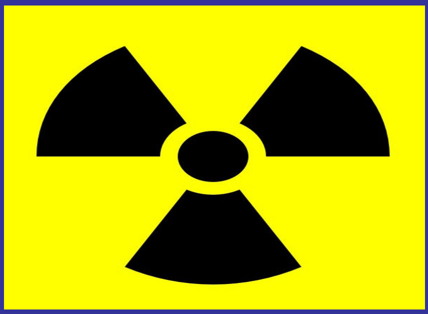
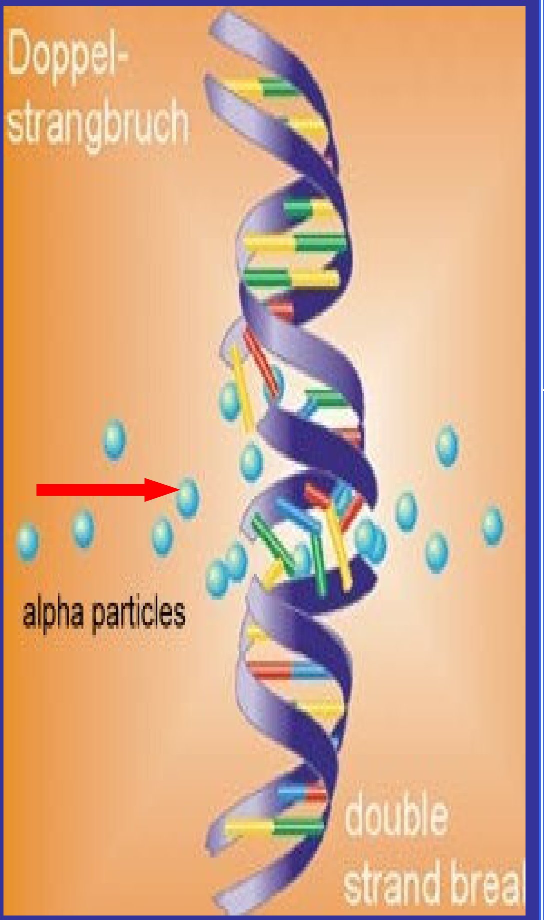
سرطان اودچاپیریال رادیواکتیویتي

Cancer and environmental radioactivity

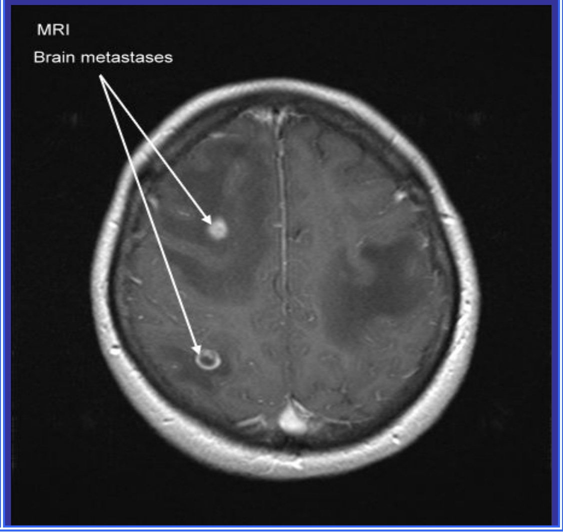
دوړانګونښه





ډي اين اي (DNA)

دماغزوسرطان میتاستاز



لیکوالان:

- داتومي او طبي فیزیک متخصص پوهنوال ډاکترنظرمحمد سلطانزی ځدران
- دانیستیزي څانګې متخصص اروانباد ډاکترحاجي محمد سلطانزی ځدران
- د رادیولوژي څانګې متخصص ډاکترغازي محمد سلطانزی ځدران

۱۳۸۶ ل/۲۰۰۷ ز

د کتاب پېژندنه

د کتاب نوم:

سرطان او د چاپېریال رادیو اکتیویتي

لیکوالان:

* پوهنوال ډاکتر نظر محمد سلطانزی ځدراڼ
* اروانښاد ډاکتر حاجي محمد سلطانزی ځدراڼ
* ډاکتر غازي محمد سلطانزی ځدراڼ

چاپ وار: لومړی ځل

خپرندوی: خپل چاپ

چاپ ځای او نېټه: جرمنی ، د اپریل میاشت ۲۰۰۷ ز کال (۱۳۸۶ ل کال)

چا پشمېر: ۱۰۰۰ ټوکه

کمپوز او ډیزاین: ډاکتر غازي محمد سلطانزی ځدراڼ

چاپځی: اسد دانش مطبعه، کلوله پشته- کابل/ ۰۷۰۰۴۴۹۲۹۸

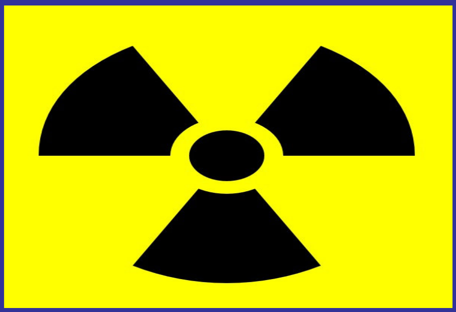
د چاپ ربنتې (حقونه) له لیکوالانو سره خوندي دي

All rights are reserved by the authors

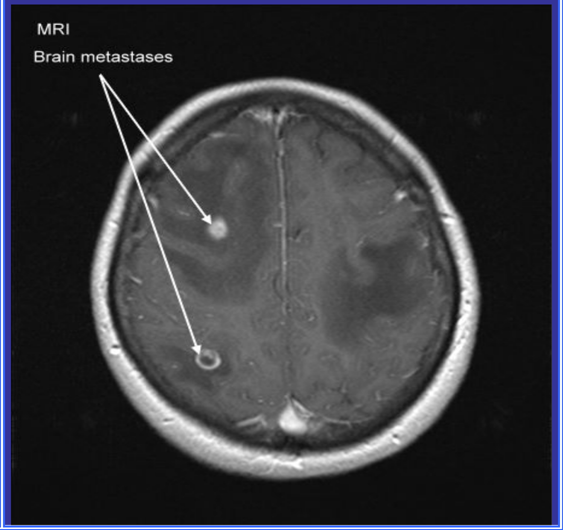
سرطان او چاپېريال راديواکتيويتي

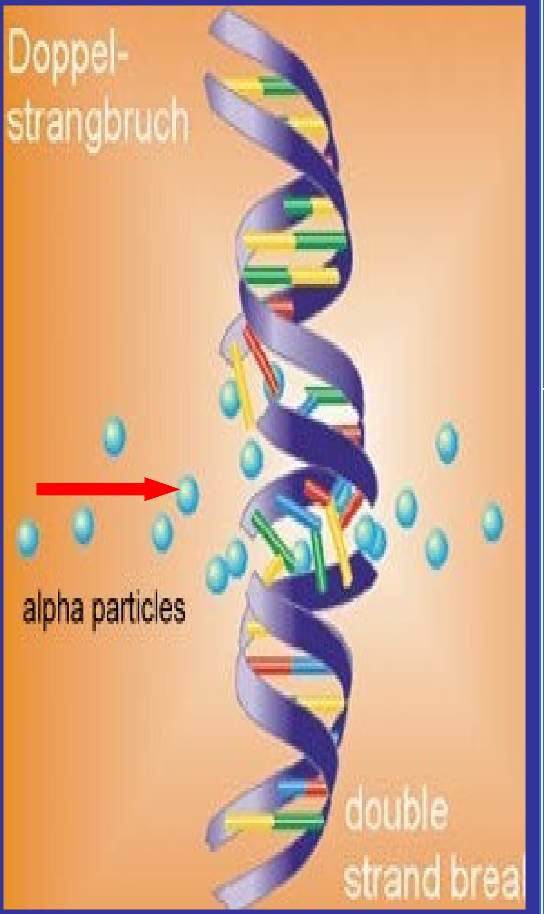
Cancer and environmental radioactivity

دوړانگونښه



دماغو سرطان میټاستاز





ډي اين اې (DNA)

ليکوالان:

- داتومي او طبي فيزيک متخصص پوهنوال ډاکترنظرمحمد سلطانزی ځدراڼ
- دانېستيزي څانگې متخصص اروانباد ډاکترحاجي محمد سلطانزی ځدراڼ
- د راديولوژي څانگې متخصص ډاکترغازي محمد سلطانزی ځدراڼ

١٣٨٦ ل/٢٠٠٧ ز

دکتاب پېژندنه

دکتاب نوم:

سرطان او د چاپېريال راديو اکټيويټي

ليکوالان:

* پوهنوال ډاکټرنظرمحمد سلطانزی ځدراڼ
* اروابناد ډاکټرحاجي محمد سلطانزی ځدراڼ
* ډاکټرغازي محمد سلطانزی ځدراڼ

چاپ وار: لومړی ځل

خپرندوی: خپل چاپ

چاپ ځای او نېټه: جرمنی ، د اپريل مياشت ۲۰۰۷ ز کال (۱۳۸۶ ل کال)

چا پشمېر: سل ټوکه

کمپوز او ډيزاين: ډاکترغازي محمد سلطانزی ځدراڼ

د چاپ رښتې (حقونه) له ليکوالانو سره خوندي دي

All rights reserved by the authors

بسم الله الرحمن الرحيم

سرطان او د چاپېريال راديو اکتيويټي

ليکوالان:

* داتومي او طبي فيزيک متخصص پوهنوال ډاکټر نظر محمد سلطانزی ځدراڼ

* دانستيزي څانګې متخصص اروانبا د ډاکټر حاجي محمد سلطانزی ځدراڼ

* د راديولوژي څانګې متخصص ډاکټر غازي محمد سلطانزی ځدراڼ

* نېټه : د اپريل مياشت ۲۰۰۷ ز کال (۱۳۸۶ ل کال)

* ځای: د جرمني هيواد

سرطان او د چاپېریال راد یو اکټیویټي

(ډي این اي DNA)

Afghan-German-Doctors-Association regd. – non-profil
Mitglied im „Dachverband des Afghanischen Medizinischen Fachpersonals
und deren Kollegen im deutschsprachigen Raum

دافغان جرمن ډاکترانو ټولنه

e.V. gemeinnützig
Kaiser-Joseph-Str.205
79098 Freiburg, Germany

Afghanisch-Deutscher Ärzteverein, Kaiser-Joseph-Str. 205, 79098 Freiburg

ADAV

نېټه. ۲۰۰۷/۷/۱۸

ځای: فرایبورګ، جرمني

تقریظ

ددې کتاب لیکونکي ، ښاغلومحترم ډاکتر نظر محمد سلطانزی ځدراڼ، اروابناد حاجي محمد سلطانزی ځدراڼ، اومحترم ډاکترغازي محمد سلطانزی ځدراڼ، دهېواد نه بهرد مهاجرت په دوران کې ،دټولو هغوبوختیاووا وستونزوسره سره، پخپل همت اوزیارد سرطان،او دچاپېریال درادیو اکټیویټي تر نامه لاندې لیکلی اوخپورکړیدی . کتاب په نولسّوفصلونوکې ، لیکل شوی، چې په لومړیو فصلونوکې داتومي فیزیک او رادیو اکټیو ایزوټوپو په هکله پوره څرګندونې اوتفصیلات ورکړل شویدي . دکتاب په وروستیوفصلونوکې، درادیواکټیوموادواغېزه، په چاپېریال اوپه تېره بیا دانسانانو په روغتیا باندې ، په تفصیل اوعلمي ډول سره تر بحث او څېړنې لاندې نیول شویده. زه ددې کتاب طبع اوچاپ، چې یو ځانګړی علمي اثردی، په دوولحاظو زموږهېوادوالو اودپښتو ژبې مینه والوته ، دارزښت وړ بولم :

- لو مړی داچې په پښتو ژبه دځینوتاریخي، سیاسي او اقتصادي ستونزو له کبله ډېر لږعلمي اثار لیکل شوي، اوبې له شکه ددې اثر خپریدل به دپښتوژبې دبقا اوودې لپاره ګټورثابت شي.
- دو هم داچې کتاب به دیوه علمي اثرپه توګه، دهغوشمېر زده کوونکو ، استادانو ،محصلینواوڅېړونکو لپاره، چې دموضوع په اړوندزده کړه اوتحقیق کوي،دیوه علمي مأخذ په توګه داستفادې وړوګرځي.

دکتاب په نولسم فصل کې مندرج وړاندیېزونه، چې مونږیې هم په بشپړډول تائیدوو ،په ځانګړي ډول دپاملرنې وړدي. مونږ دهېوادد مسئولینواوچارواکونه هیله لرو، درادیو اکټیف اودچاپېریال دککړتیا نه دهېوادوالوروغتیا ته دراپیداشویو ستونزومسئله جدي وګڼي. دعامې روغتیا وزارت، دلوړواو مسلکي زده کړودوزارت اودچاپېریال ساتنې دعمومي ریاست دچارواکونه هیله کیږي، چې دځانګړوپروګرامونو، سیمینارونواوپه تېره بیاد ډله ایزواطلاعاتودوسایلوپه ذریعه، دځانګړوخبرتیاوو او اعلانونوپه وسیله، هېوادوال دچاپېریال دککړتیا اودچاپېریال ساتنې داهمیت څخه خبرکړي.

همدا راز ددې کتاب مؤلفین درادیواکټیف موادوپه وسیله داوبو،خاورې اودهېواد ککړتیا دمیزان،څرنګوالي اواندازې په برخه کې ، په دولتي کچه (دچاپېریال ساتنې دعمومي ریاست په چوکاټ کې) دیوه ځانګړي کمیسیون اوپروګرام دجوړیدووړاندیزکوي . ددې وړاندیز په تائید زیاتوو، چې دښوونې اوروزنې اودلوړواومسلکي زده کړووزارتونه دې درادیولوژي،رادیو اکټیف اودچاپېریال ساتنې موضوع، دنوموړو وزارتونو، ددرسي پروګرام اوکوریکولوم کې شامل شي.

په پای کې دافغان جرمن دډاکترانوټولنه دکتاب دمؤلفینو څخه په مننه ، دااثردپښتوژبې دپاره دیوې ملي پانګې په توګه پیژني، اولوستنه یې مینه والوته توصیه کوي . یوځل بیا دښاغلومؤلفینو څخه په مننه ،هغوي ته په شخصي ژوند ،علمي اومسلکي برخه کې دلا زیاتو بریاووهیله کوو.

په ډېره مینه

دافغان جرمن ډاکترانو دټولنې مشر

دعمومي طب ډاکترظاهرنظري

تقريظ

دمحترمو پوهانو هريو پوهنوال ډاکترنظرمحمد سلطانزی ځدراڼ ، خدای بښلي ډاکترحاجي محمد سلطانزی ځدراڼ ، اوډاکترغازی محمد سلطانزی ځدراڼ ، اثرمی چی د(سرطان اودچاپېريال راديواکتيويټي) ترعنوان لاندې په يوولسوبرخواونولسوفصلونوکی ليکل شوی دی ، سرترپايه په غورسره ولوست. په دغه کتاب کې لاندې موضوعات په ډېره ښه اوروانه پښتوليکل شوي دي. لکه:دواحدونونړيوال سيستم-دوړانګودفيزيک داصطلاحاتونوم اېښودنه-دوړانګودفيزيک بنسټيزه پوهه - طبيعی راديواکتيويټي -وړانګې-دمادې سره دايونايزوونکووړانګوټکر-کلينيکي ډوزيمتري-دبدن په حجره دايونايزوونکووړانګوفيزيکي ، کيمياوي ، اوبيالوژيکي اغېزې -ديورانيوم دلاسته راوړلواورايستلوتکنالوژي-په چاپېريال باندې دخوار شوي يورانيم اغېزې - په روغتيا باندې دوړانګوناوړه اغېزې - دوړانګوناروغی - دوړانګونه ساتنه - دطبيعي وانګوسرچينې-دسرطان دخطراحتمالي اټکل-دوړانګوداندازه کولوتګلارې-دچاپېريال اکتيويټي څارنه اودسرطان ناروغی.

کله چې موضوعاتوته نظر واچوو نونژدې په سلوکی شپېته برخې فيزيکی مسايل احتواکوي اوپه سلوکی ۴۰ برخی طبي اوبيولوژيکي موضوعات احاطه کوي. څرنګه چې دکابل پوهنتون دساينس دپوهنځی دفيزيک په ديپارتمنت کې دهستې پنامه مضمون دلکچر(لولانه) په ډول اودهستی تطبيقی برخه دتطبيقاتوپه ډول دمضمون په حيث لوستل کيږي. نوزه په پوره باورسره ويلای شم چی دفيزيک ديپارتمنت له دې کتاب څخه ديوه ښه معتبر درسي کتاب په حيث استفاده کولای شي ، همدارنګه دطب په ساحاتواوهم دبيولوژی په برخه کې يوګټورکتاب اوماخذدی. دنوموړوموضوعاتوپه ليکنه کې له ډېر دقت څخه کاراخستل شوی اوله ډيرونوماخذو څخه استفاده شوې ده. زه نوموړی اثر نه يواځی تائيدوم بلکې دقدروړيی بولم اودافغانستان لپاره يې ستره سرمايه ګڼم اوفکرکوم چې په دغه موضوع کې تراوسه چاداسې اثر نه دی ليکلای.نوزه له پاک خدای څخه دنوموړي کتاب ليکوالانوته دبرياووغوښتونکی يم. پاتې دنه وي چی دکتاب په پای کې انګليسي علمي اصطلاحات په ډيره روانه پښتوژباړل شوي چی دا هم ددې علم مينه والوته ډېر ښه اوبا ارزښته معلومات دي.

په درناوی
پوهاند دکتورنوراحمد ميرازی
دکابل پوهنتون دساينس پوهنځی
دبيالوژي دېپارتمنت آمر

کابل:۲۰۰۷/۸/۴

مننه

دهغوخپلوانو، دوستانواو ملګرونومونه باید په ډېردرنښت اومنني سره یادکړم، چې ددې کتاب په بشپړکولوکې یې راسره تخنیکي او معنوي هراړخیزه مرسته کړې ده.

- دخپلې میرمني حضرت بي بي سلطانزۍ ځدراڼ دزړه له کومې خاوند پالنې څخه مننه کوم، چې لږ څه دوه کاله یې، د دې کتاب په لیکلو اوبشپړکولوکې، ستره حوصله وښووله اود کورنۍ هر اړخیزې ستونځې یې په ویاله ټنډه په ځان ومنلې.
- د تنکي اوځوان تکړه زوی وحید جان سلطانزي ځدراڼ دکمپیوتري هراړخیزې مرستې او وړاندیزونو څخه دزړه له کومې خوښي او مننه کوم.
- دهېواد سرایستلی ملي فرهنګي شخصیت او نامتوازاد لیکوال عبدالمحمد مموزي، اودافغان جرمن ډاکترانو دټولنې مشر ښاغلي ډاکترظاهرنظري څخه دزړه له کومې مننه کوم چې ددې کتاب په لوستلو کې یې ستره ونډه واخیستله اوځینو ناسمیوته یې زموږ پام راواړوو .
- په پای کې دپیاوړو پوهانوهر یو پوهاند ډاکترنوراحمد میرازی، پروفیسرګل جنان ظریف (108)، او دټولوهغودوستانواوملګرو هراړخیزملاتړڅخه ډېره خوښي څرګندوم، چې دیوه داسې ځانګړې پوهنځانګې اوبې ساري، طبي ، ساینسي، ښېنتوژبې پوهنتوني اثر لیکلوته یې وه هڅولم .

نظرمحمد سلطانزی ځدراڼ اوملګري لیکوالان

دجرمني هېواد ، داپریل میاشت، ۲۰۰۷ ز کال

لړليک

شمېره	سرليک	مخ
۱	دليکوالانومختصر خبري اود کتاب ځانګړتياوې	ف
۲	**لومړۍ برخه** **لومړي څپرکی :** دواحدونونړيوال سيستم (International System of units = SI) .... پوښتنې (Questions) : (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي)	 1 8
۳	**دويم څپرکی:** دوړانګو فيزيکي اصطلاحات (Radiation Physics Terminology) .... دوړانګو فيزيک (Radiation physic) .... دوړانګو بيالوژي (Radiobiolgy) .... داتومي کتلې واحد (Atomic Mass Unit = amu = 1u) .... داتوم نسبي کتله A_r .... داتوم مطلقه کتله .... راديوايزوټوپ (Radioisotope) .... پوښتنې (Questions) : (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي)	 9 9 9 11 14 14 15 16
۴	**د رېيم څپرکی:** **دوړانګو فيزيک بنسټيز پوهه (Fundamentals of Radiation Physics)**.............. د اتوم جوړښت (Atomic Structure) .... دنيلزبوراو راترفورد اتوم موډل (Niels Bohr- Rutherford Atom Model) .... داتوم تحريک يا راپارول (Atomic excitation) .... ايونايزيشن (Ionization) .... پوښتنې (Questions) : (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي)	 17 17 19 23 24 25
۵	**دويمه برخه** **څلورم څپرکی:** **طبيعي راديواکتيويتي (Natural radioactivity)**	 26

29	راديواكتيو تجزيه (Radoactive decay)	
32	مخصوصه راديواكتيويتي (Specific radioactivity = $A_{specific}$)	
34	د راديواكتيو تجزيې قانون (Radioactive Decay Law)	
34	فيزيكي نيمايي وخت (Physical Half life = $T_{1/2}$)	
40	د يوه راديواكتيو عنصر منځنۍ وخت (Average time = T_a)	
42	په راديوكيميا (Radiochemistry) كې دفيزيكي نيمايي عمر ګټوراستعمال	
45	بيالوژيكي نيمايي وخت (Biological half life = T_{bio})	
45	اغېزمن نيمايي وخت (Effective half life = T_{eff})	
50	پوښتنې(Questions) : (ځوابونه يې په نولسم څپركي كې وركړشوي دي)	
	پينځم څپركى:	٦
51	وړانګې **(Radiation)**	
53	لومړى: د فوتون وړانګې (Photon radiation)	
53	دويم: د بڅركوو وړانګې (Particles radiation)	
53	سم سيخ ايونايزوونكې وړانګې	
53	ناسم سيخ ايونايزوونكې وړانګې	
54	الكترو مقناطيسي وړانګې (Electromagnetic radiation)	
58	هستوي وړا نګې (Nuclear radiation)	
59	الفا وړانګې (Alpha rays)	
64	بېتاو ړانګې (Beta - rays)	
66	ګاما تجزيه (Gamma decay)	
68	دهستې ترون انرژي (Nuclear binding energy = B = $\Delta m \times c^2$)	
68	دكتلې تنقيص يا د كتلې نيمګړتيا (Mass defect= ΔM)	
69	په پوستكې كې دالفا ، بيتا او ګاما وړانګو د ننوتلو كچه	
71	اكسريز يا رونتګن وړانګې (X-Rays or Roentgen Rays)	
75	نوكليد چارت (Nuclide chart)	
77	پوښتنې(Questions) : (ځوابونه يې په نولسم څپركي كې وركړشوي دي)	
	شپږم څپركى:	٧
78	دمادې سره دايونايزوونكو وړانګو غبرګون .... **(Interaction of ionizing radiation with matter)**	
78	فوتواغېزه (Photo Effect)	
79	كمپټون اغېزه (Compton Effect)	

	د جوړه ذرو پیدا ینبت (Pair Production)	80
	په ماده کې دالکترون غبرګون (Electron interaction with matter)	82
	په ماده کې دوړانګو دکمزورتیا قانون (Radiation Attenuation law in Matter)	83
	نیمایي ارزښت پنډوالی (Half-value layer = HVL)	88
	لسم ارزښت پنډ والی (Tenth-value layer = TVL)	91
	پوښتني (Questions): (ځوابونه یې به نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي)	94
۸	**اووم څپرکی:**	
	کلینیکي ډوزیمتري (Clinical dosimetry)	95
	ډوز (Dose)	95
	ایون ډوز (Exposure = Ion dose = I)	95
	دایون ډوز اندازه کول	98
	انرژي ډوز (Energy Dose = D)	100
	ایون ډوزپه انرژي ډوزاړول	103
	دانرژي ډوزقدرت (Absorbed dose rate = $\dot{D}$)	105
	دډوزسطحي حاصل ضرب (Dose area product)	108
	د وړانګو ډوزاو دواټن مربع قانون (Distance square law)	109
	معادل ډوز (Equivalent dose = H)	112
	دغړي ډوز (Organ Dose)	116
	اغیز من معادل ډوز (Effective Equivalent Dose)	118
	دانرژي خطي انتقال (Linear Energy Transfer = LET)	121
	مخصوصه ایونایزیشن (Specific ionization)	124
	دکتلې دروونکی قدرت (Mass stopping power = S)	125
	دالفا ذرو دانتشارفاصله خپریدلوواټن (Alpha particle range)	125
	نسبي بیالوژیکي اغیز منتیا (Ralative biological effectiveness = RBE)	127
	پوښتني (Questions): (ځوابونه یې به نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي)	129
۹	**دریيمه برخه**	
	اتم څپرکی:	
	د بدن په حجرو باندې د ایونایزوونکو وړانګو فیزیکي، کیمیاوي او بیالوژیکي اغیزې **(Physical, biological and chemical effects of ionizing radiation on body cells)**	130

	فیزیکي اغېزې (Physical effects)	130
	دوړانګو کیمیاوي او بیالوژیکي اغېزې	132
	داوبو رادیولا یزیا د تجزي کړنلاره (Radiolyse)	132
	په نا عضوي مرکباتو کې دوړانګو کیمیاوي اغېزې	136
	په عضوي مرکباتو کې دوړانګو کیمیاوي اغېزې	137
	د حجرې جوړښت (Cell structure)	137
	دوړانګو په واسطه د یوې حجرې له منځه تللو ډولونه	142
	دوړانګو سم سیخ یا مستقیم غبرګون (Direct action)	145
	دوړانګو ناسم سیخ یا غیر مستقم غبرګون (Indirect action)	146
	دوړانګو سم سیخ او ناسم سیخ اغیزو کلینیکي پایلې	146
	پوښتنې (Questions):(ځوابونه یې په نولسم څپرکي کې ورکړشویدي)	154
۱۰	**خلورمه برخه** **نهم څپرکی:** د یورانیوم د لاس ته راوړلو او رااېستلو ټکنالوژي .... **(Uranium mining and production)**	155
	طبیعي یورانیوم (Natural Uranium)	155
	د طبیعي یورانیوم د استخراج کړنلاره	159
	د یورانیوم د رااېستلو کړنلاره (Mining)	159
	د یورانیوم د بډاې کولو کړنلاره (Uranium enrichment)	161
	د یورانیوم بډای کولو نفوذ کړنلاره (Uranium Gas Diffusion)	161
	د یورانیوم بډاې کولو سېنتریفوګ کړنلاره (Uranium Gas Centrifuge)	163
	د هستوي بټۍ سونګ مواد (Nuclear Fuel)	165
	پوښتنې: (Question) (ځوابونه یې به نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي	166
۱۱	**پینځمه برخه** **لسم څپرکی:** په چاپېریال باندې د خوار شوي یورانیوم اغېزې .... **(Environmental effects of depleted uranium)**	167
	د یورانیوم وسلو پېښلیک	168
	د خوارشوي یورانیوم فیزیکی خواص	171
	د خوارشوي یورانیوم د تجزیې کړنلاره	174

	د خوارشوي يورانيوم کيمياوي خواص	177
	د خوارشوي يورانيوم سرګولۍ	177
	د خوارشوي يورانيوم پوځي کارول	178
	د چاپېريال ککړتيا (Environment contamination)	179
	بهرنۍ وړانګې (External Radiation)	180
	پوښتنې (Questions): (ځوابونه يې د کتاب په نولسم څپرکي کې ورکړشويدي)	183
۱۲	**شپږمه برخه** **يوولسم څپرکی:** **په روغتيا باندې د وړانګو ناوړه اغېزې (Health hazards of radiation effects)**	184
	د يورانيوم کيمياوي او راد يولوژيکي زهرجنې اغېزې	185
	بدن ته د وړانګو د خطرهاړخيزې لارې	190
	د تنفس له لارې (Inhalation)	192
	د وينې سرطان (Leukemia)	194
	د پوستکي او تماس له لارې (Contamination)	199
	د خوراک او څښاک له لارې (Ingestion)	200
	د وړانګو ډوزاو اغېزې ترمنځ اړيکې (Dose-effect relation)	204
	د وړانګو ستوخاستيک يا تصادفي اغېزې (Stochastic effects)	205
	د وړانګو نه ستوخاستيک اغېزې (Non-stochastic effects)	207
	موتېشن (Mutation)	209
	سوماتيک او جنېتيک موتېشن (Somatic and genetic Mutation)	209
	ډبل انرژي ډوز (Dobbling dosis)	213
	ډي اېن اي (DNA=Deoxyribonucleicacid) او د وړانګو غبرګون	214
	د حجرې پروګرام شوې ځان وژنه (Apoptosis)	219
	د ډي اين اي. (DNA) نيمګړو برخو بيرته جوړول	220
	په نطفه (Embryo) کې د وړانګو ناوړه اغېزې	221
	پوښتنې (Questions): (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشويدي)	225
۱۳	**دوولسم څپرکی:** **د وړانګو ناروغۍ سينډروم (Radiation sickness syndrome)**	226
	د وړانګو د زيان په تړاو تاريخي پېښوته لنډه کتنه	226
	د ګاونډ يو هيوادونو هستوي ازموينې	230
	په رڼا شوو نسجونو کې هيستولوژيکي بدلون	235

237	دوينې په جوړښت کې کلينيکي بدلون	
239	پوښتنې (Questions): (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي)	
	اوومه برخه	۱۴
	ديارلسم څپرکی:	
240	**دوړانګو څخه ساتنه (Radiation Protection)**	
242	دوړانګو دخطر څخه د ځان ژغورنې نامتو کړنلارې	
245	د الارا پرنسيپ (As low as reasonably achievable = ALARA)	
249	دوړانګو څخه دځان ساتنې سيمې (Radiation Protection areas)	
250	پوښتنې (Questions): (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشويدي)	
	اتمه برخه	۱۵
	څوارلسم څپرکی:	
251	د طبيعي وړانګو سرچينې (Natural radiation sources)	
251	کازمېکي وړانګې (Cosmic rays)	
252	دځمکې لاندې وړانګې (Terrestric radiation)	
252	دصنعت سره تړلې وړانګې	
254	پوښتنې: (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشويدي)	
	نهمه برخه	۱۶
	پينځلسم څپرکی:	
255	**دسرطاني ناروغيو داحتما لي خطرا تکل (Estimating the risk of cancer Probability)**	
256	دلوړې کچې اغېزمنې دوز (High level radiation)	
256	دټيټې کچې اغېزمنې دوز (Low level radiation)	
257	داتوم بم هستوي وړانګې	
257	د رادون غازوړانګې	
259	د چرنوبيل هستوي پېښې وړانګې	
259	دهستوي بټۍ چاپېريال وړانګې	
260	د ناروغيو په پېژندنه کې د اکسريز (X-rays) ګټوراستعمال	
262	خطي ليميټ نه لرونکې تيوري (Linear non Threshold Theory = LNT)	
264	بايسټېډ راغېزه (Bystander effect)	

	دوړانګو د خطرنسبي موډل (Relative Risk Modell)	268
	دوړانګو د خطرمطلق موډل (Absolute Risk Modell)	268
	د روغتیا په تړاو د یورانیوم وسلو د خطر کچې اټکل	269
	کولېکتیویا ډله ایزډوز (Collective dose)	272
	د ډوز خطر ضریب (Dose risk coefficient)	273
	په درملنه کې دایونایزوونکو وړانګو د خطر اټکل	277
	اکسریز عکس د خطر په تړاو د سرطان ناروغۍ اټکل	277
	دعلت احتمال تیوري (Probability of causation theory)	278
	پوښتنې (Questions): (ځوابونه یې په نولسم څپرکي کې ورکړشویدي)	281
	لسمه برخه	
۱۷	**شپاړلسم څپرکی:**	282
	دوړانګو اندازه کولو تګلارې **(Radiation measurement methods)**	
	ګاما شپکترومتري (Gamma Spectrometry)	282
	بیا لوژیکي ډوزیمتري (Biological Dosimetry)	284
	د کروموزوموفلوریسینس تګلاره (Chromosome fluorescence methode)	285
	د پلازما کتلې شپکتروسکوپي (Plasma mass spectroscopy)	286
	داولتراسوند (د غږ هخواڅپو) طبي کارول (Medical use of Ultrasound)	291
	پوښتنې (Questions): (ځوابونه یې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي)	291
۱۸	**اوولسم څپرکي:**	292
	دچاپېریال رادیو اکټیویټي څارنه (Environmental radioactivity monitorin)	
	پوښتنې (Questions): (ځوابونه یې په نولسم څپرکي کې ورکړشویدي)	297
	یوولسمه برخه	
۱۹	**اتلسم څپرکی:**	298
	د سرطان ناروغی **(Cancer disease)**	
	د سرطان ناروغۍ تعریف (Cancer definition)	301
	دسرطان ناروغۍ د پیژند نې تخنیکي کړنلارې	301
	کمپیوترتوموګرافي (Computer tomography = CT)	301
	مقناطیسي ریزونانس توموګرافي (Magnetic Resonance Imaging = MRI)	304

311	دهستې ريزونانس توموګرافي طبي کارول (MRI medical application)	
314	دسرطان ناروغۍ د پېژندلو لومړني پړاوونه...	
315	د سرطاني نسجونو هيستولوژي (Histology) او مورفولوژي (Morphology) بڼه...............	
323	سرطان او جين (Genes and cancer)...	
324	د نسجونو بڼه او بد ډوله پړسوب (Benign and Malignant tumors)	
326	لومړی او دويم سرطان (Primary and secondary cancer)	
329	د سرطان حجرې او د يوې نورمال حجرې تر منځ څه توپير دی؟..	
332	سرطان څرنګه پيل کيږي؟..	
333	جين او موتېشن (Genes and mutation)	
334	د سرطان په حجره کې کوم جين غير نورمال بڼه لري؟..	
336	کوم شيان د سرطان ناروغۍ لامل ګرځي؟..	
338	د سرطان ناروغۍ پړاوونه (The stages of a cancer)	
341	دسرطان ناروغۍ د درملنې تګلارې (Cancer Treatment methods)...................................	
342	• دعمليات کړنلاره (Surgery)	
342	• دوړانګو درملنه يا راديو تېراپي کړنلاره (Radiotherapy)	
344	• د کيمو تېراپي (Chemotherapy) کړنلاره..	
348	دتی سرطان اډجووانت راديو درملنه (Adjuvant breast Radiotherapy)................................	
350	دپروستاتا اډجووانت راد يودرملنه (Adjuvant prostata radiotherapy).................................	
361	دسرطان ناروغۍ د خطرومبی نښې..	
362	پوښتنې(**Questions**) : (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړ شوي دي.)	
363	د يورانيوم مخنيوی او دککړشوو کسانو درملنه..	
364	**دوولسمه برخه** **نولسم څپرکی:** **لنډيز - وروستی خبرې او پا يـــلې (Conclusion)**.....................................	۲۰
373	اخځليک (References)	۲۱
377	دپوښتنو ځوابونه (Answers)	۲۲
384	دڅانګيز اصطلاحاتو ويې لړ (**Glossary**)	۲۳
405	ملونه (Appendices)	۲۴

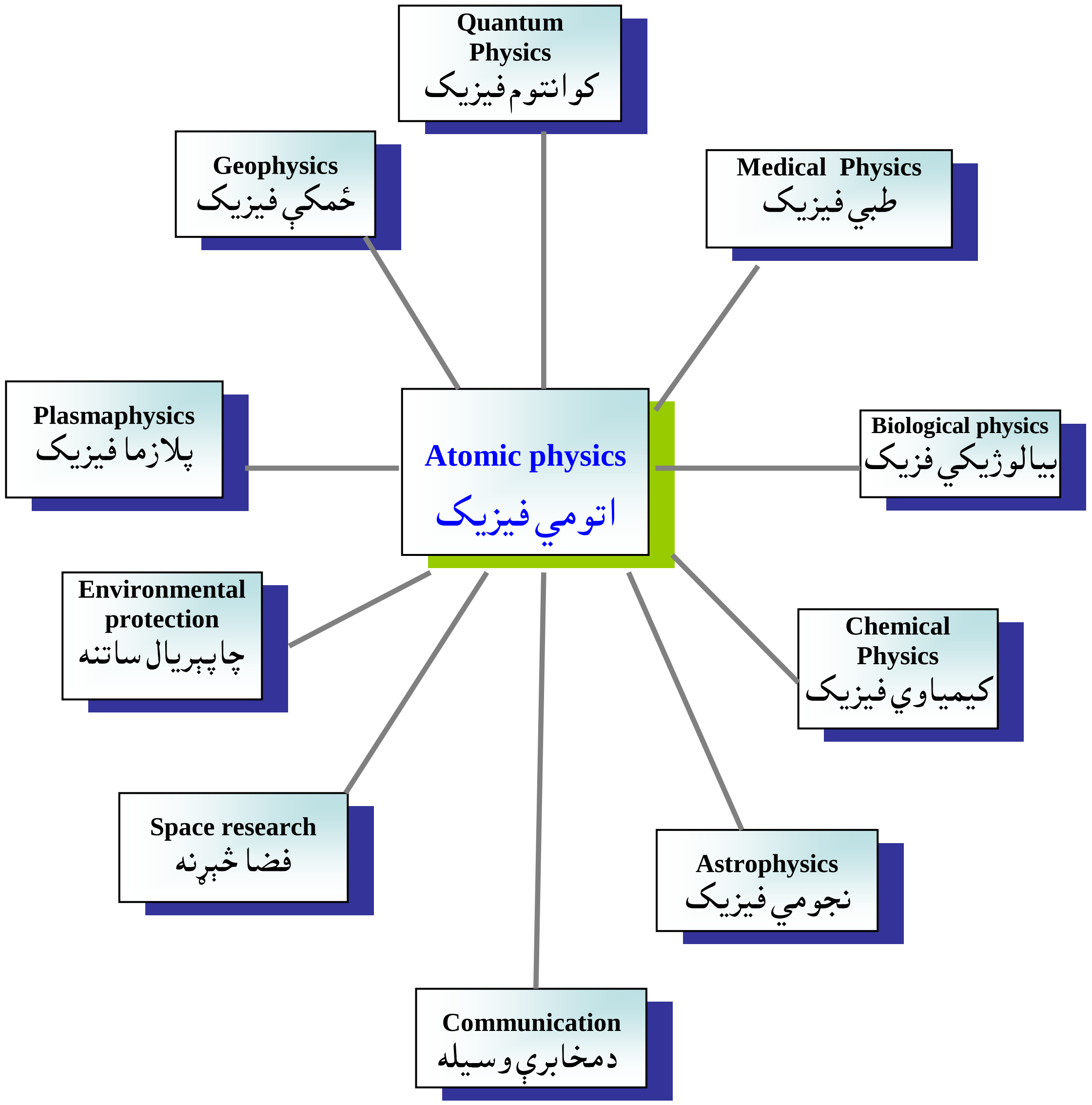
دلوی ښبنتن (ج) په نامه

دليکوالانو مخنۍ خبرې او د کتاب ځانګړتياوې:

دا يو څرګند حقيقت دی چې نن ورځ اتومي فيزيک دهر هېوادپه پرمختګ،پوځي برتيا ، صنعت او په تکنالوژي کې ډېرغوره رول لوبوي . دبلې خوا داتومي فيزيک څخه د طبيعي علوموپه نوروڅانګو کې هم په پراخه کچه ګټه پورته کيږي.

په لومړي شکل کې داتومي فيزيک بنسټيز رول ، دژوندانه په نورومسلکي څانګو کې ښوول شوی دی.دکتاب ځانګړتيا په دې کې ليدل کيږي، چې داتومي فيزيک څخه دطبيعي علوموپه نوروڅانګو ،لکه راديوبيولوژي (Radiobiology)او طب (Medecine) کې د ګټې اخيستلووتلې تګلارې بيان شوې دي . دنومونړې موخې لپاره، دکتاب ټول متن په دريو برخو ويشل شوی دی . لومړۍ برخه داتومي فيزيک په بنسټيزوطبيعي قوانينوپيل کيږي، تر څولوستونکی په اسانۍ سره وکولای شي، چې دکتاب په پاتې برخوکې په فيزيکي کړنلاروپوه شي . دکتاب په دويمه برخه کې په حجره،خو په تېره بيا په ژونځور ((ډي اين اي DNA) باندې د ايونايزوونکو وړانګوبيالوژيکي اغېزې تر څېړنې نيول شوې دي . دکتاب په وروستۍ برخه کې د سرطان ناروغۍ پيژندنې اودرملنې په هکله بنسټيزمالومات وړاندې شوي ، چې دطب پوهنځۍ زده کوونکواو هم عام وګړو ته ډېرګټوردي. د کتاب نورې ځانګړتياوې په لاندې ډول دي:

✍ څرنګه چې په هېواد کې په پښتو ژبه داتومي فيزيک، راديو بيولوژي اود طب په څانګو کې، په لوړه پوهنتوني کچه لا تر اوسه ډېرلږکتابونه ليکل شوي دي، نوددې کتاب ليکوالانو ،خپله ملي او اسلامي دنده وګڼله، چې نومونړې نيمګړتيا په پام کې ونيسي او تر خپله وسه يې پوره کړي. دا کتاب ، دفيزيک ، بيالوژي او طب پوهنځۍ استادانواو د نومونړوڅانګوهغو زده کوونکولپاره چې په لوړو سمېسترونوکې، په زده کړه بوخت دي ، خورا ګټور دی. داځکه چې په کتاب کې دنومونړوطبيعي علومو څانګوتر منځ اړيکې اوپه عملي څيړنوکې دهغوی ګټوراستعمال ښوول شوی دی.



١- شكل: داتومي فيزيک او نوروپوهنيزوڅانګو ترمنځ اړيكې ښوول شوې دي.

- ترخپله وسه هڅه شوې چې دعاموخلكواو ولس دپوهيدلولپاره دروغتيا په تړاوداپوناپزووونكو وړانګوناوړه اغېزې اومالومات په ساده، روانه او دعام ولس په ژبه او جملوبانديې وليكل شي.
- دكارپوهانو لپاره دايوناپز وونكو وړانګو فيزيكې، بيالوژيكې او دروغتيا په تړاو ناوړه اغېزو په هكله لږ څه ژورڅيړنيزاوپوهنيز مالومات وړاندې شوى دى تر څود پوهنتون په كچه زده كوونكې هم ورڅخه ګټه واخلي.
- نومورې كړنلاره زموږ په اند ځكه ضرور ده چې په راديو اكتيوموادو ككړ شوې چاپېريال ناوړه اغېزو په تړاو خبريدل او پوهيدل نه يوازې د ساينس پوهانو بلكه دعامو خلكولپاره هم په زړه پورې موضوع او مسئله ده. ددې لپاره چې نومورې تولې موخې سره يوځاى شي، نوددې كتاب متن په يوه نوې سبک سره وليكل شوچې لوستونكې كولاى شي دهريوه څپركې څخه پيل وكړي.

☑ په لومړۍ برخه کې دواحدونو نړيوال سېستم، دهستوي (ککيز) فيزيک اصطلاحونه او دهستوي فيزيک په هکله بنسټيز مالومات راټول شويدی چې دپوهنتون هغو زده کوونکو لپاره چې دفيزيک په څانګه کې په زده کړه بوخت دي ډېر ګټور ګڼل کيږي.

☑ په دويمه برخه کې په چاپېريال باندې دا يونايزوونکو وړانګوفيزيکي، کيمياوي او بيالوژيکي ناوړه اغېزې تر څېړنې لاندې نيول شوې دي او په ککړشوي چاپېريال کې دنومړوو وړانګو دانداره کولو په موخه هر اړخيزې بيالوژيکي او فيزيکي کړنلارې بيان شوې دي.

☑ دکتاب په وروستۍ برخه کې په بيالوژيکي، کيمياوي اوراديواکټيو موادو دچاپېريال ککړتوب اودعام ولس روغتيا ته دنومړو موادوخطرترڅېړنې لاندې نيول شوی دی . په دې اړوندد رياضي موډلونو او اپيډيميولوژي څېړنو په بنسټ په راتلونکي وخت کې د سرطان ناروغيو د منځ ته راتلو وړاند وينه ترسره شوې ده.

☑ دکتاب په پای کې داسې وړانديز شوی دی چې د افغانستان مسلکي کارپوهان اوچارواکي دنړيوالې اتومي انرژۍ سازمان څخه په کلکه غوښتنه وکړي چې ژر ترژره د ۱۹۵۹ م کال اتوم قانون "Atomic Energy Act of 1959" په بنسټ په راديو اکټيو موادو ککړشوې سيمې او چاپېريال لکه د ځمکې پرمخ خاوره، نباتات، څښګلونه ، خوراکي مواد، دڅښلو اوبه اود اوسيدونکوپه وينه او ادرار (urine) کې دراديو اکټيوايزوټوپو پلټنه اوپيژندنه د مخصوصوآلاتوپه مرسته سره تر سره کړي.

☑ دهريوه څپرکي په پای کې يو لړغوره پوښتنې ليکل شوې دي چې ځوابونه يې د کتاب په پای کې يانې ملونو کې ورکړشوي دي.

☑ ليکوالانو ترخپله وسه هڅه وکړه چې په لوېديزه نړۍ کې داسې مسلکي کارپوهان پيدا کړي، چې د طب او هم دفيزيک په څانګوکې بشپړ مالومات ولري او ددې کتاب هراړخيزې ناسمۍ را په ګوته کړي. خو په خواشينۍ سره بايد ووايوچې موږ دنومړې موخې لپاره څوک پيدا نه کړای شو. که په اټرکې مسلکي او يادپښتو ژبې ليکي پوهې په تړاونيمګړتيا ليدل کيږي، هيله ده چې لوستونکي به دپراخ نظرڅخه کارواخلي اودسمون په موخه به د ليکوالانوسره اړيکې ونيسي . ليکوالان دښه نيت هرمثبت نظراووړانديز ته په درنه سترګه ګوري اوهرکلی ورته وايي اوودې شي چې په راتلونکوچاپونوکې ورته پاملرنه وشي.

ولې او دچا لپاره ددې کتاب ليکنه؟

الف- په پښتو ژبه د کتابونو ليکلو ته اړتيا :

دسريزې په دې برخه کې دالازمه اوړينه بولم چې دخپل ځان د لنډې پيژندنې اودکوچنيتوب پخوانۍ هيلې په هکله يو څه رڼاواچوم ترڅودطبيعي علوموپه څانګه کې ددې مسلکي کتاب دليکلواو اړتيا په اړوند لوستونکو ته په زړه پورې مالومات وړاندې شي.

☑ لومړی : باید ووایم چې ما خپلې لوړې زده کړې د هستوي فيزيک (Nuclear physics) په څانګه کې په ۱۹۷۲ م کال کې په اعلی درجه دجرمني هېواد برلين پوهنتون، او بيا د بوخوم په پوهنتون کې سرته رسولي دي. دا زما د زده کړې اصلي مسلک اوتخصصي څانګه ده. زما د لوړو زده کړو دويمه مسلکي رشته د هستوي طب فيزيک (Nuclear medical physic) اودوړانګودرملنه (Radiotherapy) ده، چې همدا اوس هم، دجرمني هېواد نورنبيرګ ښار په يوه روغتون کې درادیو تيراپي په څانګه کې په کار بوخت یم. زما په اند دنوموړودواړومسلکونوعلمي پانګې په مرسته سره، زه په لوړه ملي اونړيواله کچه ددې لاس رسنه لرم چې په راديواکتيو موادود هېوادد چاپېريال ککړتيا، د روغتياپه تړاودنوموړوموادوناوړه اغېزو په هکله، څېړنه تر سره کړم اوهم يې رښتوني ارځونه او وړاند وينه وکړم.

☑ دويم : د ډيرو کلونوراهيسې پخپله مورنۍ ژبه پښتو، دکتابونو ليکل او له علمي پلوه دپښتو ن قام ددې ملي اوتاريخي لرغوني ژبې بډايول، زما يوډېر پخوانی ارمان او هيله وه چې دکوچنيوالي څخه راپدېخوا تل راسره ملګرې وو. نن ورځ چې د کمپيوترپوهنه، طبيعي علوم اود ساينس هر اړخيزه ټکنالوژي، دومره پرمخ تللې ده چې د کتابونو ليکل دپخوا په پرتله ډېراسان شوي دي، نو زما هغه پخوانی ارمان هم ورسره سم سرته رسيږي. د دې لپاره چې دپوهنتون په کچه دافغان ځوان نسل وکولای شي، زما د لکچر(لولانه) نوټونو څخه لکه دفيزيک، رياضي، راديوبيولوژي او طبي فيزيک په څانګو کې په افغانستان اوټوله نړۍ کې هروخت ګټه ترې پورته کړای شي، نوددغې موخې لپاره مې د ابنترنېتي اسانتيا له ګټې اخيستلوسره (Internet) يوه ځانګړې ويب سايت پاڼه جوړه کړې ده چې پته يې په لاندې ډول ده.

www.sultansei.de

مخکې له دې چې د کتاب اساسي موضوع په تړاو وړاندوېينه پيل کړم، نو زما په اند دا ډيره غوره او اړينه ګڼم چې دطبيعي علومو په څانګه کې په پښتوملي ژبه دکتابونو ليکل او پښتون ولس ته ددې کړنلارې ځانګړې اهميت په هکله دلوستونکو پام راواړوم.

له ډېره بده مرغه دا يو تريخ حقيقت دی چې دپښتو تاريخي اولرغوني ژبې دپرمختګ، پيژندنې، سمسورتيا او پراختياليپاره، لکه چې لازمه وه او يا ورته اړتيا شته، دتاريخ (نبټه ليک) په اوږدو کې دمختلفو حکومتونو، ځواکونو او شخصيتونو له لوري ورته کار او خدمت نه دی شوی، او حتی پخپله پښتنو هم ددې پر ځای چې ددې ژبې د علمي کيدو او پرمختګ لپاره کاروکړي، نو دخپلې لر غوني ژبې پر ځای يې د پردو ژبو دتعميم، پرمختګ، پياوړتيا او تقويې لپاره چټک ګامونه اخيستي دي او ډېر کتابونه او علمي اثرونه يې په نورو ژبوليکلي دي. خپله مورنۍ ژبه پښتو يې هيره کړې ده او يا يې ورته پاملرنه نه ده کړې. نو له دې کبله که څه هم په پښتنو کې ډېر علمي، تاريخي او نامتو پوهان او نابغان مو جودوواودي. خوپه خواشينی او تأسف سره بايد ووايم چې هغوی دپښتوژبې لپاره څرنګه چې ښايي کاراو خدمت نه دئ کړئ. له دې کبله په پښتو ژبه کې لکه چې لازمه ده دومره زيات او ډول ډول کتابونه او اثار نه ليدل کيږي او دا تاريخي، لرغوني او جامع ژبه دنړۍ د بيرته پاتوهېوادونود ژبو په ډله کې راځي.

که څه هم پښتو د خپل گرامري رسيدلي ترکيب له مخې او د پښتنو د هغې ميني له امله چه د پېړيو په اوږدو کې بې د خپلي ژبې له شعر ، متلونو، کيسو او نورو دوديزو او کلتوري کړو وړو سره لري، تر نن ورځې پورې ژوندۍ پاتې شويده . حال دا چې د پښتو همزولې ژبې په سيمه کښې لکه سغدي ، پهلوي او پخپله نورې او ښتايي ژبې مړې او د تاريخ (نېښه ليک) څخه د مخينه زماني پاڼو ته سپارل شويدي.

☜ کله چې ما خپلې لوړې زده کړې تريو څه بريده پورې سرته ورسولې، نو دې مهمې نيمگړتيا اوزيان ته ځير شوی يم او له ځان سره مې وويل : ددې لپاره چې دپښتو ژبه وده او پر مختگ وکړي، نو بايد چې ترډېره وسه زياروه ايستل شي، ترڅو دغه ژبه علمي ځای تر لاسه کړي، او ډول ډول کتا بونه په پښتو ژبه وليکل شي تر څو افغانان او دعلم او پوهې مينان ورته اړتيا پيدا کړي او له دې کتابونو او اثارو څخه يې گټه واخلي . څرنگه چې دطبيعي علومو په هکله په پښتو ژبه ډېر لږ کتابونه ليکل شوي دي، نو ما خپله اسلامي او ملي دنده وگڼله چې زه هم دنورو ليکوالو په بهير کې ور گډ شم، دوس اوتوان سره سم خپله پوهه او هلې ځلې په کار واچوم.

نومورې موخې ته درسيدو په هيله زما لومړنۍ هلې ځلې او دطبيعي علومو په ښانگه کې د کتابونو ليکل هغه وخت پيل شول کله چې زه په ۱۹۸۰ م کال کې د کابل په پوهنتون کې د استاد په صفت وټاکل شوم او د افغان ولس دمطلق اکثريت په ملي او رسمي ژبه ياني پښتو ژبه مې لکچرونه پيل کړه . په دې اړوند لازم گڼم چې په سترگو ليد لای او پر ما تېر شوی حال د تاريخ (نېښه ليک) پاڼو ته وسپارم چې زه څرنگه په کلتوري تړاو په خپل وطن کې لکه يو بهرنئ او پردئ ساينس پوه يوازې پاتې شوم . کله چې ما په نومورې کال کې په پښتو ژبه لکچرونه پيل کړل نو دزده کوونکولخوا لاريون زما پر وړاندې راپورته شو چې په فاشيستي شعارونو ورکولو سره بدرگه کېدلې او زما په ضد هر اړخيز دومره زيات سياسي او فرهنگي فعاليتونه روان شول چې حتې زما ژوند د خطر سره مخامخ شو. خوما دغه ټول تورونه اوستونځې پر ځان وه نه منلې .دټولو ستونځو او اخطارونوبر سيره مې په پښتو ژبه لکچرونو ته دوام ورکړ. دا موضوع لوړو مقاماتو ته ورسيده اوپه دې شخړه کې دلوړو او مسلکي تحصيلاتووزارت لخوا يو کميسيون وټاکل شو چې لاندنۍ پرېکړه يې وکړه:

(د ۱۹۶۴ م کال د اساسي قانون سره سم ډاکټر سلطانزی حق لري چې خپل لکچرونه په پښتو ژبه ورکړي. په دې شرط چې يوژباړونکی مرستيال دپښتو لکچرونه په دري ژبه زده کوونکوته واړوي) .

د۱۹۸۰کال څخه تر ۱۹۸۲ م کاله پورې زما لکچرونه په پښتو ژبه مخ پر وړاندې ولاړ،او زه هم په خپل هېواد کې په دې ډول دبهرنيو استادانو په بهير کې ورگډ شوم چې ژباړونکي ورته مقرراو ټاکل شوي وو. ياني زما دپښتوژبې لکچربه ديوه مرستيا ل په واسطه په دري (فارسي) ژبه ژباړل کيده . په داسې حال کې چې دواک فو نډيشن (۱۱) دشمبرنې په بنسټ دافغانستان لږ څه دري شپيته په سل کې خلک په خته پښتانه دي. خوپه ډېره خواښينې سره بايد ووايم چې دغه مطلق ډېرکيو هم په دې زور ؤ نه رسيده او يا يې نه غو ښتل چې زما څخه دفاع اوملا ترو کړي .خودډېروستونځوسره بيا هم زه په نومورې موده کې دطبيعي علومو په ښانگه کې ددوو پښتوکتابونو ياني (دبرېښنا فيزيک او الکترونيک فيزيک) په ليکلو بريالی شوم.

زه وياړم چې ددې کتاب د ليکلو سره سم دلوې ښښتن (ج) په مرسته دې لړۍ په جرمني کې بيرته پايښت پيدا کړ. په دې تړاو بايد چې ديوه بل ملگري او د کابل پوهنتون د بيالوژي ديپارتمنت نامتواستاد پياوړي،

پوهاند ډاکتر ميرازي نه سترېدونکي هلي ځلي او خدمتونه چې د پښتو ژبې په پوهنيز بډلو کې يې د ګڼو علمي اثارو په خپرولو سره کړې دي د يادولو او ستاينې وړ بولم. پوهاند ميرازی هغه لومړی پوهنيزملي او علمي شخصيت دئ چې څه نا څه د دېرشو کلونو را پدې خوا د کابل په پوهنتون کې په پښتو ژبه لکچرونه ورکوي. د نوموړي فرهنګي، علمي او ملي شخصيت پر وړاندې هم ډېرې دسيسې، اخطارونه او ناوړه پلانونه جوړ شوه او هم اوس روان دي.

خو کله چې په ۱۹۷۲ م کال کې د شهيد سردار محمد داود صدراعظم په منظوری او دلوړ او مسلکي زده کړو وزير ارواښاد ډاکتر علي احمد پوپل په وړانديز د ځونو رو ملګرو سره يو ځای ديوه تحصيلي بورس په اخېستلو بريالی شوم، او بيا د جرمني هېواد ته راغلم او بيا له هغه وروسته مې د هستوي (ککيز) فيزيک او د درمل پوهنې په تړاو زده کړه او پوهه تر لاسه کړه. ماته څرګنده شوه چې د پوهانو ليکل شوي اثرونه، په تېره بيا د طبيعي علوموا و عصري ټکنالوژي په اړوند او برخه کې اثار ديوه هېواد د پرمختګ، هوسايي او نيکمرغي لپاره څومره ارزښت لري.

دا هم بايد زياته کړم چې د هر کتاب ليکنه او په تېره بيا د علمي، تاريخي او فرهنګي اثرونو او کتابونو ليکل، او هغه راتلونکي نسل ته پر ښېوول خورا اهميت لري. ځکه که چيرې د نړۍ ډېر پوهان لکه د اسلام دين او نورو مذهبونو پوهان، ساينس پوهان، ادب پوهان او نور و علومو پوهان اوس ژوندي هم نه دي، خو موږ کولای شو چې د هغوی د ليکل شوو اثرونو له لارې هر وخت چې وغواړو تماس او اړيکې ورسره ونيسو او د هغوی پوهې څخه ګټه واخلو.

کله چې ماته د کلونو په اوږدو کې دا څرګنده شوه چې د طبيعي علوموپه برخه کې په پښتو ژبه د نړۍ د نورو ژبو په پرتله تر نن ورځې پورې ډېر کم علمي اثرونه ليکل شوي دي نو ما خپله ايماني، وجداني او ملي دنده وګڼله چې په دغه ملي او اسلامي لاره کې زه هم د وس سره سم خپلې هلې ځلې و نه سپوم.
همدغه شان د اسلام مبارک دين د لارښوونو سره سم د خپلې مورنۍ ژبې پالل او علمي کول ديوه ولس او ملت نه يوازې طبيعي حق بلکه مهمه فريضه او دنده ګڼل کيږي، چې په ورځني ژوند کې يې ترسره کړي.

ب: په راديواکتيو موادو د چاپېريال ککړتيا :

☢ **دګاونډ يو هېوادونو هستوي ازموينې**: افغانستان يو سوله غوښتونکی او ناپېيلی هېواد دی چې تل يې په نړۍ کې د سولې او امن ملاتړکړی دی او کوي يې. افغانستان د اتومي چاودنو او د هستوي وسلو د ازموينو او خپرولو سره سخت مخالف دريز ښوولئ او ښيي. همدارنګه افغانستان، د پېنځو لويو هستوي ځواکونو ،لکه امريکا، روسيه، انګلستان، فرانسه او چين چې د ملګرو ملتو د امنيت شورا دايمي غړي هم دي پر بکړې تل منلې او په پلې کولو کې يې تل خپل ښه نيت څرګند کړئ دی. د بېلګې په ډول کله چې په ۱۹۵۷ م کال کې د اتومي انرژی نړيوال سازمان (International Atomic Energy Agency =IAEA بنسټ د نيو يارک په ښارکې د ملګرو ملتو د پريکړې په پايله کې کېښوول شو ،د نوموړي سازمان پلازمينه بيا وروسته د اوتريش هېواد اودويانا په ښارکې وټاکل شوه . د نوموړي سازمان د غړو هېوادو شمېر نن ورځ يانې 2007 م کال کې (۱۴۴) ته رسيږي. افغانستان يوله هغو لومړنيو دريو شتو (۲۳) هېوادونو څخه شمېرل کيږی چې په ۱۹۵۷ م کال کې يې د نوموړي سازمان اصلي غړيتوب تر لاسه کړ. د افغانستان د اتومي انرژۍ کمسيون (Afghan Atomic Energy Commission) بنسټ دخداې بښلي ارواښاد پوهاند

ډاکترعبدالغفارکاکړدنه ستړېدونکوهلو ځلو په پايله کې کېښوول شو. د نوموړي ملي خدمت په بدل کې، پوهاند ډاکترعبدالغفارکاکړ د پيل نه دافغانستان داتومي انرژۍ د مسئول مشر په توګه وټاکل شوچې دغه دنده يې په ډېر برياليتوب او تر ډيروکالونو پورې په غاړه درلوده. دافغانستان داتومي انرژۍ سازمان دځينو ګاونډيو هېوادو په برخلاف په نړۍ کې د سولې دټينګيدواو ديوه وفادار غړي په توګه دملګرو ملتو ټول نړيوال تړونونه لاس ليک کړي دي. د بيلګې په ډول لکه:

✍ په ۱۹۲۸م کال کې دهستوي وسلوبنديزتړون (Nuclear Non Prolieferation Treaty = NPT)

✍ په ۱۹۹۲م کال کې دهستوي وسلو دازموينې بنديزتړون (Comprhensive Test Ban Treaty = CTB)

په۱۹۷۴م کال د مي مياشتې په ۱۱ نېټه دهند حکومت دځمکې پرمخ لومړۍ هستوي (ککيز) چاودنه د ايندېرا ګاندي په سياسي مشرتوب او د بودا د زيږيدنې په ورځ تر سره کړه.

همدا رنګه دپاکستان داسلامي حکومت لخوا د ۱۹۹۸ م کال د مي مياشتې په ۲۸ او ۲۹ نېټه شپږ او دهندوستان دحکومت لخوا د مي مياشتې په ۱۱ او ۱۲ نېټه پينځه هستوي چاودنې تر مځکې لاندې وازمويل شوې. څرنګه چې دپاکستان هېواد ټولې هستوي ازموينې چې د ۱۹۹۸م کال څخه راپدې خوا د بر افغانستان ديورند مصنوعي کرښې څخه لږ څه پينځوس کيلو متره واټن کې پرلپسې تر سره کيږي. نوکېداى شي چې د هستوي وړانګو زيان په اوسني او يا راتلونکي وخت کې بېګناه او عام وګړو ته ورسيږي اوله دې کبله ددغې سيمې اوسيدونکو روغتيا ته لوى ګواښ ګڼل کيږي.

نوموړو او نورو ګاونډيو هېوادونوهم د هستوي انرژي پياوړتيا او ټکنالوژي ترلاسه کړې ده، په دې بهانا چې ګنې د اتومي انرژۍ څخه دعام وګړوټولنيزچارولپاره د ګټې په موخه او د سولې په لاره کې ورڅخه کاراخلي. په داسې حال کې چې د هغوى نيت څخه څر ګنديږي چې په پوځي برخه کې هم ورڅخه کار اخېستل غواړي. دبېلګې په ډول د پوځي موخې لپاره هستوي ازموينې تر سره کوي.

د ګاونډيو هېوادونو هستوي بټۍ

د ګاونډيو هېوادونو هستوي بټۍ: دافغانستان په ګاونډيو هېوادونو کې لکه پاکستان، هند او ايران دهستوي بټۍ (Nuclear Reactor) څخه دبرېښنا دتوليد په موخه کار اخېستل کيږي چې په پايله کې چاپېريال په راديواکټيو موادو ککړ کيږي. دبلې خوا څخه ددې احتمال هم شته چې دهستوي بټۍ دچاودېدلو پېښه، لکه چې په چرنوبيل کې منځ ته راغله په ګاونډيو هېوادونو کې هم منځ ته راشي.

دايران اتومي پروګرام

دايران اتومي پروګرام: د ايران هېواد هم ديورانيم د بډايولو ټکنالوژي تر لاسه کړې ده او په ډېر نږدې راتلونکي وخت کې به وکولاى شي چې هستوي ازموينې پيل کړي، يا داچې داتوم بم دجوړولو په نيت دهستوي انرژي څخه په پوځي برخه کې ناوړه ګټه پورته کړي. دنوموړي موخې لپاره ددرندواوبو ياني دويتريم (Deuterium) توليدته اړتيا ليدل کيږي. درندې او به د سپکو اوبو څخه دتودوخې په ورکولوسره ترلاسه کيږي. دسپکو او بواو يا په بله ژبه دعادي څښلواويو يوماليکول(H_2O) هايدروجن اتوم په هسته کې يوازې يوپروتون لري. په داسې حال کې چې درندې اوبه په هايدروجن اتوم هسته کې يوپروتون او يونيوترون لري. درندې اوبه کولاى شي چې دسپکې اوبو په پرتله نيوترون سره غبرګون وکړي اوځا ن ته يې وزبېښي. همدا لامل دی چې درندې اوبه دپلوتونيم د توليدپه موخه دموډراتور(Moderator) په توګه په هستوي بټۍ کې کارول کيږي. پلوتونيم يوچاوديدونکی راديو

ايزوټوپ دی چې اتوم بم ورڅخه جوړېږي. که چيرته ايران هستوي ځواک تر لاسه کړي ،نو افغانستان به په پوځي او هم سياسي لحاظ په خطرناک حالت کې کيوځي. دا ځکه چې زموږ هيواد به يوخوا د پاکستان او بلخوا د ايران اتومي طاقتونو او ګوابنونو تر منځ پريوځي.په پايله کې به د نوروغميزو په لړ کې د هېواد چاپېريال نورهم په راديو اکټيو موادو ککړ شي.

ديورانيوم وسلې : په افغانستان کې د۱۹۸۰ م کال څخه راپدې خوا دجګړو په ډګر کې ديورانيوم وسلې کارول کيږي، چې په منځ کې يې راديو اکټيف مواد ورګډ شوي دي. نوموړي مواد ديوې خوا هستوي وړانګې خپروي او دبلې خوا په لومړۍ درجه زهرجن دي. نوموړي ايزوټوپ د څو پيړيو لپاره دروغتيا په تړاو ګوابنمن فعال پاتې کيدای شي.

دځينو نړيوالو څېړنود نتيجو په بنسټ هڅه شوې ده چې په چاپېريال او په روغتيا باندې د يورانيوم وسلو ناوړه اغېزواټکل او وړاندويېنه وشي.

داد حقيقت څخه ليرې خبره ده چې يوازې يوټن او يا څو پوهان به دمليونو هيوادوالوژبه او فرهنګ ژوندئ وساتي او پر مخ به يې بوځي په ټوله نړۍ کې دا کړنلاره پخپله د دولت رسمي سپارل شوې دنده ده چې د خپل ولس ژبه او کلتوروپالي. له بده مرغه ، نن د پښتو ژبې د تعميم او پرمختګ لپاره داسې يو مرکز زمونږ پخپل ملک کې نشته. په کابل کې چې د نيمايي نفوس نه زيات پښتانه دي ، برخلاف د موجوده اساسي قانون ، چه پښتو يې د ملي او رسمي ژبې په څير بللي ده ، د پښتنو ماشومانو لپاره پخپله مورنۍ ژبه ښونځي نشته. خود بلې خوا ، ځينو پښتنو خپل رسالت او مسئوليت درک کړی او له بنه مرغه ، پښتو ژبې ته دغو ترو پښتنو نن تر فارسي ، اردو ، ازبکي او ځينو نورو سيمه ايزو ژبو نه زياتې ويب پاڼې په پښتو رسم الخط خلاصې کړيدي.

نظرمحمد سلطانزی ځدراڼ او ملګري ليکوالان

داپريل مياشت، ۲۰۰۷ م کال

دجرمني هېواد

ساه مې واخله خو پښتو رانه وانه خلې
زه پښتون يم په پښتو باندې پتمن يم

که زما ستوري په قبر چيري راشي
په پښتو راته دوعا کړه پرې مين يم

(ارواښاد ډاکتر کبير ستوری)

لومړۍ برخه

لومړی څپرکی

دواحد ونونړیوال سیستم

(International System of units = SI)

په ۱۹۲۰ م کال کي دواحدونونړيوال سيستم، چي لنډيز يې په SI سره کيږي، منځته راغی . په نوموړي سيستم کي کتله په کيلوګرام ، وخت په ثانيه او اوږدوالی په متر سره ښوول کيږي . د SI سيستم لنډيز د متر- کيلوګرام- ثانيه (meter-kilogram-second = mks) په بڼه ليکل کيږي .

د واحدنوم	د واحدعلامه		بنستيزکميت	دفيزيکي کميت نوم
meter	m	متر	length	اوږدوالی(طول)
second	s	ثانيه	time	وخت
kilogram	kg	کيلوګرام	mass	کتله
ampere	A	امپير	electric current	دبرېښنا شدت
Kelvin	K	کېلوين	temperature	تود وخه(حرارت)
candela	cd	کاندېلا	luminous intensity	دنوريا رڼا شدت
mol	mol	مول	amount of substance	دمادي کچه يا اندازه

۱- جدول : نړيوال بنسټيز واحدونه

يوه دقيقه = ۶۰ ثاني 1 min = 60 s

يوساعت = ۳۶۰۰ ثاني (1h = 3600 s)

يوکال = $5{,}926\times10^{5}$ min = $3{,}156\times10^{7}$ s

يوه ورځ = ۲۴ ساعته = ۸۶۴۰۰ ثانيې (1d = 86400 s)

$\pi = 3{,}1416$

$e = 2{,}7183$

Ln 2 = 0,693

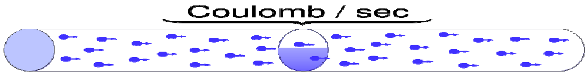
Ln (2,7183) = 1

$e^{-1} = 0{,}368$

واحد				د فيزيکي کميت نوم
1 Joule	1 kg m^2/s^2	J	جول یاژول	انرجي (انرژي)
1 Volt	1 J/As	V	ولټ	بریښنا یزو لتیج
1 Coulomb	1As	C	کولومب	بریښنا یز چارج
1 Newton	1 J/m = 1 kgm/s^2	N	نیوټن	قوه (ځواک)
1 Pascal	$1N/m^2$	Pa	پاسکال	فشار
1 Herz	1/s	Hz	هرځ	فريکونس : په یوه ثا نیه کې داهتزازوشمیر
1 Becquerel	1 decay/s	Bq	بېکارل	د رادیواکتیویتي واحدمساوي ده : یوه هستوي تجزیه په ثانیه کی
Ion dose	As/kg	1C/kg	کولومب پرکیلوګرام	په یوه کیلوګرام هواکی دایونو ډوز یا دبریښنایزچارجونواندازه
Energy dose	1 J/kg	1 Gray = Gy	ګری	انرژي ډوزیا د انرژي اندازه
Effective dose	1 J/kg	1 Gray = Gy	ګری	اغیزمن ډوز
Equivalent dose	1 J/kg	1Sievert = Sv	سیورت	معادل ډوز

۲- جدول : مشتق شوي واحدونه چې د بنستیزوواحدونودحاصل تقسیم اوحاصل ضرب څخه ترلاسه کیږي .

✍ یو امپیر Ampere دبریښناجریان (بهیر) هغه شدت دی، کله چې دیوه هادي د ساره یو سانتي متر سطحي څخه او په یوه ثانیه کې، یوکولومب چارج (1 Ampere = Coulomb/second) تېرشي . یوکولومب د څه ناڅه یو ټریلیون $6{,}24 \times 10^{18}$ شمیر بنسټیزچارجونو سره یو برابردی .



۱- شکل : دبریښنا جریان شدت (بهیر توندوالی) دالکترونو تېریدلوشمیرپه واحدثانیه اوساره سطحه دیوه هادي مزي په منځ کې ښوول شوی دی . فیزیکي واحد یې کولومب په ثانیه دی .

د فيزيکي کميت پخوانی نوم	نړيوال واحد	پخوانی واحد
يو رونتګن: Roentgen هغه اندازه ايونونه چي په يوه سا نتي متر مکعب وچه هواکي ترعادي تودوخي او فشارلاندي منځته راځي.	2,58×10^{-4} C/kg	**1 Roentgen = R =**
	1C /kg	**3876 Roentgen =**
په هواکي ديو رونتګن ورانګې انرژي ډوز	0,87 cGy	**R = 1 Roentgen =**
راد: rad = radiation absorbed dose په يوکيلوګرام ماده کي جذب (زېبناک) شوي انرژي .	1 Gray = Gy 0,01 Gy	**100 rad =** **1 rad =**
ريم: rem = roentgen equivalent man دانرژي ډوزيا معادل ډوزپخواني واحد.	1 Sv 0,01 Sv	**100 rem =** **1 rem =**
کيوري: Curie (Ci) يو کيوري د اوه ديرش ګيګا بيکاريل سره مساوي ده.	3,7×10^{10} Bq 37 GBq	**1 Ci =** **1 Ci =**
يو ملي کيوري مساوي ده له: 37 ميګا بيکاريل.	37 MBq	**1 mCi =**

۳- جدول: دکلينيکي ډوزيمتري پخوا نيوا و نړيوال واحد سيستم ترمنځ اړيکي ښوول شوي دي .

سيمبول	پخوانی واحد	نړيوال واحد	فيزيکي کميت
1 Ci = 3,7 × 10^{10} Bq 1 Bq = 2,7 × 10^{-11}Ci	Curie (Ci) کيوري	Becquerel (Bq) 1 Bq = 1/s بيکاريل	اکتيويتي **Activity**
1 rd = 0,01 Gy 1 Gy = 100 rd	Rad (rd) راد	Gray (GY) 1 Gy = 1 J/kg ګري	انرژي ډوز **Energy dose**
1 rem = 0,01 Sv 1 Sv = 100 rem	Rem (rem) ريم	Sievert (Sv) 1 Sv = 1 J/kg سيورت	معادل ډوز **Equivalent dose**
1R = 2,58 ×10^{-4} C/kg 1 C/kg = 3876 R	Roentgen ® رونتګن	Coulomb per Kilogramm (C/kg) کولومب تقسيم په کيلوګرام	ايون ډوز **Ion dose**

E	10^{18}	Exa	اېکسا	یو تریلیون
P	10^{15}	Peta	پېتا	یوبیلیارد
T	10^{12}	Tera	تېرا	یو بیلیون
G	10^{9}	Giga	ګیګا	یو میلیارد
M	10^{6}	Mega	مېګا	یو میلیون
k	10^{3}	Kilo	کیلو	1000
h	10^{2}	Hekto	هېکتو	100
da	10^{1}	Deka	دېکا	10
d	10^{-1}	Dezi	دیسي	0,1
c	10^{-2}	Zenti	سانتي	0,01
m	10^{-3}	Milli	میلي	0,001
µ	10^{-6}	Mikro	مایکرو	0,000001
n	10^{-9}	Nano	نانو	0,0000000001
p	10^{-12}	Pico	پیکو	لس په طاقت د منفي دوولس
f	10^{-15}	Femssssst o	فېمتو	لس په طاقت د منفي پنځلس
a	10^{-18}	Atto	اتو	لس په طاقت د منفي اتلس

۴-جدول: دواحدونو غټې او کوچنۍ برخې دطاقت په عدد(شمیره) سره ښوول شوې دي .

په ریاضي (شمېرپوهنه) کې داویلرعدد (e = 2,7183) کارونه:

$e^{-\ln 2} = e^{-0,693} = 0,5$ اویا : $e^{-1} = 0,3679$

دپام وړ : په هستوي فیزیک کې داوږدوالي (length) لپاره اوس هم دفرمي واحد Fermi unit کارول کیږي . که څه هم نوموړی واحدپه نړیوال واحدسیستم SI پورې اړه نه لري، خو دایتالوي فیزیک پوه او نوبل جایزې ګټونکي علمي شخصیت اینریکو فرمي(Enrico Fermi) په ویاړ، داوږدوالي لپاره کارول کیږي . د بېلګې په ډول او س هم داتوم شعاع، دپروتون شعاع او نیوترون شعاع په فرمي سره ښوول کیږي . دطلا اتوم دهستې شعاع لږ څه اته نیم فرمي 8,5 fermi اوږدوالی لري .

1 fermi $=1\times10^{-15}$ m = 1 fm = 0,001 pm = 1000 am

سېمبول	شمیره (عد د)	واحد	فیزیکي کمیت
e_0	$1, 60\,21892 \times 10^{-19}$	C	بنسټیزچارج
c	$2{,}9979246 \times 10^{8}$	ms^{-1}	په فضاکي دنور سرعت (چټکتیا)
h	$6{,}626176 \times 10^{-34}$	J s	دپلانک اغېزمن کوانتم
m_p	$1{,}6726485 \times 10^{-27}$	kg	دپروتون کتله
m_n	$1{,}6749543 \times 10^{-27}$	kg	دنیوترون کتله
m_e	$9{,}109534 \times 10^{-31}$	Kg	دالکترون کتله
N_A	$6{,}022045 \times 10^{23}$	mol^{-1}	داووګاد رو شمیره
1kg c^2	$8{,}98755 \times 10^{16}$	J	دیوه کیلوګرام کتلې معادل هستوي انرژي
1 kg TNT	$4{,}6 \times 10^{6}$	J	دیوکیلو ګرام TNT کتلې کیمیاوي انرژي
1 $Mcal_{th}$	$4{,}184\times 10^{6}$	J	**1 kg TNT- Äquivalent** دیوه کیلوګرام تي ان تي معادل حرارتي انرژي
1 cal thermic	4,184	J	دیوې کالورې حرارتي انرژي
m_u = u m_u = u m_u = u	$1{,}660 \times 10^{-27}$ 931,50 $1{,}4924 \times 10^{-10}$	kg MeV/c^2 J/c^2	داتوم کتلې واحد
$m_e\, c^2$	$5{,}1101 \times 10^{5}$	eV	دیوه الکترون کتلې معادل انرژي

۵- جدول: دهستوي فیزیک ځینې اړینې ثابت شمېرې (عددونه).

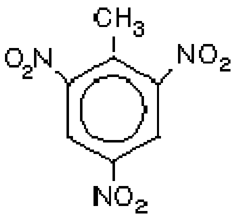
یو رونتګن = $1R = 87{,}33\times10^{-4}$ J/kg air

یورونتګن = $1R=2{,}58\times10^{-4}$ C/kg air = $3{,}336 \times10^{-10}$ C/cm^3 air at STP

دالکترون کتله مساوي ده : $m_e \sim 0{,}5\ MeV/c^2$

دپروتون کتله مساوي ده : $m_p \sim 938\ MeV/c^2$

☜ تي ان تي (TNT) Trinitrotoluene د کیمیاوي او یا هستوي انرژي هغه کچه رانبئي چې په یوه چاودنه کې د تودوخې په بڼه منځته راځي . کیمیاوي فرمول یې په لاندي ډولدئ .



Trinitrotoluene (TNT)

د البرت اینښتاین (Albert Einstein) دکتلې او انرژي معادل فرمول سره سم، د تي این تي انرژي په لاندي ډول هم لیکلای شو:

$$(1kg)\,c^2 = 9 \times 10^{16} \text{ joules} = 22 \text{ megatons TNT}$$

$$4.1 \times 10^{9} \text{ joules} = 1 \text{ ton TNT}$$

$$(1gm)\,c^2 = 9 \times 10^{13} \text{ joules} = 22 \text{ kilotons TNT}$$

یو ټن یاني یو زرکیلوګرام تي ان تي، د لږ څه څلورګیګا جول سره برابردی. د بېلګې په ډول، هغه اتوم بم چې په دویمه نړیواله جګړه کې ، دجاپان هیرو شیما په ښار باندې وغورځول شو،دچاودني قوه ئې شل کیلو ټن 20 kiloton TNT په شاوخوا کې اټکل کیږي .

لکه چې د پورتنۍ معادلې څخه په ډاګه کیږي ، که دیوګرام یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش $(1g\ U^{235})$ ټول اتومونه وچوي نو دهیروشیما اتوم بم انرژي سره سمون خوري .

1Meter = 10^9 nm	1Meter = 10^{10} Å	1Meter = 10^{15} fm	یو متر
1 second = 1s	1s = 10^3 ms	1 s = 10^6 µs	یوه ثانیه
1 Ampere = 1 A	1 A = 10^3 mA	1 A = 10^6 µA	یو امپیر
1 Ampere =1 A	1 A = 10^9nanoA	1A = 10^{12} picoA	یو امپیر
1eV = 1,6×10^{-19} joules	1 MeV = 10^6 eV	1 GeV = 10^9 eV	1TeV = 10^{12} eV

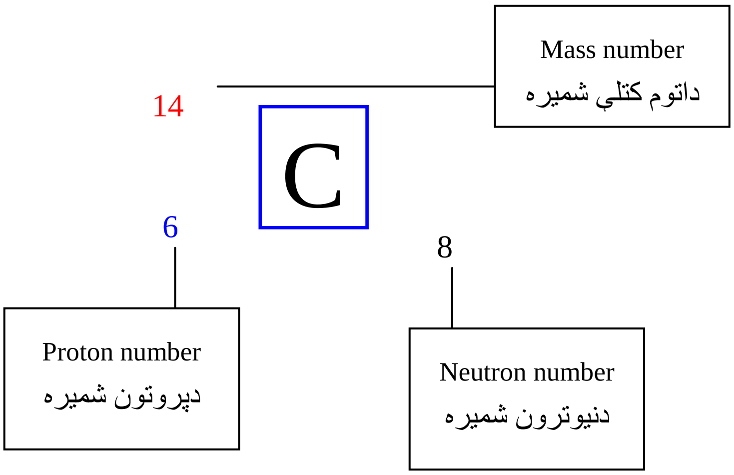
۲- جدول: په پورتني جدول کې دهستوي فیزیک ځینې ګټوراویو په بل اړوونکي واحدونه ښوول شوي دي . دبیلګې په ډول یومتر دلس په توان دنهو نانومترسره برابردی .

لنډيز:

- پروتون اويا نيوترون ته نوکليون **(Nucleon)** هم ويل کيږي.
- يوه هسته چې دنيوترونوشمير N او دپروتونوشمير Z يې په ځانګړي ډول او يو په يو ټاکل شوی وي، د نوکليد (Nuclide) په نامه ياديږي .
- هغه هستې چې دپروتونوشمير Z يې يوشان خود پروتونوشميرN يې ديوه بل نه توپير ولري، د ايزوټوپ **(Isotopes)** په نامه سره ياديږي . د بېلګې په توګه $C^{12};C^{13};O^{15};O^{16};U^{235}$ او U^{238}
- هغه هستې چې دنيوترونوشمير N يې سره يوشان خو دپروتونو شمير Z يې سره توپيرولري ،دايزوټون **Isotones** په نامه ياديږي . د بېلګې په ډول لکه بورون (Boron-12) او کاربون (Carbon-13) هريو يې اوه نيوترونه لري .
- هغه هستې چې دکتلې شميره A ياني دپروتونوجمع نيوترونوشميره يې سره يوشان وي، خودپروتونوشميره يې ديو بل څخه توپيرولري، د ايزوبار **(Isobar)** په نامه ياديږي . د بېلګې په ډول لکه کاربون دوولس Carbon-12 او بورون دوولس Boron-12
- داتوم کتلې واحد $1U = 1,66\times10^{-27}kg = 931\ MeV/c^2$
- داتوم کتلې واحد کاربون اتوم $^{12}_{6}C$ يوپر دوولسمه برخه ټاکل شوې ده.
- ديونوکليد X بشپړ کيمياوي سمبول په لاندې ډول ښوول کيږي . د بېلګې په ډول لکه کاربن $^{12}_{6}C_{6}$

$$^{A}_{Z}X_{N}$$

$$\begin{matrix} Mass\ number = A & \\ protons = Z & X\ \ neutrons = N \end{matrix}$$



دپروتون شعاع = 10^{-13} cm ، ⌫ د پروتون کتله = $1,7\times10^{-34}$g = 938 MeV/c^2

دنیوترون شعاع = 10^{-13}cm ، ⌫ دنیوترون کتله = $1,7\times10^{-34}$g = 940 MeV/c^2

دهستې شعاع = $\sim 10^{-13}$ cm = 10^{-15} m =1 Fermi = 1 fm

داتوم شعاع = 10^{-8}- 10^{-7} cm = 10^{-10} -10^{-9} m

✍ داتوم کتلې واحد : **1 amu = 1,66×10^{-24}g = 931 MeV/c^2 = 1/12 of the mass of C-12**

دالکترون کتله = M_e = 9,1×10^{-28} g = 0,511 MeV/c^2

بنستیز ذره **Particle**		برېښنایز چارج **Charge**	کتله **Mass(u)**
پروتون	Proton	+1	1,007277
نیوترون	Neutron	0	1,008665
الکترون	Electron	-1	0,000549

پوښتنې **(Questions)**: (ځوابونه یې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي):

۱-۱ دواحدونوپه نړیوال سیستم SI کې داوږدوالي، وزن او وخت فیزیکي کمیتونه څرنګه تعریف شوي دي ؟

۲-۱ درادیواکتیویتی پخوانی واحداو نړیوال واحد څه دي؟

۳-۱ یو رونتګن وړانګې دهوا تر عادي فشار لاندې په یو سانتي متر مکعب وچه هوا کې څومره انرژي تولید وي؟

۴-۱ که یو ګرام ډېره دالبرت اینشتاین د فرمول له مخې په انرژي واړوونو څومره ژول تر لاسه کیږي اود څومره هستوي انرژي سره برابره ده؟

۵-۱ په فضاکې دنورسرعت (چټکتیا) څومره قیمت لري؟

* * *

دويم څپرکی

دوړانگو فيزيکي اصطلاحات

(Radiation Physics Terminology)

دوړانگو فيزيک (Radiation physic) :

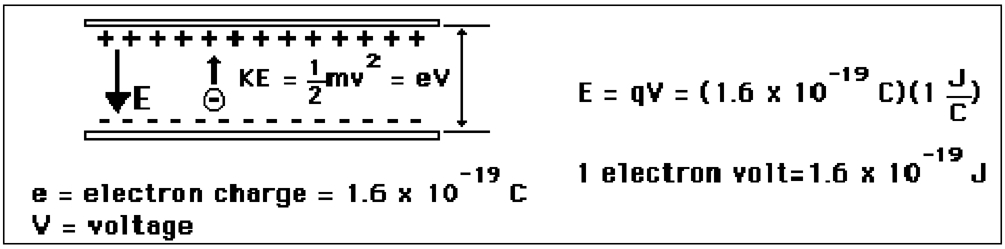
دوړانگو فيزيک يا راديوفيزيک (Radiation physic) د طبيعي علومو يوه داسې ځانگړې څانگه ده، چې په ماده کې د الکترومقناطيسي وړانگو فيزيکي ،بيالوژيکي اوکيمياوي اغېزې تر څېړنې لاندې نيسي .

دوړانگو بيالوژي (Radiobiolgy) :

دوړانگو بيالوژي د طبيعي علوموېوه څانگه تشکيلوي چې په يوه ژوندي اورگا نيزم (Organism) او بيالوژيکي ماده کې دايونايزوونکووړانگوهر اړخيزغبرگون (عکس العمل) لکه فيزيکي ،بيالوژيکي ،کيمياوي اوکلينيکي اغېز وڅخه بحث کوي .

الکترون ولټ (Electron Volt = eV):

يوالکترون ولټ دبرېښنا انرژي داندازه کولو واحدتاکل شوی دی . يوالکترون ولټ هغه کاردی، چې په يوالکترون باندې ديوولټ ولتيج په توپير سره سرته رسيږي او يا په بله ژبه : کله چې يو الکترون ته د يوولټ ولتيج په کچه تعجيل (بيړه)ورکړشي، نو هغه حرکي انرژي چې يو الکترون يې ترلاسه کوي يو الکترون ولټ **eV** قيمت لري .



ديوه خاذ ن (Condenser) په منځ کې يو الکترون دمنفي چارج شوې لوحې څخه، مثبت چارج شوې لوحې خواته خوځيږي . که چېر ته د نوموړولوحو ترمنځ د پوتنسيال توپير يوولټ قيمت ولري، نودالکترون حرکي انرژي (Kinetic energy =KE) يو الکترون ولټ ده . دتعادل په حالت کې حرکي انرژي دبرېښنايز انرژي سره برابره کيږي . (برېښنايزانرژي = حرکي انرژي (خوځېدونکي انرژي)

$$1/2 \; m \times v^2 = eV$$

ژول یا جول (Joule = J):

د مېخانيکي انرژي واحد ته ژول ويل کيږي . يوژول هغه انرژي او يا کار ته ويل کيږي چي يو کيلوګرام کتله باندې يو نيوټن (Newton =N) قوه اغېزه وکړي اوپه يوه ثانيه کې يو متر واټن دخپل ځای څخه وخوځوي .

$$1\ \mathrm{J} = 1\ \mathrm{N} \cdot \mathrm{m} = 1\ \frac{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}$$

قدرت یا ځواک (Power = P):

قدرت P هغه کار او یا انرژي E ته ويل کيږي چي دوخت په واحد کې سرته رسيږي . قدرت مساوي دی انرژي تقسيم (ويش) په وخت (**P = E/t**)

د قدرت واحد يو ژول تقسيم په يوه ثانيه ده چي دواټ Watt په نامه سره ياديږي .

$$1\ \text{watt} = 1\text{W} = 1\ \text{joule/second} = 1\text{J/s} = 1\text{Js}^{-1}$$

Power = Energy/time

قدرت = انرژي تقسيم په وخت

❋ **بيلګه** : يوځوان ساينس پوه چې د جسم کتله يې پينځه اويا کيلو ګرام 75 kg ده، ديوه روغتون ودانۍ دلومړي پوړ څخه تر اووم پوړ پورې د لړ څه درويشت ثانيو په موده کې (23,6 s) پورته ځغلي . که چېر ته دودانۍ ارتفاع (لوړوالی) يې څه ناڅه شپږويشت متره (25,8 m) قيمت ولري، نودهغه کار او قدرت مالوم کړی؟

❋ **حل** : په ساينس پوه باندې دځمکې جاذبې قوې F = Force اغېزه مساوي ده له : کتله m ضرب دځمکې تعجيل (بيړه) $g = 9{,}8\ \text{ms}^{-2}$

$$F = 75\text{kg} \times 9{,}8\ \text{ms}^{-2} = 735\ \text{newtons} = 735\ \text{N}$$

هغه کار چې دده له خوا سرته رسيدلی، مساوي دی له : قوه F ضرب د واټن (F × L)

$$E = 735\ \text{N} \times 25{,}8\ \text{m} = 19\ 000\ \text{N m} = 19000\ \text{Joule}$$

او د قدرت لپاره ليکلای شو چې:

$$\mathbf{P} = 19000\ \text{J}/23{,}6\ \text{second} = 805\text{J s}^{-1} = 805\ \text{watt}$$

❋ **ځواب** : دنوموړي سړي قدرت لږ څه اته سوه واټه دی .

دپام وړ : هغه برېښنايزګروپونه چې د ړنا په موخه ورڅخه په کورونوکې کار اخېستل کيږي برېښنايز قدرت يې د څلويښتو څخه تر سل واټ پورې رسيږي . په داسې حال کې چې ديوې هستوي بټۍ برېښنايز قدرت د پينځه سوه څخه تر دوه زره ميګا واټ پورې رسيږي . دالکترون ولټ eV اود ميخانيکي انرژي واحدژول joule =J تر منځ لاندنۍ اړيکې شته دي .

1 Electron Volt = 1 eV= 1,602 × 10^{-19} C×1V= 1,602 × 10^{-19} Joule

☜ دپام وړ: ديوالکترون برېښنايز چارج e_0 قيمت ته ، چې اندازه يې Coulomb $e_0 = 1{,}60\times10^{-19}$ سره مساوي ده ، بنستيز چارج ويل کيږي .

په ورځني ژوند کې د انرژي هر اړخيز ډولونه، په واحد د يو الکترون ولټ (eV)	
په نورمال تودوخی کې د هوا يوه ماليکول، يو اتوم او يا يو نيوترون انرژی	0,04 eV
دنور يا رڼا انرژي	1, 5-3,5 eV
هغه انرژي چې د سوديم کلورايد Nacl د تجزيې لپاره په کار ده	4,2 eV
دهايدروجن اتوم ايونايزيشن انرژي	13,6 eV
دهوا يوه ماليکول ايونايزيشن انرژي	33 eV
ديوه الکترون انرژي چې د تلويزيون په پرده باندي لگيږي	20 000 eV
دنارو غيو په پېژندنه کې د اکسريز سرچينې فوتونو انرژي	200 000 eV (= 0,2 MeV)
دهستې په تجزيه کې د گاما وړانگو Gamma rays انرژي	0 - 3 MeV
دهستې په تجزيه کې د بيتا وړانگو Beta rays انرژي	0 - 3 MeV
دهستې په تجزيه کې د الفا وړانگو Alpha rays انرژي	2 - 10 MeV
د کازميکي وړانگو Cosmic rays انرژي	1 MeV - 1000 TeV
دالفا وړانگې دکتلې معادل انرژي $m_\alpha c^2$	3727, 379 MeV

داتومي کتلې واحد (Atomic Mass Unit = amu = 1u):

په هستوي فيزيک کې داتومونو او ماليکولو کتلې لپاره يو ځانگړی واحدټاکل شوی چې د اتومي کتلې په واحد سره ياديږي . داتومي کتلې واحد (1u) د خنثی او په کيمياوي ډول نه تړل شوي کاربون ($^{12}C_6$) اتوم، مطلقه کتلې يو پر دوولسمه برخه ټاکل شو بده . د کاربون نوموړی ايزوټوپ، په هسته کې شپږ پروتونه او شپږ نيوترونه لري، چې د کتلې نمبر يې دوولس(A = 12) اووزن يې د هايدروجن اتوم په پرتله لږ څه دوولس ځله درونددی . داتومي کتلې واحدلپاره ليکلای شو چې:

داتومي کتلې واحد 1 U د خنثی کاربون اتوم کتلې ($^{12}C_6$) چې د هستې چارج نمبر يې شپږاو د کتلې نمبر يې دوولس دی، يو پر دوولسمې برخې ($1 U = 1/12$ mass $^{12}C_6$) سره مساوي دی .

بلخوا داتومي کتلې واحد 1 U دکاربون اتوم کتلې په واحددمول $m_{mol}(^{12}C_6)$ او داووگادرو عدد(شميره) د (Avogadro constant) د حاصل تقسيم (وېش پايلي) څخه هم ترلاسه کيدای شي .

$$1u=\frac{m_{carbon}}{12}=\frac{m_{mol,\exp}(^{12}C)}{12}\frac{1}{6{,}022\times10^{23}/mol}=1{,}661\times10^{-27}kg$$

په پورتنۍ معا دله کې داووګادرو عدد(شميره) مساوي دی له: (N_A = 6,022 × 10^{23} per mole)

کله چې داتومي کتلې واحد u د نور سرعت (چټکتيا) په مربع c^2 سره ضرب کړو نودالبرت اينشټاين A .Einstein نامتوفرمول سره سم دکتلې معادل انرژي ترلاسه کيږي . **1 u × c^2 = 931,50 MeV**

$$1u=1{,}6606\times10^{-27}kg=931{,}50MeV/c^2=1{,}4924\times10^{-10}J/c^2$$

☜ دپام وړ : په فضا کې دنور سرعت(چټکتيا) c څه ناڅه $c = 3 \times 10^8$ m/s ياني دري سوه زره کيلومتره په يوه ثانيه کې قيمت لري .

د اووګا درو ثا بت يا عدد (Avogadro constant):

په يوه مول ماده کې دهستوي ذروشمېر ته د اووګادرو ثابت ويل کيږي . که چېر ته ديوه عنصرد اتوم نسبي (پرتليز) کتله په ګرام سره وښيو، نود مادې يو مول واحد تر لاسه کيږی . د بېلګې په ډول د اوبويو مول نسبي (پرتليز) کتله اتلس ګرام وزن لري (2g+16g =18g) . نو په يوه مول (Mole = Mol) ماده کې دفشار او تودوخې په عادي حالت کې داتومونو شمېر د اووګادرو عدد(شميره) ياني شپږ ضرب دلس په طاقت د درويشت اتومونو (N_A = 6,022 × 10^{23} per mole) سره مساوي دی .

مول (Mole=Mol):

مول د واحدونو په نړيوال سيستم کې، د يوې مادې واحدتاکل شوی دی . يو مول ديوې مادې هغومره کتلې ته ويل کيږي، چې داووګادروعدد N_A = 6,022 × 10^{23} په شمېر سره اتومونه، ماليکولونه، الکترونه اويا نورې ذرې پکې شتون ولري . نو که چېر ته، ديوې مادې دعنصر داتوم وزن (Atomic weight) په ګرام سره وښيو،نوکتله يې يومول کيږي او داووګادروشمېرپه اندازه ذرې پکې شته دي . د بېلګې په ډول دسوډيم عنصراتومي وزن درويشت دی . نو يو مول سوډيم په دې مانا ، چې که د نوموړي عنصراتومي وزن په ګرام سره وښيو نوويلای شو چې درويشت ګرامه سوډيم (23 gramm Sodium) داووګادروشمېر په کچه يا اندازه سره اتومونه لري او کتله يې ديوه مول سره يوشان ده . همدارنګه داموناياک کيمياوي مرکب (NH_3) يو مول چې اتومي وزن يې ولس ګرامه کيږي ،داووګادروپه شمېر ماليکولونه لري .

- د هرې مادې يو مول (Mole) په دومره کچه اتومونه لري، لکه څومره اتومونه چې دکاربون ايزوټوپ ($^{12}C_6$) په دوولس ګرامه g 12 ماده کې موجودوي . داتوم پر ځای نورې ذرې لکه اتومونه، ماليکولونه، ايونونه، الکترونه او يا معادل نورې ذرې هم کاريدلای شي .

- که چيرته د يوه عنصراتومي وزن په ګرام سره وښيو ، نو د يوې مادې يو مول هغومره ګرام مادې ته ويل کيږي، څومره چې دنوموړې مادې اتومی وزن وي . د بېلګې په ډول دکاربون ايزوټوپ ($^{12}C_6$) يو مول ماده دوولس ګرامه ده .

➢ د هرې يوې مادې يومول (Mole) په مسا وي کچه اتومونه او يا ماليکولونه لري، چې شمېرېې دازمېينو له مخې particle $6,022\times10^{23}$ ذرې دی . نوموړې شميرته د ساينس پوه لوشميدت (Loschmidt = N_L) په وياړ نوم ورکړ شوی او داووګادروعدد(شميره) سره يو شان دی .

$$N_L = 6,022\times10^{23} \text{ particle /Mol}$$

➢ ديوه اتوم مطلقه کتله ترلاسه کيږي کله چې ددغې مادې دکتلې يو مول د لوشميدت په عدد وويشو .

❋ **پوښتنه**: په يوه ګرام اوبو کې داوبو څومره ماليکولونه شته دي؟

❋ **حل**: څرنګه چې داوبو يو ما ليکول ددوو هايدروجن او يو اکسيجن اتوم څخه جوړدی او هايدروجن اتوم پخپله هسته کې يو پروتون او اکسيجن پخپله هسته کې اته نيوترونه او اته پروتونه لري، چې مجموعه يې شپاړس کيږي، نو له دې کبله داوبو يوماليکول اتلس ذرې لري . دا په دې مانا چې يو مول اوبه اتلس ګرامه وزن لري چې د particle $6,022\times10^{23}$ ذرو سره سمون خوري . نو په يوه ګرام اوبوکې داوبو ماليکولو شمېر N په لاندې ډول لاس ته راځي .

$$N = \frac{6,022\times10^{23}}{18} = 3,4\times10^{22}\,Water \quad Molecules$$

❋ **ځواب**: په يوه ګرام اوبوکې لږ څه لس په طاقت د دوه ويشت ماليکولونه شته دي .

❋ **پوښتنه**: په يوه کيلوګرام سوچه کاربن کې داتومونو شمير N(C-12) څومره دئ؟

❋ **حل** : په يوه کيلوګرام کې دکاربن عنصر داتومونو شميرد مولارکتلې M = Mole او د اووګادروشميره N_A دحاصل تقسيم څخه ترلاسه کيږي . همدارنګه يو مول کاربن دولس ګرامه 12g وزن لري .

$$N(C\text{-}12) = N_A/ M = (6,022\times10^{23} \text{ particle /mol})/(12\text{g/mol}) = 5,02\times10^{25}/\text{Kg}$$

❋ **ځواب**: په يوه کيلوګرام سوچه کاربن کې پينځه ضرب د لس په طاقت د پينځه ويشت اتومونه شته دي .

که ديوه نورمال سړي دبدن وزن اويا 70 kg کيلوګرام ومنو، نو د ټول بدن داتومونو شمير يې څه ناڅه اوه ضرب د لس په طاقت داوه ويشت (7×10^27 atoms) اټکل کيږي .

يادونه: لس په طاقت د اووه ويشت دا مانا لري چې يو او په څنګ کې يې اووه ويشت صفره وي .

$$1000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000 = 10^{27}$$

لس په توان د اوه ويشت .

داتوم نسبي کتله A_r:

ديوې مادې د اتوم نسبي (پرتليز) کتله A_r هغه اندازه کتله ده، چې د نوموړې مادې داتومونو کتله څومره ځله داتومي کتلې واحد 1U په پرتله درنده ده . بلخوا داتوم نسبي (پرتليز) کتله د يوه مول کتلې د اندازې شمير په واحدد ګرام سره برابره ده . د بېلګې په ډول د هايدروجن اتوم نسبي (پرتليز) کتله $A_{r,H}$ مساوي ده له :
$A_{r,H} = 1{,}008$ دا په دې مانا چې د يو مول هايدروجن اتوم کتله په واحدد ګرام مساوي ده له :

$$A_{r,H} \times gram = 1{,}008\ gram$$

داتوم مطلقه کتله :

داووګادرو عدد(شميره) N_A او د مادې مول Mole په مرسته سره کولای شو چې د اتوم مطلقه کتله تر لاسه کړو .

$$m = (A_r\ g/mol) / (N_A)$$

➢ د بېلګې په توګه، دسوډيم اتوم مطلقه کتله m_{Na} لا س ته راځي، کله چې ددغې مادې دکتلې يو مول د لوشميدت په عدد(شميره) وويشو .

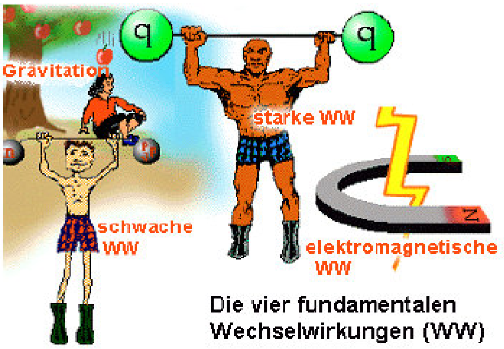
$$m_{Na} = (22{,}99\ g/mol)/(6{,}022 \times 10^{23}\ mol^{-1}) = 3{,}8 \times 10^{-26}\ kg$$

يوکيلوواټ ساعت kWh	الکترون ولټ eV	کيلوپوند متر kpm	کالوري cal	ايرګ erg	دالکترون کتلې معادل انرژي	يو جول Joule

	kW h	eV	kpm²)	cal²)	erg²)	m_ec^2 ³)	Joule
1 kW h	1	2,25+25	3,67+5	8,60+5	3,60+13	4,40+19	3,60+6
1 eV	4,45−26	1	1,63−20	3,83−20	1,60−12	1,96−6	1,60−19
1 kpm²)	2,73−6	6,12+19	1	2,34	9,81+7	1,20+14	9,81
1 cal²)	1,16−6	2,61+19	4,27−1	1	4,19+7	5,11+13	4,19
1 erg²)	2,78−14	6,24+11	1,02−8	2,39−8	1	1,22+6	1,00−7
1 m_ec^2 ³)	2,27−20	5,11+5	8,35−15	1,96−14	4,18−7	1	8,18−14

۸ - جدول : په پورتني جدول کې دکيمياوي، ميخانيکې، هستوي او برېښنايزو واحدونو تر منځ اړيکې ښوول شوې دي چې يو په بل باندې په اسانۍ سره اړول کيږي (49) .

په نوموړي جدول کې ديوه لنډ يزڅخه کاراخيستل شوی ، چې داکسپونېنسيال تابع Exponential function په قاعده د لس (Base ten = E) قيمت لري . کله داي توری E ورسره او کله پرته له نوموړي توري ليکل کيږي .

په طبيعت کې د ځواکونو(قواو) پيژندل شوي ډولونه	
دځمکې جاذبه قوه **Gravitational force**	
کمزوري قوه **Weak force**	
الکترومقناطيسي قوه **Electromagnetic force**	
زورروه قوه **Stronge force**	

* بېلګه: يو کيلو واټ ساعت مساوي ده له : $3,60\times10^6$ J = 3,60+6 J = 3,60E+6 J = 1kWh

* بېلګه: يو الکترون ولټ مساوي ده له: 1eV = $1,6\times10^{-19}$ J = 1,6E-19 J = 1,6-19 J

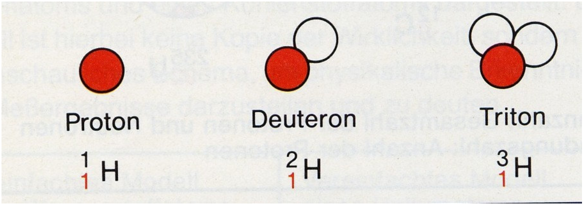
* بېلګه: يو کيلو پونډ متر مساوي ده له: 2, 73-6 KWh = 2,73E-6 kWh = $2,73\times10^{-6}$ kWh

* بېلګه: يو کيلو واټ ساعت مساوي ده له: 2,25+25 eV=2,25E+25 eV= $2,25\times10^{25}$ eV

* د الکترون کتلې معادل انرژي: m_ec^2 = 8,18-14J=8,18E-14J=$8,18\times10^{-14}$ J

رادیوایزوټوپ (Radioisotope) :

ايزوټوپ هغو عنصرونو ته ويل کېږي; چې په هسته کې دهغوی د پروتونو شمير سره يوشان خو د نيوټرونو شمير يې د يوه بل څخه توپير ولري . که نوموړي عنصرونه د ځان څخه وړانګې خپروي; نو د راديو ايزوټوپ په نامه سره يادېږي . که څه هم ديوه عنصرد ايزوټوپونو کيمياوي خواص سره يوشان دي خو فيزيکي خواص يې ديوه او بل څخه توپيرلري .

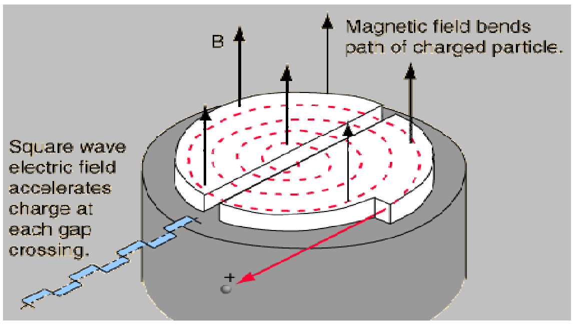


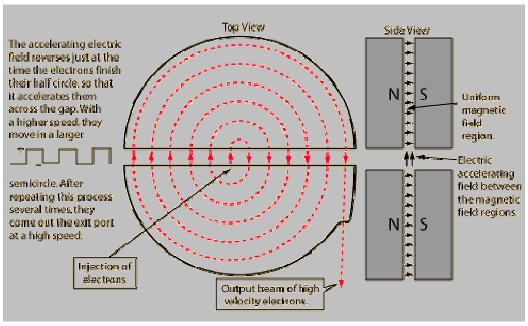
پروتون	دويترون	ترېسيوم يا ټريټون

١.الف- شکل: د هايدروجن اتوم درې ډوله ايزوټوپونه ښوول شوي دي (30) .

لومړی ايزوټوپ په هسته کې يوپروټون(H^1) لري چې سپکې اوبه (H_2O) ورڅخه جوړې دي . دويم ايزوټوپ په هسته کې يو پروټون او يو نيوټرون لري چې د دويترون (Deuteron = H^2 = d) په نامه سره يادېږي او درندې اوبه (D2O) ورڅخه جوړې دي . دريم ايزوټوپ په هسته کې دوه نيوټرونه او يو پروټون لري چې د ټريټون (H^3 = Triton) په نامه سره يادېږي . درندې اوبه (D_2O) د يوه موډراتور مادې په صفت (Moderator) په هستوي بټۍ کې د بريښنا د توليد په موخه خورا اغيزمنه ماده تشکيلوي . داځکه چې د درندې اوبو يوه هسته د چټکو نيوټرونو سره ايلاستيکي غبرګون کوي او په دې ترڅ کې دغه سريع نيوټرون خپله څه ناڅه ټوله حرکي انرژي داوبو ماليکول پروټون ته انتقال کوي . په پايله کې پروټون ټټ خواته خوځيږي . څرنګه چې دغه پروټون اوس د سريع نيوټرون حرکي انرژي تر لاسه کړې ده، نو کولای شي چې داوبو ګاونډيو ماليکولونو سره غير ايلاستيکي غبرګون وکړي او الکترونه ورڅخه جلاکړي(ايونايزيشن) . نن ورځ هم درندې اوبه د سريع نيوټرونو د سوکه کولو او حرارتي نيوټرونو اړولو په موخه په هستوي تکنالوژۍ او صنعت کې خوراهميت لري . د بېلګې په ډول يوازې حرارتي نيوټرونه کولای شي چې د يورانيوم U-235 او يا د پلوتونيم Pu-239 هستې څخه جذب(وزبيبنل) شي او دهغوی د چاودنې کړنلاره تر سره کړي . کله چې يو حرارتي نيوټرون n ديوه پروټون p څخه جذب شي، نو په پايله کې دويتريم d او دګاما يوه وړانګه خپرېږي . دنوموړي هستوي تعامل معادله (انډوليزه) داسې ليکل کېږي p(n,γ)d. نن ورځ په مصنوعي توګه دراديواکتيف ايزوټوپود توليد په موخه ديوه سايکلوترون **(Cyclotron)** څخه کار اخيستل کيږي(88) .

پـه نوموړي آله کې لومړی مثبت او يا منفي چارج شوو سپکو اوياد رندو ايونو ته ، ترلس ګونوميګا الکترون ولټه حرکي انرژي ورکول کېږي اوبيا په يوه ټاکلي اتوم لګيږي . په پايله کې يوه هستوي چاودنه ترسره کيږي او لنډ عمره راديو ايزوټوپ اونيوټرونونه منځته راځي . د سايکلوترون طبي آلې دانرژۍ دوزقدرت په يوه دقيقه کې ترپينځوس ګرې پورې رسيږي(50Gy/min) .





سایکلوترون (Cyclotron) یولوړانرژي ماشین دی چې ایونونه دیوي برېښنا یز ساحې اومقناطیسي ساحې (B) په مرسته ترډېرو میګاالکترون ولته انرژي پورې ګړندي کولای شي . سایکلوترون دایون یوې سرچینې (Ion source)، ددوونیم دایروي ډوله هادي(Conducting) اوپه منځ کې تشوتوڅخه جوړېدی . دغه دوه برخې لکه ډي توري (D) په بڼه هندسي شکل لري اوخوله په خوله، څنګ په څنګ، داسې ځا ی پر ځای شوي دي، چې په منځ کې دیوبل څخه دیوه چاک په مرسته بېلې دي . د ډي (D) دغه دوه برخې دیوې خواد مقناطیس دواړو قطبونوپه منځ کې اېښوول شوي، اوبلخوا دلوړفریکونسي (10 MHz) ، اولوړ ولتیج (20 keV) ، اوسیلاتور(Oscillator) سره ترلي دي . ددواړو ډي (D) په منځ برخه کې دایونوسرچینه پرته ده . کله چې مثبت ایونونه اویا پروتونونه دسرچینې څخه راووځي، نوسملاسه ددواړوډي (D) دچاک ترمنځ برېښنایزقوې تر اغېزې راځي، اوسم سیخ تعجیل (بیړه)ورکول کیږي . په دې ترځ کې مقناطیسي ساحه هم په نوموړوایونواغېز ه کوي، اوهغوی ته اړوي چې دډي په ننه برخه کې، په یوه نیم دایروي شکله مسیر،او په ثابت سرعت سره حرکت (خوځیدنه) وکړي . کله چې دغه ایونونه دډي چاک برخې ته بېرته راورسیږي نوخپل ځان دبرېښناپه ساحه کې ویني اوبیا نوره انرژي تر لاسه کوي . داځکه چې دچاک په خوله کې د(D) برېښنایزساحې لوری بدلیږي . په دې برخه کې دیوه ډي څخه راوځي اودبل په پرتله نورهم تعجیل ورکول کیږي اوبیا دویم ډي ته ورننوځي . هغه وخت چې یوه چارج شوي ذره (e) یې دیوه ډي (D) برخې دیلې کولولپاره ترسره کوي، د تېریدلووخت (Transit time = t_t) په نامه یادیږي . نوموړی وخت دسرعت تابع ندئ او له دې کبله د ټولو پلې شوي مدارونو لپاره یو قیمت لري، په دې شرط چې دچارج شووذروکتله (m) ثابته پاتې شي . دترانزیت یا تېریدلووخت لپاره لاندنۍ معادله اعتبارلري $t_t = \dfrac{\pi m}{Be}$. (88)

پوښتنې (Questions): (ځوابونه یې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي):

۲-۱ کله چې دیوه تومورنسجونه څه ناڅه یو سانتي مترمکعب غتوالي ته ورسیږي نو دتماس له لارې Palpable پیژندل کیدلای شي . په یوه سانتي متر مکعب تومورکې د حجروشمیرڅومره اټکل کیږي؟

۲-۲ د هایدروجن اتوم دري ډوله ایزوټوپونه څه نوم لري؟

۲-۳ رادیوایزوټوپ څه ډول عنصرونو ته ویل کیږي؟

۲-۴ په یومول ماده کې څومره اتومونه شتون لري؟

۲-۵ داتومي کتلي واحد کوم عنصر ټاکل شوی دی؟

۲-۶ داتومي کتلي واحد u په ګرام، کیلوګرام، ژول او میګا الکترون ولټ سره محاسبه کړی؟

* * *

دربیم ښپرکی

دوړانګو فیزیک بنسټیز پوهه

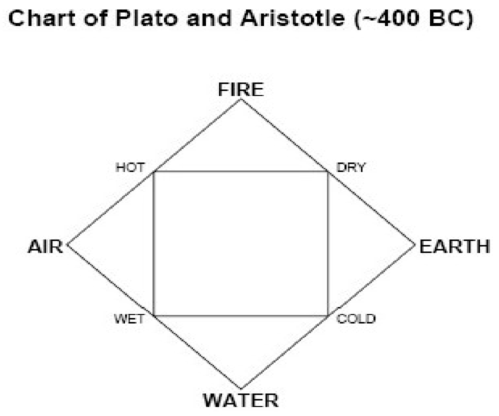
(Fundamentals of Radiation Physics)

د اتوم جوړښت (Atomic Structure):

داتوم کلمه دلومړي ځل لپاره څه ناڅه دوه نیم زره کاله پخوا دیونان فیلسوف سقراط (Socrates) نه هم له مخه د لویکیپوس (**Leukippos**) اودهغه زده کوونکي دیموکریت (**Democrit**) له خوا کارول شو بده. داتوم کلمه دیوناني ژبې د اتوموس (**átomos**) کلمې ځخه اخیستل شو بده او (نه ویشوونکی) ما نا لري نوموړو فیلسوفانو دا نظر درلود چې هره ماده دداسو کوچنیو ذرو څخه جوړه ده چې هغوی په کیمیاوي کړنلاره سره ددې نه په ډیرو نورو وړو برخو یا بخرکونښي و بشل کېدای. دغه کوچنۍ ذره دومره کوچنۍ ده چې په سترګو نه لیدل کیږي او دومره کلکه ده چې نوره نه و بشل کیږي (indivisible). د مادي دغه رنګ یوه کوچنۍ ذره چې دیوه متر په یو ملیاردمه کچه کوچنۍ ده داتوم په نامه ونومول شوه. په نولسمه پیړۍ کې ازمېینو وښووله چې اتوم دمادي تر ټولو کوچنۍ ذره نه ده، بلکې په لا نورو وړو ذروهم و بشل کیږي. داپه دې مانا چې اتوم دیوې مادي هغه کوچنۍ ذره ګڼل کیږي چې په کیمیاوي کړنلاره سره، نو ردتجزیې وړ نه ده، خو په فیزیکي کړنلاره سره په نورو ذرواولا کوچنیو برخوتجزیه کېدای شي. په داسې حال کې چې تر نن ورځ پورې داتوم کلمې نوم همداسې په خپل حال پاتې دی، خوازمېینو وښووله چې د اتوم څخه نورې کوچنۍ ذرې هم شته دي، چې شمېر یې لږ څه دوه سوو نه هم وراوړي. دغه بنسټیز ذرې یاني (Elementary particles) په مصنوعي توګه سره دهستوي تعا ملونواو چاودنو په کړنلاره کې پیدا کیږي. د بېلګې په ډول لکه په یوه هستوي بټۍ، هستوي وسلو او دهستوي ذروپه خطي تعجیل کوونکي (Linear Particle accelerator) کې، بنسټیز ذرې منځته راځي. څه ناڅه درې سوه کاله د میلاد نه له مخه دیونان یو بل فیلوسوف اریستوتیلیس (Aristoteles) داتوم موډل نظریه دطبیعي علومو په رڼا کې په بل ډول بیان کړه اوددې دعوا یې وکړه، چې ګنې ټولې مادې د څلورو عنصرو لکه اور(Fire)، ځمکه (Earth) ، اوبه (Water) او هوا (Air) څخه جوړې دي. په ۲- شکل کې دنوموړو عنصرونواودهغوی خواصو په اړه د پلاټو (Plato) او اریستوتیلیس (Aristoteles) اړیکې دیوه ګراف په بڼه سره ښوول شوي دي. داتوم کلمه د قرآن شریف په څلوردیرشم سورت (سبا) دربیم آیت کې دذرې په نوم راغلې ده . دغه مبارک آیت په ډاګه کوي چې داتوم څخه کوچنۍ ذرې هم شته دي. نن ورځ پوهېږو چې دغه ذرې لکه پروتون، نیوترون ، الکترون او نورې ذرې تشکیلوي.

عَٰلِمِ ٱلْغَيْبِ لَا يَعْزُبُ عَنْهُ مِثْقَالُ ذَرَّةٍ فِى ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَلَا فِى
ٱلْأَرْضِ وَلَآ أَصْغَرُ مِن ذَٰلِكَ وَلَآ أَكْبَرُ إِلَّا فِى كِتَٰبٍ مُّبِينٍ ﴿٣﴾

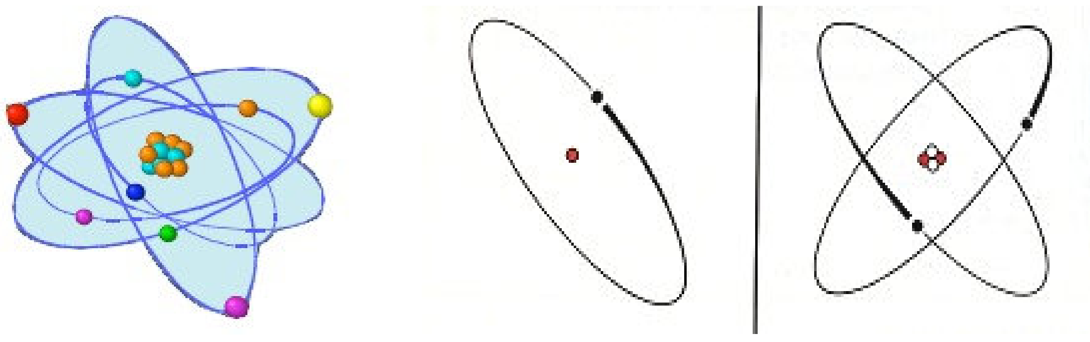
ژباړه: هسې رب چې عالم دی په غیبو، نه پټیږي له ده، په اندازه د یوې ذرې(اتوم) په آسمانونو کې او نه په ځمکه کې او نه ورو کۍ له هغې ذرې او نه لوی ترې، مګر(چې داټول لیکلي پراته دي) په کتاب ښکاره (لوح محفوظ) کې.



(۲- شکل)

۲- شکل: د میلاد نه لږ څه څلورسوه کاله پخوا دیونان فیلوسوفانو هر یو اریستوتیل (Aristotle) او پلاتو (Plato) د څلوروبنسټیزو عنصرونو لکه اوبه، اور، هوا او ځمکه او دهغوی دخواصو په اړه وړاند وینه کړي ده (51) .

ترنولسمي پیړۍ پوري دیونان پوهانو داتوم موډل نظریه (الواکیه) بې پامه او ګونګه پاتې شوه . په ۱۸۹۷ م کال کې یو انګریز فیزیک پوه تومسن (J .Thomson) له خوا دالکترون ذره رابرسېره شوه . نوموړې ذره داتوم څخه لږ څه دوه زره واره کوچنی ده . کله چې نوموړي فیزیک پوه دکتود وړانګو په څېړنه بوخت وه نو په ډاګه شوه چې دکتود وړانګې (Cathod Rays) بل شی ندی، بلکې د الکترون وړانګو څخه جوړې دي چې بیا وروسته د بېټا وړانګو نوم ورکړشو . په ۱۹۱۲ م کال کې یو انګریز فیزیک پوه راترفورد (Ernest Rutherford) په دې بریالی شو چې دازمېینو په اساس، داتوم هستې شته والی په ثبوت ورسوي ،او داتوم یوه نوې موډل وړاندیز وکړي . څرنګه چې د راترفورد اتوم موډل څینې نیمګړتیاوې لرلې، نو په ۱۹۱۳ م کال کی دیوه سویدنی فیزیک پوه نیلز بور (Niels Bohr) له خوا داتوم یوبل موډل وړاندې شو، چې په ۳ شکل کې ښوول شوی دی .
دغه وروستی اتوم موډل اوس د نیلزبوراو راترفورد (Niels Bohr- Rutherford) اتوم موډل په نامه سره یادیږي . داتوم نوموړی موډل دساینس پوهانو ترمنځ په نړیواله کچه منل شویدی او ترنن ورځ پورې اعتبار لري .



دهیلیم اتوم موډل — دهایدروجن اتوم موډل — دډیرو الکترونو اتوم موډل

(۳- شکل)

۳- شکل: د نیلزبوراو راترفورد **(Niels Bohr- Rutherford)** اتوم موډل ښودل شوی دی. نوموړی موډل په ډاګه کوي چې یو اتوم دمثبت چارج شوې هستې څخه جوړدی ، چې په شاوخوا کې یې په ټاکلو بیضوي شکله مدارونو کې الکترونونه راڅرخیږي . په پورتني شکل کې دهایدروجن اتوم او دهیلیم اتوم موډل ښوول شوي دي (31) .

دنیلزبوراو راترفورد اتوم موډل (Niels Bohr- Rutherford Atom Model):

- اتوم ديوي مثبت چارج شوي هستې (Nucleus) اوپه شاوخوا کې دمنفي چارج شوو الکترونوڅخه جوړدی . څرنګه چې د هستې ټول مثبت چارج د اتوم الکترونو ټول منفي چارج سره برابردی، نو اتوم دباندې خوا ته خنثی حالت غوره کوي . داتوم څه ناخه ټوله کتله په هسته کې پرته ده .

- لکه څرنګه چې سیارې (Planets) دلمر په چاپیرراګرزي، همدارنګه دغه الکترونه هم داتوم هستې په شاوخوا په ټاکلو مدارونو کې را څرخیږي .

- داتوم الکترونه کولای شي چې یوازې په ټاکلوبیضوي بڼه مدارونو (Orbits) او ټاکلي واټن کې د هستې په چاپیرحرکت(خوځیدنه) وکړي . دغه مدارونه د ثابت انرژي لیول سره ورته دي او الکترون خپله انرژي د لاسه نه ورکوي .

- یو الکترون یوازې په هغه حالت کې انرژي له لاسه ورکوي، چې دلوړانرژي مدار څخه یو ه ټیټ مدار ته راولویږي . دغه انرژي دیو فوتون (Photon) په ډول خپریږي او دهریوه مدار لپاره ټا کلې څپه یانې ځانګړی فریکونسي لري .

- که داتوم په مدارکې یو الکترون ، دیوه بهرني فوتون په لګیدلو سره انرژي تر لاسه کړي، نود خپل ټیټ مدار څخه یوه جګ پوړي مدار ته پورته ټوپ وهي . په دغه ډول کړنلاره کې اتوم د تحریک یا نې راپارول شوی حالت ځا نته غوره کوي .

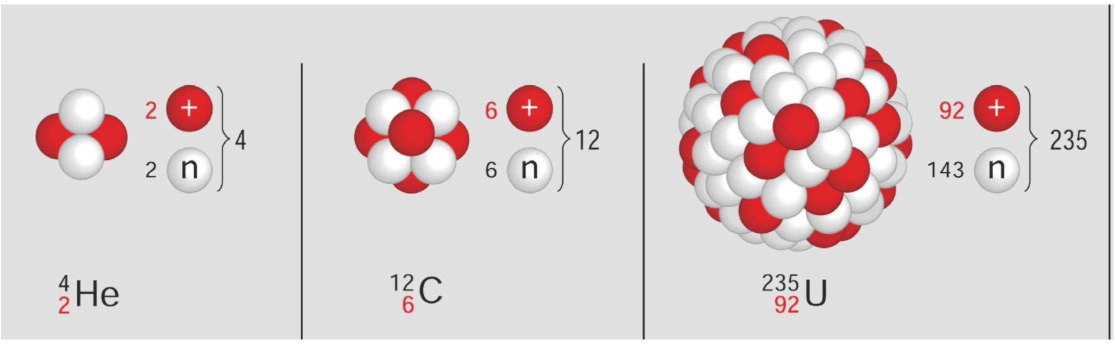
☜ داتوم هسته د بربښنایزمثبت چارج شوو پروتونو،چې شمېر يې په زاید Z او بربښنایز خنثی یا بې پلوه نیوټرونو، چې شمېر يې داین (N) په توري سره ښیو ، جوړه ده . لکه څرنګه چې لمر او سیارې د جاذبې قوې په مر سته سره تړلي دي، همدارنګه پروتون اوالکترون دالکترو ستاتیک (Electrostatic force) قوې په واسطه یو بل ځکوي (attraction) او له دې کبله یو ځای سره پاتې کیږي .

په هسته کې د مثبت چارج شوو پروتونو شمېر Z ته دهستې چارج عدد(شمیره) یا داتومي نمبر **(Atomic number)** هم ویل کیږي، چې دهم هغه اتوم دالکترونو شمېرسره مساوي قیمت لري . په هسته کې دپروتونوشمېر Z او نیوټرونوشمېر N مجموعې ته د نوکلیون (Nucleons) شمېر A ویل کیږ ي یانې (A= Z+N) . همدارنګه دهستې دپروتونو او نیوټرونو کتلې مجموعي وزن ته داتوم کتلې نمبر (Atomic Mass Number) نوم ورکړ شوی دی .

داتوم هره یوه هسته دهغه عنصر په کیمیاوي سېمبول لکه $_{Z}^{A}X_{N}$ ، نوکلیونو شمېر A، نیوټرونوشمېر N او پروتونو شمیر Z په مر سته سره پیژندلای او مشخص کو لای شو . د بېلګې په ډول دیورانیوم U، سوډیم Na او کاربون C هسته په لاندې ډول لیکل کیږي .

$_{Z}^{A}X_{N}$	$_{6}^{12}C_{6}$	$_{11}^{22}Na_{11}$	$_{92}^{238}U_{146}$

ديورانيوم ايزوټوپ لپاره دغه پورتنۍ لنډه ليکنه دا ما نا لري چې د يورانيوم هسته يو سلو شپږ ځلوېښت (N=146) نيوترونونه او دوه نوي (Z= 92) پروټونه لري چې مجموعه يې (A= 238) نوکليونه کيږي . په همدې ډول سره سوډيم يوولس پروټونه او يوولس نيوترونه لري، چې مجموعه يې دوه ويشت نوکليونه کيږي . همدارنګه دکاربون دنيوترونواوپروتونومجموعه دولس ده .



ديورانيوم دوه سوه پينځه دېرش اتوم هسته	دکاربون اتوم هسته	دالفا ذره يا د هيليم اتوم هسته

(۴- شکل)

۴- شکل : د هيليم اتوم ، کاربون اتوم او يورانيوم اتوم هستوجوړښت د يوه موډل په بڼه ښوول شوي دي . دپروتونواو نيوترونو ټول شمېر د هيليم لپاره څلور، د کاربون لپاره دوولس او د يورانيوم لپاره دوه سوه پينځه دېرش قيمت لري، چې دنومړوهستود سېمبول په سر ليکل شوي دي(31) .

داسانتيا لپاره د نومړو هستو دنيوترونو او پرتونو شمېرپه پا م کې نه نيول کيږي او په لاندې ډول هم ليکل کيږي .

يورانيوم ^{238}U ، سوديم ^{22}Na ، کاربون ^{12}C ، ^{A}X او يا په لاندې ډول:

^{A}X	^{12}C	^{22}Na	^{238}U
$X-A$	$C-12$	$Na-22$	$U-238$

د پروتون کتله لږ څه يوزرواته سوه ځله 1800 د الکترون کتلې څخه ستره ده . دپروتون اودالکترون بريښنايز چارج ديوه او بل سره مخالف خومطلقه قيمت يې سره يوشان او مساوي په $(1,602\times10^{-19}\ C)$ کولومب دی . څرنګه چې داتوم په هسته کې دپروتونو شمېر داتوم په مدارونوکې دالکترونوشمېر سره برابردی، نو له دې کبله دهستې مثبت اود الکترونومنفي چارجونه يو بل سره دفع کوي . همدا سبب (لامل) دی، چې اتوم دباندې خوا ته کوم بريښنايز چارج نه لري او د خنثې يا نې بې پلوه شکل غوره کوي . داتوم هريو مدارچې پوستکی (Shell) هم ورته ويلای شو، ديوې ټاکلې انرژۍ سره برابراود هر يوه عنصر لپاره ثابت قيمت لري .

که داتوم مدارونه دننه څخه پیل کړو نودباندي خواته په خپل وارسره د کې (K)، ا ېل (L)، ایم (M)، ا ین (N)او او (O) ټکونومونه ورکړشوي دي . داتوم الکترونه په ټاکلو مدارونو او ټاکلي شمېر سره په خپلو مدارونوکې حرکت (خوځيدنه) کوي او ترڅو چې پورته او یا ښکته نورو مدارونوته ورتېر نشي نو اتوم خپله انرژي له لاسه نه ورکوي . خو کله چې داتوم الکترونه دباندي خواڅخه په هرډول که وي ، لکه دغبرګون په پایله کې انرژي ترلاسه کړي نوبیا دخپل مدارڅخه راوځي او پر ځای یې یو تش سوری پا تې کیږي . دبېلګې په ډول لکه چې په ۵- شکل کې ښوول شو بده ، چې که یوالکترون او یا ایونایزکونکې وړانګې لکه یو فوتون د (K) مدارته ور ننوځي او دهغه مدارد یوه الکترون سره و لګیږي اوخپله ټوله انرژی ورته انتقال کړي، نو په پایله کې دنوموړي مدارڅخه هم هغه الکترون را وباسي (ejected electron) . څرنګه چې په مدار کې دنوموړي الکترون ځای دیوه سوري په بڼه تش پاتې شو ، نو سمدلاسه د (L) مدار څخه یوالکترون هلته ورټوپ کوي . همدارنګه د (L) مدار تش سوری په خپل وار سره د (M) او ددغه مدار تش سوری بیا د (N) او همدغه ډول کړنلاره بیا پرلپسې د اخرني مدار (O) لپاره هم ترسره کیږي . کله چې نوموړي الکترونه دلوړومدارونو څخه ټیټو مدارونو ته راولویږي، نودهغوی دانرژي تو پیر دالکترومقناطیسي وړانګو په ډول خپریږي چې دهریوه عنصر او هم دهر یوه مدار لپاره ځانګړی او ثابت قیمت لري .

☜ دبېلګې په ډول کله چې یوالکترون د (K) مدار لېول (Level) څخه راووځي او د (L) مدارلېول (Level) ته پورته شي، داپه دې مانا چې دانرژي په حالت کې یې بدلون راشي، نو دنوموړومدارونو دانرژي تو پیریې $(\Delta E_K = E_K - E_L)$ د الکترو مقناطیسي وړانګو په ډول خپریږي ، چې د دغه مدار ځانګړي اکسریز (X-rays) په نامه سره یادیږي . د (K) مدار لپاره لیکلای شوچې:

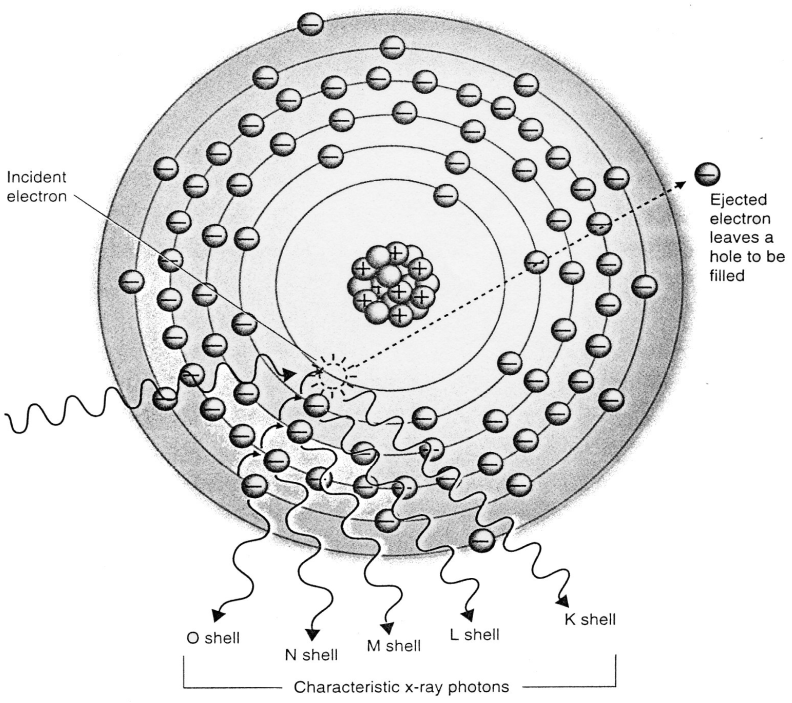
$$\Delta E_K = h\upsilon_K = E_K - E_L$$

$$h = 6{,}63\times10^{-34}\ J.s$$

په پاسنۍ معادله (انډولیزه) کې $h\upsilon$ دهغه الکترو مقناطیسي وړانګو انرژي ده، چې دنوموړو مدارونودانرژي تو پیر څخه تر لاسه کیږي اود فوتون وړانګو په بڼه خپریږي . υ_K د K مدارفریکوینسي او **h** یو ثابت عدد دی چې د پلانک اغېزمن کوانتم Planck`s constant په نامه سره یادیږي .

✍ فوتون دنور یوې ذرې یا دنورکوانت **Quant** په نامه سره یادیږي، چې د الکترومقناطیسي څپو یوه برخه جوړوي . څرنګه چې نوموړې وړانګې د هر یوه عنصر لپاره یو ټاکلی قیمت لري، نو له دې کبله ورته دځانګړوایکس وړانګو **(Characteristic k-X- ras)** او یا **k** اکسریزاویا رونتګن وړانګو نوم ورکړشوی دی .

که چېرته د یوه اتوم په هر مدار کې دالکترونوپه انرژي کې بدلون منځته راشي، نود یادشوې کړنلارې په پایله کې دهغه اتوم دانرژي خپریدونکی طیف Emission Spectrum لا س ته راځي. دیوه اتوم ټوله خپره شوې انرژي د دغه اتوم د اکسریزځانګړی انرژي طیف او یا د انرژي سپېکټرم (Characteristic x-ray energy spectrum) په نامه سره یادیږي . هریواتوم دخپل ځان لپا ره یو ځانګړی طیف لري، چې د هغه دپېژندنې په موخه کارول کیږي.

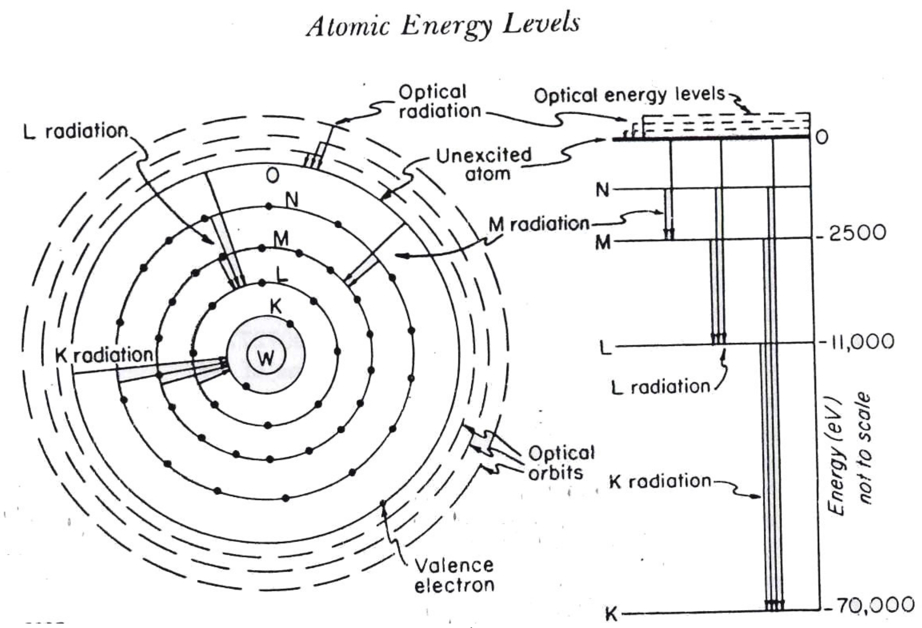


(۵-شکل)

۵- شکل : د نیلزبور (Niels Bohr) اتوم موډل : یواتوم یوازې هغه وخت انرژي له لاسه ورکوي، کله چې د الکترونو د انرژی په حالت کې یې بدلون راشي . دبېلګې په ډول کله چې دبهر نه، یو فوتون او یا یو الکترون (Incident electron) داتوم ترټولو د ننه مدار K ته، ورننوځي او دنوموړي مداریو الکترون سره غبرګون وکړي نو په پایله کې دغه الکترون بیخي د اتوم څخه راوباسي (Ejected electron) اوځای یې تش پاتي کیږي . په دي ترڅ کې داتوم د ایل L لوړاوبهرني مدار څخه یو الکترون k مدارته راټوپ کوي او دغه سوری ډکوي . همدارنګه د ایل L مدارالکترون تش ځای د ایم M او د این N مدارالکترون تش ځای د O مدارالکترون څخه په خپل واراوپرلپسي ډک کیږي . دا په دي مانا چې په پایله کې یو الکترون دانرژي یوه لوړمدار لکه (O) څخه په خپل وار د L;M;N, اوبیا دانرژي یوه ټیټ مدارلکه (K) ته رالویږي. د نوموړومدارونوانرژي توپیردوړانګو په ډول خپریږي . په نوموړي کړنلاره کې یواتوم په دوام لرونکي یا متمادي (continous) توګه سره انرژي نه خپروي او نه یې جذب کوي بلکې په یوه ټاکلې اندازه سره چې د انرژي کوانت (Energy quant) په نامه سره یادیږي جذب (زېبښي) کوي او یا یې خپروي . په نوموړي شکل کې دیوه اتوم د اکسریزځانګړې انرژي طیف (مشخصه انرژي طیف) (Characteristic k-X- ray photons) ښوول شوی دی چې انرژي یې دهر یوه مدار لپاره ځانګړې قیمت لري او په خپل وار سره په k shell;L shell;M shell; N shell او O shell سره نومول شو یدہ (15) .

په ۲ شکل کې دتنګستن عنصر (Tungsten = W) داتوم انرژي طیف ښوول شوی دی، کله چې یو الکترون د K انرژي لېول څخه د L انرژي لېول ته پورته وخیږي او بیا بیرته د K مدارته راولویږي نو دانرژي توپیر یې $h\upsilon_K$ د اکسریز ځانګړو وړانګو (Characteristic k-X- ray) یاني یوه فوتون په ډول خپریږي چې قیمت یې دنهه پینځوس زرو الکترون ولټه سره یو شان ده دا ځکه چې:

$$h\upsilon_K = 70\ 000\ eV - 11000\ eV = 59000\ eV$$



(۲- شکل)

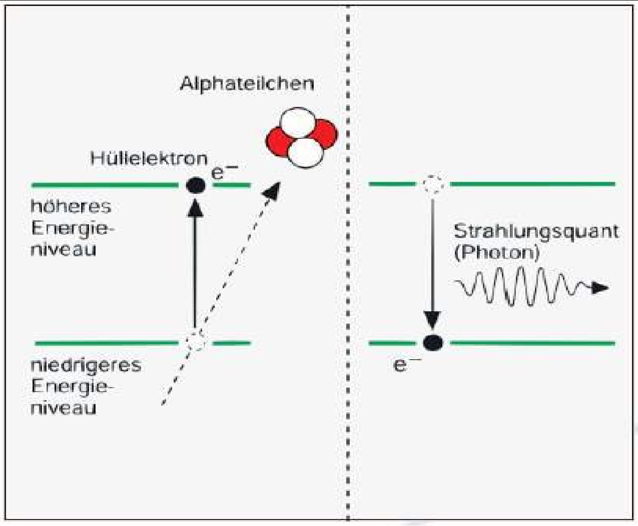
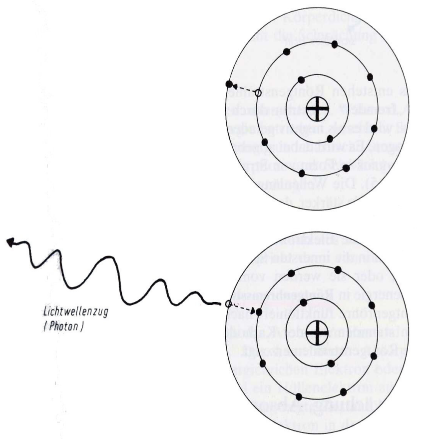
۲- شکل: دتنګستن عنصر (Tungsten = W) داتوم انرژي مدارونه لکه K,L,M,N,O, کېنې خوا اود انرژي لېول (Atomic energy levels) يې ښې خوا ته ښوول شوي دي.(15)

دانرژي لېول د M, L, K مدارونو لپاره په خپل وار سره مساوي ده له: اويازره الکترون ولټه، يوولس زره الکترون ولټه او دوه نيم زره الکترون ولټه (70 000eV; 11 000 eV; 2500 eV) . داپه دې مانا چې که وغواړو دنوموړي اتوم د K مدار څخه يو الکترون راوباسو نو اويازره الکترون ولټه انرژي ورته په کارده . هغه وړانګې چې دنوموړومدارونودانرژي توپير په پايله کې خپرېږي د K مدار وړانګې K-radiation ، د L مدار وړانګې L-radiation او د O مدارووړانګې O-radiation په نامه سره يادېږي .

داتوم تحريک يا راپارول (Atomic excitation) :

يو الکترون ديوه ټيټ مدار څخه يوه بل لوړ مدار ته هغه وخت پورته کېداى شي چې دهمغوبرخه اخيستونکو مدارونودانرژي توپير په کچه، انرژي دباندې نه په ورډېره شي . دبېلګې په ډول په ۷- شکل کې د (L) مدار څخه و (M) مدار ته يو الکترون پورته ختلى دى . کله چې دغه او يا بل الکترون بيرته ښکته مدار ته راولوېږي نوهم هغه اخېستل شوې انرژي دنور اويا الکترومقناطيسي وړانګو په ډول ورڅخه خپرېږي . دغه ډول فيزيکي کړنلارې ته داتوم تحريک يا راپارونه ويل کيږي .

د پام وړ: کله چې داتوم يوه هسته فوتون جذب کړي (وزبېښي) نولکه څرنګه چې داتوم مدار څخه يو الکترون يوه لوړپوړي مدارته پورته کيږي، په همدې ډول په هسته کې هم يو نوکليون (Nucleon) انرژي ځانته جذب کوي اوپه هسته کې دانرژي يوه لوړحا لت (state) ځانته غوره کوي . (Nuclear exitation) دهستې انرژي ليول ددريوکوانتوم عددونوياني زاويوي عدد J ، پاريتي P عدد او ايزو سپين T عدد په واسطه مشخص اويوپه يو ټاکل شوي دي .

<table>
<tr><td colspan="2">
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>یو الکترون دلوړ انرژي مدار څخه ببرته ښکته رالویږي اویو فوتون خپریږي</td><td>دالفا ذره په یوه الکترون لګیږي او هغه د ټیټ انرژي مدار څخه لوړ انرژي مدا رته پورته کوي</td><td>پاس شکل داتوم راپارولو او لاندنی شکل د یوفوتون د خپرولو کړنلاره را ښئي</td></tr>
</table>

(۷- شکل)

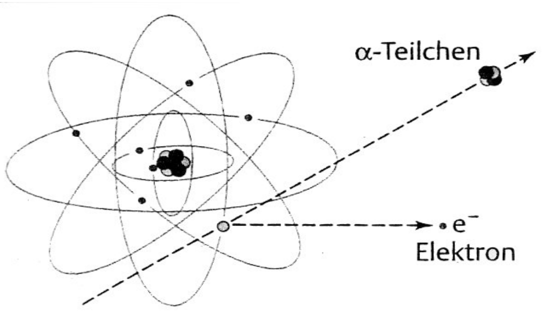
۷- شکل: داتوم د راپارولو فیزیکي کړنلاره (31)

په پورتني شکل کې یو الکترون ته دباندې خوا څخه دالفا ذرې په لګیدلو سره انرژي انتقال کیږي اوله دې کبله د خپل مدار څخه پورته لوړ مدار ته خیږي . خو کله چې یو الکترون بیا بیرته خپل تش ځای ته راولویږي، نو هم هغه اخېستل شوې انرژي دفوتون په ډول له لاسه ورکوي .

ایونایزیشن (Ionization):

ایونایزیشن هغې فیزیکي کړنلارې ته وایي، چې دخنثی اتومونو او یا مالیکولو څخه یو یا څو الکترونه جلا اویا وربانديې ډېر شي اوهغوی په مثبتو اویا منفي ایونو واړوي . دغه ایونایز شوي اتومونه او مالیکولونه داسې رنګ بیالوژیکي او کیمیاوي خواص غوره کوي، چې دنورواتومونوسره ډېر زرد بیو کیمیاوي تعامل کولو تیاري ښئي .

په ۸- شکل کې دایونایزیشن فیزیکي کړنلاره ښوول شو بده . کله چې الکترومقناطیسي وړانګې دبېلګې په ډول لکه دنور یوه ذره چې د فوتون (Photon) په نامه سره هم یادیږی او یا لکه دالفا یوه ذره د مادي په یوه اتوم ولګیږي، نوخپله یوه برخه حرکي انرژي داتوم الکترون ته انتقال کوي او په پایله کې الکترون دخپل مدار څخه راوځي . په دې ډول دبرېښنا مثبت او منفي چارجونه لا س ته راځي . دغه رنګ فیزیکي پېښنه د ایونایزیشن او ټولې هغه وړانګې، چې نوموړې فیزیکي کړنلاره تر سره کو لای شي د ایونایزوونکو وړانګو (Ionizing radiation) په نامه سره یادیږي . ایونایزیشن انرژی هغه اندازه انرژي ده ، چې دیوه خنثی اتوم څخه دیوه الکترون دبیلولو لپاره په کارده . د بېلګې په ډول دسوډیم لپاره نوموړې انرژي 5,14 eV/atom اودنیون نجیب غاز لپاره 22eV/atom قیمت لري .



(۸ – شکل)

۸- شکل: د الفا يوه ذره (α particle) په اتوم لګيږي او دمدار څخه يې يو الکترون(e^-) را وباسي . نوموړې فيزيکي کړنلارې ته ايونايزيشن (Ionization) ويل کيږي(9) .

پوښتني (Questions): (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي):

۳-۱ داتوم کلمه څه مانا لري اوهسته دکوموذرو(بخرکو) نه جوړه ده؟

۳-۲ يو نوکليد څه ته وايي؟

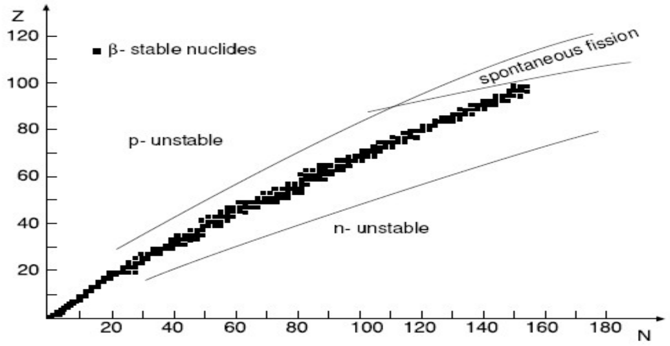
۳-۳ ديوه ايزوټوپ اويوه ايون تر منځ توپير څه دی؟

۳-۴ داکسريز اود ګاماوړانګو تر منځ توپير څه دی؟

۳-۵ يو عنصر دبل عنصر څخه څرنګه په توپير سره پيژندلای شو ؟

۳-۶ ايونايزيشن څه ډول فيزيکي کړنلاره ده؟

۳-۷ ايزوټوپ څه ډول اتومونو ته وايي او په لاندني شکل کې څرنګه پيژندل کيدای شي؟



۸-الف شکل: په عمودي محورکې دپروتونوشمير Z اوپه افقي محورکې د نيوترونوشمير N ښوول شوی دی .

* * *

دويمه برخه

ثلورم څپرکی

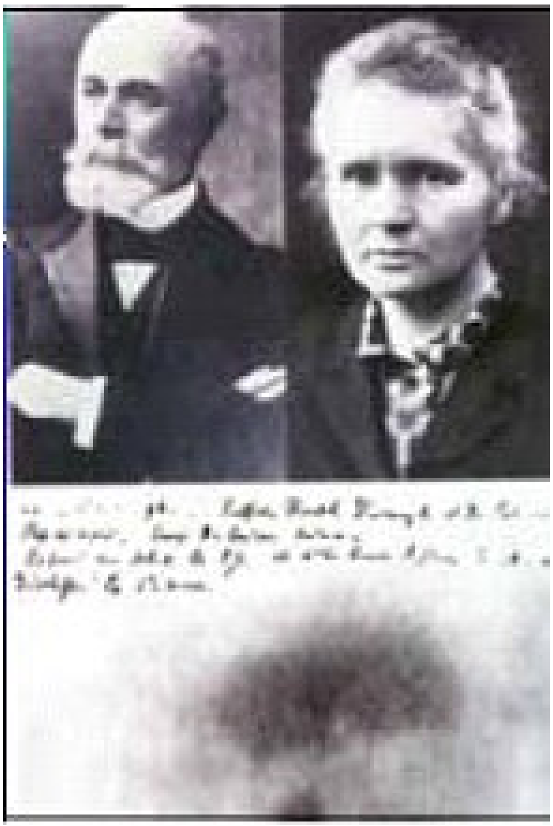
طبیعي راديواکتيو يتي

(Natural Radioactivity)

لومړی خبرې:

په ۱۸۹۲ م کال کې یو فرا نسوي فیزیک پوه هنري بېکارېل (Henri Becquerel) په خپل یوه تک تور تیاره لابراتوارکې، چې هلته رڼا هېڅ موجوده نه وه، دیورانیوم مالګې په یومعدني مرکب (ګډ) یاني (Kalium-Uran-Sulfat) با ندې تجربې تر سره کولې . په دې ترځ کې ورته جوته شوه چې دنومورې عنصر په څنګ کې ځای پر ځای شوی فوتو فلم ، توررنګ ځانته غوره کړی وه .په داسې حال کې چې د فوتویو فلم هغه وخت تور کیږي چې الکترومقناطیسي وړانګې لکه رڼا ورته و رسیږي . نو په دې ترځ کې دا پوښتنه ورته پیدا شوه چې پرته د لمر رڼا څخه دغه فوتو فلم ولې تور شوی دی؟ نومورې دا ومنله چې دفوتوفلم توروالی خامخا دیورانیوم معدني ډبری سره تړاو لري . نوبېکارېل دا پریکړه وکړه چې پخپله یورانیوم یو ډول وړانګې د ځان څخه خپروي او له دې کبله دلمر رڼا ته اړتیا نه لري . ورو سته ثابته شوه چې دیورانیوم عنصر رادیو اکتیو خاصیت لري دا په دې مانا چې هستوي ذرې لکه الفا ذرې ور څخه خپرېږي او د هغوی اغېزه په فوتو فلم باندې پاتې کیږي . بیکارېل په لومړي وخت کې نومړو وړانګو ته دیورانیوم وړانګو نوم ورکړ .

نن ورځ په ډاګه شو بده چې طبیعي رادیواکتیویتي زموږ دځمکې دپیدا ایښت سره یوځای تړاولري اودځمکې یوه برخه تشکیلوي . په ځمکه کې ډیري تیږي، معدني ډبرې، کانونه او رادیو اکتیوعنصرونه شته دي چې طبیعي رادیواکتیویتي ښئې او طبیعي وړانګې خپروي . زموږپه چاپېریال کې ، لکه کورونه، هوا، اوبه اوډوډی او نوروخوراکې شیانوکې هم طبیعي رادیواکتیومواد شتون لري . همدالامل دی چې د بدن په ډېروبرخو لکه هډوکو، غړو، او نسجونوکې رادیو اکتیومواد جذب (زیېښل) شوي دي اووړانګې خپروي . په بدن کې پوتاسیم (Potassium 40) ، کاربن څوارلس (Carbon 14) اورادیوم دوه سوه شپږ ویښت (Radium 226)، یورانیوم دوه سوه اته دیرش U^{238} هغه طبیعي رادیو اکتیو عنصرونه دي چې دنوروعنصرو په پرتله په لوړه کچه پیدا کیږي .



په ۱۸۹۲ م کال کې دهېنري بېکارېل Henry Bequerel لخوا څخه دطبيعي راډيو اکتيويتي قانون کشف شو .

په ۱۸۹۸ م کال کې د پيري کيوري Piere currie او ميرمن ماري کيوري Marie curie لخوا دراديوم راديو اکتيو عنصر Radium رابرسيره شو

په ۱۹۰۱ م کال کې دلومړي ځل لپاره يو فرانسوي ډاکترلوپوس Lupus په پاريس ښارکې دپوستکي سرطان ددرملنې په موخه دراديوم څخه کار واخيستا

بېکاريل په لاندني عکس کې خپل کشف شوي مالومات چې ګڼې يورانيوم د خپل ځان څخه داسې ډول وړانګې خپروي چې يوفلم تورولاى شي پر ليکه کړې دي . دعکس لاندې توره برخه هغه فلم ښئي چې د راديوم الفا وړانګو په لګيدو سره تورشوى دى .

په ۱۸۹۸م کال کې يوې فرانسوې ښځينه فيزيک پوهې ميرمن ماري کيوري (Marie Curie) دخپل ميړه پيېرکيوري (Pierre Curie) په ملتيا ، په دې بريا لى شوه چې د راديوم (Radium) په نامه يو بل نوى راديو اکتيف عنصر را بر سيره (کشف) کړي . نوموړى عنصر راديو اکتيو خواص لري ياني د الفا هستوي و ړانګې خپروي او پخپل سر په يوه بل نوي عنصر باندې اوړي . په ۱۹۰۳ م کال کې ماري کيوري، پيير کيوري او بېکارل په ګډه سره د طبيعي راډيواکتيو عنصرونو درا برسيره کولواونويو پوهنيز اثارويه بدل کې دنوبل جايزه **Nonel prize** تر لا سه کړه .
ترنن ورځ پورې لږ څه يوزرو پينځه سوه توپير لرونکې اتوم هستې يا نوکليد (Nuclid) پيژندل شوې دي چې له دې شميرڅخه ذر (1000) په مصنوعي توګه لاس ته راځې او پينځه سوه هستې په طبيعي ډول پيدا کيږي . څرنګه چې د هريوه نوکليد دپروتونو شمېر او دکتلې شمېرد يوه او بل سره تو پير لري نوهر يو يې په ځانګړې ډول سره پيژند لاى شو . دنوموړو هستو څخه يې يوازې دوه سوه نهه ځلوينت ثابت ياني راډيواکتيو نه دي او پاتې ټولې نورې هستې راډيواکتيو خاصيت لري . دهستې دپروتونو او نيوترونو مجموعې ته نوکليون (Nucleon) هم ويل کيږي .

دپام وړ : هغه اتومونه چې په هسته کې يې دپروتونوشميرد 82 څخه پورته وي، راډيواکتيوخواص ښئي او په خپل سر، بې له کومې باندنۍ اغيزې يوه ناڅاپه **(Spoantaneous)** چوي . دهغوى لويه ځانګړنه خپلواکي اوخپل مخې ده.

دعنصرونو په پريوديک سيسټم کې ټول هغه عنصرونه چې د اتوم نمبرياني دپروټونو شمېر يې ددوه اتيا (۸۲) او يا په بل عبارت د سرپ عنصر(Pb-82) څخه پورته وي، راديو اکتيو خاصيت لري او تر هغه وخته پورې په نورو هستو تجزيه کيږي، تر څوچې په اخرني پړاو کې په ثابت او مستقر سرپ باندې واوړي . په طبيعت کې دراديواکتيووعنصرونو درې ډوله سلسلې موجودې دي چې په ځمکه کې پيدا کيږي او په ۹- شکل کې ښوول شوې دي . څلورمه سلسله په مصنوعي توګه دهستوي تعاملاتو په کړنلاره سره لاس ته راځي چې د پلوتونيم او نېپتونيم سلسلې (Plutonium-Neptunium serie) په نامه سره يادېږي .

لومړی: ديورانيوم دوه سوه پينځه دېرش ۲۳۵سلسله (Uranium-235 series)

دويم: د يورانيوم دوه سوه اته دېرش ۲۳۸ سلسله (Uranium -238 series)

دريم : دتوريم دوه سوه دوه دېرش ۲۳۲ سلسله (Thorium-232 series)

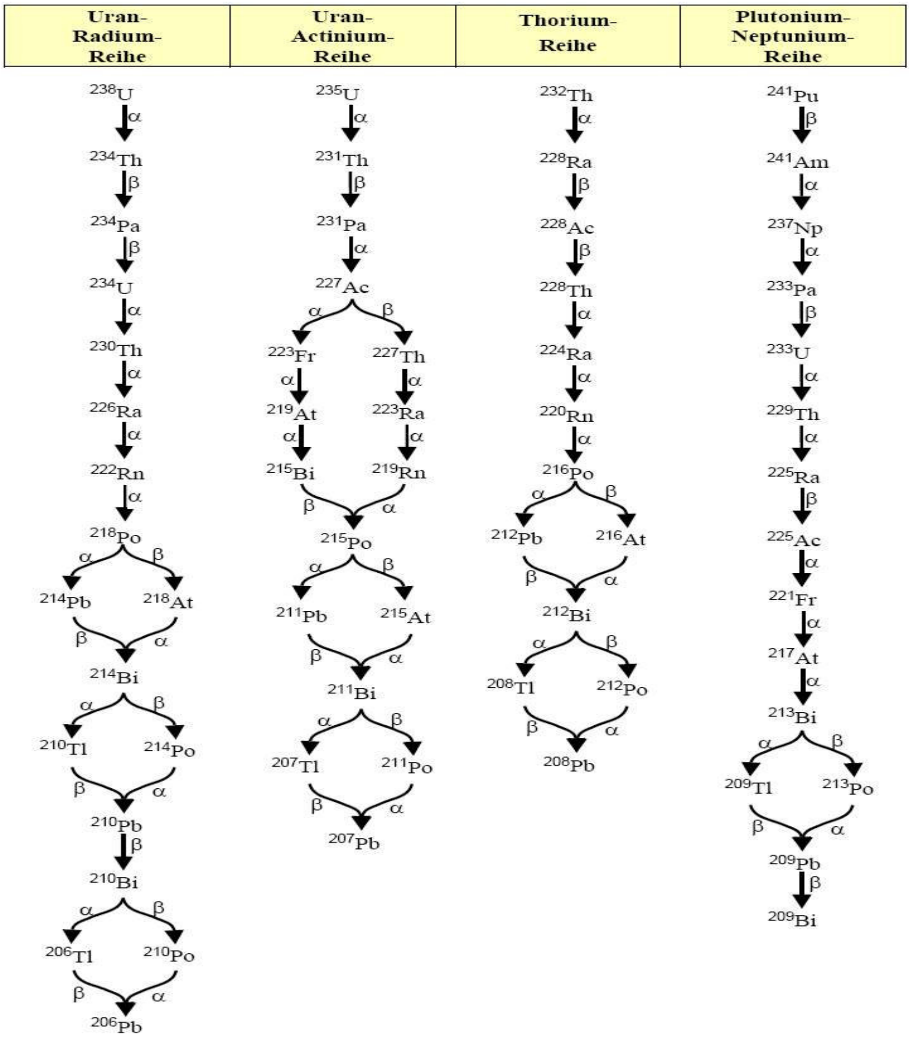
څلورم: د پلوتونيم او نېپتونيم سلسله (Plutonium-Neptunium serie)

دنومړو سلسلو راديواکتيو هستې په خپل حال ثابت نه پاتې کيږي بلکې دوخت په تېريدلو سره چې نيمايي عمر يې دلسو مليارد وکالونو (10^{10}a) څخه پيل او تر لسو پيکو ثانيو (10^{-10}) پورې رسيږي په بيلو بيلو پړاونوکې تجزيه کيږي او په پايله کې په بيخي نويو هستو اوړي . دتجزيې په څنګ کې ورڅخه هستوي وړانګې لکه د الفا ذره، بېټا وړانګې او ګاما وړانګې هم خپريږي . دلومړنيو دريو سلسلودتجزيې اخرنی ثابت عنصر د سرپ (Pb = Plumbum) په نامه سره يادېږي .

بيالوژيکي نيمايي وخت	فيزيکي نيمايي وخت	په بدن کې دجذبيدلوځای	ايزوټوپ
35 ورځې	5570 کالونه	Fat وازده	C-14
1000 ورځې	14 ورځې	Bone هډوکي	P-32
23 ورځې	88ورځې	Skin پوستکی	S-35
1900 ورځې	164ورځې	Bone هډوکي	Ca-45
65 ورځې	45 ورځې	Blood وينه	Fe-59
120 ورځې	8 ورځې	Thyroid تايرايد	I-131

۱-الف جدول : هغه طبيعي راديو اکتيومواد چې په بدن کې موندل کيږي اودنومړوراديو اکتيوسلسلود تجزيې په ترڅ کې منځته راځي ښوول شوي دي . که ومنو چې ديوه راديواکتيوعنصرفيزيکي نيمايي وخت پينځه کاله وي نولکه چې په لاندني جدول کې ليدل کيږي ، دهغوی اتومونه دوخت په تابع سره کمښت مومي .

شل کاله 20 years	لس کاله 10 years	پينځه کاله 5 years	0	وخت = t
125	250	500	1000	داتومونو شمير= N



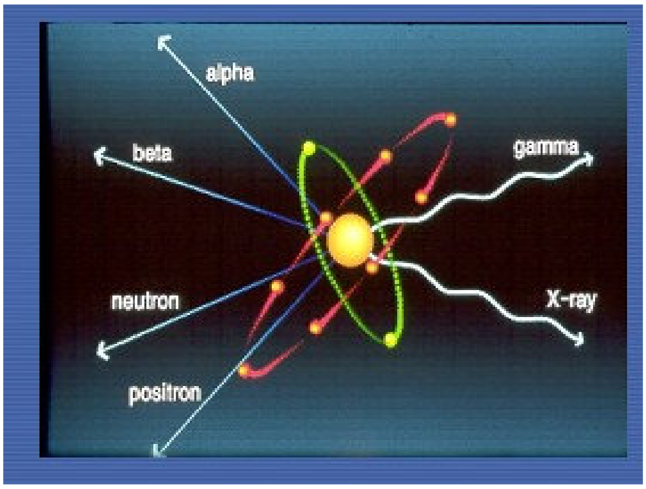
(۹- شکل)

۹- شکل : په طبيعت کې درادیوا کتیو سلسلودتجزیې کړنلاره ښوول شو بده . د بېلګې په ډول درادیواکتیووعنصرونو یورانیوم -۲۳۸(U-238)، یورانیوم - ۲۳۵ (U-2235) توریم -۲۳۲ (Th-232)او اوپلوتونیم- ۲۴۱ (Pu-241) د تجزیې سلسلې په پایله کې په خپل وار سره په نورو نه چاودیدونکو عنصرونولکه سرپ -۲۰۶ (Pb-206)، سرپ ۲۰۷ (Pb-207) ، سرپ- ۲۰۸ (Pb-208) او بیسموت- ۲۰۹ (Bi-209)باندې اوړي (31) .

رادیواکتیو تجزیه (Radoactive decay) :

په طبیعت کې ځیني عنصرونه پیدا کیږي چې بې له بهرنۍ اغېزې څخه نا بېره او په خپل سرتجزیه کیږي او په ځنګ کې د اتوم دهستې څخه هستوي وړانګې خپروي . په پایله کې توپیرلرونکي اودنویو عنصرونو هستې لاس ته راځي او یا داچې دهم هغه عنصرپه یوه رادیو ایزوټوپ باندې بدلیږي . نوموړې فیزیکې کړنلارې ته رادیواکتیو تجزیه یانې وړانګې خپرونکې تجزیه اودغه رنګ فعال خا صیت ته رادیواکتیویتي (Radioactivity) ویل کیږي . (کړاند= Active)

هغه هستې چې وړانګې خپروونکی فعا ل خواص و لري درادیو اکتیو (Radioactive) اودهغوی پاتې رادیو ایزوټوپ ،د رادیونوکلید (Radionuclid) په نامه سره یادیږي . په نوموړي ویی (لغت) کې رادیو (Radio) په مانا د وړانګه چې دلاتین ژبې رادیوس (Radius) څخه اخېستل شوی او دلاس او څنګلې ددووا وږدوهډوکو څخه د یوه هډوکي نوم دی ا و اکتیو (Active) دفعال مانا (معنا) ورکوي .



(۱۰- شکل)

۱۰- شکل : دیوه رادیواکتیو(Radioactive atom) اتوم هستې څخه د الفا وړانګې،نیوترون، پروتون، پوزیترون اوالکترون ذرې خپریږي (IAEA)

لکه څرنګه چې یو اتوم دالکترونو لپاره د انرژي ټاکلي مدارونه لري چې هلته په هر مدار کې په ټاکلي شمېر الکترونه دهستې په شاوخوا راڅرخي، په همدې ډول سره د هر یوه عنصرداتوم هسته هم دانرژي لیول (Nuclear energy levels) څخه جوړه ده، چې دهستې مدارونه ورته ویلای شو . دهستې په مدارونو کې پروتونونه او نیوترونونه په خپلو انرژي لیول کې ځای پر ځای ولاړ نه دي بلکې تل یو څوځیدو نکې او اهتزازي حرکت تر سره کوي چې په پایله کې یو پر بل باندی لګیږي او په دې ډول یوه ذره بلې ذرې ته په خپل وارسره انرژي انتقال کوي . که څه هم داتوم په هسته کې دپروتونو تر منځ دکولومب دفاع کوونکې بریښنایز قوه (Coulomb repulsion force) اغېز ه کوي خوبلخوا په ډېر لنډ واټن کې لکه یوفرمي (10^{-15} m) دپروتونوتر منځ یو بل ډول قوه اغېز منه کیږي چې د هستوي قوې (Stronge forces or nuclear forces) په نامه سره یادیږي اود کولومب قوې په پرتله سل ځله زوروره ده . دنوموړې هستوي قوې لامله نوکلیونه لکه پروتونه اونیوترونه په هسته کې یوځای تړلي ساتل کیږي . یو پروتون د ګاونډي نیوترون سره د یوې بلې هستوي ذرې چې د پي میزون (π^{-} -Meson) په نامه سره یادیږي، د یوه ځنځیر شکله پله (Bridge) په ډول کلک تړلی دی . په داسې حال کې چې پروتونه دکولومب بر یښنایزقوې په اساس یو بل سره دفع کوي او د هغې سره سم د یوه بل څخه لیرې کیږي ،خو بر عکس هستوي قواوې نوموړې ذرې سره یوځای څکوي او یا په بل عبارت یو بل سره جذب کوي . نوکه چېر ته د پروتونو تر منځ هستوي قواوې مو جودې نه وای چې هغوی یوځای سره وساتي نو به نوموړې ذرې دهستې څخه دباندې وتلې وای او یوه نوې هسته به منځته راغلې وه . په

داسي حال کې چې په يوه ثابته هسته کې ياني نه راديواکتيو هسته کې دپروتون اونيوترون هېڅ يوه ذره هم په کافي اندازه انرژي نشي تر لا سه کولای چې دهستې څخه ووځي . خو په يوه راديو اکتيو هسته کې ديوې ذرې لپاره ددې چانس اواحتمال شته دی چې ديوه داسې اهتزازي حرکت (Oscillating) په پايله کې پوره انرژي تر لاسه کړي او د هستې څخه د باندې ووځي . دهستې څخه ديوې ذرې خپريدل يوه سوچه احسائيوي کړنلاره ده او سرې دا وړاند وينه نشي کولای چې کله به يوه هسته په بله هسته واوړي او يا په بل عبارت يوه هسته تجزيه شي .
دبېلګې په ډول که چېر ته مونږ د راديواکتيو مواد و يوه نمونه (Sample) ولرونو دا پوښتنه پيدا کيږي چې څومره واره په دغه سمپل کې يوه چاود نه يا تجزيه تر سره کيږي . دا په دې مانا چې يو فيزيکي کميت ته اړتيا ليدل کيږي چې هغه دچاود نې شد ت يا ډېربښت وښيي . نوموړی کميت د اکتيويتي په نامه سره ياديږي او په لاندې ډول سره تعريف شوی دی .

- ديوې مادې اکتيويتي A مساوي دی دهستودچاودنې يا تجزيو منځنۍ شمېرتوپير dN تقسيم په واحدوخت dT .

$$A = - \frac{dN}{dt} = \lambda . N$$

په پورتنۍ معادله (انډوليزه) کې منفي علامه دا په ډاګه کوي چې دهستو دتجز ې شمېر دو خت په تېريدلو سره کمښت مومي . لامدا (Lamda = λ) د هر يوه راديو نوکليد لپاره دتجزيې يوه ځانګړې ثابته ده چې دتجزيې سرعت (چټکتيا) راښئي او د تجزيې احتما ل په نامه هم ياديږي . ديوه ټاکلي نوکليد لپاره د هستود تجزيو نسبي (پرتليز) شمېر په واحدوخت کې ثابت دی . دلامدا ثابته دچاوديدونکوهستوهغه سليزه برخه راښيي چې په واحدوخت کې چوي . د بېلګې په ډول دتخنيسيم Tc99 دتجزيې ثابته مساوي ده له : = λ0,115/hour دا مانا لري چې په يوه ساعت کې يوولس نيم په سل کې 11,5% هستې چوي .

داکتيويتي واحد:

د اکتيويتي واحد د فرانسوي فيزيک پوه بېکارېل په وياړ سره ټاکل شوی دی . کله چې يوه هسته په يوه ثانيه کې تجزيه شي نواکتيويتي يې د يو بيکاريل (1Bq = 1/s) سره سمون خوري . د بېلګې په ډول که يوزر هستې په يوه ثا نيه کې وچوي نو ليکلای شو چې:

يو کيلو بېکاريل (1kBq = 1000 /s) . همدارنګه د اکتيويتي نور واحدونه عبارت دي له:
ميګا يا نې يومليون او ګيګا يا يو مليارد بيکاريل اونور ټاکل شوې دي .

- داکتيويتي پخوانی واحدکيوري (Curie = Ci) نوميږي چې د ميرمنې ماري کيوري په وياړ سره ټاکل شوی وو .
- کله چې په يوه ثانيه کې يوه هسته وچوي نو د يوې مادې نوموړي اکتيويتي ته يو بېکاريل و يل کيږي **(1 Becquerel = 1 nuclear decay per second**.
- په هستوي طب کې دناروغيود تشخيص په موخه د لس ميګا بېکاريل(10 MBq) څخه تر سل ميګا بېکاريل(100MBq) اکتيويتي پورې کار اخېستل کيږي .

مخصوصه راديو اکتيويتي (Specific radioactivity = $A_{specific}$):

مخصوصه راديواکتيويتي $A_{specific}$ د يوې راديواکتيو مادې اکتيويتي A او ددغې مادې د کتلې m د حاصل تقسيم سره مساوي ده . که په يوه ماده کې N راديو اکتيو هستې موجودې وي، نو کولای شو چې د مخصوصه اکتيويتي A قيمت د اووګادرو عدد(شميره) N_A ، اکتيويتې A، د تجزيې ثابته λ او د مولار کتلې M په مرسته سره تر لاسه کړو .

$$A_{specific} = A/m = \lambda \times N/m = \lambda \times m \times N_A/(m \times M) = \lambda \times N_A /M$$

که په يوه بيالوژيکي نمونه کې چې ټوله کتله يې په m_{tot} او د يوه راديواکتيو عنصر سليزه برخه يې په Percent = P سره وښيو نو د مخصوصه راديواکتويتي قيمت په لاندې ډول تر لاسه کيږي .

$$A_{tot} = A/m_{tot} = \lambda \times p \times N_A/M$$

پوښتنه: د يورانيوم U^{238} ايزوټوپ کچه په طبيعت کې 99,27% اټکل کيږي . د يو ګرام يورانيوم مخصوصه اکتيويتي مالوم کړی؟

حل: د يورانيوم مولار کتله مساوي ده: M = 0,238 kg/mol او د تجزيې ثابته λ د يورانيوم د نيمايي وخت څخه چې ثلورنيم مليارده کاله دی $(4,47\times10^9$ years) تر لاسه کولای شو$(\lambda = \ln2/T_{1/2})$. د اووګاد رو N_A عدد(شميره) مساوي دی له: $N_A = 6,022\times10^{23}$/mol نو د يوه ګرام يورانيوم U^{238} مخصوصه اکتيويتي مساوي دی له:

$$A_{tot} == \lambda \times p \times N_A/M= 0,491\times10^{-17}/s\times99,27\%\times6,022\times10^{23}/0,238 \text{ Bq/Kg} = 12342 \text{ Bq/g}$$

$$A_{tot} = 12342 \text{ Bq/g}$$

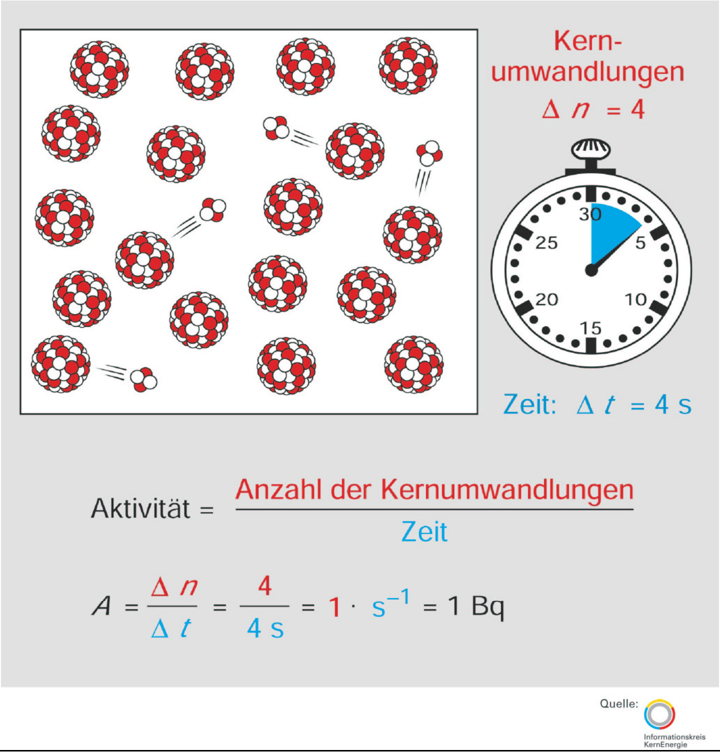
ځواب: د يوه ګرا م يورانيوم د وه سوه اته ديرش U^{238} مخصوصه راديواکتيويتي د څه ناڅه دوولس زره درې سوه بيکاريل سره مساوي ده .

☜ **د پام وړ**: د يوه ګرام راديوم عنصر اکتيويتي (1g Radium ≈ 1 Curie) د لږ څه يو کيوري سره برابره ده . د کيوري او بېکاريل تر منځ اړيکې په لاندې ډول دي . کله چې اوه ديرش مليارده هستې په يوه ثانيه کې وچوي (37×10^9 nuclear decay per second) نو يو کيوري لاس ته راځي .

1Bq = 1/s	يو بېکاريل مساوي دی له يوه تجزيه په ثانيه کې
1KBq = 1000 Bq	يو کيلو بېکاريل ياني يو زر تجزيې په ثانيه کې
1MBq = 1000 000 Bq	يو مېګا بېکاريل ياني يو مليون تجزيې په ثانيه کې
1GBq = 1000 MBq = 1000 000 KBq = 1GBq = 1000 000 000 Bq	يو ګيګابېکاريل يا يو زر مليونه بېکاريل

۹- جدول: د اکتيويتي لوی او کوچني واحدونه په مفصل ډول سره ليکل شوي دي .

د اتلسو هستو څخه ځلور هستې چوي او د ځلوروثانیو په موده کې د الفا ځلور وړانګې خپروي



نبي اړخ ته دوخت اندازه کولوپه موخه یو ساعت څخه کار اخېستل کیږي او په کین اړخ کې دیوه رادیو اکتیو عنصرهستې ښوول شوې دي چې د الفا وړانګې خپروي.

د یوه ساعت په مرسته وخت اندازه کیږي چې موده یې ځلورثانیې ده.

اکتیویتي A مساوي ده د تجزیه شوو هستو شمیر Δn تقسیم په وخت Δt .

څرنګه چې په ځلوروثانیو کې ځلور هستې چوي ،نو حاصل تقسیم یې یو بېکاریل دی.

☜ پایله: یو بېکاریل 1 Bq مساوي دی له یوه تجزیه په یوه ثانیه کې یاني $(1 .S^{-1})$

(۱۱-شکل)

۱۱-شکل: په پورتني شکل کې د اکتیویتي A په واحدباندې چې بېکا ریل نومیږي رڼا اچول شو یده . دیوه رادیو اکتیو عنصردهستو تجزې شمیر په یوه ثانیه کې د بېکاریل په نوم یادیږي . (31)

1 Curie (Ci) $= 10^{0}$ Ci $= 3,7 \times 10^{10}$ Bq = 37 GBq
1 Millicurie (mCi) $= 10^{-3}$ Ci $= 3,7 \times 10^{7}$ Bq = 37 MBq
1 Microcurie (µ Ci) $= 10^{-6}$ Ci $= 3,7 \times 10^{4}$ Bq = 37 kBq
27 Millicurie (27 mCi) = 1 GBq
27 Microcurie (27µ Ci) = 1 MBq
1 Nanocurie (1nCi) $= 10^{-9}$ Ci $= 3,7 \times 10^{1}$ Bq
1 Picocurie (1pCi) $= 10^{-12}$ Ci $= 3,7 \times 10^{-2}$ Bq

په ۱۰- جدول کې د اکتیویتي پخواني واحدیاني کیوري په بېکاریل سره اړول شویدی .

یوبیکاریل = یوه تجزیه په یوه ثانیه کې   1 Bq = one decay per second $= s^{-1}$

د راديواکتيو تجزيې قانون (Radioactive Decay Law) :

ديوه راديواکتيو عنصر اکتيويتي A دوخت t په تابع سره دلاندني قانون په بنسټ کمښت مومي .

$$A = -\frac{dN}{dT} = \lambda . N$$

پورتنی تفا ضلي معادله (انډوليزه) د لاندي فرمول په اچولو سره حل کيږي :

$$N(t) = N(0).\, e^{-\lambda . t}$$

په پورتنی معادله کې N(t) دراديواکتيو هستو شمېرپه وخت د (t)، او N(0) دراديواکتيو هستو شمېردوخت شمېرني په پيل کې ياني کله چې وخت صفر وټاکل شي (t =0) او بيا راديواکتيو هستې اندازه شي اولامده λ دتجزيې يوه ثا بته ده چې دهر نوکليد لپاره ځانګړې قيمت لري . په نومورې معادله (انډوليزه) کې د اکسپونېنسيال تابع (Exponential function) قاعده (Basis) يو عدد(شميره) ټاکل شوی، چې ديوه جرمني ساينس پوه اويلرنومي Euler رياضي پوه (Euler Number = e) په وياړ سره نومول شوی دی او مساوي دی له:

☜ د اويلر عدد(شميره) مساوي دی له : **(e = 2,7182)**

فيزيکي نيمايي وخت (Physical Half life = $T_{1/2}$) :

فيز يکي نيمايي وخت يا دعمرموده هغه وخت ته ويل کيږی چې په نومورې موده کې، د يوه ټاکلي راديواکتيو عنصردهستو شمېر $N(t) = N(T_{1/2})$ دلومړني وخت هستوشمېر $N(t=0)$ په پرتله نيماي ته راولويږي . کله چې د راديواکتيو تجزيې په معادله(انډوليزه) کې فيز يکي نيمايي وخت وکاروو ، نولرو :

$$N(T_{1/2}) = \frac{N(0)}{2} = N(0).\, e^{-\lambda .\, T_{1/2}}$$

که دپورتنی معادلي د دواړو اړخونو طبيعي لوګاريتم (Logarithmus Naturalis = Ln) ونيسو نو د فيزيکي نيمايي وخت $T_{1/2}$ او د تجزيې ثابته لامده λ تر منځ لاندنی اړيکې لاس ته راځي . که په يادولرو چې د دوو (2) طبيعي لوګاريتم ياني (ln 2 = 0,693) سره مساوي د ی، نود فيز يکي نيمايي وخت لپاره ليکلای شو چې:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0{,}693}{\lambda}$$

اويا د لامدا لپاره ليکلای شو چې:

$$\lambda = \frac{\ln\ 2}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{T_{1/2}}$$

کله چې د لامدا پورتنی قيمت، د راديو اکتيو تجزيې په قانون کې واچوو، نو د اکتيويتي A لپار ليکلای شوچې:

$$A = N(0)\times\lambda\times e^{-0,693\,t/T_{1/2}}$$

که دلومړني وخت اکتيويتي په A(t= 0) = A(0) سره وښيو، نو ليکلای شوچې:

$$A(0) = N(0)\times\lambda$$

په پايله کې د راديو اکتيو تجزيې قانون،د فيزيکي نيماي وخت په تابع سره لاندې شکل ځانته غوره کوي .

$$A(t) = N(0)\times\lambda\times e^{-0,693\ \ t/T_{1/2}} = A(0)\times e^{-0,693\ \ t/T_{1/2}}$$

☜ د رياضي يوه بل فرمول په مرسته سره هم کولای شو چې دهغو راديواکتيو هستوشمېر N(t) چې په اوسني وخت کې يې اندازه کوو، تر لاسه کړو. دبېلګې په توګه ،که چېرته د هستو نيمايي عمر په $T_{1/2}$ او دلومړي وخت هستو شمېر په N(0) سره وښيو، نو دهغو هستو شمېر N(t) چې په وخت t کې موجود دي ، په لاندې ډول سره تر لاسه کولای شو:

$$N(t) = \frac{N(0)}{2^{+t/t_{1/2}}} = N(0)\times 2^{-t/T_{1/2}}$$

ددې لپاره چې موږ وښوولای شو، چې پاسنۍ معا دله لکه درادیواکتيويتي قانون په شان دباور وړده، نو لاندنۍ شمېرنه تر سره کوو. دبېلګې په ډول ،که چيرته دوخت t په ځای په خپل وار سره يو ځل نيمايي عمر ($t = 1T_{1/2}$)، دوه ځله نيمايي عمر ($t = 2T_{1/2}$) او دري ځله نيمايي عمر ($t = 3T_{1/2}$) په پورتنۍ معادله (انډوليزه) کې واچوو، نو درادیواکتيو هستو شمېر N هم دنومړي وخت دتېريدلو سره سم، په خپل وارسره دلومړني وخت راديو اکتيو هستوشمېر N(0) په پرتله نيمايي برخې (N(0)/2)، څلورمې برخې (N(0)/4) او اتمې برخې (N(0)/8) ته رالويږي. دوروستي رياضي فرمول ګټه په دې کې ده، چې که د خپلې خوښې سره سم وخت وټاکو او بيا يې د نيماي عمر په وخت واړوو، نو په ډېره اسانی سره په نومړې معادله کې د اکسپونېنسيال تابع (Exponential function) چې په قاعده کې يې دووشميره (2) اوپه طاقت کې يې نيمايي عمر دی، شمېرنه تر سره کړو. په پايله کې دپورته وروستي رياضي فرمول په مرسته سره داکتيويتي A لپاره يوه ډېره اسانه معادلا س ته راځي .

$$A(t) = A(0) \times e^{-\frac{0,693\, t}{T_{1/2}}} = \frac{A(0)}{2^{t/T_{1/2}}}$$

د کينړ اړخ اکسپونېنسيال تابع په بل ډول اړوو :

$$e^{-\frac{\ln 2\, t}{T_{1/2}}} = (e^{-\ln 2})^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

څرنګه چې $e^{-\ln 2} = 1/2$ سره دی نو لرو چې:

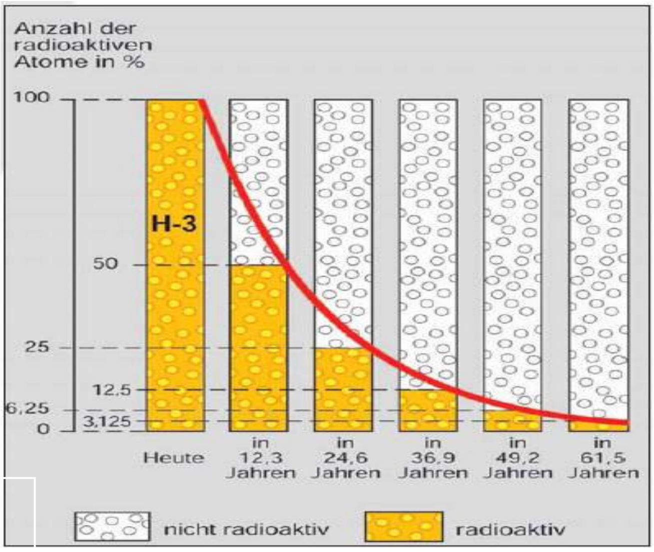
$$\frac{A(t)}{A(0)} = 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

کله چې دپورتنۍ معادلې دواړه اړخونه دطبيعي لوګاريتم (ln) لاندې ونيسو ، نو د يوه نا څرګنده وخت t او اکتيويتې دتناسب (A/A$_0$) تر منځ لاندنۍ اړيکې تر لاسه کيږي :

$$-\frac{t}{T_{1/2}} \ln 2 = \ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right)$$

$$t = -\ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right) \times T_{1/2} \times 1,443$$

د بېلګې په ډول په ۱۲- شکل کې د هايدروجن اتوم يو ايزوټوپ تريسيم (Tritium) نيمايي عمر دکالونو په واحد په افقي محور او د اتومونو تجزيه په عمودي محور باندې ښوول شوی دی . دنوموړي ايزوټوپ نيمايي عمر لږ څه ۱۲ کاله دی ، داځکه چې د نوموړو کالونو څخه وروسته ، دراديو اکتيو هستو شمېر د لومړني وخت په پرتله پينځوس په سل کې ياني نيما يي ته را لو يږي .



نه راديواکتيو راديواکتيو

۱۲- شکل : دهايدروجن اتوم ايزوټوپ تريسيم (Tritium = H-3) لپاره د تجزيې قانون دنيمايي عمر په تابع اودکالونوپه واحدسره ښوول شوی دی . راديواکتيو اتومونه په زيړرنګ اونه راديواکتيواتومونه په سپين رنګ ښوول شوي دي .(34)

که دوخت موده صفروټاکل شي، نو دنوموړي شکل څخه ښکاريږي، چې دتريسيم راديواکتيوهستوشميرپه سل کې سل دی. ديونيمايي وخت ياني 12,3 a کالونو څخه وروسته، پينځوس په سل کې اود دوه ځله نيمايي وخت ياني 24,6 a کالونو څخه وروسته لږ څه پينځه ويشت په سل کې راديو اکتيو اتومونه پاتې کيږي .

n . $T_{1/2}$ د نيمايي وخت شمېر	Activity(2^{-n}) داکتيوهستوبرخه		په سل کې داکتيويتي پاتې برخه
0 $T_{1/2}$	$1/2^0$	1	100%
1 $T_{1/2}$	$1/2^1$	1/2	50%
2 $T_{1/2}$	$1/2^2$	1/4	25%
3 $T_{1/2}$	$1/2^3$	1/8	12,5%
4 $T_{1/2}$	$1/2^4$	1/16	6,25%
5 $T_{1/2}$	$1/2^5$	1/32	3%
6 $T_{1/2}$	$1/2^6$	1/64	1,5%
7 $T_{1/2}$	$1/2^7$	1/128	0,7%
8 $T_{1/2}$	$1/2^8$	1/256	0,4%
9 $T_{1/2}$	$1/2^9$	1/512	0,2%
10 $T_{1/2}$	$1/2^{10}$	1/1024	0,1%

۱۱- جدول: ديوه راديو اکتيو عنصردراديواکتيويتي کمښت د نيمايي عمر شمېر ($n\times T_{1/2}$) په تابع سره ښوول شوی دی .

د ببلګي په ډول: ديوه نيمايي عمر څخه $n = 1T_{1/2}$ وروسته يوازي پينځوس په سل کې او دلسو نيمايي عمرو $n = 10T_{1/2}$ څخه وروسته د لومړي وخت اکتيويتي يوازي زرمه برخه پا تې کيږي .

- هر يو راديونوکليد ځانګړی فيزيکي نيمايي وخت لري، چې کچه يې د يوې ثانيې نه هم کوچنۍ کېدای شي او تر بليونو کالونو پورې هم رسيږي . د ببلګي په ډول دايوداين Iodine -131 نيماي عمر اته ورځې، دسېزيم Caesium-137 نيمايي عمرلږ څه دېرش کاله، دکاربون څوارلس Carbon-14 ايزوټوپ پينځه زره اوه سوه دېرش کاله 5730 y او يورانيوم دوه سوه اته دېرش Uranium -238 څلورزره څلورسوه اويا مليونه کالونو 4470 million years ته رسيږي .

* **پوښتنه** : په هستوي طب (Nuclear Medicine) کې د تخنيسيم (Technecium 99m) څخه د سرطان ناروغيوپه پيژندلوکي هراړخيزه ګټه پورته کيږي . دنوموړي راديواکتيوعنصرنيمايي وخت شپږساعته دی ($T_{1/2}$ = 6 hour) . دڅومره وخت څخه وروسته، د نوموړي عنصر يو په شپاړسمه برخه (1/16) پاتې کيږي؟

* **حل** : د تخنيسيم Tc-99m راديواکتيو عنصرنيمايي وخت $T_{1/2}$ او دتجزيې ثابت λ او تېر شوي وخت t ترمنځ لاندنی اړيکې شته دي .

$$\lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{6} = 0,1155 / hour$$

کله چې د لامبدا پورتنی قیمت دتجزیې په معادله (انډولیزه) کې واچوو، اود لومړي وخت اتومونو شمېرپه N_0 سره وښيو نولروچې:

$$\frac{N_t}{N_0} = e^{-\lambda t} = \exp(-\lambda t) \quad ، \quad N_t = N_0 \times e^{-\lambda t}$$

$$\frac{N_t}{N_0} = \frac{1}{16}$$

$$\frac{1}{16} = \exp(-0,1155t) \qquad \ln\frac{1}{16} = \ln 1 - \ln 16 = \ln e^{-0,115t} = -0,115t \ln e \ ;$$

$$t = \frac{\ln \ 16}{0,1155} = 24 \quad hours$$

* **ځواب**: دځلرويشتو ساعتونو څخه (24 hours) وروسته دتخنيسيم يوپه شپاړسمه برخه اکتيويتي پاتې ده .

* **بېلګه**: يوه سيمه په طبيعي يورانيوم U-238 باندې ککړه شو بده او يوه سمپل Sample يا نې نمونه چې وزن يې دوه سوه اته ديرش ګرامه دی په يوه لابراتوار کې وازمويل شوه او داکتيويتي اندازه يې څه ناڅه دري مېګا بېکارېل (2,95 MBq) وټاکل شوه .

* **پوښتنه**: دنوموړي يورانيوم د نيمايي عمر وخت به څومره وي؟

* **حل**: څرنګه چې د يورانيوم مولارکتلې وزن Mole Mass دوه سوه اته دېرش ګرامه دی (238 g) نو په يوه مول کتله کې داتومونو شمېر N د اووګادرو عدد (Avogadro Number = N_A) سره مساوي دی . نو داکتيويتي A، دتجزيې ثابتې لامدا λ اونوموړي عدد(شميره) N_A تر منځ لاندنۍ اړيکې اعتبارلري :

A = λ × N_A

اکتيويتي = دتجزيې ثابته × اووګادروعدد

څرنګه چې په يوه مول يورانيوم کې د اتومونو شمېر مساوي ده له $N_A = 6,022 \times 10^{23}$ /Mol او دسېمپل اکتيويتي مساوي ده له $A = 2,95\ MBq = 2,95 \times 10^{6} Bq$، نو د لامدا λ قيمت په لاندې ډول سره تر لاسه کولای شو:

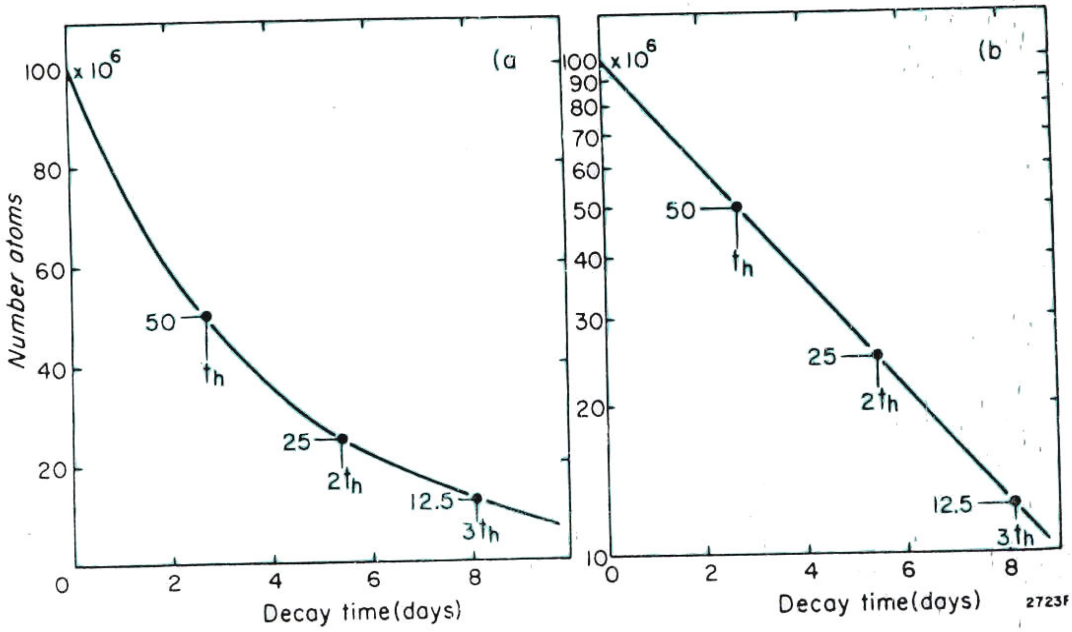
$$\lambda = \frac{A}{N_A} = \frac{2{,}95 \times 10^{6}\, Bq}{6{,}022 \times 10^{23}\, Mol} = 4{,}899 \times 10^{-16}\, s^{-1}$$

د یورانیوم دعمرنیماي وخت $T_{1/2}$ دلاندې معادلې څخه لاس ته راځي:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0{,}693}{4{,}899 \times 10^{-16}\, s^{-1}} = 1{,}42 \times 10^{15}\, s = 4{,}49 \times 10^{9}\, a$$

* **ځواب**: دطبیعي یورانیوم دعمر نیمایي وخت لږ څه ځلورنیم ملیارده کاله (Year = a) دی . دا په دې مانا چې وروسته له نومړې مودې څخه به هم دغه سیمه په رادیواکتیو موادو ککړه پاتې شي ، داځکه چې د یورانیوم سېمپل، دلومړي وخت درې مېګا بېکاریل اکتیویتي څخه به یونیم مېګا بېکارېل اکتیویتي لا نورهم پاتې وي .

د یوه رادیو اکتیو ایزوټوپ دتجزیې اکسپونېنسیال (Exponential decay) ګراف د وخت په تابع سره په دوه ډوله ښود لای شو . لومړی داچې عمودي محورېې سم سیخ یا خطي ویش (سکېل) ولري او دوهم داچې عمودي محورېې لوګاریتم په شکل سره وي . په ۱۳- شکل کې د رادیو اکتیو ایزوټوپ لکه طلا (Au^{198}) لپاره نومړې دواړه کرښلارې ښوول شوې دي:



(۱۳-شکل)

۱۳- شکل: د طلا رادیو اکتیو ایزوټوپ (Au^{198}) د لومړني وخت سل ملیونو اتومونو (10^{8} atoms) دتجزیې ګراف دورځو (days) په تابع سره، چې نیمایي وخت یې لږ څه درې ورځې (t_h =2 ,69 d) دی په دوه ډوله ښوول شوی دی. په کیڼ اړخ ګراف کې عمودي محور په خطي او ښي اړخ ګراف کې په لوګاریتمي ویش سره ښوول شوی دی (15) .

☜ **دپام وړ**: په یوه ګرام ماده کې د الکترونو او یا اتومونوشمېر کولای شو چې داوګادرو عدد(شمیره) څخه ترلاسه کړو. اووګادروعدد(شمیره) د اتومونو شمېرد یوې مادې په یوه ګرام کتله کې ما لوموي او دهم هغه عنصر داتومي وزن (Atomic Weight = A) سره مساوي دی .

دبېلګې په ډول څرنګه چې د کاربون عنصر اتومي وزن دوولس دی، نو داسې مانا لري چې د کاربون عنصر دوولس ګرامه، څه ناڅه لس په طاقت ددرویشت $N_A = 6,02 \times 10^{23}$ شمیراتومونه لري . که چېر ته یوه ماده تر پام لاندې ونیسو، چې اتومي وزن یې په A او اتومي عدد(شمیره) یې (Atomic Nuber = Z) په Z سره ښیو، نو داووګادرو عدد ، دتعریف سره سم لیکلای شوچې:

☜ په یوه ګرام ماده کې داتومونو شمېر = Number of atoms per g = N_A/A

☜ په یوه ګرام ماده کې دالکترونو شمېر = N_e = Number of electrons per g = $N_A\,Z/A$

➢ څرنګه چې دهایدروجن عنصر اتومي وزن، د لږڅه یو ګرام تقسیم په یو مول سره مساوي دی، نو د طبیعي یورانیوم اتومي وزن په واحد مول، دوه سوه اته دېرش ګرامه قیمت لري .

❋ **پوښتنه**: په (0,2 gramm) یانې دوه سوه ملي ګرام اوبو کې د مالیکولو شمېر مالوم کړئ؟

❋ **حل**: څرنګه چې د یو مول اوبو وزن اتلس ګرامه دی 18 .0 g/mol نو د صفر عشاریه دوه ګرام اوبو وزن په مول سره مساوي دی له :

$$0,2 \text{ g} \div 18 \text{ g/mol} = 0,0111 \text{ mol}$$

$$0,0111 \text{ mol} \times 6,022\times10^{23} \text{ molecules/mol} = 0,067\times10^{23} \text{ molecules/mol}$$

❋ **ځواب**: په دوه سوه ملي ګرام اوبو کې لږڅه اوه شپیته ضرب د لس په طاقت دشل مالیکول شته دي .

د یوه راډیواکتیو عنصر منځنۍ وخت (Average time = T_a) :

د راډیواکتیو عنصر منځنۍ وخت هغه وخت ته وایي، چې دیو عنصرراډیواکتیویتي دلومړي وخت په پرتله داویلرعدد(شمیره) (e= 2,718) په کچه کمښت ومومي . تجربو ښوولې ده چې دیوه راډیو اکتیوعنصرمنځنۍ وخت T_a د نیمايي وخت څخه څه ناڅه یونیم $T_{1/2}$ څله ډېر دی . دبېلګې په ډول دطلا 198-Ag نیمايي وخت 2,69 d ورځې دی نومنځنۍ وخت یې 3,87 d = (2,69)×1,44 یانې څه ناڅه کم څلورورځې دی . دټیخنیسیم Tc-99 نیمايي وخت شپږ ساعته او منځنۍ وخت یې 1,44×(6)=8,64 h دی . د یوه راډیو اکتیو عنصر منځنۍ وخت T_a د تجزیې ثابته λ او د نیمايي عمر $T_{1/2}$ ترمنځ لاندنۍ اړیکې شتون لري .

$$T_a = \frac{1}{\lambda} = \frac{t}{0,693} = 1,44 \times T_{1/2}$$

ديوې راديو اکتيو مادې د هستو شمېر N = دمادې اکتيويتي A ضرب راديواکتيومادې منځنی وخت T_a

N = Number of nuclei = T_a ×Activity = 1,44 × $T_{1/2}$ ×Activity

اويا ديوې مادې داکتيويتي A لپاره په لنډ ډول ليکو:

Activity = 0,693 × N /$T_{1/2}$
راديو اکتيويتي = دهستو شمېرضرب **(0,693)** تقسيم په نيمايي وخت

* **پوښتنه**: د يوه ناروغ پروستا تا Prostata په غده کې د وه ملي کيوري 2 mCi راديو اکتيو طلا ايزوټوپ Au-198 ددرملنې په موخه کېښوول کېږي . دنومړي ايزوټوپ د خپرې شو وهستو شمېر محاسبه (وګڼئ) کړئ ، که چېرته د طلا ايزوټوپ نيمايی عمر 2,9d ورځې وی .

* **حل**: يوه ورځ چې په ثانيه و اړول شي نو مساوي ده = $1\text{day} = 8,64\times10^4$ s
منځنی وخت T_a مساوي دی له:

$$T_a = 1,44\times T_{1/2} = 1,44 \times(2,69d) = 3,7d$$

څرنګه چې دخپرې شوو هستو شمېر مساوي دی له: اکتيويتي ضرب دمنځنی وخت نو لروچې:

$$2,0\ \text{mCi x } 3,87\ \text{d} = 7,74\ \text{mCi d} = 7,74\ \text{mCi}\times8,64\times10^4\ \text{s} = 6,69\times10^5\ \text{mCi s}$$

$$2,0\ \text{mCi x}3,87\ \text{d} = 6,69\times10^5 \times 3,7\times10^7\ \text{Bq s} = 2,48 \times10^{13}\ \text{Bq s} = 2,48\times10^{13}$$

* **ځواب**: د منځني وخت په موده کې لږ څه دېرش بليونه هستې او يا په بل عبارت لږ څه درې ضرب د لس په طا قت د ديا رلسو هستې د راديو اکتيو طلا څخه خپرېږي او د ناروغ په نسجونو کې جذب (زبېښل) کيږي .

* **پوښتنه**: دراديو اکتيو طلا ايزوټوپ Au-198 نيمايي عمر $T_{1/2} = 2,69$d ورځې دی نووروسته له اوو ورځو 7d دپاتې شوو راديو اکتيو اتومونو N شمېر مالوم کړئ، په داسې حال کې چې د طلاايزوټوپ دلومړي وخت اتومونو شمېر $N_0= 10^8$ قيمت ولري ؟

* **حل**: کله چې دتجزیې تېر شوي وخت t موده د نیمایي عمر په واحدواړوونو لرو چې:

$$t/T_{1/2} = 7/2,69= 2,60$$

څرنګه چې $2^{2,60} = 6,06$ ، سره برابر دی ،نود طلااتومونو شمېر N د وخت t دتېریدلو څخه وروسته دلاندني فرمول څخه لاس ته راځي:

$$N = \frac{N_0}{2^{t/T_{1/2}}} = \frac{10^{8}}{2^{2.60}} = 1,65 \times 10^{7}$$

* **ځواب** : د اوو ،ورځو په موده کې د رادیو اکتیو طلا څخه لږ څه شپاړس نیم ملیونه هستې خپرېږي .

* **بېلګه**: دپولونیم Po-210 نیمایي عمر یو سلو اته دیرش 138 d ورځې دی . دنوموړي عنصر یوه نمونه ترلاسه شوه چې اکتیویتی یې دري سوه مایکروکیوري A(0) = 300 µCi وټاکل شوه .

* **پوښتنه**: وروسته له دریو کالونو څخه (1095 days= 3 years) به دپولونیم اکتیویتي څومره وي؟

* **حل**: تر هر څه له مخه دنیمایي عمر شمیر $n = t/T_{1/2}$ ترلاسه کوو نولرو چې:

$n = t/T_{1/2} = 1095$ days/138 days = 7,91 half lifes یا نې څه ناڅه اته نیمایي عمره کېږي .

$$A(t) = A(0) \times (1/2)^{n} = 300\ (1/2)^{7,91} = 300(\ 0,00416) = 1,25\ \mu Ci$$

* **ځواب**: وروسته له دریو کالو څخه دپولونیم نمونې اکتیویتي څه ناڅه 1,25 µCi ته را ښکته کیږي

که دلومړي وخت رادیو اکتیواتومونو شمیر په N_0 سره وښیو ،نو د این n شمیر نیمایي وخت تېریدلو څخه وروسته، دپاتې شوو رادیو اکتیو هستو شمیر N دلاندې فرمول څخه ترلاسه کېږي :

$$N = N_0 \times (1/2)^{n}$$

په رادیوکیمیا (Radiochemistry) کې دفیزیکي نیمایي عمر ګټوراستعمال :

دیوه رادیو اکتیو عنصر دفیزیکي نیمایي عمر په مرسته سره کولای شو چې دکاني ډبرو، نباتاتو او لرغونو اثارود منځنه راتلواویا دعمر موده وټاکو . په دې اړوند درادیو کاربون تګلاره (Radiocarbon Methode) دیادوني وړده ، چې دلومړي ځل لپاره د یوه امریکایي ساینس پوه لخوا پر کارواچول شوه او په ۱۹۶۰ م کال

کي دنوبل جایزې په اخیستني بریالی شو . دبېلګې په ډول کله چې دکیهان لخوا کازمېکي وړانګي (cosmic rays) د ځمکي اتموسفیر (فضا) ته راننوځي نو دهوا داتومونو سره غبرګون کوي چې د هستوي تعامل په پایله کې یولړ ګڼ شمېر هستوي ذرې لکه پروتون،نیوترون، مېزون، ګاما کوانت اونورې ذرې منځته راځي . نو کله چې یو حرارتي نیوترون n دهوا نایتروجن N^{14} هستې څخه جذب(وزبېښل) شي نو په پایله کې رادیو اکتیو کاربون (C-14) لا س ته راځي . دنومړي هستوي تعامل معادله(انډولیزه) په لنډ ډو ل سره داسې لیکل کیږي: $N^{14}(n,p)C^{14}$. په دغه هستوي تعامل کې پیدا شوی کاربون (C-14) عنصر رادیو اکتیو خاصیت لري او د بېتا وړانګي خپروي چې په پایله کې په نه چاودیدونکي ثابت نایتروجن بانديې اوړي .

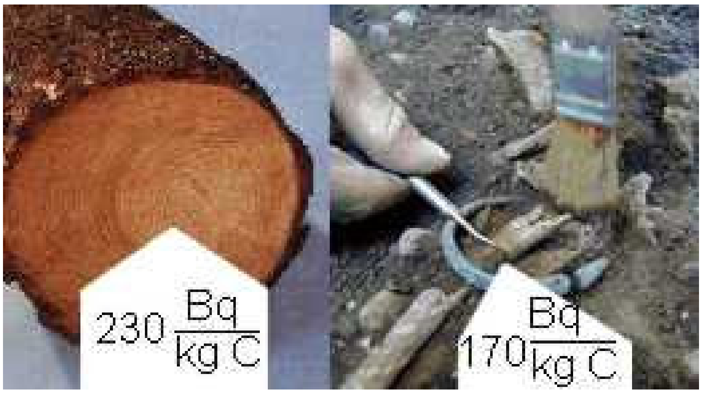
په اتموسفیر کې دکاربون دوه ډوله ایزوټو پونه موجوددي . یورادیو اکتیوکاربون ایزوټوپ C-14 او بل نه رادیواکتیوکاربون C-12 . په فضا کې نومړي دواړه ایزوټوپونه په ګډ ه سره یو داسې مرکب(ګډ) جوړوي چې دهغوی تناسب په اتموسفیر کې تل ثابت پاتې کیږي C^{14}/C^{12} = constant . داپه دې مانا چې په سل کې یوه ټاکلې برخه د رادیو اکتیو کاربون C-14 او بله برخه یې د نه رادیواکتیو کاربون C-12 څخه جوړه شو ېده .

➢ د کاربون C-14 اتومونواو کاربون C-12 تنناسب مساوي دې له: $C^{14}/C^{12} = 1,2\times10^{-12}$

رادیوا کتیف کاربون C^{14} چې نیمايي عمر یې 5730 years کاله دی، دځمکې په لوړ اتموسفیرکې منځته راځي او بیا د هوا د نه رادیواکتیو کاربونC^{12} سره یو مرکب(ګډ) جوړوي . کله چې هوا دیوه ژوندي اورګانیزم لخوا تنفس شي، نو دبدن په حجروکې یې دکاربون دواړه ایزوټوپونه په یوه ثابت تناسب سره موجودوي . کله چې یو اورګانیزم ومري نودهغې سره سم دهوا څخه دکاربون دواړه ایزوټوپونه هم نور نشي تنفس کولای . خو په اورګانیزم کې درادیواکتیو کاربون برخه دوخت په تېریدلو سره تجزیه کیږي . کله چې درادیواکتیو کاربون اندازه د اورګانیزم په یوګرام ماده کې تر لاسه کړو نو کولای شو چې ددغه اورګانیزم د پیدا ایښت نېټه وټاکو .

که فرض کړو چې یوه لرغوني مجسمه چې دوني لرګي څخه جوړه وي تر پام لاندې ونیسواو کله چې دغه ونه زړه شي او ومري نو وروسته له هغه دکا ربون دواړه ډوله ایزوټوپونه د ځان په حجرو کې نشي زېښلای . نوددې نیټې څخه وروسته درادیو اکتیو کاربون برخه C-14 دوخت په تابع سره اکسپونښیال کمښت مومي او د نه رادیو اکتیو کاربون C-12 برخه ثابته اوپه خپل حال پاتې کیږي . څرنګه چې نومړي دواړه ایزوټوپونه داسې یو مرکب(ګډ) جوړوي چې په خپل منځ کې یو ثابت سلیز تناسب لري نو کله چې ددغې ونې د یوه تازه لرګي یوه ټا کلې نمونه د بېلګې په ډول لکه یوګرام راواخلو او د رادیو اکتیو کاربون اکتیویتي یې اندازه کړواو بیا دیوه ګرام لرغوني مجسمې لرګي یو ګرام اکتیویتي اندازه کړو،نود نومړو نمونو د رادیو اکتیویتي د توپیر څخه کو لای شو چې د لرغوني مجسمې د عمر وړاند وینه وکړو . درادیوکاربون طریقه (لیار) په لرغون پوهنه (Archaeology)، جیا لوجي، بیالوژي، طبابت، بیوفیزیک او ګیوفیزیک کې د شیانو د عمر مالو مولو په موخه ګټورا ستعمال پیدا کړی دی .

* **پو ښتنه**: دلرګي په یوه لرغوني مجسمه کې دیوه کیلوګرام رادیواکتیو کاربون C-14 اکتیویتي یو سلو اویا بیکاریل A(t) = 170 Bq/Kg carbon او دیو ه تازه اوهمدغه جنس لرګي لومړني وخت دیوه کیلو ګرام اکتیویتي A(0) = 230 Bq/Kg carbon اندازه شوه . د نومړې مجسمې د عمر موده مالومه کړی؟



(۱۳- شکل)

۱۳- شکل: دیوه کیلو گرام تازه لرگي دکاربون عنصر اکتیویتي دوه سوه دیرش بیکاریل او دلرغونې مجسمې یو کیلو گرام لرگي اکتیویتي یوسلو اویا بیکاریل اندازه شوی دی.

* **حل**: څرنگه چې په لومړي وخت کې د راديو اکتيو او نه راديو اکتيو کاربون تر منځ په سليزه برخه کې يو ثابت تناسب موجودوه، نو دهغه وخت نه راپدې خوا تر اوسه پورې دومره وخت تېرشوی دی چې د تجزيې وخت t سره برابردی . نوموړی وخت دنيمايي وخت $T_{1/2}$ په مرسته سره په لاندې ډول محاسبه کولای شو:

$$t = -\ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right) \times T_{1/2} \times 1{,}443$$

څرنگه چې دراديو اکتيو کاربون C-14 دتجزيې فيزيکي نيمايي وخت پينځه ذره اوه سوه دېرش کاله (5730 a) دې نو لرو چې:

$$t = -\ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right) \times T_{1/2} \times 1{,}443 = -\ln\left(\frac{170\ Bq}{230\ Bq}\right) \times 5730\ a \times 1{,}443 = 2500a$$

* **ځواب**: دلرغونې مجسمې دعمرموده لږ څه دوه زره پينځه سوه 2500 a کاله ده .

* **پوښتنه**: په يوه بڼ کې دوه کټ مټ يو شان نيالگي کينول شول چې د راديو اکتيو او نه راديو اکتيو کاربون کثافت يې په تازه حالت کې سره يو برا بردی . که چېر ته يو ددغو نيا لگيو څخه وچ شي نو د کا ربون تناسب يې سره توپيرکوي . که فرض کړو (ومنو) چې د لامده نيالگي په يوه ټاکلې نمونه کې د کاربون اندازه څلورگرامه(4 g) او د وچ شوي لرگي په هم هغه کچه نمونه کې د کاربون اندازه درې عشاريه پينځه نوي گرام (3,95 g) قيمت ولري نود وچ شوي لرگي د مړينې نيټه مالومه کړی؟

* **حل:**

* په لومړي وخت کې د کاربون اندازه $N_i = 4\ g$

* په اخېر وخت t کې د کاربون اندازه $N_f = 3{,}95\ g$

* د راديو کاربون نيمايي وخت مساوي ده له: $T_{1/2} = 5730\ y$

. کله چې پاسني قېمتونه په لاندنۍ معادله (انډوليزه) کې واچوو نو د وچ شوي لرگي د مړينې نيټه t ترلاسه کيږي :

$$N_f = N_i \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

$$3{,}95 = 4(1/2)^{t/5730}$$

کله چې د پورتنی معادلې لوگاريتم ونيسو نو لرو چې : $t = 5730 \ln(3{,}94/4)$

او د تېر وخت لپاره لاندنۍ موده لاس ته راځي . $t = 104 \quad years$

* **ځواب** : دوچ شوي نيالگي دمړينې موده يوسلو څلور کاله ده .

بيالوژيکي نيمايي وخت (Biological half life = T_{bio}) :

بيالوژيکي نيمايي وخت يا نيمايي عمر هغې مودې ته وايي چې په هغه کې ديوه بيالوژيکي اورگانيزم لکه د انسان او څلورپښې ته دخوراک له لارې ورننوتلي راديواکټيو موادو اندازه ، د فيزيکي او بيالوژيکي پروسو لکه مېتابالېزم، افراز(ځنځوب) او ترشح (څڅوب) له لارې دلومړي وخت په پرتله نيمايي ته را ښکته شي او په پايله کې نيمايي په بدن کې پاتې شي او نيمايي د بدن څخه ووځي .

اغېزمن نيمايي وخت (Effective half life = T_{eff}) :

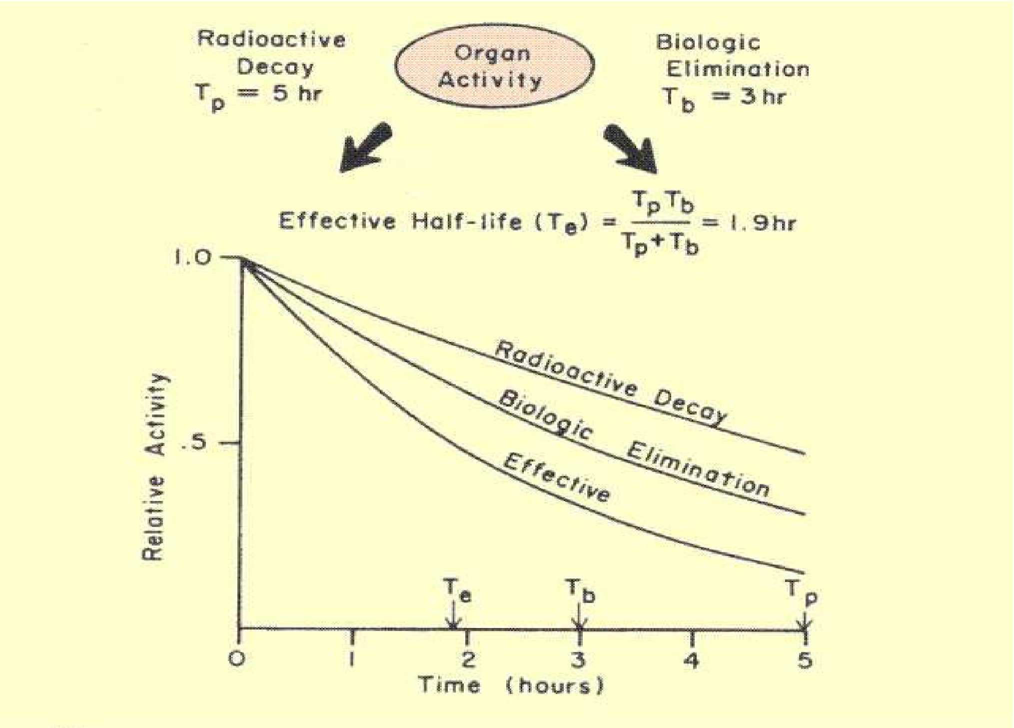
اغېزمن نيمايي وخت هغه وخت دې چې دهغه د تېريدلو نه وروسته په بدن کې د يو راديواکټيو عنصراندازه د لومړي وخت په پرتله ديوې خوادفيزيکي کړنلارې لکه راديو اکټيو تجزيه او بلخوا دبدن څخه د بيالوژيکي پروسولکه افراز(ځنځوب) او ترشح (څڅوب) له لارې نيمايي ته راولوېږي . اغېزمن نيمايي وخت په هستوي طب کې ديوه غړي لکه تايرئيد او يا پښتورگي دانرژي ډوزد اټکلو او دنومورو غړو د کارکولوپه اړه مالومات تر لاسه کول يو ډېر غوره اوگټور کميت گڼل کيږي . دنوموړو دريونيمايي وختونو يانې بيالوژيکي T_{bio}، فيزيکي T_{phys} او اغېزمن نيمايي وخت T_{eff} ترمنځ لاندنۍ اړيکې اعتبار لري .

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{biol}} \oplus \frac{1}{T_{phys}}$$

د پاسنۍ معادلې څخه اغيز من نيمايي وخت T_{eff} په لاندې ډول لاس ته راوړو:

$$T_{eff} = \frac{T_{biol} \times T_{phys}}{T_{bio\ l} \oplus T_{phys}}$$

بيالوژيکي نيمايي وخت درې ساعته	د بدن يو غړی	فيزيکي نيمايي وخت پينځه ساعته



(۱۴-شکل)

۱۴- شکل: د بدن په يوه غړي کې ديوه راديو اکتيو عنصر د نسبي (پرتليز) اکتيويتي کمښت د اغېز من نيمايي وخت T_{eff}، فيزيکي نيمايي وخت T_p او بيالوژيکي نيمايي T_b وخت په تابع سره ښوول شوی دی. د بېلګې په ډول که چېرته يو راديواکتيو عنصر بدن ته دناروغۍ دپېژندلو په موخه پيچکاري شي چې بيالوژيکي نيمايي وخت يې درې ساعته او فيزيکي نيمايي وخت يې پينځه ساعته وي نو اغېز من نيمايي وخت يې لږ څه دوه ساعته دی. دا په دې مانا چې دنومورې وخت څخه وروسته په بدن کې دلومړي وخت نيمايي اکتيويتي پاتې کيږي. (37)

* **بېلګه**: دتايروئيد غدي دناروغۍ دتشخيص په موخه يوه ناروغ ته د راديواکتيو ا يوډ ين J-131 لس ميګا بيکارل 10 MBq اکتيويتي په رګونوکي ور پيچکاري شوه . د نوموړي راديو اکتيو عنصر فيزيکي نيمايي وخت اته ورځې 8d او بيالوژيکي نيمايي وخت اتيا ورځې 80d قيمت لري .

* **پوښتنه**: داغېزمن نيمايي وخت موده څومره ورځې (d= day) ده؟

$$T_{eff} = \frac{80 \times 8}{80 \oplus 8} = 7,27\ d$$

* **ځواب**: اغېزمن نيمايي وخت لږ څه اوه ورځې دی .

راديو نکليد	فيزيکي نيمايي وخت	بيالوژيکي نيمايي وخت	اغېزمن نيمايي وخت
Uranium-238 په هډوکو کې	4500000000 څلورنيم ملیارده کاله	14 څوارلس کاله	13,99 لږ څه څوارلس کاله
Plutonium-239 په هډوکوکې	24110 کا له	50 کا له	49,9 کالونه
Caesium-137 غړوکې جذب کيږي	30,2 کا له	110ورځې	109 ورځې
Caesium-134 غړوکې جذب کيږي	2,1 کا له	110 ورځې	96 ورځې
Iod-131 تايريد غده کې جذب کيږی	8 ورځې	80 ورځې	7,3 ورځې

۱۲-جدول: دځينو راديواکتيو عنصرولپاره چې د بدن په غړو کې په لوړه کچه جذب (زېښنل) کيږي د فيزيکي نيمايي وخت، بيالوژيکي نيمايي وخت او اغېزمن نيمايي وخت شمېرنه ښوول شو بده :

(1) په هډوکوکې ديورانيوم U^{238} بيالوژيکي نيمايي وخت څوارلس کاله دی (14 years)
(2) ديورانيوم U^{238} فيزيکي نيمايي وخت څلورنيم ملیارده کاله دی (4500000000 years)
(3) د يورانيوم U^{238} اغېزمن نيمايي وخت څه ناڅه څوارلس کاله دی.

☜ **پايله** : که ديوې سيمې چاپېريال په يورانيوم ککړشي نو تر زرګونو کالونو پورې به نوموړې سيمه د اوسيدلوړ نه وي . داځکه چې دنوموړي عنصراکتيويتي د څلورنيم ملیارده کالو څخه وروسته هم نيمايي راديو اکتيواتومونه لري اوله دې کبله چاپېريال په راديو اکتيويورانيوم ککړ پاتې کيږي .

* **بېلګه**: په يوه ناروغ کې دتايروئيد اډينوم (Adenom cancer) سرطان وپېژندل شو او د درملنې په موخه هغه ته دراديو اکتيو ايوډ ين J-131 نهه سوه شپېته ميګا بيکارل A = 960 MBq اکتيويتي د ګوليو په شکل ورکول کيږي . د سوديم ايوديد ډيډکټور (NaI-detector) په مرسته داندازه کولو په پايله کې ثابته شوه چې دنوموړي اکتيويتي څخه په تايروئيد کې يوازې اته ويشت په سل کې (28%) = S ذخيره (سپمول) شويدي .

* **پوښتنه** : که چېرته دتايروئيد اډينوم سرطان کتله نونس ګرامه $m_{Th} = 19\ g$ اود ايوډين راديو ايزوټوپ اغېز من نيمايي وخت اوه ورځې قيمت ولري ($T_{eff} = 7\ d$) نو په تايروئيد کې د بېټا وړانګو جذب شوې انرژي D مالومه کړئ؟

* **حل** : دايوډين انرژي طيف څخه ځرګنديږي چې د بېټا وړانګو منځنۍ خپرېدونکې انرژي E = 0,183MeV قيمت لري نو په تايروئيد کې دجذب شوې انرژي ډوز D[Gy] په واحدګرې د لاندې فرمول په مرسته سره ترلاسه کولای شو :

$$D = \frac{1}{m_{Th}}\left(S\,.\,A\,.\,E\,.\,\frac{T_{eff}}{\ln\ 2}\right)$$

د تايروئيد سرطان کتله	m_{Th} = 19 g = 0,019 Kg
په تايروئيد کې جذب شوی اکتيويتي	S = 28 %
د بېټا وړانګو منځنۍ انرژي	0,183 MeV
د درملنې په موخه ټاکل شوې ايوډين اکتيويتي	960 MBq
ديو ژول او الکترون ولټ ترمنځ اړيکې	$1,602\times10^{-19}$ Joule = 1 eV
ددوو عدد طبيعي لوګارېتم مساوي ده له :	Ln 2 = 0,693
يوه ورځ مساوي ده له شپږ اتيا زره او څلورسوه ثانيې	d = 86400 s

کله چې پورتني قيمتونه په معادله (انډوليزه) کې واچوونو لرو چې:

$$D[Gy] = \frac{1}{0{,}019Kg}(0{,}28\times960MBq\times0{,}183MeV\times1{,}602\times10^{-19}\frac{J}{eV}\times86400\frac{s}{d}\times.\frac{7d}{0{,}693}) = 361\ Gy$$

* **ځواب** : ددرملنې په موخه، او د اوو ،ورځو په موده کې تايروئيد ته درې سوه يو شپېته ګرې (361 Gy) انرژي ډوز رسيږي .

راديونکليد	ذخيره کونکی غړی	فيزيکي نيمايي وخت	بيالوژيکي نيمايي وخت
Tritium (H 3) تريسيم	دبدن په اوبو کې	12,3 کاله	10 ورځې
Carbon 14 (C 14) کاربون	دبدن په وازده کې	5730 کاله	40 ورځې
Potassium 40 (K 40) پوتاشيم	په عضلاتو کې	$1,28 \times 10^{9}$ کاله	30 ورځې
Strontium 90 (Sr 90) ستړونسيم	په هډوکوکې	28,6 کاله	50 کاله
Jod 131 (J 131) ايوډين	په تايروئيد غده کې	8,02 ورځې	80 ورځې
Cäsium 137 (Cs 137) سيزيم	په عضلاتو کې	30,2 کاله	110 ورځې (په نارينه کې)، 65 ورځې (ښځوکې)
Radium 226 (Ra 226) راديم	په سکېليت کې	1600 کاله	23 کاله
Thorium 232 (Th 232) توريم	په ينه او هډوکوکې	$1,4 \times 10^{10}$ کاله	دوه کاله په ينه او شل کاله په هډوکوکې
Uran 238 (U 238) يورانيوم	پښتورگو او هډوکو کې	$4,5 \times 10^{9}$ کاله	14 کاله دهډوکو په پوستکي کې
Plutonium 239 (Pu 239) پلوتونيم	په ينه او هډوکوکې	$2,4 \times 10^{4}$ کاله	20 کاله په ينه کی، 50 کاله دهډوکوپه پوستکي کې

۱۳-جدول: ديو لړ مهمو راديو اکتيو ايزوتوپونو فيزيکي او بيالوژيکي نيمايي وخت او همدارنگه داچې د بدن په کوم يوه غړي کې ډېر جذب کېږي ښوول شويدي . دبېلگې په ډول پلوتونيم په ډېره خوښی سره د هډوکو په پوستکي کې جذب کېږي او د پينځوس کالو څخه وروسته يې نيمايي برخه په هډوکو کې پاتې کېږي او نيمايي برخه يې د بدن څخه وځي .

☑ **دپام وړ**: کله چې بدن ته دسيماب زهرجن مواد ننوځي نوپه لوړه کچه په ماغزو کې جذب کېږي . دنومورې ډېر زهرجن عنصر بيالوژيکي نيمايي وخت په ماغزوکې څه ناڅه اتلس کاله دی . دا په دې مانا چې د اتلسو کالونوڅخه وروسته دنومورې عنصر نيمايي برخه لا هم په ماغزو کې پاتې ده او نيمايي برخه يې د بدن څخه وتلې ده .

پوښتنې (Questions): (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي):

۴-۱ درادیو اکتیویتي تعریف څرنګه دی؟

۴-۲ درادیواکتیویتي واحد څه نومیږي ؟

۴-۳ دوړانګو بیالوژیکي اغیزې درادیواکتیو هستې په کومو خواصوپورې اړه لري؟

۴-۴ دطبیعي یورانیوم فیزیکي نیما یې وخت څوکاله دی؟

۴-۵ دهغه اتوم دکتلې نمبر اواتومي نمبر وښيئ، چې دیورانیوم دوه سوه څلور دیرش U-234 په کړنلاره کې منځته راځي؟

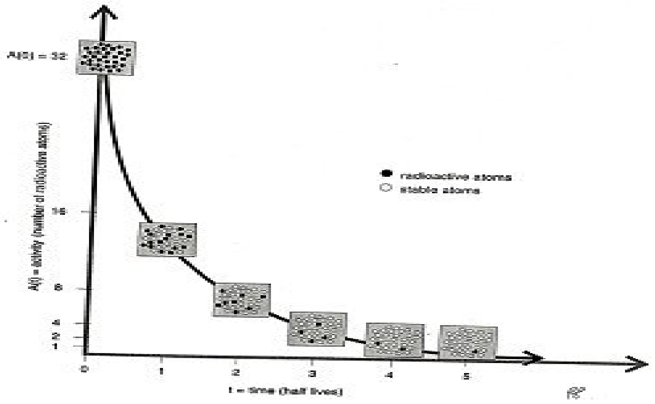
۴-۶ دیوه رادیواکتیو عنصر دنیما یې عمرشمیرمالوم کړئ، کله چې ددغه عنصر اکتیویتي په خپل وارسره پینځوس په سل، لس په سل اویو په سل دلومړي اکتیویتي په پرتله راولویږي؟

۴-۷ په ۱۹۷۵ کال کې دکوبالټ شپیته یوګرام رادیواکتیوسرچینه Co-60 دعلي اباد په روغتون کې دسرطاني ناروغیوپه موخه پرکارواچول شوه .

الف: دنومورې سرچینې رادیواکتیویتي په اوسني کال ۲۰۰۷ م کال کې څومره ده؟

ب: دکوبالټ سرچینې وزن اوس هم یوګرام دی او که نه؟

۴-۸ دیوې زراعتي ځمکې یو کیلو ګرام ترکاریو رادیو اکتیویتي A(t) اندازه شو او د هستو شمیریې دوه دیرش وټاکل شوچې په لاندني شکل کې دنیمايي وخت t په تابع سره په تورو ټکو ښوول شوی دی . دڅومره نیمايي وخت څخه وروسته د ترکاریو اکتیویتي صفر ته رالویږي، ترڅوبې له اندیښنې دخوراک وړوګرځي



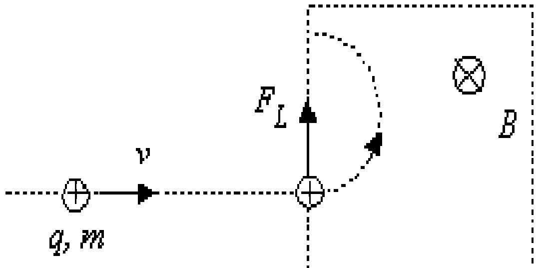
۱۴-الف شکل: دیوکیلو ګرام ترکاریو اکتیویتي A(t) دنیمايي وخت t په تابع سره ښوول شوی دی .

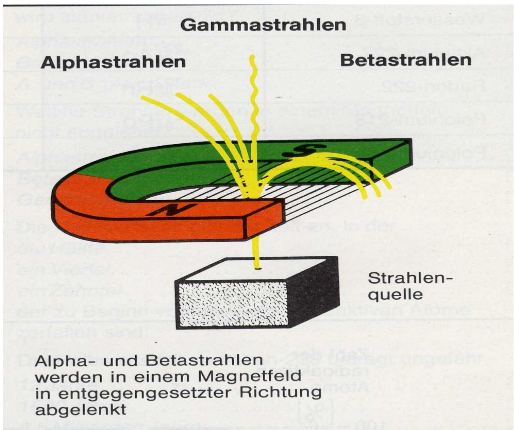
*　*　*

پېنځم ځپرکی

وړانګي (Radiation)

په ۱۸۹۸ م کال کې یو انګریزي فیزیک پوه (E . Ruherford) دازمېینو په بنسټ رابرسېره کړه چې دهستوي تعاملاتو په ترځ کې دري ډوله وړانګي خپرېږي . نوموړي کارپوه دغه وړانګي د الفاوړانګي، ببتا وړانګي اوګاما وړانګي په نوم يادي کړي . نوموړي وړانګي دځينوراديو اکتيوعنصرونو څخه هم خپرېږي او په يوه مقناطيسي ساحه (ډګر) کي دخپل لوري او خوا څخه کږيږي . په ۱۵- شکل کې دنوموړوهستوي وړانګودغه ډول خواص ښوول شوي دي .





(۱۵- شکل)

۱۵- شکل : ديوي راديواکتيو سرچيني څخه دالفا، ببتا اوګاما وړانګي پورته خواته خپرېږي اوهلته د يوي مقناطيسي ساحي څخه تېرېږي . نوموړي وړانګي په مقنا طيسي ساحه کي داسي ډول تر اغيزي لاندي راځي چي دالفا او بيتا وړانګي ديوه بل مخالف لوري ته کږېږي اود ګاما وړانګي خپل لوری ساتي اومخامخ ځي . د بېلګي په ډول په نوموړي شکل کي دالفا وړانګي کيڼ خواته او د ببتا وړانګي ښي خواته خپل لوری کږوي(31) . څرنګه چي بيتا وړانګي د الکترونو څخه جوړي دي اوکتله يې د الفاذرو په پرتله ډېره کوچنی ده نوله دي کبله په مقناطيسي ساحه کي دخپل لوري څخه ډېري کږېږي . که د الفا ذري کتله په m_α بربښنايز چارج په Q ، سرعت (چټکتيا) يي په υ=15000 km/s فرض کړو، د مقناطيسي ساحي شدت په B اود لوري کوږوالي شعاع په r سره وښيو، نو د الفا وړانګي کتله د لاندني فرمول څخه تر لاسه کولای شو :

$$m_\alpha = Q\,B\,r / \upsilon = 6{,}644\times10^{-27}\ \text{kg}$$

پايله: دالفا ذري کتله لږ څه اوه ضرب دلس په طاقت د منفي اوه ويشت کيلو ګرام قيمت لري .

* **بېلګه** : کله چې دالفا وړانګې دکلوډ چېمبر(Cloud chamber) په نامه يوې آلې ته ورننوځي نو دهغوی د خط السير ياني د پله لاره ديوه ميکروسکوپ (ککوين) په مرسته سره په سترګو ليدل کيږي . دا ځکه چې نومړې وړانګې د هوا لکه نايتروجن اتومونه ايونايزکوي او دغه ايونونه ديوه ځاځکي په بڼه ليدل کيږی او له دې کبله د شميرلو وړګرځي . څرنګه چې دهوا نايتروجن اتوم، ايونايزيشن انرژي لږ څه شپاړس الکترون ولټ قيمت لري (15,6 eV) نو دځاځکو د شمير څخه دالفا وړانګې انرژي په لاندې ډول ترلاسه کولای شو .

* **حل** : که ومنو چې په کلوډ چمبر کې دالفا وړانګو د واټن پله لاره څلور سانتي متر اندازه شوې وي او په نومړې واټن کې د ځاځکو شمير شپيته زره وګڼل شي 60 000 drops نو دالفا وړانګو انرژي (E_α)مساوي ده له :

$$E_\alpha = 4cm \times \frac{60000}{cm} \times 15{,}8eV = 3{,}79MeV$$

* **ځواب** : دالفا يوې ذرې انرژي لږ څه څلورميګا الکترون ولټه قيمت لري

په فيزيک کې وړانګې (Radiation) هغې کړنلارې ته ويل کيږي چې ديوې سرچينې څخه انرژي د څپو او يا بڅرکو په بڼه خپريږي . دا په دې مانا چې وړانګې دانرژي يوځانګړی شکل تشکيلوي اودانرژي په تړاو په دوه ډوله وېشل شوې دي . لومړی ايونايزوونکې وړانګې او دويم نه ايونايزوونکې وړانګې .

وړانګې (Radiation) :

- وړانګې د انرژي يوه بڼه ده چې په فضا(تشيا) کې دڅپواو ياذرو په ډول خپريږي .الکترومقناطيسي وړانګې لکه رڼا ، راديوڅپې،مايکروڅپې،ايکس وړانګې، ګاماوړانګې،قرمزلاندې وړانګې،ماورای بنفش وړانګې . نومړې وړانګې دنورپه سرعت سره خپريږي.

- دپارتيکل يا بڅرکووړانګې لکه الفا ذره، بيتا ذره، نيوترون،پروتون، نيوترون او دراندە ايونونه دي.

ايونايزوونکې وړانګې : د بېلګې په ډول لوړ انرژي الکترومقناطيسي څپې لکه فوتونونه، ګاما وړانګې، اکسريزاو يا هستوي ذرې (Particles) لکه ګړندي الکترونه، پروتونه، الفا ذره اونور . څرنګه چې د نومړووړانګو انرژي لوړه ده نو کله چې ديوې مادې څخه تيريږي نوپه دې ترځ کې ددغې مادې داتومونو سره غبرګون کوي اواتومونه اويا ماليکولونه ايونايزکوي . په پايله کې مثبت اومنفي برېښنايز چارج شوي ايونونه منځته راځي .

نه ايونايزوونکې وړانګې: څرنګه چې دنوموړو وړانګو انرژي دومره پوره لوړه نه ده چې ديوې مادې اتومونوڅخه الکترونه راوباسي او دايونايزيشن لامل وګرزي نو له دې کبله ورته نه ايونايزوونکې وړانګې ويل کيږي . د بېلګې په ډول لکه: راديو څپې، مايکروڅپې، د تودوخې وړانګې، دنوروړانګې او ماوراى بنفش وړانګې اوداسې نور.

څر نګه چې ديوې مادې داتومونوسره دوړانګوغبرګون دهغوى په راديو فيزيکې خواصولکه انرژي، برېښنايزچارج، کتله اوداسې نورو پورې اړه لري، نو له دې کبله وړانګې په دوه ډوله و ېشل کيږي .

لومړى: د فوتون وړانګې (Photon radiation):

الکترو مقناطيسي وړانګې دوه ډوله خواص لري چې کله ديوې څپې بڼه اوکله د يوه بخرکې ياني ذرې بڼه ځانته غوره کوي . د فوتون وړانګې الکترومقناطيسي څپې دي چې دداسو ورو ذرو څخه جوړې دي چې نه برېښنايز چارج لري او نه د سکون کتله لري . دبېلګې په ډول لکه داکسريز، ګاما وړانګې، کيهاني وړانګې، ماوراي بنفش وړانګې، درڼا يانوروړانګې، دتودوخې وړانګې او دراديو او تلويزيون وړانګې .

دويم: د بخرکوو وړانګې (Particles radiation):

نوموړې وړانګې د کوچنيو ذرو څخه جوړې دي چې د سکون کتله لري خو ځينې يې برېښنايز چارج هم لري . د بېلګې په ډول لکه الکترونه، پروتونه، دويترونونه، الفا ذرې، درانده ايونونه او پيونونه (Pions) . دذروهغه وړانګې چې برېښنايز چارج نه لرى ياني خنثى دي ، دنيوترونو او پي ميزونو (π-Mesones) په نامه سره يادېږي .

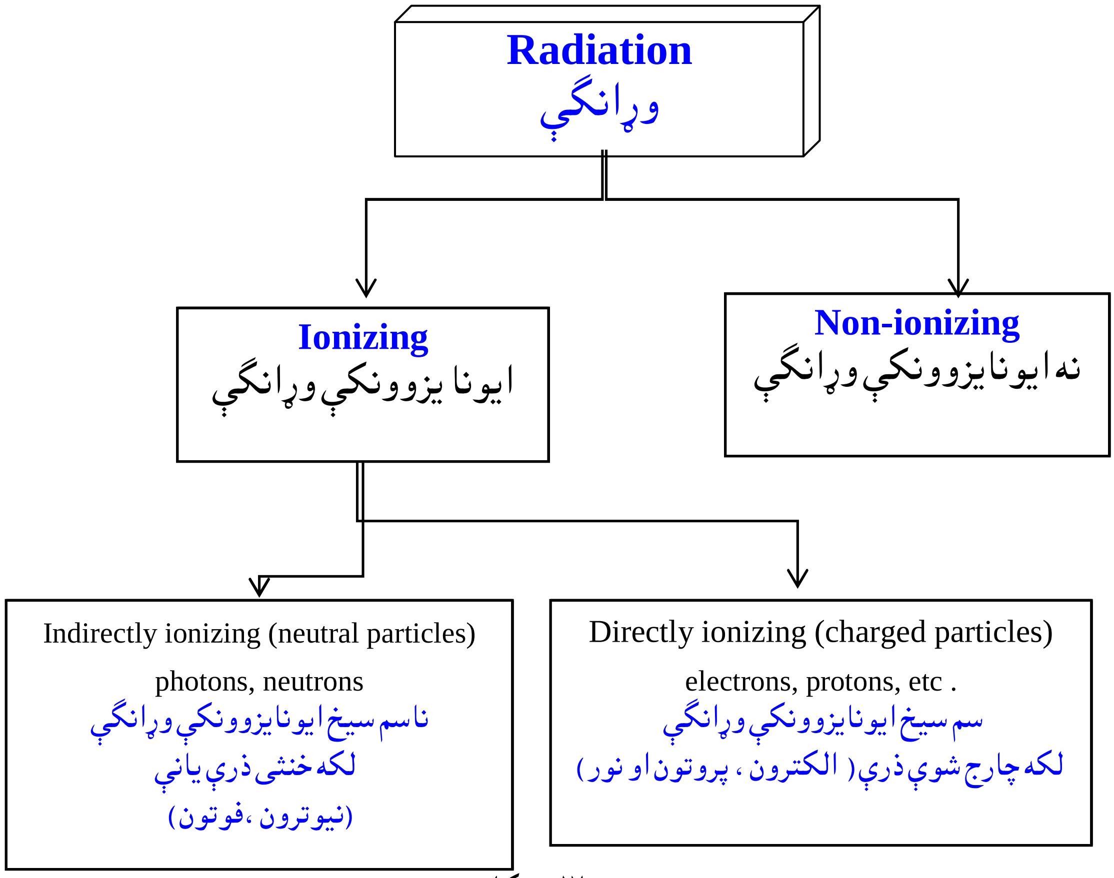
دبخرکووړانګې او دفوتون وړانګې ديوې مادې سره دهغوى د غبرګون په تړاولکه ايونايزيشن يو ځل بيا په دوه برخو ياني سم سيخ او نا سم سيخ ايونايزوونکې وړانګې و ېشل کيږي چې په ۱۴جدول کې ښوول شوې دي .

سم سيخ ايونايزوونکې وړانګې :

دهغووړانګو څخه عبارت دى چې هغوى خپله انرژي دوهل شوې لارې په اوږدو کې سم سيخ ديوې مادې اتومونو ته انتقال کوي . نوموړې وړانګې کولاى شي چې د يوې مادې داتوم څخه الکترونه راوباسي اوهغه په ايون واړوي . د بېلګې په ډول لکه الکترونه، پروتونه، دويترونونه، الفا وړانګې، درانده ايونونه او پيونونه

ناسم سيخ ايونايزوونکې وړانګې :

نوموړې وړانګې پخپله برېښنايزچارج نه لري ياني خنثى ذرې دي خو کله چې د مادې سره و لګيږي او بيا ديوه اتوم څخه جذب شي، نو په لومړي پړاوکې يوه چارج شوې ذره منځته راځي . دغه ذره بيا په خپل وارسره کولاى شي چې خپله انرژي دمادې اتومونوته انتقال او دايونايزکولو کړنلاره تر سره کړي . ناسم سيخ ايونايزوونکې وړانګې لکه خنثى ذرې لکه(نيوترون ،فوتون، پي ميزون اونور)

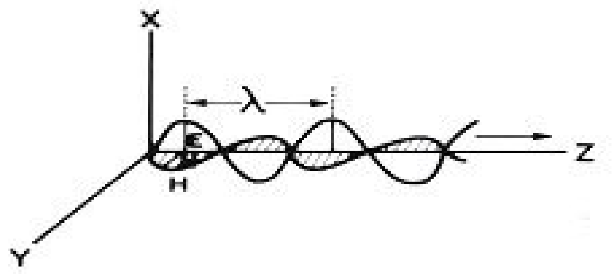


(۱۲- شکل)

۱۲- شکل : په پورتني انځور کې د سم سیخ ایونایزوونکو او ناسم سیخ ایونایزوونکو وړانګو ویشتوب ښوول شوی دی (28) .

الکترو مقناطیسي وړانګې (Electromagnetic radiation) :

الکترومقناطیسي وړانګې داسې څپې دي چې په خپل سر په فضا کې د نور په سرعت (چټکتیا) سره خپرېږي .نوموړې وړانګې دیوه برېښنا یزڅپې ساحې E اویو مقناطیسي څپې ساحې H څخه جوړې دي چې ددواړوساحو د فا ززاویه (Phase angle) سره یوشان ده . د نوموړو څپو برېښنایزسا حې شد ت (E) او مقناطیسي ساحې شدت (H) یو پر بل باندې عمود ولاړ دي او تر یوې قا یمې زاویې لاندې اهتزاز(رپا) کوي . په ۱۷ شکل کې د الکترو مقناطیسي څپو د خپریدلولوری Z ، برېښنایز ساحه E ، مقناطیسي ساحه H او د څپو اوږدوالی λ ښوول شوی دی . دالکترومقناطیسي وړانګو طیف یوه غوره برخه دګاما وړانګې تشکیلوي .که څه هم نوموړې وړانګې دالفا او الکترون په شان د بخرکو یانې ذروڅخه جوړې نه دي، خوبیا هم فیزیکي ازمېینو وښووله چې د ذرویه څیرخواص ښئي . دبېلګې په ډول کله چې ګاما وړانګې یوې مادې سره غبرګون وکړي، نودهغوی یوه ټاکلې کچه او اندازه انرژي دمادې اتومونوڅخه جذب کیږي . دګاما وړانګونوموری خاصیت (ځانګړتیا) په ډاګه کوي، چې ګاما وړانګې د انرژي ترټولوکوچنیو پنډکیو (Energy packets) څخه جوړې دي . دانرژي نوموړی کوچنی واحدد ګاما کوانت او یا فوتون Gamma quant = photon په نامه سره یادیږي .



(۱۷- شکل)

۱۷- شکل: د الکترومقناطیسي ځپو د حرکت (خوځیدنه) لوری د Z په افقي محور سره ښوول شوی دی چې د ځپو اوږدوالی یې لمبدا λ او برېښنا یز ساحه یې E او مقناطیسي ساحه یې H یو پر بل باند ي عمود ولاړدي .
(25)

د الکترومقناطیسي وړانګو طیف (Spectrum) دلاندو ځپو څخه جوړدی :

- اوږدې ځپې، منځنۍ ځپې، لنډې ځپې، دلنډې ځپو نه هغه خواته لکه درادیو اوتلویزیون ځپې، دتودوخې وړانګې، دنور وړانګې، دبنفش نه هغه خواته وړانګې، داکسریز یا رونتګن وړانګې او دګاما وړانګې یا لوړانرژي اکسریز(X-Ray) ، کیهاني وړانګې

الکترومقناطیسي وړانګې په فضا کې د نور په سرعت(چټکتیا) خپرېږي چې درې سوه ذره کیلومتره په یوه ثانیه کې قیمت لري(300 000 km/s) . هغه الکترومقناطیسي وړانګې چې په سترګو لیدل کیدای شي د ځپو برخه یې د څلورسوه نانو(400 nm) مترڅخه تر اووه سوه نانو متره(700 nm) پورې رسیږي . دنوموړو ځپو سرعت(چټکتیا) (C) د ځپو اهتزاز (υ) او د ځپو اوږدوالي (λ) دحاصل ضرب (وهنپایلې) سره مساوي دی . دنوموړو فیزیکي کمیتونو تر منځ لاندنی اړیکې شته دي .

داالکترومقناطیسي وړانګو سرعت(چټکتیا) = د ځپو اوږدوالی ضرب دځپو اهتزاز

$$c = \lambda \times \upsilon$$

اهتزاز = دنورسرعت(چټکتیا) تقسیم د ځپو پر اوږدوالي

$$\upsilon = c / \lambda$$

دځپو اوږدوالی = دنورسرعت(چټکتیا) تقسیم پر اهتزاز

$$\lambda = c / \upsilon$$

دنور سرعت(چټکتیا) دطبیعت یوه ثابته ده او قیمت یې څه ناڅه درې سوه زره کیلومتره په ثانیه کې دی .

$$c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

* **پوښتنه**: د نور شين رنګه څپې اوږدوالى په هوا کې پينځه سوه نانومتر (500 nm) قيمت لري . دنومورې څپې فريکونس (پرلپسى والى) يا اهتزاز معلوم کړى؟

* **حل**: اهتزاز = دنورسرعت تقسيم د څپو په اوږدوالي

$$v = \frac{3\times10^{8} ms^{-1}}{500nm} = \frac{3\times10^{8} ms^{-1}}{500\times10^{-9} m} = 6\times10^{14} s^{-1} = 6\times10^{14} Hz$$

* **ځواب**: شپږ سوه بيليونه حرځ (Hz)

دفوتون يا په بل عبارت د يوه کوانت انرژي E کولاى شو چې په لاندې ډول تر لاسه کړو:

دفوتون انرژي = دفوتون اهتزاز ضرب د پلانک ثابته

E = υ × h

دپلانک ثابته مساوي ده له: h = 6,63 x 10^{-34} Joule . Sec

* **پوښتنه**: ديوه فوتون انرژي محاسبه کړى ،چې د يوې اکسريز(X-Ray) آلې څخه خپرېږي او دڅپو اوږدوالى يې لس پيکو متر ($10 \text{ pm} = 10\times10^{-12}\text{m}$) قيمت ولري .

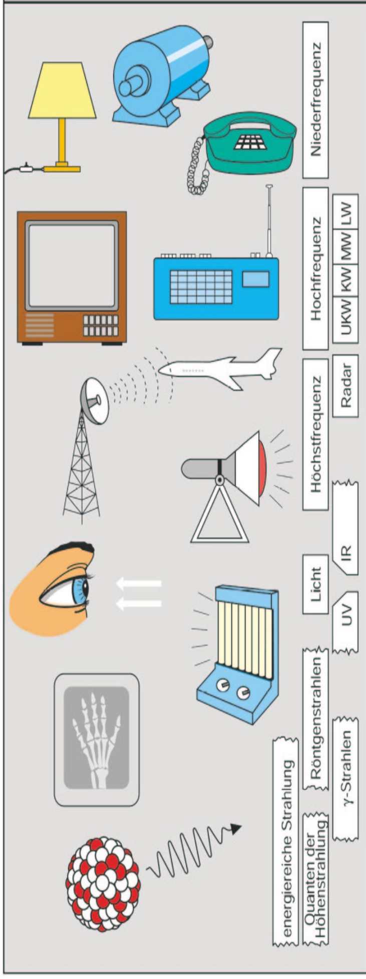
* **حل**: دفوتون انرژي مساوي ده له: E = υ × h

$$E = h\frac{c}{\lambda} = \frac{6{,}63\times10^{-34} Js \times 3\times10^{8} ms^{-1}}{10\times10^{-12} m} = 1{,}989\times10^{-14} J$$

* **ځواب** : دفوتون انرژي لږ څه $2\times10^{-14} J$ قيمت لري .

که چېرته دفوتون انرژي E په واحدکيلو الکترون ولټ اويا الکترون ولټ او دڅپو اوږدوالى λ په خپل وار سره په واحدپيکو متر ياني $1\text{pm} = 10^{-12}\text{m}$ او يا نانو متر سره وښيو نو دهغوى ترمنځ لاندنۍ اړيکې لا س ته راځي چې دشمېرنې د اسانتيا په تړاو مهم رول لوبوي .

$$E = \frac{1240 \quad keV \times 10^{-12} m}{\lambda} = \frac{1240 \quad eV \times nm}{\lambda}$$

	دوړانګو ډول Strahlenart	فریکونس (یوپه ثانیه) Frequenz in s^{-1}	دڅپو اوږدوالی Wellenlänge in m	انرژي په واحدد الکترون ولټ اوژول Energie in eV	Energie in J
دټیټ فریکونس (پرلپسي والی) برخه		$3 \cdot 10^{0}$	10^{8}	$1{,}24 \cdot 10^{-14}$	$1{,}99 \cdot 10^{-33}$
		$3 \cdot 10^{1}$	10^{7}	$1{,}24 \cdot 10^{-13}$	$1{,}99 \cdot 10^{-32}$
		$3 \cdot 10^{2}$	10^{6}	$1{,}24 \cdot 10^{-12}$	$1{,}99 \cdot 10^{-31}$
		$3 \cdot 10^{3}$	10^{5}	$1{,}24 \cdot 10^{-11}$	$1{,}99 \cdot 10^{-30}$
		$3 \cdot 10^{4}$	10^{4}	$1{,}24 \cdot 10^{-10}$	$1{,}99 \cdot 10^{-29}$
د لوړ فریکوینس برخه		$3 \cdot 10^{5}$	10^{3}	$1{,}24 \cdot 10^{-9}$	$1{,}99 \cdot 10^{-28}$
		$3 \cdot 10^{6}$	10^{2}	$1{,}24 \cdot 10^{-8}$	$1{,}99 \cdot 10^{-27}$
		$3 \cdot 10^{7}$	10	$1{,}24 \cdot 10^{-7}$	$1{,}99 \cdot 10^{-26}$
		$3 \cdot 10^{8}$	1	$1{,}24 \cdot 10^{-6}$	$1{,}99 \cdot 10^{-25}$
رادار		$3 \cdot 10^{9}$	10^{-1}	$1{,}24 \cdot 10^{-5}$	$1{,}99 \cdot 10^{-24}$
		$3 \cdot 10^{10}$	10^{-2}	$1{,}24 \cdot 10^{-4}$	$1{,}99 \cdot 10^{-23}$
د رڼا طیف		$3 \cdot 10^{11}$	10^{-3}	$1{,}24 \cdot 10^{-3}$	$1{,}99 \cdot 10^{-22}$
		$3 \cdot 10^{12}$	10^{-4}	$1{,}24 \cdot 10^{-2}$	$1{,}99 \cdot 10^{-21}$
		$3 \cdot 10^{13}$	10^{-5}	$1{,}24 \cdot 10^{-1}$	$1{,}99 \cdot 10^{-20}$
		$3 \cdot 10^{14}$	10^{-6}	$1{,}24 \cdot 10^{0}$	$1{,}99 \cdot 10^{-19}$
		$3 \cdot 10^{15}$	10^{-7}	$1{,}24 \cdot 10^{1}$	$1{,}99 \cdot 10^{-18}$
اکسریز یا رونتګن وړانګي		$3 \cdot 10^{16}$	10^{-8}	$1{,}24 \cdot 10^{2}$	$1{,}99 \cdot 10^{-17}$
		$3 \cdot 10^{17}$	10^{-9}	$1{,}24 \cdot 10^{3}$	$1{,}99 \cdot 10^{-16}$
		$3 \cdot 10^{18}$	10^{-10}	$1{,}24 \cdot 10^{4}$	$1{,}99 \cdot 10^{-15}$
		$3 \cdot 10^{19}$	10^{-11}	$1{,}24 \cdot 10^{5}$	$1{,}99 \cdot 10^{-14}$
ګاما او کیهاني وړانګي		$3 \cdot 10^{20}$	10^{-12}	$1{,}24 \cdot 10^{6}$	$1{,}99 \cdot 10^{-13}$
		$3 \cdot 10^{21}$	10^{-13}	$1{,}24 \cdot 10^{7}$	$1{,}99 \cdot 10^{-12}$
		$3 \cdot 10^{22}$	10^{-14}	$1{,}24 \cdot 10^{8}$	$1{,}99 \cdot 10^{-11}$
		$3 \cdot 10^{23}$	10^{-15}	$1{,}24 \cdot 10^{9}$	$1{,}99 \cdot 10^{-10}$
		$3 \cdot 10^{24}$	10^{-16}	$1{,}24 \cdot 10^{10}$	$1{,}99 \cdot 10^{-9}$

Quelle: Informationskreis KernEnergie

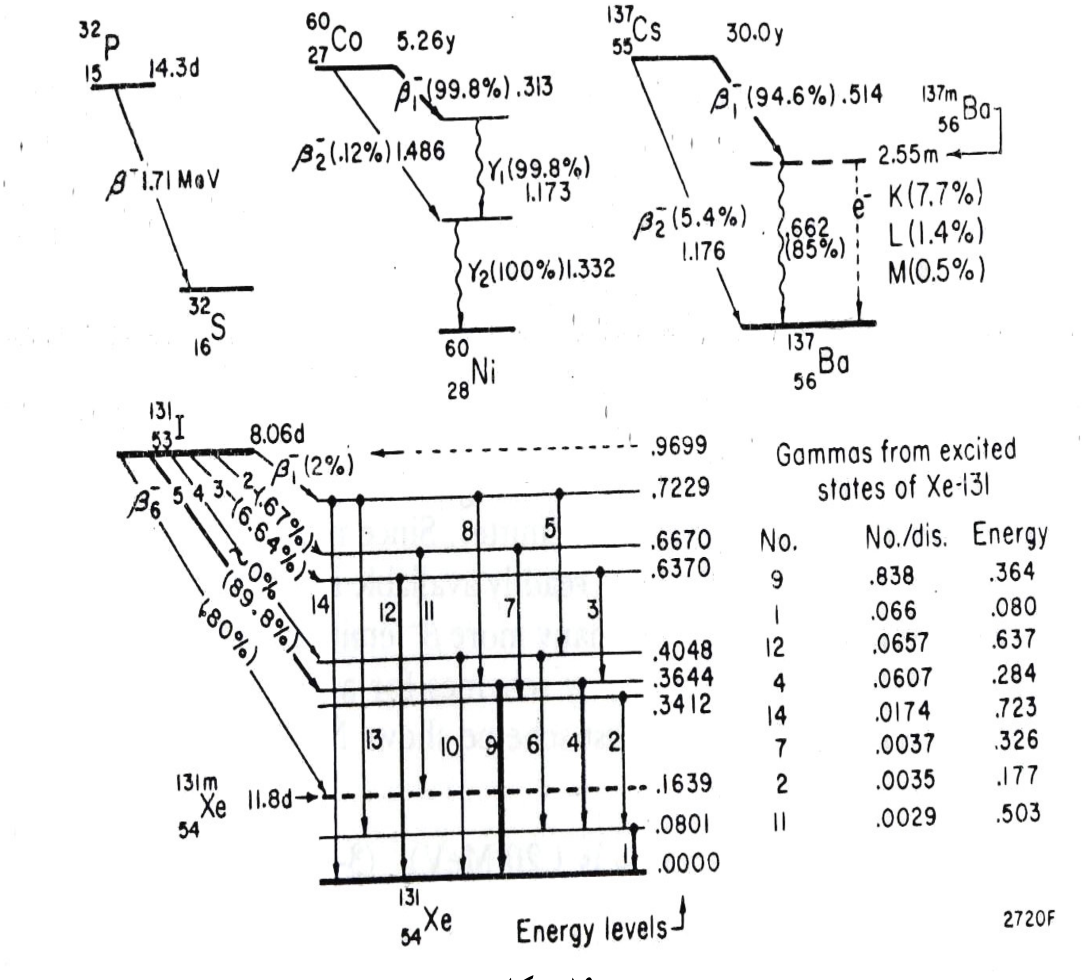
(۱۸- شکل)

۱۸- شکل : دالکترو مقناطیسي وړانګو دانرژي، څپو او فریکونسي تر منځ اړوونکي اړیکي ښوول شوي دي . (31) دیو میګا الکترون ولټ (E =1 MeV) ګاما وړانګي څپواوږدوالی په لاندي ډول تر لاسه کوو:

λ = 1234 eV-nm / E	λ = 1234 eV-nm / 1 MeV
λ = 1234 eV-nm / 1 × 10^{6} eV	λ = 1,23 × 10^{-15} m
λ = 1,23 × 10^{-6} nm	λ = 1,23 fermi

هستوي وړا نګې (Nuclear radiation) :

هستوي وړانګې هغو وړانګوته ويل کيږي چې د اتوم يوې هستې څخه خپريږي . نوموړې وړانګې د يوه مصنوعي هستوي تعامل د چاودنې په کړنلاره کې منځته راځي اويا داچې د طبيعي راديو اکتيو هستود تجزيې په پايله کې تر لاسه کيږي . نوموړې وړانګې په يوناني تورو لکه الفا α، بېټا β اوګاما γ سره ښوول کيږي . په ۱۹- شکل کې دځينو راديو نوکليدو لکه کوبالټ Co-60 سيزيم Cs-137 ، فوسفور P-32 او ايودين J-131 دتجزيې انرژي ترم (Energy therm) او يا په بله مانا انرژي شپېکترم (Energy spectrum) ښوول شوی دی چې هستوي وړانګې خپروي .



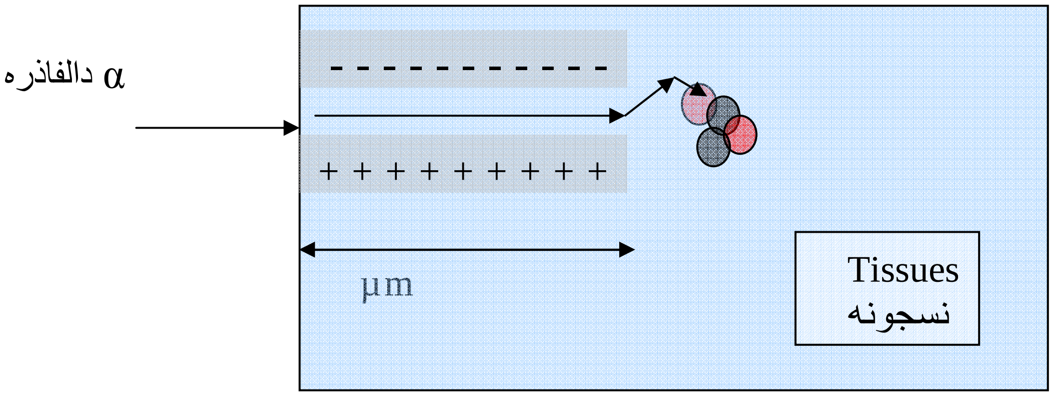
(۱۹-شکل)

۱۹- شکل : په درمل پوهنه کې دځينومهمو راديواکتيو ايزوټوپولکه سيزيم (Cs-137) کوبالټ (Co-60) فوسفور(P-32) او ايوډين (I-131) د هستو تجزيې شپېکترم (Decay Shema) ښوول شوی دی . څرنګه چې نوموړې هستې د تحريک (Excitation) په حالت کې قرار (ټيکاو) لري نو د بېټا او ګاما انرژي په خپرولو سره خپله داړتيا نه ډېره (اضا فګې) انرژي په هغه وخت کې له لاسه ورکوي کله چې د هيجاني حالت (Excited state) څخه دانرژي په پرتله ترټولو يوه ټيټ لېول يا بنسټيز حالت ته (Ground state) راولويږي . په دغه تجزيه کې نوموړي عنصرونه په خپل وار سره په نورو ثابتو عنصرونولکه باريم Ba-137، نيکل Ni-60 ، سلفرS-32 اونجيبه ګاز کسېنون Xe-131 باندې اوړي(15) .

دبېلګې په ډول د فوسفور (phosphorus = P-32) عنصر يو داسې راديو اکتيو عنصر دی چې سوچه ياني سل په سل کې د بېتا β وړانګې خپروي او په پايله کې په سلفر S-32 ثابت عنصربانديې تجزيه کيږي، ياني نور وړانګې نه خپروي . د فوسفور د نيمايي عمر وخت (Half life) لږ څه څوارلس ورځې (14,3d) او د بېتا وړانګو ترټولولوړه (اعظمي) انرژي څه ناڅه يوعشاريه اوه مېګا الکترون ولټه (1,71 MeV) قېمت لري . نوموړې حرکي انرژي دفوسفور دهرې يوې هستې دتجزيې په پايله کې منځته راځي چې د بېتا وړانګې او ديوې بلې هستوي ذرې ياني انټي نيوټرينو (υ^{-} = Antineutrino) تر منځ و يشل کيږي . نن ورځ دفوسفورراديو اکتيو ايزوټوپ دناروغيو په درملنه او پېژندنه کې په خورا پراخه توګه ګټوراستعمال پيدا کړی دی .

الفا وړانګې (Alpha rays) :

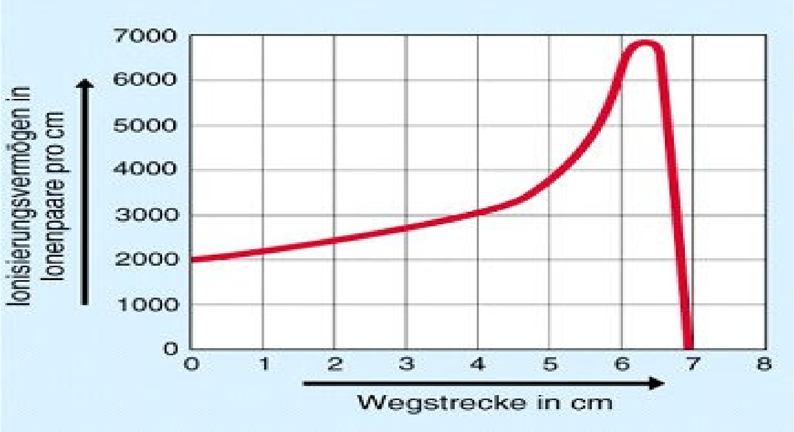
دالفا وړانګې (α-rays) داسې هستوي وړانګې دي چې ديوې راديواکتيو هستې دتجزيې په پايله کې منځته راځي . نوموړې وړانګې د دوه نيوټرونو او دوه پروټونو څخه جوړې دي اوله دې کبله د هيليم اتوم هستې سره يو شان دي (α = He^4) . دالفا وړانګې دهستې څخه په ډېر لوړ سرعت خپريږي چې قيمت يې لږ څه پنځلس ذره کيلومتره په ثانيه کې دی (15000 km/s) ، ياني دنورسرعت شلمه برخه جوړوي . څرنګه چې دالفا وړانګې د هيليم هستې څخه جوړې دي نو دالفا وړانګو پر ځای د الفا ذرې په نوم هم ياديږي . دالفا وړانګو دخپريدلوواټن (Range) په نسجونو کې يوازې څو مايکرو متر ته ر سيږي . په ۲۰- شکل کې د الفا وړانګو د خپريدلوواټن او د توليد شوو ايونونو شمېرپه نسجونو کې ښوول شوی دی . هغه راديوايزوټوپونه چې دالفا وړانګې خپروي لکه: پولونيم Po-210، يورانيوم U-238، رادون Radon-222 امريسيمAmrecium- 241 اونور.



(۲۰- شکل)

۲۰ – شکل : په نسجونو کې دالفا يوې ذرې د خپريدلوواټن (Range) دانرژۍ سره سم تر ځلوېښتو مايکرومترو پورې رسيږي او د لارې په اوږدو کې مثبت او منفي چارجونه (Ion pairs) منځته راځي .

يادونه: مايکرو متر μm = Micrometer ديوه متر يو په مليونمه برخه ده چې په لاندې ډول هم ليکل کيږي:
$\mu m = 10^{-6}$ m دالفا وړانګو دخپريدلوواټن (Range) په هواکې ديوسانتي متر څخه تر لږ څه شپږو سانتي مترو پورې رسيږي . په ۲۰-الف شکل کې د الفا وړانګو د خپريدلوواټن او د توليد شوو ايونونو شمېرپه هواکې ښوول شوی دی .



(۲۰ الف – شکل)

۲۰- الف شکل: په هواکې د الفا وړانګو دخپریدلو واټن (Range) په افقي محوراو دتولید شوو ایونو شمېر په واحد سانتي متر په عمودي محور کې ښوول شوی دی(31) .

نوموړی شکل راښئي چې دالفا وړانګو دخپریدلوواټن د انرژي سره سم تړ او لري اوتر اوو سانتي متره پورې (7cm) رسیږي . په شپږ سانتي متره واټن کې د ایونایزیشن کړنلاره یو اعظمي (تر ټولولوړ) قیمت څانته اخلي . په نوموړي واټن کې د تولید شوو ایونو شمېر په واحد سانتي متر لږ څه اوو زرو (7000 ion pairs/cm) ته رسیږي . ،بلخوا دغه ګراف په ډاګه کوي چې د ایونایزیشن پروسه د واټن په اوږدوکې یو خطی بڼه نه لري بلکې د پیل په برخه کې خطي او بیا وروسته د لږ څه اکسپونینسیال تابع په بڼه پورته ځي . دګراف دغه ډول کړنلاره د فیزیک پوهنې له مخې داسې تعبیرکولای شوچې ګنې په پیل کې دالفا وړانګو سرعت (چټکتیا) ډېروي او د مادې داتومونوسره دلږ وخت درلودلو له کبله دومره ډېر فیزیکي غبرګون نشي کولای . خو د خپریدلو واټن په اخیره برخه کې ،چې هلته د حرکي انرژي ډېره برخه له لاسه ورکړې او سرعت یې را ټیټ شوی دی، نو د الفا وړانګې په بس (کافي) اندازه وخت لري، چې دمادې داتومونو سره په لوړه کچه غبرګون وکړي . دالفا وړانګې داسې خواص لري چې دیوې پاڼې کاغذ اویا دبدن دپوستکي څخه نشي تېرېدلای .

د پام وړ: دالفا وړانګوسرچینو څخه په تکنالوژي او صنعت کې هم ګټه پورته کیږي . دبېلګې په ډول دلوګي اندازه کولو په آله (Smoke warning device) کې دامریسیم Amrecium- 241 څخه کار اخېستل کیږي . کله چې لوګی نوموړي آلې ته ورننوځي نودامریسیم رادیو ایزوټوپ الفا وړانګې په لوګي ککړه هوا چې ثابت جریان (بهیر) ښئي دپخوا په پرتله لږ ایونایزکوي اوپه پایله کې دبرېښنا جریان (بهیر) کچه کمیږي . نو کله چې په یوه پېښه کې اوربل شي او بیا نوموړې آلې ته لوګی ورسیږي نو دبرېښنا دهد ایت قابلیت کمښت مومي او دخطراوریدونکي سیګنال لا مل ګرځي .

په فیزیک کې هغه هستې چې د الفا وړانګې خپروي د الفا تجزیې (α- decay) په نامه سره یادیږي . دالفا په تجزیه کې دتړون Binding energy انرژي دنوروسپکونوکلیدوپه پر تله ډېرلوړ قیمت لري او لږ څه اته ویشت میګا الکترون ولټه 28 MeV څخه اوړي . دا په دې مانا چې که وغواړو د هستې څخه دالفا یوذره راوباسو نود یوه نوکلیون لپاره اووه میګاالکترون ولټه انرژي(28 Mev/4 = 7 MeV) په کارده . او س به دځینو نامتواتومونویادونه وکړو چې دالفا وړانګې خپروي لکه پلوتونیم ، رادیوم او یورانیوم او دهغوی په هستوي تعاملونو باندې به رڼا واچوو.

دالفا تجزيه (α- decay) : که په X سره ديوه راديو اکتيو اتوم هسته او په A داتوم کتلي نمبر او په Z دپروتونو شمېر وښيو نو دالفا تجزيې تولنيز کړنلاره په لاندې ډول سره ليکلای شو:

$${}^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\mathrm{Y} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}(\alpha)$$

په دغه هستوي تجزيه کې ${}^{A}_{Z}X$ دوالدين ياني دمورو پلار (Parents) هسته ، ${}^{A-4}_{Z-2}A$ دلور هسته (Daughter nuclid) او ${}^{4}_{2}He(\alpha)$ دالفا ذرې په نامه سره يادېږي .

د بېلګې په ډول په لاند نۍ تجزيه کې پلوتونيم دوه سوه اته دېرش Pu^{238} هسته د الفا يوه ذره α(He) خپروي او دکتلي نمبر(A-4) يې دڅلورو په واحداو داتوم نمبر يې دووه واحد (Z-2) را ښکته کيږي . هغه هسته چې منځته راځي دنوموړي عنصر د لورهستې په نامه سره يادېږي چې د يورانيوم دوه سوه څلور دېرش هسته U^{234} تشکيلوي .

$$Pu^{238} \longrightarrow U^{234} + \alpha(He)$$

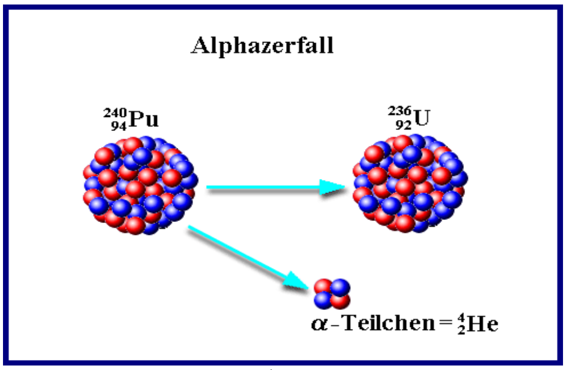
په پورتنۍ معادله (انډوليزه) کې د قوس (لينده) مانا داده چې ګنې د الفا ذرې پر ځای د هيليم اتوم هسته هم ليکلای شو . يو بل مهم عنصرچې الفا وړانګې ورڅخه خپرېږي دپلوتونيم (Pu-240) راديو اکتيو عنصر دی چې په ۲۱- شکل کې ښوول شوی دی . نوموړی عنصر 94 پروتونه او 146 نيوترونه لري . دهغه دهستې چارج نمبر94 او دکتلې نمبرېې چې دپروتونو اونيوترونود مجموعې څخه عبارت دی او له 240 سره مساوي دی . دپلوتونيم راديواکتيو اتوم هسته ثابت حالت نه لري داځکه چې دنيوترونوشمېرېې دپروتونو په پرتله ډېر لوړدی . دا په دې مانا چې هستوي قواوې (Nuclear forces) نشي کولای چې د پروتونو تر منځ د دفاع کونکې قوې (Coulomb force) مخه ونيسي او هغوی ټول سره يوځای کلک وساتي .

$$Po^{210} \rightarrow Pb^{206} + He^{4}$$

دپام وړ : دالفا تجزيه هغه وخت ډېر احتمال لري چې په هسته کې دپروتونو او نيوترونو تناسب کچه لکه درندوهستوکې په شان ډېره لوړه وي . څو کله چې دالفا ذره دهستې څخه دباندې وشړل شي نو نوموړی تناسب کميږي او هسته دپخوا په پرتله يو ثابت نوي حالت ته رالويږي . دبېلګې په ډول پولونيم P^{210} په هسته کې څلوراتيا پروتونه او يوسلوشپږ ويشت نيوترونه لري چې تناسب يې Z/N = 84/126= 0,667 سره مساوي دی . په نوموړې تجزيه کې دسرپ Pb^{206} هسته منځته راځي چې د پروتونواو نيوترونوتناسب يې د پخوا په پرتله لږدی ياني Z/N = 82/124= 0,661 د نوکليونو همدغه دومره کوچنی توپير بس دی چې دسرپ هسته يو ثابت ياني نه راديو اکتيو حالت ځانته غوره کړي .

همدا لامل دی چې دالفا په تجزيه کې داتوم هسته هڅه کوي چې اضافګي انرژي دوړانګو په څېر له لاسه ورکړي تر څو پخپله وکولای شي يو ثابت بنستيز حالت ځانته غوره کړي . دبېلګې په ډول د پلوتونيم(Pu-240) اتوم د خپلې هستې څخه د الفا يوه ذره دباندې شړي چې په پايله کې د نوموړي هستې د چارج نمبر د دووعدد په کچه (Z-2) او دکتلي نمبر يې د څلورعدد (A-4) په کچه ښکته رالويږي . په دغه ډول هستوي تجزيه کې د يورانيوم يو بيخي نوی ايزوټوپ (U-236) لاس ته راځي . نوموړې فيزيکي کړنلاره ديوې هستوي تعامل معادلې په څېر هم ليکلای شو .

$$Pu^{240}_{94} \rightarrow U^{236}_{92} + He^{4}_{2}$$

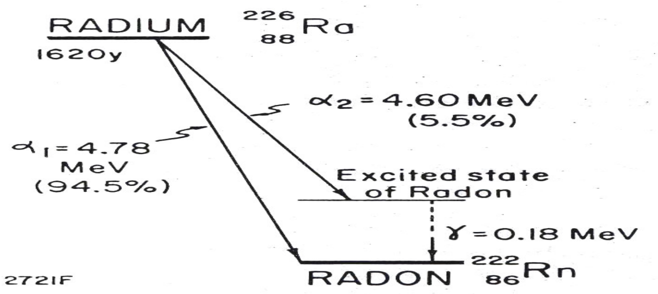


(۲۱-شکل)

۲۱-شکل : دپلوتونيوم راديواکتيو هسته دالفا يوه ذره α(He) خپروي او پخپله يې ديورانيوم دوه سوه شپږديرش U-236 عنصر په هسته اوړي(31) .

په ۲۲- شکل کې د يوه بل ډېر مهم راديواکتيو عنصرياني راديوم Ra-226 د هستې انرژي ليول ښه ښوول شوېده . د نوموړي عنصرنيمايي عمريوزروشپږسوه شل کاله 1620 y دی او دوه الفا وړانګې اويوه ګاما وړانګه خپروي . د راديوم هستې دتجزيې معادله په لاندې ډول ده .

$$^{226}_{88}Ra_{138} \Rightarrow {}^{222}_{86}Rn_{136} + \alpha + 4{,}78\ MeV$$



(۲۲-شکل)

۲۲- شکل: د راديوم راديواکتيو هستې دانرژي ليول Energy Levels اوتجزيې شيما (Decay scheme) (15)

دراديوم Ra-226 راديو اکتيو عنصر څلورنوي عشاريه پينځه په سل (94,5%) کې درادون عنصر Rn-222 اساسي ليول او پينځه نيم په سل (5,5%) کې درادون عنصريوې هيجاني ليول(Excited) ته تجزيه کيږي . په دې ترڅ کې دهستې څخه دالفا دوه وړانګې خپريږي چې لومړۍ وړانګه يې لږ څه څلورعشاريه اته مېګا الکترون ولټه 4,78 MeV اودويمه وړانګه يې څلورعشاريه شپږ مېګا الکترون ولټه 4,6 MeV حرکي انرژي لري . دعمرنيمايي وخت يې يوزروشپږسوه شل (1620y) کاله دی . کله چې د هيجاني حالت څخه د هستې اساسي ياني بنسټيز لېول ته را لوېږي، نو اضافګي انرژي ياني صفر عشاريه اته مېګا الکترون ولټه (0,18 MeV) دګاما وړاګې په ډول ورڅخه خپريږي .

طبيعي يورانيوم U -238 چې نن ورځ د هستوي وسلو برسيره دعادي وسلو په جوړولو کې هم ورځخه کاراخېستل کيږي، راديواکتيو خاصيت لري اود الفا ، بيتا او ګاما وړانګې ورځخه خپريږي . په لاندې هستوي تجزيه کې طبيعي يورانيوم په خپل سر په يوه نوي عنصرتوريم Th-234 اوړي او په د ې ترځ کې دهستې څخه دالفا وړانګې ياني دهېليم اتوم يوه هسته خپريږي :

$$^{238}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\mathrm{Th} + \alpha({}^{4}_{2}\mathrm{He})$$

په نوموړې تجزيه کې اوه اويا په سل کې % 77 د الفا يوه وړانګه خپريږي او پخپله يورانيوم سم سيخ د توريم په بنستيزليول باندې اوړي . د نوموړې الفا ذري حرکي انرژي د لږ څه څلور مېګا الکترون ولټه (4 MeV) څخه هم اوړي . خو د يورانيوم هستې څخه درويشت په سل کې 23% دالفا يوه بله وړانګه هم جوفت خپريږي او دلته يورانيوم په لومړي پړاو کې، دتوريم په يوه داسې هسته اوړي، چې په يوه هيجاني ليول کې پريوځي او بيا وروسته په دوهم پړاو کې ديوې ګاما وړانګې په خپرولو سره ،خپل بنستيز ياني اسا سي ليول ته را لويږي . دورستی ګاماوړانګې انرژي پينځوس کيلو الکترون ولټه ده .

لنډ يز:

- دالفا يو بخرکی ددوو پروتونو اودوونيوترونو څخه جوړدی او د هليم هسته جوړوي .
- دالفا ذره يا بخرکی دوه غبرګ مثبت بربښنايزچارج لري(Double positive charges) .
- دالفا يوه بخرکي سرعت(چټکتيا) په يوه ثانيه کې ،د پينځه لسو نه تر د برشو زرو کيلومتره او يا د نورسرعت يو په لسمه برخه پورې رسيږي .
- دالفا ذره په يو سانتي مترهوا کې دشپږو زرونه تر لسوزرو پورې ايونونه توليدوي.
- دالفا وړانګې دکاغذيوې پاڼې څخه هم نشي تېريدلای اوله دې کبله دبهرنۍ سرچينې څخه که خپرې شي نو د روغتيا په تړاودانډ بېنښي ورنه دي .
- که دخوراک، تماس اوياد تنفس له لارې بدن ته ننوځي نوخطر يې دروغتيا په تړاو بېخي ډېر دی.
- دالفا ذره په يوه هستوي چاودنه کې منځته راځي او کتله يې مساوي ده له:
- $m_\alpha = 6,644\times10^{-27}$ kg دالفا ذرې کتله

 α (alpha particle) = He^{4}_{2}	د پلوتونيم هستې په چاودنه کې د الفا يوه ذره ياني د هيليم He هسته ازاده کيږي .. $Pu^{239}_{94} \xrightarrow[24,000\ yrs]{} U^{235}_{92} + He^{4}_{2}$ (alpha particle)

بېتاو ړانګې (Beta – rays) :

په طبیعت کې ځینې رادیواکتیو عنصرونه شته دي چې د اتوم هستې څخه بېتا وړانګې (β-rays) خپروي . نوموړې هستوي وړانګې ګړندي الکترونه دي چې سرعت (چټکتیا) يې د صفر نه تر نږدې نورسرعت پورې رسیږي او په هواکې دهغوی د خپرید لو واټن تر لسو مترو پورې رسیږي . کله چې په یوه هسته کې د نیوټرونو شمېر د پروټونو په پرتله ډېروي نو د منفي بېتا تجزیه تر سره کیږي .

بېتا منفي تجزیه (β⁻ decay) : په دغه هستوي تجزیه کې دبېتا وړانګې هغه وخت منځته راځي کله چې دهستې یونیوترون n° په پروتون P^{+} ، یو الکترون e^{-} (بېتا وړانګه) او یوه بله ذره چې د ضد نیوټرینو (v^{-}) په نامه سره یادیږي، واوړي . دغه ډول تجزې ته بېتا منفي تجزیه ویل کیږي چې تولنیز معادله (انډولیزه) يې په لاندې ډول ده :

$$n^0 \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$$

$$^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}^{A}_{Z+1}\mathrm{Y} + \beta^- + \bar{\nu}_e$$

د بېلګې په ډول دکوبالټ شپیته Co^{60} هسته د بېتا منفي تجزیه تشکیلوي او په پایله کې یوه نوې هسته یانې نیکل Ni او د الکترون وړانګې او د نیوټرینو یوه ضد ذره منځته راځي :

$$^{60}_{27}\mathrm{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\mathrm{Ni}^* + \beta^- + \bar{\nu}_e$$

په ۲۴- شکل کې درادیوم (Ra-228) رادیو اکتیو هستې تجزیه ښوول شوې چې په پایله کې یوه بېتا منفي ذره (β^{-}) یا ني یو الکترون، داکتینیم عنصر(Ac-228) یوه نوې هسته او د نیوټرینو (v^{-}) یوه ذره منځته راځي .

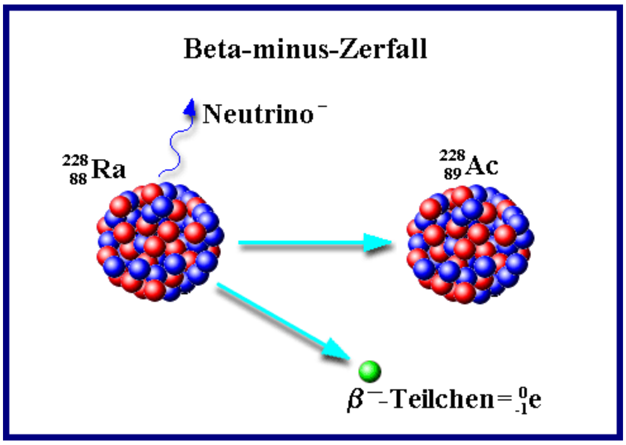
د پام وړ خبره داده، چې په هره یوه هستوي تجزیه کې د چارجونو او دانرژې د ساتلو قانون اعتبارلري . د بېتا هستوي تجزیې په معادله (انډولیزه) کې د ضد نیوټرینویوه ذره (بڅرکی) خپریږي تر څو دیوې خوا دانرژې د ساتلو قانون او بلخوا دلېپټونو شمېر (Leptons) د ساتلو قانون پر ځای شي . دبېتا منفي تجزیې معادله په لاندې ډول سره لیکلا ی شو :

$$Ra^{228}_{88} \rightarrow Ac^{228}_{89} + Antineutri\ no + \beta^-$$

رادیم ⇦ اکتینیم + انتي نیوترینو + بېتا ذره

په بېتا تجزیه کې دهستې مثبت چارج د پخوا په پرتله د یوه واحد په کچه ډېریږي (Z+1) او یا کمیږي (Z-1) خو د کتلې شمیره يې په خپل حال پاتې کیږي . د بېلګې په ډول دفاسفورس هستې P^{32} یونیوترون په پروتون اوړی او د سلفر S^{32} هسته منځته راځي .

$$^{32}_{15}P \Rightarrow {}^{32}_{16}S + \beta^- + \nu$$



(۲۴-شکل)

۲۴-شکل: د منفي بيتا ذرى تجزيه: كله چي دراديوم (Ra-228) اتوم هسته تجزيه شي نو دبيتا يوه ذره او په ځنګ كې ورسره د ضد نيوترينو يوه ذره خپرېږي او پخپله يې د اكتينيم (Actinium) په يوه نوي هسته بدليږي(31) .

په دغه هستوي تجزيه كې دپروتونو شمېر Z= 88 د يوه واحد په كچه لوړيږي Z= 89 خو د نوكليونو شمېر ياني په هسته كې د پروتونو او نيوترونو مجموعه يا ني دكتلي شمېره يې A = 228 په خپل حال پاتې كيږي

بيتا مثبت تجزيه (β^{+} decay) : ځيني عنصرونه هم شته دي چي دهغوى په هسته كې دنيوترونو شمېرد پروتونو په پرتله لږدى. په دغه ډول هستوكې يو پروتون په يونيوترون، يو پوزيټرون (Positron) او يو نيوترينو(υ_e = Neutrino) اوړي .

- پوزيترون (e^{+}) دالكترون (e^{-}) ضد ذره ده، داځكه چي دمنفي بريښنايز چارج پر ځاى مثبت بريښنايزچارج لري خو كتله يې دالكترون سره مطلق برابره ده . نوموړي ذره د بيتا مثبت وړانګې يا (β^{+}) په نامه سره هم يادېږي .

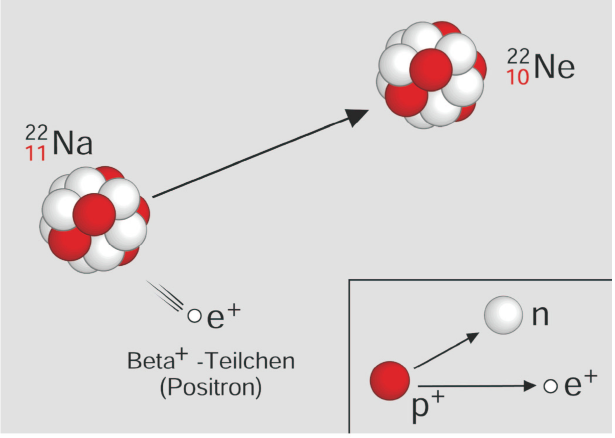
د بيتا مثبت تجزي تولېز(عمومي) معادله(انډوليزه) په لاندي ډول ليكلاى شو:

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + \beta^{+} + \nu_e$$

- د بيتا مثبت په هستوي تجزيه كې يو پروتون په يونيوترون ، يوپوزيترون (e^{+} = Positron) اويو نيوترينو ν_e اوړي :

$$energy + p^{+} \rightarrow n^{0} + e^{+} + \nu_e$$

د بېلګي په ډول كله چي د راديواكتيونايتروجن N-13 هسته تجزيه شي نو په پا يله كې دكاربون يوه هسته C-13 اويو پوزيترون (β^{+}) او يونيوترينو ν_e لاس ته راځي .



(۲۵- شکل)

۲۵- شکل : دبېتا مثبت (β^+) په تجزيه کې د سوډيم هستې يو پروتون په نيوترون بدليږي او يو پوزيټرون (Positron) د هستې څخه راوځي چې مثبت چارج لري او کتله يې د الکترون کتلې سره يو برابر ده .(31)

$$^{13}_{7}\mathrm{N} \rightarrow {}^{13}_{6}\mathrm{C} + \beta^+ + \nu_e$$

راديو اکتيونايتروجن ⇦ کاربون ايزوټوپ + پوزيټرون + نيوترينو

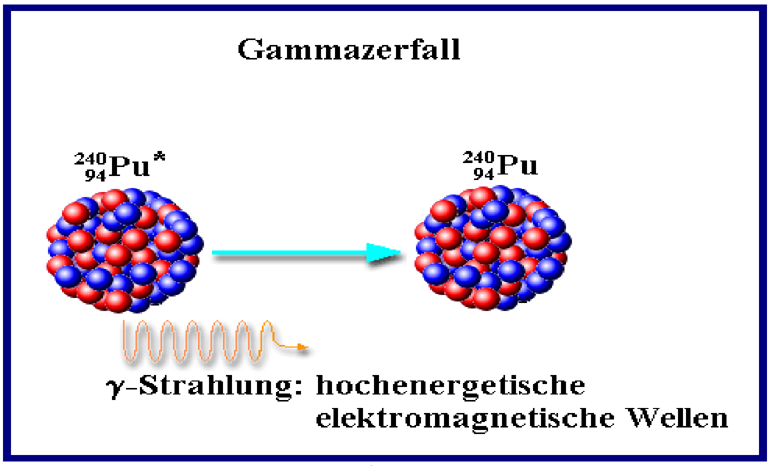
☜ د پام وړ: په بېتا تجزيه کې دهستې څخه يو الکترون (β^-) او يا پوزيټرون (β^+) خپريږي . په لومړي حالت کې (β^-) د پيدا شوي هستې د اتومي شمېرې د يوه واحدپه اندازه پورته ځي او په دوهم حالت کې β^+ د يوه واحدپه اندازه ښکته راځي خو د کتلې شميره په خپل حال پاتې کيږي .

ګاما تجزيه (Gamma decay):

کله چې يوه هسته دالفا او يا بېتا وړانګې خپرې کړي نو بيا وروسته کله داسې هم پېښيږي چې دپارونې(تحريک) په حالت کې پاتې شي . ددې لپاره چې دغه هسته دلوړانرژي حالت څخه يوه ټيټ انرژي حالت ته راولويږي، نودهستې داړونده مدارونودانرژي توپيردګاماوړانګوياني فوتون وړانګوپه څېر خپروي . داځکه چې ديوه راديواکتيو اتوم هسته، هغه کوي چې دلوړ انرژی مدارڅخه دانرژي يوه ټيټ مدارته راولويږي او په دې ډول سره خپله اضافګي انرژي ديوه ثابت حالت دغوره کولو په موخه له لاسه ورکړي. په نوموړي تجزيه کې د تجزيه کيدونکې هستې د پروټونو او نيوترونو شمير تغير نه کوي او د کتلې شميره يې ثابت پاتې کيږي. يوازې د والدين هستې کتله د خپورشوي فوتون کتلې معادل انرژي په کچه سره کمښت مومي. په ۲۲ شکل کې ښوول شو بده چې دپلوتونيم يوه تحريک شوي(را پارولې) هسته دګاما وړانګې خپروي .

ګاما وړانګې (Gamma - rays):

ګاما وړانګې (γ-rayys) دنور(light) په شان الکترومقناطيسي څپې دي خوانرژي يې دنورڅپو په پرتله ډېره لوړه ده، چې دفوتون وړانګو او يا فوتون کوانت هم ورته ويل کيږي .



(۲۶- شکل)

۲۶- شکل: دپلوتونیوم یوه رادیو اکتیو تحریک شوې هسته خپله اضافګي انرژي دګاماوړانګوپه څېرله لاسه ورکوي ،خو دهستې دپروتونو اونیوترونو شمېریې په خپل حال پاتې کیږي.(34)

په لاندنۍ معادله (انډولیزه) کې دباریم رادیواکتیو هسته په یوه هیجاني (راپارولي) حالت کې پریوتي ده، دا ځکه چې د دې انرژي لیول دژوند موده یې لږ څه اوږده ده . یوداسې حالت دیوې نښې په مرسته دکیمیاوي سېمبول د پاسه د ام (Metastabile = m) په توري سره ښوول شوی دی . نوموړی ډول راپارول شوی حالت، دګاما وړانګوپه څپرولو سره خپله اضافګي انرژي له لاسه ورکوي :

$$Ba^{137\,m}_{56} \rightarrow Ba^{137}_{56} + \gamma$$

☜ کله چې یو اتوم ^{A}X د تحریک په حالت کې وي نود پاس په سر یې یوه نښه لکه ستوری * کښښل کیږي . دګاما تجزیې ټولنیز معادله په لاندې ډول لیکلای شو:

$$^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X \oplus \gamma$$

دګاما تجزیې یوه وتلې بېلګه د کوبالت شپیته رادیو اکتیو Co-60 هسته جوړوي چې دوه ګاما وړانګې ورڅخه خپریږي او په اخېرکې دنیکل (Ni-60) په یوه ثابت عنصراوړي . دغه هستوي تعامل په لاند ې ډول سره لیکلای شو:

$$Co^{60} \Rightarrow Ni^{60} + \gamma_1 (1{,}1732\ MeV) + \gamma_2 (1{,}33\ MeV)$$

په نوموړې تجزیه کې لومړی کوبا لټ شپیته په تحریک شوي نیکل Ni اوړي او بیا وروسته نیکل دګاما دوه وړانګې خپروي، چې انرژي یې په خپل وار سره لږ څه یوعشاریه دوه مېګا الکترون ولټه اویوعشا ریه درې مېګا الکترون ولټه قیمت لري . دیادولو وړده چې د کوبالټ نوموړې وړانګې د سرطان ناروغۍ په درملنه کې یو ډېر اړین او مهم رول لوبوي .

دهستې تړون انرژي ($(Nuclear\ binding\ energy = B = \Delta m \times c^2)$) :

په داسې حال کې چې د يوه اتوم په مدارونو کې دالکترونو او په هسته کې د پروتونو تر منځ بربښنايز ولاړ ځواک يانې الکترو ستاتيک قوه (Electrostatic force) اغيزمنه ده او الکترونه په هسته باندې يو ځاى کلک ساتي، خو داتوم په هسته کې نيوترونه او پروتونه د يوې ډېرې زورورې هستوي قوې (Nuclear force) په واسطه ديوه بل سره کلک تړلي دي . که وغواړو چې د اتوم هستې څخه يونيوترون او يا يو پروتون (نوکليون) دهستوي قوې دجاذبې څخه بېخي ازاد کړو، نودديې اړتيا شته ده، چې دنومورې قوې پروړاندې کار تر سره شي . دهستې څخه د يونوکليون د بيلولو په موخه په منځنۍ ډول سره لږ څه اته ميګا الکترون ولټه (8MeV/Nucleon) انرژي په کارده . په داسې حال کې چې داتوم د k مدار څخه د بېلګې په ډول د يو ه الکترون د رااېستلو لپاره لږ څه سل کيلو الکترون ولټه (100 keV) انرژي په کارده .

✍ تو له هغه انرژي چې ديوه اتوم هستې دټوټې کولو اود هغې څخه ديو نوکليون لکه پروتون اويا نيوترون دبيلولو لپاره په کارده دهستې تړون انرژي په نامه سره يادېږي .

دکتلې تنقيص يا د کتلې نيمګړتيا $(Mass\ defect = \Delta M)$:

نن ورځ ډېرو هستوي څېړنو او دقيقو تجربو په ډاګه کړې ده، چې د هر يوه اتوم ځانګړې کتله ددغه اتوم دنوکليونو د مجموعي کتلې په پرتله کوچنې ده . د بېلګې په ډول د هيليم هسته ددوه پروتونو او دوه نيوترونو څخه جوړه ده . نوکله چې دنومړوڅلورودزرو کتله سره جمع کړو او بيا يې دهيليم اتوم هستې کتلې څخه منفي کړو نود کتلې توپير يې د $\Delta M = 0{,}030376\ u$ سره برابر کيږي . د کتلې نومورې توپير ته د کتلې تنقيص او يا دکتلې کمښت ويل کيږي . کله چې د کتلې دغه کمښت Δm دنورسرعت (چټکتيا) د c مربع سره ضرب کړونو نوددغې هستې لپاره د تړون انرژي $(B = \Delta m \times c^2)$ قيمت تر لاسه کيږي . په يوه هستوي چاودنه کې د تړون انرژي د توليد شوو هستو او ذروتر منځ د حرکي انرژي په ډول ويشل کيږي .

پوښتنه: په لاندنۍ هستوي چاودنه کې ديورانيوم دوه سوه اته ديرش ايزوټوپ په توريم اويوه الفا ذره تجزيه کيږي . کله چې ددغو دواړوپيداشوو ذروکتلې سره جمع کړونود يورانيوم اتوم کتلې څخه ډيره ده . دالبرت اينشټاين دانرژي اوکتلې د معادل اړيکو په پام سره د نيمګړې کتلې انرژي محاسبه کړئ؟

حل: ديورانيوم هستې کتله مساوي ده له $m = 238{,}0508\ u$ او دتوريم هستې کتله مساوي ده له :

$m_{Th} = 234{,}0436\ u$ او د الفا ذرې کتله مساوي ده له : $m_\alpha = 4{,}0026\ u$

کله چې دالفا اوتوريم ذرو کتلې سره جمع اوبيا يې د يورانيوم کتلې څخه منفي کړونولروچې:

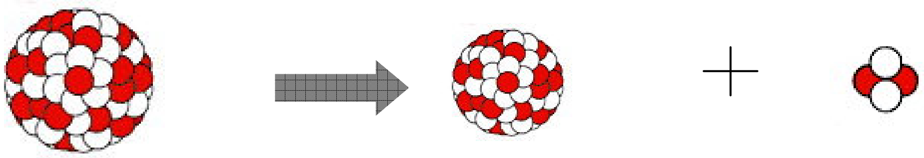
$$(234{,}0436\ u + 4{,}0026\ u) - 238{,}0508\ u = \Delta m = 0{,}0046\ u$$

کله چې دکتلې نوموړی توپیرد نور سرعت (چټکتیا) په مربع سره ضرب کړو او په یاد ولرو چې داتوم کتلې واحد $u = 931 MeV/c^2$ سره برابر دی نود انرژي E لپاره لیکلای شو چې:

$$E = (0{,}0046\ u)\times(931\ MeV/u) = 4{,}3\ MeV$$

ځواب: په نوموړې هستوي چاودنه کې لږ څه څلور میګاالکترون ولټه انرژي ازاده کیږي چې دکتلې د کمښت (Mass defect) سره معادل قیمت لري :

$^{238}_{92}U$ یورانیم — $^{234}_{90}Th$ توریم — $^{4}_{2}alpha$ الفا ذره



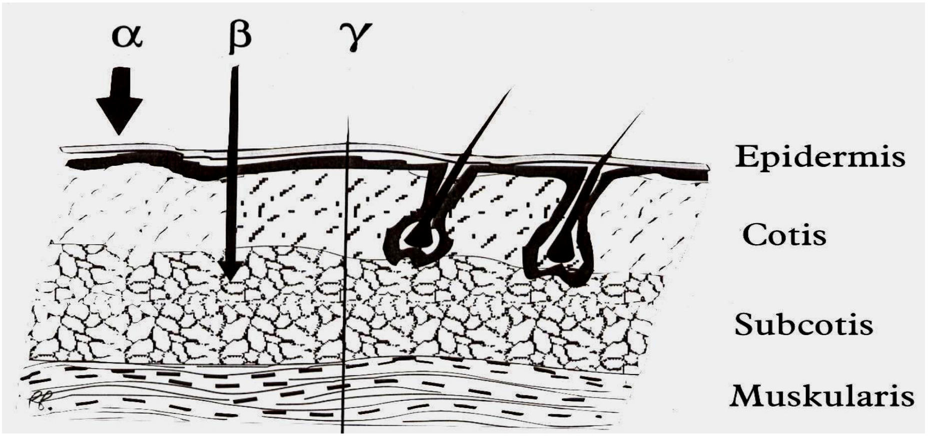
238 .0508 u دوالدین کتله Parent mass

234 .0436 u دلور کتله Daughter mass

4 .0026 u دالفا کتله Alpha mass

په پوستکي کې دالفا ، بیتا او ګاما وړانګو د ننوتلو کچه :

په ۲۷- شکل کې ښوول شو یده چې دبدن پوستکي ته دالفا (α)، ګاما (γ) او بیتا (β) وړانګې ننوځي او هلته بیا لوژیکی او کیمیاوي اغېز ي تر سره کوي . د بېلګې په ډول د الفا وړانګې د بدن په پوستکي کې ترصفرعشاریه یو ملي متره ژوري ننوتلای شي اوبیا هلته خنبې پاتې کیږي . نوموړې وړانګې خپله ټوله انرژي د څوحجرودغبرګون څخه وروسته له لاسه ورکوي . په پوستکي کې دنومړو وړانګو د ننوتلوکچه په ۲۷- شکل کې ښوول شو یده .



۲۷- شکل : د بدن په پوستکی کې دالفا (α)، بیتا (β) او ګاما (γ) وړانګو د ننوتلوکچه د ویکتورونو په اوږدوالي او ناوړه اغېز ي یې د ویکتورونو په پنډوالي ښوول شو یده . دالفا وړانګې د پوستکي په پاسنی پټ

ياني اپيي درمېس Epidermis اودري مېګا الکترون ولت بېټا وړانګې څه ناڅه يو نيم سانتي متره په پوستکي کې ژور ترکوتيس (Cotis) پټ پورې رسيږي . دګاما وړانګو ننوتلو(Penetration) څواک دومره زوروردی چې يوه برخه يې دټول بدن څخه هم تېريد لای شي .

✍ **لنډيز**: ازمېينو ښوولې ده چې په حجروکې دالفا وړانګو دزيان کچه د بيټا او ګاما وړانګو په پرتله شل واره ډېره ده . د بيټا وړانګې له ګرندیو الکترونو څخه جوړې دي چې د بدن په نسجونو کې څو سانتي متره ننوځي . دګاما وړانګې الکترو مقناطيسي وړانګې دي چې په هره ماده کې ډېر ژور ننوتلای شي . د بېلګې په ډول د ګاما وړانګو يوه برخه د کنکريت مادي څخه چې پنډوالی يې لږ څه يومتر وي هم تېريدلای شي همدا لامل دی چې د نوموړو وړانګو دخطرڅخه ځان ژغورل او خوندی ساتل ډېر ګران او حتی نا شونی کار ګڼل کيږي .

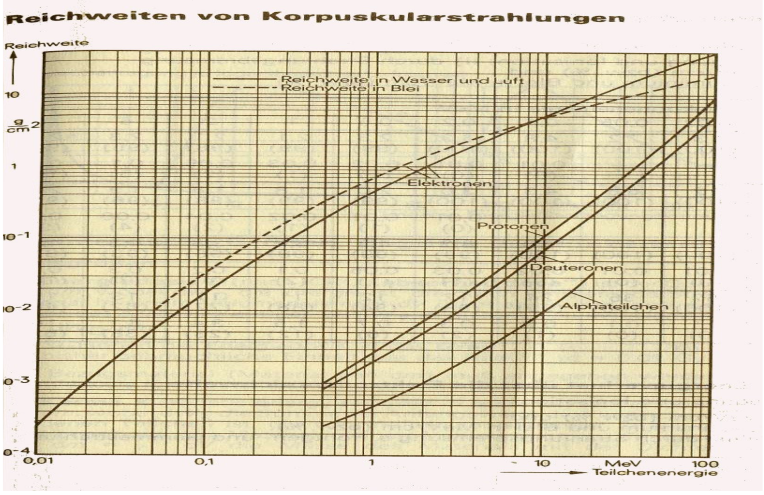
دهستوي ذرو انرژي	په هوا کې دخپريدني واټن Range in air (mm)			په اوبو کې دخپرېدني واټن Range in water (mm)		
	الکترون	پروتون	الفا ذره	الکترون	پروتون	الفا ذره
0,1 MeV	12	0,13	0,12	0,14	0,0016	0,0014
0,2 MeV	33	0,25	0,18	0,40	0,0030	0,0022
0,5 MeV	140	0,80	0,32	1,7	0,0098	0,0039
1,0 MeV	330	2,3	0,50	4,0	0,028	0,0061
2,0 MeV	790	7,0	1,0	9,5	0,086	0,012
5,0 MeV	2100	33,0	3,2	25,0	0,40	0,039
10,0 MeV	4150	120,0	9,5	50,0	1,47	0,12
20,0 MeV	8300	400,0	32,0	100,0	4,9	0,39
50,0 MeV		2000,0	160,0	250,0	24,0	1,9
100,0 MeV		6500,0	550,0	400,0	78,0	6,6

۱۵- جدول: په اوبو او هوا کې دالفا، بيټا، پروتون او الکترون د خپريدني واټن په واحد ملي متر(mm) ښوول شوی دی .

☜ **دپام وړ**: کله چې الکترومقناطيسي وړانګې او هستوي ذرې لکه الفا ،نيوترون، پروتون او پوزيترون اوداسې نور په يوه ماده ولګيږي، نوهلته يو لړېنستيز فيزيکي، کيمياوي او بيالوژيکي عمليې ترسره کيږي . په پايله کې خپله ټوله اويا يوه برخه انرژي دلا سه ورکوي اودمادي اتومونه، ماليکو لونه په چارج شوو منفي او مثبت ايونو او راديکالو بدلوي . له دې کبله نوموړې وړانګې د ايونايزوونکو وړانګو په نوم سره يادېږي چې دکتاب په پاتې برخه کې به د لنډيز په موخه د ايونايزوونکو وړانګو پر ځای دوړانګو نوم ورکړو .

☜ که چيرته يوه هسته په کافي اندازه د هيجان(پارون) په حالت قراروه نه لري نوددې احتمال شته دی چې خپله د تحريک اضافګي انرژي دفوتون دخپرولو له لارې نه بلکې سم سيخ د کې K او ايل L مدار

الکترونو ته انتقال کړي .نوموړې پېښه د نني بدلون يا انترنال کونورزيون په نامه سره ياديږي (Internal conversion = IC) ناويلي د پاتې نشي ،چې دغه کړنلاره په هغو هستوکې ډيره پېښيږي، چې دپروتونو شمير يې لوړوي . داځکه چې په نوموړو هستو کې ،دالکترونو او پروتونو ترمنځ دکولومب غبرګون ډير غښتلی وي او له دې کبله دالکترونو مدارونه، د هستې خواته ورڅکول کيږي .



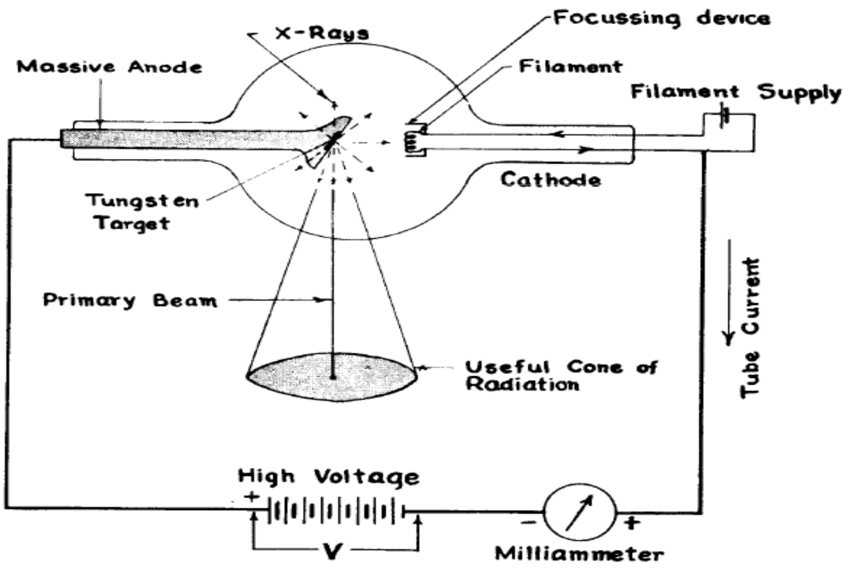
(۲۸- شکل)

۲۸- شکل: د الفا بخرکی (Alpha particle)، دويتورون (Deutoron) ، پروتون (Proton)، او الکترونو خپريدلوواټن (Range) په عمودي محور واحدېې ګرام پر سانتي متر مربع او د نوموړو ذروانرژي په افقي محور واحدمېګا الکترون ولټ سره ښوول شوی ده . غزيدلې ليکې دنوموړو ذرود خپريدلو واټن په اوبو او پرې شوې ليکې په سرپو (Lead) کې ښئي(50) .

اکسريز يا رونتګن وړانګې (X-Rays or Roentgen Rays):

په ۱۸۹۵ م کال کې اکسريز (X-Ray) ديوه جرمني فيزيک پوه کونراد رونتګن (Conrad Roentgen) له خوا رابرسيره (کشف) شوې چې دهغه له خوا لومړی د اکس ياني ناڅرګنده وړانګو په نوم سره يادشوې . په ۲۹- شکل کې د نوموړو وړانګو د منځته راتلو ټکنالوژي او آله ښوول شوې د ه . د يوې کتود (Cathode =K) سرچينې څخه الکترونه راوځي او د سل کيلو ولټه 100 kV په مرسته سره دهوا څخه تش شوي هينداريز لو ښي کې سم سيخ دانود وخواته تعجيل (ېيړه)ورکول کيږي ترڅو په اخبر کې په يوه فلزي انود (Anode = A) ولګيږي . کله چې نوموړي ګړندي الکترونه د انود اتومونو د هستې په نږدې واټن کې تيريږي نو دهستې د کولومب قوي تر اغيز ې لاندې راځي او داتوم هستې ته راڅکول کيږي . څرنګه چې نوموړي ګړندي الکترونه د خپل سم سيخ لورې څخه دکولومب قوې په واسطه راکاږه کيږي اوهم دريدلو ته اړکيږي نو په دې ترڅ کې د ايکس بريمز وړانګې (X – Bremsstrahlen) او يا په بل عبارت دبريک وړانګې (X-Break rays) منځته راځي.

- ☑ داکسريز څخه دناروغيو په تشخيص کې ګټه پورته کيږي او انرژي يې (10-150 keV) ده.
- ☑ داکسريز څخه د ناروغيو په درملنه کې ګټه پورته کيږي او انرژي يې (1-50 MeV) ده .
- ☑ هغه آلې چې دناروغيو ددرملني لپاره استعماليږي لکه کوبالټ شپيته Co-60 ، بيتاترون Betatron، سم سيخ تعجيل کونکي Linear Accelerator په نامه سره ياديږي .



(۲۹-شکل)

۲۹- شکل: داکسريز(X-Ray unit) د توليد کولوآله ښوول شو يده . کله چي ګړندي الکترونه e^- د کتود Cathode څخه راووځي، نودتعجيل څخه وروسته په انود Anode باندي لګيږي اوهلته د اتوم هستې مثبت چارج په ساحه کې د خپل سم سيخ لوري څخه کاږه کيږي او په پايله کې د رونتګن وړانګې ياکسريز (X-Ray) منځته راځي . نوموړي وړانګې بيا د يوې کړکۍ څخه د باندي راوځي primary beam چې د ويکتورياني غشي په څوکه ښوول شوي دي(Cunningham-15) .

- کله چي داکسريز ګټور استعمال په درملنه او دناروغيو په پېژندنه کې په ثبوت ورسيده نو بيا وروسته دنوموړي فيزيک پوه په وياړ سره درونتګن نوم ورکړشواو برسيره پر دې يو رونتګن Roentgen = R دوړانګو د واحد په صفت هم وټاکل شو .

- **پخواني تعريف** : يو رونتګن دوړانګو هغه اندازه ده چې په يوه سانتي متر مکعب وچه هواکې دالکتروستاتيک واحدچارج ($3,3362\times10^{-10}$ C) په اندازه يوډول ياني مثبت او يا منفي برېښنايز چارجونه توليد کړي . نوموړی قيمت په يوه سانتي متر مکعب وچه هوا کې د لږ څه دوه مليارده جوړه ايونو ($2,082\times10^{9}$ ion pairs/cm^3) سره سمون لري .

- درونتګن وړانګو اوسنی اوداعتبار وړ تعريف په لاندې ډول دی(SI) :

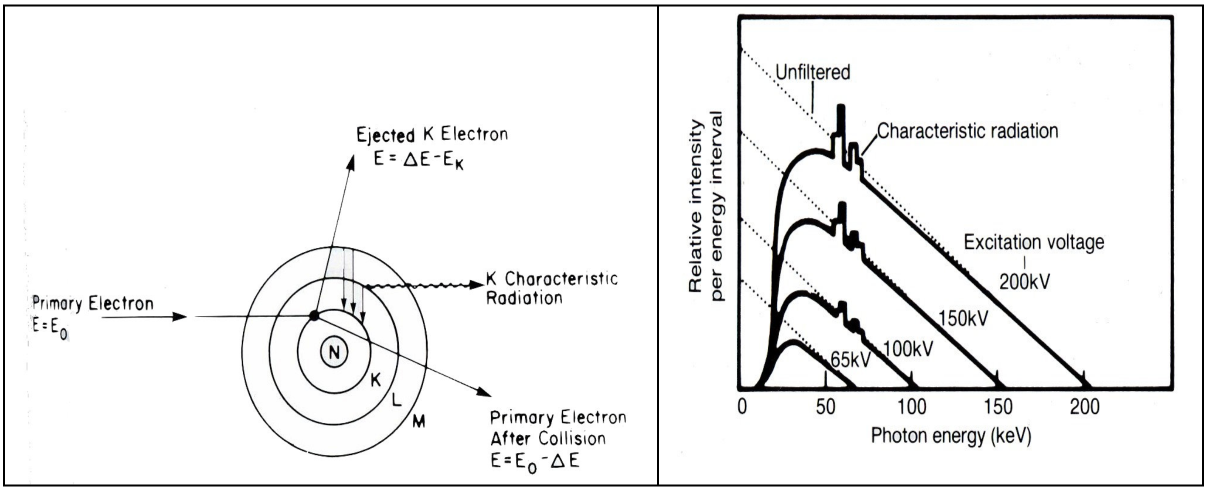
* **يو رونتګن** په يو کيلو ګرام وچه هواکې دايونايز کونکو وړانګو په وا سطه پيداشوي برېښنايز چارجونه دي چې قيمت يې لږ څه دوه نيم په لس زرمې برخې د کولومب ياني ($1R= 2,58\times10^{-4}$ C/Kg) سره سمون خوري . په هواکې ديو رونتګن وړانګوجذب شوي انرژي اندازه لږ څه يو سانتي ګرې سره مساوي ده .

يادونه: ملي امپير ميتر(Milliampermeter) د برېښنا جريان اندازه کوي . لوړولتيج (High voltage) دانود او دکتود ترمنځ الکترونو ته تعجيل (بيړه)ورکوي اوکچه يې تر لسګونو کيلوالکترون ولټه پورې رسيږي .

په ۱۹۰۱ م کال کې رونتګن ته ددغه بې ساري او ارزښتنا که کشف له کبله دنوبل جايزه (Nobel Prize) ورکړل شوه . اکسريز يا د رونتګن وړانګې الکترومقناطيسي وړانګې دي چې دناروغيو په پلټنه او پېژندنه کې يې انرژي تر سلو کيلو الکترون ولټه 100 KeV اود پوستکي د درملنې لپاره يې انرژي تردوه سوه کيلو الکترون ولټه 200 keV او دبدن ژورو برخود درملنې لپاره ترڅو مېګا الکترون ولټه MeV پورې رسيږي . درونتګن يااکسريز(X-Ray) ايونايزوونکې وړانګې په دوه ځايونو کې منځته راتلای شي .

- لومړی: هغه وړانګې دي چې داتوم په مدارونوکې منځته راځي
- دويم: هغه وړانګې دي چې داتوم هستې د کولومب په بريښنايز ساحه کې منځته راځي .

په ۳۰- شکل کې داکسريز هغه وړانګې ښوول شوې دي چې داتوم په مدارونوکې منځته راځي او د کرتريستيک يا مشخصه (ځانګړې) اکسريز(Characteristic X- Ray Radiation) په نامه سره ياد يږي .

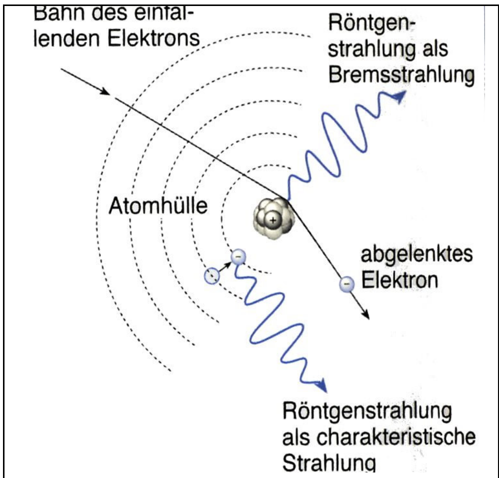


(۳۰- شکل)

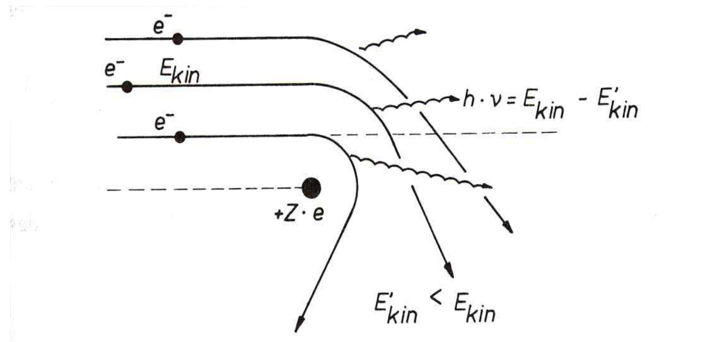
۳۰- شکل: د مشخصه (ځانګړې) اکسريز (Characteristic X- Ray) د منځته راتلو کړنلاره ښوول شو ېده . په نوموړي شکل کې داتوم هستې ته د ننوتونکي يا لومړي الکترون انرژي په $E = E_0$ او د غبرګون څخه وروسته پاتې انرژي په $E = E_0 - \Delta E$ سره ښوول شوېده . هغه الکترون چې د کې k مدار څخه ايستل شوی دی د Ejected k Electron په نامه سره ياديږي او انرژي E يې مساوي ده له (25) :

$(E = \Delta E - E_k)$ په دغه غبرګون کې د k مدارمشخصه اکسريزليدل کيږي (k Characteristic Radiation) .

دځانګړو اکسريزدانرژي شپېکترم دهرعنصرلپاره ځانګړې او خطي ياني دکرښې په شان شکل لري . په ۳۱ - شکل کې داکسريز دويم ډول وړانګې ښوول شوي دي، چې داتوم په مدارونو کې نه بلکې دهستې په نږدې ساحه کې پيدا کيږي . دغه ډول وړانګو ته دبريمز وړانګې (Bremsstrahlung) چې د بريک break مانا ورکوي نوم ورکړ شوی دی . نوموړې وړانګې خطي طيف نه بلکې يو پراخ پلن طيف لري . کله چې ګړندي الکترونه د اتوم هستې ته ورنږدې شي نو هلته دپروتونو د مثبت چارج لخوا را ځکول کيږي چې په پايله کې درونتګن بريمز وړانګې منځته راځي . نوموړې فيزيکي کړنلاره په ۳۱ شکل کې ښوول شو ېده .



هرڅومره چې يو الکترون داتوم هستې په برېښنايز ساحه اودهستې پروتونو ($+Z.e$) ته ورنږدې تېرېږي په هم هغه کچه ډېره حرکي انرژي E_{kin} له لاسه ورکوي اودانرژۍ توپير يې د فوتون بريمزوړانګو ($h\upsilon=E_{kin}-E'_{kin}$) په بڼه خپرېږي.



(۳۱- شکل)

۳۱- شکل: کله چې يو الکترون د هستې په نږدې ساحه کې تېرېږي نود کولومب قوې داغېزې او غبرګون په پايله کې اکسريز نا کرکټريستيک يا بريمز (Bremsstrahlung) وړانګې منځته راځي (9)

Figure 1.1. The first radiograph of a living object, taken in January 1896, just a few months after the discovery of x-rays. (Courtesy of Röntgen Museum, Würzburg, Germany)

(۳۲- شکل)

۳۲- شکل: دفيزيک پوه رونتګن ميرمنې دلاس اکسريز عکس ليدل کيږي چې درونتګن وړانګوپه مرسته اخېستل شوی دی. داکسريز نوموړی عکس د انسان لومړی عکس دی چې په ۱۸۹۶ م کال جنوري مياشت کې دنوموړو وړانګو د رابر سيره کېدلو څو مياشتې وروسته اخېستل شوی دی.

په ۱۹۰۳ م کال کې دلومړي ځل لپاره دپوستکي سرطان ناروغۍ ددرملنې لپاره د اکسريز څخه ګټه و اخېستل شوه. څرنګه چې په لومړۍ موده کې دوړانګو اندازه کولولپاره د فيزيک کميت يا واحد نه وو ټاکل شوی، نود دوړانګو اندازه کول يوازې د بيالوژيکي اوکلينيکي اغېزو په بنسټونو تر سره کېده. دبېلګې په ډول هغه کچه وړانګې چې دپوستکي د سوروالي (Erythem) لامل ګرځي د بيالوژيکي ډوزيمتري تر ټولولوړې کچې

واحد په صفت وپيژندل شوې او په هغه وخت کې پريکړه وشوه چې ښايي ناروغ ته ددرملنې په موخه تر دې کچې نه پورته په يوه وار ، ورنه کړشي .
د اکسريز د کشف څخه څو کاله وروسته په ډاګه شوه چې که څه هم دروغتيا په تړاو داکسريزپه کارول يوه ډېره ګټوره طبي کړنلاره ده، خو بلخوا اکسريزدګتې په څنګ کې د انسانانوبدن ته زيان هم رسولای شي او د سرطان ناروغۍ سبب (لامل) ګرځيدلای شي . د بېلګې په ډول په ۱۹۳۴ م کال کې ميرمن کيوري (Curie) يوه فرانسوۍ فيزيک پوهه د وينې سرطان په ناروغۍ مړه شوه . دا ځکه چې مادام کيوري دازمېينو په موده کې د ډېر وخت لپاره دراديم عنصر سره نږدې تماس درلود او داکسريزخطر يې د پام څخه غورځولی وه .

بېلګه:

ديوې څلوېښت کيلو ولټه 40 keV اکسريزدستګا ه څخه وړانګې راوځي او دناروغۍ د پيژندنې په موخه د بدن هډوکو سره غبرګون کوی. په نوموړې کړنلاره کې د کاربون اتوم ايونايز کيږي چې د باندنې مدار O-shell لپاره يې د ترون انرژي قيمت لس الکترون ولټه (0,01KeV) دی. دنوموړي مدارڅخه يو الکترون راوځي چې حرکي انرژی يې شل کيلو الکترن ولټه 20 keV سره برا بره ده.
د کمپټون خپريدونکي فوتون حرکي انرژي څومره ده.؟

حل:

$$40 = X + (0,01 + 20)$$

$$40 = X + 20,01$$

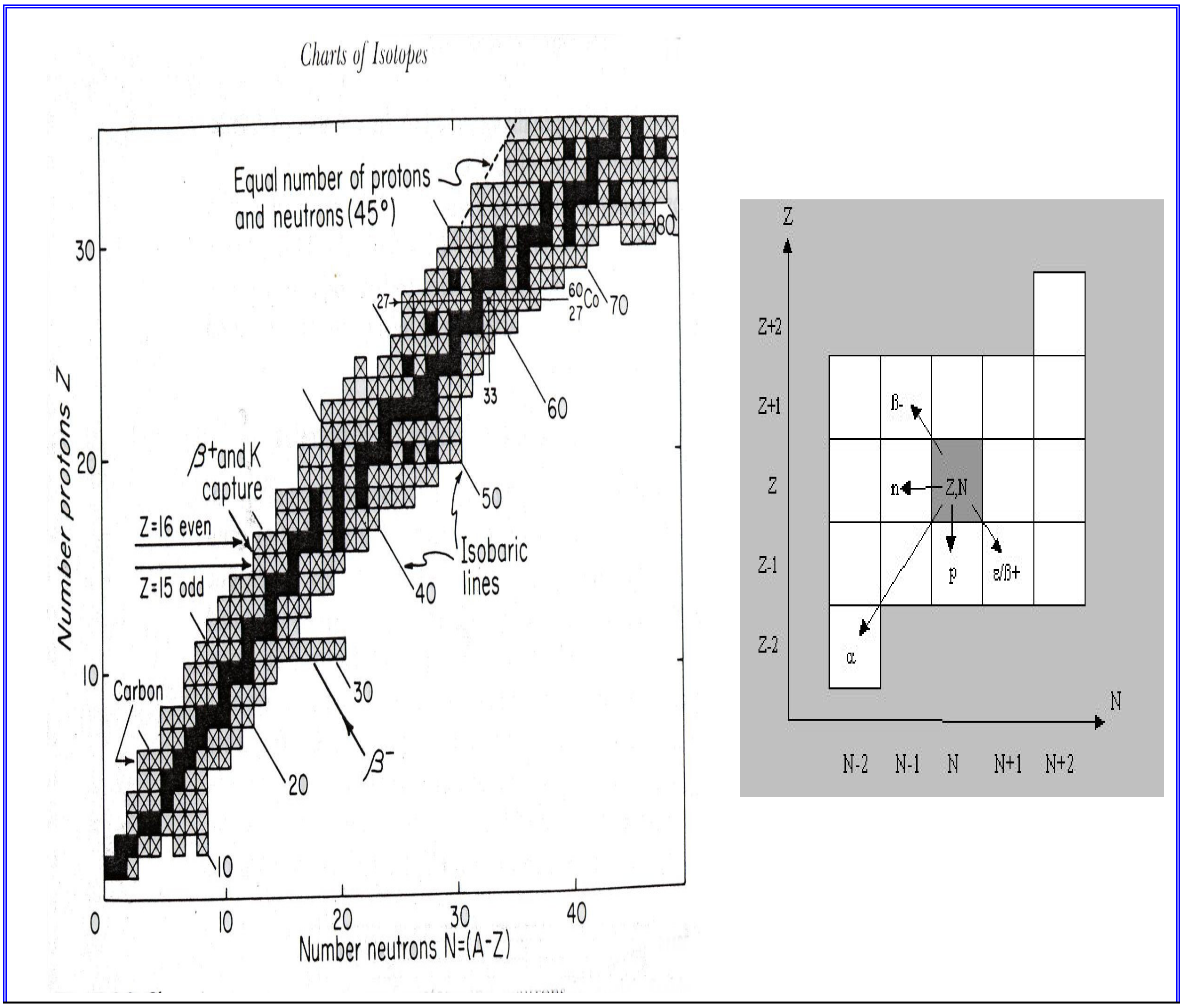
کله چې د پورتنۍ معادلې ښی او کيڼ اړخ څخه 20,01 منفي کړو نو د X نا معلومه قيمت ترلاسه کيږي چې د کمپټون فوتون انرژي سره برابردی .

$$\mathbf{X = 19{,}99\ keV}$$

نوکليد چارت (Nuclide chart) :

په ۳۲- الف شکل کې ديوسلو پينځه لسو عنصرو لپاره د (Segre nuclide chart) زيګرې نوکليد چارت ښوول شوی دی . ديوې هستې دپيژندلوپه موخه په دغه کړنلاره کې دپروټونو شمير او نيوټرونوشمير څخه کار اخېستل کيږي . په يوه نوکليد چارت کې داتومونوپه هسته کې، دنيوټرونوشمير N او پروټونو شمير Z تر منځ اړيکې ديوه ګراف په شکل سره ترتيب شوې دي . ديوې هستوي چاودنې په کړنلاره کې يونوکليد چې په لومړي پړاوکې دموروپلارنوکليد (parents nuclide) ورته ويل کيږي اوپه نوکليد چارت کې ددغه نوکليد دواړومحورونو موقعيت په Z او N با ندې ټاکل شوی وي، نودتجزيې څخه وروسته په يو ه اويا ډيرونورو نوکليد وتجزيه کيږي، چې د لور (Daughter) نوکليد په نوم ياديږي . په خپل وارسره په محورونوکې دهغوی موقعيت په (Z1,N1) او (Z2,N2) سره ښوول کيږي .د بېلګې په ډول که چيرته موږيو نوکليد په نوموړي ګراف کې تر کتنې لاندې ونيسو چې موقعيت يې په افقي محور کې په Z او عمودي محورکې په N سره ښوول شوی اود نوکليد چارت په تور بخونه خړه برخه کې موقعيت ولري، نو کله چې په يوه داسې مورو پلارعنصرکې هستوي تجزيه تر سره شي او دالفا وړانګې ، بيتاوړانګې، نيوترون ذرې او پروتون ذرې ورڅخه خپرې شي، نو

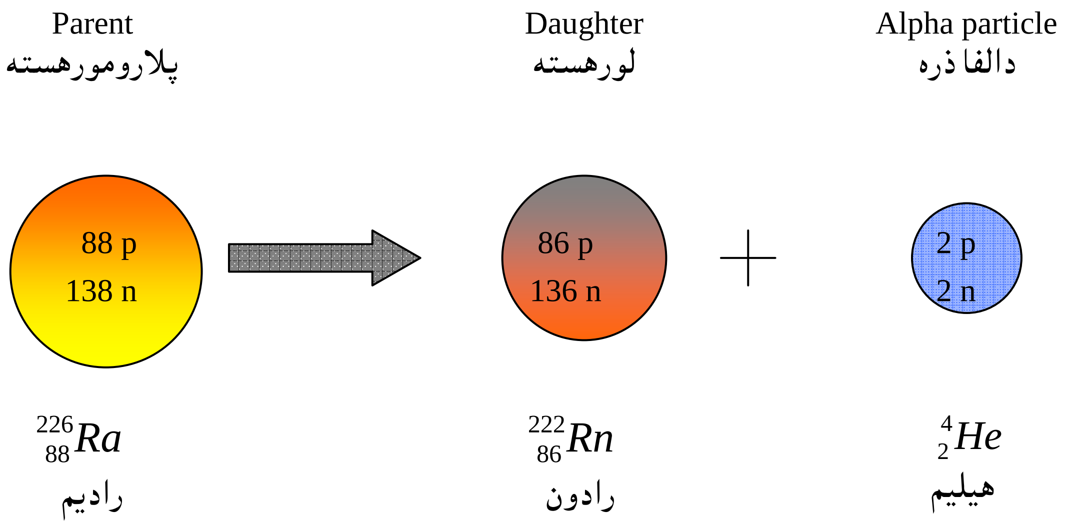
پـه پايله کې پـه يوه او يا ډيرولورګانونوکليد واوړي . څرنګه چې دالفا په تجزيه کې دمورو پلارنکليد (Z,N) څخه دوه پروتونه او دوه نيوترونه خپرېږي او په پايله کې د لورنوکليد دخپل پخواني موقعيت په پرتله ددوه واحد ونو په کچه کينې خواته او ددوه واحد ونو په کچه ښکتې خواته را ټيټيږي، نو له دې کبله د راديو نوکليد په چارت کې په (Z-2; N-2) سره ښوول کيږي :

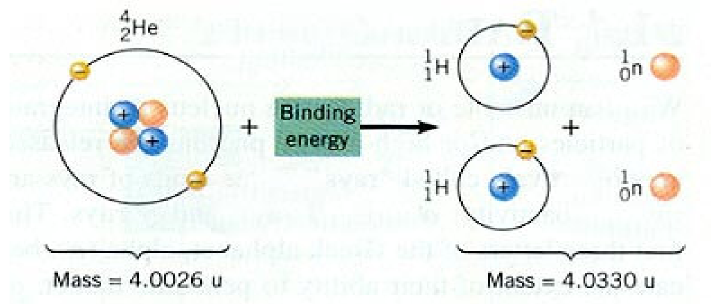


(۳۲- الف شکل)

۳۲- الف شکل : دپورتني شکل په کيڼ اړخ او په افقي محورکې د نيوترونو شمير N او په عمودي محورکې دپروتونو شميرZ ښوول شوی دی. په يوه نوکليد چارت کې د والدين نوکليد يانې مورو پلار نوکليد (Parent nuclide) يوه هسته (Z,N) تجزيه کيږی اوپه لور نوکليد (Daughter nuclide) اوړي . د بېلګې په توګه، په پورتني ښي اړخ ګراف کې د يوې هستوي تجزيې د ډول سره سم يونوی نوکليد منځته راځي چې دپروتونو (Z+1;Z-1) او نيوترونو(N+1;N-1) شميره يې د والدين نوکليد سره توپير لري . د نوکليد چارت په افقي ليکه کې ديوه هم هغه نوکليد نور ايزوټوپونه پراته دي ،چې د پروتونوشمير يې ثابت دی Z = constant خود نيوترونوشمير يې ديوه بل نه توپير لري .

په پورتني ګراف کې هغه نوکليد چې راديواکتيو خاصيت نه لري، په توروټکو،او هغه هستې چې د پروتونوشمير يې د نيوترونو شمير سره يوشان وي (Z=N) په سم سيخ کرښه ښوول شو بده .





دهیلیم اتوم ترون انرژي (Binding energy of helium)

$$\Delta m = 4.0330 - 4.0026$$
$$= 0.0304\ u$$
$$E = (931\ MeV/u)\ 0.0304\ u$$
$$= 28.3\ MeV$$

څرنګه چي دهيليم اتوم په هسته کي ځلورنوکليونه دي نود يونوکليون ترون انرژي اوه ميګا الکترون ولته ده .

پوښتني (Questions): (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي):

۵-۱ ايونايزوونکي وړانګي په څوډولوويشل شوي اوپه ماده کي څه غبرګون ښئي ؟

۵-۲ په فيزيک کي وړانګي څه ډول تعريف شوي دي اوڅه مانا لري؟

۵-۳ هستوي وړانګي کوموړانګوته ويل کيږي اوڅو ډوله دي نومونه يې واخلی؟

۵-۴ دالفا يوذره چي انرژي يې ځلورميګا الکترون ولته قيمت لري په هواکي څومره شمير ايونونه په يوه سانتي متر او دلاري په اخيرنی برخه کی توليدوي؟

۵-۵ دالفا تجزيه څه شي ته وايي؟

۵-۶ ايونايزوونکي وړانګي کوموړانګوته ويل کيږي؟

۵-۷ په پورتني شکل کي درادیوم هسته په رادون او هيليم تجزيه کيږي . دغه ډول تجزيه څه نوميږي اودنوکليد په چارت کي دپيدا شوي لورنوکليد رادون موقعيت چيري دی؟

* * *

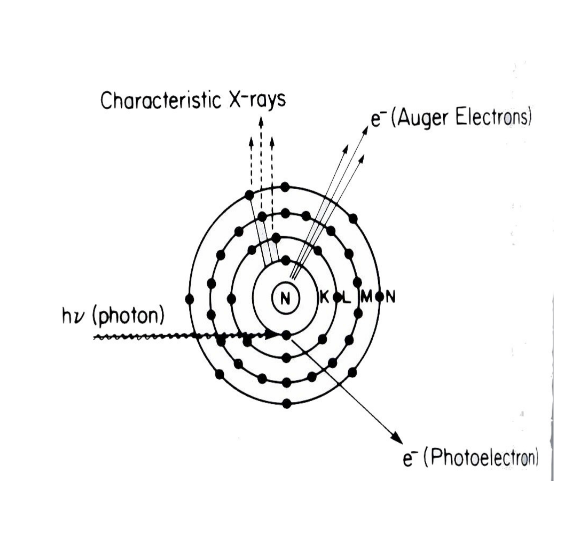
شپږم څپرکی

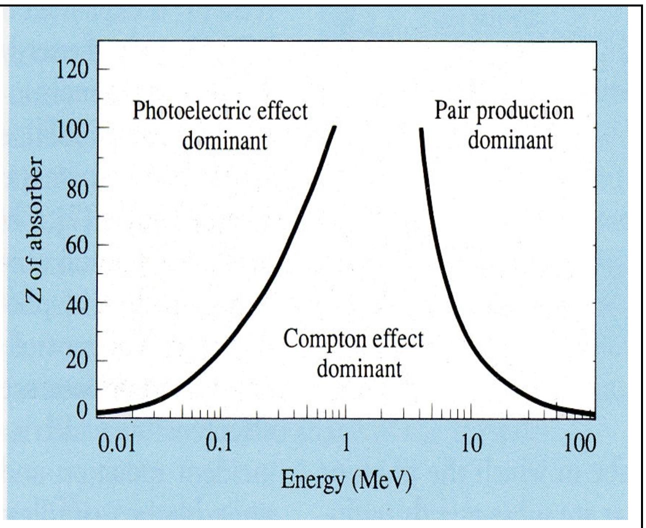
دمادي سره د ايونايزوونکو وړانگوغبرگون

(Interaction of ionizing radiation with matter)

فوتواغيزه (Photo Effect):

دفوتو اغيزه هغه وخت منځته راځي، چې يو فوتون hυ د لسوځخه تر دوه سوه کيلوالکترون ولټه پورې (10 -200 keV) انرژي ولري او داتوم په نني مدارکې د يوه کلک تړل شوي الکترون سره ولگيږي . په دې ترڅ کې خپله ټوله حرکي انرژي دبېلگې په ډول د K مدار يوالکترون ته انتقال کړي . په پايله کې دنوموړي مدار الکترون داتوم د مدار څخه راوباسي .





(۳۳- شکل)

۳۳- شکل: دفوتو په اغيزه کې، د اتوم په يوه مدارکې د يوه کلک تړلي الکترون سره، يورالويدونکی فوتون غبرگون کوي، چې په پايله کې خپله ټوله انرژي له لاسه ورکوي . نوموړی الکترون داتوم مدارڅخه په يوه ټاکلې حرکي انرژي راوځي او د فوتو الکترون په نامه سره ياديږي . (25) دپورتنې شکل په ښي اړخ کې دمادي سره دفوتون وړانگو هراړخيزغبرگون لکه دفوتو اغيزه، کمپټون اغيزه اود جوړه ذرودپيداېښت اغيزې ښوول شوي دي . په عمودي محورکې ددغې مادي داتوم عدد(شميره) ياني دپروټونوشمير Z دفوتون انرژي (MeV) په تابع سره راښئي .

که چېرته په اتوم باندې د رالویدونکي فوتون (Incident photon) انرژي په (hυ) سره وښیو او د بېلګې په ډول د K یوه مدارکی د یوه الکترون تړون انرژي (Binding energy) په E_B سره وښیو ، نوکله چې نوموړی فوتون په یوه الکترون ولګیږي نود K مدار څخه یې راوباسي . دنوموړي مدار د الکترون حرکي انرژي (Kinetic energy = E_k) چې د اتوم څخه راوځي ، په لاندې ډول لاس ته راځي .

$$E_k = h\upsilon - E_B$$

دغه ډول فیزیکي کړنلاره دایونایزیشن (Ionization) په نا مه سره یادیږي . ازادشوی الکترون یا په بل عبارت د فوتوالکترون (Photoelectron) په لاره کې بیا دنورو اتومونو سره داسې غبرګون کوي چې په خپل وارسره اخیستل شوې انرژي له لاسه ورکوي . په دې کړنلاره کې د اتومونو څخه د لید لووړوړانګې (Visible light) اود بېنفش نه هغه خواته وړانګې پیدا کیږي . څرنګه چې دفوتواغېز ې په کړنلاره کې داکسیریز آلې الکترومقناطیسي وړانګې په یوه ماده کې داسې جذب کیږي، چې دنسجونو دکثافت (ρ) سره سم سیخ او داتوم نمبر(Z^4) سره په طا قت د څلوراړیکې لري، نو له دې کبله په هډوکوکې، چې کثافت یې ($\rho=1{,}7 g/cm^{-3}$) دی ترتېولوډېراوپه غوښه اووازده کې ،چې کثافت یې ($\rho=1{,}0\ g/cm^{-3}$) دی ، په توپیر سره خپله انرژي له لاسه ورکوي . دفوتو اغېز ې نوموړې ځانګړتیاوې څخه په درملنه کې دناروغیوپه پیژندلو (تشخیص) کې ګټه اخیستل کیږي . دبېلګې په ډول څرنګه چې دهډوکو کثافت اندازه، د سږو کثافت ($\rho_{Lung}= 0{,}3g/cm^3$) په پرتله لږ څه پینځه واره لوړه ده، نو له دې کبله په هډوکوکې وړانګې د سږو په پرتله په ورته کچه ډېرې جذب کیږي او په پایله کې د اکسریز په فلم کې دنوموړو نسجونو تر منځ ښکاره توپیر لیدل کېدای شي .

کمپټون اغېزه (Compton Effect):

کله چې دفوتون انرژي د دوه سوه زره الکترون ولټه څخه واوړي (> 200 000 eV) او تر دوه ملیونه الکترون ولټه پورې ورسیږي، نود کمپټون پېښه منځته راځي . په ۳۴ - شکل کې دکمپټون اغېز ه ښوول شوېده .
دکمپټون اغېزه داتوم په بهرنیو مدارونو کې ،چې هلته الکترونه دومره کلک نه وي تړلي، منځته راځي(25)

$$E = h\nu_o \frac{\alpha(1-\cos\theta)}{1+\alpha(1-\cos\theta)}$$

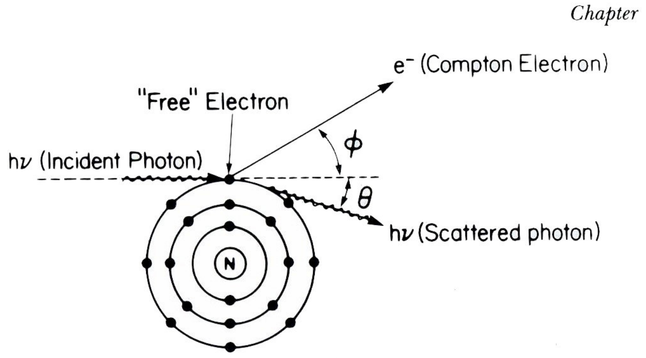
دلویدونکي فوتون انرژي

$$h\nu' = h\nu_0 \frac{1}{1+\alpha(1-\cos\theta)}$$

دانحراف شوي فوتون انرژي

$$\cot(\phi) = (1+\alpha)\tan(\theta/2)$$

$$\alpha = \frac{h\nu_0}{m_0c^2} = \frac{h\nu_0}{0{,}511MeV}$$

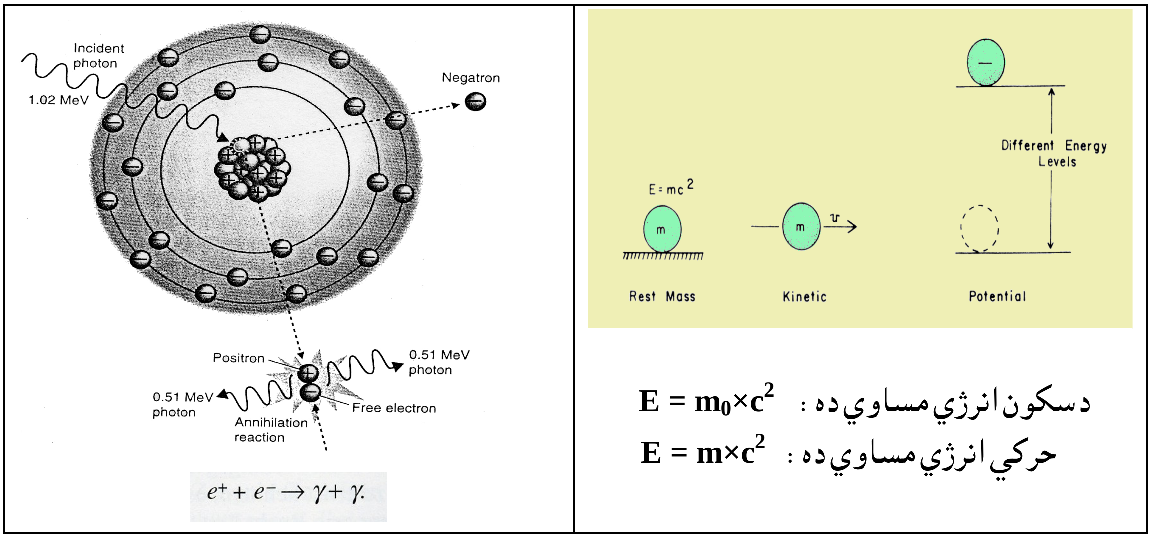


۳۴- شکل: دکمپټون اغېزه (Compton effect)

دکمپټون په اغېز ه کې په اتوم باندې دفوتون وړانګې لګېږی اوخپله ټوله انرژي نه، بلکې یوازې یوه برخه حرکي انرژي مادې ته انتقال کوي اوپه پایله کې د اتوم د مدار څخه یو الکترون راوباسي . دغه الکترون دکمپټون الکترون په نامه سره یادېږي اوپه لاره کې د نورو اتومونوسره غبرګون کوي چې دهغوی دایونایزیشن لامل ګرځي . دکومپټن الکترون (compton electron) او رالویدونکی فوتون (Incident photon) دواړه دغبرګون څخه وروسته په خپل وار سره د Φ او θ زاویې لاندې داتوم څخه راوځي . په دې کرښلاره کې شیندل شوی فوتون (Scattered photn) خپله لاره کږه کوي او اودګاوږیونورو اتومونو سره لګېږي . په پایله کې دپخوا په شان په خپل وار سره ثانوي (ددویم پړاو) کمپټون الکترونه داتوم مدارڅخه آزادېږي (25) .

د جوړه ذرو پیدا ایښت (Pair Production):

کله چې دفوتون وړانګو حرکي انرژي دیوملیون الکترون ولټه څخه تر شل ملیون الکترون ولټه پورې (20 MeV) ورسیږي نو پینځوس په سل کې کمپټون اغېز ه (50%)، نه څلویښت په سل کې د جوړه ذرو پیدا ایښت (49%) اغېزه او یو په سل کې(1%) دهستې چاودنې اغېزه منځته راځي .



۳۵- شکل : دپوزیټرون Positron اوالکترون جوړه ذرو پیدا ایښت (Pair Production) ښوول شوی دی . نېګاترون Negatron یوې منفي چارج شوې ذرې ته ویل کیږي . دپوزیټرون مثبت ذره په لاره کې دیوه ازاد الکترون سره یوځای کیږي چې له منځه وړونکې تعامل Annihilation reaction په نامه سره یادېږي . په پایله کې د ګاما دوه وړانګې پیدا کیږي چې دیوه بل څخه په 180^0 درجې زاویه خپرېږي .

دجوړه ذروپیدا ایښت په اغېز ه کې دفوتون وړانګې داتوم هستې ته ور ننوځي Incident photon اوهلته خپله ټوله حرکي انرژي له لاسه ورکوي اوپه کتله اوړي . په پایله کې یو الکترون او یو پوزیټرون (Positron) ورڅخه پیدا کیږي . دپوزیټرون او الکترون په ګډه سره حرکي انرژي مساوي ده له :

$$(h\upsilon - 2m_e\, c^2)$$

دجوړه ذرو پیدا ایښت په ډاګه کوي چې د وړانګوانرژي په ماده اوبرعکس ماده د وړانګوپه انرژي اووښتلای شي . که دیوه جسم دسکون کتله په m_0 او په سرعت د υ خوځیدونکې کتله په m اودنورسرعت په c وښیو ،نو دنسبي (پرتلیز) تیوري له مخې،د کتلې m او انرژي E معادل فرمول داسې لیکو : $E = m_0 \times (1- \upsilon^2/c^2)^{-1/2} \times c^2 = m \times c^2$

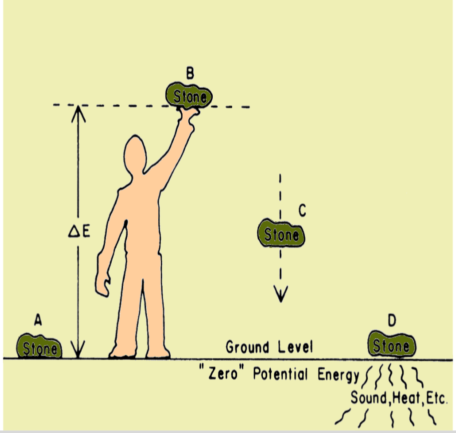
دسکون کتله m_0 ديوه جسم هغې کتلې ته ويل کيږي، کله چې دغه کتله ديوه کتونکي(Observer) په پرتله ځای پرځای پرته وي اوسرعت يې صفروي. دا په دې مانا چې دهريوه جسم ټوله کتله مساوي ده له سکون کتله جمع خوځيدونکې کتله. اودبلې خوا ديوه خوځيدونکي جسم ټوله انرژي E مساوي ده له سکون انرژي (m_0c^2) جمع خوځيدونکې انرژي: Kinetic energy = $m c^2 - m_0 c^2$

$$E = m_0 c^2 + (m-m_0)\times c^2$$

ديوه خوځيدونکي جسم ټوله انرژي

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{(1-(\frac{v}{c})^2}}$$

ديوه جسم خوځيدونکي ټوله کتله



په بنې اړخ کې يوه ډبره دځمکې پر مخ دسکون په حالت کې پرته ده(A) . خوکله چې پورته جګه شي نوانرژي ΔE ځانته رانيسي . کله چې بيرته راوغورځي نوخپله ګټلې انرژي له لاسه ورکوي(D)

نوموړي فزيکي کړنلاره دالبرت اينشټاين (A .Einstein) د کتلې اوانرژۍ معادل فرمول يو وتلی ثبوت دی. دپورتني فرمول څخه په ډاګه کيږي چې که ديوې کتلې سرعت دنورسرعت ته ورنږدې کيږي، نوکتله يې لايتنا هي ته ځي. دپورتني فرمول پخلی په يوه خطي تعجيل کوونکي کې ازماينبت، اوپه ثبوت رسيدلی دی.

دپام وړ: خوځيدونکي کتله m مساوي ده له: سکون کتله m_0 ضرب د يوفکتور، چې دسرعت υ^2 تابع دی.

پوزيترون Positron يوه داسې ذره ده چې کتله يې دالکترون کتلې سره يوشان خو دمنفي چارج پر ځای برابر مثبت چارج لري . له دې کبله نوموړې ذره د مادې ضد ذره (Anitmatter) او دواړو ته په ګډه سره جوړه ذرې ويل کيږي . که چېر ته د رالويدونکي فوتون انرژي (Incident photon) د يومبګا الکترون ولټه څخه لوړقيمت ولري ($2m_eC^2$>1,02MeV)، نو دغه اضافګي انرژي د پيدا شوو ذرويانې الکترون او پوزيترون تر منځ دحرکي انرژي په ډول ويشل کيږي اوپاتې انرژي يانې 1,02 MeV دهغوی دکتلې د پيدا اينبت په لاره کې له منځه ځي . هرکله چې نوموړی پوزيترون په لاره کې د اتومونو سره غبرګون تر سره کړي، نوخپله حرکي انرژي له لاسه ورکوي اوبيا دلارې په اخيرکې دريږي. نوکه په دې ترځ کې د بيلګې په ډول دنسجونوديوه اتوم سره غبرګون وکړي نو دغه دبهرنيو مدارونو لړکلک تړلي او يا په بل عبارت د يوه آزا د الکترون سره بيرته يو ځای کيږي(Recombination) . په پايله کې د پوزيترون اوددغه آزاد الکترون د سکون کتله په دوه ګاما وړانګو اوړي . ددغو دوه وړانګو حرکي انرژي په ځانګړي توګه سره (0,51 MeV) قيمت لري اونوموړې ذرې د يو بل په پرتله په °180 زاو يه داتوم څخه راوځي . نوموړی تعامل له منځه وړونکی تعامل (Annihilation reaction) په نامه سره ياديږي . څرنګه چې دګاما دواړه وړانګې په پوره کچه حرکي انرژي لري، چې قيمت يې لږ څه پينځه سوه کيلو الکترون ولټ دی (0,51 MeV) نو له دې کبله دناروغ د بدن څخه راوتلای شي او د بهر لخوا د يوه دډيکټور(Detector) په مرسته سره اندازه کيدای شي .

☜ نن ورځ په هستوي طب (Nuclear medicine) کې دنوموړي فیزیکي کړنلاري په بنسټ دسرطان ناروغۍ د تشخیص په موخه په پراخه کچه دداسورادیو ایزوټوپوڅخه ګټه اخېستل کیږي، چې د پوزیترون ذري خپروي . د بېلګې په ډول لکه کاربون ^{11}C ، اکسیجن ^{15}O ، فلور ^{18}F اوداسې نور . نوموړي رادیوایزوټوپونه په مصنوعي توګه په یوه سایکلوترون Cyclotron کې تولید کیږي او نیمايي فیزیکي وخت یې په خپل وار سره شل دقیقې ، دوه دقیقې او یو سلولس دقیقې سره مسا وي دی . دبېلګې په ډول کله چې د فلورد ^{18}F ایزوټوپ څلور سوه میګا بیکاریل (400 MBq) اکتیویتي یوه ناروغ ته د پیچکارۍ په ورکولوسره او یا د ګولۍ په بڼه ورکړ شي، نود بدن په ټولو هغوحجرو کې چې د میتابالیزم په کړنلاره کې ډیر زیات ګلوکوزGlucose ته اړتیا لري، نوموړی ایزوټوپ دبدن نوروحجرو په پرتله په لوړه کچه جذب کوي (زېښېي) .

په ماده کې د الکترون غبرګون (Electron interaction with matter):

که چېرته یولوړ انرژي الکترون اویا د بیتا ذره د مادي اتومونو سره ولګیږي نو دیوې خوا د اتوم په مدارکې دالکترونو او بلخوا د اتوم هستې پروتونو سره دکولومب برېښنایزځواک (قوي) په بنسټ غبرګون کولای شي . په ۳۲- شکل کې د مادي سره د الکترون غبرګون فیزیکي کړنلاره ښوول شو یده .

➢ "a" : یوالکترون مادي ته ورننوځي اودهغو الکترونو سره چې د اتوم په بهرنیومدارونو کې پراته او دومره کلک تړلي نه دي، غبرګون کوي . په دې کړنلاره کې هر وارلږ څه انرژي د لاسه ورکوي او په پایله کې د خپل پخواني لوري څخه کږیږي . ترڅو چې دغه الکترون خپله ټوله انرژي د لا سه ورکوي، لږ څه یوزرټکرونه ورته په کاردي .

➢ "b" یو الکترون مادي ته ورننوځي او د اتوم ننه مدارونولکه د K مدار کلک تړ لي الکترون سره غبرګون کوي او دومره انرژي ورته انتقال کوي چې د K الکترون د اتوم څخه بیخي راووځي (K electron ejected) . په دې ترڅ کې د K مدار ځانګړې وړانګې د اتوم څخه خپریږي (K characteristic Radiation) .

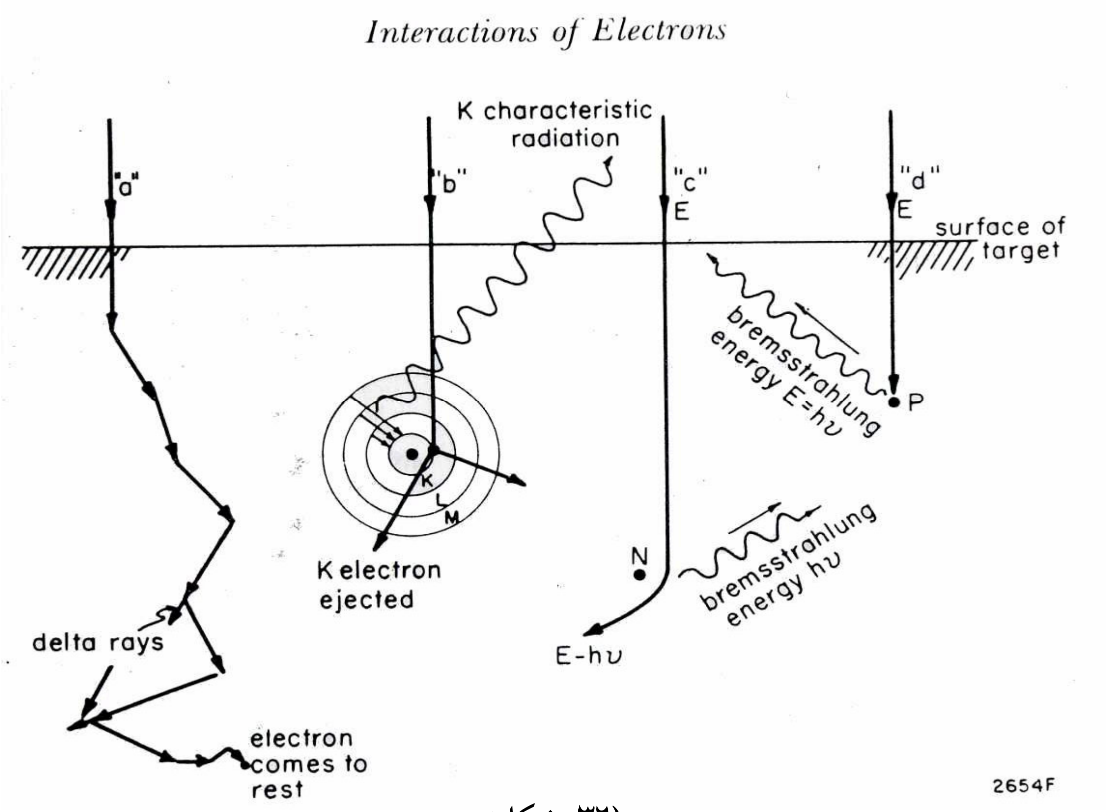
➢ د۳۲ شکل د " C " په برخه کې کله چې یو الکترون د هستې (Nucleus = N) په نږدې واټن کې تېریږي او انرژي یې د بېلګې په ډول په E سره وښیو، نود کولومب مثبت برېښنایز قوي (ځواک) داغېزې له کبله راڅکول کیږي او په پایله کې د خپل سم سیخ لوري نه کږیږي . نوموړی الکترون اوس د پخوا په پرتله په لږ حرکي انرژي E-hυ سره مخ پرواندې خو ځیږي . په دې ترڅ کې داکسریزیو ډول وړانګې لا س ته راځي چې د بریمزوړانګو (bremsstrahlung) په نامه سره یادیږي او انرژي یې په hυ سره ښوول شو یده . نوموړې وړانګې دسرطان ناروغۍ په تشخیص (پېژندنه) او تېراپي (درملنه) کې مهم رول لوبوي (15).

➢ ۳۲ شکل "d" که چېرته یو الکترون دومره ډېره انرژي ولري چې د هستې منځته ورننوځي او هلته د یو پروتون سره د غبرګون په پایله کې خپله ټوله حرکي انرژي E د لا سه ورکړي نوپه دې صورت کې هم د بریمزوړانګې (Bremsstrahlung) منځته راځي او انرژي یې مساوي ده له:

$$(E = h\upsilon)$$

په پورتنۍ معادله (انډولیزه) کې اچ h د یوه جرمني فیزیک پوه ماکس پلانک (Max Planck) په وياړيو ثابت عدد(شمیره) دی چې د پلانک اغېزمن کوانتوم په نامه سره یادیږی او قیمت یې مساوي دی له:

$$h = 6{,}26 \times 10^{-34}\, J.s$$



(۳۶- شکل)

۳۶- شکل : (Interaction of electrons) د یوې مادې داتومونو سره دالکترون وړانگو هراړخیز فیزیکي غبرگون ښوول شوی دی .

a : ارتجاعي ضربه (Elastic impact) : الکترون داتوم په څنگ کې تېرېږي او یوازې خپل لوري ته تغیرورکوي . خو کله چې اتوم ته ډېر ورنږدې شي، نو داتوم الکترونو سره غبرگون کوي اویو الکترون چې ددلتا الکترون delta rays = δ او یا دلتا وړانگو په نامه سره یادیږي ، د مدار څخه راوباسي . نوموړی الکترون دگڼ شمیر ټکرونو څخه وروسته انرژي د لاسه ورکوي او ځای پر ځای دریږي .

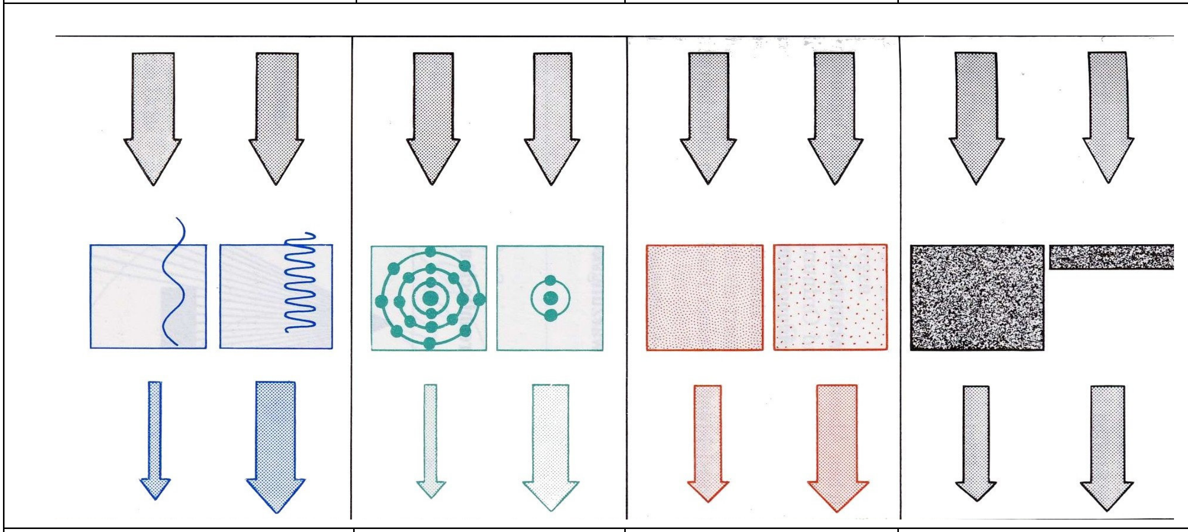
b : غیر ارتجاعي ضربه (Inelastic impact) او د اکسریزمنځته راتلل

c : دبریک وړانگو یا نې دبریمزوړانگو (Bremsstrhlung) پیدا ایښت .(15)

په ماده کې دوړانگو دکمزورتیا قانون (Radiation Attenuation law in Matter) :

کله چې وړانگې د یوې مادې سره غبرگون وکړي نو یوه برخه یې هلته جذب کیږي او بله برخه یې د مادې څخه تېریږي . په ۳۷- شکل کې پنډ وېکتورونه دا مانا لري چې ډېرې وړانگې، او نري وېکتورونه دامانا ورکوي چې د مادې څخه لږ وړانگې تېریږي . په یوه ماده کې دوړانگو جذب کیدل د مادې په پنډوالي، کثافت، اتوم نمبر او دوړانگو په انرژي پورې اړه لري .

یادونه: په هسته کې یو پروتون دبل پروتون او یو نیوترون دبل نیوترون سره دهستوي قوې په واسطه (Strong force) یو ځای سا تل کیږي . همدارنگه د پروتون او نیوترون تر منځ هم دغه هستوي قوه اغیزه لري او یو بل سره ځکوي .

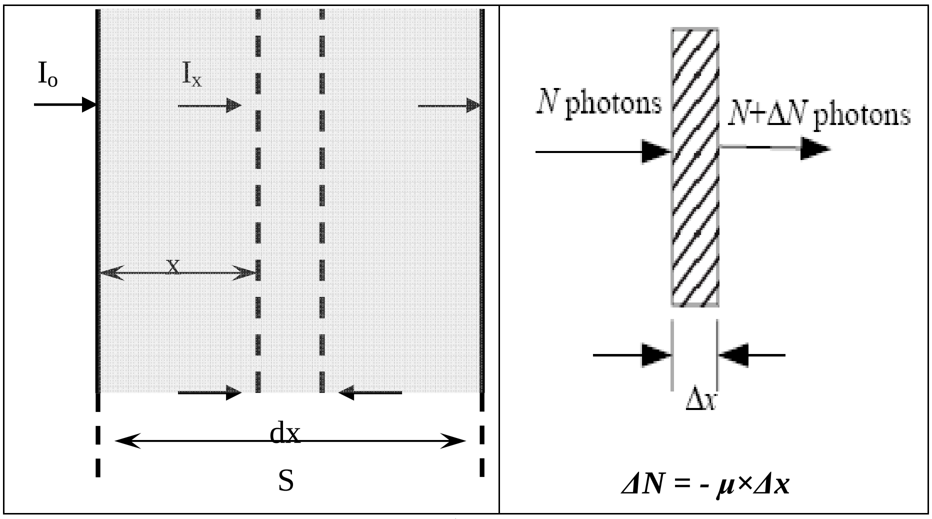
د مادي پنډوالی	دمادي کثافت	د اتوم نمبر	دوړانګو دڅپو اوږدوالی
			
دوړانګو جذب کېدل دمادي پنډوالي سره لکه اکسپونېنسيال تابع کمښت مومي	دوړانګو جذب کيدل د مادي کثافت سره سم سيخ تړاو لري	دوړانګوجذب کېدل داتوم نمبر په څلورم طاقت تابع ده .	دوړانګو جذب کېدل دڅپواوږدوالي په درېيم طاقت سره متنا سب ده .

۳۷ - شکل: په يوه ماده کې دوړانګو دغبرګون په پايله کې، هراړخيز جذ بېدنه ښوول شوی دی (51) .

په ۳۸ شکل کې ښوول شوې ده چې که الکترومقناطيسي وړانګې ديوې مادې څخه تېرېږي نودهغې لومړنی شدت I_0 د پنډوالي S په هره کوچنۍ تفاضلي برخه dx کې ددريو فيزيکي کړنلارو په بنسټ لکه د کمپټون اغيزه، د فوټو اغيزه او الاستيکي غبرګون په بنسټ کمښت مومي . په بل عبارت شدت يې کمزوری کيږي . په نوموړې فيزيکي کړنلاره کې د مادې د اتومونو سره الکترو مقناطيسي وړانګې غبرګون کوي اوپه پايله کې ديوه اېکسپونېنسيال تابع (Exponential function) په بڼه د پنډوالي په تړاو کمښت مومي .

- ☑ دوړانګو لومړني شدت I_0 يوه برخه (I_x) په ماده کې جذب کيږي.
- ☑ دوړانګو لومړني شدت يوه برخه وړانګې خپل لوري ته تغير ورکوي او د مادې څخه وځي.
- ☑ دوړانګو لومړني شدت پاتې برخه (I) بې له غبرګون څخه، دما دې نه سم سيخ تېرېږي .
- ☑ د غبرګون په پايله کې ، نورې نوې ذرې په ماده کې منځته راځي .
- ☑ دمادي په يوه تفاضلي پنډ ه برخه او د لارې په اوږدو کې دمنځ خواته انعکاس کوي او موازي نه ځي نو له دې کبله يې شميرد پخوا په پرتله ډيريږي .
- ☑ ديوه ساکن (ځای پرځای) الکترون کتلې $(9{,}1\times10^{-31}kg)$ انرژي مساوي ده له :

$$9{,}1\times10^{-31}kg(2{,}998\times10^{8})^2m^2s^2 = 81{,}9\times10^{-15}J = 0{,}511\ MeV$$



(۳۸-شکل)

۳۸- شکل: دوړانګولومړنی شدت I_0 دمادي په هریوه کوچني تفاضلي پنډوالي dx کي د تفاضلي شدت dI په اندازه کمښت مومي . کله چي دغه ټول کمښت سره جمعه کړوياني انتګرال يې ونيسو، نودپنډوالي په اوږدو کي ، (S) ، دلومړني شدت ټول کمښت لاس ته راځي .

د يوي مادي په يوه برخه کي چي د اکس x په توري سره يې ښيو، دالکترومقناطيسي وړانګو د شدت I_x تفاضلي معادله(انډولیزه) د پنډوالي کوچنۍ برخي dx په تابع سره په لاندي ډول ليکلای شو:

$$dI_x = -\mu \; I_x \; dx$$

د رياضي په پورتنۍ تفاضلي معادله (انډولیزه) کي، د منفي علامه داما نا ورکوي چي دالکترو مقنا طيسي وړانګو تفاضلي شدت dI_x، ديوي مادي ترټولو کوچني پنډوالي dx دتیریدلوڅخه وروسته کمښت مومي . په نوموړي تفاضلي معادله کي ميو μ د يوناني ژبي يو توری دی او د کمښت يا کمزورتيا خطي ضريب او يا دکمزورتيا فکټور (Attenuation coefficient) په نامه سره يادیږي چي وا حد يې يو تقسيم په سانتی متر cm^{-1} ياني د اوږدوالي معکوس (Reciprocal value) کميت ټاکل شوی دی . په بل عبارت سره ميو μ دفوتون ذروهغه برخه ده چي د يوي مادي د پنډوالي په واحدکي غبرګون کوي . دبېلګې په ډول $\mu = 0{,}01\ cm^{-1}$ [1] دا مانا لري چي دفوتون وړانګو د سلو څخه يوازي يو فوتون دمادي په هريوه سانتي متر پنډوالي يا پټ (Layer) کي غبرګون کوي .

نوموړی ضريب د مادي د کثافت رو ρ او دوړانګو دانرژي E تابع ده او په رياضي کي نوموړی مطلب داسي ليکل کيږي: $\mu = \mu(E,\rho)$

پورتنی معادل په بله بڼه اړوو:

$$\frac{dI_x}{I_x} = -\mu \; dx$$

کله چي دپورتنۍ معادلي ښي اړخ او کيڼ اړخ ياني دوړانګو شدت او پنډوالي انتګرال ونيسو نو لرو:

دپام وړ: د e = 2,718 عدد طبيعي لوګارينم ديوه سره مساوي دی .

$$\int_{I_x=I_0}^{I} \frac{dI_x}{I_x} = -\mu \int_{x=0}^{x} dx$$

د طبیعي لوګاریتم ln په کارولوسره چې قاعده ‌ه يې 2,718 = e عدد(شمیره) تا کل شو بده پا سنۍ معادله (انډولیزه) لاندنی شکل ځانته غوره کوي (X= S) :

$$\ln \frac{I}{I_0} = -\mu \ X$$

کله چې دقاعدي عدد(شمیره) لپاره د اویلرریاضي پوه دنوم لنډیزپه موخه لومړی توری یا نی (e = 2,718) وکاروو ، نود پورتنۍ معادلې دحل تابع لاندنۍ بڼه ځانته غوره کوي:

$$I = I_0 \times e^{-\mu X} = I_0 \times (2,718)^{-\mu X}$$

په پورتنۍ معادله (انډولیزه) کې لاندني فیزیکي کمیتونه تعریف شوي دي:

I_0 دوړانګو لومړنی لویدونکی شدت او I دوړانګو هغه شدت ته وایي چې په ماده کې د پنډوالي X د تېریدلو څخه وروسته لا پاتې وي .

د شدت I او I_0 حاصل تقسیم (وېش پایلې) ته ترانسمیسیون وایي او مساوي ده: I/I_0 = Transmission

د شدت جذب کېدل یا نسبي کمښت مساوي دي له: rel . Attenuation = 1- I/I_0

څرنګه چې دالکترو مقناطیسي وړانګو لکه د فوتون وړانګو شدت د فوتون شمېر سره سم سیخ متنا سب دی، نو که چېر ته په یوه ماده باندې د رالوېدونکو (Incident) فوتونو شمېرپه N_0 او د کمزورونکې مادې پنډوالی په ایکس x سره وښیو ، نو دهغو فوتونو شمېر N چې دنومړي پنډوالي څخه تېرشوي دي، په لاندې ډول تر لاسه کو لای شو :

$$N = N_0 \times e^{-\mu x}$$

* **پوښتنه** : دیوي رادیواکتیوسرچینې څخه زر فوتونه I_0 = 1000 خپرېږي اودلرګي په یوه شپاړس سانتي متره x = 16 cm پنډه دړه (تخته) باندې لګیږي . که دلرګي د کمزورتیا خطي فکتوریې صفر عشاریه یوپه سانتي متر (μ = 0,1 cm^{-1}) قیمت ولري، نودهغو فوتونو شمېرمالوم کړئ، چې دنومړې دړې څخه تېرېږي دي .

* **حل**:

$$\mu\, x = 0,10\ cm^{-1} \times 16\ cm = 1,6$$

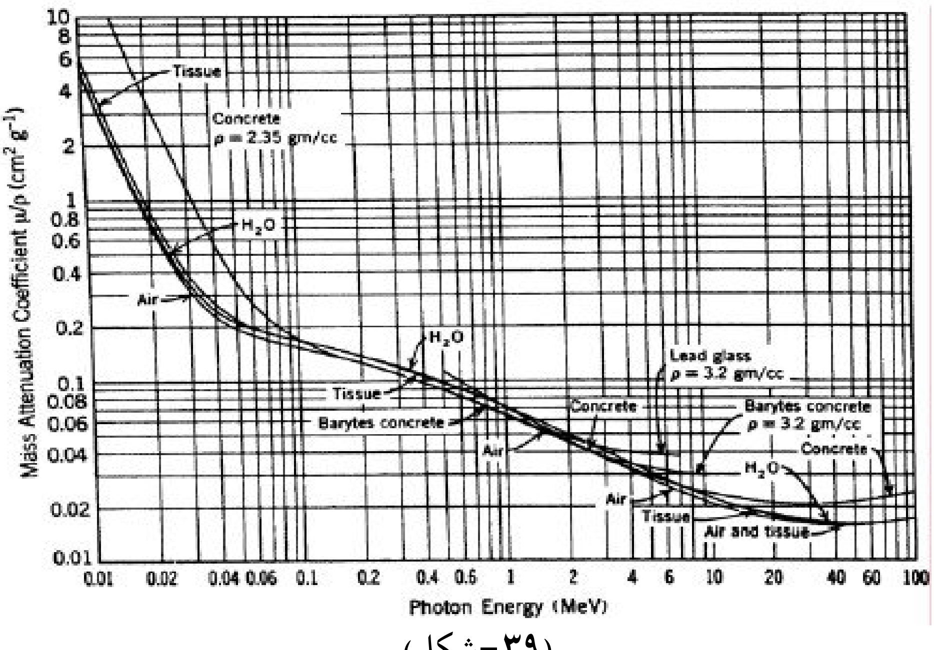
$$N = N_0 e^{-\mu x} = 10^3 \times e^{-1.6} = 202$$

* **ځواب** : د زرو فوتونو څخه يوازې دوه سوه دوه فوتونه دلرګي څخه تېرېږي.

څرنګه چې دکمزورتيا فکټور μ ،ديوې جذب کېدونکې مادې دکثافت ρ سره سم سيخ متنا سب دی، نو په يوه ماده کې دالکترو مقناطيسي وړانګو دکمزورتيا قانون په لاندې ډول هم ليکلای شو .

$$I = I_0 \times e^{-\frac{\mu}{\rho} X \rho}$$

په پاسنۍ معادله (انډوليزه) کې دکمزورتيا فکتور μ او کثافت ρ حاصل تقسم ته μ/ρ دکتلې کمزورتيا ضريب (Mass attenuation coefficient) ويل کيږي . دنوموړي ضريب وړتيا په دې کې ليدل کيږي، چې د يوې مادې په کثافت پورې اړه نه لري . همدارنګه دکثافت ρ او د جذب کوونکې مادې دپنډوالي حاصل ضرب (وهنپايلې) ته (μ×x) دکتلې سطحي ضريب ويل کيږي . په ۳۹ - شکل کې د اوبو، نسجونو، هوا او په نورومواد وکې، دوړانګو دکتلې کمزورتيا ضريب μ/ρ په واحدد سانتي مترمربع پرګرام (cm^2g^{-1}) ښوول شوی دی .



(۳۹ - شکل)

۳۹ - شکل: په نسجونو، هوا، اوبو، کانکريت او نورو موادو کې د ګاماوړانګودکتلې کمزورتيا ضريب (μ/ρ) په تابع د مېګا الکترون ولټ انرژي ښوول شوی دی (15) .

* **پوښتنه** : ديوه راديو اکتيو عنصر څخه دفوتون وړانګې خپرېږي چې انرژي يې يو مګا الکترون ولټ قيمت (MeV) لري . نوموړې وړانګې په لاره کې د کاربون په يوه ټوټه چې پنډوالی يې پينځوس کيلو ګرامه په يوه مترمربع دی، لګيږي . د فوتونو هغه برخه مالومه کړئ، چې دکاربون ټوټې څخه تېره شويده؟

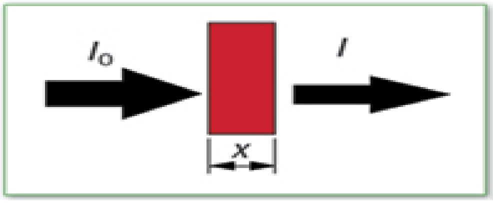
* **حل** : دنومړي عنصر دکتلې کمزورتيا فکتورد ۳۹ شکل څخه رااخلوچې قيمت يې:
$\mu/\rho = 0{,}00636\ m^2/Kg$ سره مساوي دی . دکتلې دکمزورتيا نومړی فکتور μ/ρ د کاربون دپنډوالي x سره ضرب کوو نو لرو:

$$(\mu/\rho) \times x = 50\ Kg/m^2 \times 6{,}36 \times 10^{-3}\ m^2/Kg = 0{,}318$$

دفوتونو هغه برخه چې دکاربون ټوټې څخه تېرېږي مساوي دی له: $e^{-0{,}318} = 0{,}728$

* **ځواب** : دوړانګو لږ څه درې او يا په سل 73% برخه دکاربون ټوټې څخه تېرېږي .

* **پوښتنه** : داکسريزيوې سل کيلوالکترون ولټه آلې څخه د سږي عکس داخېستلو په موخه يوه ناروغ ته اکسريز ورکول کيږي . دناروغ دبدن پاتې برخې د سرپو Pb په بالاپوښ سره پټې کيږي تر څو دوړانګو دضرر څخه خوندي وساتلې شي. که چېر ته اکسريز په لاره کې دسرپويوه بالا پوښ څخه تېرې شي، چې پنډوالی يې يو ملي مترقيمت لري (0,1cm) ، نودنومړو وړانګو د کمزورتيا کچه مالومه (معلومه) کړئ؟



* **حل** : دسل کيلو الکترون ولټه انرژي لپاره د کتلې کمزورتيا فکتور بيه مساوي ده له:
$\mu/\rho = 5{,}55\ cm^2/g$ او د سرپو کثافت مساوي ده له: $\rho(Pb)=11{,}35 g/cm^3$ نودوړانګو کمزورتيا قانون لپاره ليکو:

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\frac{\mu}{\rho} X \rho} = e^{-5{,}55 \times 0{,}1 g/cm^2 \times 11{,}35\ g/cm^3} = 0{,}0018$$

* **ځواب**: دفوتون وړانګو دوه په زرمه برخه دسرپ بالا پوش څخه تېرېږي او د ناروغ بدن ته ورننوځي .

نيمايي ارزښت پنډوالی (Half-value layer = HVL) :

نيمايي ارزښت پنډ والی HVL ، ديوې مادې هغه پنډوالي ته وايي، چې د هغې دتېريدلو څخه وروسته ،دوړانګو شدت کچه I دوړانګو لومړني شدت I_0 په پرتله، د جذ ب اوانعکاس په پايله کې، نيمايي ته را ولويږي .

درياضي معادله يې داده:

$$\frac{I_{1/2}}{I_0} = \frac{1}{2} = e^{-\mu S_{1/2}} = \exp(-\mu S_{1/2})$$

او کله چې دمعادلې دواړو خواو طبیعي لوګاریتم ونیسو او په یاد ولرو چې:

$$\ln\frac{1}{2} = -\ln 2 = -\mu\, S\,{}^{1}\!/_{2}$$ نو لرو: (ln e = ln2,718 =1)

دخطي جذب کوونکي ضریب μ لپاره داسې لیکو:

$$\mu = \frac{\ln 2}{S_{1/2}} = \frac{0{,}693}{HVL}$$

نو د نیمایي پنډوالي اندازې لپاره ($HVL = S_{1/2}$) لیکو:

$$HVL = S\,{}^{1}\!/_{2} = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0{,}693}{\mu}$$

دوړانګو دشدت کمښت I د مادې دنیمایي پنډوالي HVL په تابع سره اوس لاندنۍ بڼه ځانته اخلي:

$$I = I_0 e^{-\mu S} = I_0 e^{-\frac{0{,}693\ S}{HVL}}$$

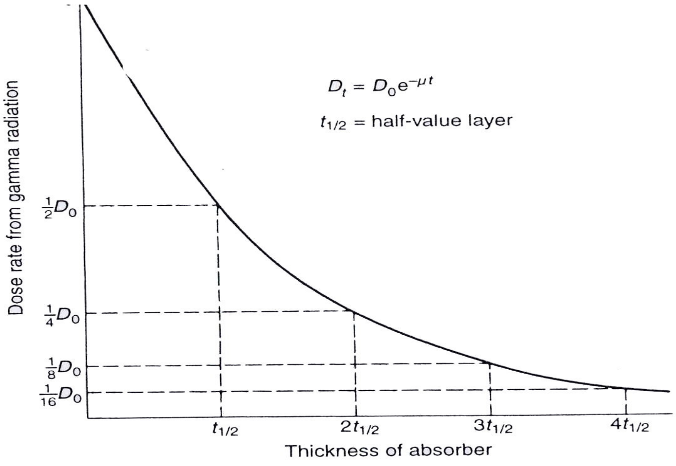
که چېرته په یوه ماده باندې د رالویدونکو فوتونو لومړی شمیر په N_0 او دهغو فوتونو شمېر چې دپنډوالي x ځخه تېریږي په N سره وښیو ، نو دالکترو مقناطیسي وړانګو دکمزورتیا قانون دنیمایي پنډوالي په وړاچولو سره په لاندې ډول هم لیکلای شو :

$$N = N_0 \times e^{-\mu x} = N_0 e^{-0{,}693\ X / HVL} = N_0 \times 2^{-X / HVL}$$

څرنګه چې په یوه ماده کې د جذب شووفوتونو شمیر N د انرژۍ ډوز D سره سم سیخ متناسب دی، نو پورتنۍ معادله (انډولیزه) په لاندې ډول هم لیکلای شو:

$$D = D_0 \times e^{-\mu x} = D_0 e^{-0{,}693\ X / HVL} = D_0 \times 2^{-X / HVL}$$

په ۴۰ شکل کې دپورتنۍ معادلې ګراف رسم شوی دی . په نوموړي ګراف کې د نیمایي پنډوالي HVL پر ځای د جذب کوونکي مادې نیمایي پنډوالی په ($Thickness = t_{1/2}$) او بیا په خپل وارسره دوه نیمایي پنډوالي ($2\ t_{1/2}$) درې نیمایي پنډوالي ($3\ t_{1/2}$) او څلورنیمایي پنډوالي ($4\ t_{1/2}$) سره ښوول شوی دی .



(۴۰- شکل)

۴۰- شکل : په عمودي محورکې د ګاماوړانګودډوزقدرت D_t اوپه افقي محورکې د جذب کوونکې مادې پنډوالی په واحدد نيمايي پنډ والي (Thickness = $t_{1/2}$ = HVL) سره ښوول شوی دی . دپورتني ګراف څخه ښکاري چې ديونيمايي پنډوالي $t_{1/2}$ څخه وروسته د تېرې شوووړانګو انرژي ډوزقدرت د ګاما وړانګولومړنی ډوزD_0 په پرتله نيمايي ½ D_0 او د دوو نيمايي پنډوالي څخه وروسته 2 $t_{1/2}$ يو په څلورمه ¼ D_0 او ددرېيونيمايي پنډوالي 3 $t_{1/2}$ څخه وروسته يو په اتمه 1/8 D_0 برخه کمښت مومي .

* **پوښتنه** : دکوبالټ شپيته Co-60 يوه طبي آله په يو متر واټن او يوه دقيقه کې اتيا سانتي ګري (80cGy/min) انرژي ډوز قدرت لري . دوړانګو دضررڅخه دځان ساتلو په موخه نړيوال کميسيونون ICRP دا سپارښتنه کوي، چې په يوه متر واټن کې دنومورې آلې د ډوزقدرت دشل ملي ګرې څخه په يوه ساعت کې وانه وړي . د سرپوفلز په کومه کچه يو پنډ ديوال ته اړتيا ليدل کيږي، تر څو دنومړو وړانګو شدت دومره کمزوری کړي، چې طبي کارکوونکو پرسونل ته زيان وه نه رسيږي .

* **حل** : دسرپو فلزد کمزورتيا خطي فکتور مساوي ده : $66\ m^{-1}$ دنيمايي ارزښت پنډوالي لپاره ليکو چې : $HVL = 0{,}693/66\ m^{-1} = 0{,}0105\ m$

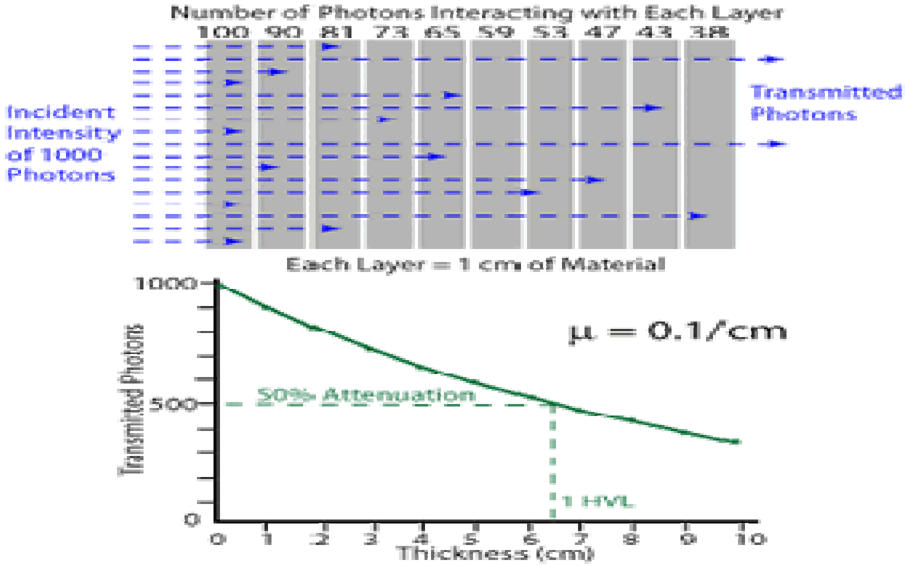
دوړانګود کمزورولو اندازه يا کچه مساوي ده له:

$$\frac{80 \times 60\ cGy\ /\ h}{2 \times 10^{-3} cGy\ /\ h} = 2400000 \quad = 2{,}4 \times 10^{3} \times 10^{3}$$

* **ځواب** : په هغه ځای کی چې طبي پرسونل کارکوی دنومورې آلې دانرژي قدرت ښايي چې څه ناڅه دوه نيم مليونه واره کم شي ترڅود هغوی روغتيا ته کوم زيان وه نه رسيږي . لاندنی شمېرنه راښئي چې دنومورې کمښت لپاره لږ څه درويشت سانتي متره (23,1 cm) دسرپوفلز په کاردی .

د وړانګو زرځله کمښت ته دسرپوفلز لږ څه لس ټوټې نيمايي ارزښت پنډوالی په کاردی . داځکه چې که دوه په طاقت دلس ونيسو ،نو قيمت يې څه ناڅه زرکيږي ($2^{10} = 1024$) کله چې نيمايي پنډوالی په لسو کې ضرب

کړونولرو : (0,0105 m×10 = 0,105m) . دوړانګوبیا زرځله کمښت ته د سرپ فلز لس ټوټې نیمايي ارزښت پنډوالی په کاردی، چې د 0,105 m متره سرپ فلز سره مساوي دی . ددوه عشاریه څلورځله کمښت لپاره څه ناڅه اضافه له یو نیمایي ارزښت پنډوالی یاني لکه دوه په کاردي، چې د 0,021 m متره سرپ فلزسره مساوي دی . کله چې د نوموړو ټولونیمايي پنډوالو شمیر سره جمع کړو (0,105m+0,105m+0,21m = 0,231m) نو څه ناڅه درویشت سانتي متره اویا په بل عبارت د سرپ فلز صفرعشاریه درویشت متره کچه په کارده .



(۴۰-الف شکل)

۴۰-الف شکل: په پا سني شکل کې یوه ماده په لسو سانتي مترو و پشل شو بده او ددغې مادي په هر یوه سانتي متر پنډوالي کې د فوتون وړانګو غبرګون ښوول شوی دی. د بېلګې په ډول د کینړ اړخ نه زر فوتونونه په ماده لګیږي او دهغوی څخه یوازې سل فوتونونه په یو سانتي مترپنډوالي کې جذب کیږي او پاتې نوي په سل کې ور څخه تیریږي . په لاندني شکل کې د هریوه سانتي متر څخه د تېرو شووفوتونو شمېر (Transmitted Photons) د مادي د پنډوالي په تابع سره راښئي . دمادي دنیمایي پنډ والي څخه وروسته (HVL) چې دلته څه ناڅه شپږ نیم سانتي متره دی، د تېرو شوو فوتونو شمېر پینځوس په سل یاني پینځه سوه دی . دلس سانتي متر څخه وروسته د سلونه یوازې لس زرې تیریږي . دوړانګوخطي ضریب μ دلویدونکووړانګوهغه برخه فوتونونه (dN/N) تشکیلوي، چې دمادې په یوه سانتي متر پنډوالي کې دمادې اتومونو سره غبرګون کوي او کمښت مومي .

$$\mu = -\frac{(\Delta N / N)}{\Delta X} = Linear \quad attenuatio\,ncoefficie\,nt$$

لسم ارزښت پنډ والی (Tenth-value layer = TVL) :

همدارنګه لسم ارزښت پنډوالی (Tenth-value layer = TVL) دیوې مادي هغه پنډالي ته وایي، چې د وړانګو لومړني شدت I_0 لسمه برخه ور څخه تېریږي . دلسم ارزښت پنډوالي TVL او د کمزورتیا خطي فکتیور μ تر منځ لاندنۍ اړیکې اعتبار لري .

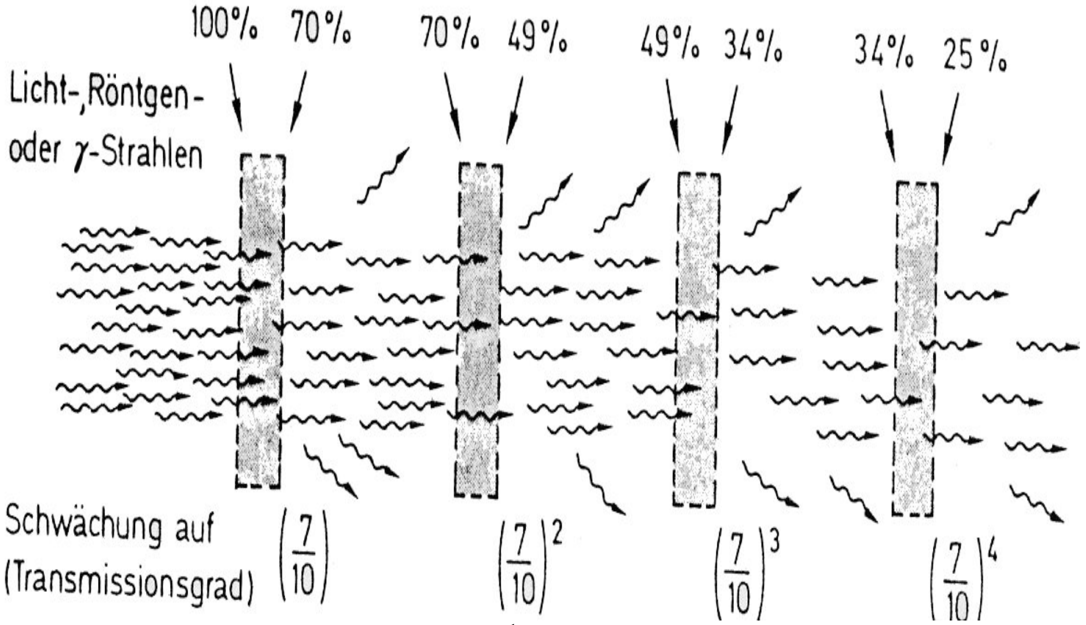
$$TVL = S_{1/10} = \frac{\ln 10}{\mu} = \frac{2,30}{\mu}$$

د لسم ارزښت پنډ والي $(TVL = S_{1/10} = X_{1/10})$ او د نيمايي ارزښت پنډوالي $(HVL = S_{1/2} = X_{1/2})$ تر منځ لاندنۍ اړيکې شته دي:

$$X_{1/10} = X_{1/2} \times \ln 10/\ln 2 = 2,3/0,693 \times X_{1/2} = 3,3 \times X_{1/2}$$

$$TVL = 3,3\ HVL$$

يانې لسم ارزښت پنډوالی د نيما يي ارزښت پنډوالي په پرتله لږ څه درې نيم ځله لوړدی .



(۴۱- شکل)

۴۱- شکل: کله چې الکترو مقناطيسي وړانګې په يوه ماده ولګيږي نو دهغې داتومونو سره دغبرګون په پايله کې د بېلګې په ډول لکه جذب کيدل او انعکاس کيدل ، خپل لومړنی شدت له لاسه ورکوي . په نوموړي شکل کې د ګاما وړانګې دڅلوروټوټو او يوبرابر پنډې مادې څخه تېريږي . په هره يوه برخه کې دوړانګو نسبي (پرتليز) تېريدنه يا ترا نسمېسيون (Transmission = 7/10) اوه پر لس 7/10 قيمت لري . دپام وړخو داده چې دوړانګو د لومړني شدت څخه يوازې پينځه ويښت په سل کې 25% پاتې کيږي او پينځه اويا په سل کې 75% د مادې څخه پخپله جذب او يا انعکاس کيږي .

انرژي په کیلوولټ یا میګا ولټ	اوبه کثافت 1,0 g/cm²	پخې خښتې کثافت 1,6 g/cm²	کانکرېټ کثافت 2,4 g/cm²	وسپنه کثافت 7,8 g/cm²	سرپ کثافت 11,3 g/cm²
50 kV	9	5	4	1	
100kV	17	12	11	3	
200kV	24	20	19	10	1
300kV	28	24	23	17	4
Ir-192	35	36	35	35	15
I-131	36	37	36	36	16
Cs-137	39	40	40	42	23
Co-60	50	51	51	54	44
Ra-226	57	58	58	60	53
10 MeV	90	90	85	75	67
20MeV	105	105	100	84	68

۱۲- جدول: د ځینو موادو لپاره دلسم ارزښت پنډوالي $(Z = TVL \times \rho)$ اندازه په واحدګرام پرسانتي متر مربع g/cm^2 د اکسریزاو راډیو اکتیو عنصرودانرژۍ په تابع سره ښوول شو یده .

دلسم ارزښت شمیرنه:

دبېلګې په ډول که وغواړو چې د سل کیلو ولټه 100 kV اکسریزیوي طبي آلې وړانګې د پخو خښتو دیوه دیوال په جوړولو سره دومره کمزوري شي، چې دنومړې آلې یوازې لسمه برخه وړانګې ورڅخه تېرې شي، نو ددې موخې لپاره دپخو خښتو ددیوال پنډوالی په لاندې ډول سره محاسبه کولای شو .

لسم ارزښت پنډوالی په واحد د سانتي متر یا TVL(cm)
لسم ارزښت پنډوالی په واحد د ګرام په سانتي متر مربع یا $Z\ (g/cm^2)$
دمادې کثافت په واحد د ګرام پر متر مکعب یا $\rho\ (g/cm^3)$
لسم ارزښت پنډوالی په واحد سانتي متر = لسم ارزښت پنډوالی په واحد د ګرام پر سانتي متر مربع تقسیم په کثافت دهمغې مادې په واحد ګرام پر سانتي مترمکعب

$$TVL\ (cm) = Z(g/cm^2) / \rho(g/cm^2)$$

دپورتني جدول له مخې د سل کیلو ولټه انرژۍ لپاره د پخې خښتې کثافت $\rho = 1{,}6\ g/cm^2$ او $Z = 12\ g/cm^2$ دی، نو د پخې خښتو لسم ارزښت پنډوالي اندازه مساوي ده له:

$$TVL = \frac{12\ g/cm^2}{1{,}6\ g/cm^3} = 7{,}5cm$$

* ځواب: اوه نیم سانتي متره پخې خښتې او یا څلورنیم سانتي متره دکانکرېټ پنډ دیوال ته اړتیا شته، تر څو د نومړې آلې یوازې لسمه برخه وړانګې ورڅخه تېرې شي .

دپام وړ: مایکروڅپې (Microwave) دالکترومقناطیسي وړانګو یوه برخه تشکیلوي اوفریکوینسي یې د یو ګیګا حرځ 1 GHz څخه تر درې سوه ګیګا حرځ 300 GHz پورې رسیږي . دمایکروڅپوڅخه په ورځني ژوند کې هم ګټه پورته کیږي . لکه د مایکروڅپو بخاری Microwave oven . کله چې مایکروڅپې دیوې مادې لکه ډوډی، غوښه، اوبواونورو خوراکي شیانو څخه تیریږي نو د نوموړو موادو مالیکولونه انرژي ترلاسه کوي او په پایله کې تو دیږي . څرنګه چې ډیرمواد شته دي چې مالیکولونه یې بریښنایز دوه قطبه لري د بېلګې په ډول لکه داوبومالیکولونه، چې مالیکول یې یو مثبت اویو منفي بریښنایز قطب لري (Dipole) نوله دې کبله د مایکروڅپو په متناوب الکترومقناطیسي ساحه کې په څرخیدلو Rotation پیل کوي . په پایله کې دګاونډیو مالیکولوسره میخانیکي ټکر کوي او هغوی هم په حرکت (څوځیدنه) راولي . په نوموړې کړنلاره کې میخانیکي انرژی په حرارتي انرژي اوړي . د روغتیا په تړاو دمایکروڅپوناوړو اغیزو په تړاو، دمسلکي کار پوهانونظرمنځ، توپیر لرونکي نظرونه شته دي . ځیني څیړنې په ډاګه کوي چې دموبایل تلیفون هم ناوړه اغیزې لري . خو څرنګه چې دمایکروڅپو انرژي دومره لوړه نه ده، چې په یوه حجره (ژونکه) کې داتومونو او یا مالیکولونوڅخه الکترونه راوباسي، نوداسې اټکل کیږی چې په ډي این اې کې کوم بدلون نشي راوستلای او له دې کبله د سرطان ناروغۍ سبب (لامل) کیدای نشي . که ومنو چې دټیټ فریکونسي په ساحه کې لکه موبایل تلیفون، فریکونسي دیرش هرځ 3×10^{1} قیمت ولري، نود څپو اوږدوالی یې 10^{7} m متره کیږي او انرژي یې مساوي ده له: $1{,}24\times10^{-13}$ eV

پوښتنې (Questions): (ځوابونه یې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي):

۲-۱ دیوې مادې سره دوړانګوهغه غبرګونونه په ګوته کړئ، چې دمادې سره دلګیدوپه پایله کې دانرژي جذب کیدلو سبب(لامل) ګرځي .

۲-۲ کله چې وړانګې دلسم ارزښت پنډوالي څه تیرې شي، نوڅومره برخه یې تیریږي او څومره برخه یې په ماده کې پاتې کیږي؟

۲-۳ د۱۲ جدول له مخې د کوبالټ تبراپی دستګاه لپاره په خپل وار سره لسم ارزښت پنډوالی د اوبو، پخې خښتې اوکنکریت لپاره ترلاسه کړی؟

۲-۴ په یوه ماده کې دوړانګود جذب ،فیزیکي کړنلاره، ددغې مادې دکوموخواصو سره تړاولري؟

۲-۵ دفوتو اغیزه دناروغیو په تشخیص کې چې داکسریزآلې په مرسته سره تر سره کیږي څومره اوولې اړین رول لري؟

* * *

اووم څپرکی

کلینیکي ډوزیمتري (Clinical Dosimetry)

ډوز (Dose):

دډوز کلمه دلومړي ځل لپاره د څوارلسمي پیړۍ په اخیره لسیزه کې ،د د واګا نودیوې تا کلې اندازې یانې کچې د خوړلو په موخه د پاراسېلزیوس (Paracelsius) یوجرمني بیوکیمیاپوه لخوا په کاروا چول شوه . نن ورځ په فارماسي کې، دډوز کمیت ددواګانواندازه په ګرام سره راښئي . نوموړي کارپوه په بدن کې دعنصرو دشتون اړتیا، د میتابالیزم اود روغتیا په تړاودهغوی ځانګړتیاوې، وښېرلي اوپه اخېرکې یې یوه نامتوپوهنیزه جمله ولیکله، چې نن ورځ هم دعامو (تولیز) وګړوپه خبروکې کارول کیږي:

- (هر یو شی چې دخپلې اندازې نه ډېر شي، دبدن لپاره زهردی) دغه مفهوم د لاتین په ژبه په هغه وخت کې داسې لیکل شوی وو .

(Fazit Dosis Venenum)

د پارا سېلزیوس علمي څېړني څوکاله وروسته د ازمېښتو په اساس په ثبوت ورسیدلې او له دې کبله تر نن ورځې پورې په نړیواله کچه د پوهانو تر منځ منل شوې دي . داپه دې مانا چې که هرڅوک دخپل بدن داړتیا نه ډېر خوراک ، څښاک وکړي اویا درمل راونیسي، نو د ناروغیو د پیدا کېدو امکانات ورسره سم سیخ زیاتیږي . د بېلګې په ډول که څه هم د روغتیا لپاره د ویټامینو(Vitamines) خوړل ګټور ګڼل کیږي، خو که دورځنی اړتیا ورېرید څخه واوړي، نو بیاد بدن لپاره د ګټې پر ځای زیان رسوي . همدې ته ورته بیلګه دایونایز کوونکو وړانګودادازې خطر دډوز سره سم سیخ دیادوني وردی . هر څومره چې دوړانګواندازه په چاپېریال کې په طبیعي وړانګوبرسیره نوره هم ډېریږي او که په ډېره لږ اندازه هم وي، په ورته کچه دانسان روغتیا ته دزیان پېښیدلو احتما ل هم ډېر اټکل کیږي .

ایون ډوز (Exposure = Ion dose = I) :

ایون ډوزدساینس پوهنې په څانګه او په تېره بیا په رادیوفیزیک کې دالکترومقناطیسي وړانګوهغې اندازې او یا شد ت ته وایي، چې د هوا د مالیکولوسره د غبرګون په پایله کې یوډول یانې منفي او یا مثبت برېښنایز چارجونه منځته راولي .

ددې لپاره چې دروغتيا په تړاو دايونايز کوونکو وړانګو ناوړه اغېزې وڅېړو، نو د نومړې موخې لپاره دايون ډوزفيزيکي کميت تعريف ته اړتيا پيدا شوه .

دايون ډوزتعريف :

> ايون ډوز **I** په يوه کيلوګرام **Δ m** هواکې ديوډول يانې مثبت تولواو يامنفي تولو پيدا شوو ايونو بريښنايزچارج **ΔQ** اندازې ته ويل کيږي.
>
> $$I = \frac{\Delta Q}{\Delta m}$$

I = ايون ډوز يادايونو اندازه
ΔQ = د بريښنايز چارج توپيريا تفاضل
Δm = د کتلې يوه کوچنۍ برخه يا تفاضل (توپير)

دايون ډوز واحد:
کولومب تقسيم په يو کيلوګرام هوا
Coulomb/Kilogramm =1C/Kg

دکتلې پر ځای کولای شو چې دهوا کثافت **ρ** اوحجم **ΔV** هم وليکو نودايون ډوز لپاره ليکلای شو چې:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta m} = \frac{\Delta Q}{\rho \, \Delta V} = I$$

درونتګن واحد (**Roentgen unit =R**) :

دايون ډوز پخواني واحدرونتګن نوميده . يو رونتګن داکسريزآلې هغه کچه ايون ډوزته وايي چې په يوه سانتي متر مکعب وچه هوا(ρ=1,293mg/cm^3) اوترعادي شرطونو، ياني دسا نتي ګراد صفردرجه (0°) اوديوتخنيکي اتموسفير فشار (1013 mbar) لاندې تاکلي شمېر جوړه مثبت ايونواوالکترونو(Ionpairs) يوالکتروستاتيک چارج واحد(electrostatic units= esu) منځته راوړي . يو الکترو ستاتيک واحدلږ څه دوه مليارده مثبت او منفي جوړه ايونو ($2{,}082\times10^9$ Ionpairs) سره مساوي دي . درونتګن او دنړيوال واحد SI ترمنځ اړيکي په لاندې ډول لاس ته راوړلای شو . دنومړې موخې لپاره يو الکترو ستاتيک چارج واحد يوګرام هوا په وزن باندې ويشو .

☑ په بيالوژيکي ډوزيمتري کې پخوا درونتګن واحد څخه کاراخيستلو . د بېلګې په ډول که دبدن پوستکي ته، په يوه وارڅلورسوه شل رونتګن (Erythem dose = 420 roentgen) ورسيږي نو پوستکی سورکيږي . دوړانګو دغه ډول کلينيکي اغېزه د انرژې ډوزواحد په توګه ټاکل شوې وه .

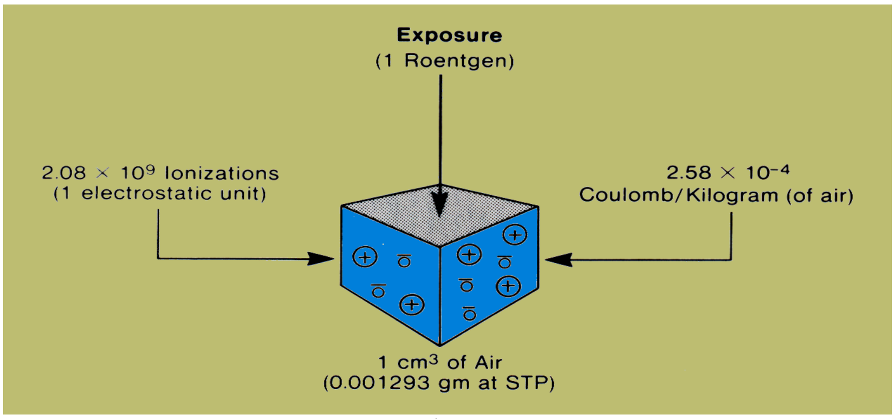
$$1\,R = \frac{1\,esE}{0{,}001293\,g\,(Luft)} = \frac{2{,}082 \cdot 10^{9}\,(Ionenpaare)}{0{,}001293\,g\,(Luft)} \cdot \frac{1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C}{(Ionenpaar)} = 2{,}58 \cdot 10^{-4}\,\frac{C}{kg}$$

$$R = 2{,}58 \times 10^{-4}\,\frac{C}{Kg}$$

کله چې په پورتنۍ معادلې کې، یو کولومب په رونتګن واړوو ،نو یو کولومب پر کیلوګرام له 3876 R رونتګن سره مساوي ده :

$$1\ C/Kg = 3876\ R$$

☜ کله چې د $6{,}24 \times 10^{18}$ ایونو بریښنا یز چارج سره جمع کړو نو یو کولومب C چارج لاس ته راځي .



(۴۲- شکل)

۴۲- شکل: کله چې یو رونتګن وړانګې په یو سانتي متر مکعب وچه هوا کې ورننوځي چې کثافت یې په عادي فشار او تودوخې کې (0,001293 gram standard temperature and pressure) ، نو هلته څه ناڅه دوه ملیارده ($2{,}08 \times 10^{9}$ ionpairs)جوړه ایونونه منځته راولي(37) .

☜ په یوه کیلوګرام وچه هوا کې د پیدا شوو چارجونو ټولو اندازه مساوي ده له: $2{,}58 \times 10^{-4}$ C/Kg

دبریښنا جریان قدرت :

کله چې په هوا کې دبریښنا جریان (I) دهوا په کتله (m_{air}) او وخت (t) سره وویشو نو د بریښنا جریان قدرت (J) لاس ته راځي چې واحدیې کولومب C تقسیم په کیلو ګرام kg اوثانیه (s) ټاکل شوی دی .

دبریښنا جریان قدرت = دبریښنا جریان تقسیم په وخت او تقسیم په کتله

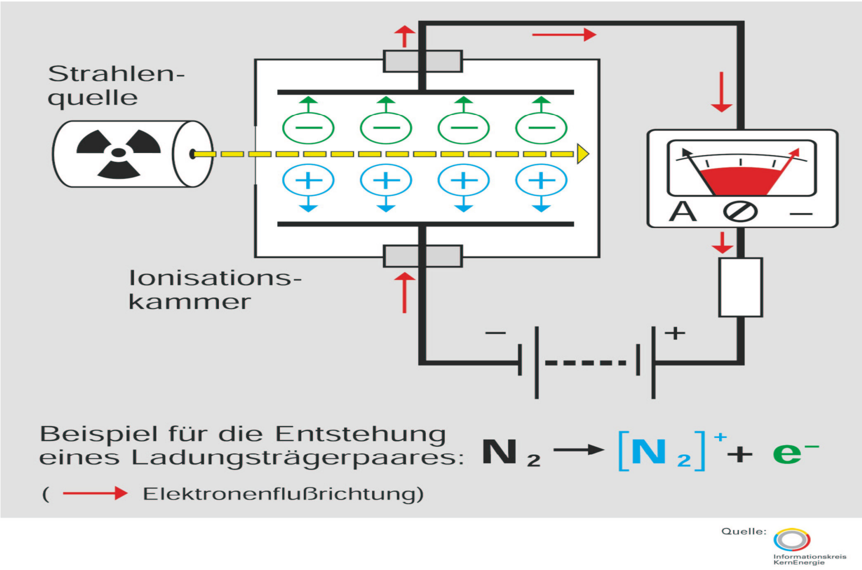
$$J = \frac{dI}{m_{air} \times dt} = \left[\frac{C}{Kg \times s} \right]$$

دایون ډوز اندازه کول :

په ۴۳ شکل کې ښوول شو یده، چې د یوې ایونایزیشن چمبر (Ionization chamber) په مرسته سره، چې یوه فیزیکي آله ده، د نوموړو الکترونو برېښنایز جریان اندازه کولای شو .

- ایونایزیشن چمبر یوه لوښي څخه جوړه ده، چې دوه الکترووده لري اود خاذن په نامه سره یادیږي . دخاذن یوه الکتروددبېړی دمثبت او بله یې دمنفي قطب سره ترلې ده . کله چې داکسریزآلي څخه وړانګې راووځي اوبیا چمبر ته ورننوځي ، چې هلته هوا یا یو بل غازوي، نو دغه وړانګې په دې هوا یا غاز کې ایونایزیشن کړنلاره تر سره کوي . په پایله کې الکترونه مثبت قطب ته او مثبت ایونونه دمنفي قطب خواته خوځیږي . په دې چمبر کې دبرېښنا جریان د یوه امپیر مېترپه مرسته سره اندازه کیږي . هر څومره چې د ایونایزیشن درجه یا د برېښنا شدت ډېر وي، په ورته کچه دوړانګوغبرګون د هوا یاد نسجونو داتومونو سره هم ډېروي .

۴۳- شکل : دایونایزیشن چمبر (Ionization Chamber) جوړښت چې دیوې رادیو اکتیوسر چینې، یوخاذن، یوې بټرۍ او یوامپیر متر نه جوړه ده رانبئي. دهوا نایتروجن یومالیکول N_2 دوړانګوسره غبرګون کوي اوپه پایله کې یو الکترون e^- او د نایتروجن یومثبت ایون N^+ منځته راځي چې د چا رج یوې جوړې (Ion pairs) په نامه سره یادیږي (35) .

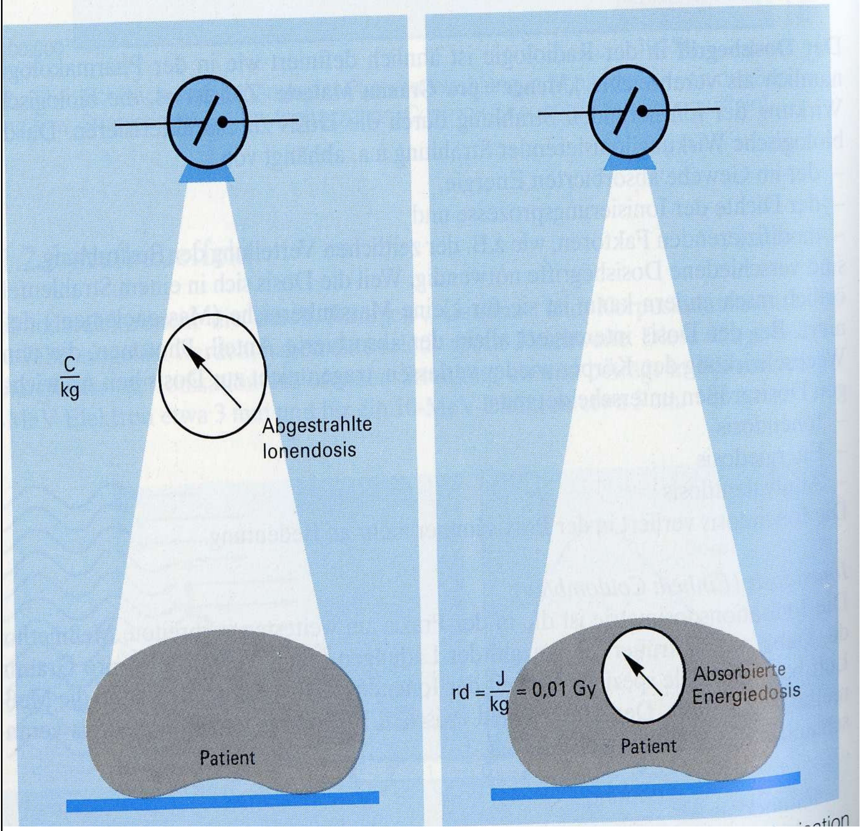


(۴۳-شکل)

۴۳- شکل : دایون ډوزبرېښنایزچارجونو اندازه کولولوښی یاآله (Ionization Chamber) سرکېټ (Circuit) ښوول شوی دی .34 (دیوې رادیو اکتیو سرچینې څخه وړانګې خپریږي او دهوا نایتروجن مالیکول N_2 په یوه مثبت ایون N_2^+ او الکترون e^- ایونایز کوي .نوموړي چارجونه دجوړه چارجونو (Ionpairs) په نامه سره یادیږي .

په ۴۴- شکل کې دایون ډوز داندازه کولو کړنلاره ښوول شو یده چې په روغتون کې ورڅخه کار اخېستل کیږي . د اکسریز آله (X-ray tube) ، یو امپیرمتر Ampermeter او د ناروغ د بدن په ساره پرې شوي سطحه (cross section) را ښئي .

کله چې داکسریزآلې څخه وړانګې راوځي نو په لاره کې لومړی دهوا داتومونو سره لګیږي او بیا د ناروغِ بدن ته ورننوځي . نوموړې وړانګې په هوا او هم په نسجونو کې یوه برخه انرژي له لاسه ورکوي چې په پایله کې دهغوی اتومونه ایونایزکوي یانې الکترونه ورڅخه راوباسي .



داکسریز آلې (X-ray tube) څخه وړانګې راوځي او سم سیخ د ناروغ بدن په ړنا کیږي .	
Ampermeter امپیرمتر دایون ډوزاندازه کوي . د بېلګې په ډول په یوه کیلوګرام هواکې دټولو مثبت او یا منفي چارجونو اندازه په واحد یو کولومب پرکیلوګرام C/kg	
Patient دناروغ په بدن کې جذب شوې انرژي لکه یوراد rd یا نې یو سا نتي ګري د امپیرمتر په مرسته سره اندازه کیږي .	
انرژي ډوز په ناروغ کې اندازه کیږي	انرژي ډوز په هوا کې اندازه کیږي

(۴۴- شکل)

۴۴- شکل : په نوموړي شکل کې د ایون ډوز تعریف د یوې تجربې په بنسټ ښوول شوی دی . د شکل پورتنۍ برخه د اکسریزسرچینه اوپه منځ کې امپیر مېتر اوپه لاندې برخه کې دناروغ دبدن په ساره پرې شوي سطحه راښئي (cross section) (9) .

په هوا کې یو رونتګن اکسریز دلږ څه یو سانتي ګری انرژي ډوزسره برابره ده (1 R = 0,89 cGy)

درادیوسکوپي (Radioscopy) اواکسریزعکس اخېستلو په کړنلاره کې دبدن غړوته په لاندې ډول اکسریزوړانګې رسیږي . دبېلګې په ډول د سږي یوه اکسریزعکس لپاره څه ناڅه یوملي ګرې چې دیو رونتګن لسمه برخه ده (1 mGy = 0,1R) ، پښتورګو ، زړه او خیټې ته دلسونه تردېرشوملي ګرې (10-30 mGy)، اودغاښ یوه عکس اخېستنې لپاره دېرش ملي ګرې (30 mGy) اکسریز رسیږي .

انرژي ډوز (Energy Dose = D) :

ایون ډوزیو داسې فیزیکي کمیت دی چې دوړانګوبیالوژیکي اوفیزیکي ناوړه اغېز و او غبرګون په اړه مالومات نشي تر لا سه کېدای . نوله دې کبله ددې اړتیا پیدا شوه، چې یو نوی فیزیکي کمیت تعریف شي ، لکه انرژي ډوز، ترڅودوړانګونوموړې اغیزې هم په پام کې ونیول شي .

دانرژي ډوز تعریف :

کله چې ایونایزوونکې وړانګې د یوې مادې سره غبرګون وکړي نو په پایله کې خپله ټوله او یا یوه برخه انرژي دغې مادې ته لیږدوي چې بیا هلته په ماده کې جذب کېږي. دنوموړو وړانګوهغه برخه انرژي چې په واحدد کتلې کې جذب شوې وي، د انرژي ډوز (Absorbed Dose) په نامه سره یادیږي

که د رڼا شوې مادې کتله په m او حجم یې په V او کثافت یې په ρ سره وښیو ، نو د انرژي ډوز D تعریف په لاندې ډول سره کولای شو:

د انرژي ډوز D مساوي ده له : انرژي تفاضل(توپير) dE تقسيم د کتلې په تفاضل(توپير) dm :

$$D = \frac{dE}{dm} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{dE}{dV}$$

D = انرژي ډوزیا اندازه

dE = یوې مادې ته انتقال شوې یا جذب شوې انرژي برخه یا تفاضل(توپير)

ρ = د همغې مادې کثافت

dV = د مادې حجم توپيريا تفاضل(توپير) یا دحجم یوه کوچنۍ برخه

dm = د کتلې توپير(تفاضل) یا دکتلې یوه کوچنۍ برخه

پوښتنه: څرنګه چې ازمېښو ښوولې ده چې په هواکې د یوه ایون دلا س ته راوړلو لپاره لږ څه څلورد برش الکترون ولټه انرژي 34 eV او په یوه بیالوژیکي ماده لکه دنسجونو په یوه حجره (ژونکه) کې دیوه مالېکول د ایونایزیشن لپا ره لږ څه شپېته الکترون ولټه انرژي (60 eV) په کارده . نو که چېر ته یو سړی چې وزن یې اویا کیلو ګرام 70 Kg وي او ټول جسم ته یې په متجانس ډول دطبیعي وړانګو په کچه، یاني لږ څه دوه نیم ملي ګرې انرژي ډوز 2,5 mGy ورسیږي، نو د تولید شوو ایو نو شمېر یې په هوا او په نسجونو کې مالوم کړی؟

یادونه: په یوه سانتي مترمکعب هواکې چې وزن یې $1,293 \times 10^{-6}$kg کیلو ګرام کیږي انرژي ډوز D_{air} مساوي ده له :

$$D_{air} = \frac{3,336 \times 10^{-10} C}{1,293 \times 10^{-6} kg} \times 33,85 \frac{J}{C} = 0,873 \times 10^{-2} J/kg = 0,873 \times 10^{-2} Gy$$

* **حل** : څرنګه چې د برېښنا یزانرژي او د میخانیکي انرژي تر منځ لاندنۍ اړیکي شته دي:

$$1eV=1,6\times10^{-19}J$$

نو د هوا د یوه ایون د تولید لپاره برېښناییز انرژي په میخا نیکي انرژي اړوو :

$$34\ eV = 34 \times 1,6x10^{-19}\ J = 54,4\times10^{-19}\ J$$

د تعریف سره سم، یو ګرې Gray عبارت دی له: یو جول تقسیم په یو کیلو ګرام کتله

تجربو ښوولې ده چې په یوه کیلو ګرام نسجونو کې د دوه نیم ملي ګرې په واسطه د پیدا شوو ایونو شمېر مساوي ده له :

$$2,5\,mGy = \frac{2,5\times10^{-3}\,J}{Kg} = \frac{\dfrac{2,5\times10^{-3}\,J}{54,4\times10^{-19}\,J}}{Kg} = 4,5\times10^{14}\ ions\ /\ Kg$$

* **ځواب**: په یوه کیلوګرام هوا کې د ایونو شمېر لږ څه څلورنیم سوه بلیاردو ته رسیږي . او په یوه کیلو ګرام نسجونو کې د ایونو شمېر مساوي دی له:

$$2,5\,mGy = \frac{2,5\times10^{-3}\,J}{Kg} = \frac{\dfrac{2,5\times10^{-3}\,J}{60\times1,6\times10^{-19}\,J}}{Kg} = 2,6\times10^{14}\ ions\ /\ Kg$$

* **ځواب**: لږ څه دوه نیم سوه بلیارده ایونونه په یوه کیلو ګرام نسجونو کې منځته راځي .

څرنګه چې یو نورمال سړی لږ څه اویا **70 kg** کیلو ګرام وزن لري نو په یوه کال کې د طبیعي وړانګو د غبرګون په پایله کې چې قیمت یې دوه نیم ملي ګرې **2,5 mGy** دی، لږ څه یو سلو اتیا ملیارده یاني $70\times2,6\times10^{14} = 182\times10^{14}$ **ions** ایونونه تولید کیږي.

د انرژي ډوز واحد :

که چېر ته د ایونایزوونکو وړانګو یو جول (Joule = J) انرژي په یوه کیلوګرام (Kg) نسجونو او یا بله ماده کې جذب شي نو دې فیزیکي کمیت ته، د انرژ ي ډوز او یا د انرژي اندازه ویل کیږي **(absorbed Dose)** . د تعریف سره سم یو جول تقسیم په یو کیلو ګرام د یو ګرې (Gray = Gy) سره مساوي ده . یو ګرې د انرژي وا حد دی چې د یوه سویډني رادیولوژي پوه په ویاړ، چې ګرې Gray نو میده تا کل شوی دی .

د انرژي ډوز پخوانی واحد راد (radiation absorbed dose = rad) نومیږي او یو راد د ګرې سلمه برخه ده یاني (100 rd = 1Gy) .

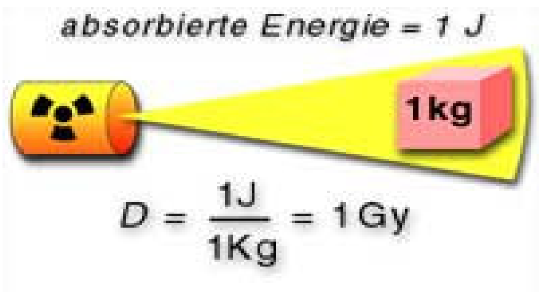
د پام وړ: د وړانګو څخه د ځان ژغورنې نړیوا ل کمیسیون (ICRP) سپارښتنه کوي ، چې د یوه کارګر لپاره، د یوه کال په موده کې د وړانګو لوړ لېمیټ د شل ملي ګرې (20 mGy) او د عام وګړو لپاره د یو ملي ګرې (1 mGy) څخه وا نه وړي .

ديو ګرې Gray فيزيکي کميت تعريف:

* په هوا کې ديوه جوړه چارج د پيداکولو لپاره څلور دېرش الکترون ولټه 34 eV انرژي په کارده .

* څرنګه چې دکولومب او کيلو ګرام حاصل تقسيم 1C/kg دا مانا ورکوي چې څومره جوړه چارجونه په يوه کيلوګرام هواکې پيداشويدي، نود نوموړي قيمت ځخه په هواکې دانرژي ډوز لاس ته راتلای شي .

* يو ګرې مساوي ده: يوژول انرژي تقسيم پريو کيلوګرام کتله



* ديوې راديو اکتيوسرچينې څخه و رانګې خپرېږي او په يوه کيلو ګرام کتله کې يوژول انرژي جذب کيږي .

يو ګرې = يو جول تقسيم پر يو کيلوګرام کتله

يو ګرې = سل راد = سل سانتي ګرې = زر ملي ګرې

اويا:

1Gy = 1Joule/1 Kilogramm = 1J/1Kg = 1As/Kg = 100 rad

1Gy = 100 cGy = 1000 mGy

1 rad =0,01 J/Kg = 0,01 Gy = 10 mGy

1rad = 1 cGy

د ګرې کوچني واحدونه د نړيوال واحد سيستم SI په بنسټ عبارت دی له: سانتي ګرې cGy، ملي ګرې mGy، مايکروګرې µGy او نانو ګرې nGy . سل سانتي ګرې 1Gy = 100cGy ديو ګرې او زر ملي ګرې 100mGy= 1Gy د يو ګرې سره مساوي دی او داسې نور.

☑ که څوک يو کيلوګرام کتله لس سانتي متره دځمکې مخ نه پورته کړي نو يوژول انرژي تر سره کوي .

☑ يوژول هغومره کاردی چې ديونيوټن قوې په واسطه سرته رسيږي اويو شی تر يو متروا ټن پورې خوځوي

☑ يوژول هغومره کاردی چې ديوه واټ په اندازه قدرت توليد کړي اويوه ثانيه پايښت ولري . که چېر ته يو ګرام کتله په انرژۍ واړوو، نولروچې:

$$E = 1\times10^{-3}\,kg\,(3\times10^{8})^{2}\,(m\,s^{-1})^{2} = 9\times10^{13}\;kg\,m^{2}\,s^{-2} = 9\times10^{13}\;Joule$$

✍ که څوک اتيا کيلوګرام وزن ولري نودهغه انرژي معادل ده له: 80 kg ~ 4,45×10^{31} MeV

ايون ډوزپه انرژي ډوز اړول :

ځرنګه چې انرژي ډوز سم سيخ نشي اندازه کېدای او دتجربو له مخې يوازې ايون ډوز اندازه کېدای شي، خو د يوه بدلو ونکي فکټور (f = conversion factor) په مرسته سره موږ کولای شو چې انرژي ډوز او ايون ډوز يو پر بل واړوو . د نوموړي فکټور قيمت دوړانګو په ډول، دوړانګو په انرژي اود مادې په جوړښت پورې اړه لري . له دې کبله يادشوی فکټور د نسجونو، هډوکو او عضلاتو لپاره ځانګړی قيمت لري . د بدلو ونکي فکټور f واحد سانتي ګرې په رونتګن دی (cGy/R) . د بېلګې په ډول دهوا لپاره دغه ضريب f = 0,87 cGy/R قيمت لري .

انرژي ډوز = بدلوونکی ضريب × ايون ډوز

$$D(cGy) = f(cGy/R) \times I(R)$$

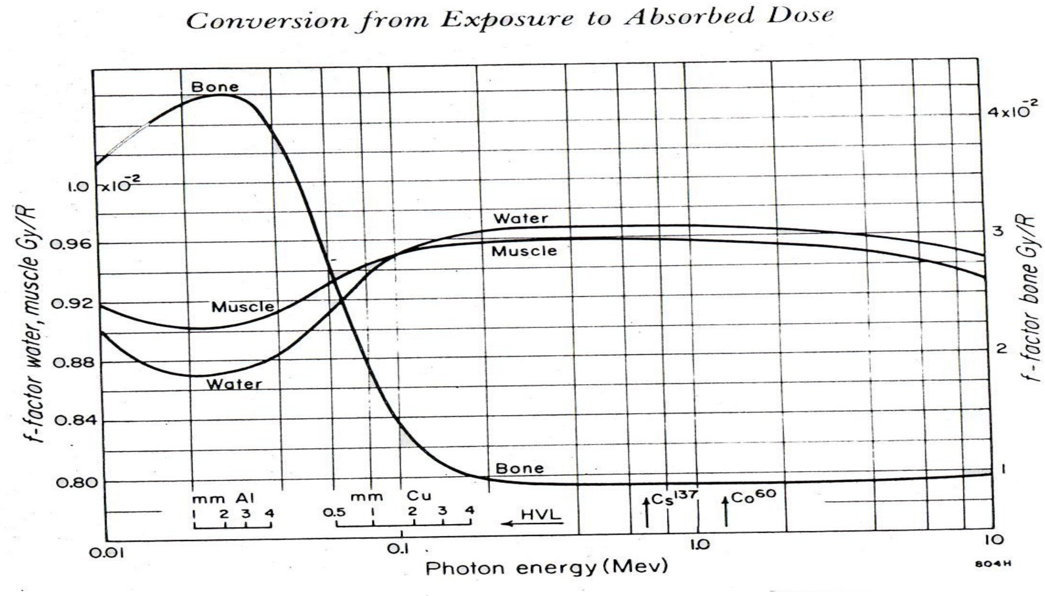
په هوا کې دانرژي ډوزمساوي ده له :

$$\mathbf{D_{air} = 0,87 \times I}$$

دلته انرژي ډوز D په واحد د سانتي ګرې او ايون ډوز I په واحد د رونتګن R ټاکل شويده .

هډوکي	دبدن غړي	اوبه	هوا	دوړانګو انرژي په واحد keV
4,2	0,93	0,88	0,87	50 KeV
3,6	0,92	0,89	0,87	100 KeV
2,3	0,94	0,92	0,87	150 KeV
1,0	0,96	0,96	0,87	Co-60
0,9	0,96	0,96	0,87	Cs-137

۱۷-جدول کې د اړوونکي فکټور f (cGy/R) قيمتونه چې واحديې سانتي ګرې په رونتګن ټاکل شوی دی د هوا ، اوبو ، دبدن غړو او هډوکو لپاره ښوول شويدي . دپورتني جدول او د **۴۵** شکل څخه ځرګندېږي چې دټيټې انرژي په ساحه اوپه هډوکوکې لکه پينځوس کيلو الکترون ولټه (50 keV) دجذب شوې انرژي ډوز قيمت دکوبالټ (Co-60) په پرتله څه ناڅه ځلورواره ډېردی . همدا لامل دی چې دناروغيو په تشخيص کې هډوکي ډېره انرژي جذب کوي اودليدلو وړګرځي . ددوه سوه کيلو الکترون ولټه څخه پورته دجذب شوې انرژي کچه د اوبو(نسجونو) او عضلاتو لپاره څه ناڅه يوشان ده، خوپه هډوکوکې ډېره لږجذب کيږي . داپه دې مانا چې دناروغيو دتشخيص لپاره لوړ انرژي اکسريزګټه نه لري .



(۴۵-شکل)

۴۵- شکل: دکتلې انرژي جذب ضریب (Mass energy absorption coefficient= μ_{en}/ρ) د هوا، هډوکو (Bone) او وازدې (Fat) لپاره د اکسریزانرژي په تابع سره ښوول شوی دی (15) .

پوښتنه: کله چې د سل کیلو الکترون ولټه (100 keV) اکسریزآلي شخه وړانگې خپرې شي او په هوا او هډوکو کې یو رونتگن جذب شي، نود نوموړي جدول له مخې دیو رونتگن انرژي کچه مالومه کړی؟

* حل: دانرژي ډوز د لاس ته راوړلو لپاره دلاندې فرمول څخه کار اخلو .

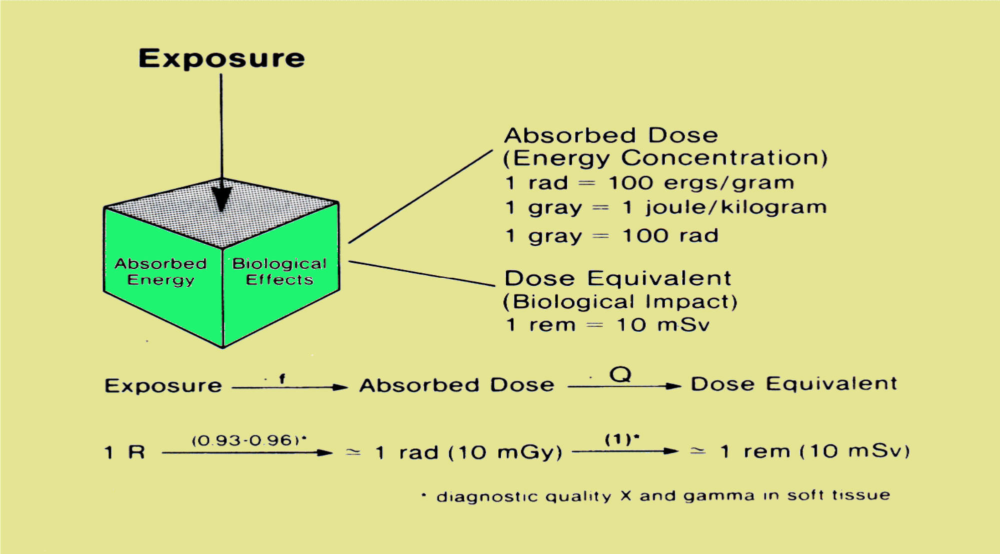
اړوونکی فکتور f (cGy/R) × دایون ډوزپه واحدرونتگن R = انرژي ډوز D په واحد سانتي گرې

په یوه گرام هوا کې د یورونتگن انرژي کچه : $D = 0,87 cG/R \times 1R \approx 0,87 cGy$

په یوه گرام هډوکو کې د یو رونتگن انرژي کچه : $D = 3,6 cGy/R \times 1R \approx 3,6 cGy$

دپورتني جدول له مخې په هډ وکو کې دیورونتگن وړانگوانرژي د هوا په پرتله لږ څه د ری نیم سانتي گرې لوړقیمت لري .همدا لامل دی چې داکسریزپه عکسونو کې د هډوکواناتومي بڼه سپینه او جوته لیدل کیږي داځکه چې په هډوکو کې دفوتواغیزه دهوا په پرتله څه ناڅه درې څله ډیره پېښیږي . نو له دې کبله د هوا برخه توررنگ لري . داپه دې مانا چې دهوا مالیکولوسره داکسریز وړانگې ډېر لږ غبرگون کوي او مخامخ تېریږي .

دپام وړ: خرنگه چې درښاانرژي دکتلې سره معادل ده ($E mc^2$) ، نویوبلیدونکی بریښنایز گروپ چې سل واټ قدرت ولري په یوه ساعت کې دیو گرام یوپه ملیاردمه برخه $m = 10^{-12}$ kg کتله له لاسه ورکوي .



(۴۲ – شکل)

۴۲ - شکل : یورونتګن ایون ډوز د یوه فکتور په مرسته سره په انرژي ډوز او معادل ډوز سره اړو لای شو . دبېلګې په ډول په نسجونوکې د یو رونتګن بیالوژیکي اغېز ي په پایله کې څه ناڅه لس ملي سیورت انرژي او همدارنګه لس ملي سیورت معادل ډوزجذب کیږي(37) .

دانرژي ډوزقدرت ($\dot{D}$ = Absorbed dose rate)

تعریف :

دوړانګودانرژي ډوز قدرت = د انرژي ډوزتفاضل (توپیر) dD تقسیم په تفاضل (توپیر) دوخت dt

$$D^{\bullet} = \frac{dD}{dt}$$

Dose rate = absorbed Dose/ radiation time

$D^{\bullet}$ = دوړانګو دانرژي ډوز قدرت

dt = دوخت تفاضل (توپیر) یا توپیر

dD = دانرژي ډوزتفاضل (توپیر) یا توپیر

د پورتنۍ معادلې څخه دوړانګوانرژي ډوز اود وړانګو دخپریدلوموده یا وخت په لاندې ډول تر لا سه کولای شو:

absorbed Dose = (Dose rate) × (radiation time)

دانرژي ډوز = دانرژي ډوز قدرت × وخت

Radiation time = absorbed Dose/ Dose rate

دوړانګو دخپریدلوموده = دانرژي ډوز تقسیم په انرژي ډوز قدرت

* **پوښتنه** : ديوي هستوي بټۍ په چاپېريال کې تل راديواکتيو مواد ازادکيږي اوډشاوخوا اوسيدونکو لپاره دخطر احتمال شته دی . دچاپېريال هغه اعظمي (تر ټولو لوړ) ډوز قدرت کچه مالومه کړی ترڅو دعام(ټوليز) وګړو لپاره دراديوکتيف وړانګوډوز نور داندېښنې وړنه وي اوپه کال کې ديوملی سيورت نه وانه وړي؟

* **حل**: د انرژي ډوزقدرت = کلنی لوړډوزتقسيم په وخت

دعام(ټوليز) وګړو لپاره دوخت موده چې پرلپسې وړانګې ورته رسيږي د نړيوال کميسيون (ICRP) ريفرينس ياني د سپارښتني وړ (Reference) قيمت يوسلواته شپيته ساعته په يوه اونۍ کې (168 h/week) او د اغېز من ډوزلوړلېميټ په يوه کال کې يو ملي سيورت 1mSv ټاکل شوی دی . داسانتيا لپاره دلته يوکال په پينځوس اونۍ باندې شمېرل کيږي .

ډېوز قدرت = $\dfrac{1mSv}{168\ h\times 50weeks} = 0{,}12\mu\ Sv/h$

* **ځواب** : دهستوي بټۍ دراديواکتيو غاز ډوز قدرت د صفرعشاريه دولس ما يکروسيورت په ساعت کې وانه وړي .

که چېر ته د ګاما وړانګو يوه سرچينه تر نظر لاندې ونيسو نو دوړانګودانرژي ډوزقدرت يې دراديواکتيويتي A سره سم سيخ او دواټن r د مربع سره معکوسا اړيکې لري چې په لاندې ډول يې ليکلای شو :

$$D^{\bullet} = \frac{dD}{dt} = \Gamma \times \frac{A}{r^2}$$

☑ A = دراديو اکتيو سر چينې راديو اکتويتي (واحديې: بيکارېل Bq) .

☑ $D^{\bullet}$ = dD/dt = دوړانګو دانرژي ډوزقدرت فيزيکي تعريف دی چې وا حد يې : ګرې په دقيقه Gy/min يا ګرې په ساعت Gy/h ټاکل شوی.

☑ Γ = د ګاما توری دی چې د فوتون وړانګو او دهر يوه راديواکتيو عنصر لپاره ځانګړی د تناسب ثابت ضريب دی . واحد يې : ګرې ضرب مترمربع تقسيم په بيکارېل ضرب ساعت h = Hour او يا په بل عبارت ($Gy\ .\ m^2/\ h\ .Bq$)

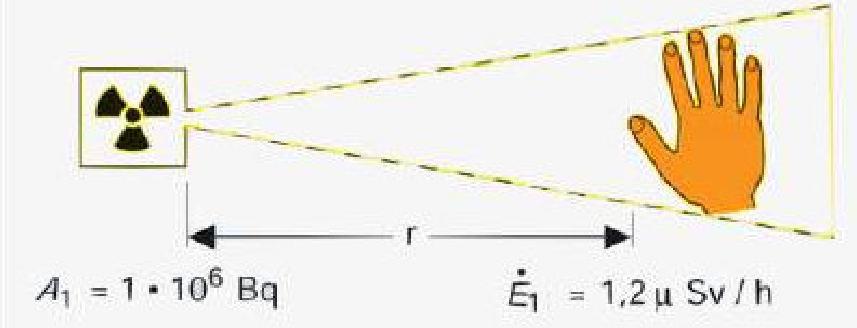
☑ r = هغه واټن دی چې دوړانګو سرچينې څخه تريوه ټاکلې ټکې اويا مطلوب ځای پورې اوږدوالی لري (واحديې مترټاکل شوی) .

دپام وړ: نوموړی قانون يوازې دګاماوړانګولپاره اعتبارلري اودالفا اوبيتاوانګولپاره يې نه لري .

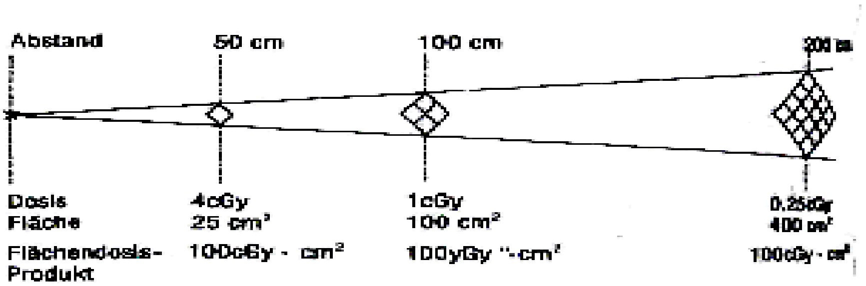
په ۱۸- جدول کې دځينو راديو اکتيو عنصرو لپاره دګاما ثابت Γ قيمتونه ليکل شوي دي .

دراديو اکتيو سرچينې نوم	دګاما ثابت Γ in $\frac{Gy \cdot m^2}{h \cdot Bq}$	دګاما ثابت په واحدملي سيورت Γ_H mSv . m^2/GBq .h
Co-60	$3{,}5 \cdot 10^{-13}$	0,35
I-131	$5{,}9 \cdot 10^{-14}$	0,059
Cs-137	$8{,}4 \cdot 10^{-14}$	0,088

۱۸- جدول: په يوه متر واټن اويوه ساعت کې ديوګيګا بېکارېل اکتيويتي ځينو راديو اکتيو سرچينو د ګاما ثابت قيمت Γ_H په واحد د ملي سيورت او يا د ګاما ثابت قيمت Γ په واحدګرې



ديوې راديواکتيو سرچينې څخه چې اکتيويتي يې يو مليون بېکارېل دی وړانګې خپرېږي او په لاس کې جذب کېږي . دنومړې سرچينې دډوز قدرت په يوه ساعت کې څه ناڅه يو مايکروسيورت نه اوړي (34).



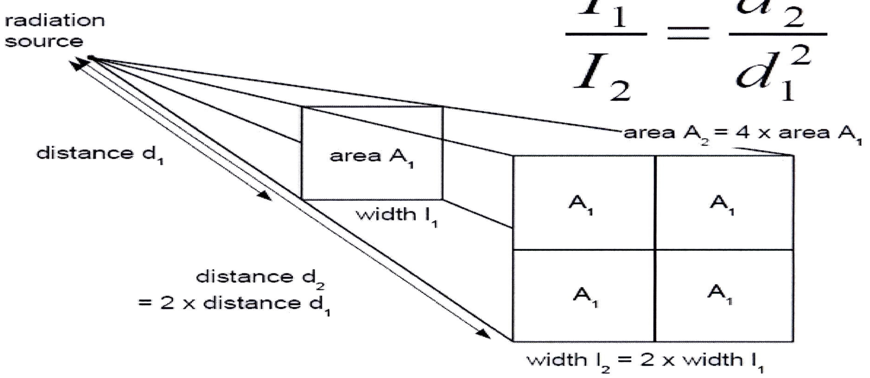
(۴۷- شکل)

۴۷)- شکل: دوړانګود ډوزقدرت د واټن د مربع سره معکو سا متناسب دی . د بېلګې په ډول که دراديو اکتيو سرچينې څخه په پينځوس سانتي متر واټن کې دډوز قدرت څلورسانتي ګرې وي نو په سل سانتي متر واټن کې يو سانتي ګرې ته کمښت مومي . دواټن په تابع سره ، دډوز کمښت دهندسي سطحې په توګه هم ښوول شوی دی(51) .

د ډوز سطحي حاصل ضرب (Dose area product) :

په ۴۷ شکل کي ښوول شو يده چي د سطحي او د انرژي ډوز حاصل ضرب (وهنپايله) ثابت پاتي کيږي . دا ځکه چي د واټن د اوږدېدلو سره سم د سطحي قيمت ډېرېږي او د هغې سره سم د ډوز قيمت کميږي . نو موړي فيزيکي کميت ته د ډوز سطحي حاصل ضرب (وهنپايله) وايي .

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$$



(۴۷الف شکل)

۴۷ الف شکل: دوړانگو د ډوز شدت Intensity = I د واټن د مربع سره معکو سا متناسب دی

د انرژي ډوز قدرت واحد :

دانرژي ډوز قدرت واحد يوگري پر ثانيه 1Gy/s او يا يوگري په دقيقه 1Gy/min دی .

* پوښتنه : په يوه روغتون کي د کوبالټ يو ي راديو تيراپي سرچيني اکتيويتي $3{,}7\cdot10^{15}$ Bq سره مساوی ده . د نوموړي سرچيني دوړانگو ډوز قدرت په پينځه متره واټن کي څومره قيمت لري؟

* حل : کله چي د ۱۸- جدول څخه د کوبا لټ سرچيني لپاره د گاما ثابت قيمت Γ راو اخلو نو د ډوز قدرت لپاره ليکلا ی شو چي:

$$\dot{D} = \frac{3.5\cdot10^{-13}\cdot3.7\cdot10^{15}}{5^2}\,\frac{Gy}{h} = 51.8\,\frac{Gy}{h}$$

* ځواب : د کوبالټ طبي د ستگاه قدرت لږ څه دوه پينځوس گري په ساعت کي دی .

دپام وړ : نن ورځ د سرطان ناروغيو د درملني په موخه د کوبالټ وړانگو څخه کار نه اخېستل کيږي . دا ځکه چي ديوي خوا يي انرژي لږ ده (1,2MeV) او بلخوا يي اکتيويتي د هر و پينځو کالو نو څخه نيمايي ته رالويږي . دکوبالټ پر ځای د خطي تعجيل کوونکي څخه کار اخېستل کيږي چي انرژي يې تر شلو ميگا الکترون ولټه پورې رسيږي .

☜ د پام وړ: دوړانګو نه د ځان ساتنې او دخطر داټکلوپه موخه د نومورې ګاما Γ پر ځای يوه بل ګاما ثابت ضريب ياني Γ_H څخه کار اخېستل کيږي چې واحديې ملي سيورت ضرب متر مربع تقسيم په ګيګا بېکارېل په ساعت $H \cdot m^2/GBq \cdot mSv$ سره اټکل شوی دی .

* پوښتنه : دکوبالټ يوې سرچينې د اکتيويتي قيمت يو مېګا بيکاريل 1MBq او دګاما قيمت يې مساوي ده له: $\Gamma_H = 0,35mSV/GBq\ .h$

په يوه متر واټن کې دنومورې سرچينې دانرژي قد رت څومره دی . ؟

$$\frac{dD}{dt} = \frac{\Gamma_H \times A}{r^2} = \frac{0,35mSv \times 0,001GBq}{1m^2 \times GBq \times h} = 0,35 \times 10^{-6}\,Sv = 0,35\mu Sv/h$$

ياني څه ناڅه صفرعشاريه دري مايکرو سيورت ډوز په يوه ساعت او په يوه متر واټن کې ديوميګا کوبالټ منبع څخه خپريږي . په همدې ډول سره د ايوډين راديو اکتيو منبع J-131 لپا ره چې دګاما قيمت يې دکوبالټ په پر تله څه ناڅه کم خو اکتيويتي يې سره يوشان دی انرژي ډوز $D = 0,06\ \mu Sv$ په يوه ساعت کې لا س ته راځي . خو که چېر ته دتايروئيد Thyrid ددرملنې په موخه يوه ناروغ ته يو ګيګا بېکارېل GBq راديواکتيو فارماکا ياني دوايې (درمل) ورکړو نو پخپله ناروغ ديوې راديو اکتيو منبع حيثيت پيدا کوي اودګاما راديو اکتيو وړانګې دځانه څخه خپروي . نو که فرضاً کوم طبي پرسونل نومورې ناروغ ته په يوه متر واټن کې ور نږدې شي نوبه هغه ته د پورتنۍ محاسبې په کړنلاره سره شپېته مايکروسيورت $60\ \mu Sv$ او که نيم متر ورنږدې شي نو به هغه ته دوه سوه څلويښت مايکرو سيورت $240\ \mu Sv$ په يوه ساعت کې انرژي ډوز ورسيږي . دا ځکه چې دانرژي ډوز د واټن مربع سره معکوساٍ متنا سب ده .

د وړانګو ډوزاو دواټن مربع قا نون (Distance square law) :

دوړانګو انرژي ډوز D دواټن r د مربع سره معکوساً متناسب ده . که چېر ته په ټاکلي واټن r_1 کې د وړانګو انرژي ډوز D_1 او په بل واټن r_2 کې دانرژي ډوز په D_2 سره وښيو ، نودواټن مربع قانون په لاندې ډول سره ليکلای شو:

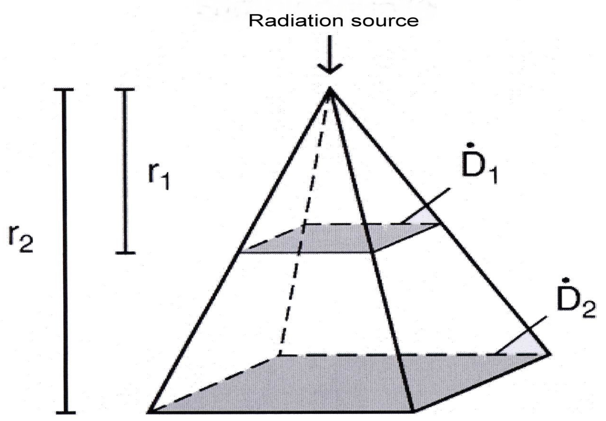
دانرژي ډوز D_1 په واټن r_1 تقسيم په انرژي ډوز D_2 په واټن r_2 مساوي ده له واټن r_2 په مربع تقسيم په واټن r_1 په مربع

$$D_1 = D_2 \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

$$r_1 = \sqrt{\frac{D_2}{D_1} \times r_2^2}$$

$$D_1 \times r_1^{\,2} = D_2 \times r_2^{\,2}$$

$$\mathbf{D_1/D_2 = (r_2)^2/(r_1)^2}$$



(۴۷ ب شکل)

۴۷ ب شکل : د وړانګو ډوزاو دواټن مربع قا نون کرښلاره ښوول شوې ده . دیوې رادیواکتیف سرچینې څخه وړانګې خپرېږي اودواټن په مربع سره کمښت مومي . خو دانرژۍ ډوز او سطحې حاصل ضرب ثابت پاتې کیږي .

* پوښتنه : د ګاما وړانګې یوې رادیواکتیو سرچینې ډوزقدرت په دوه متره واټن او یوه ساعت کې پینځه سوه ملي سیورت اندازه شوېدی . په کوم واټن کې ددغې سرچینې قدرت پینځه پینځوس ملي سیورت په ساعت کې کمښت مومي؟

* حل : که چېر ته دنومړې سرچینې دډوزقدرت په r_1 واټن کې په D_1 اوپه r_2 واټن کې په D_2 وښیو نولاندنۍ اړیکې دهغوی ترمنځ موجودې دي .

$$D_1 \times r_1^{\,2} = D_2 \times r_2^{\,2}$$

$D_1 = 500$ mSv/h ; $D_2 = 55$ mSv/h ; $r_1 = 2$ m نو د واټن r_2 لپاره لرو چې:

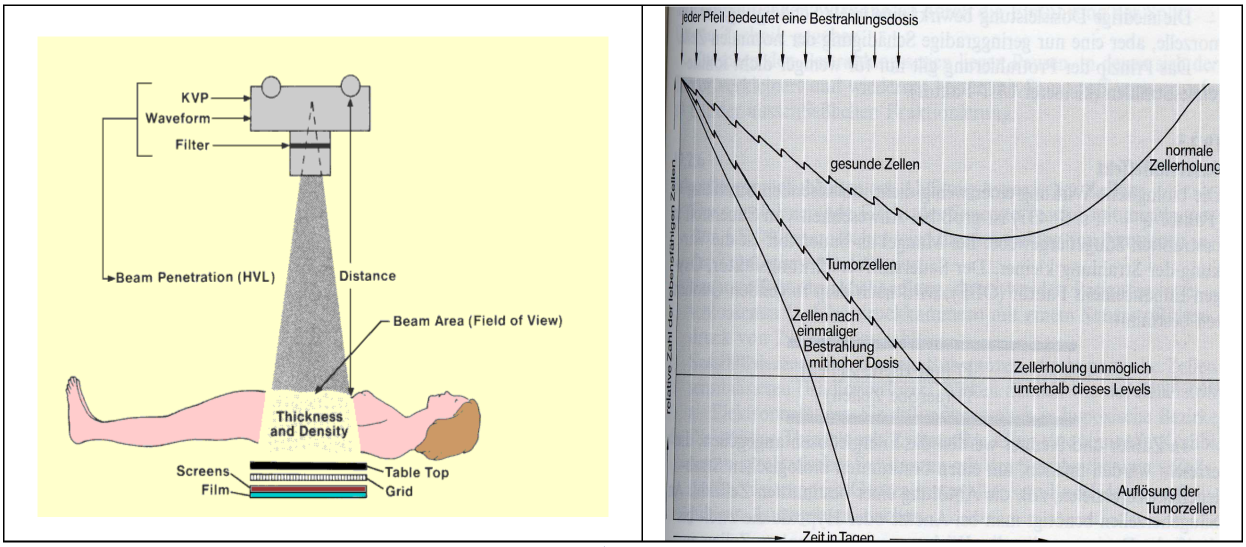
$$r_2 = \sqrt{\frac{500}{55}(4)} = 6{,}0\ m$$

* ځواب : دنومړې رادیواکتیو سرچینې قدرت په شپږمترواټن کې پینځه پینځوس ملي سیورت ته رالویږي .

* پوښتنه : دپوستکي سرطان یوه ناروغ ته ددرملنې په موخه ورځنی انرژۍ ډوزاندازه دډاکتر لخوا پینځوس ګرې 50 Gy ټاکل شوې ده . نومړی ډوزناروغ ته داسې ورکول کیږي چې په یوه ورځ کې دوه سوه سانتي ګرې 200 cGy قیمت ولري . دناروغ ددرملنې په موخه د یوې څلورسوه کیلو ولټه تېراپي آلې (400 KV) څخه کاراخېستل کیږي چې دانرژۍ ډوز قدرت یې په یومترواټن (Distance) او په یوه دقیقه کې یو ګرې 1 Gy/min قیمت لري . که چېر ته ناروغ دیومتر پر ځای په یونیم مترواټن کې داکس آلې څخه لیرې دمیزپرمخ پروت وي نو مالوم کړئ چې ؟

۱- څومره وخت په کار دی چې د پوستکي سرطان یوه ناروغ ته د درملنې په موخه دوه سوه سانتي ګرې په یو ه ورځ کې ورکړشي او د درملنې ټوله موده څوورځې پاینټ کوي ؟

۲- په یونیم متر واټن کې د اکسریزآلې د انرژي ډوز قدرت څومره کمښت مومي ؟



(۴۸-شکل)

۴۸- شکل : د اکسریزآلې په مرسته سره ناروغ ته د رونتګن وړانګې ورکول کیږي . نوموړې وړانګې د یوې سرچینې څخه چې د **kvp** په توري ښوول شو بده راوځي او بیا سم سیخ د ناروغ په بدن باندې لګیږي .

په افقي محورکې ناروغ ته په یوه ورځ او ټاکلې کچه وړانګې لکه دوه ګرې ، چې دیوه ویکتورپه څوکه کښل شوي او په عمودي محورکې دړناکولو څخه وروسته، د بدن ژوندیو پاتې شووحجروسلیزه برخه ښوول شوې ده . پاسنی منحني (کږ) داکسریزووړانګو څخه دنورمال حجروبیرته زر رغونه **recreation** ، منځنی منحني دوړانګوددرملنې په پایله کې دروغوحجروپه پرتله د تومورحجروډېر زر له منځه تلل ښوول شوي . لاندنی درییم منحني دتومورحجروکمښت راښئي، کله چې په یوه واراولږوورځو کې ددرملنې ټول انرژي ډوزناروغ ته ورکړ شي .

حل: ناروغ ته دوړانګوورکولوموده چې ددرملنې په موخه دوه سوه سانتي ګرې (دوه ګرې) په یوه ورځ کې ټاکل شوې دي، دلاندنی فرمول څخه تر لا سه کوو .

ناروغ ته داکسریزورکولووخت t مساوي ده ددرملنې ورځنی ډوزاندازه تقسیم دډوزپه قدرت

time = applied dose /dose rate

د وړانګو د ډوزاو دواټن مربع قانون په اساس لیکلای شو چې:

$$1Gy/min \times 1m^2 = D_{1,5m} \times (1,5\ m)^2$$

په یونیم متر کې دانرژي ډوز قدرت $D_{1,5m}$ مساوي دی له :

$$D_{1,5m} = 1Gy/min \times 1m^2 \times 0,444\ m^{-2} = 0,444\ Gy/min$$

څرنګه چې $200\ cGy = 2\ Gy$ دی، نو د وړانګو ورکولو وخت t لپاره لیکلای شو چې:

$$t = 2\ Gy \div 0,444 Gy/min = 4,5\ min$$

* **ځواب**: ځلورنيمې دقيقې په کاردي چې دوه ګرې په يوه ورځ کې نا روغ ته په يونيم متر واټن کې ورکړ شي . ځرنګه چې ناروغ ته په يوه ورځ کې دوه ګرې تاکل شوې دي، نو پينځه ويشت ورځې په کاردي ترڅو هغه ته ددرملنې په موخه بشپړپينځوس ګرې ورکړ شي .

معادل ډوز (Equivalent dose = H) :

معادل ډوزيو داسې فيزيکي کميت دی چې په نسجونو کې د هرډول ايونايز کوونکو وړانګو بيالوژيکي اغېزې په پام کې نيسي . دا ځکه چې تجربو جوته کړېده چې په بدن باندې دايونايزوونکو وړانګو ناوړه اغېز ې دنومړو وړانګو په ډول او هم انرژي پورې اړه لري او سره يوشان نه دي .

د بېلګې په ډول که په بدن کې دنيوترونو، پروتونو، الفا، بيتا او ګاما ايونايزوونکو وړانګو جذب شوې انرژي اندازه سره يوشان هم وټاکل شي، خودهغوی بيالوژيکي زيان کچه ديوه بل څخه توپير لري .ددې لپاره چې په نسجونو کې د هر ډول وړانګواو دهغې سره جوخت د انرژي زيان هم په نظر کې ونيول شي، نو يو بل فکتورته اړتيا پيدا شوه، چې د کواليتي فکتور يا دوړانګو دوزن فکتور يې بولي او په (Q_R = Quality Factor) سره ښوول کيږي . نومړی فکتور واحدنه لري اوداپه پام کې نيسي چې که يوه ناروغ ته د ګاما وړانګو پر ځای بل ډول وړانګې د بېلګې په ډول لکه الفا وړانګې ورکړشي نودمعادل ډوز په مرسته يې د خطرکچه اټکل کو لای شو . دمعادل ډوز تعريف په لاندې ډول سره دی .

معا دل ډوز (Human equivalent dose = H) په نسجونو کې د انرژي ډوز D_T اود کواليتي فکتور Q_R د حاصل ضرب (وهنپايلي) سره مساوي دی . په دې ځای کې R يوه علامه ده چې دوړانګو R = Radiation او T = Tissue لپاره ليکل شوی دی . نو دمعادل ډوز لپاره ليکلا شو چې:

$$H_T = Q_R \times D_T$$

دمعادل ډوز واحد :

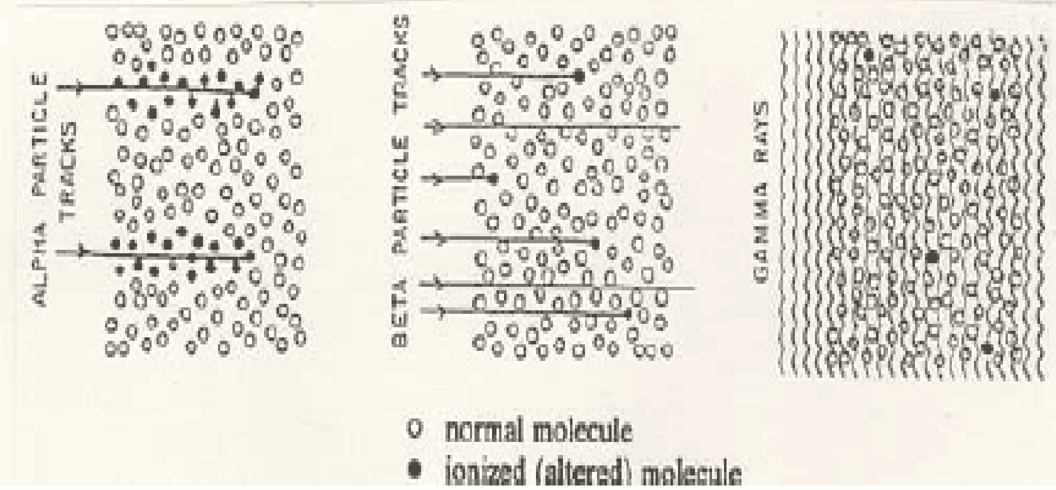
په داسې حال کې چې د انرژي ډوز واحدپه ګرې Gy سره ښوول کيږي خو دمعادل ډوز واحد سيورت (Sievert) په نامه سره ياديږي . د نومړي واحد ګته په دې کې ده چې دوړانګو پروړاندې دلويانواو کوچنيانو درڼا شوو غړو هراړخيز حسا سيت ديوې خوا او دهرډول وړانګو توپير لرونکي بيالوژيکي اغېزې دبلې خوا په پام کې نيسي . همدا سبب (لامل) دی چې په ټولو بيالوژيکي موادو او نسجونو کې د وړانګو جذب شوې انرژي د ګرې واحد Gy پر ځای د سيورت په واحد Sv = Sivert سره په کار اچول کيږي .
دمعا دل انرژي ډوز يوبل پخوانی واحدهم شته دی چې د ريم (rem) په نامه سره ياديږي او لنډيز يې په لاندې ډول سره دی : (Roentgen equivalent man = rem) اوسل ريم له يو ګرې سره مساوي دی (100 rem = 1Gy).

دپام وړ : که يوچاته داکسريزدوه سوه سانتي ګرې (200 cGy) انرژي ډوز ورسيږي، نوبيالوژيکي او کلينيکي اغيزه يې دنيوترون وړانګولس سانتي ګرې (10 cGy) انرژي ډوز سره يوشان ده .

دپام وړ: په يوه خطي تعجيل کوونکي (Linear accelerator) کې دانرژي ډوزقدرت په يوه دقيقه کې ديو ګرې نه ترپينځه ګرې پورې او په سايکلوترون (Cyclotron) کې ترپينځوس ګرې پورې رسيږي.

په ۴۹- شکل کی ښوول شو بده چي دالفا وړانګي په لړواتڼ ياني څو ميکرومترو (µm) کي خپله ټوله انرژي د لاسه ورکوي او له دې کبله يې بيالوژيکي زيان هم ډېر دی . په داسې حال کې چي دبيتا او ګاما وړانګې همدازيان په اوږد واټن کي تر سره کوي . دا په دې مانا چې هر څومره ډېر ايونونه دوړانګود اغيزې په اساس دواټن په واحدکي توليد شي په ورته اندازه يې ددې احتمال هم ډېر دی چې د سرطان او يا بله ناروغۍ منځته راشي . ايونايز وونکي وړانګې هغه وخت ناوړه اغيزې لري چې په رڼا شوي جسم کې يې انرژي جذب شي اوبيا ګڼ شمير ايونونه اوازاد راديکال منځته راشي .

په نسجونوکي دګاما وړانګو دپله کرښې **Gamma rays**	په نسجونوکي دبيتا ذرو د پله کرښې **Beta particle tracks**	په نسجونوکي دالفا ذرو د پله کرښې **Alpha particle tracks**



(۴۹- شکل)

۴۹- شکل راښيي چي دالفا(Alpha) دوه ذرې دڅو مايکرومترونو په واټن کي يا په بل عبارت دلږ څه لسوحجرود لګيدلوڅخه وروسته، خپله ټوله انرژي دلاسه ورکوي، اوګڼ شمېرايونونه توليدوي، چي د نوموړي شکل په کيڼ اړخ کې په تورو ټکو باندې ښوول شوي دي . دنوموړي شکل په منځنۍ برخه کې دبيتا (Beta) شپږو ذروڅخه يوازې څلورذرې دنسجونواتومونو سره غبرګون ښوولی او څلورايونونه يې توليد کړيدي . په ښي اړخ کې دګاما وړانګواغيزه ښوول شو بده چې يوازې دري ايونونه توليدوي . دا په دې مانا چي په نسجونوکې د الفا، بيتا او ګاما وړانګوبيالوژيکي او فيزيکي اغيزې ديوه بل سره توپير لري . دبېلګې په ډول دالفاوړانګو د ايونايزيشن او د زيان کچه دګاما اوبيتا وړانګودزيان په پرتله شل ځلې ډېره ده . داځکه چي ديوې خوا دالفا وړانګې دبيتا وړانګوپه پرتله دوه مثبت غبرګ بريښنايزچارجونه لري او بلخوا څه ناڅه دوه زره ځله درندې دي . نو له دې کبله په بس اندازه وخت لري چې د اتوم الکترونوسره غبرګون وکړي . په داسې حال کې چې دګاماوړانګې بريښنايزچارج نه لري اوله دې کبله ديوې مادې داتومونوسره دکولومب غبرګون هم نه کوي .

دپام وړ: دبيتا وړانګوانرژي شپيکترم متما دي شکل لري . دبيلګه په ډول دفوسفورP-32 لپاره دبيتاوړانګو اعظمي انرژي (1,72 MeV) قېمت لري . دخپريدلوواټن يې په هواکې څه ناڅه اته متره دی .

دوړانګو انرژي په واحد دمیګا الکترون ولټ	په یوه سانتي مترمکعب هواکې دجوړه ایونو شمېر	
	دالفا وړانګوپه واسطه	دبېټا وړانګوپه واسطه
1 MeV	60 000	**50**
10 MeV	16000	**45**

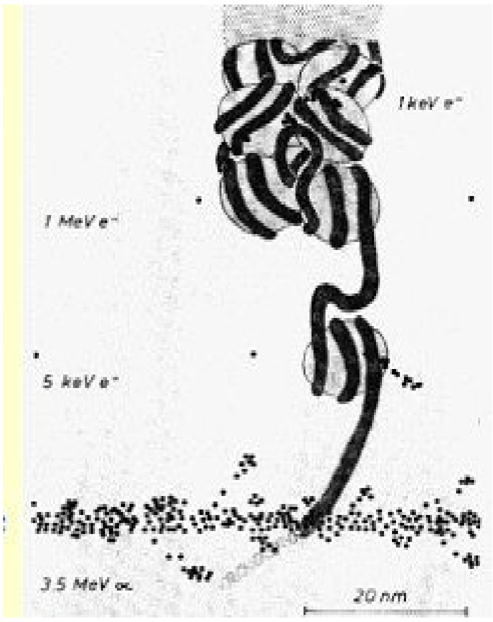
۱۹- جدول : دالفا او بېټا وړانګو په واسطه په یوه سانتي مترمکعب هواکې دپیداشووجوړه ایونو د شمېرکچه دیومیګاالکترون ولټ او لس میګاالکترون ولټ لپاره ښوول شو بده .

په ډي اين اي DNA کې دیو کیلو الترون ولټ 1KeV الکترونوبیالوژیکي اوفیزیکي اغیزي لکه موتیشن او ایونایزیشن دپام وړنه دي

په ډي اين اي DNA کې دیو میګا الکترون ولټ 1MeV الکترونواغېز ي لکه ایونایزیشن او موتیشن دپام وړدي خوبیرته جوړیدلای شي

په ډي اين اي DNA کې ددري نیم میګا الکترون ولټ 3,5 MeV الفا وړانګوناوړه اغېز ي لکه ایونایزیشن او موتیشن دومره ډیري دی چې د بیرته جوړیدلو امکانات یې ډیر کم دی او له دي کبله دنومورو وړانګودزیان خطر لکه دسرطان ناروغی احتمال هم ډیرلوړاټکل کیږي .

دایونایزیشن غبرګون د شکل په لاندي برخه کې په توروټکوښوول شو بده .



د ډي اين اي DNA غبرګ تاو شوي مالیکول بڼه ښوول شوی ده چې په توپیر لرونکووړانګو رڼاشوی دی .

(۵۰- شکل)

۵۰- شکل: دپا س نه ښکته خواته: په ډي اين اي DNA او نوکلیوزومو (Ncleosome) کې دیو کیلو الکترون ولټ، د یو مېګا الکترون ولټ الکترونو(1 MeV)، پینځه کیلو الکترون ولټ الکترونو (5 KeV) او د شکل په لاندي برخه کې د دري نیم مېګا الکترون ولټ الفا وړانګو (3,5MeV) غبرګون ښوول شوی دی . دالفا وړانګې دالکترونو په پرتله ګڼ شمېر چارج شوي ایونونه منځته راوړي چې په تورو ټکو سره ښوول شوي دي . په پورتني شکل کې دواټن واحدپه نانومترnm سره ښوول شوی دی . دبېلګې په ډول شل نانو متر 20 nm واټن په یوه سم سیخ لیکه سره کښل شوی دی .

دپام وړ: دنیوترون وړانګې په بدن کې دهایدروجن اتوم سره غبرګون کوي،داځکه چې کتله یې دپروتون سره څه ناڅه یوبرابرده . همدا لامل دی چې د نیوترون وړانګې ډي اين اي ته ډېرزیان رسوي .

په ۲۰- جدول کې دمختلفوو ړانګو او ذرو لکه د پروتونو، الکترونو، نيوترونو، فوتونو او الفا وړانګو د کواليټي فکټورقيمتونه ښوول شوي دي :

کواليټي فکټور Q_R	انرژي برخه	دوړانګو ډول
1	دټولي انرژي لپاره	فوتون اوبيټا وړانګې
1	دټولي انرژي لپاره	الکترون او ميون
10	دلسونه تر سلوکيلوالکترون ولټ	نيوترونه
20	دسلوکيلوڅخه تر دوه ميګا الکترون ولټ	نيوترونه
5	شل ميګا الکترون ولټ څخه پورته	نيوترونه
5	دوه ميګا الکترون ولټ څخه پورته	پروتونو نه
20	دټولي انرژي لپاره	دالفا ذره

۲۰- جدول : دنړيوال کميسيون (ICRP) دخپروني سره سم دهر ډول وړانګو او انرژي لپاره دکواليټي فکټورقيمتونه ښوول شوي دي .

دبېلګې په ډول کله چې ديوه ناروغ د سږي اکسريز عکس و اخېستل شي نو تجربوښوولې ده چې څه ناڅه پينځه دېرش ملي ګري 35 mGy وړانګې ورته رسيږي . د پا سني جدول له مخې نوموړې قيمت د پينځه دېرش ملي سيورت معادل ډوز 35 mSv سره سمون خوري . داځکه چې داکسريزکواليټي فکټوريودی . خو که چېر ته داکسريزپر ځای د الفا وړانګې په نوموړي کچه ياني 35 mSv ډوزتنفس شي نو په سږو کې د دنوموړوړانګومعادل ډوزقيمت د پينځه دېرش پر ځای اوه سوه ملي سيورت ياني صفر عشاريه اوه سيورت ته پورته ځي . داځکه چې د معادل ډوز قيمت دپاسني جدول سره سم دالفا وړانګو دکواليټي فکټوردیوه پر ځای شل قيمت لري . دالفاوړانګو معادل ډوز په لاندې ډول لاس ته راځي :

معادل ډوزدالفا وړانګو لپاره:	$H = Q_R \times D = 20 \times 35\ mSv = 700\ mS$
معادل ډوزداکسريزلپاره :	$H = Q_R \times D = 1 \times 35\ mSv = 35\ \ mS$

☑ دپورتنۍ شمېرنې څخه څرګندېږي چې دالفا وړانګو دزيان کچه داکسريز په پرتله شل ځله لوړه ده . داځکه چې دکواليټي فکټوريې د اکسريز په پرتله شل واره لوړ دی .

☑ دسلوکيلو الکترون ولټ انرژي نيوترونو دزيان کچه دفوتون او الکترونو په پرتله لس ځله ډيره ده .

☑ ددوه ميګا الکترون ولټ انرژي پروتونو دزيان کچه دفوتون او الکترون په پرتله پينځه ځله ډيره ده .

دپام وړ: دمعادل ډوزقدرت مساوي دی له معادل ډوز تقسيم په وخت او واحد يې سيورت په ساعت Sv/h دی .

ځرنګه چي دالفاوړانګو د خپريدلوفاصله (Range) د هغوی دانرژي سره سم دځو مايکرومترو µm 10^{-6} m څخه نه اوړي نو خپله ټوله انرژي د ځوحجرو په قطر (چمبر) کي له لاسه ورکوي . همدا لامل دی چي دسږي سرطان ناروغی د پيدا کېدلو يو وتلی اساسي لامل دالفا وړانګي ګڼل کيږي ،چي د طبيعي سرچينو څخه لکه د ځمکي لاندي کاني، ډبري اويا د رادون غازڅخه خپريږي . درادون راديو اکتيوغاز دکورونو په تکاويو کي راټوليږي او بيا د تنفس له لاري داوسيدونکو سږي ته ورننوځي .

په ۲۱- جدول کي ښوول شو بده چي دالفا وړانګومعادل ډوز د نورو وړانګو په پرتله څومره لوړقيمت لري . دبېلګي په ډول کله چي د بدن يوې برخې ته لس ګرې انرژي ډوز (10 Gy) ورکړ شي نو دغه کچه د څومره معادل انرژي ډوز سره سمون لري؟

په نسجونو کي دانرژي ډوز	په نسجونو کي معادل ډوز
د فوتون وړانګو لس ګرې	د فوتون وړانګو لس سيورت
د الکترونووړانګو لس ګرې	دالکترونو وړانګولس سيورت
دنيوترونووړانګو لس ګرې	دنيوترون وړانګوسل سيورت
دالفا وړانګو لس ګرې	دالفاوړانګو دوه سوه سيورت

۲۱- جدول: د پورتني جدول څخه دا پايله لاس ته راځي : که چېر ته د بدن يوه غړي ته دالفا وړانګي ورسيږي، چي انرژي ډوز يي لس ګرې وي نومعادل ډوز يي لږ څه دوه سوه سيورت يا په بل عبارت شل ځله دالکترون اوفوتون وړانګو په پرتله لوړ قيمت لري . داځکه چي معادل ډوز د وړانګو دبل يوه فيزيکي کميت ياني انرژي ډوزپه پرتله دفيزيکي غبرګون برسيره دوړانګو بيالوژيکي او کيمياوي زيان هم په پام کي نيسي .

☜ د پام وړ: د يو ګرې او دسيورت واحد ونو تر منځ لاندني اړيکي شته دی:

$$1Sv = Q_R \times 1\ Gy$$

سيورت = کواليتي فکتور ضرب يو ګرې

دغړي ډوز (Organ Dose):

دبدن ديوه غړي ډوز H_T هغه انرژي ده چي د بدن په يوه ټاکلي غړي کي جذب شوي وي او بيا ددغه غړي په کتله وو بشل شي . دا په دي مانا چي د يوه غړي ډوز H_T تر لاسه کولای شو، کله چي دوړانګوپه ورکولو سره دهم هغه غړي په نسجونو کي جذب شوي انرژي ډوز $D_{T,R}$ د غړي د کواليتي فکتور(Quality Factor = Q_R) سره ضرب کړو.

$$H_{T,R} = Q_R \times D_{T,R}$$

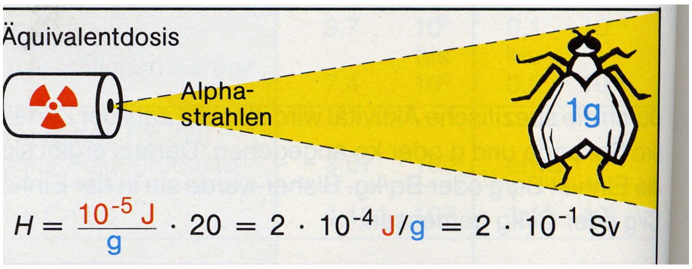
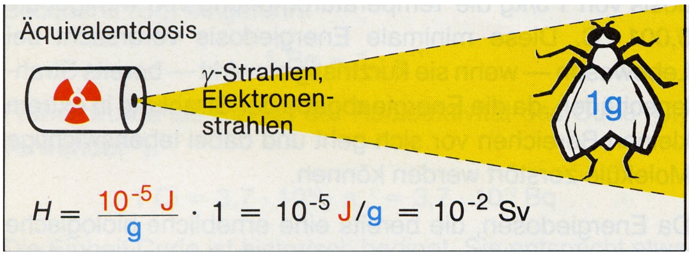
غړي ډوز = کواليتي فکتور ضرب انرژي ډوز

په پور تـنی معادله (انډولیزه) کي دوړانګو ډول په R= Radiation اودیوه غړي دنسجونو ډول په (Tissue = T) سره ښوول شوی دی .

که په چاپېريال کي داسې راډيو اکټيو مواد خواره واره شوي وي چې نه يوازې يوډول بلکې څو ډوله وړانګې د بېلګې په ډول الفا، بيټا ، ګاما اونيوترون وړانګې خپروي، نود نوموړو وړانګوهر اړخيزې فيزيکی او بيالوژيکي اغېزې دمعادل ډوزپه څير سره جمع کيږي . که چېر ته دوړانګوډول په اند يکس i او د نسجونو ډول په T وښيو، نو د توپير لرونکو وړانګو لپاره چې شمېر يې تر k پورې رسيږي، د ټولو وړانګو معادل ډوز H_T دلاس ته راوستلو لپاره لاندنی معادله(انډولیزه) ليکلای شو .

$$H_T = \sum_{i}^{k} Q_{i,T} \times D_{i,T}$$

په پورتنی انډولیزه کي $Q_{i,T}$ د يوې ټاکلې ډول وړانګې کواليټي ضريب او $D_{i,T}$ دډغې وړانګې جذب شوي انرژی په يوه غړي کې را ښئې چې په T سره ښوول شوی دی .

	دیوي راډیو اکټیو سرچينې څخه دالفاوړانګې خپريږي اومخامخ په يوه ژوندی ماده چې وزن يې يو ګرام دی لګيږي . څرنګه چې دالفا وړانګو لپاره د کواليټي فکټورشل دی نودنوموړي سرچينې جذ ب شوي انرژي په يوه ګرام کې لس مايکرو ژول او معادل ډوز دوه سوه ملی سيورت قيمت =200 mSv $(2\times10^{-1}$ Sv) لري .
	که چيرته دالفا وړانګو پر ځای دګاما وړانګې او يا الکترون وړانګې په يوه ګرام ماده کې جذب شي نو معادل ډوزيې يوازې لس ملی سيورت (10^{-2} Sv) 10 mSv قيمت لري .

۵۱- شکل : په يوه ژوندی ماده کې دالفا وړانګو ناوړه بيالوژيکی اغيزې دالکترون او ګاما وړانګو په پرتله شل ځله لوړ ا تکل کيږي (34) .

معادل ډوز = انرژي ډوزضرب کواليټي فکټور

اغېز من معادل ډوز (Effective Equivalent Dose):

دوړانګو دخطر احتمال په دې پورې هم اړه لري چې د بدن کومه برخه او کوم غړی ړنګا شو بده . تجربو ښوولې چې دبدن هر يوغړی د وړانګو پروړاندې په توپير سره حساسيت او غبرګون ښئي . ددې لپاره چې نوموړې بيالوژيکي اغېز ه مو هم په پام کې نيولې وي نودبدن هريوه غړي لپاره دوزن فکتور (Tissue weighting factor= ω_T) وټاکل شو .

بر سېره پردې داغېز من معادل ډوز په مرسته سره دوړانګو دخطرکچه دټول بدن او د بدن يوې برخې تر منځ هم پرتله کولای شو :

> **تعريف:**
> اغېز من معادل ډوز (H_{eff}) عبارت دی له: مجموعه دحاصل ضرب دټولو غړو معادل ډوز (H_T) او د هغوی دنسجونو د وزن فکتور (ω_T) .

داغېز من معادل ډوز H_{eff} معادله (انډوليزه) په لاندې ډول ده چې دلته د T توری يا انډکس دنسجونو (tissue) او R دوړانګو Radiation د ډول لپاره ليکل شوی دی .

$$H_{eff} = \sum_T \omega_T \times H_T = \sum_T \omega_T \sum_R \omega_R \times D_{T,R}$$

$D_{T,R}$ = د ټاکلي وړانګې (Radiation = R) او ټاکلي نسج (Tissue = T) لپاره دانرژۍ ډوزده جې واحدېې سيورت Sv ټاکل شوی .

$Q_R = \omega_R$ دوړانګو وزن فکتور (Radiation Weighting factor = ω_R) دی چې د ټاکلي وړانګې لپاره ځانګړی قيمت لري او د کواليټي فکتور سره يو شان دی (واحد نه لري)

ω_T = دټاکلي نسج لپاره دوزن فکتور

Σ = درياضي يوه علامه ده چې د جمعې فرمول لپاره په کارېږي

که فرض کړو چې دبدن هريوه غړي ته په متجانس ډول دطبيعي وړانګو په کچه ياني لږ څه دوه ملي سيورت (2,13 mSv) معادل ډوزورسېږي، نو دهريوه غړي اغېز من ډوز H_{eff} د نسجونو دوزن فکتور ω_T او دغړي ډوز د حاصل ضرب څخه ($H_{eff} = H_T \times \omega_T$) لا س ته راځي . په ٢٢ - جدول کې دغه شميرنه د هر يوه غړي لپاره تر سره شو بده . همدارنګه په نوموړي جدول کې دټول بدن لپاره د طبيعي وړانګو اغېز من ډوز هم محاسبه شوی دی . دبېلګې په ډول که څېر ته وغواړو چې د طبيعي وړانګو اغېز من ډوز تر نظر لاندې ونيسو ، چې بدن ته دتنفس، خوراک د پوستکي او نورو لارو لخوا په توپير سره ننوځي اوله دې کبله هر يوه غړي ته يو شان انرژۍ ډوزنه رسيږي نو د پورتني فرمول سره سم په پايله کې دطبيعي وړانګو کلنی اغېز من ډوزپه نړيواله کچه لږ څه دوه ملي سيورت (2,13 mSv) اټکل کيږي .

دنسجونودوزن فکتور ω_T یوعدد(شمیره) دی چي وا حد نه لري او دځینو غړو لپاره په ۲۲ جدول کې ښوول شوی دی .

دطبیعي وړانګو څخه ټول بدن ته کلنی اغېزمن ډوز څه ناڅه دوه ملي سیورت دی $H_T = 2{,}13\ mSv$ او لاندي فرمول په مرسته تر لاسه کیږي .

$$H_{eff} = \Sigma\, H_T \times \omega_T = 2{,}13\ mSv$$

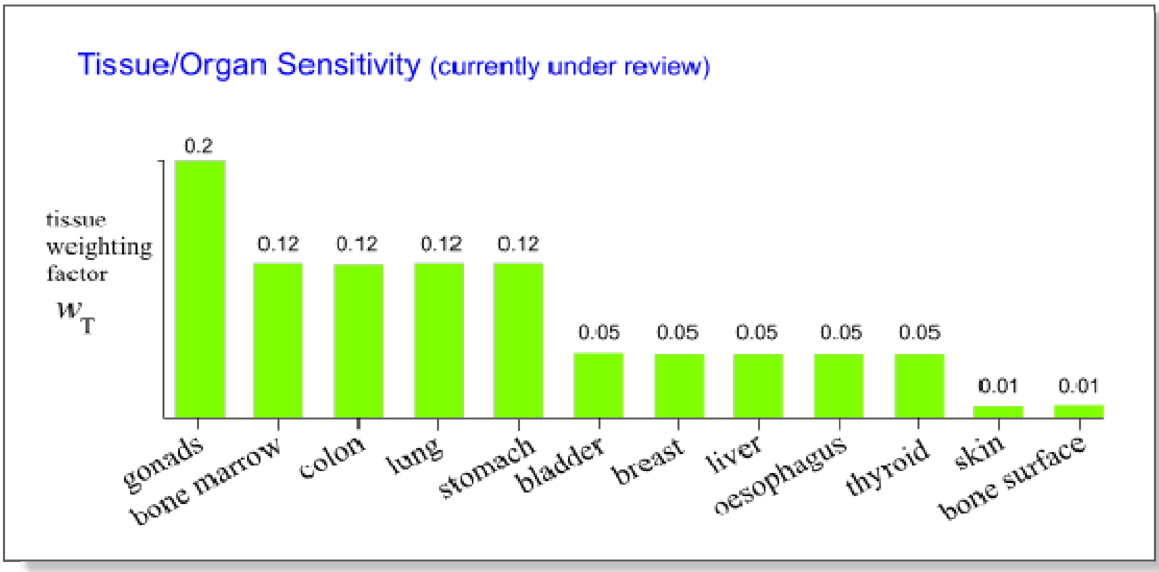
د غړي نوم		د نسجونو وزن ω_T فکتور	یوه غړي ته د طبیعي وړانګو اغېزمن ډوز $H_T \times \omega_T = 2{,}123 \times \omega_T$	
gonads	جنسي غدي	0,20	2,123	0,4
Bone marrow	د هډوکو ماغزه	0,12	2,123	0,25
colon	غټې کلمي	0,12	2,123	0,25
lung	سږي	0,12	2,123	0,25
stomach	معده	0,12	2,123	0,25
bladder	د مساني کڅوړه	0,05	2,123	0,1065
breast	سینه	0,05	2,123	0,1065
liver	ینه	0,05	2,123	0,1065
oesophagus	مرى	0,05	2,123	0,1065
thyroid	تایروئید	0,05	2,123	0,1065
skin	پوستکی	0,01	2,123	0,02
Bone surface	دهډوکو سطحه	0,01	2,123	0,02
Rest tissues	پاتي نسجونه	0,05	2,123	0,1065
☞ دټولو غړو مجموعي اغېزمن ډوز		$\Sigma\, \omega_T = 1$	$H_{eff} = \Sigma\, H_T \times \omega_T = 2{,}13\ mSv$	

۲۲- جدول: داغېز من معادل ډوز H_{eff} د لاس ته راوستلو لپاره دنسجونودوزن فکتور ونه ω_T ښوول شوي دي .
په نوموړي جدول کې دطبیعي وړانګو په کچه د بېلګې په ډول لکه 2,13 mSv وړانګولپاره دټول بدن اغېز من معادل انرژي ډوز محاسبه شوی دی .

د بېلګې په ډول که ټول بدن په یوګړي رڼا شي اووغاړوچي یوازې دسږي لپاره اغیزمن ډوزمعلوم کړونو پورتني جدول په کارولو سره دسږي لپاره د نسجونووزن فکتورمساوي له $(\omega_T = 0{,}12)$ سره دی . نو د سږي اغېز من ډوز دنسجونو دوزن فکتور اود یو ګري د حاصل ضرب (وهنپایلي) څخه تر لاسه کیږي او له دوولس ملي سیورت سره مساوي ده :

$$(H_{eff} = 0{,}12 \times 100\ cGy) = 1\,2\ mSv\ )$$

دپام وړ: اغېز من ډوزدوړانګوستوخاستیک اغېز ي په پام کې نیسي اوټول بدن لپاره دسرطان ناروغۍ دپیداکېدلو احتمال په راتلونکي وخت کې اټکل کوي .



(۵۳- شکل)

۵۳- شکل: په عمودي محور کې د نسجونو وزن فکتور(tissue weighting factor = ω_T) د بدن دغړو په تابع سره ښوول شوی دی . نوموړی فکتور د جنسي غدو لپاره تر ټولو لوړ قیمت لري(27) .

دنسجونودوزن فکتور (tissue weighting factor = ω_T) دبدن هرغړي په تړاو دوړانګود خطر احتمال کچه او حساسیت په پام کې نیسي . دنوموړي فکتورارزونه د هیروشیما او ناګازاکي داتوم بمونو وړانګوخخه ژوندي را پاتې شویو او د سرطان په ناروغۍ اخته کسانو داپیدیمولوژي شمېرنو په بنسټ ترلاسه شو بده . دغه وګړي بیا خو کاله وروسته دوړانګو دناوړه اغېزو له کبله مړه شول .

داغېز من معادل ډوز واحدیو سیورت تا کل شوی چې کوچنی واحد یې سانتي سیورت یاني دسیورت سلمه او یوملي سیورت د سیورت زرمه برخه ده. لاندنۍ بېلګې داغېز من معادل ډوز د لاس ته راوستلو په تړاو رڼا اچوي :

* **پوښتنه**: دچرنوبیل هستوي بټۍ په پېښه کې چې په ۱۹۸۶ م کال کې داوکراین Ukrine په هېواد کې دیوه کارپوه دناسمي کړنلارې په پایله کې منځته راغله دشاوخوا او سیدونکوخلکوبدن غړوته لکه سږي، تایروئید، هډوکو، او نس ته په خپل وارسره صفرعشاریه شپږ، یو عشاریه دوه، صفرعشاریه صفر نهه اویوعشاریه اته ګري فوتون وړانګې ورسیدلې . ددغو اوسیدونکو لپاره دوړانګو اغېز من انرژي ډوزقیمت به څومره وي؟

* **حل**: د ۲۲–جدول څخه د نسجونو دوزن فکتور په پام سره لرو چې :

$$H_{eff} = \Sigma H_T \times \omega_T$$

$$H_{eff} = 0{,}12\times0{,}6\ Sv + 0{,}05\times1{,}2\ Sv + 0{,}01\times0{,}09\ Sv + 0{,}12\times1{,}8\ Sv = 0{,}35\ Sv$$

* **ځواب** : صفر عشاریه پینځه دېرش سیورت یا نې (0,35 Sv)

* **پوښتنه** : یو مسلکي کارګر په یوه چاپېریال کې، چې په رادیواکتیو موادوککړشوی دی، په څېړنه بوخت دی . نوموړي دکارکولو په ترڅ کې یورادیواکتیو غاز تنفس کوي، چې اکتیویتي یې سږي، تایروئید اوټول بدن ته انتقال او هلته جذب کیږي . دیوه کال په موده کې دهغه ټول بدن ته لس ملي سیورت 10 mSv او سږو ته یې پینځوس ملي سیورټ50 mSv معادل ډوزرسیږي . په نوموړې موده کې دتایروئید لپاره دنړیوال کمیسیون دسپارښتنې لوړ لیمیټ په پام سره د معادل ډوز تر ټولو لوړه کچه محاسبه کړی؟

* **حل** : څرنګه چې دمسلکي کارګرو لپاره دوړانګو نه دځان ساتنې نړیوال کمیسیون لخوا ICRP داغېزمن ډوزقیمت دیوه کال او دټول بدن لپاره شل ملي سیورت ټاکل شوی دی نو لروچې:

دټول بدن معادل ډوز× وزن فکټور + دسږي معادل ډوز× وزن فکټور + دتایروئید معادل ډوز× دوزن فکټور مساوي دی له = شل ملي سیورت اغېز من ډوز

$$1.0 \times 10mSv + 0{,}12 \times 50mSv + 0{,}05 \times H_T(Thyroid) = 20mSv$$

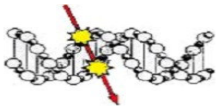
$$10\ mSv + 6\,mSv + 0{,}05\,H_T(Thyroid) = 20\ mSv$$

$$H_T(Thyroid) = \frac{20\ mSv - 16\ mSv}{0{,}05} = 80\ mSv$$

* **ځواب** : نوموړي کارګرته ددې اجازه شته، چې په همدغه کال کې تراتیا ملي سیورته (80 mSv) پورې اضافه معادل ډوزهم ورسیږي ېې له دې چې دنړیوال کمیسیون دټاکلي لیمیټ څخه یې قیمت واوړي .

دانرژي خطي انتقال (Linear Energy Transfer = LET):

کله چې سم سیخ ایونایز وونکي وړانګې لکه الکترونونه، پروتونونه، ایونونه او الفا وړانګې په یوه بیالوژیکي ماده ولګیږي، نویوه برخه یې ېې له دې چې د مادې سره کوم فیزیکي غبرګون وکړي، تېریږي او بله برخه یې ددغه جسم داتومونو اومالیکولوسره لګیږي او خپله انرژي ورته انتقال کوي . دنوموړو وړانګو بیالوژیکي اغېزه داده چې په حجروکی مالیکولونه ایونایز کوي اودهغوی کیمیاوي مرکبونو اړیکی بیخي دیو بل نه پرې کیږي . خوکله چې ناسم سیخ ایونایز وونکي وړانګې لکه د فوتون او اکسریزوړانګې په یوه بیا لوژیکي ماده ولګیږي، نو هغوی پخپله سم سیخ مالیکولونه، نه ایونایزکوي، بلکې دهغوی د فیزیکي غبرګون په پایله کې پیدا شوي ثانوي چارج شوي ذرې (secondary particle) د بیالوژیکي مالیکولونو دایونایز کولو سبب ګرځي . دهستوي ذرودانرژي خطي انتقال هغه شمیر ایونایزیشن ته ویل کیږي، چې دنسجونو څخه ددغو ذرود تېریدلو اودلارې په اوږدواو پرواحد دواټن کې منځته راځي . دچارج شوو هستوي ذرو د انرژي خطي انتقال، دتجربوپربنسټ ټاکل کیږي او دایونایزوونکووړانګوبیالوژیکي اغېزې په ژوندۍ او نه ژوندۍ ماده کې لکه الکترونیک سرکټونه پر تله کوي . په نیم هادي سرکټونو کې دنوموړي کمیت واحدپه $MeV \times cm^2/mg$ ښوول کیږي .

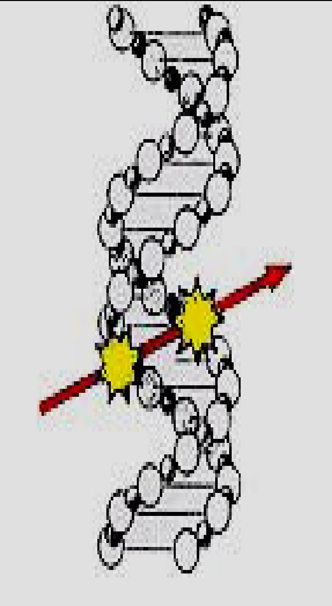


- د بېلګې په ډول د سوډيم کلورايد NaCl د انفکاک ياني دنومورې ماليکول د کيمياوي اړيکوپرې کېدلو او په ايونوتجزيه کېدلو (Dissociation) لپاره لکه Na^+ او Cl^- لړ څه ثلور الکترون ولته انرژي (4,2 eV) په کار ده .

- دانرژي خطي انتقال (LET) يو فيزيکي کميت دی چي چارج لرونکي هستوي ذري خپله حرکي انرژي د يوي بيالوژيکي مادي سره دغبرګون په ترڅ کي د لاسه ورکوي او په پايله کي داتومونود ايونايزيشن او تحريک سبب ګرځي . دانرژي خطي انتقال په نسجونو کي د خطي (کربنيز) وهل شوي لاري(ΔS) په اوږدوکي د چارج لرونکوبخړکومنځنۍ جذب شوي انرژي (ΔE) د حاصل تقسيم (وېش پايلي) سره مساوي ده .

$$\text{Linearer-Energie-Transfer:} \quad LET \left[\frac{keV}{\mu m}\right] = \frac{\Delta E}{\Delta s}$$

د نومورې فيزيکي کميت واحد په کيلو الکترون ولټ تقسيم په يوه مايکرومتر(KeV/µm) ټاکل شوی دی . په ۲۳ جدول کي د نومورې کميت قيمتونه د وړانګودانرژي اوچارج شوو ذرو لپاره ښوول شويدي . دبېلګې په ډول دالفا و ړانګو دانرژي خطي انتقال ترېټولونورو وړانګو لوړ قيمت لري او لږ څه سل کيلو الکترون ولټ په يوه مايکرو متروانتن کي اندازه شوی دی . په داسي حال کي چي د بېټا او ګاما وړانګولپاره يوازي دري سوه الکترون ولټه قيمت لري .

ورانګي	LET [KeV/µm]	
Co-γ دکوبالټ ګاما ورانګي	0,3	
2 MeV Protonen دوه ميګا الکترون ولټ پروتون	17	
3 MeV α دري ميګا الکترون ولټ الفا ورانګي	140	
100 MeV Carbon سل ميګا الکترون ولټه کاربون ايون	160	
330 MeV Argon دري سوه دېرش ميګا الکترون ولټه ارګون ايون	1300	

۲۳- جدول: دانرژی خطي انتقال (LET = Linear Energy Transfer) قيمتونه په واحد د کيلوالکترون ولټ تقسيم په مايکرو متر (KeV/µm) د ګاما، الفا اوځينو ايونولپاره ښوول شوي دي . په ښي اړخ کي دکروموزوموډي اين اي غبرګ تارښوول شوی چي ديوې هستوي ذري په لګيدلو سره پري کيږي . هغه وړانګي يا ذري چي دانرژی خطي انتقال شميره يي لوړقيمت ولري لکه الفا ذره، پروتون، ارګون ايون اونور، نومورې غبرګ تار پري کوي .

* **پوښتنه**: دچرنوبيل په هستوي پېښه کي چاپېريال په راديو اکتيوموادو ککړشو او دشاوخوا اوسيدونکو دايودين ايزوټوپ په تايروئيد کي جذب کړ . که ومنو چي د ايودين I-131 بېتا وړانګي د تايروئيد نسجونو سره غبرګون وکړي اوپه دي ترڅ کي يوالکترون ديوي حجري په کروموزوم کي چي قطر (چمبر) يي لږ څه يو مايکرومتر (1μm) دی، يوه برخه انرژي لکه پينځه سوه الکترون ولټ د لاسه ورکړي، نوپه يوه مکعب مايکرومتر ($1\mu m^3$) نسجونوکي به دانرژي ډوز D_μ کچه څومره وي؟

* **حل**: د ۲۳ جدول له مخي د الکترونولپاره د انرژي خطي انتقال LET مساوي دی له:

LET= ΔE/ΔS = 0,5keV/μm) څرنګه چي د نسجونو کثافت $\rho = 1\ g/cm^3$ يوګرام په يوه مکعب سانتي متر قيمت لري، نو په يوه مايکرومتروا ټن نسجونو کي جذب شوي انرژی D_μ په لاندي ډول لاس ته راځي .

$$D_\mu = \frac{\Delta E}{\rho \times V_\mu} = \frac{0{,}5\, keV/\mu m}{1g \times cm^{-3} \times (10^{-4}) \times (10^{-4}) \times (10^{-4}) \times cm^3} = 0{,}08 Gy$$

* **ځواب**: په يوه مايکرومترمکعب μm^3 نسجونوکي د ايودين يوي بېتا ذري ياني يوه الکترون لږڅه اتيا ملي ګري (80 mGy) انرژي جذب کيږی .

دنومورړي فرمول په اساس په ۲۴- جدول کي د پروتونو (P) ، الکترونو Electrons او الفا ذرو(α) لپاره د نسجونوپه يوه مايکرو متر حجم کي جذب شوي انرژي ښوول شو بده .

د هستوي ذرې نوم	په يوه مايکرو مترنسجونو کي جذب شوي انرژي ΔE/ΔS	په يوه مايکرومتر مکعب نسجونو کي جذب شوي انرژي ډوزکچه په واحد دګري Gy
الکترون (Electron)	0,1 – 10 keV/μm	0,02- 1,6 Gy
پروتون (Proton)	1- 100 keV/μm	0,2 – 16 Gy
الفا ذره (Alpha particle)	5 – 300 keV/μm	0,8 – 50 Gy

۲۴- جدول: په يوه مايکرومترمکعب(μm×μm×μm) نسجونوکي د الکترون، پروتون او الفا ذرو جذب شوي انرژي کچه په واحد ګري (Gy) ښوول شو بده . کثافت = کتله تقسيم په حجم ($\rho = dm/dV$) په نومورړي جدول کي ديوي حجري حجم په واحدمايکرومتر$(\mu m)^3$ په طاقت ددريبو اوکثافت يي يوګرام پرسانتي متر مکعب ټاکل شوی . ځيني ځېړني په ډاګه کوي چي (Radioimmuntherapy) راديو ايمون تېراپي په موخه، د الفا څپروونکو راديو ايزوټوپولکه Po^{213} ، د بيتا وړانګوڅپروونکو ايزوټوپو په پرتله لکه Y^{90} ګټوري نتيجي ورکړي دي . داځکه چي دالفا وړانګو LET دبيتا وړانګو په پرتله لوړ قيمت لري .

مخصوصه ایونایزیشن (Specific ionization):

نوموړی فیزیکی کمیت دمثبت او منفي ایونو(جوړه ایونو) هغه شمېر ته ویل کیږي چې دیو سانتي مترپه واټن کې دچارج لرونکو ذرولکه پروتون اونیوترون په واسطه په نسجونوکې تولید کیږي (ion pairs = i .p/cm) .

مخصوصه ایونایزیشن = دتولید شوو جوړه ایونو شمیر تقسیم په واحد دواټن

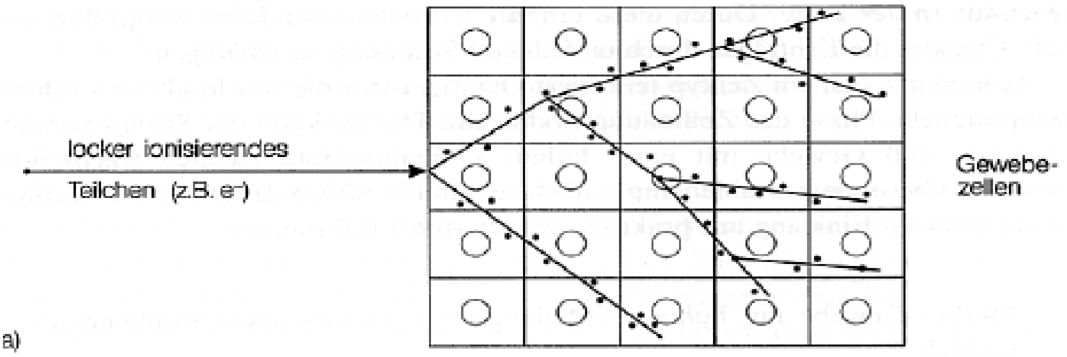
$$specific \quad ionization = \frac{dE/dx}{\omega}$$

په پورتنی معادله(انډولیزه) کې ω هغه انرژي ده چې د یوجوړه ایونو د تولید کولولپاره په کار ده . د بېلګې په ډول د هوا لپاره نوموړې انرژي لږ څه څلور دېرش الکترون ولټه (34 eV) ، د اکسیجن لپاره (13,6 eV) الکترون ولټه او دنایتروجن لپاره (14,5 eV) الکترون ولټه قیمت لري .

واحد: الکترون ولټ په سانتي متر (eV/cm) تقسیم په الکترون ولټ په جوړه ایونو (eV/i .p)

$$\left[\frac{eV \;/\; cm}{eV \;/\; i.p.}\right]$$

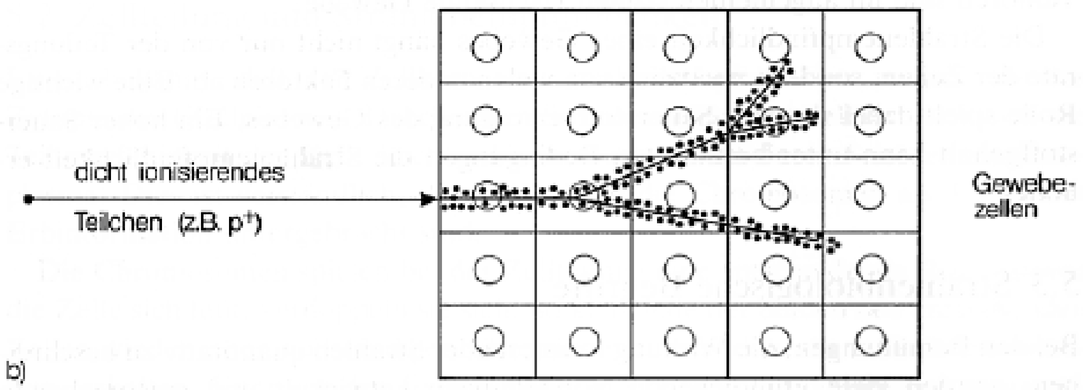
د بدن په نسجونو کې د سپکوذرو لکه الکترونو او درندوذرو لکه پروتونوپه واسطه د واټن په اوږد و کې پیدا شوو ایونوشمېره په خپل وار سره په ۵۵- شکل او ۵۲- شکل کې ښوول شو بده . دنوموړو شکلونو څخه په ډاګه کیږي ،چې د پروتونو مخصوصه ایونایزیشن د الکترونو په پرتله ،په لس ګونو ځله لوړ دی .



(۵۵-شکل)

۵۵- شکل: د نسجونوپه حجروکې (ګردي دایرې) دیوه الکترون (e^-) د غبرګون په پایله کې د پیدا شوو ایونو شمېر په تورو ټکو سره ښوول شوی دی .

دپام وړ : درندي ذرې لکه دالفاذره، نیوترونونه اوپروتونونه په ډېرلنډواټن کې اوسپکي ذرې لکه دګاماوړانګې،الکترونونه په اوږده واټن کې، داوبومالیکولونه ایونایزکوي . داوبویوه مالیکول دتجزیې لپاره څه ناڅه (12,6 eV) انرژي په کارده .



(۵۲- شکل)

۵۲- شکل : د نسجونو په حجروکي (ګردي دايرې) د يوپروتون (P^+) د غبرګون په پايله کې، د پيدا شوو ايونوګن شمېر، په تورو ټکو سره ښوول شوی دی .

دوړانګو بيالوژيکي خطر په هغومره کچه ډېر دی، څومره چې دوړانګو په وهل شوي لاره کې د پيداشوو ايونو شمېر په واحده سانتي متر کې لوړقيمت ولري . د وړانګو دانرژي سم سيخ انتقال، يو مهم فيزيکي کميت دی . دا ځکه چې په بيالوژيکي ماده کې دوړانګو دزيان کچه اټکل کوي .

دکتلې دروونکي قدرت (Mass stopping power = S):

دکتلې دروونکي قدرت S دچارج لرونکو ذروټوله هغه ضايع شوې انرژي ده (-dE/dx) چې په يو ګرام نسجونو او يو سانتي متر وهل شوې لاره کې يې دلا سه ورکوي .

$$S = \frac{-dE/dx}{\rho}$$

په پورتنۍ معادله (انډوليزه) کې ρ دنسجونو کثافت دی . دنومړې فيزيکي کميت ګټه په دې کې ده چې په يوه ګرام او يو سانتي متر پنډه ماده کې د چارج لرونکو ذروضايع شوې انرژي په ګوته کوي . کله چې لوړانرژي ذرې، د يوې مادې څخه تېرېږي، د بېلګې په ډول لکه يوپروتون چې انرژي يې لږ څه سل ميګاالکترون ولټه پر يو نوکليون قيمت ولري (100 MeV/nucleon) ، نودلارې په اوږدو کې خپله حرکي انرژي دبريک (Bremsstrahlung) وړانګو اودشيرينکووړانګو (Cherenkov radiation) په بڼه تر هغه مودې پورې له لاسه ورکوي ترڅو چې په ماده کې ودرېږي .

واحد: يو ميګا الکترون ولټ په ګرام په سانتي متر مربع [MeV/g/cm^2]

دالفا ذرې دانتشارفاصله (خپريدلو واټن) (Alpha particle range):

په يوه ماده کې دالفا وړانګود خپريدلو واټن ((Range = R_α هغه واټن دی چې نومړې وړانګې خپله ټوله انرژي له لاسه ورکړي اوهلته ځای پر ځای و درېږي . په هوا کې دالفا ذرو د خپريدلوواټن R_{air} او د نومړو ذرو د انرژی E_α ترمنځ لاندنۍ اړيکې شته دي (51) :

R_{air} [cm] = 0,56 E_α	کله چې دالفا انرژی دڅلورميګا الکترون ولټه څخه کوچنی وي	E_α< 4 MeV
R_{air} [cm] = 1,24 E_α - 2,62	کله چې دالفا انرژی د څلورميګا الکترون ولټه څخه کوچنی وي	4< E_α < 8 MeV

څرنګه چې د الفا ذرې کتله، د فوتون او الکترون په پرتله، ډېره غټه ده، نو په نسجونو کښې سم سيخ مخ پرورانديږي او دطی شوي لارې په اخيره برخه کې خپله ټوله انرژي د لاسه ورکوي . که چېرته دالفا ذرو د خپريدلو واټن په هوا کې مالوم وي، نو کولای شو چې په نسجونو کې دنوموړو ذرو دخپريدلو واټن (R_{tiss}) د لاندنی اړيکې له مخې تر لاسه کړو، چې د براګ کلېمن قانون (Bragg-Kleeman rule) په نامه سره ياديږي (51) .

$$R_{tiss} = R_{air}\frac{\rho_{air}}{\rho_{tiss}} \approx 1,293 \times 10^{-3} R_{air}$$

په پورتنۍ معادله (انډوليزه) کې دهوا کثافت ρ_{air} تر عادي فشار او تودوخې لاندې مساوي ده له:

(ρ_{air} = 1,293×10^{-3} g/cm^3) او د نسجونو کثافت يو ګرام په سانتي متر مکعب (1g/cm^3) منل شوی دی .

* **پوښتنه**: دخوارشوي يورانيوم ايزوټوپ څخه دالفا ذرې خپريږي چې حرکي انرژي يې څلور ميګا الکترون ولټ قيمت لري (E_α= 4 MeV) . په نسجونو او په هوا کې دالفا ذرود خپريدلو واټن څومره دی ؟

* **حل**: په هواکې د الفا ذرو د خپريدلو واټن R_{air} لپاره ليکلای شو چې:

$$R_{air}\,[cm] = 0,56\, E_\alpha = (0,56\ cm/MeV)\,(4\ MeV) = 2,24\ cm$$

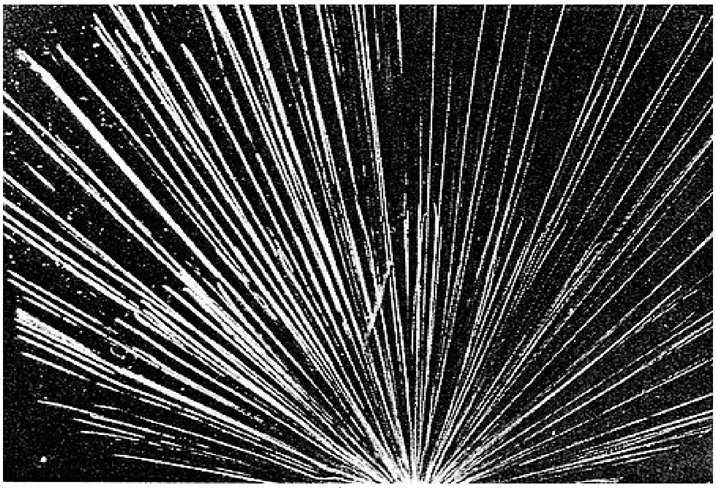
همدارنګه په نسجونوکې د الفا وړانګو د خپريدلو واټن لپاره ليکلای شو چې:

$$R_{tiss} = 1,293\times10^{-3}\ g/cm^3)\,(2,24\ cm) = 0,003\ cm = 30\ \mu m\ (microns)$$

دخوارشوي يورانيوم دالفا وړانګې چې انرژي يې څلور ميګا الکترون ولټ قيمت لري، لږ څه دېرش مايکرو متره په نسجونو کې ژور ننوځي . دغه نسجونه د خپل وزن په ترکيب کې په سل کې 73% اکسيجن، 4% نايتروجن، 12% کاربون او 10% هايدروجن لري .

دپام وړ: کله چې دالفايو ايون (He^{++}) خپله ټوله انرژي په نسجونوکې له لاسه ورکړي، نو دډريدلو په ترڅ کې دشاوخوا يو ازاد الکترون (e^-) ځان ته رانيسي او په پايله کې دهيليوم (He) په يوه خنثی اتوم اوړي .

$$He^{++} + 2e^- \Rightarrow He$$



(۵۷- شکل)

۵۷- شکل: د راديوم راديو اکتيف سرچينې څخه د الفا ذرې په هوا کې خپرېږي، چې طی شوي لاره يې په سپينو کرښو ښوول شو ېده . د بېلګې په ډول، د يورانيوم په کاني ډبرو کې چې د پيښبلبنډې (Pechblende) په نامه سره ياديږي، همدا لامل دی چې د شپې لخوا او يا په توره تياره کې، د شين رنګ په ډول ځليږی . دا ځکه چې د الفا وړانګې د هوا ماليکولونه ايونايزکوي او په پايله کې د رڼا وړانګې ورڅخه خپريږي ، چې په سترګو ليدل کېدا ی شي (52) .

نسبي بيالوژيکي اغېز منتيا (RBE = Ralative biological effectiveness) :

تجربو وښووله چې دوړانګو بيالوژيکي اغېز ې، د پا س يادښوي فيزيکي کميت يانې دانرژي سم سيخ انتقال په کارولو سره، بشپړ نه تر لاسه کيږي، بلکې يو بل بيالوژيکي او فيزيکي کميت ته اړتيا ليدل کيږي، چې د نسبي (پرتليز) بيالوژيکي اغېز منتيا (RBE) کميت نوم ور کړشو . دا ځکه چې دوړانګو بيالوژيکي اغېز ې ديولړګڼ شمېر راديو بيو لوژيکي ارقامو(Data) لکه دنسجونو په ډول، دوړانګوپه قدرت، د وړانګو په انرژي، دنسجونو په فيزيولوژيکي حالت، بيالوژيکي نوښت، په نسجونو کې دوړانګو دخپريدلو په موده اود نسجونو په شاوخواکې دجذب شوې انرژي د خپريدلو په کړنلاره پورې اړه لري . دبېلګې په ډول که څه هم د توپير لرونکو وړانګو انرژي اندازه په يوه جسم کې سره يو شان وي، خوبيا هم د وړانګو بيالوژيکي اغېز ې د انرژي په تا بع سره توپير لري .

ديادشوي موخې لپاره نسبي (پرتليز) بيالوژيکي اغېز منتوب يو بل کميت تعريف شو، ترڅودهر ډول وړانګودبيالوژيکي اغېز و تر منځ پرتله کول وکولای شو . په دې اړوند د اکسريز دوه سوه پينځوس کيلوالکترون(250 keV) ولټاو يا د کوبالټ شپيته (Co-60) راديو اکتيو عنصرګاما وړانګې، دمقايسې په موخه د ستاندارد وړانګوپه ډول ټاکل شوېدي . د بېلګې په ډول که چېرته موږ اکسريزد ستانډارد د وړانګو په صفت ومنو، او دوه سوه سانتي ګرې په هم هغه کچه بيالوژيکي اغيزه رامنځته کړي لکه چې شل سانتي ګرې نيوترون يې رامنځته کوي، نو نسبي (پرتليز) بيالوژيکي اغېز منتيا مساوي ده له: 10 = 200/20

$$RBE = \frac{\text{Cobalt-60 Energy dose (Gy)} \quad \text{کوبالټ شپيته انرژي ډوز}}{\text{unknown Energy dose (Gy)} \quad \text{نامالومه انرژي ډوز}}$$

نسبي (پرتليز) بيالوژيکي اغېز منتيا RBE = دکوبا لټ شپيته (Co-60) وړانګو انرژي ډوز اندازه په واحد دګرې (Gy) تقسيم په څېړونکو وړانګو انرژي ډوزپه واحد د ګرې (Gy)

نسبي (پرتليز) بيالوژيکي اغېز منتيا په نسجونوکي دکوبا لټ شپيته راديواکتيو عنصر د مقايسه کوونکو وړانګو يا د ستاندارد (Standard) وړانګو اودڅېړونکو وړانګوانرژي اندازې د حاصل تقسيم (وېش پايلې) سره مساوي دی، چي په هم هغه کچه بيالوژيکي اغېز ي منځته راوړي، لکه چي د کوبالت شپيته مقايسوي وړانګې يې را منځته کوي .

دنسبي (پرتليز) بيالوژيکي اغېز منتيا په مرسته سره ،دتوپيرلرونکووړانګونا څرګنده انرژي ډوز پيدا کولای شو، چي په هم هغه کچه بيالوژيکی ناوړه اغېز ي منځته راوړي، لکه چي دکوبالټ سرچينې يو ګرې Gy انرژي ډوز يې را منځته کوي . دبېلګې په ډول دنوموړي کميت په مرسته سره د څېړونکو وړانګو هغه کچه انرژي ډوز وړاند وينه کولای شو، چي پينځوس په سل کي وګړي د مړينې سره مخامخ کوي او د وړانګو دغه اندازه په (LD_{50}=Letal Dose) سره ښوول کيږي :

Organs دبدن غړي	Equivalent dose ضرب معادل ډوز	×	Weighting factor دوزن فکتو	= effictive Dose = اغيزمن ډو ز
Gonads جنسي غده	50 mSv	×	0,25	= 12,5 mSv
Mamma تی یا ماما	50 mSv	×	0,15	= 7,5 mSv
red bone marrow دهډوکو سره ماغزه	50 mSv	×	0,12	= 6 mSv
Lung سږی	50 mSv	×	0,12	= 6 mSv
Thyroide تايرايد	50 mSv	×	0,03	= 1,5 mSv
Bone surface دهډوکو مخ سطحه	50 mSv	×	0,03	= 1,5 mSv
other five organs دبدن پاتې پينځه غړي	50 mSv	×	0,06 × 5	= 15 mSv **= 50 mSv**

الف جدول: په پورتني جدول کي د بدن هر يوه غړي لپاره د اغيزمن ډوزبرخه محاسبه شوېده، کله چي په يوه وارسره ټول بدن، په پينځوس ملي سيورت 50 mSv وړانګې رانا شي .

☜ دپام وړ: د بدن په حجرو کې دایونایز کونکو وړانګو ناوړه اغېزې هغه وخت پوره اټکل کولای شو چې دنوموړو وړانګو لاندني فیزیکي او بیالوژیکي خواصو او پارامترو parameters په اړه پوره مالومات په لاس کې ولرو:

- ☑ دوړانګو جذب شوي انرژي په واحد ګرې.
- ☑ دوړانګو ډول چې په نسجونو کې تو پیر لرونکې اغېزې لري او واحد یې سیورت دی.
- ☑ د وړانګو په مقابل (پروړاندې) کې دبدن دهر یوه غړي توپیر لرونکی حساسیت چې داغېز من ډوز په مرسته سره په نظر کې نیول کیږي او له دې کبله دوړانګو د رښتوني خطر په اټکلو کې دیوه مهم فیزیکي کمیت په توګه ورڅخه کار اخېستل کیږي .

دپام وړ: دنیوترون وړانګو څخه دځان ساتنې په موخه داوبواویا واکس (Wax) اویا کانکریت څخه کار اخېستل کیږي . دنیوترونو دثبوت کولو لپاره دلاندني هستوي تعامل څخه کار اخېستل کیږي . کله چې یونیوترون دبورون (B^{10} = Boron) په هسته ولګیږي نودلیتیم (Li^7) اودالفایوه ذره اوازاده انرژي منځته راځي . دنوموړي هستوي تعامل څخه دنیوترون دپیژندلو په موخه، په دیدیکتورونو کې کار اخېستل کیږي .

$$B^{10} + neutron \Rightarrow Li^{7} + energy$$

پوښتنې (Questions): (ځوابونه یې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي):

۷-۱ دوړانګو هغه ډوزچې په فیزیکي کړنلاره داندازې ورړدی، څه نومیږي او واحد یې څه دی؟

۷-۲ یو ګرې ،څومره کچه وړانګې دي؟

۷-۳ یومسلکي کارپوه ته دیوې بهرنۍ رادیواکتیو سرچینې څخه یو ملي ګرې 1mGy الفا وړانګې، بیتاوړانګې اوګاماوړانګې رسیدلې دي . دنوموړووړانګوټول معادل ډوزدهغه بدن ته څومره دی؟

۷-۴ داحمدوزن یوسلودوولس کیلوګرام اودمحمودوزن شپږپینځوس کیلوګرام دی . دواړوته دیوې سرچینې څخه پینځه ملي ګرې 5mGy وړانګې رسیږي . دهغوی دواړومعادل ډوزسره یوبرابر دی؟

۷-۵ یومسلکي کارګر ته چې وزن یې سل کیلوګرام دی، لس ژول انرژي ورسیده . دوړانګوانرژي ډوزیې څومره ده؟

۷-۶ یوچا ته لس ګرې بیتا وړانګې اولس ګرې الفا وړانګې رسیدلې دي . ددواړوډولونووړانګومعادل ډوز سره یوشان ده؟

* * *

دريېمه برخه

اتم ښېرکی

د بدن په حجروباندې د ايونايزوونکو وړانګو فيزيکي، کيمياوي او بيالوژيکي اغېزې

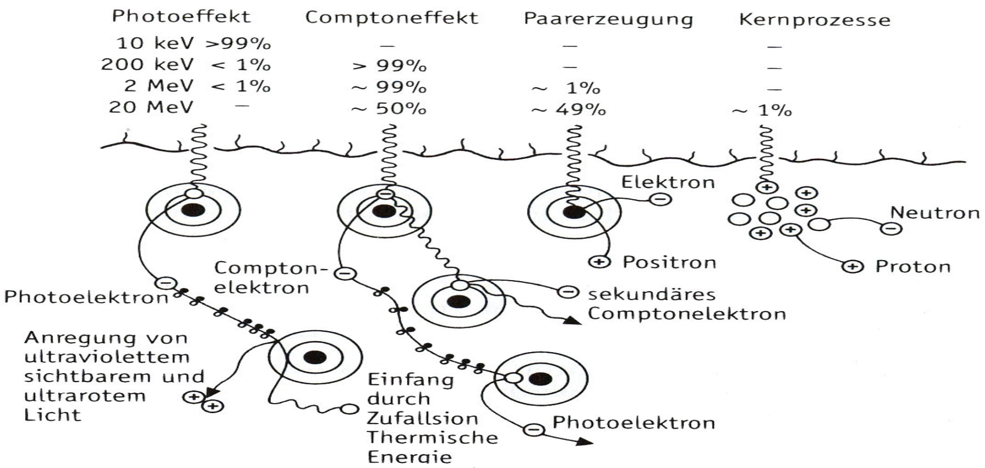
(Physical, biological and chemical effects of ionizing radiation on body cells)

لومړی : فيزيکي اغېزې (Physical effects) :

دانسانانوعصبي حجرې نشي کولای، چې د ايونايز وونکو وړانګوناوړه اوخطر لرونکې اغېزې حس کړي، بلکې يوازې دتخنيکي آلو ، فيزيکي، کيمياوي اوپه تېره بيا د بيالوژيکي کړنلارو او تګلارو په مرسته سره دوړانګوشتون څرګند کېدای شي . دوړانګو اندازه کول هغه وخت امکان لري، چې دوړانګو اغېزې په بد ن کې پاتې شي او موږ بيا ددې اغېزو له مخې دوړانګو انرژي ډوزتر لاسه کړو اوپه پايله کې بيا په روغتيا باندې دهغوی د زيان کچې اټکل وکړو .

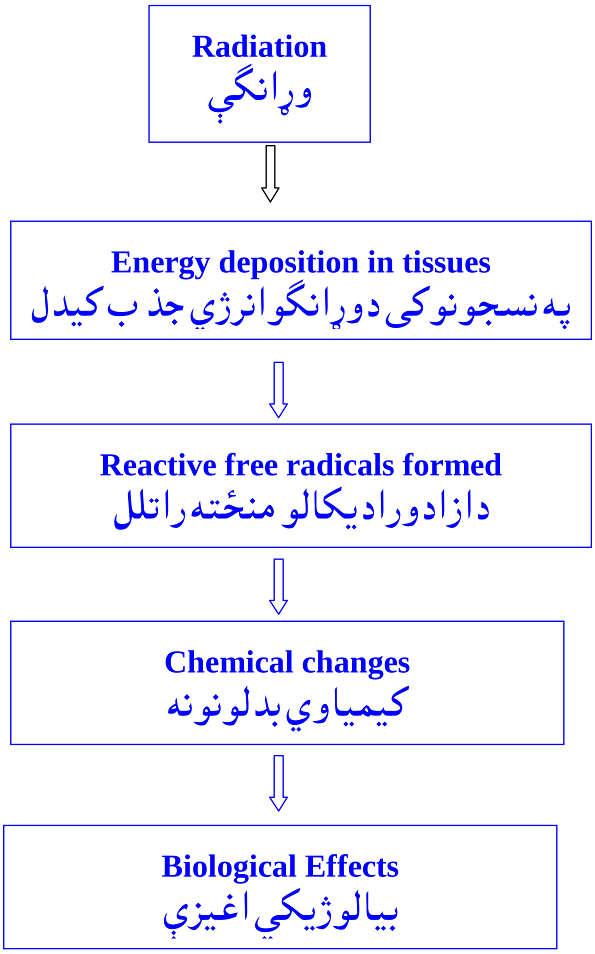
کله چې ايونايز وونکې وړانګې پر يوه بيالوژيکي ژوندی ماده ولګېږي، نولکه د يوې نه ژوندی مادې په څېرپه لومړي پړاو کې يوه فيزيکي پر وسه پيل کيږي . يانې د ژوندی مادې د ماليکولونو او اتومونوسره هر اړخيز غبرګون کوي . په پايله کې د ژوندی مادې ماليکولونه او اتومونه الکترونه له لاسه ورکوي اود ايونايزيشن او هيجان کولوپروسې تر سره کيږي .

په ۵۸- شکل کې د يوې مادې د اتومونو سره د ايونايزوونکو وړانګوهر اړخيزغبرګونونه لکه کمپټون اغيزه compton effect، فوتو اغيزه photo effect، دجوړه ذروپيدايښت pair production اوهستوي تعاملونه ښوول شوي دي . نومورې اغېزې درېوا شوو وړانګو دانرژۍ تابع دي . د بېلګې په ډول که دفوټون وړانګوانرژي لس کيلو الکترون ولټ (10 keV) ومنو، نو دفوتواغيزه نهه نوي په سل(99%) اوکه شل ميګا الکترونولټ(20 keV) ومنو، نويو پر سل (1%) هستوي تعاملونه منځته راځي .



(۵۸- شکل)

۵۸- شکل : په ماده کې دفوتون وړانګودانرژي انتقال هراړخيزې فيزيکي کړنلارې ښوول شوې دي . په دې شکل کې مثبت چارج دجمعي او منفي چارج دمنفي په علامه سره ښوول شوی دی . د کېڼ خوانشې خواته (فوتواغېزه، کمپتون اغېزه، د جوړه ذرو پيدا ايښت،دهستې چاودنه) (7)



(۸۵- الف شکل)

۸۵- الف شکل : په يوه بيالوژيکي ماده کې دوړانګوفيزيکي، کيمياوي اوبيالوژيکي غبرګون ښوول شوي دی .

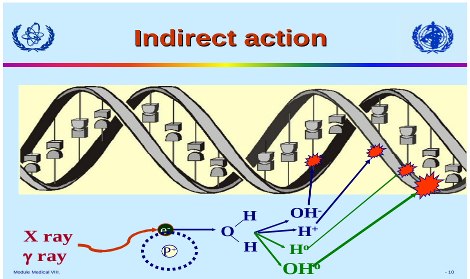
دويم: دوړانګو کيمياوي او بيالوژيکي اغېزې :

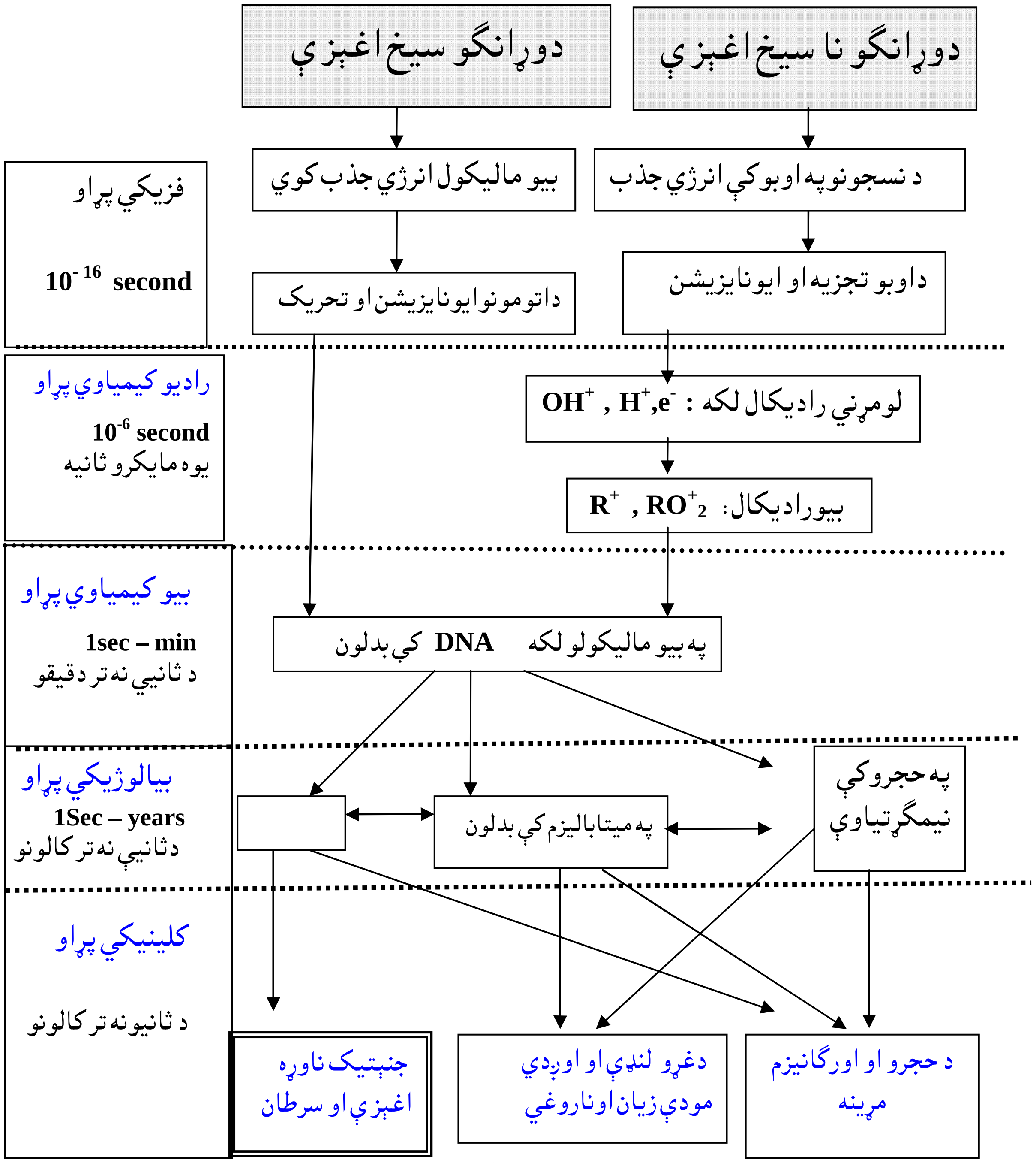
کله چې الکترومقناطيسي وړانګې دحجرې ماليکولوسره فيزيکي غبرګون تر سره کړې نود يوې ثانيې زرمې برخې څخه په کمه موده کې (10^{-18} – 10^{-3} seconds) فيزيکي ، کيميا وي او بيالوژيکي تعاملونه پيل کيږي چې په پايله کې دفوتون انرژي په نسجونو کې جذب کيږي او دبيو ماليکولونو اړيکي پرې کيږي . دبېلګې په ډول لکه زهرجن او مغلق کمپلکس کيميا وي مرکبونه(R^+;$Ro^+{}_2$) ، داوبوتجزيه (Radiolyse) ، ازاد ډېر فعال راديکال (Free active radicals)، مثبت او منفي چارج شوي ايونونه منځته را ځي(OH^+) . برسيره پر دي ،دنسجونوپه الکترولايت (Electrolyt) کې د تيزابې، الکالي او خنثی ليول ($pH = - \log[H^+]$) کچه دنورمال حالت څخه بدليږي . توليد شوي ايونونه په خپل وار سره دحجرواودچاپېريال ماليکولوسره داسې ډول کيمياوي تعامل کوي، چې په پايله کې د هغوی د پروتوينو(Protoeins) اړيکود پرې کولو لامل ګرځي . د بېلګې په ډول د يو الکترون ولټ څخه تر پينځه ديرش الکترون ولټه پورې انرژي (1eV-35eV) په کارده ترڅود يوه بيوماليکول د ايونايزيشن کړنلاره منځته راشي .

دپام وړ: (تيزابي pH<7 ، خنثی pH=7 ، الکالي pH>7)

داوبوراديولا يزيا دتجزې کړنلاره (Radiolyse):

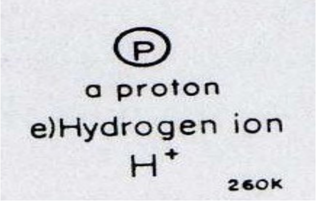
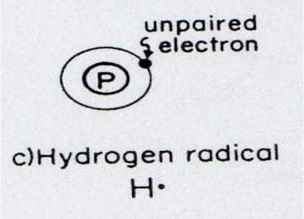
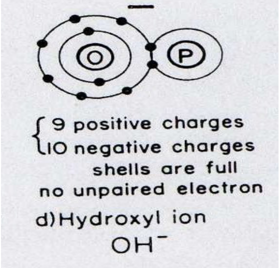
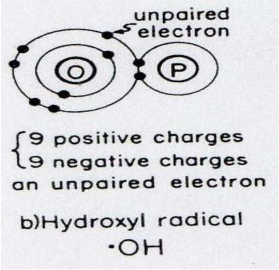
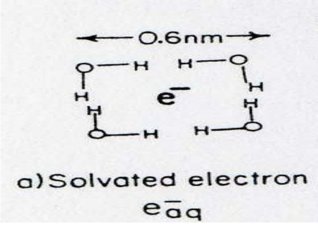
کله چې ايونايز وونکې وړانګې د حجرې په سيتوپلازما **(Cytoplasma)** ولګيږي اوهلته داوبو يوه ماليکول لکه H_2O سره غبرګون وکړي، نودېولړفيزيکي اوکيمياوي تعاملاتو په پايله کې داوبو دغه ماليکول کيمياوي اړيکي پرې کيږي اوپه کوچنيو برخو تجزيه کيږي . په دې ترڅ کې ازاد الکترونه لکه اوبه زن الکترون **(e^-_{aq} = Aqueous)** ، پروتونه **H^+**, اوځينې نور مثبت او منفي چارج شوي کمپلکس بيوماليکولونه لکه داوبو يوايونايز شوی مثبت ماليکول (H_2O^+) ، هايدروجن پر اکسايد (Hydrogen peroxide =H_2O_2) د ازاد هايد روکسيل راديکال **(OH^*)** ګروپ چې ديوه هايدروجن او يواکسيجن اتوم څخه جوړدی او دهايدروجن راديکال **(H^*)** منځ ته راځي . نوموړي راديکال چې ځينې يې د ازاد راديکال يانې (يعنې) خپلواک راديکال (**free radical**) په نامه سره هم ياديږي، د سيمبول دپاسه د يوه ستوري په علامه سره (*) په نښه کوو . ټول ازاد راديکال په لوړه کچه کيميا وي فعاليت لري ا ځکه چې په بهرني مدار کې طاق **(odd)** شمېر الکترونه لري او له دې کبله، د شاوخواعضوي بيوماليکولوسره يوالکترون شريک کوي اوپه اخيرکې کيمياوي اړيکي منځته راځي . په پايله کې همدغه عضوي مرکب (ګډ) د ترون يو الکترون له لاسه ورکوي او سمدلاسه تجزيه کيږي . په دې ډول خپل بيالوژيکي اغېز منتوب او اهميت بايلي . په **۲۵**–جدول کې نوموړي راديکال په مفصل ډول سره تشريح شوي دي .

	داسې اټکل کيږی چې په يوه ډي اين اې ماليکول کې (DNA) د اوبو لږ څه دولس مليونه ماليکولونه شتون ولري ،نوکله چې لوړ انرژي وړانګې (>34 eV) ديوې حجرې څخه وزيښنل شي ،نوداوبوماليکولوترمنځ کيمياوي اړيکې شليږي او په پايله کې هايدروجن پراکسايد H_2O_2 منځ ته راځي . (ازادراديکال = OH^o)
$3(H_2O)$ + energy ⇨ $3\ H^o + 3OH^o$ ⇨ $(H_2O_2) + 2\ H_20$	



(۵۹- شکل)

۵۹- شکل : په بدن کې دالکترومقنا طیسي وړانګو فیزیکي ، بیوکیمیاوي او بیالوژیکي هراړخیزې اغېزې ښوول ښوې دي . دپام وړخودا ده ،چې دوړانګو کلینیکي اغیزې د ثانیو څخه ترکالونو پورې وخت نیسي او له دې کبله دطبیعي نورو نا وړه اغیزوسره دهغوی توپیر ثبوت کول ډیرسخت تماميږي .

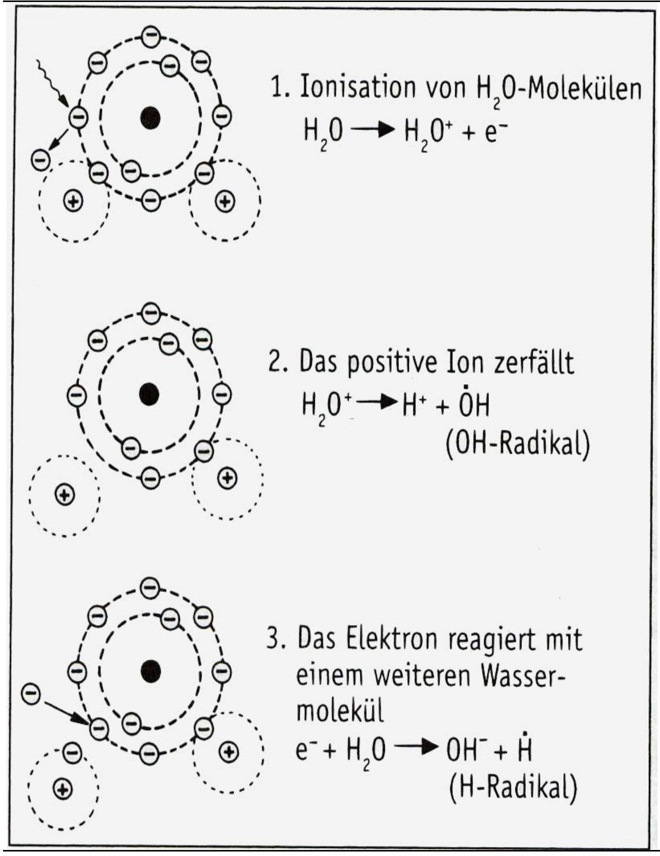
	د هايدروجن اتوم مثت ايون يا ني يو پروتون.
	د هايدروجن اتوم يوراديکال چې په باندني مدارکې يو ناجفت الکترون لري.
	دهايدروکسيل منفي ايون چې مدارونه يې په نهو مثبت چارجونو او لسو منفي چارجونوباندې ډک شوي دي او له دي کبله يو ناجفت الکترون نه لري .
	دهايدروکسيل راديکال چې په مدارونو کې نهه مثبت چارجونه او نهه منفي چارجونه لري او په باندني مدارکې يو ناجفت الکترون لري.
	داوبو سره دوړانگودغبرگون په ترځ کې لومړی يوازاد الکترون منځته راځي چې بيا ډېر زرد اوبو څلورماليکولو څخه احاطه(ايسار) کيږي او له دې کبله ورته اوبه زن الکترون (Solvated) هم ويل کيږي .

۲۵- جدول: کله چې وړانگې داوبو سره غبرگون وکړي نو په پايله کې ازاد راديکال، مثبت او منفي چارج شوي ماليکولونه منځته راځي چې په پورتنيو شکلونو کې ښوول شوي دي (15) .

په ۲۰– شکل کې داوبوسره دوړانگو دغبرگون او تجزيې په پايله کې هر اړخيز کيمياوي کړنلارې ښوول شوې دي، چې په پايله کې تعامل کوونکي مرکبونه ورڅخه پيدا کيږي . نوموړې کړنلاره د راديو لايز (Radiolyse) په نامه سره يادېږي په دې تجزيه کې د سولوټېډ الکترون (Solvated electron) او يا په بل عبارت د اوبه زن الکترون e^{-}_{aq} اهميت د يادولوړدی چې داوبو څلورماليکولو څخه احاطه شوی دی . نوموړی يو ازاد الکترون دی چې د اوبوماليکول ډېرمثبت چارج شوي هايدروجن اتوم ته ډېر ور نږدې دی او ډېر منفي چارج شوي نايتروجن اتوم څخه ناڅه په ليرې واټن کې پروت دی . همدا لامل دی چې داسې يو اوبه زن الکترون

بربېنايز ډيپول ياني دوه قطبه (Dipole) خا صيت ځانته غوره کوي او دکيمياوي هر اړخيزوفعال تعاملونو مسئول گڼل کيږي . څرنگه چې خپلواک راديکال په ځانگړي توگه داسې خواص لري چې په لوړه کچه دنوروبيو ماليکولوسره ديوه پايښت لرونکي کيمياوی تعامل لامل گرځي، نوله دې کبله کولای شي چې په يوه حجره (ژونکه) کې مهمو ماليکولونو لکه ډي اين اي DNA په ماليکول کې بنستيز بدلون راولي . داوبو راديولايزکړنلاره په ۲۰- شکل کې ښوول شو يده .

☜ دحجرې ډي اين اي DNA ته د زهرجنوخپلواکوراديکالوبيالوژيکي زيان، دوړانگوانرژي ډوز سره سم سيخ متناسب ده . هر څومره چې ډېر خپلواک راديکال دوړانگوپه واسطه منځته راځي، په هم هغه کچه د سرطان يوې حجرې د پيدا کېدلو احتمال هم زياتيږي . د بېلگې په ډول لکه د OH^* راديکال چې يو ډېرپياوړی او زوروراکسايد کونکی خاصيت لري او له دې کبله په اسانی سره د هايدروجن يو اتوم د ډي اين اي DNA ماليکول څخه را وباسي او په پايله کې د نوموړي ماليکول د شکرواوفوسفاټ (Sugar phosphate) ترمنځ اړيکی پرې کيږي .



دوړانگو په لگېدلو سره داوبو يو ماليکول ايونايز کيږي اوپه پايله کې داوبو ماليکول يو مثبت ايون او يو خپلواک الکترون منځته راځي . دغه خپلواک الکترون بيا وروسته د اوبو څلورو ماليکولوڅخه احاطه کيږي اويو بربېنايز ديپول (Dipole) ورځخه جوړيږي . نوموړي الکترون ته له دې کبله اوبه زن الکترون هم ويل کيږي (e^-_{aq}) .

داوبو ماليکول يو مثبت ايون تجزيه کيږي اود هايدروکسيل راديکال OH^* اود هايدروجن مثبت يون H^* منځته راځي .

يو خپلواک الکترون داوبو يو ماليکول سره کيمياوي تعامل کوي اودهايدروکسيل منفي ايون OH^- اودهايدروجن يو راديکال H^* منځته راځي

(۲۰- شکل)

۲۰- شکل : په دغه شکل کې داوبويوه ماليکول سره دالکترو مقناطيسي وړانگود ناسم سيخ اغېز ي کړنلاره ښوول شو يده چې په پايله کې داوبو يو ماليکول په چارج شوو ايونو اوخپلواکو راديکالو تجزيه کيږي . په يوه بيالوژيکي ماده کې دوړانگو نوموړي اغېزه د رايو لايزېزنا مه سره ياديږي (Radiolyse) چې په لاندې پړاونويې ويشلای شو (7) .

- په لومړي پړاو کي يو فوتون داوبو په يوه خنثی ماليکول باندي لګيږي ،چې د ۲۰- شکل په پاسنی برخه کی ښوول شوی دی . د ایونایزیشن څخه وروسته يو الکترون او داوبومثبت چارج شوی ماليکول (H_2O^+) لا س ته راځي .

- په دويم پړاو کې داوبو مثبت چارج شوی ماليکول يا ايون په خپل وار سره تجزيه کيږي او دهايدروجن اتوم مثبت ايون اويو اکسايد کونکی هيدرواکسيل راديکال ماليکول (HO) منځته راځي .
- په اخرني پړاو کې هم هغه خپلواک شوی الکترون د اوبو يوه بل خنثی ماليکول سره يوځای کيږي او دهايدروجن يو راديکال او هايدرواکسيل منفي چارج شوی ايون ورڅخه لا س ته راځي . برسيره پردي دهايدروجن يو مالیکول H_2 هم منځته راتلای شي چي بيا نوموړی په خپل وارسره ديوه اکسيجن O_2 مالیکول سره هايدروجن پراکسيد H_2O_2 جوړوي چي دوړانګو دزيان کچه نوره هم پياوړي کوي . داوبو راديولايزکيمياوي معادله(انډوليزه) په لاندي ډول ليکلای شو :

$H_2O \rightarrow$	$OH^* + H^*$	داوبو ماليکول چاودنه
$OH^* + OH^* \rightarrow$	H_2O_2	دهايدروجن پر اکسايد جوړښت
$H_2O_2 + OH^* \rightarrow$	$HO^*_2 + H_2O$	د اوبوماليکول اويوراديکال جوړښت
$HO^*_2 + HO^*_2 \rightarrow$	$O_2 + H_2O_2$	د اکسيجن او دهايدروجن پر اکسايد جوړښت
$HO^*_2 + OH^* \rightarrow$	$O_2 + H_2O$	د اکسيجن او د اوبويو ماليکول جوړښت

په نا عضوي مرکباتو کې دوړانګو کيمياوي اغيزې:

دبدن ډېرنا عضوي مرکبات دوړانګودغبرګون په پايله کي په اکسايد بدليږي . د بېلګي په ډول په وينه کي دوه قيمته وسپنه Fe^{++} په دري قيمته وسپنه Fe^{+++} اوړي . نوموړي کړنلارې ته کيمياوي ډوزيمېتري Chemical Dosimetry هم ويل کيږي چي د لومړي ځل لپاره د يوه جرمني کيميا پوه فريکې Fricke لخوا تجربه شوه .

$$\text{(Fricke Dosimetry)}\quad Fe^{++} + OH \rightarrow Fe^{+++} + OH^-$$

نوموړي کيمياوی ډوزيمېتري په درملنه کي دوړانګودناوړه اغيز و په پېژندنه کي خورا اړين رول لوبوي . د بېلګي په ډول نوموړي تګلاره د بدن په وينه کي داوسپني داکسايد کولوپه کړنلاره کي خورا ډير کارول کيږي .کله چي وړانګي په يوه کيمياوي مايع مرکب(ګډ) ولګيږي نوخنثی اتومونه په الکترونو اوايونو تجزيه کوي . يو داسي ازادشوي الکترون ته ثانوي الکترون هم وايي اوپه مايع چاپېريال کي دګڼ شمېرغبرګونو په پايله کي هر ځل لږبرخه حرکي انرژي له لاسه ورکوي .

دبېلګي په ډول داوبوماليکول دايونايزيشن لپاره لږ څه دپارلس 13 eV اود تحريک لپاره لږ څه 7 eV اووه الکترون ولټه انرژي ته اړتيا شته .

په عضوي مرکباتو کې دوړانګو کیمیاوي اغېزې:

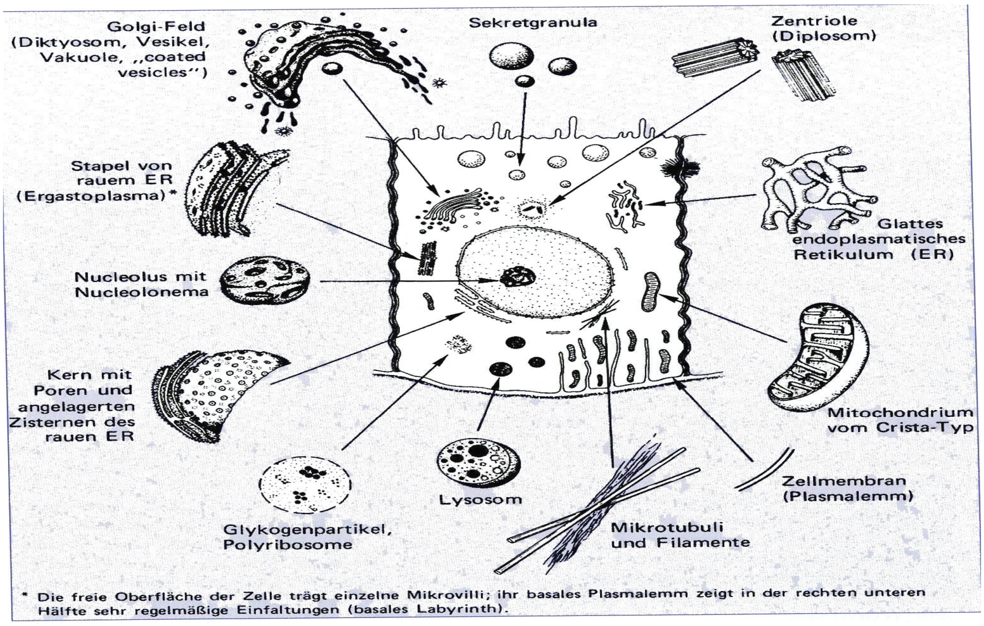
ډېرعضوي مرکبات شته دي چې دوړانګودغبرګون په پایله کې په اکساید بدلیږي او دهایدروجن اتومونه له لاسه ورکوي . هغه رادیکال چې په نوموړې کړنلاره کې منځته راځي، کولای شي چې د ګڼ شمېرنورو کیمیاوي تعاملاتو د پیل لامل وګرزي . دبېلګې په ډول دالکولوکړنلاره Dehydration، دامینواسید کړنلاره Desamination اوپه تېره بیا هغه امینو اسید چې د SH-Group ګروپ ورسره تړلی وي لکه Cystein او Cystamin او نورچې دهواد اکسیجن سره کیمیاوي تعامل کوي او له دې کبله دوړانګو اغېز ې په ثبوت رسېدلای شي . داځکه چې نوموړي اسید دلاندني کیمیا ي تعامل سره سم په ډېره اسانی سره په اکسا ید بدلیږي :

$$2R - SH + 2OH^{-} \rightarrow RS - SR + 2H_2O$$

په پورتني کیمیاوي تعامل کې ډیسلفا ید او اوبه منځته راځي او په درملنه کې د وړانګو څخه دځان ساتنې په موخه ګټه اخېستل کیږي . د بېلګې په ډول دغه او ځینې نور مواد شته دي چې د وړانګو دخطردمخنیوي اودځان ساتنې په موخه خلکو ته د پروفېلاکس Profelax په ډول ورکول کیږي . داځکه چې نوموړي مواد هغه ناوړه رادیکال، چې دوړانګو په واسطه منځته راغلي وي، لکه OH^{-} ګروپ، ځان ته رانیسي . په دې ډول نه پرېږدي چې نورې بیالوژیکي ناوړه اغېز ې ترسره کړې اویا بیوکیمیاوي تعاملونه دعضوي مرکبونوسره جوړکړي .

د حجرې جوړښت (Cell structure):

دبدن اود هرې بیالوژیکي مادې بنسټیز واحدحجره (ژونکه) جوړوي . په ۲۰-الف شکل کې د بدن یوې نورما ل او روغې حجرې جوړښت ښوول شوی دی . یوه حجره د یوه میمبران یا غشا، یوې هستې اوسیتو پلازما څخه جوړه ده . په هسته کې یو کنترول کوونکی سیستم شته دی چې د هستې (nucleus) په نامه سره یادیږي .



۲۰-الف شکل: د بدن یوې نورمال حجرې (ژونکې) جوړښت (9)

☜ یوه حجره (ژونکه) لږ څه اتیا په سل 80% کې داوبوڅخه جوړه شوې ده او پاتې شل په سل 20% کې بیالوژیکي کمپلکس مرکبونه لکه پروتېین او ازاد کاربوهایدرات تشکیلوي .

☜ دیوه ستر سړي په بدن کې دبېلګې په ډول لږ څه پینځوس تریلونه (10^{18}) حجرې اټکل کیږي .

دحجرې په هسته کې یو ډېرمهم مالیکول شته دی چې دحجرې ټول سرلیک ټاکي . دغه بیومالیکول د ډي اوکسي ریبونوکلیک اسید **(Deoxyribonucleic acid)** په نامه سره یادیږی او لنډیز یې په ډي اين اې (DNA)سره کیږي . نوموړی نامتو مالیکول د حجرې جوړښت، دحجرې د میتوزیس(Mitosis) یا نې د ویشتوب کړنلاره اودحجرې د ژوند هر اړخیزې نورې دندې کنترول کوي . د نوموړي مالیکول ډېره اړینه دنده د بېلګې په ډول د خپل ځان کټ مټ یو شان یوه کاپي کول د یا دوني وړ ده . په ۲۱- شکل کې د ډي .ان.اې (DNA) مالیکول ښوول شوی دی چې د کروموزومو په منځ کې د څوغزول شوو برخو په بڼه پروت دی :

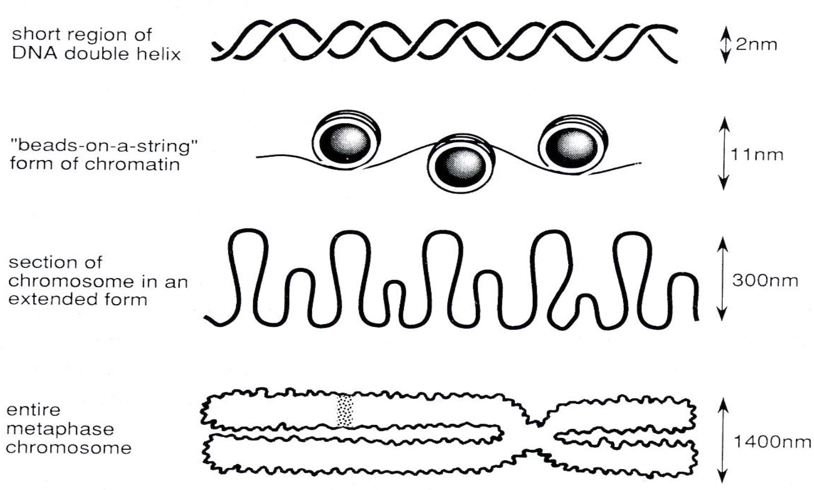


Figure 2.5. Illustration of the relative sizes of the DNA helix, the various stages of folding and packing of the DNA, and an entire chromosome condensed at metaphase.

(۲۱- شکل)

۲۱- شکل : دحجرې یوکروموزوم اود ډي .این.اې .هیلیکس(DNA helix) نسبي غټوالي کچه او همدارنګه دډي این اې توپیر لرونکي تاوشوي او غونډ شوي پراوونه ښوول شوي دي . دبېلګې په ډول د پاس نه ښکته خواته : دوه نانومتر($2nm = 2\times10^{-9}$ m)، یوولس نانو متر، درې سوه نانومتراوپه لاندې برخه کې پخپله کروموزوم یوزرو څلورسوه نانومتره غټوالی لري . (26)

☜ د پا س نه ښکته خواته:

۱- د ډي این اې غبرګ تاوشوي مزي یوه کوچنی برخه ۲- کروماتین ۳- دکروموزوم یوه غوړېدلې برخه ۴- په لاندنی برخه کې د مېټا فازیوبشپړ کروموزوم ښوول شوی دی . دنوموړي شکل په ښی خوا کې دویکتورونو(غشو) په مرسته سره د کروموزوم او د ډي این اې DNAغټوالی دنانو متر ($nm=10^{-9}m$) په واحد سره ښوول شوی دی (28) .

د پام وړ: یو نانومتر داسې لیکو: 1nm = 0,000000001

دانسان په بدن کې دوه ډوله حجرې شته دي چې د ویشتوب او ډېر بنت په اړه دیوه بل څخه توپیر لري .

- لومړی: بدني یا سوماتیک حجرې (Somatic cells)
- دویم : جنسي یا جنېتیک حجرې (Genetic or germ cells)

د بدني حجرو ویشتو ب ته میتوزیس (Mitosis) او د جنسي حجروویشتو ب ته مایوزیس (Meiosis) ویل کیږي . کله چې یوه بدني حجره (ژونکه) په دوه برخو وو یشل شي نودوه نوي حجرې منځته راځي چې هره یوه حجره د اصلي حجرې په شان کټ مټ یوشان کروموزوم لري . دانوې پیداشوې حجرې بیا په خپل وار او داړتیا سره سم نورهم خپل ویشتوب ته پایښت ورکوي . بدني حجرې په لاندې ډول سره و یشل شوې دي .

- **لومړی: د ستم حجرې** (Stem cells) : نوموړې داسې بدني حجرې دي چې د ستې حجرې په بڼه یې تعبیر کولای شواو په لومړي پړاو کې په خپل منځ کې سره یو شان اودیوه او بل څخه توپیر نه لري او برسیره پر دې د بې شمېره ویشتوب وړ تیا لري . دوی کولای شي چې نورې نوې ستم حجر ې منځته راوړي او بیا د هغوی څخه د ویشتو ب وړ نورې تو پیر لرونکې حجرې او نسجونه ،چې ځانګړې دنده په غاړه اخلي، تو لید کړي . د بېلګې په ډول لکه: د وینې جوړونکې ستم حجرې، چې د هډوکو په ماغزو کې پرتې دي (Bone marrow hematopoetic stem cells)، د پوستکي ستم نسجونو حجرې، دمعدې موکوزپوستکی ستم نسجونو حجرې اونور)

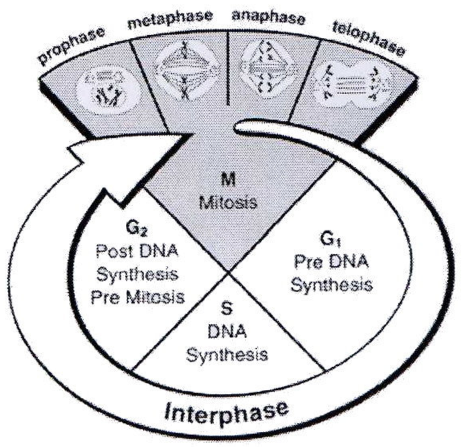
- **دویم: تېرېدونکې حجرې** (Transit cells): نوموړې داسې حجرې دي چې دویشتوب په کړنلاره کې دیوه ډول حجرې ډلې څخه په بل ډول حجرو باندې اوړي . د بېلګې په ډول لکه یو رېتیکولوڅیت (Reticulocyte) چې د وینې یوه اومه (Immature) حجره تشکیلوي په اخېرکې د سروکرویاتو په یوه پخه حجره (erythrocyte) باندې اوړي .

- **دریېم: پخې شوې حجرې** (Mature cells) : نوموړې هغه ډله حجرې دي چې پوره پخې شوې دي او اضافه نورنه و یشل کیږي او نه په نوروتو پیرلرونکو حجرو اوړي (Fully differentiated) . د بېلګې په ډول لکه د عضلاتو حجرې او د عصبي سیستم حجرې .

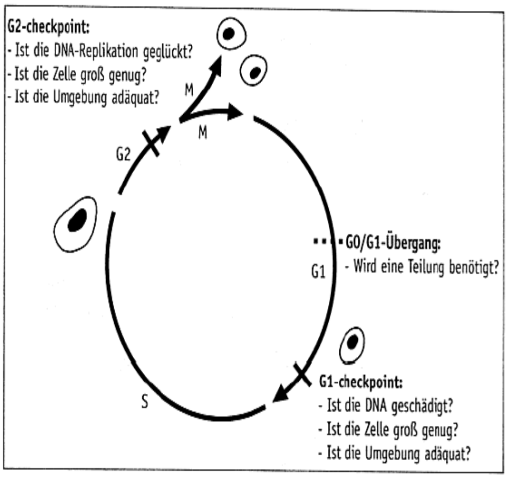
په بدن کې څلور ډوله مهم نسجونه دیادولو وړدي:

دبېلګې په ډول لکه : داعصابو(وژ) نسجونه، دعضلا تونسجونه، اپیتیل نسجونه(Epithel tissue) او پاسته نښلوونکې نسجونه شته دي . نوموړې نسجونه په خپل وار سره ځانګړې غړې جوړوي چې خپله ټاکلې دنده ترسره کوي . دنوموړو غړود حجرو دو یشلو اوډېربنت موده او کړنلاره دیوه او بل سره توپیر لري . د بېلګې په توګه داعصابو حجرې د سړي د زېږېدلو څخه وروسته بیا ګرد سره نه و یشل کیږي او بلخوا په بدن کې داسې حجرې هم شته دي، چې د څو ساعتونو څخه وروسته و یشل کیږي او د اړتیا سره سم نوې حجرې منځته راوړي . دحجرې دډېربنت اوویشتوب کړنلاره لاندني نومونه لري او په ۲۲ - شکل کې ښوول شوې ده .

Prophase	metaphase	anaphase	telophase	interphase



c.f. Bushberg, et al. The Essential Physics of Medical Imaging, 2nd ed., p. 827. 3



دحجرې ګرزیدونکي پړاوونه (Cell cycles)

(۲۲- شکل)

۲۲- شکل: دوخت په تړاود یوې حجرې را ګرزیدونکی پړاوونه یا دوره (Cell cycles) په لاندنیو تورو لکه (G ;S; M) باندې ښوول شوي دي . د G_1 پړاو په پیل کې دویشتوب یاني ډېربنت اړتیا تر غورلاندې نیول کیږی اوبیا ور باندې پریکړه کیږي . دنومړي پړاو په اخېر کې یوه بله برخه شته ده چې دازموینې ټکی ورته ویلای شو (G_1-Checkpoint) او دلته یوځل بیا لاندنی‌پوښتنې ترسره کیږي (7):

- ☜ ډي. این. اې. **(DNA)** خو به زیانمن یا نیمګړی نه وي؟
- ☜ حجره په کافي (بس) اندازه سره غټه ده ؟
- ☜ دحجرې چاپېریال دژوند په تړاو پوره مسا عد خواص لري؟

د **G_0** ځخه د **G_1** پړاو په تېریدلو کې دا پوښتنه را پورته کیږي چې:

- ☜ دحجرې ویشتو ب ته اړتیا شته او که نه؟

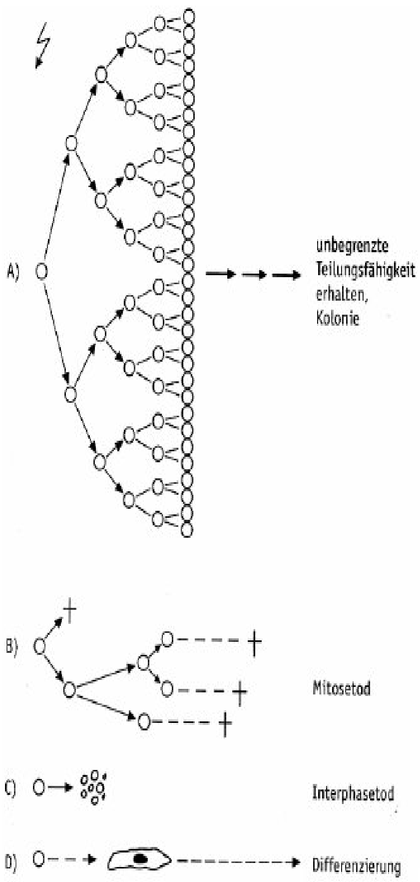
کله چې د **G_2** پړاو پیل کیږي نولاندې پوښتنې تر سره کیږي:

- ☜ په اصلي توګه د ډي این اې کټ‌مټ کاپي کیدل Replication په بریالیتوب سره تر سره شوه؟
- ☜ حجره پخپله په کافي اندازه سره غټه ده ؟
- ☜ دحجرې چاپېریال دژوند په تړاو پوره مسا عد خواص لري؟

دپام وړ: یوه ژونکه د میتوز **M** او د **G_1** په پړاو کې دوړانګو، دواګانواو کیمیاوي زهرجنوموادو پروړاندې ډېر حساسیت لري خو د **S** په پړاو کې دوړانګو سره بیا دومره زیات حساسیت نه لري اوله دې کبله مقاومت **(Resistant)** هم نه ښئي . په کیمیاوي تیراپي کې دنومړي کړنلارې څخه ګټه پورته کوي.

کله چې ایونایزوونکې وړانګې دبدن په یوه حجره (ژونکه) ولګېږي نو لاندې بیالوژیکي هر اړخیزې اغېزې منځته راتلای شي :

- په بیالوژیکي ماده کې وړانګې هیڅ ناوړه اغېزې منځته نه راولي .
- د وړانګو اوبیالوژیکي مادې ترمنځ یوفزیکي غبرګون تر سره کیږي چې په پایله کې مالیکولونه ایونایزکیږي او یا دکولومب قوې (ځواک) په اساس اتومونه په تحریک (پا رولو) راځي. دنومورې فزیکي کړنلارې څخه بیا وروسته بیالوژیکي اغېزې پیل کیږي. د بېلګې په ډول کله چې دیورانیوم الفا یوه ذره دیو چا بدن ته ننوځي او هلته د نسجونو سره غبرګون وکړي او خپله ټوله انرژي د لاسه ورکړي، نو په دې ترڅ کې دحجرومالیکوسره څه ناڅه سل ذره ټکرونه تر سره کوي.
- د حجرې په منځ کې هر اړخیز زهرجن مواد منځته راځي او له دې کبله مهم انزایمونه خپله دنده پوره نشي تر سره کولای او حجره د منځه ځي .
- حجره خپل ژوند دلاسه ورکوي دا ځکه چې دوړانګو دناوړه اغېزې په پایله کې په کروموزومو کې نه جوړېدونکی موتیشن صورت نیسي او له دې کبله د حجرې دتنفس کولوپروسه په ټپه دریږي، چې دکروموزوم په واسطه کنټرول کیږي (Apoptosis) .
- حجره ژوندی پاتې کیږي خو په کروموزومو کې د موتیشن (Mutation) نیمګړتیا د ټاکلو انزایمو په مرسته پوره نه جوړیږي او په خپل حال پا تې کیږي. له دې کبله نوموړې نیمګړتیا دمیتوز په کړنلاره کې دبدن د اړتیا وړحجروپه پوره کولو کې منځته راځي.
- که وړانګې په جنسي حجروکې موتیشن راولي، نو راتلونکو نسلونو ته نوموړې نیمګړتیا لیږدول کیږي چې د هر اړخیزو ناروغیو او عیبناکو اولادونو زیږیدلولامل کرځید لای شي.
- دمیتوز کړنلاره دوړانګو دغبرګون په اساس خپل نورمال سرعت د لاسه ورکوي او په ټپه دریږي. له دې کبله داړتیا وړ نوې حجرې منځته نشي راتلای (No Regeneration) .
- باي ستندر اغېزې : (Bystander effects) دوړانګو یوه داسې اغېزه ده، چې ګنې پخپله ړنا شوې حجرې کولای شي، ګاونډیو هغو حجرو ته هم زیګنا لونه واستوي، چې هغوی هیڅ ړنا شوې نه وي. په پا یله کې په همدغو نا ړنا شوو حجرو کې هم مو تیشن منځته راتلای شي .
- دوړانګو پروړاندې د وینې حجروجوړونکی سیستم لکه د پلنوهډوکو سره مازغه ، جنسي حجرې ، د لومفا تیک غدو حجرې (lymphatic glands cells) د بدن نورو حجرو په پرتله زیات حساسیت ښئي.
- ایو نایزوونکې وړانګې داسې ځپې لري چې د بیالوژیکي مادې اتومونه په اهتزاز(رپیدلو) (Vibration) نشي راوستلای او له دې کبله په حجره کې تودوخی منځته نه راځي. د بېلګې په ډول دکوبالټ سرچینې یو ګرې وړانګې لږ څه یو په زرمه برخه د سانتي ګراد تودوخی لوړوي. دغه فزیکي اغیزه دوړانګوداندازه کولو لپاره مساعده نه ده.
- په یوه بیالوژیکي ماده کې دوړانګو ناوړه اغېزې په لاندنیوفزیکي او بیالوژیکي کمیتونوپورې هم اړه لري. د بېلګې په ډول لکه: دوړانګوډول، د چاپېریال جوړښت، دوړانګو انرژي کچه، دحجرو په حساسیت، دحجرې راګرزېدونکې پړاوونه (Cell cycles) اونور.



A : حجره (ژونکه) ژوندی پاتې کیږي اودسرطان په یوه حجره اوړي . دا په دې مانا چې د ویشتوب کړنلاره په تپه نه دریږي اوبې شمېره لورگانې حجرې(Daughter cells) منځته راځي چې په پایله کې یوه غټه کولوني (colony) ورڅخه جوړیږي . د میتوز په کړنلاره کې هره یوه حجره و پشل کیږي او د خپل ځان کټ مټ ورته کاپي شوې دوه نوې حجرې منځته راځي .
B : حجره(ژونکه) په لومړي پړاو کې د میتوز کړنلاره تر سره کوي خو د نووپیدا شوو، دوو حجرو څخه یوه مړه کیږي(†) او بله یې دوه ځله نور هم د میتوز ورتیا تر لا سه کوي . په پایله کې ټولې لورگانې حجرې د منځه ځي
C : د میتوزکړنلارې په ترځ کې حجرې له منځه ځي
D : حجره خپل رښتونی جوړښت د لاسه ورکوي او بڼه یې دا سې اوړي چې خپله اصلي د نده نشي تر سره کولای . نو له دې کبله دځان وژنې لاره غوره کوي

(۲۳- شکل)

په ۲۳- شکل کې د بدن یوې حجرې هر اړخیز برخلیک ښوول شوی دی، کله چې د ایونایزوونکو وړانگوتر تشعشع یانې رڼا (Irradiation) لاندې راشي (7) .

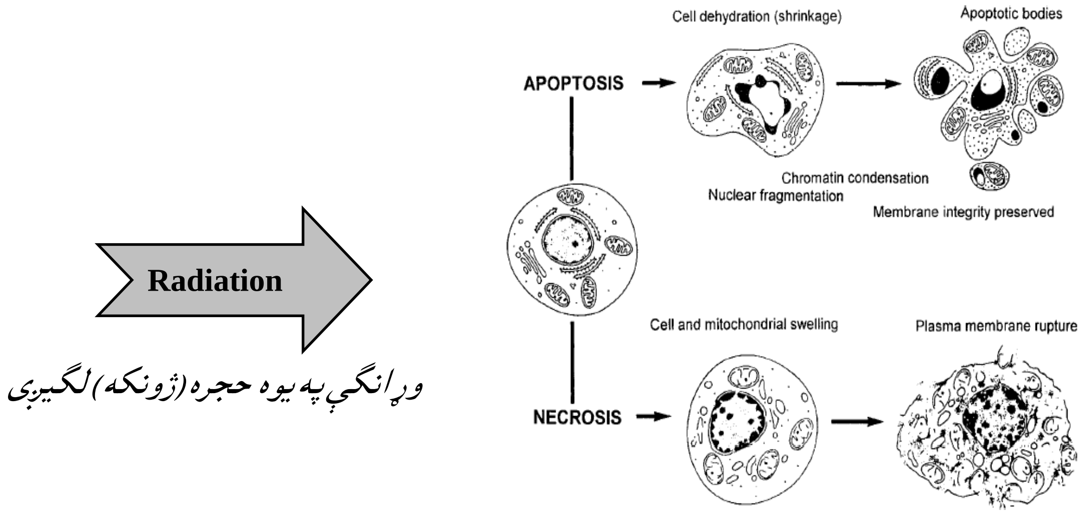
دوړانگو په رڼاکولوسره د یوې حجرې له منځه تللو ډولونه:

کله چې وړانگې په یوه حجره ولگیږي نود هغوی څخه ډیرې حجرې سمدلاسه نه مري، بلکې همداسې فعال پاتې کیږي اویو څو ځله نور هم دخپل و یشتوب کړنلاره تر سره کوي . یوه حجره(ژونکه) په درې ډوله سره خپل ژوند له لاسه ورکوي چې په ۲۴- شکل کې ښوول شو یده .

➢ **نېکروزیس (Necrosis)** : ژونکه خپله دنده نشي تر سره کولای اوله دې کبله پروتین او انزایم هم نه جوړیږي . په پایله کې د حجرې پوښ مېمبران (Cell membrane) له منځه ځي او ټول مواد ورڅخه دباندې راوځي .

➢ **اپوپتوزیس (Apoptosis)** : نوموړې کړنلاره دحجرې پروګرام شو ي ځان وژنې په نوم سره یادیږي . داپوپتوزډوله ځان وژنه د یوه ټاکلي جین په پریکړه سره چې په کروموزومو کې ځای لري تر سره کیږي او له دې کبله دحجرې میمبران په پیل کې له منځه نه ځي .

➢ **کلونوګېنیک مړینه (Clonogenic death)** : د سرطان په حجروکې یو په سل برخه داسې حجرې شته دي چې هغوی ترمخه دیوې ځانګړې حجرې څخه دویشتوب په کړنلاره سره منځته راغلې دي اودیوې بلې سره په جنېتیک ډول بیخي یوشان دي . نوموړې حجرې داسې خاصیت لري چې دویشتوب کړنلاره یې لایتناهي (بې شمېره) دوام لري . خو کله چې د ویشتوب لایتناهي وړتیا د لاسه ورکړي نو په کلینیکي تراو ورته کلونوګېنیک مړینه ویل کیږي .



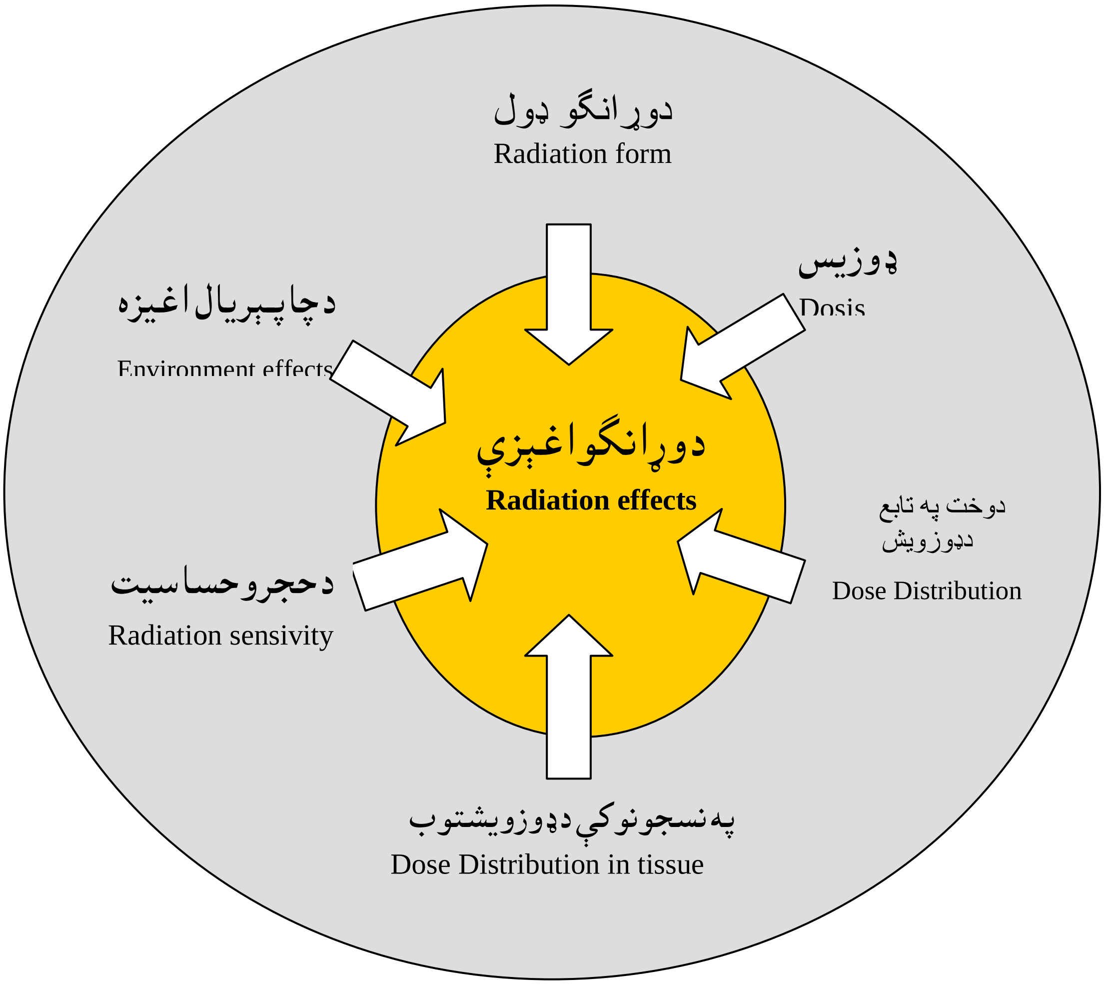
(۲۴- شکل)

۲۴- شکل : په پورتني شکل کې دوړانګو دغبرګون په پایله کې دیوې حجرې د منځه تللو دوه کړنلارې ښوول شوې دي چې یوه یې د ځان وژنې یاني اپوپتوز یس (Apoptosis) اوبله یې د نیکروزیس (Necrosis) په نامه سره یادیږي .

☑ د ځان وژنې په کړنلاره کې د حجرې د منځ څخه اوبه دباندې راوځي (Dehydration) او بیا حجره(ژونکه) پخپل ځان کې سره ننوځي . په پایله کې په کوچنیو ټوټو (Fragments) تجزیه کیږي .

☑ د نیکروزیس په کړنلاره کې پخپله حجره او میتوخوندریوم (Mitochondrium) پړسیږي او بیا وروسې د پلازما میمبران یاني غشا پرې کیږي .

یادونه : د بدن یوه نورمال ژونکه کولای شي چې دټول عمر په موده کې په اعظمي توګه تر اویا 70 ځلو پورې خپل ځان وویشي . د سرطان حجره دهغوسیګنالونوڅخه سرغړونه کوي چې د حجرې په جینوکې دویشلو شمیر کنټرول کوي . دا په دې مانا (معنا) چې د سرطان حجره په خپل سراو بې شمیره ځان ویشي .



(۲۵- شکل)

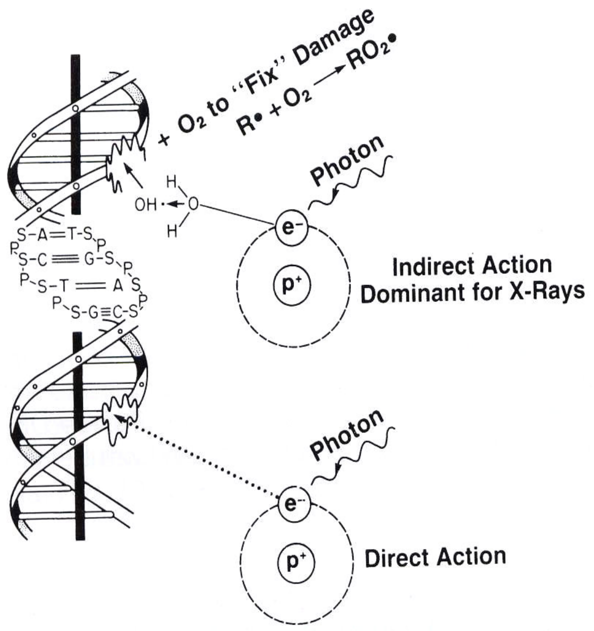
۲۵- شکل : په چاپېریال او یوه بیالوژیکي ژوندی ماده کې دوړانګواغیزې (Radiation effects) دپورتنیوبادشووبیوفیزیکي او کیمیا وي کمیتونو سره سم سیخ تړاولري .

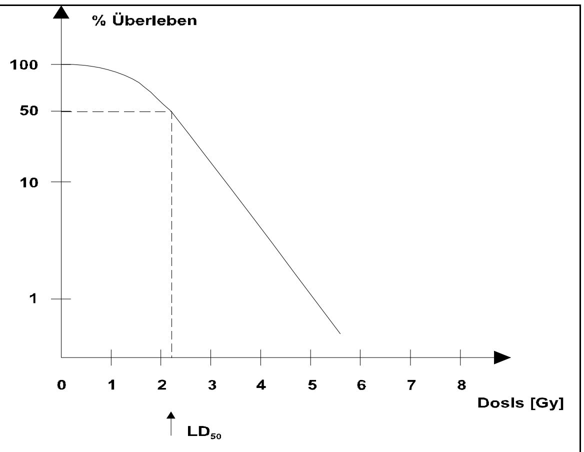
- دوړانګوډول: لکه الفا، بیتا، ګاما، نیوترون،پروتون او کازمیکي وړانګې
- دانرژي ډوز: لکه دلوړې کچې انرژي چې د یو سیورت (> 1Gy) نه پورته قیمت ولري او د ټیټې کچې ډوزچې د دوه نیم سوه ملي سیورته (<250 mSv) څخه ښکته وي .
- دچاپېریال اغیزه: لکه رادیواکتیوموادد ، کیمیاوي او بیالوژیکي زهرجن مواد ،تودوخی، فشار
- دحجرو حساسیت: لکه دمیتوزپه پړاو کې دوړانګو او کیمیاوي دواګانو پروړاندې د حجرې حساسیت او غبرګون دنورو پړاونوپه پرتله ډېر لوړ وي .
- دوخت په اړه په نسجونوکې دوړانګوویش او په نسجونوکې دانرژي ډوز ځایزویشتوب .

دپام وړ: که ټول بدن ته په یوه وارځه ناڅه پینځه ګرې وړانګې ورسیږي (5Gy) نو سړی سمدلاسه مري اوکه په یوه هستوي پېښه کې چاپېریال په درې نیم ګرې(3,5 Gy) ککړشي ،نودعام (ټولیز) ولس څخه نیمايي (LD$_{50/50}$) خلک خپل ژوند له لاسه ورکوي .

دوړانګو سم سیخ او ناسم سیخ غبرګون :

کله چې ايونايزوونکې وړانګې ،د بدن په حجروولګيږي ،نو د دوه ډوله بيوفيزيکی کړنلارو په بنسټ هغوی ته زيان رسولای شي . يو يې د سم سيخ (direct action) اوبل يې د ناسم سيخ (indirect action) غبرګون په نا مه سره ياديږي او په ۲۲- شکل کې ښوول شوي دي .





دوړانګوا غيزې منحنې په ډاګه کوي چې کله ګڼ شميرټ عام وګړو ته وړانګې ورسيږې نو په سلو کې به څومره کسان مړه شي . دبيلګې په ډول که خلکوته لږڅه 2,2 Gy وړانګې ورسيږې نو نيمايې وګړې (۵۰٪) مړه کيږي . دا مطلب داسې ليکو:

LD_{50} = Dosis mit 50% Lethalität

(۲۲- شکل)

۲۲- شکل: د کروموزومو ډي اين اي(Deoxyribonucleic acid = DNA) په برخه کې د ايونايزوونکو وړانګو سم سيخ (direct action) او ناسم سيخ (indirect action) غبرګون ښوول شوی دی . (26)

لومړی: دوړانګو سم سیخ یا مستقیم غبرګون (Direct action):

په نومړي فيزيکي کړنلاره کې يوفوتون سم سيخ د ډي اين اي**DNA** په ماليکول باندې لګيږي او سمدلاسه د ايونايزيشن پروسه صورت نيسي . ورپسې يو کيمياوي بدلون منځته راځي . دغه ډول فيزيکي کړنلارې ته دوړانګو سم سيخ غبرګون يا اغيزه ويل کيږي .

د فوتون وړانګې د کروموزومو خنثی اتومونواوماليکولوته سم سيخ دومره ډېره انرژي انتقال کوي چې دخپل مدار څخه بيخي راوځي او په دې توګه يو يا څو الکترو نه ورڅخه جلا او يايې ور با ندې ډېر و لای شي . په پايله کې اتوم په مثبت او يا منفي چارج شوي ايون بدليږي . په يوه داسې فيزيکي کړنلار ه کې چې د ايونايزيشن په نا مه سره يا ديږي، ايونايزوونکې وړانګې خپله يوه برخه انر ژي د لا سه ورکوي . که چېرته دفوتون وړانګې داتوم الکترونوته يوازې دومره انرژي انتقال کړي چې دنني مدار څخه باندني لوړپوړي مدار ته وخيږي، نو دغه ډول عمليې ته لمسون (Exitation) ويل کيږي .

☜ **د پام وړ:** دانرژي جذب کېدل او بيالوژيکي وروستی اغېزې دواړه په هم هغه بيو مالېکول کې ترسره کيږي، چې په پايله کې دبيو مالېکول دايونايزېشن اوتحريک کېدلو لامل ګرزي .

دويم: دوړانګو ناسم سيخ ياغير مستقيم غبرګون (Indirect action):

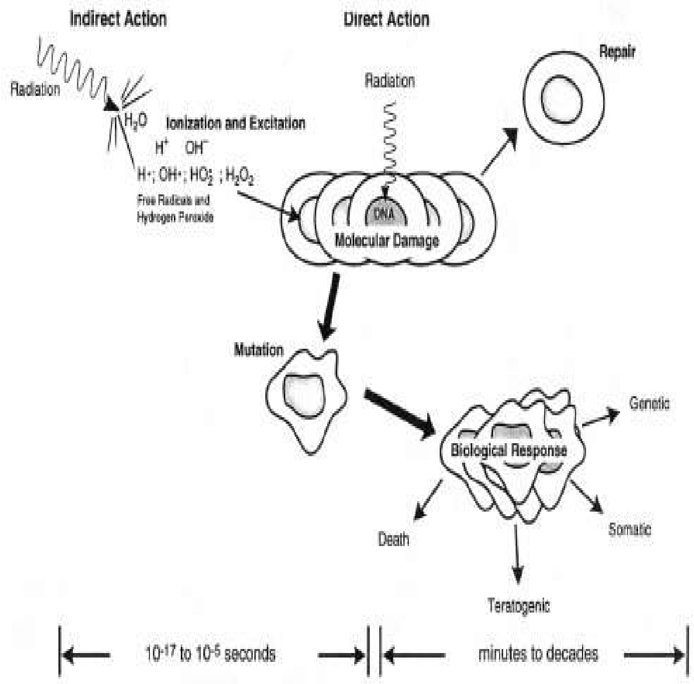
په نوموړې فيزيکي کړنلاره کې، لومړی يو فوتون دحجرې د اوبو يومالېکول سره غبرګون کوي او يوازې هايدروکسيل (HO) مالېکول منځته راځي . نوموړی مالېکول بيا په خپل وار سره د ډي اين اې مالېکول DNA سره کيمياوي تعامل تر سره کوي . دغه ډول فيزيکي کړنلارې ته دوړانګو ناسم سيخ اغېزه ويل کيږي .
دفوتون وړانګې خپله انرژي سم سيخ نه، بلکې غيرمستقيم دنورو راديکالو په مر سته ګاونډيو بيالوژيکي ماليکولو ته انتقال کوي . په دې اړوند په بدن کې داوبو دتجزيې کړنلاره دنوموړو وړانګو د ناسم سيخ اغېزې ، يوه وتلې بيلګه کېدای شي چې، په ۲۰ شکل کې ښوول شوې ده .

دوړانګوسم سيخ او ناسم سيخ اغيزوکلينيکي پايلې:

دوړانګو نوموړې سم سيخ او ناسم سيخ فيزيکي، کيمياوي او بيالوژيکي اغېزې د بدن په ميتا با ليزم کې دومره ناوړی بدلون راو ستلای شي، چې د ځينو غړوګڼ شمېر حجرې، هغوی ته د وررسيدلي زيان له مخې، يا داچې خپله دنده په بشپړه تو ګه سرته نشي رسولای، او يا داچې بيخي د منځه ځي . د ايونايزوونکو وړانګو دغه ناوړه ا غيزې په تېره بيا په هغو حجروباندې ډيرې دي، څومره چې په هغوی کی د ميتوز(Mitosis) ياني ويشنې کړنلاره ډېره وي . دبېلګې په ډول لکه دوينې سپين کرويات، جنسي حجری او نور. خو دنوموړو حجرو په پرتله دزړه عضلاتو حجرې، داعصابود سيستم حجرې دټول عمر په اوږدوکې نه و ېشل کيږي، ياني د ميتوز پرو سه صورت نه نيسي . له دې کبله نه نوي کيږي . د بدن دنوروغړو تولې حجرې دپينځه کالو څخه وروسته بيخي نوې کاپي کيږي . دا په دې مانا چې پينځه کاله وروسته د هر سړي څخه يو نوی سړی جوړيږي .

کله چې د يوې حجرې يوه مهمه برخه، د بېلګې په ډول لکه ډي اين اې، پخپله د چاپېريال دزهرجنو او خطرناکو موادو، لکه د کيمياوي زهرجنو موادو، د چاپېريال وړا نګو، دچاپېر يال تودوخي اونورو تر ناوړو اغېزو لاندې راشي، نودهغې حجرې په دنده کې يو ژور بدلون راوستلای شي . که څه هم دغه زيان په لومړي وخت کې يوازې په هم هغه يوه حجره (ژونکه) کې پروت وي، خو دو خت په تېريدلو سره همدغه زيان بيا لومړی هم هغه غړی ته او بيا وروسته دبدن نورو غړو او برخوته مخ پرورانډې ځي . دا ځکه چې زيانمن شوې حجرې ديوې خوا دبدن اړتيا نشي پوره کو لای اودبلې خوا دو ېشلو دکنترول ډنده د لا سه ورکوي . دچاپېريال د نوموړو موادو ناوړه اغېزې ددې لامل ګرزيد لای شي، چې په هم هغه يوه حجره(ژونکه) کې، دومره فيزيولوژيکي اومورفولوژيکی بدلون منځته راولي، چې په پايله کې هر اړخيزې نا روغۍ لکه د سرطان ناروغۍ، دزړه ناروغۍ ، د بدن معافيتي سيستم کمزورتيا اونور منځته راوستلای شي .

په ۲۷- جدول کې دايونايزوونکو وړانګوسم سيخ غبرګون Direct action او دوړانګو ناسم سيخ غبرګون Indirect action ښوول شوی دی. دلويدونکووړانګوبڼه، په تاوشوو ، کږوکرښوښوول شوې ده.هايدروجن ايون H^+، هايدروکسيل ګروپ OH^- او هايدروجن پر اکسايد ،دوړانګوناسم سيخ اغيزو په پايله کې منځته راځي.

	دوړانګو سم سيخ غبرګون **Direct action**	دوړانګو ناسم سيخ غبرګون **Indirect action**
په يوه بيالوژيکي ماده کې دوړانګو د سم سيخ او ناسم سيخ غبرګون په پايله کې، يا داچې زيانمن شوی بيومالیکول بیرته جوړیږي، اویاپه ډي .ان.اي. DNA کې موتېشن Mutation منځته راځي.		
د موتېشن ډولونه لکه: دجينېن په حجروکې بدلون، د بدن په حجرو کې بدلون او يا داچې حجره(ژونکه) مره کیږي .		
دشکل لاندې افقي محوردوخت تبريدلوموده راښئي، چې د نانوثانيو ns څخه پيل او تر پيړيو پورې رسيږي		

(٢٧- شکل)

٢٧- شکل : په اوبو (H_2O) اويوه بيالوژيکي ماده کې، دايونايز وونکو وړانګو سم سيخ اغېز ی (Direct action) اوناسم سيخ اغېز ي (Indirect action) ښوول شوي دي، چې په پايله کې دبدن يوه حجره (ژونکه) خپله نيمګړتيا بيرته جوړولای شي، او يا داچې د سرطان په يو ه حجره اوړي(70) .

تومور (Tumor):

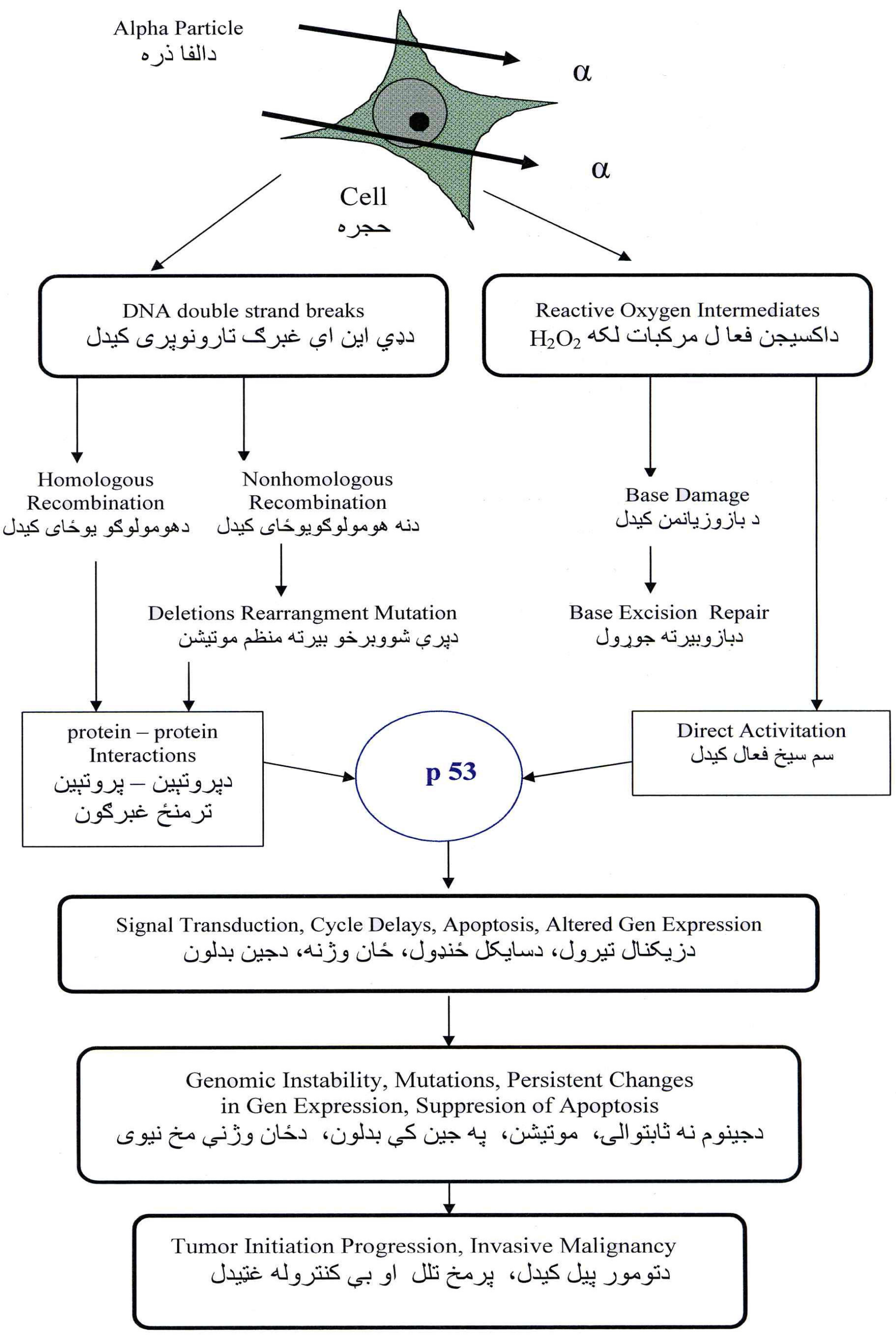
دبدن نسجونو هرډول پړسوب (Swelling) اود کتلې غټوالي ته تومور ويل کيږي . دبيلګې په ډول لکه التهاب (inflammation) ، اويا سېست cyst چې د حجروناسم کنترول ميکانيزم په پايله کې منځته راځي. که چيرته يوتومورداپيتل (Epithel) پورتني پټ څخه پيل شي او دنسجونوکتله يې په غټيدلوپيل وکړي، اوپه پايله کې دحجرودويشتوب کړنلاره دکنترول څخه بيخي ووځي ، نويوداسې خطرناک اوخبيث تومورد (Malign mesenchyma tumor) کانسر(Cancer) په نامه ياديږي.

دوخت موده	فيزيکي، بيالوژيکي او کيمياوي تعاملونه
دغبرګون موده يې د اتو(Atto =10^{-18} s) ثانيو څخه تر لس مايکرو ثانيې پورې وخت نيسي .	دوړانګوسم سيخ اغېزې: دفوتون وړانګې د يوه ماليکول سره غبرګون کوي اوداايونايزيشن او هيجان فيزيکي کړنلارې په پايله کې مثبت اومنفي ايونونه او خپلواک راديکال منځته راځي . دوړانګوناسم سيخ اغېزې: د فوتون وړانګې د ډي اين اې DNA سره سم سيخ غبرګون کوي او د کروموزومو،موتېشن لامل ګرزي .
ديوې دقيقی نه تر پيړيو پورې وخت نيسي	د سم سيخ او ناسم سيخ غبرګون په پايله کې، پيداشوي راديکال او ايونونه، دحجرې د ماليکولوسره کيمياوي تعامل کوي، اوله دې لارې يوې حجرې ته زيان رسوي . دحجرې په هسته کې داسې انزايم اونورميکانيزم شته دې، چې نومورې نيمګړتيا بيرته د منځه وړي . که چېر ته دغه نيمګړتياپوره نشي، نودموتېشن په پايله کې لاندنی پېښې منځته راتلای شي . الف: حجره (ژونکه) خپل ژوند له لاسه ورکوي . ب: دبدن يوه حجره زيانمنه کيږي اوکېدای شي، چې په راتلونکې وخت کې ديوې نا ځرګندې ناروغۍ او يا د سرطان ناروغۍ لامل وګرزي . ج: هغه چاته چې وړانګې رسيدلې وي، دهغه په اولادونوکې يوه ناروغۍ منځته راتلای شي .

۲۶- جدول : په بدن کې د ايونايزوونکووړانګوهراړخيزې فيزيکي، بيوکيمياوي او راديوبيولوژيکي اغېزې دوخت په تېريدلو سره ښوول شوې دي .

په ۲۸ شکل کې ښوول شو بده ، چې که د رادون Radon غاز الفايوه ذره، د سږي يوې حجرې، ډي اين اېDNA غبرګ تاوشوی تار پرې کړي، نو دوړانګود يوې داسې ناوړه اغېز ې په پايله کې، د سرطان ناروغۍ د منځته راتلو احتمال ډېر لوړ اټکل کيږي . په نومورې شکل کې د سرطان يوې حجرې دپيل کېدلو هراړخيز پړاوونه ښوول شوي دي .

داکسيجن مرکباتو لکه هايدروجن پر اکسايد H_2O_2 بيرته فعال کيدل، او د ډي اين اې DNA غبرګ هيليکس پرې کيدل، ددې لامل ګرځي، چې دتومور مخه نيوونونکی جين P53 غير فعال شي او په پايله کې يو تومور (Tumor) منځته راشي . نومورې پروتېين په 1979 م کال کې د David Lane et al لخوارابرسيره شواوکله چې د ډي اين اې يوه برخه زيانمنه شي، نو دهغه ځای جينو دنده کنټرول کوي .



(۲۷- شکل)

۲۸- شکل : کله چې د الفا دوه ذرې په یوه حجره ولګیږي، او هلته یوه ذره دډي این اي غبرګ تارپرې کړي، او بله ذره په سیتو پلازما کې غبرګون وګړي، نو په پایله کې دتومورمخه نیوونکی جین p53 غیر فعال کیږي . له دې کبله یو تومور(Tumor) منځته راځي .

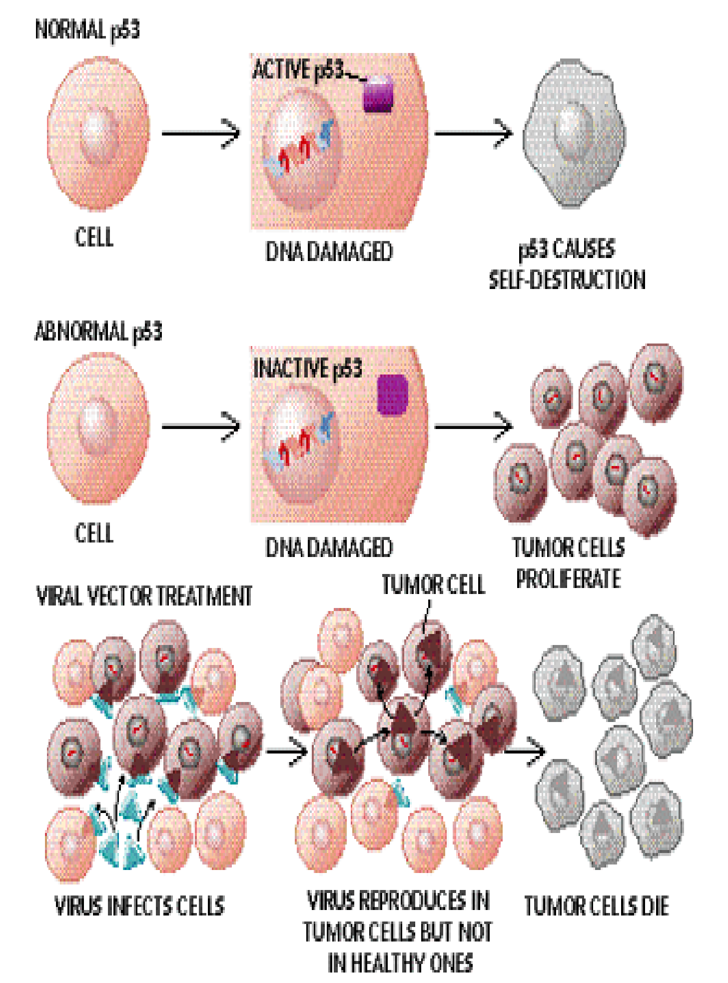
په پورتني شکل کې (P53) دحجرې په کروموزومو کې دجین یوداسې پروتین تشکیلوي، چې دتومورمخنیوونکي پروټېین، تومورسپرېسرجین **Tumorsuppressorprotein p53** په نامه سره یادیږي . د نوموړي پروټېین مالیکولي وزن دري پینځوس کیلو ډالتن (53kD) اود ولسم کروموزوم Chromosom 17 یوجین تشکیلوي . په ۱۹۷۹م کال کې څېړنو په ډاګه کړه، چې نوموړی پروټېین ،دتومور مخنیوی کوي او لاندې دندې تر سره کوي:

☜ ۱- دحجرې دو ېشلوياني میتوز کنترول ۲-: کله چې ډي این اي **DNA** کومې برخې ته زیان ورسیږي دهغې برخې بیرته جوړول ۳-: داړتیا په وخت کې حجرې ته د ځان وژنې سیګنال استول اونور .

تجربو وښووله، چې نوموړی پروتین، په هغو ناروغانو کې، چې د سرطان په ناروغۍ اخته شوي وي، پینځوس په سل کې نیمګړی او زیانمن شوی وي . همدا لامل دی، چې دسرطاني ناروغیود پیژندنې په موخه،د لابراتواري تګلارو په مرسته د (P53) پروټین پلټنه، تر ټولوغوره ځای نیولی دی .

د پام وړ:

- یو جرمنی بیالوژي پوه، تیودور باوري Theodor Baveri 1862-1915 د نونسمی پیړی په پیل کې، رابرسیره کړه چې که ددووکروموزومو تر منځ، د جینو راکړه ورکړه وشي او بیا سره ویلې شي Translocation نوپه پایله کې، دهمدغې یوې حجرې څخه دسرطان ناروغۍ پیل کیږي. داځکه چې نوموړی موتیشن، ددې لامل ګرزي، چې په همدغه حجره کې، دویشنې کړنلاره د کنترول نه و وزي، اود اړتیا نه ډیرې نورې حجرې منځته راشي.
- دبیلګې په ډول هغه ځوک چې د وینې سرطان په یوډول ناروغۍ اخته وي، لکه (Chronic myel . Leucamia) نوتر نوي په سل ناروغانو کې، دنهم کروموزوم یوه برخه ددوه ویشتم کروموزوم سره ،اوبرعکس ددوه ویشتم کروموزوم دجین یوه برخه (Gen-Bcr) د نهم کروموزوم جین (Gen-Abl) سره، ویلې شوې وي. دغه ډول نوی جین، چې منځته راځي (Bcr-Abl) یو پروټېین دی، چې د فیلادلفیا کروموزوم (Philadelphia chromosome) په نامه سره یادیږي . په نوموړي کروموزوم کې (Bcr-Abl) یو پروټېین یاني یوغیرعادی جین تشکیلوي، چې د هډوکو په ماغزوکې د وینې جوړوونکي پیاوړي ستم حجروStem cells ته دا بلنه ورکوي، چې خپل ځان وویشي اود اړتیا نه ډیرې حجرې تولید کړي.
- که چیرته دبدن دفاع سیستم په دې بریالی شو ،چې دتومورحجره وپیژني،نوکو لای شي چې هغه له منځه یوسي، اوکه وه یې نه پیژني، نودسرطان په حجره اوړي. دبلې خواد سرطان حجره زیاروباسي چې دتومورسپریسرجین ،چې دسرطان ناروغۍ مخنیوی کوي، غیر فعال کړي.

	که په يوه حجره کې د تومور Tumor مخنيوونکی پروټيين P53 نيمګړی نه وي ،اوډي .اين.اي.DNA ته زيان ورسيږي، بيا نومورې پروټيين فعال کيږي . داړتيا په وخت کې کولای شي چې دغې ناروغې حجرې ته دځانی سيګنال ورسوي .
	که په يوه حجره کې د يوه تومور Tumor مخنيوونکي پروټيين P53 نيمګړی وي نو کله چې ډي. اين.اي.DNA ته زيان ورسيږي بيا نومورې پروټيين نه فعال کيږي اوله دې کبله دتومورحجرې منځته راځي .
	خيني وايرسونه Virus هم پيژندل شوي دي ، چې په روغو حجروکې نه بلکې يوازې په تومورحجرو کې، ډيربنت مومي اوپه پايله کې هغوی له منځه وړي . دنومورې کرنلارې څخه دسرطان ناروغیددرملنې په موخه کار اخيستل کيږي .

(۷۹.شکل)

۷۹.شکل: په پورتنۍ برخه کې ښوول شو بده چې د Tumorsuppressorprotein p53 پروټيين دسم کارکولو په حالت کې يوه ناروغه حجره(ژونکه) له منځه وړي . دا ځکه چې نومورې پروټيين نه پرېږدي چې دغه ناروغه حجره(ژونکه) خپل ځان وويشي او ډېربنت ومومي . په منځنۍ برخه کې ښوول شو بده چې که نومورې پروټيين نيمګړی وي (Abnormal P53) نو د سرطان يوه ناروغه حجره له منځه نه ځي اوبې شمېره خپل ځان ډېرولای شي . دا په دې مانا چې د p53 پروټيين د نيمګړتيا په پايله کې يوتومور Tumor پيدا کيږي . داځکه چې دنومورې پروټيين په واسطه دميتوز کنټرول کوونکې دنده له منځه ځي . دنومورې شکل په لاندنۍ برخه کې ښوول شو بده چې څرنګه يوواېرس (Virus) د روغې حجرې پر ځای دسرطان يوې ناروغې حجرې ډي .اين.اي. ته ورننوځي او هلته ګڼ شمېر نورواېرسونه توليدوي چې هغوی په خپل وار سره د سرطان پاتې حجرې د منځه وړي(38) .

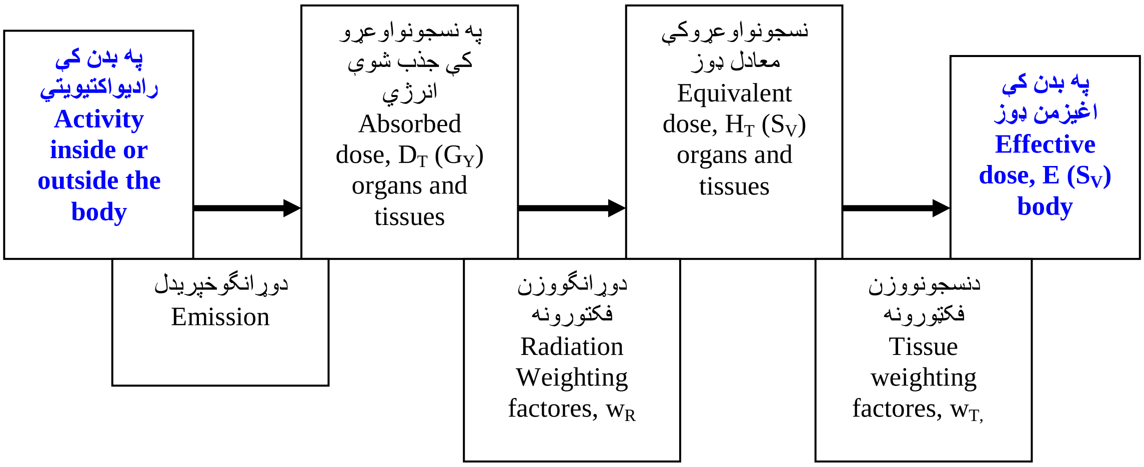
د پام وړ:

- په ۱۹۵۳ کال کې دوو برتانوي کارپوهانو، هر یوه F .Crick او J .Watson د ډي اين اې DNA غبرګ تاوشوو تارونبه، اودنوموړي ماليکول جوړښت، د یوي فزيکي وتلي کړنلارې په مرسته ، چې داکسريزډيفراکشن (X-Ray diffraction) په نامه سره ياديږي، را برسيره کړ.
- نوموړوپوهانوښوولّه، چې دیوي حجرې د ژوند ټول مالومات، د ډي اين اې ماليکول په ټاکلوبرخو کې خوندي اوپټ پروت دی، چې د جين (Gene) په نامه سره ياديږي.
- داهم په ډاګه شوه چې، په ډي اين اې کې دوه ډوله جين ځای پر ځای شوي دي . يو يې اونکوجين (Oncogene) او بل يې تومورسپرېسرجين (Tumor suppressor gene) په نامه سره ياديږي . نوموړي دواړه جينونه داسې دندې تر سره کوي، چې اونکو جين د حجرې دويشتوب کړنلاره پر مخ بيايي، او تومور سپريسر جين د ويشتوب کړنلاره په هغه وخت کې په ټپه دروي، چې نور اړتيا ورته نه ليدل کيږي. دا په دې مانا چې دواړه جينونه د يوه او بل په ضد کارکوي . ديوي حجرې دنورمال کارکولوپاره، ددواړوجينو د ګډ او سم کارډېراړين دی ترڅو دحجرې دبې ځايه ډېرښت مخه ونيول شي.
- که چيرته دنوموړودواړوجينونوترمنځ د موتيشن له کبله دغه تعادل له منځه لاړشي، نو داونکوجين لخواهڅه کيږي، چې دحجرې ويشتوب کړنلاره بې کنترولّه مخ په وړاندې ولاړه شي. په پايله کې دسرطان نا روغی منځته راځي.
- که فرض کړو چې يوه حجره د يوه موټر سره ورته وي، نوداونکوجين دنده دغاز پيډال او دتومورسپريسر جين دنده لکه دموټر بريک په ډول کارکوي. کله چې دموټر سرعت د خپل ټاکلي بريد څخه واوړي (اونکوګين ناسم کارکوي) نود بريک (تومور سپريسرجين) په مرسته سره مو ټر سوکه کيږي، تر څودسرک څخه د باندې وه نه وزي. خو کله چې په نوموړو جينونو کې موتيشن منځته راغلی وي، نودغه تعادل د منځه ځي.
- دسرطان ناروغی د پيژندلو په موخه د تومورسپريسرجين لکه P53 ټاکل نن ورځ يوه ډېره مهمه کړنلاره تشکيلوي. دا ځکه چې د سرطان په ناروغيواخته نسجونو کې،د نوموړي جين اندازه، د پخوا په پرتله تغير کوي.
- داسې اټکل کيږي چې (Oncogene) دځينوباندنيو اغېز وله کبله هم په ډېر فعاليت پيل کوي، لکه سګرټ څکول، څخنه هواتنفس کول،ډېرشحميات خوړل،نيترات اوبينځپورين (Benzpyrene) ځان ته را نيول اونور.

په ۲۲ الف جدول کې یو لړ تومورمخنیوونکي جینونه، دهغوی دندې او همدارنګه په ټاکلو کروموزومو کې دهغوی موقعیت، ښوول شوی دی. کله چې په یوه تومور سپریسرجین کې موتیشن اویا نیمګړتیا پیدا شي، نوپه پایله کې دیوه ټاکلي غړي ناروغي د منځته راتلو لامل کرځي . په لاندني جدول کې دتومورمخنیوونکوجینو، نومونه په لنډ ډول سره لیکل شوي دي . دبېلګې په ډول، هغه ښځې چې د تیو سرطان په ناروغۍ اخته وي، دهغوی په حجروکې د تومورسپریسر جین نوم لنډېز داسې لیکل شوی دی:
Breast cancer 1= BRCA1 اویا دسترګو دشبکې سرطان دتومورمخنیوونکي جین نوم لنډېزداسې دی:
(Retinoblastoma gen = Rb)

Tumor suppressor gene دتومورمخنیوونکي جین نوم	**Function** دنده	**Chromosomal location** په کروموزوم کې موقعیت	**Tumor types observed** دتومورډول
P53	دحجرې سایکل یاني ګرزیدني کنترول او ځان وژنه	17p13 .1 اوولسم کروموزوم	دماغزوسرطان، دویني سرطان، دتیو سرطان
RB1	دحجرې سایکل کنترول	13q14 .1-q14 .2 دیارلسم کروموزوم	دسترګوریټینا سرطان
BRCA1	دحجرې سایکل کنترول، د ډي اين اې نیمګړتیا رغول، دپروټیین کنترول	17 q21 اوولسم کروموزوم	دتیوسرطان او د تخمدان سرطان
PTCH	دپوستکي ریسیپټورونوکنترول	9q22 .3 نهم کروموزوم	دپوستکي سرطان
PTEN	پروټیین تیروزین فوسفاتاز	10q23 .3 لسم کروموزوم	دماغزو سرطان، دتیو سرطان، د غاړې او تایراید سرطان
CDH1	دحجروترمنځ د نښلولوپروټیین	16q 22 .1 شپاړسم کروموزوم	دخېټي سرطان

۲۲-الف جدول: دیولړنامتوپېژندل شووسرطاني ناروغیو مخنیوونکوجینونو Genes دنده اوکلینیکي سیندرومونه Syndroms ښوول شوې دي.



۲۲- ب جدول: ديوې راديو اکتيوسرچينې څخه لکه تيحنيسيم Tc-99 دګاما وړانګې خپرېږي اوبدن په غړو اونسجونوکې جذب کيږي. کله چې دغه جذب شوې انرژي، دوړانګووزن فکتورسره ضرب کړو،نودغړو او نسجونومعادل ډوز لاس ته راځي. دوړانګو کلينيکي او بيالوژيکي خطردارزولواوټاکلو په موخه، داغيزمن ډوز پيژندل اړين دی. نوموړی فيزيکي کميت، دنسجونو وزن فکتوراومعادل ډوز د حاصل ضرب څخه تر لاسه کيږي.

پوښتنې (Questions): (ځوابونه يې په نولسم ځپرکي کې ورکړشوي دي):

۸-۱ دوړانګو سم سيخ او ناسم سيخ اغيزې ديوه بل سره څه توپير لري؟
۸-۲ خپلواک راديکال څه ته وايي؟
۸-۳ په ډي اين اې DNA باندې دوړانګو ناوړه اغيزې په ګوته کړی؟
۸-۴ دوړانګوانرژی ډوزاود ډي اين اې غبرګ تاو شووتارونو،د پرې کيدلو په تړاوڅه ډول اړيکې شتون لري؟
۸-۵ که چيرته په ډي اين اې DNA کې دوړانګودغبرګون په پايله کې نيمګړتيا راشي اوبيرته د ټاکلو انزايمو په مرسته دغه نيمګړتيا له منځه لاړه نشي نو کومې ناوړه اغيزې به منځته راشي ؟
۸-۶ کله چې يوه بيالوژيکي ماده کې وړانګې جذب شي نوپه خپل وارسره کومې پيښې پرلپسې پيل کيږي؟
۸-۷ دوړانګوسم سيخ او ناسم سيخ غبرګون دبدن په حجروکې څه ډول ناوړه اغيزې منځته راولي؟
۸-۸ کله چې ايونايزوونکې وړانګې د يوې بيالوژيکي مادې سره غبرګون وکړي نوپه پايله کې پرلپسې کومې فيزيکي،کيمياوي او بيالوژيکي پيښې منځته راځي؟
۸-۹ دوړانګو تصادفي اغيزو (ستوخاسيک) او نه ستوخاستيک (Deterministic) اغيزو ترمنځ توپير څه دی؟

* * *

څلورمه برخه

نهم څپرکی

د یورانیوم لاس ته راوړلو او راایستلو ټکنالوژي:

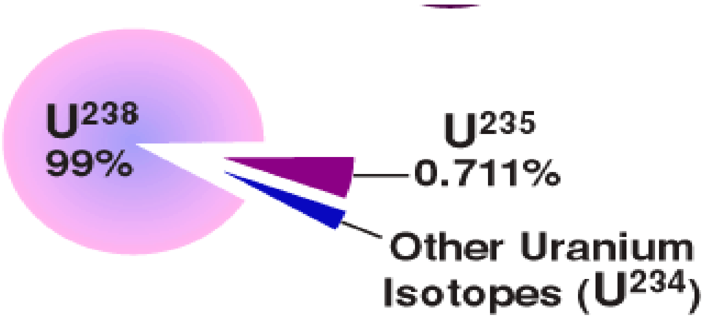
(Uranium mining and production)

طبیعي یورانیوم (Natural Uranium) :

په 1789 م کال کې طبیعي یورانیوم د لومړي ځل لپاره د یوه جرمني کیمیا پوه، مارتین هاینریش کلاپروت (Martin Heinrich Klaproth) لخوا رابر سیره شواو داورانوس سیارې نوم ورکړ شو . دیورانیوم عنصر نوم د سیاره اورانوس (Planet Uranus) څخه اخېستل شوی، چې په یوناني ژبه کې د اسمان (Sky) مانا ورکوي.

طبیعي یورانیوم ددوه ایزوټوپو څخه جوړدی، چې یو یې د یورانیوم دوه سوه اته دېرش (U-238) او بل یې دیورانیوم دوه سوه پینځه دېرش (U-235) په نامه سره یادیږي . لومړی ایزوټوپ یانې (U-238) دطبیعي یورانیوم څه ناڅه نهه نوي عشاریه درې په سل کې (99,3%) او یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش (U-235) دطبیعي یورانیوم لږ څه صفر عشاریه اوه په سل کې (0,7%) تشکیلوي . وروستی ایزوټوپ د یوې خوا د (U-238) ایزوټوپ په پرتله، په لوړه کچه رادیو اکتیو خواص لري اودحرارتي نیوترون په جذب کولو سره چوي، او دبلې خوا دنوموړي اتومونه بې له باندنیو فیزیکي، بیالوژیکي او یا کیمیاوي اغېز و، په خپل سراوپه طبیعي حالت کې چوي (Fission) . نوموړی ایزوټوپ، په هستوي بټیو کې دسونګ موادو په صفت، دبرېښنا د تولید په موخه او همدارنګه دهستوي وسلو د جوړولو لپاره په کار اچول کیږي. د یورانیوم یوډېر ګټور استعمال په بریډربټۍ (Breeder reactors) کې دیادولووړدی . په نوموړې بټۍ کې U-238 اتوم یو ګړندی نیوترون جذب کوي او په پایله کې دخپل استهلاک نه ډېر چاودیدونکي مواد تولید کیږي، نسبت ودې ته ، چې د هستوي ځنځیري تعامل لپاره په کاروي. دبېلګې په توګه لکه پلوتونیم P-239

داسې اټکل کیږي چې په نړۍ کې دیورانیوم زېرمې داتیا کالونو څخه وروسته خلاصې شي . دیورانیوم عنصر لږ څه شپږنیم بیلیونه کاله (6,6 billions) پخوا په سوپر نووا (Super novae) کې منځته راغی. سوپر نووا په کایناتو کې په ډېره لوړه کچه یوه ځلیدونکې او درڼا څخه ډکه چاودنه ده، چې هر پینځوس کاله وروسته یو ځل منځته راځي. دسوپر نووا ماده دایونایز شوو اتومونو څخه جوړه ده، او دپلازما په نامه سره یادیږي. دنوموړې هستوي پیښې عمرلنډ دی اوڅه ناڅه یوه میاشت پاینښت لري. بیا یې رڼا وروروکمیږي اوخړ پړ رنګ ځان ته غوره کوي. په نوموړي وخت کې، سوپرنووا ، دومره انرژي د رڼا په بڼه خپروي، لکه چې لمر یې د لسو بیلیونو په موده کې خپروي.



دطبيعي يورانيم فزيكي خواص:

☑ سوچه طبيعي يورانيم (Natural Uranium) دسپينو زرو په شان يوسپين رنګه ځليدونكى راديو اكتيو عنصر دى، چي دالفا وړانګي ورڅخه خپريږي اود ډېرو درندو فلزاتو په ډله کي شمېرل كيږي. دنومړي عنصر كيمياوي سمبول په يو (U) سره ښوول كيږي.

☑ طبيعي يورانيوم نهه نوي په سلو كي، ديورانيوم دوه سوه اته ديرش U^{238} 99% , څه ناڅه صفرعشاريه اووه په سلوکي U^{235} 0,711% ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش، اوپاتي برخه يې د يورانيوم دوه سوه څلورديرش U^{234} ايزوټوپ څخه جوړه ده .

☑ طبيعي يورانيوم دډېرودرندوعنصرونولكه سرپ (lead)، كادميم (Cadmium) او تنګستن (Tungsten) د ډلي څخه شمېرل كيږي، چي كثافت يې نونس ګرام په يوه سانتي متر مكعب ($19,1\ g/cm^3$) ياني داو سپني كثافت څخه دري واره لوړ دى .

☑ دطبيعي يورانيم فزيكي نيمايي وخت لږ څه څلورنيم مليارده (4500000000) كاله دى اود ځمكي دپيدا ينبت سره يوشان ده . نوموړى عنصرڅه ناڅه شپږنيم بليونه كاله (6,6 billions year) له مخه ياني د سوپرنووا (Supper Novae) دجوړيدو سره يوځاى منځته راغلى دى.

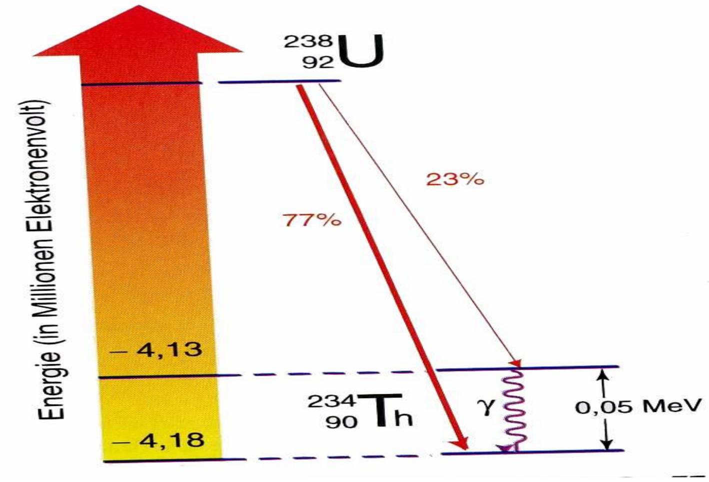
☑ دطبيعي يورانيم يوايزوټوپ دوه نوي 92 پروتونه او يوسلوشپږ څلويښت 146 نيوترونه لري .د كتلي شمېره يې دوه سوه اته ديرش A= 238 ته رسيږي. دنوموړي يورانيم كيمياوي سمبول په U^{238} ښوول كيږي.

☑ دويلي كيدلو ټكى يې، څه ناڅه يوولس سوه ګراد سيلسيوس (1132 °C) اودغليان ټكى يې دري زره پينځه سوه ګراد سلسيوس 3500 °C دى .

☑ مخصوصه راديو اكتيويتي يې مساوي ده له : 12450 Bq/gram

☑ په نړى كي څه ناڅه 440 هستوي بټۍ كاركوي اوپه يوه كال كي ديورانيوم 86000 ټنوته اړتيا لري.

طبیعي یورانیوم رادیو اکتیو خاصیت لري. دا په دې مانا چې په خپل سر، بې له باندنۍ کیمیاوي او فیزیکي اغېزې څخه چوي. درادیواکتیو تجزیې په ترڅ کې په نوروعنصرونو لکه توریم Th^{23}، پروتاکتینم Pa^{234} اویورانیوم U^{234} ایزوټوپوباندې بدلیږي. په ۷۰ شکل کی دیورانیوم دوه سوه اته دېرش دتجزیې انرژي شپېکټرم ښوول شوی ده.



۷۰- شکل: په پورتني شکل کې دیورانیوم U^{238} تجزیې شپېکټرم ښوول شوی دی چې دالفا دوه ذرې خپروي. نوموړی عنصر اوه اویا په سل کې 77% کې دالفا یوه ذره α_1 او درویشت په سل کې 23% دویمه الفا ذره α_2 خپروي. دهغوی حرکي انرژي په خپل وار سره څه ناڅه څلورمیګا الکترون ولټه $\alpha_1 = 4,18$ MeV او $\alpha_2 = 4,13$ MeV قیمت لري. په دغه تجزیه کې یورانیوم دتوریم Th^{234} رادیواکتیو یوه نوي عنصر بنسټیز انرژي لیول ته رالویږي. درویښت په سل کې، یورانیوم په یوه هیجاني توریم عنصر تجزیه کیږي. په نوموړي صورت کې یورانیوم یوه بله الفا وړانګه خپروي چې انرژي یې څلورعشاریه دوه 4,23 MeV ده او د توریم یوې هیجاني انرژي لیول ته رالویږي. دهیجاني لیول او د بنسټیزلیول (Ground state) توپیر 0,05 MeV قیمت لري. دغه اضافګي انرژي دګاما وړانګې په څېر له لاسه ورکوي. (17)

$$U^{238} \Rightarrow Th^{234} + \alpha^{4}$$

دطبیعي یورانیوم ایزوټوپ U^{238} هسته، د چاودېدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه ایزوټوپ U^{235} په بر خلاف د حرارتي نیوترونوپه ویشتلو سره نه چوي. له دې کبله د هستوي بټۍ لپاره د سونګ موادو په ډول نشي کارېدلای. خو د ګړندیونیوترونو په ویشتلو سره، چې انرژي یې د یو میګا لاکترون 1MeV ولټه څخه پورته وي، ددې امکان شته دی، چې نیوترون د یورانیوم دوه سوه اته دېرش ایزوټوپ U^{238} هستې ته ورننوځي او بیا دنوموړې هستې څخه جذب شي. په هستوي بټۍ کې نوموړې کړنلاره تر سره کیږي، اوپه مصنوعي ډول سره رادیو اکتیو پلوتونیم Pu^{239} لاس ته راځي.

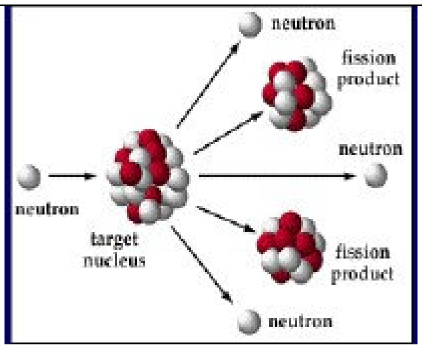
یادونه: یومترمکعب یورانیوم اکساید (O_3O_8) لږ څه 700 000 kWh انرژي تولیدوي.

دا څکه چې د یورانیوم دوه سوه پینځه هستې په چاودنه کې دوه تر درې ګړندي نیوترونه ازادکیږي او دشاوخوا یورانیوم دوه سوه اته دېرش هستو سره غبرګون کوي. کله چې یو ګړندی نیوترون n د یورانیوم په هسته ولګیږي، نو په پایله کې په خپل وارسره د یورانیوم دوه سوه نهه دېرش U^{239} نېپتون دوه سوه نهه دېرش Np^{239} او په اخېر کې پلوتونیم دوه سوه نهه دېرش Pu^{239} نوې هستې لا س ته راځي.

د نوموړي هستوي تعامل په ترڅ کې د بېټا وړانګې β خپرېږي چې معادله (انډولیزه) یې په لاندې ډول لیکلای شو.

$$U^{238} + n \rightarrow U^{239} \rightarrow \beta - decay \rightarrow Np^{239} \rightarrow \beta - decay \rightarrow Pu^{239}$$

ایزوټوپ Isotope	دپروتونو Z شمیر	دنیوترونو N شمیر	دکتلې A شمیر	سلیزه برخه
U-234	92	142	234	0,006
U-235	92	143	235	0,72
U-238	92	146	238	99,275



۲۲-ج جدول: دطبیعي یورانیوم ایزوټوپو ،فیزیکی خواص او په طبیعت کې د پیدا ینت سلیزه برخه ښوول شو یده .

☜ پلوټونیم د یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش په څېر، دحرارتي نیوترونو په جذب کولو سره، سمدلاسه چوي. له دې کبله دچاودېدونکي موادو په صفت په هستوي بټیو کې د سونګ موادو او په تېره بیا دهستوي وسلو په جوړولو کې، لکه اتوم بم خورا اهمیت لري. په پورتني شکل کې یو نیوترون په یوه هسته لګیږي او په پایله کې دوه سپکې هستې او درې نیوترونه منځته راځي .

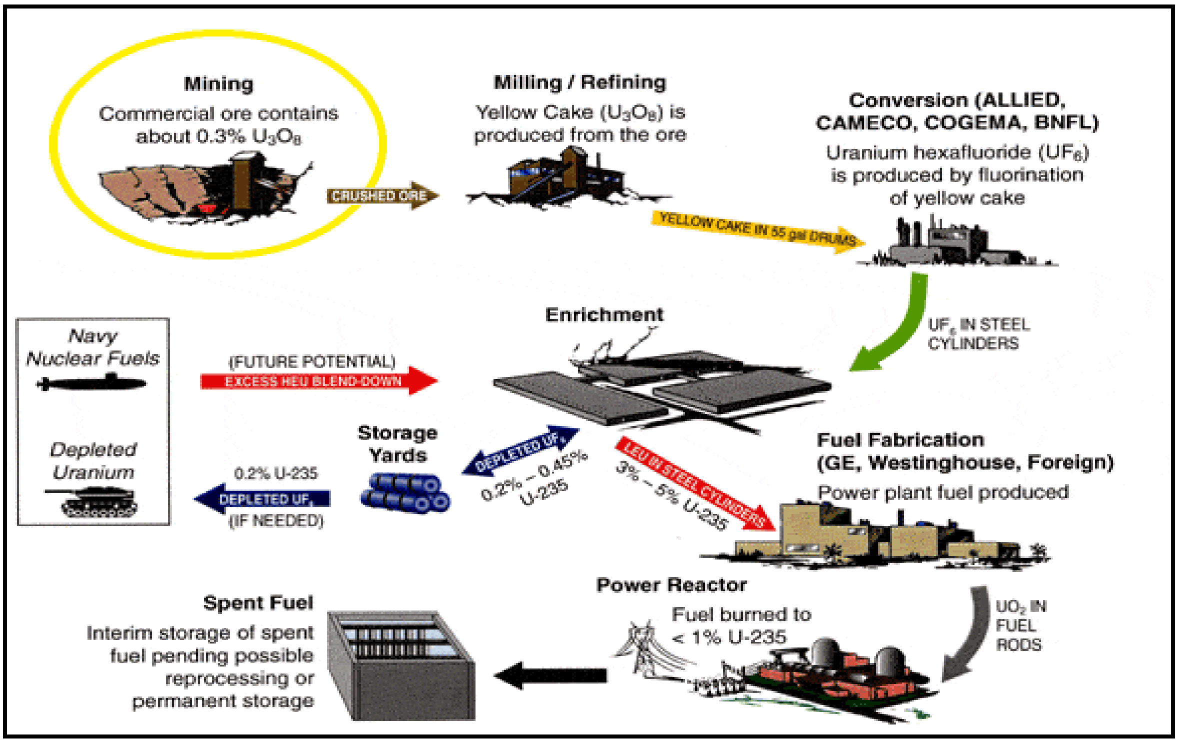
د طبیعي یورانیوم دویم ایزوټوپ، یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش تشکیلوي او د پلوټونیم په ډول په هستوي بټۍ کې د سونګ موادو په توګه کارول کیږي .کله چې دیورانیوم دوه سوه پینځه دېرش هسته وچوي، نو په منځني ډول دوه او یا درې ګړندي نیوترونونه ور خخه آزادیږي. دوی بیا په خپل وار سره خپل ګاونډي یورانیوم دوه سوه اته دېرش U^{238} هستو باندې لګیږي او په پایله کې ورڅخه پلوټونیم دوه سوه نهه دېرش Pu^{239} لاس ته راځي. دنوموړي چاودني څخه په ګټه پورته کولو سره، کېدای شي چې د سپکواوبوهستوي بټۍ، او یا په بریډرهستوي بټۍ (Breeding Reactor) کې دپلوټونیم چاودیدونکی سونګ مواد ترلاسه شي.

☜ هستوي بټۍ یوې داسې هستوي دستګاه ته ویل کیږي، چې په هغه کې، د اتومي انرژۍ په مرسته سره بریښنا لاس ته راځي. دنوموړي موخې لپاره د هستوي بټۍ په منځ کې، لږ څه دوه سوه ټنه یورانیوم اکسایډ (UO_2) ځای پر ځای کیږي، چې د سونګ موادو په ډول ورڅخه کار اخیستل کیږي. نوموړی یورانیوم د وه په سل کې په یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش U-235 باندې بډای شوی وي. په یوه هستوي بټۍ کې، د یورانیوم دوه سوه اته دېرش U^{238} هسته کولای شي، چې چټک نیوترونه جذب کړي او په پایله کې پلوټونیم دوه سوه نهه دېرش Pu^{239} منځته راشي .

دیورانیوم U^{238} د مول کتله، دوه سوه اته دېرش ګرام ده . دا په دې مانا چې په دوه سوه اته دېرش ګرام یورانیوم کې $6{,}02\times10^{23}$ اتومونه موجوددي . په دې اساس په یوه ګرام کې $2{,}53\times10^{21}$ اتومونه او په یوه مایکرو ګرام کې $2{,}53\times10^{15}$ اتومونه شته دي. څرنګه چې د یورانیوم نیمايي عمر څلورنیم ملیارده کاله دی، نو دا مانا لري، چې د نوموړي مودې څخه وروسته، په یوه کال کې یوه هسته چوي . نوپه یو مایکرو ګرام یورانیوم کې، لږ څه نیم ملیون چاودني په یوه کال کې تر سره کیږي. په یوه ورځ کې یوزرو پینځه سوه څلوېښت هستې چوي او په همدغه کچه الفا وړانګې خپروي .

د طبیعي یورانیوم د استخراج کړنلاره :

د یورانیوم زیرمي او کانونه په طبیعي ډول د ځمکي کورې(globus) په ډېر یروبرخو او په غیر متجانس ډول سره پیداکیږي . په لومړي پړاوکي، د طبیعي یورانیوم معدني مینرالونه لکه (Uraninit = Pechblende) دیو لړفیزیکي او کیمیاوي کړنلارو په مرسته سره دنوروډېرو خخه بیلږي.
په ۷۱- شکل کي دطبیعي یورانیوم د لا س ته راوستلو کړنلاره ښوول شو یده .



(۷۱- شکل)

۷۱- شکل : دطبیعي یورانیوم د استخراج ټکنالوژي او دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش (U^{235}) د بډایولو (Enrichment) کړنلاره ښوول شوي ده،چي په هستوي بټیو (Nuclear Power Plants) کې د سونګ موادو په موخه ورځخه کار اخیستل کیږي(43)

د یورانیوم د استخراج او بډای کولو کړنلاره په لاندي پړاوونو کي تر سره کیږي:

لومړی: د یورانیوم دراایستلو کړنلاره (Mining) :

طبیعي یورانیوم په سوچه توګه په طبیعت کي نه پیدا کیږي، بلکې په کاني ډبروکي د یورانیوم اکساید (U_3O_8) مرکب (ګډ) په شکل موجود وي . کله چي نوموړی عنصر،دیورانیوم یوه کان ځخه استخراج کیږي، نو په مرکب کي دسوچه یورانیوم برخه لړ ځه صفر عشاریه دري په سل (0,3%) کي ده . دطبیعي یورانیوم مرکبات داکساید په بڼه ډېر ډولونه لري. د بېلګې په ډول، لکه ناتریم یورانات، یورانیوم اکساید ، ماګنېزیم یورانات او امونیم ډي یورانات . په ۷۲- شکل کي د طبیعي یورانیوم یوه کاني ډبره پېښبلېندې (Pechblende) ښوول شو یده (71) .

(۷۲-شکل)

۷۲- شکل : دښي اړخ نه کیڼ خواته : دطبیعي یورانیوم معدني ډبره (Pechblende) ، دیورانیوم اکساید(زیړرنګ) Yellow cake (U_3O_8) ، یورانیم ډي اکساید (نصواري رنګ)، Urandioxid (UO_2), یورانیم تیترافلوراید (شین رنګ) Urantetrafluoride (UF_4) ، یورانیم هیکسافلوراید (سپین شفاف رنګ) ، Uranhexafluorid (UF_6) ، مأ خذ : (Focus 101)

دویم: دیورانیوم اکساید اوړه کول (Milling/Refining):

دیورانیوم اکساید معدني ډبرې ډیوې ژرندې په مرسته سره دومره کوچنی او میده کیږي تر څو لکه د اوړو په شان په پوډرو باندې واوړي. دغه ډول اوړه شوي یورانیوم ته د زیړ کیک (Yellow Cake) نوم ورکړشوی دی.

دریم: یورانیوم هېکسا فلوراید (UF6) (Uranium hexafluoride):

یورانیوم هېکسا فلوراید په عادي تودوخې او فشار کې یو پودر شکله جامد شکل لري، چې کثافت یې لږ څه پینځه ګرام په یوه سانتي متر مکعب دی. خودتودوخې په څه ناڅه شپږ پینځوس درجه د سانتي ګراد 56, 4 °C د جامد حالت څخه سم سیخ په غازشکله حالت باندې اوړي. نوموړی غازډیوې خوا یوډېر سخت رادیو اکتیو اودبلې خوا کیمیاوي ډېر زهرجن خاصیت لري. نوکله چې تنفس شي د سږو او پښتورګو لپاره ډېر زیان رسوي.

دیورانیوم هېکسا فلوراید څخه، په هستوي بټۍ لکه دسپکو اوبو بټۍ (Light Water Reactor) ، د خوټېدونکي اوبوبټۍ (Boiling water Reactors) اویا د لوړ فشاراوبوبټۍ (High Pressurized Water Reacors) کې ،دچاودېدونکي سونګ مواد و په موخه ، ګټه اخېستل کیږي. دیورانیوم دبدای کولو لپاره اړین ده چې لومړی جامد یورانیوم اکساید یاني زیړ کیک (U_3O_8) د یو لړ کیمیاوي پړاوونوپه اخېر کې دیورانیوم هېکسا فلوراید په غاز باندې و اړول شي. دغه کړنلاره په لاندې ډول تر سره کیږي.

نوموړی زیړ کېک په نیتریک اسید کې حل کیږي HNO_3 او د یورانیول نیترات مرکب (ګډ) ورڅخه لاس ته راځي . $UO_2(NO_3)_2$ = Uranyl Nitrate وروسته له هغه څخه دامونیم هایدرواکساید NH_4OH سره ګډیږي، تر څو امونیم ډي اورانات $(NH_4)_2U_2O_7$ =Ammonium Diuranate باندې واوړي. په اخېر کې نوموړی مرکب د هایدروجن مالېکول په مرسته سره، د ریدکشن کیمیاوي پروسې لاندې نیول کیږي، ترڅوچې یو نسواري رنګه یورانیوم ډي اکساي (UO_2) ورڅخه جوړشي. بیا په خپل وار سره د هایدروفلوریک اسید (HF= hydrofluoric acid) او د فلورین (F_2 = fluorine) په اکسا یدیشن سره، لومړی (UF_4) اووروپسې یورانیوم هېکسا قلوراید (Uranium hexafluoride) لا س ته راځي.

د یورانیوم هېکسا فلوراید غاز مرکب (ګډ) چې صفرعشاریه اوه په سلو کې % 0,7 د یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش U^{235} او پا تې برخه یې U^{238} جوړوي، بیا په خپل وار سره د یوې ځانګړې ټکنالوژي په مر سته سره، چې دیورانیوم غاز سنتریفوګ په نامه سره یادیږي، تر لږ څه درې په سل (% 3) کې دچاودېدونکې یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش U^{235} برخه یې بډای کیږي. په دغه کړنلاره کې یورانیوم دوه سوه اته دېرش ایزوټوپ U^{238} لږ څه پینځه اتیا په سل (85%) کې او یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش صفر عشاریه دوه څخه تر صفر عشاره پینځه په سل کې (U^{235} % 0,45- 0,2) ورڅه بیلیږي او دفاضله موادو په ډول اچول کیږي. دنوموړې موخې لپاره یورانیوم دیوې ځانګړې آلې په مرسته سره، چې د یورانیوم ژرندې (Uran Mill) په نامه سره یادیږي ترهغه پورې میده کیږي، ترڅوچې دپودرېنه ځانته غوره کړي. دیورانیوم دغه ډول کوچنۍ ذرې، چې دپوډرېنه لري، دقلوي اویا تیزابي مرکباتو په مرسته سره، داوکسید یشن oxidation کونکومرکباتولکه (Na_2ClO_4) په ګډون سره، دنورومواد و څخه بېلیږي . یوداسې پوډرډوله یورانیوم، چې د ژیړ کیک په شان برېښي، دیېلو کیک (Yellowcake) په نامه سره یادیږي. کیمیاوي سېمبول یې په U_3O_8 سره لیکل کیږي. نوموړي ژیړکیک ته، په ډېرو غټو بخاریو(Oven) کې تر شپږ پینځوس درجې دسانتي ګرېډ (56 °C) پورې تودوخې ورکول کیږي .دیو لړ کیمیاوي پروسو په اخېرکې د نیتریک اسید، امونیم هایدرواکساید، هایدروجن، هایدرو فلوریک اسید او دفلورغاز (Flour= F_2) په مر سته سره په شپږ قېمته یورانیوم او فلورمرکب باندې اوړي. دیورانیوم دغه ژیړرنګه مرکب (ګډ) ،چې په اوبو کې یې د حل کیدلو وړتیا دڅلورقیمته یورانیوم په پر تله ډېره لوړه ده، د یورانیوم هېکسا فلوارید (UF_6) په نامه سره یادیږي او ډېر زهرجن غاز دی.

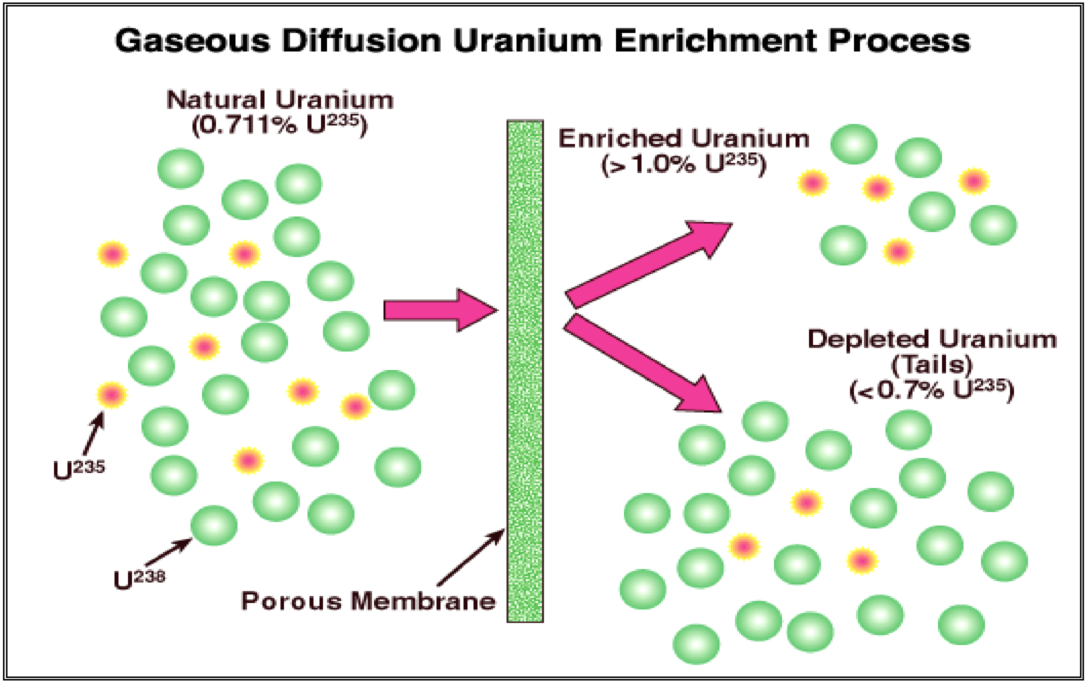
په پایله کې د یورانیوم هېکسا فلوراید غاز، بیا په خپل وار سره دیورانیوم اکساید (UO_2) په یوه پودر اړول کیږي او دلوړ فشار، ټاکلی تودوخې اوځانګړي ټکنالوژي په مرسته ، په ناڅاپې ډول سره په لومړې پړاوکې دغاز څخه په جامد حالت، او بیا په دوهم پړاو کې د کوچنیو کروي شکله ټوټو (Pellets) باندې اړول کیږي. د چاو دېدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش بډای شوې غونډې ټوټې، په هستو ي بټیو کې د سونګ موادو په موخه کارول کیږي.

د یورانیوم د بډایې کولو کړنلاره (Uranium enrichment) :

په طبیعي یورانیوم کې د چاودېدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش ایزوټوپ، دبډای کولو لپاره ډېرې کړنلارې منځته راغلې، چې اړینې یې دادي: د سنتریفوګ کړنلاره (Uranium Gas Centrifuge) د ډیفوزیون یا د نفوذ کړنلاره (Uranium Gas Diffusion)او د لیزر کړنلاره (Laser processes). دبېلګې په ډول په ۷۲ شکل کی د یورانیوم د بډای کولو نفوذ کړنلاره ښوول شو ېده .

دیورانیوم بډای کولو نفوذ کړنلاره (Uranium Gas Diffusion) :

په نوموړې کړنلاره کې جامد یورانیوم هیکسا فلوراید (UF_6) په یوه لوښي کې مایع کیږي اوبیا دلوړ فشار اوتودوخي په مرسته سره، په غاز بدلیږي. نوموړې کړنلاره، دلومړي ځل لپاره ددویمې نړیوالې جګړې په پیل کې د امریکا یې کارپوهانولخوا، دهستوي وسلودجوړولو په موخه، دمانهتان په پروژه کې (Manhatten project 1942) وکارول شوه . نوموړې کړنلاره، دروغتیا په تړاوډیره خطرناکه ګڼل کیږي . داځکه چې یورانیوم هیکسا فلوراید ، یو کیمیاوي او رادیولوژیکي ډیر زهرجن غاز دی. دنوموړې کړنلارې یوه بله نیمګړتیا داده، چې ډیره انرژي ورته په کارده او له دې کبله نن ورځ په ډېروهیوادونو کې نه استعمالیږي.



(۷۲الف شکل)

۷۲ الف شکل : دیورانیوم دبډای کولوکړنلاره چې دغازنفوذ (Gaseous Diffusion) تکنالوژي ورته ویل کیږي. په پورتني شکل کې، کوچنۍ دایرې دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش او غټې دایرې د یورانیوم دوه سوه اته دیرش اتومونه رابنئي(85).

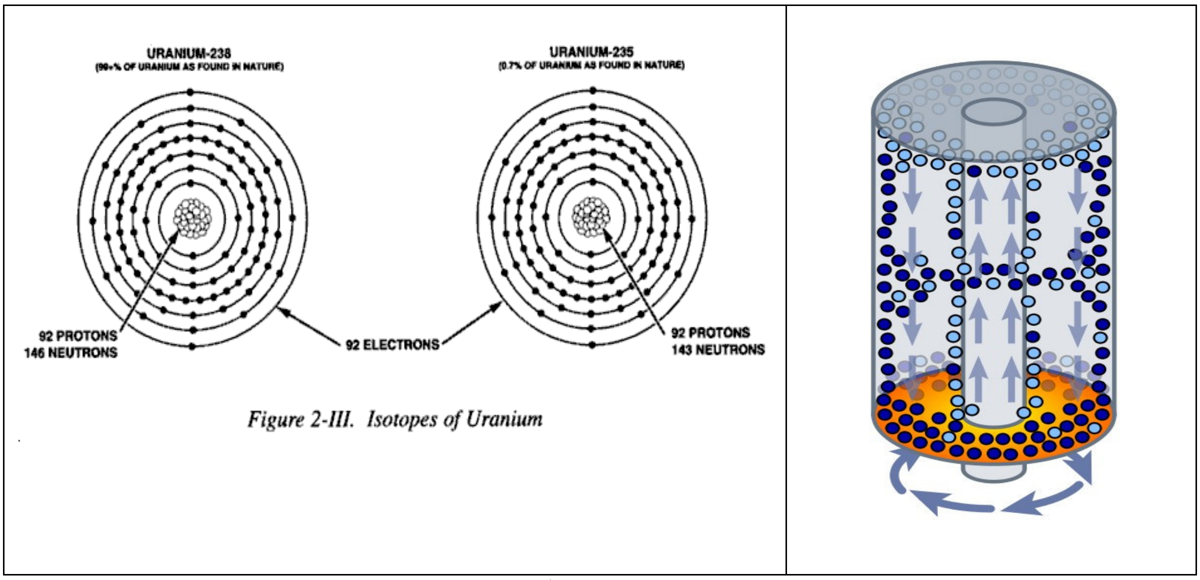
دنوموړي شکل په کیڼ اړخ کې، طبیعي یورانیوم هیکسا فلوراید غاز،ترلوړ فشار لاندې د یوه فیلتریا میمبران (Porous membran) څخه تیریږي، چې ډیر واړه سوري لري. څرنګه چې د طبیعي یورانیوم هیکسا فلوراید غاز په مرکب (ګډ) کې دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش U^{235} اویورانیوم دوه سوه څلوردیرش U^{234} ایزوتوپونه دیورانیوم دوه سوه اته دیرش U^{238} په پرتله سپک دي. نوله دې کبله د فیلترسوریو څخه په ډیر لوړسرعت (چټکتیا) تیریږي. کله چې دیو ګڼ شمیر فیلترونو څخه نوموړی غاز تیر شي، نو په اخیر کې دبډای شوي یورانیوم (Enriched uranium) اوخوارشوي یورانیوم (Depleted uranium) دیوه بل څخه بیلیږي

☜ نوموړې فیزیکي کړنلاره، چې دیوې خوا درونده ایزوتوپ (U^{238}) د سپک ایزوتوپ (U^{235}) څخه بیلوي ،او دبلې خوا دچاودیدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش ایزوتوپ سلیزه برخه د طبیعي یورانیوم په مرکب (ګډ) کې د پخوا په پرتله ډیره کوي، دیورانیوم د بډای کولو کړنلارې په نامه سره یادیږي (Uranium enrichment) .

☜ د طبیعي یورانیوم هغه مرکب (ګډ) ، چې د بډای کولو څخه وروسته، د فاضله موادو په څیر پاتې کیږي اودچاودیدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش سلیزه برخه یې، دغازنفوذ په کړنلاره کې د پخوا په پرتله را ټیټه شو بوي، د خوارشوي یورانیوم په نامه سره یادیږي . څرنګه چې خوارشوی یورانیوم رادیواکتیوخاصیت لري، نو له دې کبله په صنعت کې او د ژوندانه په نوروټولنیزو برخو کې ورڅخه ګټه نه اخیستل کیږي. خو نن ورځ دنوموړي یورانیوم څخه، په پوځي برخه کې، په پراخه توګه کار اخیستل کیږي.

د یورانیوم بډاې کولو سېنټریفوګ کړنلاره (Uranium Gas Centrifuge) :

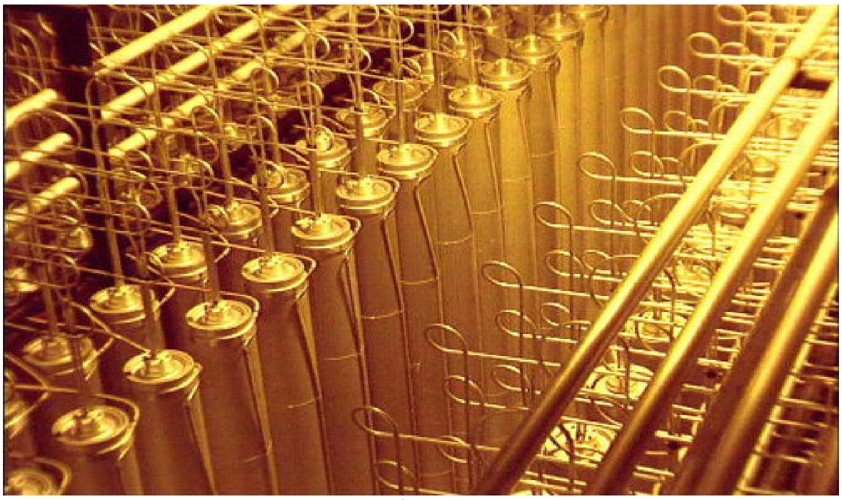
په نوموړي کړنلاره کې، یورانیوم هېکسا فلوراید UF_6 ،ګڼ شمېر سلنډر شکله ،څرخېدونکو لوښو (Uranium Gas Centrifuge) ته ورننوځي، چې ډېر لوړ ګرځېدونکی سرعت (چټکتیا) لري. د بېلګې په ډول د پېنځوس زرو څخه تر اویا زروپېرې، په یوه دقیقه کې ترسره کوي (50000-70000 rotation/min) . په دې کړنلاره کې، د یورانیوم په دواړوایزوټوپوباندې، د لوښي منځ څخه د باندې خواته، تېښتېدونکې قوه (Centrifugal force) په تو پیر سره اغېزه کوي، چې په پایله کې د یورانیوم څه ناڅه درونډ ایزوټوپ U^{238} د لوښي دیوال خواته او د یورانیوم څه ناڅه سپک ایزو ټوپ U^{235} د لوښي منځ برخې ته را غونډېږي.



(۷۲ ب شکل)

۷۲ ب شکل : د یورانیوم بډاې کولو غاز سېنټریفوګ (Gas Centrifuge) ټکنالوژي ښوول شو بده . یورانیوم دوه سوه اته دېرش اتومونه په غټو تورو ،ګردو ټکو ، او د یورانیوم دوه سوه پېنځه دېرش په سپین بخونو ،ګردو ټکو ښوول شوي دي(86).

د یورانیوم هیکسا فلوراید غاز ،تر هغه وخته پورې په څرخېدونکو لوښو کې څرخي، تر څو چې د چاودېدونکي یورانیوم دوه سوه پېنځه دېرش U^{235} برخه په سلو کې لږ څه درې په سل 3% او یا نوره هم پورته لاړه شي . د بېلګې په ډول ،د هستوي بټۍ لپاره د چاودېدونکي یورانیوم د بډاې کولو کچه ، درې په سل ، او په پوځي برخه کې لکه د هستوي وسلو لپاره، لږ څه نوي په سل کې 90% کې قیمت لري . که چېرته د چاودېدونکي یورانیوم څخه په پوځي برخه او یا د هستوي وسلو په موخه کار اخېستل وغوښتل شي، نو اړین ده چې د یورانیوم هېکسا فلورید غاز UF_6 په سل ګونو ځرخېدونکو لوښو کې و څرخي، تر څو د بډاې کولو کچه یې پورته لاړه شي. په ۴۳ شکل کې د یورانیوم غاز سنټریفوګ یا څرخېدونکو لوښو (Uranium Gas Centrifuge) دستګاه ښوول شوې ده. کله چې یوزر، څرخېدونکي لوښي څنګ په څنګ، په بربښنایز سرکېټ کې ونښلو ل شي، او د هغوی تخنیکي ارقام، لکه اوږدوالی یې یونیم متر، سرعت (چټکتیا) یې څلورسوه متره په ثانیه کې وټاکل شي، او شپه اوورځ کاروکړي، نو په یوه کال کې څه ناڅه شل کیلو ګرام په لوړه کچه غني شوی یورانیوم (HEU) تر لاسه کیږي. په دغه اندازه غني شوی یورانیوم بس دی، چې یو اتوم بم ورڅخه جوړشي.



(۷۳- شکل)

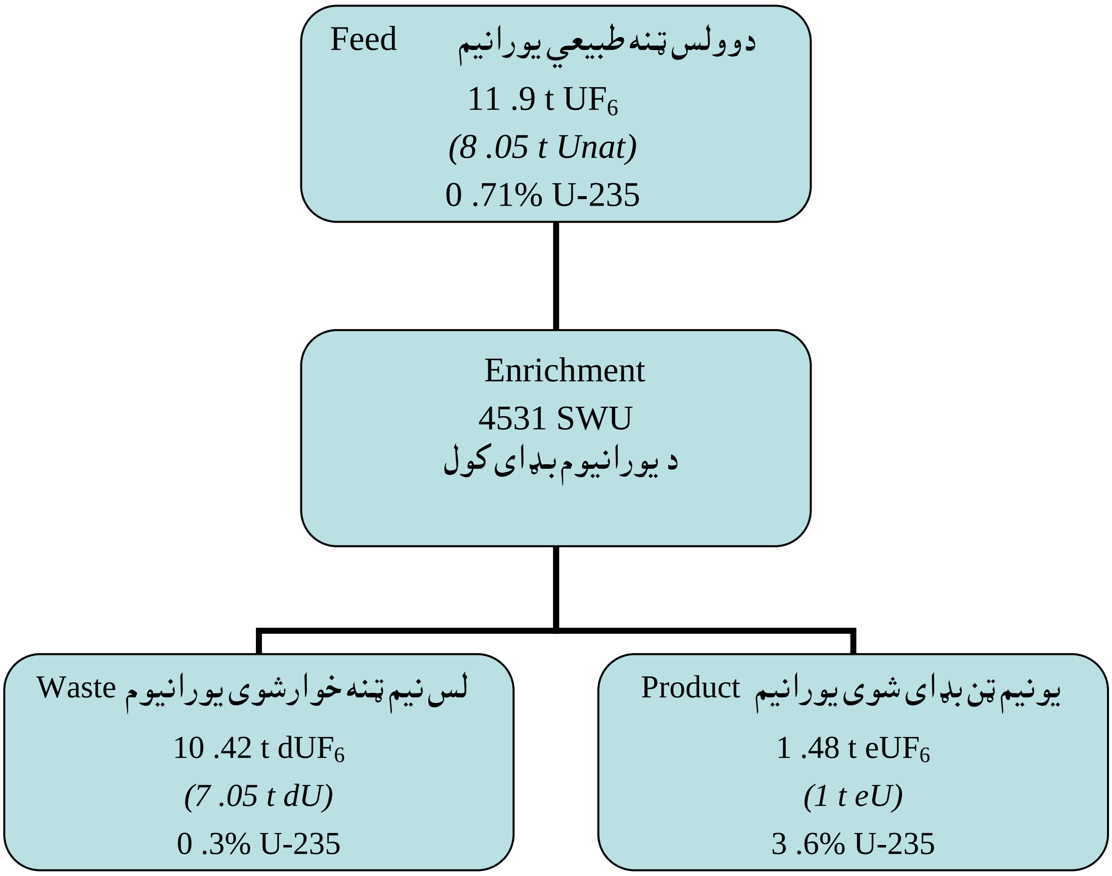
۷۳- شکل : دیورانیوم دوه سوه پینځه دېرش U^{235} ایزوټوپ دبډای کولوآله چې د سل ګونو څرخېدونکو سلنډرشکله لوښو څخه جوړه ده. په دغه ډول کړنلاره کې په هره یوه سلندرکې د یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش دبډای کولو فکټور څلور په زرمه $\sqrt{m238/m235} = 1{,}004$ برخه تشکیلوي(43) .

دیورانیوم غاز سنتریفوګ په کړنلاره کې، په ډېره لوړه اندازه خوارشوی یورانیوم Depleted uranium د فاضله موادو په ډول پاتې کیږي. دنوموړي یورانیوم کچه دلاندې بېلګې په مرسته سره اټکل کولای شو . که فرض کړوچې د یورانیوم هېکسا فلوراید مرکب(ګډ) دوولس ټنه مواد (12 t) راونیسو ، چې د بډای کولو په پیل کې د یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش برخه صفرعشاریه اوه په سل ($0{,}7\%$ U^{235}) کې ولري، نوکله چې دبډای کولوکړنلاره تر سره شي، نو په پایله کې یو ټن (1 tonn eU) بډای شوی یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش لاس ته راځي ،چې لږ څه درې نیم په سل کې ($3{,}5\%$ U^{235}) بډاې شوی وي. پاتې برخه یې، یانې لږ څه یوولس ټنه (11 tonn depleted Uranium) فاضله مواد تشکیلوي، چې دخوارشوي یورانیوم (Depleted uranium) په نامه سره یادیږي. په نوموړو فاضله موادوکې، دیورانیوم دوه سوه پینځه دېرش برخه د صفرعشاریه اوه پر ځای یوازې صفرعشاریه درې ($0{,}3\%$) ته را ښکته شوې وي.

بډای کول (Enrichment) :

په ټولنیز ډول سره د بډای کولو کلمه ټولو هغو کیمیاوي، فیزیکي اومایکروبیالوژیکي تګلارو او کړنلاروته ویل کیږي، چې دهغوی په مرسته سره په یوه مرکب (ګډ) کې، دیوې ځانګړې مادې او یا عنصرسلیزه برخه دپخوا په پرتله ډیره شي. د بېلګې په ډول په ۷۴ شکل کې دیورانیوم د بډای کولو کړنلاره ښوول شو بده .

- ☑ دعنصرواتومي وزن دتوپیرنه په ګټه اخېستل و سره، درادیو ایزوټوپوفیزیکي بېلول، لکه U^{235} او U^{238}
- ☑ دبیوکیمیاوي کړنلارې په کارولو سره، لکه دکثافت توپیر ،دلیپوپروټیینو لکه LDH او HDL بېلول.
- ☑ دمایکروبیولوژي کړنلارې په مرسته سره، لکه د مالېکولوسرعت (چټکتیا) د وایرس، غټو مالیکولو او انتیجن بېلول.
- ☑ داتومونو د جذب شپېکترم په مرسته سره، لکه دلیزر(Laser) په کړنلاره کې د ایزوټوپو بېلول.



(۷۴- شکل)

۷۴- شکل: دطبیعي یورانیوم د بډای کولو کړنلاره ښوول شو ېده . کله چې د بډای کولو په موخه دوولس ټنه یورانیوم هېکسا فلوراید (12 tUF_6) په کاروا چول شي، نو په پایله کې د هستوي بټۍ لپاره څه ناڅه یونیم ټن 3,6% بډای شوي یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش U-235 او پاتې لس نیم ټنه خوارشوی یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش (Depleted Uranium =dU) دفاضله مواد په ډول لاس ته راځي. په خوارشوي یورانیوم کې د یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش U-235 برخه، د طبیعي یورانیوم په پرتله، نیمايي ته را ټيټه شوې وي . د هستوي بټۍ لپاره د بډای شوي او د خوارشوي یورانیوم پرتله کولو کړنلاره یو پر اوه (0,14) تشکیلوي (33) .

د هستوي بټۍ سونګ مواد (Nuclear Fuel) :

کله چې په طبیعي یورانیوم کې دچاودېدونکي یورانیوم U^{235} دبډای کولوکړنلاره سرته ورسیږي، نودیورانیوم هېکسا فلوراید غاز UF_6 دیوې ځانګړې ټکنالوژي په بنسټ یوه ناڅاپه دغاز حالت څخه په جامد حالت اړول کیږي. نوموړی کلک اوبډای شوی یورانیوم، د سونګ موادو (Fuel) په صفت په هستوي بټیو کې د بریښنا د لاس ته راوړلو په موخه او یا داچې په لوړه کچه بډای شوی یورانیوم د هستوي وسلو لکه اتوم بم، هایدروجن بم اونیوترون بم کې کارول کیږي.

دبېلګې په ډول، د یوه اتوم بم دجوړولو لپاره، چې د چاودني انرژي کچه یې منځنی قدرت تشکیلوي، دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش بحراني کتلې **(Critical Mass)** کچه، نهه څلویښت کیلو ګرام **(49 kg U-235)** او سوچه پلوتونیم لپاره، لږ څه لس کیلو ګرام **(10 kg Pu-239)** اټکل کیږي، تر څو یو ځنځیري پایښت لرونکی هستوي تعامل منځته راشي **(Nuclear Chain Rreaction)**.

پو ښتنه : پلوتونيم Pu^{239} په هستوي بټۍ کې په مصنوعي ډول منځته راځي اوراديو اکتيوخواص لري . نوموړی عنصرپه يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U^{235} تجزيه کيږي او په څنګ کې دالفايوه ذره (هيليم) او څه ناڅه پينځه ميګا الکترون ولټ انرژي خپروي ($P^{239} \rightarrow U^{235} + He^4 + 5,15$ MeV)

ديوه کيلوګرام پلوتونيم څخه څومره هستوي انرژي تر لاسه کيږي؟

حل : څرنګه چې دپلوتونيوم اتوم د کتلې شميره، دوه سوه نهه ديرش ده، نو يو مول پلوتونيوم دوه سوه نهه ديرش ګرام کيږي $1 \text{ mole} = 239 \text{ g}$ اوپه يوه کيلو ګرام پلوتونيوم کې دمول شمير مساوي ده: يوزر ګرام تقسيم په دوه سوه نهه ديرش $1000 \text{ g}/239 = 4.18$

هستوي انرژي = دمول شمير× اووګادرو عدد × ازاده شوې انرژي

$$Energy = 4,18 \times 6,022 \times 10^{23} \times 5,15 \text{ MeV} = 1,3 \times 10^{31} eV$$

ځواب: لږ څه لس په طاقت ديوديرش الکترون ولته انرژي تر لاسه کيږي

په لاندني جدول کې ښوول شو بده، چې په يوه هستوي چاودنه کې دنيوترونو شميراودانرژي اکسپونينسيال ډيربښت، دوخت په تيريدلو او په واحدمايکروثانيوμs څرنګه پورته ځي.

ازاده شوې انرژي Energy (MeV	دپيداشوونيوترونو شمير # neutrons	وخت په واحدمايکرو ثانيه Time (μs)	دنيوترونودنسل شمير N generation
0	1	0,00	صفر 0th
245	2,7	0,01	لومړی 1 st
910	7,4	0,02	دويم 2nd
2720	20	0,03	دريم 3rd
$3,1 \times 10^6$	$2,2 \times 10^4$	0,1	لسم 10th
$6,9 \times 10^{10}$	$4,9 \times 10^8$	0,2	شلم 20th
$7,4 \times 10^{23}$	$5,2 \times 10^{21}$	0,50	پينځوسم 50th
$3,0 \times 10^{26}$	$2,1 \times 10^{24}$	0,56	شپږ پينځوسم 56th
$8,1 \times 10^{26}$	$5,7 \times 10^{24}$	0,57	اوه پينځوسم57th

پوښتنې (Questions): (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي):

۹-۱ طبيعي يورانيوم دکوموايزوتوپو څخه جوړدی؟

۹-۲ په خوارشوي يورانيوم کې دکوم يوه ايزوټوپ کچه دپخوا په پر تله کمښت مومي ؟

۹-۳ هستوي بټۍ څه ډول آله ده؟

۹-۴ ديورانيوم دغني کولوکړنلارې کومې دي؟

۹-۵ دهستوي وسلودجوړولو په موخه ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش کچه په طبيعي يورانيوم کې څومره بډای شي؟

پینځمه برخه

لسم څپرکی

په چاپېریال باندې دخوار شوي یورانیوم اغېزې

(Environmental effects of depleted uranium)

لومړی خبرې :

په افغا نستان کې د څه ناڅه اووه ویشت کالوڅخه راپدې خوا ، د جګړې په ډګر اودهیواد په ګڼو سیمو کې دهراړخیزو وسلو څخه په هر شکل او بڼه که وي، خوپه یوه ډول سره بیاهم ناوړه کار اخېستل کیږي. د جګړې هغه وسلې چې په افغانستان کې استعمالیږي، د پخوانیوعادي وسلو په پرتله، چې د افغان او انګریز دریو جګړو په اوږدو کې کارولیدې، ډېرتوپیر لري. دا ځکه چې د جګړې پخوانۍ وسلې د سوچه اوسپنې څخه جو ړې وې. خو د 1990 م کال څخه را پدې خوا ، د نوموړو وسلو په ټکنالوژي او جوړښت کې یو ځانګړی نوښت او پرمختګ منځته را غلی دی.

د بېلګې په ډول د کیمیاوي وسلو ، بیالوژیکي وسلو په څنګ کې، یو بل ډول وسلې چې د رادیولوژیکي وسلو (Radiological weapons) اویا دیورانیوم وسلوپه نامه سره هم یادیږی منځته راغلې دي . نن ورځ د جګړو په ډکرکې داسې وسلې کارول کیږي، چې دیوې خواپه کمپیوتر باندې سمبال دي، اوښه (Target) پخپله دلیزر وړانګو(Laser rays) په مرسته سره پیدا کولای شي، او بلخوا رادیواکتیو خطرناک مواد ورسره ګډ شوي وي. نو له دې کبله د خپل ځان څخه هستوي وړانګې خپروي. په دې کتاب کې به په چا پیر یال باندې د رادیولوژیکي وسلو ناوړه اغیزې، او دهغوی په ټکنالوژي باندې، چې دخوار شوي یورانیوم فلز (Depleted Uranium) څخه جوړې شوې دي، یو څه رڼا واچوو . همدا لامل دی ، چې ورته دیورانیوم وسلې نوم ورکړشوی دی (Uranium weapons) . د کتاب په وروستي څپرکي کې، ددې څېړنه اواټکل شوی دی، چې په نوموړو وسلو باندې د چاپېریال ککړتیا ، عامو خلکو ته څومره ګواښ شته ،او په راتلونکې وخت کې، چاپېریال دڅومره خطر سره مخامخ کولای شي.

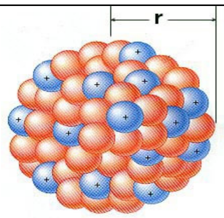
دبلې خوادهیواد ګاونډي او نږدې هیوادونه، د هستوي انرژي څخه په اتومي بټیواو هستوي ازموینوکې کار اخلي. په پایله کې چاپیریال په رادیو اکتیوموادو ککړکیږي. اوس ددې اړتیا لیدل کیږي چې دنړیوال اتومي انرژي قانون (Atomic Energy Act §9) دویمه برخه نهم پاراګراف په بنسټ، د هیوادپه ټاکلوسیموکې دچاپیریال رادیواکټیویټي څارنه وشي اود ګاما شپیکترومېتري آلو په مرسته سره، په هوا ، اوبواوځمکې پرمخ، په رادیو اکتیوموادو ککړتوب کچه اندازه شي.

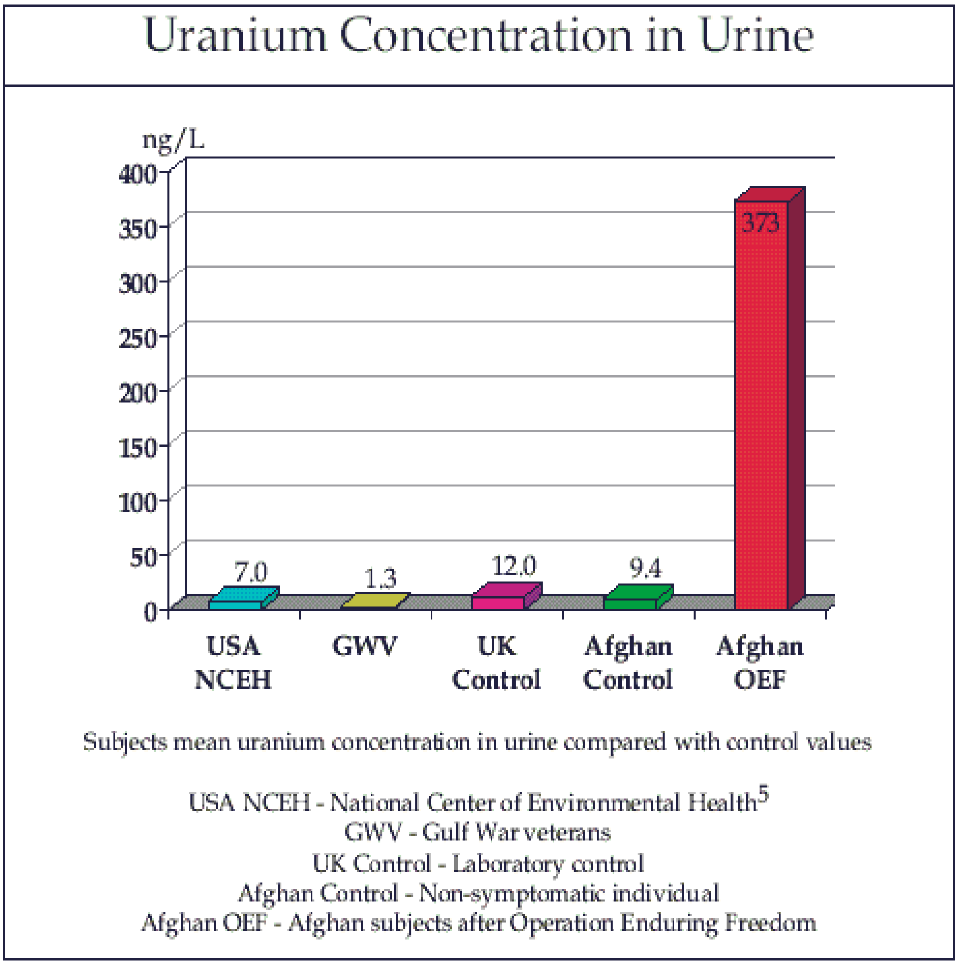
دیورانیوم وسلو پېښلیک :

په 2003 م کال داکتوبر میاشت په شپا ړسمه نیټه، دجرمني هېواد هامبورگ په ښارکې، دیورانیوم وسلو په اړه یونړیوال علمي کنفرانس جوړشو(5) . دنوموړي کنفرانس یونامتو برخه وال ډاکتردوراکویچ A .Durakovic (1) ، چې دواشنګټن ښاردیورانیوم د طبي څېړنود مرکز(Uranium Medical Research Center) مشرتوب په غاړه لري، په ډاګه کړه، چې د نړۍ په ځینوهېوادونو لکه افغا نستان، عراق اود پخوانی یوګوسلاویا په اوږدو جګړو کې، په سل ګونو ټنه داسې وسله استعمال شو بده، چې په هغه کې یورادیواکتیو یاني وړانګې خپرونکی فلزلکه خوارشوی یورانیوم (Depleted Uranium) او یا پلوتونیم (Plotunium) ایزوټوپونه ور ګډ شوي دي. نوموړي طبي څېړنپوه، په تېروکالونو کې، دوه ځله دیوې ډلې پوهانو په ملګرتیا ، افغانستان ته سفروکړاو دهېواد په هغو سیموکې، چې دیورانیوم وسلې کارول شوي وې، د ښېلګې په ډول لکه دکابل ښار، سپین غرسیمه، جلال اباد او داسې نوروځایونو کې، طبي ازمویني اوعلمي پلټنې تر سره کړې. داځکه چې دنوموړو سیمو اوسیدونکو دیو ډول ناوړې او تر اوسه ناپېژندل شوې ناروغۍ په اړه شکایت کولو.

☜ دبېلګې په ډول : د هډوکوخوږېدل، دغړوکمزورتیا ، تبه لرل، عصبي تکلیف، دسترګو دید کمښت، سرخوږېدل، دحافظې کمښت، ژورخفګان (Depression) او داسې نور.

دنوموړو ناروغیوکلینیکي سیمپتومونه یا علامې(Symptoms) د هغې یوې ناروغۍ سره چې د خلیج ناروغۍ او یا(Gulf Syndrom) په نامه سره یادیږي ډیر ورته دي. په دې اړوند باید وویل شي چې دا خبره به اوس دوخت نه تر مخه وي چې ګنې په پوره باورسره دا پریکړه وښي چې نوموړې ناروغۍ دخوار شوي یورانیوم سره تړاولري. داځکه چې د ټیټې کچې انرژي ډوز په اړه لا تراوسه پورې اپیدیمولوژي څېړنې نه شته، داځکه چې په دې تړاو مسئول دولتي سازمانونه هیڅ ډول چمتووالی نه ښئي. بلخوا نوموړې ناروغۍ هغه وخت هم منځته راتلای شي چې که په چا پیریال کې کیمیاوي او بیالوژیکي وسلې استعمال شي اوخلک یې تنفس کړي او یا تماس ورسره پیداکړي. نو له دې کبله تر ټولو مهمه (اړینه) داده چې دخوار شوي یورانیوم یاني د ټیټې کچې وړانګودحجروي بیولوژي (Cellular Biology) او مولیکولاربیولوژي (Molecular Biology) په سطحه پراخې څېړنې پیل شي . ډاکترآصف دوراکویچ او دهغه طبي ډله، د نوموړو سیمواوسیدونکوپه وینه او میتیازو (Urine) کې دیورانیوم درې ډوله رادیواکتیو ایزوټوپونو لکه (U^{234};U^{236};U^{238}) کچه، د یوې ځانګړې فیزیکي آلې اونوې تګلارې په مرسته سره، تر ازمویني لاندې ونیولې چې نتیجه یې په ۷۵- شکل کې ښوول شو ې ده. نوموړې کړنلاره چې دکتلې شپکټرومتر (Inductively coupled plasma mass spectrometry) په نامه سره یادیږي دومره حساسه (sensetive) او دقیقه (Accurate) ده، چې ترڅېړنې لاندې کسانود وینې (Blood sample) او میتیازو (Urine) په نمونه کې د یورانیوم ایزوټوپود یوګرام یوپه ملیاردمه برخه یاني یو نانو ګرام($1ng = nano\ gram = 10^{-9}g$) یاني دیوګرام یو په ملیاردمه برخه هم اندازه کولای شي.

<table>
<tr><td rowspan="2">
</td><td>Uranium : A = 238
Radius = r = 1,2 × (238)^{1/3}
= 7 .4 f</td></tr>
<tr><td>دیورانیوم هستې شعاع لږ څه خلورنیم فرمي ده. Fermi = f</td></tr>
</table>



(۷۵- شکل)

۷۵- شکل: په عمودي محور کې ديورانيوم کثافت، په واحدد نانو گرام په يوه ليتر ميتيازو (ng/L) کې اوپه افقي محورکې دځينو هيوونو، لکه دافغانانو (Afghan)، انگريزانو (UK) او امريکايانو (USA) دعام ولس برخه اخيستونکو وگړو شمېر ښوول شوی دی. دنومړي شکل په افقي ښي اړخ کې عمودي ستنه دهغو افغانانو په ميتيازو (Urine) کې ديورانيوم کچه ښئي، چې دجگړې په سيمه کې اوسيدل. د دغو وگړو په يوه ليتر ميتيازوکې ديورانيوم قيمت مساوي دی له:

373 ng/Liter Urine دري سوه دري اويا نانوگرام (1)

☜ دنومړي شکل څخه څرگنديږي، چې د هيواد په هغو سيمو کې چې هلته د يورا نيم وسلې کارول شوي دي، دپلټل شوو کسانو په يوه ليتر ميتيازو (Urine) کې، ديورانيوم کثافت کچه نسبت هغوکنترول کسانو ته، چې د هغوی په سيمه کې د يورانيوم وسله هېڅ نه وه کارول شوې، د څلويښت ځلو څخه لوړ قيمت لري (1).

☜ بر سيره پر دې داهم وښوول شوه، چې په بمباري شوو سيموکې، ديورانيوم کثافت کچه دڅښلو په اوبو کې دري ځله او په چاپېريال کې د ښېلگې په ډول دځمکې پرمخ شپږ ځله نسبت وهغه کثافت ته چې د نړيوال روغتيا سازمان (WHO) لخوا دعامو وگړو لپاره ټاکلې شوی ده لوړ قيمت لري.

نن ورځ په نړۍ کی شپاړس هېوادونه شته دي، چي ديورانيوم وسلې جوړوي اوديوي خوايي په ازادبازار کي خرڅوي، او بلخوا ورڅخه په جګړه کي کاراخلي. په 1991 م کال کي دلومړي ځل لپاره ديورانيوم وسله د خليج په جګړه کي وکارول شوه. څوکاله وروسته په دغه سيمه کي، دګڼ شمېرنړيوال کار پوهانو په نظرد سرطا ن ناروغۍ د پخوا په پرتله زياته شو بده . برسيره پردي، يوډول نوي ناروغي، چي دګلف زيند روم (Gulf Syndrom) په نامه سره يادېږي، منځته راغله . که څه هم دنومړي ناروغۍ پخلی د نړيوال روغتيا سازمان WHO لخوا ندی شوی، خو بيا هم دنوموړو سيمو اوسيدونکو اندېښني يې ډېرې زياتي کړي دي.

خوار شوی يورانيوم څه شی دی؟

- خوارشوی يورانيوم (Depleted Uranium) د هستوي بټۍ لپاره د سونګ موادو دلاس ته راوستلو په موخه، اوهمدارنګه د هستوي وسلو لکه اتوم بم جوړولوپه کړنلاره کي، د طبيعي يورانيوم هغووروسته پاتي شوو، فاضله مواد و ته ويل کيږي، چي د چاو ديدونکي يورانيوم دوه سوه پينځه دېرش U-235 د بډای کولو په کړنلاره کي باقي پاتي کيږي.

- څرنګه چي په نومړي وسله کي، دچاودېدونکي يورانيوم دوه سوه پينځه دېرش برخه، دطبيعي يورانيوم په پرتله، د صفر عشاريه اوه (0,7%) څخه تر صفرعشاريه دوه پوري (0,2%) را ټيټه شوې وي نو له دي کبله ورته خوارشوی يورانيوم يا ډيپليټيډ (Depleted Uranium) هم ويل کيږي . نوموړی يورانيوم د دري راديواکټيو ايزوټوپو لکه (U^{234},U^{235},U^{238}) څخه جوړدی.

- د اتومي انرژۍ نړيوال سازمان (IAEA) د تعريف سره سم، د خوارشوي يورانيوم وسله يوه نوي وسله ده چي لږ څه نهه نوي عشاريه اته % 99,80 په سل کي، دراديواکټيو يورانيوم دوه سوه اته دېرش (U-238) ايزوټوپ څخه اوپاتي برخه يې ياني صفر عشاريه دوه په سل کي 0,2% د چاوديدونکي راديواکټيو ايزوټوپ دوه سوه پينځه دېرش(U-235) ، اوپاتي ډېرلږ دوه سوه څلوردېرش (U-234)ايزوټوپ څخه تشکيل شو بده . ددې کتاب په راتلونکو څپرکو کي به، دخوارشوي يورانيوم پرځای داسا نتيا لپاره يوازې د يورانيوم وييې (لغت) وکاروو.

- دوړانګويو انګريزی متخصص ډاکټر کريس بسبي Chris Busby (57) چي دليورپول په پوهنتون کي استاد او داروپا په اتحاديه کي د بريتا نيا استازی دی، په خپلو څېړونو کي زياتوي چي دخوارشوي يورانيوم وسلې توليې نړۍ ته خطر متوجې کوي. دنوموړي وسلې د کارسينوجينيک (Carcinogenic) او موتوجينيک (Mutegenic) راديو اکټيوذرې د باد په واسطه ټولې نړۍ ته خپريږي. باد سرحد (پوله) نه پيژني او دو خت په تېريدوسره سم هر ځای ته رسيږي. دخوارشوي يورانيوم وسلو راديو اکټيوخاصيت ډېراوږد فيزيکي نيمايي عمر لري ياني تر څلورنيم مليارده کاله پوري هم وړانګي خپروي او دنوموړي مودي څخه وروسته يې هم خطر نه ورکيږي بلکي يوازې د راديواکټيويټي کچه يې نيمايي ته رالويږي.

دپام وړ : په هستوي بټۍ کي د يورانيم U^{235} هسته يونيوترون جذب کوي اوپه پايله کي په ډېراحتمال سره دوه داسې سپک ايزوټوپونه منځته راځي، چي دکتلي نمبر يې د90 او140 په منځ کي وي .برسيره په دې څه ناڅه دوه سوه ميګا الکترون ولټ انرژي اودري نيوترونه منځته راځي.

- دخوارشوي يورانيوم سرګولۍ، د پوځي نښې د لګيدلو سره سم په وړو ذرو بدليږي، چې قطر (چمبر) يې لس مايکرو متره (10 μm) نه هم کوچنی وي. له دې کبله په اسانی سره تنفسي جهاز ته ننوځي. يوه برخه يې په سږو کې پاتې کيږي، اوديورانيوم پاتې کوچنی ذرې د وينې له لارې هډوکواو دبدن نورو برخوته رسيږي. څرنګه چې يورانيوم دهډوکو څخه په ډيره خوښي جذب کيږي، نود هډوکو ماغزوته وړانګې رسوي، چې د ټول بدن لپاره وينه جوړوي. که چيرته نوموړې حجرې نيمګړتيا ولري، نوټولې هغه حجرې چې دهغوی څخه نورې نوې حجرې جوړيږي، هم نيمګړې وي اوله دې کبله دموتېشن او سرطاني ناروغيو لامل ګرزيد لای شي.

دخوارشوي يورانيوم فيزيکی خواص:

دخوارشوي يورانيوم فيزيکي خوا ص د طبيعي يورانيوم سره يوشان دي، خو يوازې داچې دچاودېدونکي يورانيوم دوه سوه پينځه دېرش U-235 کچه، په نوموړي يورانيوم کې لږ څه نيمايي ته را ټيټه شوې وي. ديورانيوم وسله نهه نوي عشاريه اته په سل کې (99,8%) يورانيوم دوه سوه اته دېرش تشکيلوي.

ديورانيوم سېمبول Uranium (U)

ديورانيوم اتومي نمبر Atomic Number: 92

ديورانيوم اتومي وزن Atomic weight: 238

- خوارشوی يورانيوم **(Depleted Uranium)**:

خوار شوی يورانيم دطبيعي يورانيوم هغه فضوله موادو ته وايې، چې دهستوي بټيو دسونګ موادو (Nuclear fuel) دبډای کولوپه توليد کې منځته راځي اودراديو اکتيويتي کچه يې دطبيعي يورانيوم په پرتله، لږ څه نيمايي ته راټيټ شوی وي.

- بډای شوی يورانيوم **(Enriched Uranium)** :

کله چې په طبيعي يورانيوم کې، د چاوديدونکي يورانيوم U-235 اصلي کچه، دهستوي بټيودسونګ موادو لپاره، د صفر عشاريه اووڅخه تر څه ناڅه څلور په سل کې لوړه شي (0,7%-4%) نو بډای شوی يورانيوم لاس ته راځي. په داسې حال کې چې په هستوي وسلوکې د يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش برخه، د يورانيوم دوه سوه اته ديرش په پرتله، لږ تر لږه دشلو نه ترنوي په سل کې (90%) بډای شوی وي. خوار شوی يورانيوم، دنوموړودواړوبډای کولو کړنلاروپه پايله کې، هغه وروسته پاتې شوي او فضوله مواد تشکيلوي، چې د يورانيوم په وسلوکې ورڅخه کار اخېستل کيږي.

- په خوار شوي يورانيوم کې، ديورانيوم دوه سوه اته ديرش U-238 برخه د طبيعي يورانيوم په پرتله ،لږ څه پينځه په سل 5% کې ډېره ده.
- په يوه هستوي بټۍ کې د يورانيوم U^{235} هسته يونيوترون جذب کوي اوبيا په لاندې ډول چوي. $\left({}^{235}_{92}U + n \Rightarrow {}^{236}_{92}U + {}^{90}_{40}Zr + {}^{143}_{60}Nd + 3n + 200\ MeV\right.$

خرنګه چې خوارشوى يورانيوم، لکه طبيعي يورانيوم، راديواکتيو خاصيت لري، نو دوخت په تېريدوسره تجزيه کيږي اوپه لومړني وخت کې يوازې د الفا او بېتا وړانګې ورڅخه خپريږي. دتجزيې په کړنلاره کې په نوروعنصرونولکه توريم (Th-234) ، پروتاکتينيم (Pa-234) ، او يورانيوم دوه سوه څلور دېرش (U-234) باندې اوړي. د يورانيوم دوه سوه اته ديرش دتجزيې معادله (انډوليزه) په لاندې ډول سره ليکلای شو:

$$U\text{-}238 \xrightarrow[4.5\,10^{9}\ yr]{\alpha\ 4.2MeV} Th\text{-}234 \xrightarrow[24d]{\beta^{-}\ 0.26MeV} Pa\text{-}234m \xrightarrow[1.2min]{\beta^{-}\ 2.2MeV} U\text{-}234 \xrightarrow[2.4\,10^{5}\ yr]{\alpha}$$

په پورتنۍ معادله (انډوليزه) کې لاندنۍ تجزيه تر سره کيږي:

په لومړۍ تجزيه کې يورانيوم دوه سوه اته دېرش، چې دعمر نيمايي وخت يې څلورنيم مليارده کاله دی ، په توريم بيخي يوه نوي عنصر (Th-234) اوړي. په دې ترځ کې، دالفا يوه وړانګه α خپروي، چې حرکي انرژي يې لږ څه څلور ميګا الکترون ولټه ده.

په دويمه تجزيه کې توريم دوه سوه څلوردېرش، چې دعمر نيمايي وخت يې څلير ويښت ورځې دی، د بېتا يوه وړانګه β او يا په بل عبارت الکترونه خپروي. دنوموړې وړانګې حرکي انرژي څه ناڅه صفرعشاريه درې مېګا الکترون ولټه قيمت لري. د تجزيې په درېيم پړاو کې په همدې ډول سره پروتاکتينيم او يورانيوم دوه سوه څلور دېرش منځته راځي او په خپل وار سره د بېتا او الفا وړانګې ور څخه خپريږي.

په ۲۷- جدول کې ديورانيوم وسلو د ايزوټوپو جوړښت او دهغوی راديواکتيو خواص ښوول شوي دي..

د يورانيوم وسلو ايزوټوپونه او دهغوی راديو اکتيويتي				
	U-234 يورانيوم-۲۳۴	U-235 يورانيوم-۲۳۵	U-238 يورانيوم-۲۳۸	مجموعه
په سل کی نسبي وزن	0,0008976%	0,2 %	99,799 %	100 %
په سل کې اکتيويتي برخه	14,2 %	1,1 %	84,7 %	100 %
د يوه ګرام خوارشوي يورانيوم اکتيويتي په واحدبېکاريل	2076 Bq	160 Bq	12420 Bq	14656 Bq

۲۷- جدول: دخوارشوي يورانيوم په وسلوکې، د ايزوټوپونوسليزې برخې اودراديواکتيويتي کچه ښوول شو بده . دبېلګې په ډول په يوه ګرام يورانيوم کې، ديورانيوم دوه سوه پينځه دېرش اکتيويتي يوسلوشپيته بېکاريل (160 Bq/g) ده. په داسې حال کې چې په طبيعي يورانيوم کې، ديورانيوم دوه سوه پينځه دېرش اکتيويتي څلورسوه بېکاريل (400 Bq/g) قيمت لري . دا په دې مانا ې چې په خوارشوي يورانيوم کې د U-235 کچه د طبيعي يورانيوم په پرتله لږ څه شپېته په سل کې کمه ده.

دپام وړ: لکه څرنګه چې ديوې هستې په چاودنه کې انرژي ازاديږي، همدرانګه ددووهستوويلې کېدنه (Nuclear fusion) کې هم انرژي ترلاسه کيږي. دبېلګې په ډول کله چې دوه سپکې هستې سره يوځای ويلې شي ،نو يوه درنده هسته ورڅخه جوړيږي:

$$ {}_{1}^{2}H + {}_{1}^{2}H \Rightarrow {}_{2}^{3}He + n + 3{,}3\ MeV $$

Isotopic composition of natural, enriched, and depleted uranium دطبیعي یورانیوم، بډای شوي یورانیوم اودخوارشوي یورانیوم دایزوټوپو ترکیب			
	Percent in uranium دیورانیوم سلیزه برخه		
Isotope ایزو ټوپ	natural طبیعي یورانیوم	enriched بډای شوی یورانیوم	depleted خوارشوی یورانیوم
U – 238	99 .2739	97 .01	99 .745
U – 235	0 .72	2 .96	0 .250
U – 234	0 .0057	0 .03	0 .005

که چېرته په خوارشوي یورانیوم کې نور ایزوټوپونه لکه یورانیوم دوه سوه شپږ دېرش U^{236} او پلوټونیم دوه سوه نهه دېرش Pu^{239} ورګډ شوي وي، چې د هستوي بټۍ د سونګ موادو سوځیدل شوي پاتې برخه تشکیلوي (Burrnt nuclear fuel) نو دروغتیا په اړه دیورانیوم وسلې اند یښنې نورې هم زیاتیږي . دبېلګې په ډول نړیوالوڅېړنو(UNEP) په ډاګه کړه، چې هغه سرګولۍ ،چې د (1994-1999) کالونوپه موده کې د بالکان په جګړه کې استعما ل شوي دي، د یورانیوم دوه سوه شپږ دېرش، ځانګړې اکتیویتي په یوه کیلو ګرام کې د شپېته زره بېکارېل(60000 Bq/kg) او دپلوټونیوم ځانګړې اکتیویتي په یوه کیلو ګرام کې، د دوولس بېکارېل څخه هم لوړه وه.

په خوارشوي یورانیوم کې دراديوایزوټوپو سلیزې برخې په لاندې ډول دي:

- ☑ دیورانیوم دوه سوه اته دیرش U-238 سلیزه برخه مساوي ده له: 99,745%
- ☑ دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش U-235 سلیزه برخه مساوي ده له:0,25%
- ☑ دیورانیوم دوه سوه څلوردیرش U-234 سلیزه برخه مساوي ده له: 0,005%

دپام وړ: کله داسې هم پېښیږي، چې داتوم هستې ته، دمدارونویوالکترون دومره ډېرورنږدې شي، چې دپروتون څخه وځکول شي. یوه داسې فیزیکي کړنلاره د الکترون رانیول **(Elctron capture)** په نامه یادیږي. په پایله کې یوپروتون اویونیوترینو منځته راځي.

(پروتون + الکترن ⇦ نیوترون + نیوترینو)

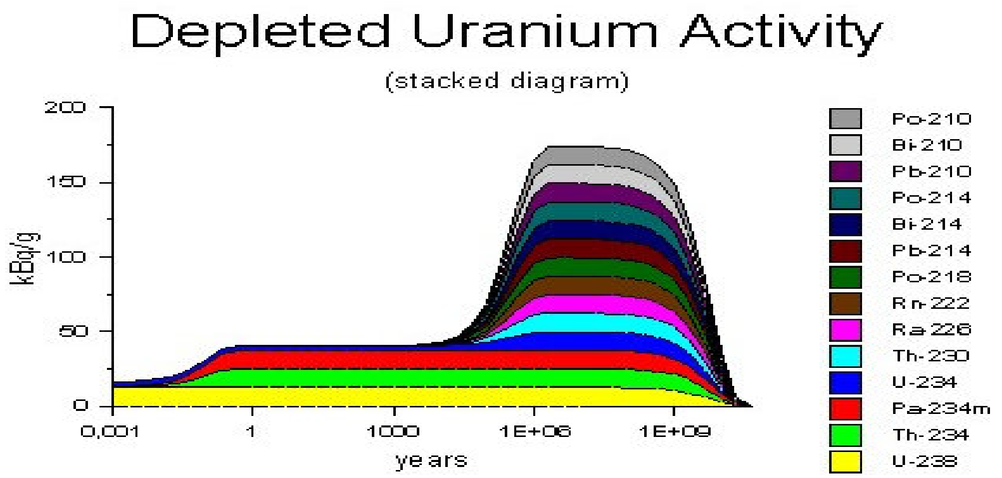
Proton + electron (usually k electron) ⇨ neutron + neutrino

دراديواکتيو عنصرنوم Radionuclid	نيمايي وخت $T_{1/2}$	مخصوصه اکتيويتي Bq/g	سليزه %	ډوزضريب Sv/Bq	اغېزمن ډوز Sv/g DU	په سل کي ډوزبرخه
U-238	$4,468\times10^{9}$ کاله	$1,245\times10^{4}$	99,80	8×10^{-6}	$9,940\times10^{-2}$	83,74 %
Th-234	24 ورځي	-	-	$7,70\times10^{-9}$	$9,6\times10^{-5}$	0,08 %
U-235	$7,04\times10^{8}$ کاله	$8x10^{4}$	0,2	$8,5\times10^{-6}$	$1,4\times10^{-3}$	1,15 %
U-234	$2,45\times10^{5}$ کاله	$2,3\times10^{8}$	$8,2\times10^{-4}$	$9,4\times10^{-6}$	$1,8\times10^{-2}$	15 %
مجموعه			100 %		120 mSv	100 %

۲۸ - جدول: په یوه ګرام خوارشوي یورانیوم کې (1g Depleted Uranium =1g DU) داغېز من ډوزکچه یوسلوشل ملي سيورت ته رسيږي . $(H_{eff} = 120$ mSv) په داسې حال کې چې د عادي وګړو لپاره په یوه کال کې دنړیوال روغتیا سازمان لخوا داغېز من ډوز لوړه کچه یو ملي سیورت (1 mSv) ټاکل شو بده .

دخوارشوي یورانیوم دتجزیې کړنلاره:

په ۷۲- شکل کې د خوارشوي یورانیوم دتجزیې کړنلاره د وخت په تابع سره ښوول شو بده چې د یورانیوم وسلوپه جوړولو کې ورڅخه کار اخیستل کیږي.



(۷۲- شکل)

۷۲- شکل: په عمودي محورکې دیوه ګرام خوارشوي یورانیوم اکتیویتي (Depleted uranium) په واحد کیلو بېکارېل او په افقي محورکې، د کالونو شمېر ښوول شوی دی. دلږڅه یوکال نه وروسته یورانیوم په توریم (Th-234) او پروتاکتینیم (Pa-234) تجزیه کیږي اوداالفا وړانګو په څنګ کې د بیتا او ګاما وړانګې هم خپروي. د یوملیون کالونو دتېریدلو څخه وروسته، دتجزیه شووعنصرونو اکتیویتي یوسلو اتیا زره بیکارېل ته پورته ځي. دا په دی مانا، چې په یوه ثانیه کې یوسلو پینځوس ذره الفا، بیتا او ګاما وړانګې خپریږي.(32).

یادونه : په ۷۲- شکل کې یو ملیون او یو ملیارد داسې لیکل شوي دي :

1E+06 = 1000 000،   1E+09 = 1000 000 000

1Mega = 1M = 1000 000 ; 1 Giga = 1G = 1000 000 000

دنوموړي شکل څخه څرګند یږي، چې دڅومیاشتو څخه وروسته دخوارشوي یورانیوم(Depleted Uranium) ایزوټوپ په دوه نورورادیو اکتیو عنصرونو لکه توریم (Thorium-234) اوپروتاکتینیم (Protactinium-234) با ندي اوړي، چې دبېتا هستوي وړانګې خپروي. دیوه کال څخه وروسته دخوارشوي یورانیوم دواړو ایزوټوپو لکه U^{235} او U^{238} او همدارنګه د توریم اوپروتاکتینیم دیوه ګرام رادیو اکتیویتي، تر پېنځوس زره بېکارېل پورې پورته ځي. دنوموړوعنصروراديواکټيويټي، ترلس زرو کالوپورې ثابت او په خپل حال پاتې کېږي. د څه ناڅه یوملیون کالو څخه وروسته، ګڼ شمېرنور نوي رادیواکتیو عنصرونه منځته راځي، چې اکتیویتي یې ددې مودې نه وروسته، د یورانیوم سره په تعادل حالت کې پاتې کیږي او د الفا، بیتا او ګاما وړانګې خپروي . دنوموړې مودې څخه وروسته، دپیدا شوو رادیو اکتیو عنصرونواکتیویتي اعظمي (تر ټولولوړ) قیمت ځانته غوره کوي اوپه یوه ګرام کې، لږ څه دوه سوه کیلو بېکارېل پورې(200 KBq/g) رسیږي. په دغه موده کې، نوي رادیو اکتیو ایزوټوپونه لکه رادیم Ra، رادو Rn ، پولونیم Po، سرپ Pb، بیسموت Bi منځته راځي، خو په اخېر کې په یوه ثابت عنصر سرپ دوه سوه لس Pb-206 باندې اوړي. دنوموړي شکل په شي اړخ کې ،دهغو رادیو اکتیو عنصرونو، نومونه لیکل شوي دي، چې د یورانیوم د تجزیې په کړنلاره کې منځته راځي.

پایله : دلږ څه یو ملیارد کالونو څخه وروسته، خوار شوی یورانیوم نورنه تجزیه کیږي او په یوه ثابت یاني په وړانګو نه خپروونکي عنصرسرپ، پلوم بوم (Plumbum =Pb-206) باندې اوړي . له دې کبله دخوارشوي یورانیم د تجزیې په لړکي یوازې نوموړی اخرنی عنصردی، چې روغتیا ته کوم خطر نه لري. دا په دې مانا (معنا)، چې دروغتیا په تړاودخوارشوي یورانیوم خطرپه اوسني وخت کې دومره نه بلکې په راتلونکې اوږده موده کې د ډېرزیا تا تکل کیږي، اوله دې کبله داند یښنې وړدی.

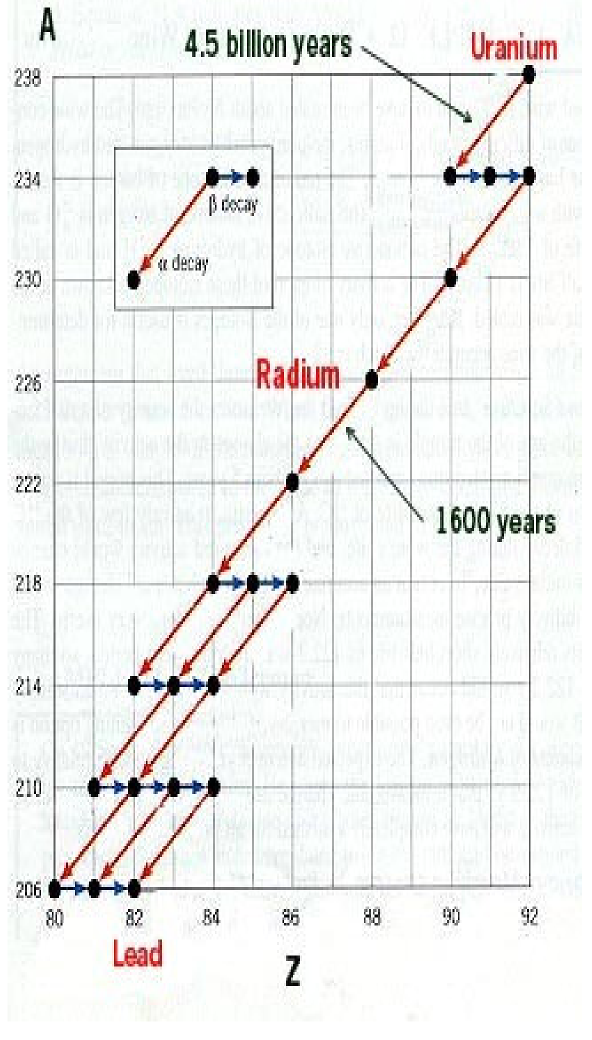
دالفا ذرې په خپرېدلو سره دیورانیوم دوه سوه اته دېرش کتلي شمیره A دڅلوروپه واحداو د پروتونوشمیره Z ددوه واحدو په کچه راټیټیږي. د بېلګې په ډول درادیوم هسته یوه الفا ذره خپروي، نو دکتلې شمېره یې ددوه سوه شپږویشت A = 226 څخه دوه سوه دوه ویشت A= 222 او د پروتونو شمېر یې د Z= 88 څخه Z = 86 ته رالویږي. دا په دې مانا چې په الفا تجزیه کې، د پیدا شوو هستو کتلي شمیره دګراف کینې خواته خوځیږي.

په ۳۰- جدول کې دیورانیوم دتجزیې په ترځ کې ،د پیل څخه تراخېره پورې د ټولوپیدا شوو رادیواکتیو عنصرونو ،نومونه، خپرېدونکې وړانګې، او نیمایي فیزیکي عمر ښوول شوی دی.

ایزوټوپ	فیزیکي نیمايي وخت	وړانګې	دیورانیوم تجزیه

Uranium-238 Decay Series

Nuclide	Half-Life	Radiation *
U-238	$4.468 \cdot 10^9$ years	alpha
Th-234	24.1 days	beta
Pa-234m	1.17 minutes	beta
U-234	244,500 years	alpha
Th-230	77,000 years	alpha
Ra-226	1,600 years	alpha
Rn-222	3.8235 days	alpha
Po-218	3.05 minutes	alpha
Pb-214	26.8 minutes	beta
Bi-214	19.9 minutes	beta
Po-214	63.7 microseconds	alpha
Pb-210	22.26 years	beta
Bi-210	5.013 days	beta
Po-210	138.378 days	alpha
Pb-206	stable	-



۳۰- جدول: دیورانیوم دوه سوه اته دېرش ایزوټوپ دتجزیې په لړکې، ګڼ شمېر نور نوي رادیواکتیو عنصرونه منځته راځي، چې په زرګونو کاله نیمايي عمرلري، او دالفا، ګاما او بیتا وړانګې خپروي. په نوموړې تجزیه کې دیوه عنصرڅخه بل عنصر جوړېږي اوپه اخېر کې په یومستقریا ثابت عنصرسرپ دوه سوه شپږ Pb-206 باندې اوړي. په عمودي محورکې داتوم کتلې شمېره A اوپه افقي محورکې داتوم په هسته کې دپروتونو شمېرښوول شوی دی.

دجدول کیڼې خواته ښی خواته، عمودي ستنې، دعنصرونو Nuclide، فیزیکي نیمايي عمر (Half-Life) او دوړانګوډول (Radiation) راښئي. دمنفي بیتاپه تجزیه کې، یونیوترون په پروتون اوړي اوپیدا شوی ایزوټوپ دیوه واحدپه کچه ښی خواته ځي (Z+1) اودالفاپه تجزیه کې دوه واحده (Z-2) کیڼ اړخ ته خوځیږي.

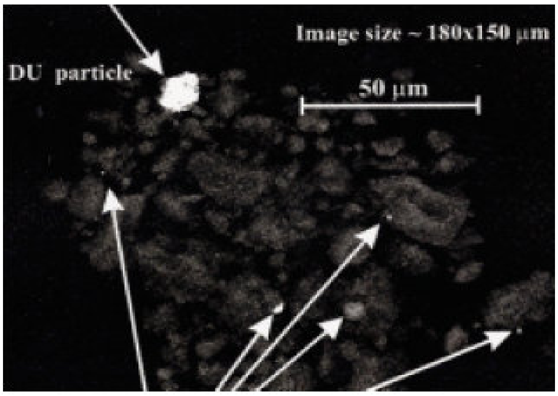
☜ دسلوزرو کالونوڅخه وروسته، دخوارشوي یورانیوم دوه سوه شلوردېرش اکتیویتي اته دېرش او همدارنګه د توریم دوه سوه دېرش اکتیویتي د یورانیم سره برابر کېږي. او ددوو ملیونو کالو څخه وروسته د ټولو ایزوټوپونه رادیو اکتیویتي سره برابره او یو اعظمي (تر ټولولوړ) قیمت ځانته غوره کوي. نوموړې اکتیویتي ترملیاردونو کالونو پورې په همدې حال پاتې کیږي.

دخوارشوي يورانيوم کيمياوي خواص :

که چېرته دخوارشوي يورانيوم فلز په دومره کوچنيو ټوټوويشو ، چې د پودراويا اوړو بڼه ځانته غوره کړي، نود تودوخې په نورمال درجه کې هم داوبو ، هوا او اکسيجن سره يو کيمياوي مرکب(ګډ) جوړوی او په خپل سر اوراخلي . کله چې د کاربون داې اکسايد او نايتروجن سره يو ځاى شي، نو سمدلاسه يوه غټه او زوروره کيمياوي چاو دنه منځته راولي . ديادشوو خواصو له کبله، دخوارشوي يورانيوم فلزڅخه په پوځي برخه کې په سرګوليو او د چاوديدونکو موادو ، په موخه هم کاراخېستل کيږي.

دخوارشوي يورانيوم سرګولۍ:

په ۷۷- شکل کې د يورانيوم څوډوله سرګولۍ ښوول شوې دي، چې د نړيوالې اتومي انرژۍ سازمان لخوا په پخوانۍ يوګوسلاويا کې موندل شوې دي.

داکسريزفلورېسپنس ډيډيکتوراوالکترون ميکروسکوپ په مرسته د يورانيوم سرګولۍ کوچنی ذرې، دوپکتورونوپه څوکه ښوول شوېدي. غټوالی يې لږ څه يو سلو پينځوس مايکرومترته رسيږي.	په لاندې عکس کې ديورانيوم درې ډوله سرګولۍ ښوول شوې دي. ↓
Images of DU particles (light areas) obtained by Scanning Electron Microscope equipped with an Energy Dispersive X Ray Fluorescence detector. Credit: P. Danesi/IAEA. 	DU ammunitions used during the Kosovo conflict. Credit: A. Bleise/IAEA.

(۷۷- شکل)

۷۷- شکل: ديورانيوم سرګوليو څو ډولونه ښوول شوې دي، چې د پخوانۍ يوګوسلاويا په جګړه کې کارول شوې او د نړيوالې اتومي انرژۍ (IAEA) تر څېړنې لاندې نيول شوې دي . په شي اړخ شکل کې، ديورانيوم سرګولۍ په وړوزروچاودلې دي . غټوالی يې، څه ناڅه پينځوس مايکرومترته رسيږي . دومره کوچنۍ ذرې يوازې ديوه ځانګړي الکترون ميکروسکوپ په مرسته ليدل کېداى شي .

دپام وړ: کله چې يو حرارتي نيوترون، ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش(U-235) هستې ته ورننوځي ، نود يورانيوم دوه سوه شپږ ديرش(U-236) په لوړه کچه هيجاني منځنۍ هسته منځته راځي، چې ډېر لنډ عمرلري . د لس په طاقت د منفي څوارلس ثانې (10^{-14}) څخه وروسته، دالفا وړانګوپه خپرولوسره، په کريپتون (Kr-89)، باريم (Ba-144) اودوه نيوترونو تجزيه کيږي.

☜ تجربو ښوولې ده ،چې دیورانیوم سرګولۍ کله چې د الوتکې څخه و شړل شي اوپخپله ننښه وه نه لګیږي، نودغوی ګڼ شمېر سرګولۍ د ځمکې پرمخ اویا د ځمکې لاندی او یا په کورونو کې خښبې پاتې کیږي. که چېر ته د نومړو سرګولیو سره کوچنیان تماس پیداکړي، نوهغو ی ته د خطریوه لوړه سر چینه کېدلای شي . دا ځکه چې د تماس ډوز اندازه یې داتومي انرژۍ نړیوال سازمان (IAEA) لخوا، دوه ملي سیورت په یوه ساعت (2mSv/h) کې اټکل شوی دی(72). دا په دې مانا، چې دنړیوال کمیسیون ICRU د سپار ښتنې سره سم دعام (ټولیز) ولس لپاره دوړانګو کلنۍ لوړه کچه چې یو ملي سیورت په کال کې ټاکل شوې ده، د نیم ساعت څخه وروسته پوره کیږی.

☜ نن ورځ د یورانیوم وسلو څخه دټانکونوپه جوړولو کې هم کاراخېستل کیږي. د بېلګې په ډول دټانکونو باندنی پوښ دیوي ساندویچ په شکل جوړوي. یانې د ساندویچ دمنځ برخه کې، یورانیوم او باندنۍ دواړه برخې یې،یو بل فلزتشکیلوي. د داسې ډول ټانکونو سره دبدن تما س د لویانو، خوپه تېره بیا د کوچنیانو روغتیا ته ډیر ګوابن دی.

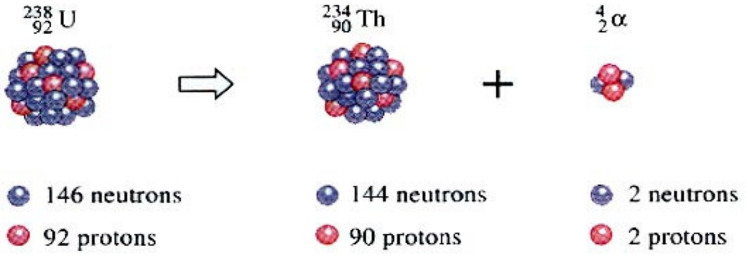
که فرض کړوچې دیوې سرګولۍ سرعت(چټکتیا) یو زرو پینځه سوه متره په ثانیه، او وزن یې پینځه کیلو ګرام وي، نود چاودنې انرژۍ یې د تی ان تي TNT په واحدپه لاندې ډول لا س ته راځي.

$$\frac{1}{2} m .v^2 = \frac{1}{2} (5kg) (1500m/s)^2 = 5,6 \text{ MJ} = 1,4 \text{ kg TNT}$$

* ځواب: د یورانیم سرګولۍ انرژي لږڅه یونیم کیلو ګرام تی ان تي او یا پینځه نیم مېګا ژول ده.

دخوارشوي یورانیوم پوځي کارول:

څرنګه چې د خوارشوي یورانیوم څخه چې دهستوي بټۍ د فاضله موادو نه تر لاسه کیږي، د روغتیا په تړاوخطرلرونکې وړانګې لکه دالفا ، بیتا او ګاما هستوي وړانګې خپریږي، نو له دې کبله د ژوندانه په ورځنې عامو او صنعتي برخو کې، کوم ګټور کار نشي اخېستل کېدای . خوددی لپاره چې د خوارشوي یورانیوم فلزڅخه یوه اقتصادي ګټه تر لاسه شوې وي، نو د 1991 م کال څخه را پدې خوا د نړۍ ګڼ شمېر هېوادونه، دنومورې خطر ناک فلزڅخه د یورانیوم وسلې په جوړولو کې کار اخلي. دبېلګې په ډول دخوارشوي یورانیوم څخه په پوځي برخه لکه په الوتکو، ټانکونو، سرګولیو(Warheads) اوتوغندیو -BGM-105 Tomahawk Cruise Missiles په جوړښت کې د یوه ډېر کلک اودرانده فلزپه صفت کار اخېستل کیږي. دیوه یورانیوم هستې تجزیه په لاندې ډول ده.



دیورانیوم هسته د توریم په رادیواکتیف ایزوتوپ اوړي اوپه څنګ کې دالفا یوه ذره هم خپروي.

☜ خوارشوی یورانیوم د پوځي وسلو لپاره خورا مساعد دی چې د یوې خوا یې د او سپنې په پرتله بیه ډېره ټیټه ده او د بلې خوا یې ځانګړی کثافت د اوسپنې په پرتله څه ناڅه دری ځله او د سرپو (Pb) په پرتله لږ څه دوه ځله لوړ دی. د همدې لوړ کثافت ګټه په دې کې ده چې د یورانیوم سرګولۍ د هغوی د سرعت (چټکتیا) سره سم چې لږ څه یونیم کیلو متر په ثانیه (1,5 km/s) کې قیمت لري په ډېره اسانی سره د پوځي الوتکو، ټانکونو او نوروهغو پوځي وسلو څخه چې د وسپنې او یا نورو فلزاتو څخه جوړې شوې وي، تېرید لای شي او هغوی بیخي د منځه وړي.

نن ورځ یوډول نوي بمونه هم شته دي چې د سمځ بمونه یا مورچل بمونه ورته ویلای شو (Bunker Bomber) چې د هغوی په سرګولۍ کې هم خوارشوی یورانیوم ورګډ شوی وي. کله چې نوموړې سرګولۍ په یوه پوځي ننبه لکه په پربنو، ډبرو، کانکریټ کورونو او نوروشیانوباندې ولګیږي، نو په هغوی کې تر لس ګونو متروپورې ژوره ننوتلای شي. د یورانیوم وسلو یوه بله ځانګړتیا داده، چې کوم وخت د یورانیوم سرګولۍ په ننبه ولګیږي، نو هلته دومره ډېره تودوخی منځته راولي، چې د تودوخي درجه یې، د سانتي ګراد تر دري زرو درجو پورې (3000 C°) پورته ځي، او بیا د لارې په اخري برخه کې چوي. د یورانیوم په سرګولۍ کې یو کمپیوټري سیستم ننبلول شوی وی، چې په هر ه مایکروثا نیه یاني د یوې ثانیې په یو ملیونمه برخه کې، د ځمکې لاندې د طی شوې لارې موادو کثافت کچه مرکزي کمپیوټرته، د الکترومقناطیسي څپو په مرسته لیږدوي. څرنګه چې د ډېرې کثافت، د خاورې کثافت او د هوا کثافت د یوه بل سره تو پیر لري، نو د مرکزي کمپیوټر له لارې یاني ریموټ کنټرول په مرسته سره، سړی کولای شي چې د اسې یو کمپیوټري پروګرام مخ تر مخه وټاکي، چې د یورانیوم سرګولۍ کله او په ځمکه کې څومره ژوره وچوي. د ببلګې په ډول که چېرته د یوه غره په منځ کې یوه سمڅه او یا په جګړو کې د خلکود خوندي ساتلو لپاره تر ځمکې لا ندې یو غار کیندل شوی وي، نو هلته خوخا مخا هوا موجوده وي. نو د مورچل بم په استعمال سره، د هم هغه غارد هوا کثافت د کمپیوټر په مرسته اندازه کیږي او په هم هغه ژوروالي کې بیا بم چوي. د نوموړو وسلو بل خاصیت دادی، چې د چاودنې سره سم د هم هغه چاپېریال ټول اکسیجن اوراخلي او د تنفس کولو لپاره هېڅ اکسیجن نه پاتې کیږي.

د پوځي وسلو پېژندونکی انګریز مسلکي کارپوه ډاې ویلیامز (Dai Williams) په ګوته کوي، چې په افغانستان کې کارول شوي سرګولۍ لکه (GBU-28) یونیم ټن خوار شوی یورانیوم لري. یوه غټه سرګولۍ لکه Big BLU لږ څه لس ټنه وزن لري. نوموړي کارپوه په افغانستان کې د خوار شوي یورانیوم کچه، لږ څه یوزر ټنه اټکل کوي(2).

د چاپېریال ککړتیا (Environment contamination):

څرنګه چې د یورانیوم وسلو څخه ایونایز وونکي وړانګي لکه الفا، ببتا او ګاما وړانګې خپرېږي نوله دې کبله د چاپېریال ټولو اوسیدونکو، نباتاتو، ځنګلونو او حیواناتو ته، په تېره بیا په راتلونکو څوکالونو کې د خطر یوه غټه سرچینه ګرزید لای شي. داځکه چې د انسانانو، نباتاتو او څارویو حجرې د یورانیوم وسلو کیمیاوي اووړانګیزو زهرجنوناوړو اغیزوله کبله، د تل لپاره زیانمنې کیږي.
په هغه سیمه کې چې د یورا نیم وسله وکارول شي او سرګولۍ یې په ننبه (Target) ولګیږي، نوسمد لا سه یې د چاودنې انرژي په حرا راتي انرژی بد لیږي. د یورتنې ببلګې سره سم د نوموړې انرژي کچه څه ناڅه یونیم کیلو ګرام ټي این ټي TNT قیمت لري. په دې ترڅ کې دومره ډېر تودوخی منځته راځي، چې درجه یې د څو زرو

سانتي ګراد څخه هم اوړي او په پایله کې د اور یوه لمبه او را دیو اکتیوغاز ورڅخه پورته کیږي. دغه غاز یا ایروزول (Aerosol) چې دیورانیوم اکساید (UO2) نه حل کېدونکې کوچنی ذرې او بخرکې پکې شتون لري ، د یو ما یکرو متره یاني دیوه متر یو په یوملیونمه برخه او یا په بل عبارت د یوه سر ویښته په کچه پنډوالی لري او په اسانی سره دتنفس له لارې بدن ته ننوتلای شي چې په پایله کې داوسیدونکو په روغتیا او همدارنګه په چاپېریال باندې ناوړه اغېزې لري. په نوموړې کړنلاره کې، دغه را دیو اکتیوغازد باد په مرسته ، هرې خوا ته خپرېږي او په اخېر کې د چاپېریال ټول ژوندي اونه ژوندي شیان لکه نباتات، ځاروي، انسانان، اتموسفیر او د ځمکې مخ په راد یو اکتیو موادو ککړ کیږي. که چېرته انسانان، حیوانات ، خزنده , نباتات او دچا پېریال نور هر اړخیز ژوند سوري، د یورا نیوم وسلو رادیواکتیو مواد تنفس کړي او یا د اوبو او خوراک له لارې د هغوی جسم ته ور ننوځي، نود ډېروکار پوهانو په نظر،د یورانیوم وسله به چاپېریال ته، په راتلونکوڅوکالونو کې د خطر یوه غټه سرچینه وګرځي . په پایله کې ددې احتمال هم شته دی، چې په اوږده موده کې د چاپېریال په طبیعي اقلیم اواوبو هواکې هم داسی بدلون راشي، چې ځنګلونه، د ځاروي ځایونه او نبا تات او بوټي به د منځه ولاړ شي . داځکه چې د یورانیوم وسلودرادیواکتیو موادوفیزیکي نیمایي عمرخلورنیم ملیارده کالو ته رسیږي . نیمایي عمرهغه وخت ته وایي، چې په هغه کې دټاکلي لومړني وخت رادیواکتیواتومونوشمېر نیمایي کچې ته را ولوېږي . که چېر ته دیورانیوم کوچنی ذرې تنفس شي، نو ترډېروکالونو پورې په بدن کې پاتې کېدای شي.

- د بېلګې په ډول په سړي کی دیورانیوم بیالوژیکي نیماي عمر،ددوو کاله نه تر شپاړس کالونو پورې رسیږي. داپه دې مانا چې وروسته له شپاړسو کالونوڅخه دیورانیوم نیمایي برخه د بدن څخه وځي اونیمایي برخه یې په بدن کې پاتې کیږي.

- دخوارشوي یورانیوم فیزیکي نیمایي وخت څلورنیم ملیارده کاله دی. دا په دې مانا چې د نوموړي وخت څخه وروسته بیا هم دلومړي وخت په پرتله نیمایي اکتیویتي پاتې دی او له دې کبله هغه سیمې چې دیورانیوم وسلې پکې خوړې ورې شوې او په رادیو اکتیف موادو ککړې شوې وي، تر زرګونو کالونو پورې هم په نوموړي عنصر ککړې پاتې کیږي او د روغتیا لپاره دخطریوه غټه سرچینه ګرځیدلای شي.

بهرنۍ وړانګې (External Radiation):

بهرنۍ وړانګې هغو وړانګوته ویل کیږي، چې د یوې رادیو اکتیو سرچینې څخه د بهر نه، د یو چا په بدن ولګیږي او هلته خپله انرژي د لاسه ورکړي. دبېلګې په ډول کله چې دیورانیوم یوه سرګولۍ په نښه ولګیږي نودچاودنې په پایله کې د یورانیوم فلزکوچنی ذرې هرې خوا ته خپریږي. یوه برخه یې دځمکې پرمخ پریوځي او بله برخه یې درادیواکتیوګرد په شکل د باد اوهواد فشار په واسطه، هرې خواته خوځیږي. دیورانیوم نوموړي شیندل شوي رادیو اکتیو مواد د ګاما ، الفا او بېتا وړانګې خپروي، چې دچا پیریال لپاره د خطر سرچینه ګرزید لای شي.

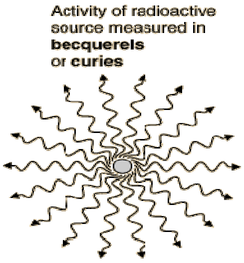
لومړی: دګاما وړانګې (Gamma rays) :

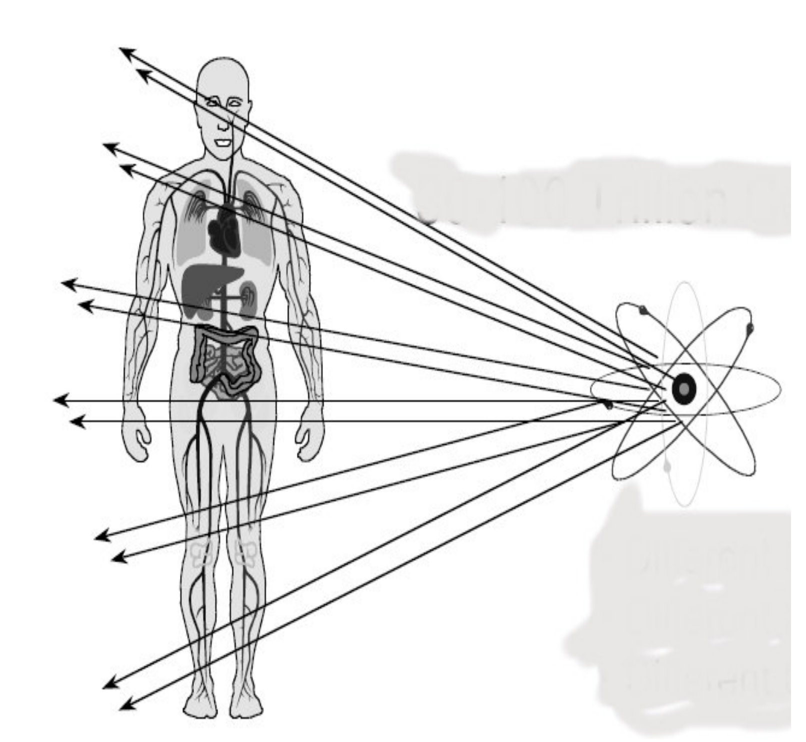
په ۷۹- شکل کې د یوې بهرنۍ رادیو اکتیوسرچینې ګاما وړانګې ښوول شوې دي. دنوموړې سر چینې څخه دګاماوړانګې خپرېږي اوبیا د یوچا په ټول بدن باندې لګیږي. دغه ډول وړانګو ته بهرنۍ وړانګې ویل کیږي، دا ځکه چې د لیرې واټن څخه هم انسانا نو، څلور پښیو او نباتاتو ته رسید لای شي او له دې کبله دخطر سر چینه ګرځېدلای شي. دنوموړو وړانګوانرژي ډېروزدواټن په مربع سره کمښت مومي.

دګاماوړانګو سرچینه

Gamma Source radation

دیوې رادیو اکتیو سرچینې اکتیویتي په واحد کیوری یا بیکاریل





(۷۹- شکل)

۷۹- شکل: کله چې چاپېریال دیورانیوم په رادیواکتیو موادو ککړشي، نوددغې سرچینې څخه یوازې د ګاما وړانګې کولای شي چې دچاپېریال اوسیدونکوته زیان ورسوي اوپه ټول بدن باندې ولګیږي.

که چیرته دځمکې مخ په رادیو اکتیوموادوککړ وي، نومعادل ډوز H په واحدملي سیورت په ثانیه د لاندې معادلې څخه تر لاسه کولای شو.

معادل ډوز = دډوزضریب $(mSv\ m^2)$ × دځمکې ککړه سطحه (Bq/m^2)
$H\ (mSv\ s^{-1})$ = Dose faktor $(mSv\ m^2)$ × Surface activity $(Bq\ /m^2)$

په پورتنی معادله (انډولیزه) کې دډوز ضریب د ځمکې یوه مترمربع سطحې څخه دوړانګو انرژي ډوز په واحد د ملي سیورت mSv معنا ورکوي. نوموړی قیمت د نړیوال سازمان ICRP د څېړونو څخه اخیستل شوې دی او دهر یوه ایزوټوپ لپاره ځانګړی قیمت لري . د بېلګې په ډول د سیزیم ایزوټوپ لپاره نوموړی ضریب $0,39\times10^{-12}\ mSv\ m^2$ قیمت لري.

دپام وړ: که ومنوچې دیوه سړي بدن ته د ګاماوړانګې په $E = 9,172$ MeV کچه انرژي ننوځي ،نودنایتروجن (N^{14}) هسته یوفوتون (γ) جذب کوي اوسمدلاسه دکاربون ایزوټوپ یوه هسته (C^{13}) اویوپروتون (P) داتوم هستې څخه دباندې شړي. دنوموړي هستوي تعامل معادله داسې لیکو: $^{14}N(\gamma,p)^{13}C$

$$^{14}N + \gamma \Rightarrow {}^{13}C + p$$

که ومنوچې داوبو یو مالیکول ایونایزیشن انرژي 34 eV په کچه ده نو دیو میګا الترون ګاما وړانګوپه لګیدو سره لړڅه دیرش زره جوړه ایونونه تولید کوي.

$$\frac{10^6 eV}{34eV/ion} = 2.9\times10^4 \text{ ion pairs}$$

* **پوښتنه** : په ۱۹۸۲ م کال کې دچرنوبیل هستوي پېښه منځته راغله اودالمان په جنوبي سیمه کې دځمکې په یو مترمربع سطحه باندې، د سیزیم رادیو اکتیوایزوټوپ درې زره بېکاریل اکتیویتي اندازه شوه. دمعادل ډوزکچه په یوه مترارتفاع کې څومره ده؟ یادونه: (1Bq = 1/s)

* **حل**: $3000\ Bq/m^2 \times 0{,}39\times10^{-12}\ mSv\ m^2 = 117\times10^{-9}\ mSv/s = 0{,}04\ mSv/a$

* **ځواب**: په یوه کال annual = a کې دیوه متر مربع ځمکې څخه څلوېښت مایکرو سیورت ګاماوړانګې خپرېږي. دنوموړي ښېلګې څخه ښکاري ،چې د بدن لپا ره د بهرنیووړانګو خطرکچه د پام وړنه ده.

دویم: دالفا او بېټا وړانګې:

څرنګه چې په هواکې دالفا وړانګو اود بېټا وړانګود خپرېدلو واټن Range د څو سانتي مترو څخه نه اوړي، نو له دې کبله دیورانیوم نوموړو وړانګوخطر دلیرې واټن او د بهر خوا څخه خورا لږ اټکل کیږي. خو که چېرته د یورانیوم سرګولۍ کوچنی زرې په پوستکي کې ننبې پاتې شي، اویا د یوه پرهار یانې دبدن ټپي شوي برخې، تنفس اویادخوراک لارې بدن ته ننوځي، نودالفا او بېټا و ړانګو خطر دګاما وړانګو په پرتله څو ځله ډېردی. دځمکې د سطحې څخه کېدلای شي چې د یورانیوم کوچنی زرې د ځمکې لاندې ژورو اوبو لکه څاه، کاریز، ویاله ، سرچینه اونورو ته لاره پیداکړي. نوبیا ددې امکان شته دی، چې د ځلور پښیواو نباتاتو څخه جذب شي او بیا بیرته د خوراک او څښاک له لارې دخلکو بدن ته ورننوځي.

☜ لکه څرنګه چې د لویا نو لپاره د یورانیوم وسله د خطر یوه سرچینه ګڼل کیږي، همدارنګه کوچنیان هم دنوموړي عنصر د خطر سره مخامخ دي ، چې د هوا ، خوراک او داوبو څښلو له لارې دهغوی بدن ته ننوځي . په څلورپښیو کې تجربو دا سپینه کړې ده، چې کوچني څلورپښي د غټو څلورپښیو په پرتله، په وینه کې په لوړه کچه یورانیوم جذب کوي. همدارنګه تجربو وښووله، چې په دوه ځانو څلورپښیو کې (0,03%) درې په زرو کې نطفې ته یورانیوم وررسیدلی وه، کله چې دغه څلور پښیو ته په لوړه کچه یورانیوم پیچکاري شوي وه. همدارنګه هغه کوچني څلورپښي، چې د مور شدې یې راودلې اود میندو څلورپښیو ته یورانیوم پیچکاري شوې وو، په او لادو کې هم یورانیوم پیدا شو. په داسې حال کې چې په نارینه څلورپښیو کی د سپرم (Sperm) شمېررا ښکته ښو.

دهستوي وړانګو ځانګړي فیزیکي خواص			
دوړانګوډول **Radiation**	په هوا کې دخپرېدوواټن Range in air	سرعت(چټکتیا) km/sec	مخصوصه ایونایزیشن Ion pairs/cm
الفاذره	5-7 cm	3000-32000	20000- 50000
بیتاذره	200-800 cm	دنورسرعت 25-99%	50-500
ګاما وړانګې	دنیما یې پنډوالې کارول	دنورسرعت 300000	5-8

دپام وړ:

هرڅومره چې په یوه هسته کې دنیوترونو او پروتونو حاصل تقسیم لوړوي، په هم هغه کچه دغه هسته رادیواکتیو خاصیت لري او د ا لفا یوه ذره خپروي . دبیلګې په ډول په پولونیم دوه سوه لس کې Polonium-210 ، مخکې له تجزیې څخه یوسلوشپږویشت نیوترونه اوڅلوراتیا پروتونه لري . نوموړی تناسب مساوي دی له: 1,50 = 126/84 خوکله چې دالفا یوه ذره خپره کړي او تجزیه شي نو دنیوترونو او پروتونو تناسب یې مساوي دی له: 1,51 = 124/82 دا په دې مانا، چې وروستی تناسب دپخوا په پرتله لوړدی او هسته دپخوا په پرتله دانرژۍ یو ثابت حالت غوره کوي.

د پام وړ: په هستوي بټۍ او سایکلوترون Cyclotron کې دهستوي طب لپاره ګڼ شمېر رادیو ایزوټوپونه، په مصنوعي ډول تولید کېږي، چې خینې مهم یې په لاندنۍ جدول کې ښوول شوي دي.

رادیو اکتیو ایزوټوپونه لکه اکسیجن O^{15} ; O^{16} ; O^{17} ، د کاربون ایزوټوپونه لکه C^{13};C^{14};C^{15}

Radionuclide دراديونوكليد نوم	**Decay mode** دتجزيې كړنلاره	**Production reaction** دهستوي تعامل معادله	**Cross section** عرضاني مقطع
C^{14}	β^-	$N^{14}(n,p)C^{14}$	**1,81 barn**
F^{18}	β^+; EC	$Ne^{20}(d,\alpha)F^{18}$	**91 barn**
O^{15}	β^+	$N^{14}(d,n)O^{15}$	**99 barn**
I^{131}	$(\beta^-;\gamma)$	$Te^{130}(n,\gamma)I^{131}$	**0,24 barn**

پوښتنې (Questions): (ځوابونه یې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي):

۱-۱۰ خوارشوی یورانیوم څه ډول تعریف شوی دی؟

۲-۱۰ د خلیج سیندروم ناروغۍ Gulfsyndrom څه ډول کلینیکي نښې لري؟

۳-۱۰ د خوارشوي یورانیوم فیزیکي او بیالوژیکي نیما یې عمر څومره دی؟

۴-۱۰ دخوارشوي یورانیوم پوځي او نا پوځي استعمال په ګوته کړئ؟

۵-۱۰ په چاپېریال کې دخوارشوي یورانیوم کوچنی ذرې د کومو لارو څخه بدن ته ننوتلای شي؟

۶-۱۰ د طبیعي یورانیوم او د خوارشوي یورانیوم ترمنځ توپیر څه دی؟

۷-۱۰ دخوارشوي یورانیوم څخه په لوړه کچه کومې وړانګې خپرېږي او انرژي یې څومره ده؟

* * *

شپږمه برخه

يوولسم څپركى

په روغتيا باندې د وړانګو ناوړه اغېزې

(Health hazards of radiation effects)

لومړى خبرې:

د هغې مودې نه چې انسان د ځمكې پر مخ پيداشوى دى او دنړۍ په هرګوټ كې كه ژوند هم كوي، دطبيعي وړانګو دخطر سره مخامخ دى. د طبيعي وړانګويوه غټه سرچينه پخپله لمرتشكيلوي. د بېلګې په ډول د لمر په ننه كې دهيليم او هايدروجن هستې سره ويلې كېږي (Fusion) اودهغوى د هستوي تعاملاتو په پايله كې ځمكې ته الكترومقناطيسي وړانګې لكه لمر، د تودوخې وړانګې او هستوي ذرې لكه پروتونه، نيوترونه او ميونونه خپرېږي.

داسې اټكل كيږي چې د لمر په ننه كې هره ثانيه شپږ سوه مليونه ټنه (600 mill tons) هايدروجن هستې سره ويلې كيږي او پينځه سوه پينځه نوي مليونه ټنه (595 mill tons) هليم هستې ورڅخه جوړيږي. دلته دا پوښتنه راپورته كيږي، چې د هايدروجن دا پينځه مليونه (5 mill tons) هستې څه شوې؟ دالبرت اينشتاين (Albert Einstein) د فرمول له مخې د لمر په منځ كې دغه پينځه مليونه ها يدروجن كتلې كمښت په انرژي بدليږي اود الكترومقناطيسي وړانګولكه د لمر وړانګو ، دنيوترون زرو اونورو هر اړخيز كوچنيوبنسټيزو زرو په بڼه هرى خواته خپريږي.

كه څه هم د لمروړانګې د ځمكې پرمخ ټولوژوو ته، دژوند ي پاتې كېدلوبنسټ تشكيلوي خو بيا هم نومورې وړانګې او همدارنګه د فضا څخه كازميكي وړانګې كه په ډېره كمه كچه هم دي، خوبيا هم د انسانانو د روغتيا په تړاودااند ېښنې وړدي.

د 1896 م كال څخه را پدې خوا ساينس پوهانو ته څرګنده شو بده ، چې كه د ايونايز كوونكو وړانګو سره سم چلن ونه شي، نو د راديو اكتيو موادو هستوي وړانګې خومره چې دناروغيو په درملنه كې ګټوررول لوبوي، نوپه هم هغه كچه د ګټې په څنګ كې، روغتيا ته هم د خطريوه ستره سرچينه كېدلاى شي. دبېلګې په ډول كله چې په 1896 م كال كې درادیوم Radium راديو اكتيو عنصر د پولينډي هېواد يوې فيزيك پوهې ميرمنې

ماري کيوري (Marie Curie) څخه په فرانسه کې دڅېړنو په ترڅ کې را برسيره(کشف) شو، نو يوبل نامتو فيزيک پوه هېنري بېکاريل (Henri Becquerel) دميرمن کيوري څخه هيله وکړه، چې درادیوم یوه کوچنی نمونه (سمپل) ، چې د پېښبلنډې (Pechblende) په کريسال کې د مرکب(ګډ) په شکل موجوده وه، دتجربو په موخه هغه ته امانت ورکړي . کله چې فروفيسر بېکاريل درادیوم یوه کوچنی نمونه د واسکټ په جيب کې کېښووله، نو وروسته له شپږو ساعتونو څخه دنوموړي کارپوه د بدن پوستکی، ديورانيوم راديو اکتيو وړانګود بيالوژيکي ناوړې اغېزې له کبله، وسوځيده او په خوځيدلوېې پيل وکړ. ښاغلي بېکاريل سمدلاسه ديورانيوم نمونه بيرته ميرمن کيوري ته وسپارله اوورته يې وه ويل:

☜ دستاسو د ښه نيت څخه ډېره مننه، خوهغه څه چې راديوم **Radium** عنصر په ما باندې وکړه، خواه مې ورڅخه ډېره بده شوه . اوس تا سوته دغه امانت بېرته سپارم .

کله چې په 1895 م کال کې اکسريز، د جرمني فيزيک پوه رونتګن لخوا کشف شوې، نو شپږ مياشتې وروسته د ناروغيو په پېژندنه کې، ورڅخه ګټه اخېستل پيل شوو . خو په 1900 م کال کې د جراحي او راديولوژي ګڼ شمېر ډاکټران، چې داکسريزد استعمال سره يې پوره پام اوسم چلن نه وو کړی، دوړانګو په ناروغۍ اخته او يا ټپي شول.

د نونسمې پيړۍ په لومړيو دوه لسيزو کې، ديورانيوم فلز څخه دډېرو شيانود ښايسته ښکارېدلو په موخه لکه هينداره، چينايي لوښي، دغاړې ګاڼه، قاشق، ينجي اونورو شيانو په جوړولو کې، ديوې رنګيز مادې په صفت کار اخېستل کيده . همدارنګه دچلم څکولو هغه برخه، چې په خوله کې نيول کيږي دښايست په موخه د يورانيوم فلز څخه جوړه وه . د څو کالونو څخه وروسته دا خرګنده شوه، چې هغو کارګرو چې په فابريکو کې يې کارکولواود يورانيوم فلز سره دنوموړو شيانو په توليد کې برخه درلوده، د لږ څه د يارلسو کالونو څخه وروسته د هډوکو سرطان (Bonesarkome) په ناروغۍ اخته شول . دا ځکه چې درادیم راديو اکتيو مواد دبدن نورو غړو په پرتله په هډوکو کې ډېر جذب کيږي.

نن ورځ په دې کې هېڅ شک نشته، چې دراديو اکتيو موادو وړانګې که په ډېره کمه کچه هم وي، د سرطان ناروغۍ دراپارولو (Induction) لامل ګرزيد لای شي.

د يورانيوم کيمياوي او راد يولوژيکي زهرجني اغېزې:

ديورانيوم وسلې راديو اکتيو ايزوټوپونه د روغتيا لپاره دوه مهم او ديادونې وړ خطرونه لري، چې دهر ډول ناروغيود منځته راتلو لامل کيدای شي. نوموړي خطرونه عبارت دي له:

☑ کيمياوي زهرجني اغيزې (**chemical toxicity**)

☑ راد يولوژيکي ياني دوړانګو زهرجني اغيزې (**radiological toxicity**)

دپام وړ: **LD_{50}** هغه اندازه کيمياوي زهرجن موادواويا دوړانګو انرژي ډوز ته ويل کيږي، چې دازمويل شووکسانو څخه نيمايي مړه کوي. دنوموړي کميت واحديوملي ګرام زهرجن مواد دبدن په يوه کيلوګرام کتله باندې ټاکل شويدی.

د یورانیوم کیمیاوي او رادیولوژیکي زهرجنې اغېزې	
رادیولوژیکي زهرجنې اغېزې (radiological toxicity)	کیمیاوي زهرجنې اغېزې (chemical toxicity)
د حجرو په کروموزومو کې یورانیوم جذب کیږی او هلته په جنینو کې بدلون راولي چې د سرطان ناروغۍ احتمال ورسره زیا تیږي	دبدن ځینو غړو دندې نیمګړې کیږي دبېلګې په ډول پښتورګی یورانیوم ډېر زیات جذب کوي چې د التهاب لامل ګرځي. Nephritis

لومړی: کیمیاوي زهرجنې اغېزې (Chemical toxicity):

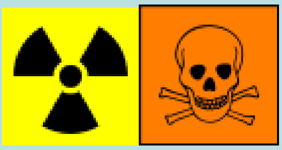
دیورانیوم هستوي وړانګې دبدن په حجرو کې سوماتیک او جنتیک ناوړه اغېزې تر سره کوي. نو کله چې دیورانیوم کثافت اندازه، د ټاکلي کچې څخه دبدن په غړوکې پورته لاړه شي، په تېره بیا لکه په پښتورګو کې نو دغه غړي خپله دنده په سمه توګه نشي تر سره کولای اود هم هغه غړي دالتهاب لامل ګرځي. یورانیوم لکه سیماب (Hg) ، ارزین (Arsen) ، سرب (Pb) او نیکل (Ni) یوډېر زهرجن فلز دی چې د بدن ډېر وغړو دندې په تېره بیا د پښتورګو کارکول نیمګړی کوي. دنړیوال روغتیا سازمان (WHO) د سپار ښتنې سره سم دعام (تولیز) ولس لپاره په یوه ګرام پښتورګوکې د یورانیوم غلظت (Concentration) اندازه، د دریو ما یکروګرام (3μ g) څخه وا نه وړي. دیورانیوم ډاي اکساید ایون (UO_2^+) یو ډېرپیاوړی رادیکال دی، چې د بیا لوژیکي مالیکولو او غړو په نسجونوکې دبیکاربونات (Bicarbonate) ، سیترات (Citrate) اوپروتینونو سره زهرجن کیمیاوي کمپلکس (Complexes) مرکبونه جوړوي.

☜ که چېرته پینځه ملي ګرام نه حل کېدونکی یورانیوم (UO_2) تنفس شي نو پایله یې دومره خطرناکه ده چې سړی د مړینې سره مخا مخ کوي او یا داچې پښتورګي د تل لپاره د کار کولو څخه وباسي.

دویم: رادیولوژیکي زهرجنې اغېزې (Radiological toxicity):

دروغتیا په تړاو دیورانیوم رادیواکتیو موادو دویمه ناوړه اغېزه دایونایز کونکو وړانګوهغه زیان دی، چې دبدن په حجروکې دموتېشن لامل ګرزي. کله چې دیورانیوم هستوي وړانګې د بدن په حجرو ولګیږي، نو په هسته کې یې د کروموزومو په جوړښت کې بدلون را ولي، چې دغه ډول اغیزې ته موتېشن(Mutation) ویل کیږي . په نتیجه کې دسرطان ناروغي لکه دویني سرطان منځته راوستلا ی شي . په هغه سیمه کې چې دیورانیوم سرګولۍ ولګیږي، نو سمدلا سه په دغه چاپیر یال کې دایونایز کونکو وړانګو معادل ډوز لس ملي سیورت (10 mSv) چې د طبیعي وړانګو څخه لږ څه پینځه ځله لوړقیمت لري، رامنځته کېدای شي (33). دنومړو زهرجنو اغېز و بر سیره، په بدن کې د یورانیوم شته والی،ددې لامل ګرځي، چې د بدن معافیتي سیستم (Immune System) کمزوری کړي اوله دې امله انسان د بیلا بیلو سختوناروغیو سره مخامخ کیږي.

د روغتیا په تړاو د یورانیوم زهرجن ډولونه



یورانیم د الفا وړانګې خپروي او نوموړې وړانګې د حجرې په ډي اين اې DNA کې بدلون (Mutation) را وستلای شي. په پایله کې د سرطان ناروغی منځته راتلای شي.

یورانیم ډېر سخت کیمیاوي زهرجن رادیواکتیو مواد دي چې د بدن مهمو غړو ندې په تېره بیا لکه پښتورګی په تپه دروي او یا د التهاب سبب (لامل) ګرځي.

که په پوره اندازه یورانیوم د تنفس له لارې او یا د خوراک له لارې بدن ته ورننوځي، نو د روغتیا په تړاو د نوموړي عنصر کیمیاوي اورادیولوژیکي زیان احتمال ډېر لوړ اټکل کیږي. داځکه چې د یورانیوم فلز د نورو درندو او زهرجنو فلزاتو لکه کادمیم cadmium او سیماب mercury په ډول سخت کیمیاوي زهرجن ایونونه او ازاد رادیکال لري. د یورانیوم فلز ایونونه دومره کیمیاوي زهرجن مواد دي، چې د پښتورګو دنده د فعالیت څخه و باسي اویا د هغوی د التهاب لامل ګرځي. دا په دې مانا چې بدن ته د یورانیوم وسلو زیان په لومړۍ درجه د کیمیاوي زهر نه پیل کیږي، او بیا په دویمه درجه د یورانیوم وړانګو زیان د بدن نورو غړوته د اندېښنې وړدی. د یورانیوم وسلو د وړانګو ضرر د کیمیاوي ضرر په پر تله ډېر کالونه وروسته پیل کیږي او د سرطان ناروغۍ احتمال یې د هغې سیمې او سیدونکو ته په راتلونکي وخت کې د اندېښنې وړ دی.

- په دې اړوند نبايي وویل شی، چې که یو چا ته د یورانیوم وړانګې ورسیږي، نو د وړانګو ضرر لکه د سرطان ناروغۍ سمدلاسه منځته نه راځي، بلکې په کالونو او کالنو وروسته را برسیره کیږي. په داسې حال کې چې د یورانیوم کیمیاوي ضرر سمدلاسه پیل کیږي.

د وړانګو لوړ لیمېټ چې د روغتیا په تړاو دا ندیښنې وړ ندی د وړانګو څخه د ساتنې نړیوال کمیسیون(International Commission on Radiological Protection = ICRP) لخوا ټاکل شوي دی. د نوموړي سازمان لخوا د وړانګو اعظمي انرژي ډوز لیمېټ د عام (ټولیز) وګړو لپاره په یوه کال کې یو ملي سیورټ **1 mSv** او د هغو خلکو لپاره چې په مسلکي توګه د رادیو اکتیو موادو سره بوخت او سروکار لري شل ملي سیورټ 20 mSv ټاکل شوی دی.

☜ دنړيوال روغتيا سازمان لخوا داسې اټکل کيږي، چې که شل زرو کسانو ته يو ملي سيورت وړانګې په يوه کال کې ورسيږي، نو هغه اضافګی خطر چې د يو ملي سيورت وړانګو سره تړ اولري او د سرطان ناروغۍ منځ ته راوستلای شي، د شل زرو کسانو څخه به يو تن مړشي. په داسې حال کې چې په طبيعي توګه سره دعام (ټوليز) ولس د پينځو تنو څخه، که څه هم هغوی ته وړانګې وررسېدلې نه وي، د نا څرګنده علتونو په اساس د سرطان ناروغۍ څخه يوتن مړ کيږي.

دوړانګو نه دځان ساتنې نړيوال کميسيون ICRP لخوا يو بيو کينېتيک موډل په مرسته سره يوه رياضي شمېرنه دخوارشوي يورانيوم (DU) لپاره تر سره شوې، چې په لاندې جدول کی ښوول شوې ده. نوموړی جدول موږ ته جوته وي، چې په کومه اندازه يورانيوم بدن ته دتنفس او خوراک له لارې د اجازې وړ دی، تر څو د نوموړي عنصر کيمياوي زيان لېمېټ ديوی خوا ، او د راديولوژيکی زيان ليميټ دبلې خوا تر پښو لاندې نشي. دروغتيا نړيوال سازمان WHO په خوراکي موادو کې ديورانيوم کچه په لاندې ډول سپارښتنه کوي.

☜ ديورانيوم کيمياوي زيان لوړ ليميټ کچه 3µg/g درې مايکرو ګرام يورانيم په يوګرام پښتورګو کې تاکل شوې ده.

☜ کله چې ټول بدن په متجانس ډول په وړانګو رڼا شي، نو ديورانيوم وړانګو اغيزمن انرژي ډوزپه يوه کال کې د يو ملي سيورت (1 mSv) څخه وانه وړي.

☜ ديورانيوم کثافت د بدن په هر کيلو ګرام وزن اويوه ورځ کې دصفرعشار يه پينځه مايکروګرام (0,5 µg) څخه وا نه وړي.

☜ دتنفس په يوه متر مکعب هوا کې د يورانيوم کثافت د يو مايکرو ګرام ياني د ګرام يو په مليونمي برخې څخه وا نه وړي ($1\ \mu g/m^3$)

☜ کوچنيانو ته د څښاک داسې اوبه ورکړ شي، چې يورانيوم پکې هېڅ نه وي او دلويانو لپاره دڅښاک په يو ليتراوبو کې ديورانيوم لوړليميټ د يوه مايکروګرام دوه په لسمه برخه 0,2 µg/liter ټاکل شوی دی

☜ په ټول بدن کې د يورانيوم کچه پينځه په لس مايکروګرام په يوه کيلوګرام نسجونو0,5µg/Kg کې او يا په بل عبارت ديرش مايکرو ګرام په ورځ کې 30 µg/day وانه وړي.

په طبيعت کې د ځواکونو(قواو) پيژندل شوي ډولونه		
دغبرګون ساحې ډول	نسبي زورورتيا	
ګراويټون Graviton	10^{-39}	دځمکې جاذبه قوه **Gravitational force**
بوزون Boson	10^{-7}	کمزورې قوه **Weak force**
فوټون Photon	10^{-2}	الکترومقناطيسي قوه **Electrom . force**
ګلوون Gluon	1	زوروره قوه **Stronge force**

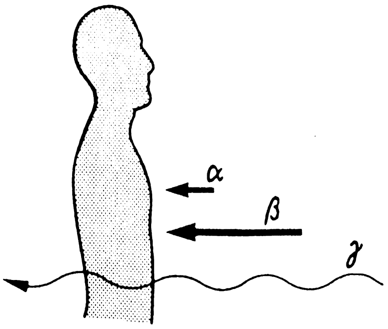
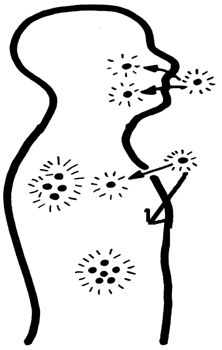
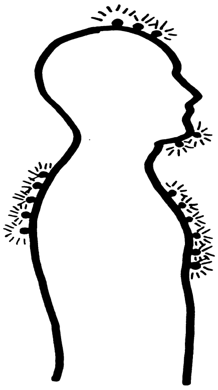
Route of intake بدن ته د یورانیوم د ننوتلو لار	بدن ته د یورانیوم هغه اندازه لیمیټ چې غلظت یې د پښتورګي په یوه ګرام نسجونو کې درې مایکرو ګرام ته ورسېږي 3µg/mg		بدن ته د یورانیوم هغه اندازه لیمیټ چې یو ملي سیورت وړانګې منځته راوړي 1 mSv	
	کتله (mg)	Activity (Bq) اکتیویټي په بېکارېل	کتله (mg)	Activity (Bq) اکتیویټي په بېکارېل
Inhalation دحل وړ یورانیوم لکه UO_3 ګردونه یا اېرزول تنفس کول	230	3400	32	480
Inhalation د نه حل کېدونکي یورانیم لکه UO_2. ګردونو تنفس کول	7400	110000	11	160
Ingstion د حل کېدونکي یورانیوم اندازه چې دخوراک له لارې بدن ته ننوځي	400	5900	1500	22000
Ingestion د نه حل کېدونکي یورانیوم اندازه چې دخوراک له لارې بدن ته ننوځي	4000	59000	8800	130000

۳۱- جدول: دوړانګو نه دځان ساتنې نړیوال کمیسیون ICRP لخوا د یورانیوم ترټولو لوړلیمیټ ښوول شوی دی، چې دروغتیا په تړاو داندېښنې وړ نه ګڼل کېږي. د بېلګې په ډول نوموړی جدول رابښئي، چې که د خوراک او څښاک له لارې (Ingestion) څلورسوه ملي ګرام یورانیوم (400 mg) بدن ته ننوځي، خو سره دهغې هم په پښتورګو کې د کیمیاي زیان لوړ لیمیټ 3µg/mg څخه یې قیمت نه اوړي. همدا رنګه کېدای شي چې دیو چا بدن ته لږ څه یوزرو پینځه سوه ملي ګرام (1500 mg) یورانیم ور ننوځي، پرته له دې چې دیورانیوم دوړانګو دز یان لوړ لیمیټ یاني یو ملی سیورت (1mSv) څخه یې قیمت پورته لاړشي.

دپام وړ: خرنګه چې بدن ۸۰٪ داوبو څخه جوړدی ، اوکه چېر ته رادیواکتیو موادبدن ته دخوراک له لارې ور ننوځي، نوپه اوبوکې دیوه جوړه ایونودمنځته راتلولپاره شپږویشت الکترون ولټه انرژي په کارده (26eV energy per ion pairs in water).

بدن ته د وړانګو د خطرهاړخيزې لارې:

ديورانيوم وسلې راديواکتيو مواد چې د الفا، بيتا او ګاما وړانګې خپروي، د مختلفو لارو لکه تنفس (Inhalation)، خوراک (Ingestion) ، څښاک ، د بدن ټپي شوې برخې، او پوستکي څخه بدن ته دننه ورننوځي او په دې ډول د خلکو روغتيا د خطرسره مخامخ کوي.

۱- بهرنۍ وړانګې (External Radiation) : هغه وړانګې دي، چې دباندې خوا څخه په بدن لګيږي. که څوک د يورانيوم سرچينې ته ورنږدې شي، نو دهغه بدن ته د ګاما وړانګو زيان دالفا او بيتا وړانګو په پرتله ډېر دی	
۲- د ننه وړانګې (Internal Radiation) : هغه وړانګې دي چې د بدن په ننه کې خپريږي . د بېلګې په ډول کله چې ديورانيوم کوچنی ذرې دتنفس، پوستکي، د خوراک او يا څښاک له لارې بدن ته ننوځي . د بدن په ننه کې دالفا او بيتا وړانګو زيان د ګاما وړانګو په پرتله ډېرد اندېښنې وړدی.	
. ۳- دککړتيا وړانګې(Contamination Radiation): که چېر ته دبدن پوستکی ديورانيم په کوچنی ذرو اويا راديواکتيوګرد ککړ شي، نو هغه وړانګې چې ورڅخه خپريږي اوپه پايله کې بدن ته ننوځي، دککړتيا وړانګو په نامه سره يادېږي. د پوستکي په مخ ديورانيوم وسلې دالفا او بيتا وړانګو زيان دګاما وړانګو په پرتله ډېر زيات دی.	

(۸۰-شکل)

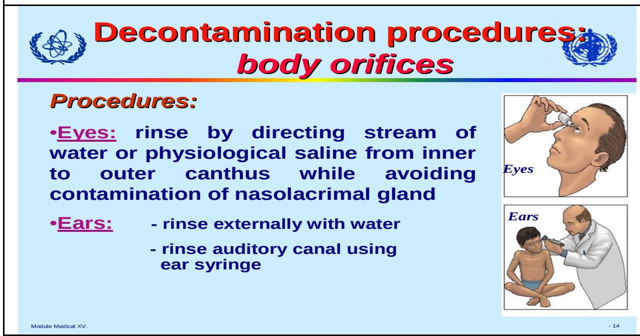
۸۰-شکل: بدن ته د پوستکي، دتنفس او د بهرنه د وړانګو د ننوتلو او جذب کېدلو هراړخيزې لارې ښوول شوې دي.

د پام وړ: که ديوچا پوستکی د يورانيوم په ايزوټوپ ککړشي ،نو د سوډيم بيکاربونات Sodium bicarbonate يو نيم په سل ايزوټونيک محلول (1,4% isotonic solution) په کارولو سره د سمدلاسه ومينځل شي.

دبېلګې په ډول که ديورانيوم يوه سرګولۍ چې قطر (چمبر) يې يو دېرش ملي متر او دوه سوه اويا ګرامه وزن ولري، په پوستکي کې ننوځي، نو په يوه ساعت کې دانرژي دوزاندازه يې د دوه ملي سيورت (2mSv/h) څخه هم اوړي. دا په دې مانا چې دپوستکي لپاره داندېښنې وړ انرژي دوز قيمت چې دنړيوال کمسيون ICRP لخوا په يوه کال کې پينځه سوه ملي سيورته 500 mSv/a ټاکل شوی دی، د دوه سوه پينځوس ساعتو څخه وروسته پوره کيږي. دنوموړي سرګولۍ قدرت دواټن په مربع سره برعکس کمښت مومي. د بېلګې په ډول دپوستکي څخه په يوه متر واټن کې نوموړی قدرت يوازې اوه نانو سيورت په ساعت کې (7 nSv/h) قيمت لري. په ليرې واټن کې يوازې د ګاماو ړانګو خطره انديښنې وړ دی. په داسې حال کې چې دالفا وړانګې په څه ناڅه يو سانتي متر هوا او دبيتا وړانګې د هواڅو سانتي مترو د تېرېدلو څخه بيخي جذب کيږي.

✍ دوړانګو څخه دساتنې نړيوال کميسيون ICRP د سپارښتنې سره سم دعام (ټوليز) و لس لپاره کلنۍ انرژي دوزکچه 1 mSv يو ملي سيورت ټاکل شوی لوړ ليميټ هغه وخت پوره کيږي، کله چې يو څوک په يوه ساعت کې لږ څه يو متر مکعب $1cm^3/h$ هوا تنفس کړي. په همدغه يوه متر مکعب هوا کې د يورانيوم وسلې کثافت بايد د يو مايکرو ګرام څخه وا نه وړي ($1\ \mu g/m^3$). څرنګه چې يورانيوم د پښتورګو لپاره ډېر زهرجن مواد دي، نو د څښلو په اوبو کې، ديورانيوم اندازه دنړيوال روغتيا سازمانWHO د سپارښتنې په بنسټ، د دوه مايکرو ګرام څخه (2µg/Liter) په يوه ليتر اوبو کې وانه وړي

په روغتيا باندې د يورانيوم وسلوناوړه اغېزې په دې پورې اړه لري، چې په نسجونو کې جذ ب شوې انرژي په کومه کچه بيالوژيکي ناوړه بدلون منځته راولي. همدا رنګه دبدن حجروته چې کومه انرژي انتقال کيږي، د وړانګو په ډول، دوړانګو په انرژي، دحجرو په ډول اود تشعشع په موده پورې اړه لري. د بدن هغه حجرې چې د هغوی د ويشتوب کړنلاره په لوړه فريکونسي سره تر سره کيږي، د بېلګې په ډول سپين کرويات، د ها ضمي سيستم حجرې، د کوچنيانو دبدن ټولې حجرې او د مور په نس کې ستريدونکی ماشوم، د وړانګو پروړاندې دنورو حجرو په پرتله، ډېر حساسيت ښکاره کوي. همدا لامل دی، چې ماشومان دسترو سړيو په پرتله دوه واره زيات د خطر سره مخامخ دي. دبېلګې په ډول که فرض کړو چې ديورانيوم يوه کوچنۍ ذره، چې قطر (چمبر) يې ددوه نيم ما يکرو متر2,5µm په اندازه وي چې د سړيو وينښته سره يو شان ده، تنفس شي، نو دغه کوچنۍ ذره تقريبا په يوه کال کې څلوېښت الفاوړانګې خپروي (40 alpha particles). هغه اغېز ناکه معادل انرژي دوز، چې نوموړې ذره يې په يوه کال کی شاوخوا نسجونوته انتقال کوي، له دوه ذره ملي سيورت 2000 mSv/a سره مساوی ده. په داسې حال کې چې د نړيوال روغتيا سازمان WHO لخوا دعامو خلکو دټول بدن لپاره، دوړانګو لوړه کچه يا ليمټ په يوه کال کې يوملي سيورته 1mSv/ a ټاکل شو بده .

دبدن غړو څخه دراديو اکتيو مواد وپاکولو کړنلاره:	
ستړګې : دننه برخې نه دڅنډې خواته په اوبو سيخ رغړول اود ککړتيا څخه دلاکريمال غدې ساتل	
غوږونه : دباندې خواڅخه دغوږ کانال په اوبو رغړول	

بدن ته د وړانګو د خطر هراړخيزې لارې

(Radiation hazards paths to the body)

لومړی: د تنفس له لارې (Inhalation) :

که چاپېريال د يورانيوم په راديو اکتيو ګرد (Aerosols) ککړ شي، نو د تنفس له لارې لومړی د نومړي ګرد يوه برخه سږو ته ورننوځي. د يورانيوم هغه کوچنی زرې چې قطر (چمبر) يې يو مايکرو مترسترو الی لري، يوه برخه يې د لمف نوډ (Lymph node) ته لاره پيدا کوي او بله برخه يې د سږي څخه وينې (Blood) ته ننوځي او په دې ډول د بدن هر ځای ته ليږدول کيږي.

- دبېلګې په ډول شپيته په سل (60%) په هډوکو، شپاړس په سل (16%) په سږو، اته په سل (8%) په پښتورګو او پاتې برخه يې د وينې دلارې د بدن نورو برخوته انتقال کيږي.
- که چېر ې د يورانيوم کوچنی زرې د نه حل کېدونکو مرکباتو دډلې څخه وي نو کېدای شي چې نومړی عنصر دشپاړسو کالونو څخه هم ډېره موده په سږو کې پاتې شي او هلته په زياته کچه انرژي جذب شي.
- ديورانيوم وسلو راديو اکتيو ګرد (Aerosols) شپيته په سل کې د U_3O_8 60% او شل په سل کې 20%اکسايد مرکباتو UO څخه جوړ دی، چې په اوبو کې نه حل کيږي.

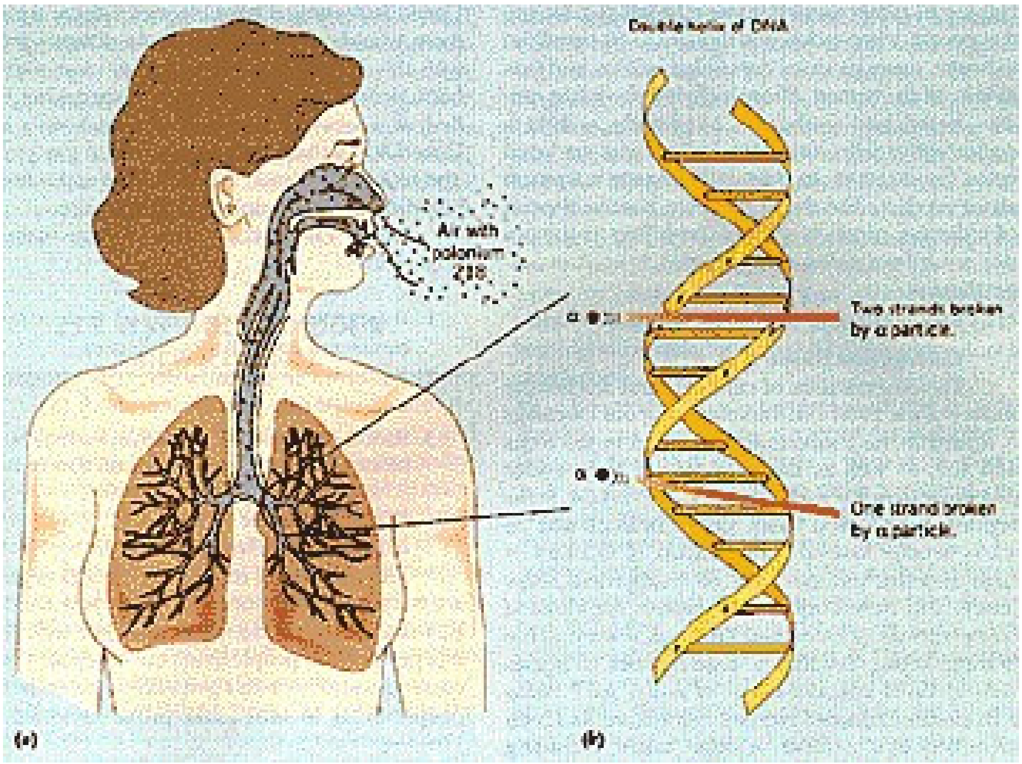
دتنفس له لارې دوړانګو معادل انرژي ډوز H په واحدملي سيورت په ثانيه (mSv/s) دلاندنی معادلې څخه تر لاسه کيږي.

معادل ډوز = دډوز ضريب (mSv/Bq) × دهوا تنفس اندازه (m^3/s) × اکتيويتي (Bq/m^3)

$$H\ (mSv\ s^{-1}) = \text{Dose faktor}\ (mSv\ Bq^{-1}) \times \text{Breathrate}\ (m^3\ s^{-1}) \times \text{Activity}\ (Bq\ m^{-3})$$

په پورتنی معادله (انډوليزه) کې دوړانګو معادل ډوزH په واحد ملي سيورت اوپه يوه ثانيه کې هغه وخت شميرلای شو، چې دتنفس شوي ايزوټوپ راديو اکتيويتي په يومکعب متر هوا کې راته مالوم وي. دبلې خوا دنړيوال کمسيون ICRP دڅېړونې سره سم په يوه ثانيه کې يونورمال بالغ سړی په يوه ثانيه کې څه ناڅه Breating rate = $6{,}03\times10^{-5}m^3/s$ هوا تنفس کوي . دډوز ضريب هغه فيزيکي کميت دی چې ديوه بيکاريل اکتيويتي معادل انرژي ډوزپه واحد ملي سيورت راښئي. نومړی کميت دهر يوه ايزوټوپ اود بدن هر يوه غړي لپاره ځانګړی قيمت لري اوپه نړيوالو څېړونو کې (BMI; 1986) خپور شوی دی.

د لوېکېمي (Leukemia) يا دويني سرطان د منځته راتللو احتمال هغه وخت زيا ت اټکل کيږي، کله چې د يورانيوم کوچنی زرې دويني له لارې د لومف سيستم (Lymphsystem) او د پلنو هډوکو لکه پښتۍ ، د سرهډوکو مازغو ته، چې هلته سپين او سره کرويات جوړيږي (Bone marrow) ورننوځي او جذب شي.



(۸۱- شکل)

۸۱- شکل : کله چې دچاپېريال څخه په راديواکتيو موادو ککړ شوې هوا تنفس شي، نوبيا وروسته دسږو حجرو په کروموزوموکې د يوکيمياوي مرکب (ګډ) په بڼه جذب کيږي او هلته دالفا وړانګو په واسطه د ډي .اين .اې . (DNA-Hellix) غبرګ تاوشوی مزی يا نې هېليکس پرې کيږي . په پورتنې شکل کې د چاپېريال څخه په راديواکتيوايزوټوپ پولونيم (Po-218) ککړه شوې هوا سږوته ننوځي. نوموړی ايزوټوپ دالفا وړانګې خپروي او په کيمياوي تړاو يوډېر زهرجن عنصر دی.

- په پورتني شکل کې ښی خواته د سږي حجرويود ډي .اين .اې . (DNA-Hellix) غبرګ تاوشوی مزی يا نې هېليکس ښوول شوی دی، چې دالفا وړانګوراديو اکتيومواد پکې تنفس شوي دي.
- د ډي .اين .اې . (DNA-Hellix) په پورتنۍ برخه کې دواړه تارونه او لاندنۍ برخه کې يو تارد الفا وړانګودغبرګون په پايله کې پرې شوی دی.

دپام وړ: خرنګه چې پولونيوم په توباکو (tobacco) کې په لوړه کچه پيدا کيږي نو داسې اټکل کيږي چې په ډېر احتمال سره دسږي سرطان دمنځته راتللولامل ګرځي . پولونيوم (Po-218) الفا وړانګې خپروي چې انرژي يې شپږميګاالکترون ولټه اونيمايي وخت يې درې دقيقې دی.

دويني سرطان (Leukemia):

دسپينوکروياتو هر ډول ناروغی او بدلون ته، د ويني سرطان ويل کيږي. که څه هم دنوموړي ناروغي اصلي علت لا تر اوسه څرګند ندئ، خودکارپوهانو په اند په ډير احتمال سره دخطرفکتورونه (Risk factor) ايونايز وونکي وړانګې (الفا، بېټا، ګاما)، وايرس، باکتريا، څيتوستاتيکا (Cytostatica) او کيمياوي مواد تشکيلوي . دويني سرطان کلينيکي نښې دادي، چې دويني جوړونکوسرچينوکې، د يوې خواد سپينوکروياتوشمېرد اړتيا نه ډېر بيخي پورته ځي او دبلې خوادغه توليد شوي سپين کرويات، دپوخوالي پړاوته نه رسيږي او له دې کبله خپله دنده نشي تر سره کولای. د وينې جوړونکي سرچينې عبارت دي له:

- د بدن ټول پلنوهډوکوپه ما غزوکې لکه: (red bone marrow) ، لګن خاصره (Iliac Pelvis bone)، دسينې په پوښتيوکې (Ribs) ، ککرې (Skull) ، د سينې سرپوښتې، يا عظم قص (Sternum) چې په ډېره کچه د وينې سره کرويات اوهمدارنګه سپين کرويات پکې جوړيږي. په پايله کې دوينې کمښت، د ايمون سيستم (Imunsystem) کمزورتيا ، درنګ سپينوالې او انتاني ناروغي (Infection disease) منځته راځي.

په ۳۲- جدول کې دعام (ټوليز) ولس لپاره دځينو راديو اکتيو موادو کلنی لوړلېمېټ ښودل شوی دی چې دنړيوال کميسيون ICRP-61 په يوشپيتمه ګڼه کې خپورشوی اودروغتيا په تړاو داند ېښني وړ نه دي.

☜ دتنفس له لارې کلنې لوړلېمېټ: (Annual Limits of Inspiration=ALI)

☜ دخوراک له لارې کلنی لوړلېمېټ: (Annual Limit of Ingestion=ALI)

نوکليد **Nuclide**	دتنفس لوړ کلنی لېمېټ په واحد بيکارېل **(Bq)**	د خوراک لوړ کلنی لېمېټ په واحد بيکارېل **(Bq)**
Sodium-22 سوډيم	1×10^{7}	7×10^{6}
Iodine-131 ايوډين	1×10^{6}	8×10^{5}
Plutonium-239 پلوتونيم	300	3×10^{5}
Uranium-238 يورانيوم	300	3×10^{5}
Caesium-137 سېزيم	2×10^{6}	1×10^{6}

۳۲- جدول: دعام (ټوليز) ولس لپاره دتنفس کولواو خوراک له لارې د راديو اکتيو موادوکلنی لوړلېمېټ، چې دوړانګو نه دځان ساتنې نړيوال کميسيون ICRP-61 لخوا يې سپارښتنه شوېده .

که د چا بدن ته راديواکتيو مواد ،د تنفس او يا خوراک څنباک له لارې ننوځي، نو د ګاما وړانګو زيان د الفا او بېټا وړانګو په پرتله په پرتليزډول کم دی .داځکه چې دګاما وړانګې دبدن څخه د باندې راو تلای شي اوداتومونو سره دومره ډېرغبرګون نه کوي.

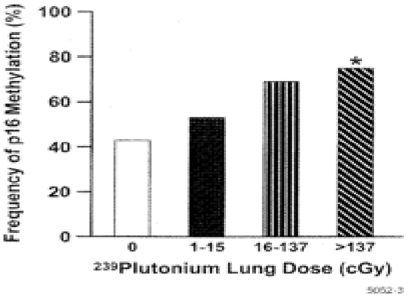
که چېرته د يورانيوم په وسلو کې د هستوي بټۍ د سونګ فاضله او سوځېدل شوي مواد(Nuclear fuel) ، وکارول شي، نو دروغتيا په تړاو ډېر دا ندېښنې وړ دي . دا ځکه چې په هستوي بټۍ کې ديورانيم دوه سوه اته ديرش څخه په مصنوعي توګه ديونيترن په جذب کولو سره دپلوتونيم راديو اکتيوايزوټوپ جوړېږي . دپلوتونيم راديو اکتيويتي ديورانيوم اکتيويتي په پرتله دوه سوه زره واره لوړه ده اوپلوتونيم تر ټولو ډېر سخت کيمياوي زهرجن عنصر دی.

دپلوتونيم الفا وړانګې P16 جين غير فعال کوی:

اوسنۍ څېړنې په ګوته کوي (77) چې که د پلوتونيم Pu-239 راديواکتيو مواد تنفس شي، نو د سږي سرطان منځته راځي (Lung adenocarcinoma). دا ځکه چې دنوموړي عنصر څخه د الفا وړانګې خپرېږي او د ډي اين اې DNA يوه برخه پرې کوی اود موټيشن لامل ګرځي(Deletion and point mutation) . په ۲۰۰۴ م کال کې دغه څېړنې د روسيې په سل ګونو مسلکي کارګرانو باندې تر سره شوې، چې د يورال غرونو په سيمه کې د هستوي وسلو دجوړولو په دستګاه MAYAK کې د ۱۹۴۸ م کال څخه تر ۱۹۷۲ م کال پورې په کار بوخت وو . درې دېرش کاله وروسته دنوموړو کارګرو څخه ګڼ شمير د سږي سرطان په ناروغۍ اخته شوه . کله چې د سرطان په ناروغۍ اخته مسلکي کارګرود سږو څخه د نسجونمونې د بيوپسي (Biopsy) په کړنلاره سره را وه ايستل شوې، نوهيستولوژي پلټنو په ډاګه کړه، چې د نهم کروموزوم په P16 جين کې، يو ځانګړی موټيشن تر سره شوی وو . دبلې خوا دا جوته ده چې د P16 جين دتومور دمخنيوي په موخه، يو ډېراړين جين تشکيلوی (Tumor suppressor gene) او دوه ډوله پروټين جوړوي، لکه P16 او P14ARF . نوموړی پروټېين د يوې حجرې د ويشتوب کړنلاره ترڅارنې او کنټرول لاندې نيسي. نو که چيرته د P16 جين نيمګړی شي نويوه حجره(ژونکه) کولای شي، چې په خپل سر اوبې شميره ډېرښت ومومي .په پايله کې د سرطان او يا نورو ناروغيو لامل ګرځي. دسرطان په ناروغۍ اخته ټولو مسلکي کارګرو کې د P16 جين غير فعال شوی وو ، داځکه چې په نوموړي جين کې د پلوتونيم الفا وړانګو په واسطه داسې بيو کيمياو تعامل تر سره شوی وو ، چې په پايله کې دپروټين ها يدروجن اتومونه، د يوه ميتول ګروپ په نښليدلو سره دخپل مرکب (ګډ) څخه بېل شوي وو . نوموړې کيمياوي پروسه د ميتوليشن (Methylation) په نامه سره يادېږي.

په ۸۱ الف شکل کې د P16 جين د ميتوليشن ډېرښت کړنلاره د پلوتونيم الفا وړانګو انرژي ډوز په تابع سره ښوول شو يده . د څېړنو نتيجې په ډاګه کړه، چې هغه مسلکي کارګران چې د هستوي وسلو په دستګاه کې يې کا ر کړی وو، د هغو کنټرول کارګرانو په پرتله چې په يوه داسې ډول دستګاه کې يې کارنه کولو، څه ناڅه څلور ځله ډېر د سرطان په ناروغۍ اخته دي.

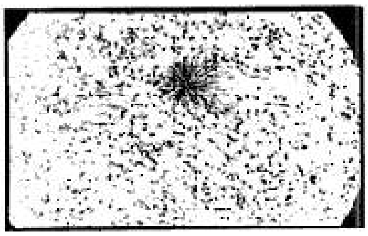
دپام وړ: نن ورځ درې وتلي اينزايمونه (enzymes) پيژندل شوي دي، چې دبدن په روغوحجروکې، دډي اين اې ميتوليشن کيمياوي کړنلاره ترسره کوي اوپه پايله کې سرطاني حجره منځته راځي. دغه انزايمونه دډي اين اې ترانسفرازی (DNA methyltransferase) په نامه يادېږي لکه (DNMT1, DNMT3a, DNMT3b).



(۸۱ الف شکل)

۸۱ الف شکل: د نهم کروموزوم په p16 جين کې، د ميتوليشن (Methylation) بيوکيمياوي تعامل د پلوتونيم الفا وړانګو انژی ډوز په تابع سره سم سيخ ډيرښت مومي. دغه څېړنه د روسيې يورال سيمې په هغو مسلکي کارګروتر سره شو ېده، چې د هستوی وسلو په يوه دستګاه Mayak کې يې د ۱۹۴۸ څخه تر ۱۹۷۲ م کاله پورې په کار بوخت وو. هغوی د۱۹۲۲ څخه تر ۱۹۹۱ م کالونو په منځ کې يانې، لږ څه ۱۸ کاله وروسته د سږي ادينوکارسينوم په ناروغۍ اخته شول. دغو مسلکي کارګروته، په منځنۍ توګه، د ددوه پينځوس سانتي ګرى څخه تريو سلو دري ديرش سانتي ګرې وړانګې رسيدلي وې. د بېلګې په ډول هغو کارګرو ته چې ترپينځه لس سانتي ګرې(1-15 cGy) پورې الفا وړانګې رسېدلي وې د ميتوليشن کړنلاره لږ څه يونيم ځل واره د هغو کنترول کارګرو په پرتله، چې وړانګې ورته نه وې رسيدلې (0 cGy) لوړه وه (77).

په ۸۲- شکل کې د يوه امريکايي ساينس پوه روبرت ډېل Robert Del Tredici د تجربو پايله ښوول شو ېده، چې په ځينو بيزوګانو او موږکانو باندې يې تر سره کړې ده. نوموړی شکل په ډاګه کوي، چې د يوې بيزو په سږي کې د پلوتونيم دالفاو ړانګې يوه ذره د اته ځلويښت ساعتو په موده کې، په زرګونو حجرى تخريب کړې دي چې په پايله کې ديوه تورستوري او يا تور داغ په څېر ما لوميږي.



۸۲- شکل: نوموړی شکل د يوې بيزو (Monky) د سږي د نسجونو تخريب کچه رانښئي چې پينځه سوه واره ديوه ميکروسکوپ په مرسته غټ شوې او د الفا وړانګو د زيان په واسطه منځته راغلې ده.

(Robert Del Tredici, At Work in the Fields of the Bomb [1987], plate 39; photographed at Lawrence Radiation Laboratory, Berkeley, California, 9-20-82)

* پوښتنه: نن ورځ د جګړو په ډګر کې په پراخه کچه داسې وسلې کارول کيږي چې د يورانيوم U-238 څخه جوړې دي. که فرض کړو چې په يوه نوموړې پېښه کې د چاپېريال يوه سيمه په راديو اکتيو يورانيوم ککړه شوې وي او اوسيدونکو ته د تنفس له لارې پينځوس بېکاريل 50 Bq اکتيويتي د سږو حجروته ورسيږي، نو په نسجونو کې دالفا وړانګې جذب شوې انرژي د ګرې Gy په واحد څومره اټکل کيږي؟

* **حل** : څرنګه چې د یورانیوم U-238 څخه دخپرېدونکو الفا وړانګوانرژي لږ څه پينځه ميګا الکترون ولټه قيمت لري (E = 5 MeV) اونوموړې تووله انرژي د څه ناڅه دېرشو مايکرومترو په واټن 30µm کې، چې د سږي د يوې حجرې د قطر (چمبر) سره برابره ده، له لاسه ورکوي نو د ګرې دتعريف څخه په ګټې اخېستنې لرو چې: یو ګرې مساوي ده په سږو کې جذب شوې انرژي E ضرب اکتيويتي A تقسيم په يو کيلو ګرام نسجونو .

$$D = \frac{E \times A}{M}$$

دنوموړې موخې لپاره په لومړي پړاو کې دسږي يوې حجرې کتله M = Mass د هغې کثافت ρ ضرب د حجم Volume څخه تر لاسه کوو . داځکه چې کثافت ρ مساوي دی له حاصل تقسيم (وېش پايلې) دکتلې او حجم (ρ = mass/volume) نوپخپله کتله مساوي ده له حاصل ضرب (وهنپايله) د حجم او کثاف يا په بل عبارت

(M = ρ xV)

څرنګه چې د سږي کثافت مساوي ده له صفرعشاريه درې ګرام پرسانتي مترمکعب $\rho = 0,3\ g/cm^3$ نو کله چې دحجرې قطر (چمبر) 30µm په طاقت ددرې ونيسو نو د حجرې حجم لاس ته راځي $V= (30\mu m)^3$.

- دتعريف سره سم د حجرې کتله مساوي ده له :
- کثافت ضرب حجم = کتله = M = (ρ × V)

$$(\rho \times V) = M = 0,3\ g/cm^3 \times (30\ \mu m)^3$$

$$0,3\ g/cm^3 \times (30\mu m) \times (30\mu m) \times (30\mu m) = 0,3\ g/cm^3 \times (30)^3 \times (10^{-4}\ cm)^3$$

$$0,3\ g/cm^3 \times (30)^3 \times (10^{-4}\ cm)^3 = 8100 g/cm^3 \times 10^{-12}\ cm^3 = 8,1 \times 10^{-9}\ g$$

پورتنی ګڼون راښئي چې د سږي يوې حجرې کتله لږ څه اته نانو ګرام قيمت لري .

څرنګه چې يو بېکاريل داسې تعريف شوی، چې ګنه په يوه ثانيه کې يوه هسته چوي، نو په دې اساس د يورانيوم يو بېکاريل اکتيويتي په دې مانا چې په يوه ثانيه کې دالفا يوه ذره چې انرژي يې پينځه ميګا الکترون ولټه ده خپريږي . دغه تووله انرژي بيا په دېرشو مايکرومتره واټن نسجونو 30µm کې جذب کيږي.
د پام وړ: پينځو س بېکاريل په دې ما نا چې په يوه ثانيه کې پينځوس هستې چوي او پينځوس الفا ذرې خپروي (A= 50 Bq) . داسانتيا لپاره لومړی پينځه ميګا الکترون ولټه انرژي دنړيوال واحد سيستم SI-Units په بنسټ، دالکترون ولټه څخه په ژول اړوو .

$$1eV = 1{,}6 \times 10^{-19} Joule$$

$$5MeV = 5 \times 10^{6}\ eV = 5\times10^{6}\times1{,}6\times10^{-19}J = 8\times10^{-13}J$$

د سږي په د پرشومايکرومتر نسجونوکې جذب شوی انرژي D مساوي ده له:

$$D = \frac{A \times E}{m} = \frac{50Bq \times 5MeV}{8{,}1\times10^{-9}\,g} = \frac{50\times s^{-1}\times 8\times10^{-13}\,J}{8{,}1\times10^{-12}\,kg} = \frac{400\times10^{-13}\,J}{8{,}1\times10^{-12}\,kg} = 0{,}5\times10^{-11}\times10^{12}\,Gy/s$$

$$D = 5Gy/s$$

D = 5 Gy/s

* **ځواب**: د سږي په يوه حجره(ژونکه) او يوه ثانيه کې پينځه ګرې او په يوه دقيقه کې درې سوه ګرې جذب کيږي . د پرتله کولو لپاره دیادولوړ ده ،چې که يوازې شل ګرې په يوه وار ټول بدن ته ورسيږي نو څو ساعته وروسته د مړينې لامل ګرزي.

* **پوښتنه** : يو مسلکي کارګر ديوه کال په موده کې څه ناڅه   يونيم مليون بېکارېل $1{,}4\times10^{6}$ Bq راديو اکتيو سو ډيم Sodium-22 دخوراک او يوسلوشل بېکارېل 120 Bq پلوتونيم - Plutonium 239 د چاپېريال څخه تنفس کړی دی. ددغه کارګر په بدن کې داغېز من انرژي ډوزاندازه څومره ده ؟

* **حل** : څرنګه چې د يوه کارګرلپاره دخوراک له لارې دسوډيم راديواکتيو عنصرکلنی لوړليميټ $ALI=7\times10^{6}$ اود تنفس له لارې دپلوتونيم راديواکتيو عنصرکلنی لوړ لېمېټ درې سوه بېکارېل 300 Bq ټاکل شوی دی ، نو لروچې:

$$\frac{1{,}4\times10^{6}\,Bq}{7\times10^{6}\,Bq} + \frac{120Bq}{300Bq} = 0{,}2 + 0{,}4 = 0{,}6$$

څرنګه چې ديوه کار ګر دټول بدن لپاره داغېزمن ډوز کلنی لوړلېمېټ دنړيوال کميسيون لخوا شل ملي سيورټ 20 mSv ټاکل شوی، نوهغه ډوزچې درادیواکتيو موادو دتنفس او خوراک له لارې مسلکي کارګر ته ور رسيږي، دنوموړي لېمېټ يوازې لاندنی برخه تشکيلوي.

* **ځواب** : دوولس ملي سيورټ : 0,6 × 20 mSv = 12 mSv

دپام وړ: ايتريم (Yttrium-90) يوداسې راديوايزوټوپ دی چې لرڅه دوه مېګاالکترون ولټ بېټا (2,3 MeV) او دوه مېګا الکترون ولټ (2,2 MeV) ګاما وړانګې خپروي او درې ورځې نيمايي عمرلري. دنوموړي ايزوټوپ څخه په هستوي طب کې دسرطان هغه ډول ناروغيو ددرملنې په موخه ګټه پورته کيږي ، چې دشمزی اعصابو ته ډيرورځرمه وي او تر څو ملي متره نږدې پوله ولري. داڅکه چې دبېټا وړانګو   دخپريدلو واټن د دوه ملي متروڅخه نه اوړي اوله دې کبله دشاوخوااعصابوته دوړانګو خطر دومره د انديښنې وړ نه دی. نوموړی ايزوټوپ دسرطانی نسجونو په منځ کې پېچکاري کيږي او تر درې سوه ګرې انرژي ډوزورته رسوي. دايتريم ايزوټوپ څخه دهډوکوالتهاب ، روما تيزمی ناروغۍ، (Rheumatoid arthritis) ددرملنې په موخه هم ګټه پورته کيږي.

* **پوښتنه** : دځمکې لاندې په طبیعي ډول سره ځینې راډیو اکتیو عنصرونه شته دي، چې دطبیعي وړانګو یوه غټه سرچینه جوړوي. دغه راډیو اکتیو عنصرونه لکه یورانیوم U-238، پوتاشیم K-40او راډیم Ra-226 دالفا، بېټا او ګاما وړانګې خپروي اودبشر لپاره دخطریوه طبیعي منبع شمېرل کیږي. دروغتیا په تړاو تر ټولو خطرناک د رادون غاز Rn-222 دی، چې د راډیم دتجزیې په پایله کې ازادکیږي او دالفا وړانګې خپروي . نوموړی غازپه کورونوکې دننه راټولیږي اوهمدارنګه په ازاده هوا کې او د څښلو اوبوکې هم پیدا کیږي. درادون غاز اکتیویتي په یو مترمکعب کې دځمکې پرمخ او هرهېواد کې توپیر لري. دبېلګې په ډول په جرمني کې په منځنۍ توګه سره په یوه مترمکعب هواکې د رادون غاز اکتیویتي ځلوېښت بېکارېل ده (A= 40 Bq/m^3) . دوړانګو نه دځان ساتنې نړیوال کمیسیون ICRP درياضي موډلونوپه اساس یو ثابت اړوونکی ضریب f = 11 تر لاسه شوی چې د یوه کال(a = Annual) په موده کې د یو بېکارل اکتیویتي او یو مترمکعب هواڅخه یوولس مایکروسیورت انرژي ډوز خپریږي. څرنګه چې دالفا وړانګو کوالیتي فکتور Q = 20 شل اټکل شوی دی، نو دځلوېښت بېکارېل اکتیویتي او دیوه کال په موده کې دتنفس دلارې د اوسېدونکو سږو ته په لاندې کچه انرژي D ډوزر سیږي.

$$D = A \times Q \times f = 40\frac{Bq}{m^3} \times 20 \times 11\frac{\mu Sv}{a \times Bq \times m^{-3}} = 8{,}8\ \frac{mSv}{a}$$

* **ځواب** : دجرمني هېواد په ځینو کورونو کې څه ناڅه نهه ملي سیورت انرژي ډوز په یوه کال کې خلکو ته د رادون غاز دتنفس څخه سږو ته رسیږي.

دويم: دپوستکي او تماس له لارې (Contamination) :

که چېرته دبدن پوستکی د یورانیوم وسلوپه راډیواکتیف ګرد ککړ شي اویاکومه ذره یې په پوستکي کې خښه پاتې شي، نوکېدای شي چې د طبیعي وړانګو په پرتله لس ځله زیاتې وړانګې په یوه ورځ کې پوستکي ته ورسیږي. په دغه ډول پېښه کې د پوستکي ناروغۍ احتمال ډېرلوړ اټکل کیږي.

☜ دیورانیوم وسلو هغه سرګولۍ چې دځمکې پرمخ پرتې وي او کوچنیان ورسره لوبې کوي د پوستکي لپاره خورا ډېر خطر لري. داځکه چې د یو ساعت څخه وروسته یې معادل ډوزد یوملي سیورت څخه تر دوه ملي سیورت پورې رسیږي.

☜ هغه سرګولۍ چې په ځمکه کې خښې پرتې وي او چاودلې نه وي، د هرچا لپاره تر ټولونه ډېر دخطرسرچینه تشکیلوي او باید په فني ډول د مینځه یووړلې شي.

☜ که چېرته د بدن پوستکی په داسې یوه راډیو اکتیو عنصر ککړ (Contamination) شي، چې دالفا وړانګې خپروي، نو دالفا وړانګې نشي کولای چې د بدن د پوستکي څخه تېرې شي، خو د هم هغه پوستکي کوچنۍ برخې ته تر څو ګرې Gray پورې وړانګې رسیږي.

☜ دیورانیوم هغه سرګولۍ چې دځمکې پرمخ اویا د ځمکې لاندې خښې پاتې شوې وي، هېڅ کله په لاس کې وه نه نیول شي.

☜ ديوې نورمال سرګولۍ، چې چاودلې نه وي اوورسره تماس پيدا شي، نو په يوه ساعت کې دوه ملي سيورت انرژي (2 mSv per hour) د بدن پوستکي ته رسيږي. نوموړې قيمت دعام (ټوليز) ولس ديوه کال لوړ ليمټ څخه دوه ځله لوړ دی .

❋ **پوښتنه**: د يوې هستوي ازموينې په پايله کې چاپېريال ته د ايوډين J-131 راديو اکتيو مواد هرې خواته شيندل کيږي. که چېر ته د يوه اوسيدونکي د پوستکي يو سانتي مترمربع 1 cm^2 سطحه، دنوموړو موادو په يو مېګا بېکارېل اکتيويتي 1MBq ککړاوپه پوستکي کې ننوځي، اوکه په فني توګه دپوستکي څخه ليرې نشي او دتل لپاره هلته پټ پاتې شي، نو دانرژۍ ډوز به يې داوږدې مودې لپاره څومره وي؟

د ايودين راديواکتيو عنصر بېټاوړانګې خپروي چې فيزيکي نيمايي وخت $T_{1/2}$ يې اته ورځې ياني يوسلو دوه نوي ساعته ($T_{1/2}$=192 h) اټکل شوی دی .دنوموړي عنصر لپاره د اړوونکي ضريب h_a قيمت څه ناڅه h_a = 1,2µSv cm^2 h^{-1} Bq^{-1} ټاکل شوی دی .

❋ **حل**: کله چې دانرژۍ ډوز قدرت dD/dt انتګرال د وخت دپيل يا صفر نه تر لايتناهي پورې ونيسو ، نو تر هغه مودې پورې چې نوموړی عنصر راديو اکتيوخاصيت ولري، انرژي ډوز D يې دلاندني فرمول څخه تر لاسه کيږي (23) .

$$D=\int_{0}^{\infty}\dot{D}\,dt=1,44\times T_{1/2}\times h_a\times\frac{A}{F}=1,44\times 192h\times 1,2\frac{\mu\ Sv\ cm^2}{hBq}\times\frac{10^6\ Bq}{1cm^2}=332\quad Sv$$

په پورتنۍ معادله (انډوليزه) کې h_a داکتيويتي A اوانرژي ډوز D تر منځ يو اړوونکی ضريب دی کله چې يو سانتي متر مربع سطحه A= 1cm^2 په يو بېکارېل Bq ککړه شوې وي.

❋ **ځواب** : .د پام وړ خبره خو داده چې په نوموړي بېلګې کې دايوډين راديو اکتيو عنصر بېټا وړانګې دتصور نه ډېر ياني درې سوه دوه دېرش سيورت (332 Sv) انرژي ډوزد پوستکي په يو سانتي متر مربع کې خپروي.

دريېم: د خوراک او څښاک له لارې (Ingestion) :

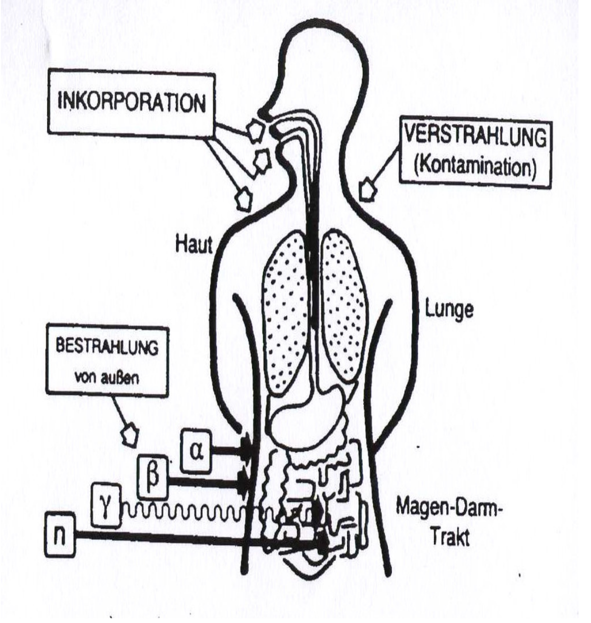
هغه راديواکتيف مواد چې دخوراک او يا څښاک له لارې بدن ته ننوځي، نوي په سل نه ډېر ۹۰٪ د نس له لارې بېرته وځي، نو له دې کبله يې د زيان کچه ټيټه اټکل کيږي.

دخوراک او څښاک له لارې دوړانګومعادل انرژي ډوز H په واحدملي سيورت په ثانيه (mSv/s) دلاندنی معادلې څخه تر لاسه کيږي. په دغه معادله (انډوليزه) کې دخوراکي موادو اکتيويتي په واحد د بيکارېل پر کيلوګرام بايد مخکې اندازه شوې وي، تر څو وکولای شو د معادل ډوزکچه مالومه (معلومه) کړو .

معادل ډوز = د ډوز ضریب (mSv/Bq) × د خوراکي موادو اکتیویتي (Bq/Kg)

$H\ (mSv\ s^{-1}) = \text{Dose factor}\ (mSv\ Bq^{-1}) \times \text{Activity of ingestion}\ (Bq\ /Kg)$

دپلو تونیوم Pu^{239} رادیو اکتیو ایزوټوپ په لوړه کچه په هډوکو کې جذب کیږي او د تنفس ډوز ضریب یې مساوي دی له: Dose factor = 2,2 10^{-4} mSv/Bq

د پوستکي ککړیدل		د تنفس له لارې
راډیواکتیو مواد سږو ته ننوځي		د پوستکي له لارې
د معدې او کلمو له لارې		بهرنۍ وړانګې لکه دالفا، بیتا، ګاما اونیوترون وړانګې

(۸۳- شکل)

۸۳- شکل: دچاپېریال څخه دیورانیوم وسلو رادیواکتیو مواد دتنفس، خوراک اوپوستکي له لارې بدن ته ننوتلای شي. نوموړې رادیو اکتیف ګرد یا ایروزول (Aerosol) دالفا، بیتا او ګاما خطر لرونکي وړانګې خپروي.

کله چې دچاپېریال څخه دتنفس، خوراک، څښاک اویا دپوستکي له لارې راډیواکتیو مواد دسړي بدن ته ورننوځي، نود هغوی دبیوشیمي مېتابالیزم سره سم، د بدن په مختلفو غړو کې وېشل کیږي، چې په ۸۳ شکل کې ښوول شوی دی. تجربو ښوولې ده چې یوراډیو اکتیو عنصر، د یوه بل نه رادیو اکتیو عنصر څخه د مېتابالیزم په اړه هېڅ توپیر نه لري. دبدن ځیني غړي شته، چې ټاکلي عنصرونه په خپلو نسجونو کې دنورو عنصرونو په پرتله، ډېر جذب کوي. داځکه چې د خپلې دندې د سرته رسولو لپاره هغومره ورته اړتیا لري. د بېلګې په ډول ایودین J-129 او J-131 په تایروئید کې، ستورونسیم Sr-90 راډیم Ra-226 پلوتونیم Pu-239 په هډوکو کې اویورانیوم U-233 او رادون Rn- 222 په سږو کې په خورا لوړه کچه جذب کیږي. نوموړي رادیو اکتیو عنصرونه، د هغوی د بیا لوژیکي او فیزیکي نیم عمر سره سم ، د خوروځوځخه راواخله تر ډېرو

کالونو پورې په بدن کې پاتې کېدلای شي. نوموړي مواد په دغه ټوله موده کې راديو اکتيو وړانگې د بدن په نسجونو کې خپروي، چې د سرطان ناروغۍ د منځته راتلو احتمال ور سره سم سيخ ترلی دی. دا ځکه چې د سرطان ناروغۍ د منځته راتلو موده د شلو کالو څخه تر پينځوس کالو پورې وخت نيسي.

* **پوښتنه**: يو بزگرچې وزن يې لږ څه اويا کيلو گرام 70 Kg دی، د چاپېريال څخه د خوراک له لارې، د بدن په هر يوه کيلوگرام نسجونو کې د يورانيوم عنصر U-238 سل بېکاريل مخصوصه اکتيويتي (100Bq/kg) جذب کړې دی. يورانيوم چې يو راديو اکتيو عنصر دی د الفا هستوي وړانگې خپروي چې حرکي انرژي يې څه ناڅه پينځه ميگا الکترون ولټه ده (5 MeV). نوموړی عنصر اويا په سل په هډ وکو او د پرش په سل په نسجونو کې جذب کيږي. نوموړی عنصر د يوه کال په موده کې، د بزگر ټول بدن، او يوه کيلو گرام ته دوړانگو څومره انرژي ډوز رسوي؟

* **حل**: د انرژي ډوز قدرت د تعريف سره سم د بدن په يوه کيلوگرام نسجونو او يوه ثانيه کې جذب شوې انرژي مساوي ده له (dD/dt) چې واحد يې گرې په ثانيه ده (Gy/s). په لومړي پړاو کې پينځه مېگا الکترون ولټه انرژي په واحد د جول J = Joule را ووړو، نو لرو چې.

$1eV = 1{,}6 \times 10^{-19}$ J او پينځه مېگا الکترون ولټه لپاره ليکو چې:

$$5\ \text{MeV} = 5\times 10^{6}\text{eV} = 5\times10^{6}\times1{,}6\text{x}10^{-19}\ \text{J} = 8\times 10^{-13}\ \text{J}$$

سل بيکاريل اکتيويتي دا مانا لري چې په هره يوه ثانيه کې د يورانيوم سل هستې تجزيه کيږي او خپله ټوله انرژي ياني پينځه ميگا الکترون ولټه په يوه کيلوگرام نسجونو کې جذب کيږي. نو په يوه کيلو گرام نسجونو کې د انرژي ډوز قدرت مساوي دی له:

$$dD/dt = (100\ \text{Bq/Kg})\times(8\times10^{-13}\ \text{J}) = 8\times10^{-11}\text{J/Kg s} = 8\times10^{-11}\text{Gy/s}$$

څرنگه چې يو گرې ياني يو ژول جذب شوې انرژي په يوه کيلو گرام ماده کې (1Gy = 1J/kg) ده او په ياد ولرو چې (انرژي ډوز = د ډوز قدرت ضرب وخت) او د بلې خوا و منو چې يو کال د څه ناڅه دوه د پرش مليونو ثانيو سره مساوي دی ($a = 3{,}2\ \text{x}10^{7}$ s) نو په يوه کال او يو کيلو گرام نسجونو کې د انرژي ډوز کچه مساوي ده له:

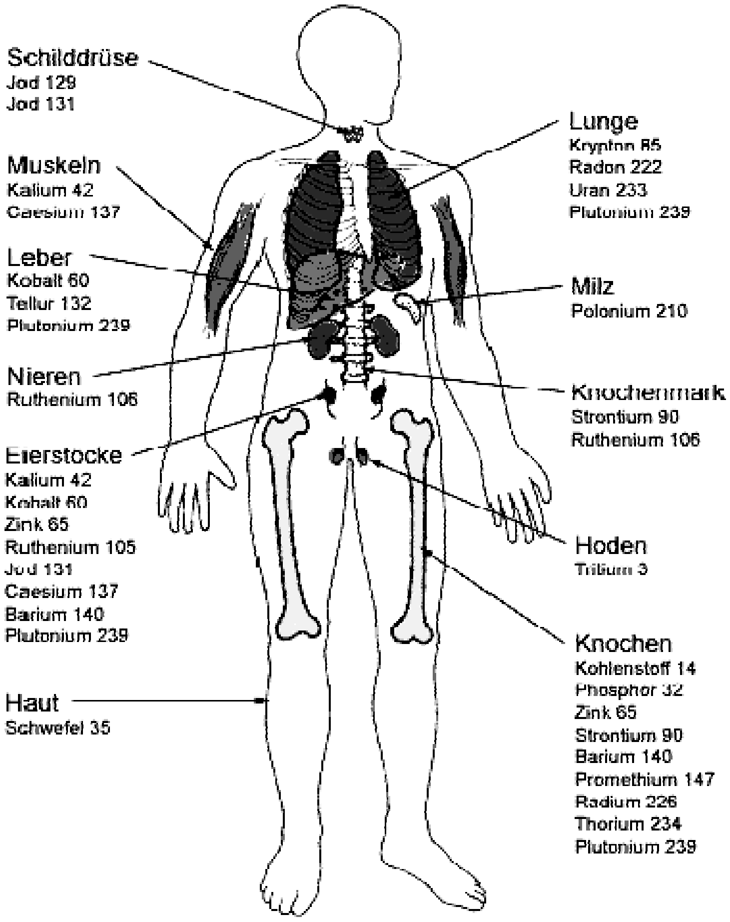
$$D = 8\times10^{-11}\ \text{Gy/s}\times 3{,}2\times10^{7}\ \text{s} = 2{,}56\times 10^{-3}\ \text{Gy}$$

$$D = 2{,}6\ \text{mili Gray}$$

$$D = 2{,}6\ \text{m Gy}$$

لږ څه دوه نيم ملي گرې

* **ځواب**: دبزګر يو کيلو ګرام نسجونو ته په يوه کال کې لږ څه دوه نيم ملي ګرې (2,5 mGy) انرژي ډوز او ټول بدن ته يې يو سلو پينځه اويا ملی ګرې (70 ×2,5= 175 mGy) انرژي ډوز رسيږي. دغه انرژي ډوز د طبيعي وړانګو په پرتله لږ څه پينځه اويا ځله لوړه ده.



(۸۴- شکل)

۸۴- شکل: د بدن په غړو کې راديو اکټيو ايزوټوپونه يو شان نه، بلکې په توپيرسره جذب کيږي. د بېلګې په ډول سټرونسيم Sr-90 اوپلوتونيم Pu-239 په هډوکو اوايوډين J-131 په تايرايد او يورانيوم دوه سوه درې ديرش U-233 ، کريپتون پينځه اتيا Krypton-85 او رادون دوه سوه دوه ويشت Rn-222 په سږو کې په لوړه کچه جذب کيږي.

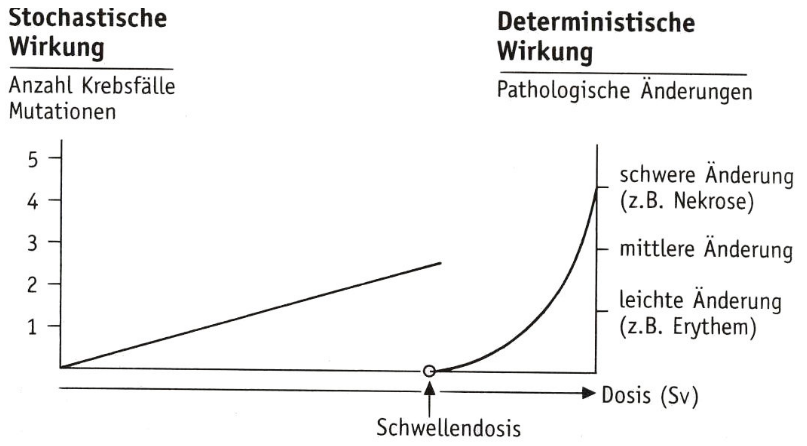
هغه راديو اکټيو مواد چې بدن ته ورننوځي دهغوی معادل انرژي ډوز د ازمېينو په اساس نشي ټاکل کېدای بلکې يوازې د رياضي موډلونو په بنسټ تر لاسه کېدای شي. په دغه ډول موډلونو کې د راديو اکټيو موادو فيزيکي خواص لکه دوړانګو انرژي، دوړانګو ډول، فيزيکي نيمايي عمراوبيالوژيکي نيمايي عمرپه پا م کې نيول کيږي. د بدن په ننه کې دالفا او بېټا وړانګو خطر د ګاما وړانګو په پرتله ډېر زيات دی. داځکه چې الفا او بېټا وړانګې په ډېر لږ واټن کې خپله ټوله انرژي په نسجونوکې له لاسه ورکوي او له دې کبله دهغوی ځايي انرژي ډوز هم ډېر لوړ قيمت لري.

په داسې حال کې چې د گاما وړانگې ديوې خوادنسجونو سره دالفا او بيتا وړانگو په پرتله دومره ډېر غبرگون نه کوي، او دبلې خوا د بدن د ننه څخه بهرته هم راو تلای شي. همدا لا مل دی چې يوازې د گاماوړانگې دبدن څخه بهرخواته، هم په اسانی سره د يوه ډيډيکتور Detector په مرسته سره اندازه کيدلای شي.

د وړانگو ډوزاواغيزې ترمنځ اړيکې (Dose-effect relation) :

نوموړې اړيکې په گوته کوي ،چې که دوړانگو انرژي ډوزکچه مخ په زيا تيدو شي، نوپه پايله کې دټول بدن اويا د بدن په هريوه غړکې دوړانگو بيالوژيکي، کلينيکي اوفيزيکي ناوړه اغېزې په څه ډول بدلون کوي. په ۸۵-شکل کې دوړانگواندازه په وا حد د سيورت اوغبرگون اړيکې د ستو خاستيک Stochastic effects او نه ستو خاستيک Determinestic effects اغېز و لپاره ښوول شوې دي:

دوړانگوتصادفي اغېزې Stochastic effects	دوړانگونه تصادفي اغېزې Non-stochastic effects



(۸۵-شکل)

۸۵-شکل : په عمودي محور کې د پيداشوو سرطان ناروغيو شمېراو په افقي محور کې د ايونايز وونکو وړانگودانرژي ډوزدستوخاستيک (کيڼ اړخ منحني) او نه ستوخاستيک پاتولوژي اغېز و (ښي اړخ منحني) لپاره ښوول شوي دي (7) .

- ۱-ستو خاستيک اغېزې لکه: موتيش او د سرطان ناروغی.
- ۲-نه ستوخاستيک يا ټاکونکي ډومبي اغېزې لکه:

نېکروزېس (Necrosis)، د پوستکي التهاب اودپوستکي سوررنگ اخېستل (Erythema)، د اوښتانو توېيدل، قی کول(لوستل)، دويني په جوړښت کې بدلون اونور

نېکروزديوې حجرې اويا نسجونومورفولوژي بدلون ته ويل کيږي کله چې هغوی خپله دنده له لاسه ورکړي اونسجونه مړه شي . نېکرېکټومي (Necrectomy) ديوې پيداشوې نېکروزليرې کولوته ويل کيږي ترڅودالتهاب مخنيوی وشي اودپيااوار(زخم) روغوني کړنلاره گړندی شي.

د وړانګو ستوخاستيک يا تصادفي اغېزې (Stochastic effects) :

نوموړی زيان دوړانګو يوه ناڅاپي او تصادفي (per chance) اغېزه ګڼل کيږي، چې اټکل يې يوازې د احسائيو په بنسټ ولاړدی. دا په دې مانا چې څوک دا وړاند وينه نشي کولای، چې ګوندې دايونايزوونکو وړانګو په اساس به چا ته او کله زيان ورسيږي او يا به وه نه رسيږي. همدارنګه دنوموړې اغېزې د ضرر يا ناروغۍ کچه، دوړانګود انرژي ډوزاندازې تابع نه ده، خو دزيان پېښېدلو احتمال او فريکونسي يې دانرژي ډوز سره نيغ اړيکې لري. دا په دې مانا، چې دوړانګوستوخاستيک زيان، يوه کېدوني او تصادفي پېښه ده. څرنګه چې د وړانګو هغه کچه چې نوموړی زيان منځته راولي، هم څرګنده نه ده، نو له دې کبله د نوموړې اغېزې لپاره د ډوز ليميټ(بريد) کچه هم نشي ټاکل کېدای.

د بېلګې په ډول ددې احتمال شته دی، چې په ډېره ټيټه کچه انرژي ډوز چې قيمت يې دصفر نه تر دوه سوه ملي سيورت پورې رسيږي (0-200 mSv)، هم کولای شي ، چې په راتلونکي وخت کې يوبيالوژيکي او پاتولوژيکي بدلون په نسجونو کې منځ ته راولي. د تيوري له مخې لکه د الفا وړانګو يوه ذره او يا يو فوتون هم کولای شي، چې په بدني حجرو Somatic cell او يا جنسي حجرو Genetic cell کې دومره بدلون يا موتېشن راولي، چې په پايله کې ډېر کاله وروسته په هم هغه نسل اويا په راتلونکو نسلونو کې دسرطان ناروغۍ لامل وګرځي. خوټول کارپوهان په پوره باورسره ويلای شي، چې دوړانګو ستوخاستيک اغېزې يوازې هغه وخت بې ضرره ګڼل کېدای شي، چې دوړانګوانرژي ډوز صفر قيمت ولري، ياني يوچاته هېڅ وړانګې وه نه رسيږي.

دوړانګوستوخاستيک ضررجنې اغېزې لاندې خواص لري:

- په ډېره ټيټه کچه انرژي ډوز(0-200 mSv) ياني د صفر نه تردوه سوه ملي سيورت په ليميټ کې دوړانګو نوموړي زيان پېښيدلو احتمال ډېردی.
- دوړانګوانرژي ډوزلپاره کوم ټاکلی ليميټ (بريد) نه لري خو په ډي اين اي کی موتېشن منځته راوستلای شي . له دې کبله د بدن نيمګړې حجرې او يا د جين نيمګړې حجرې جوړيږي. په پايله کې د سرطان ناروغۍ په اوسني نسل او يا په راتلونکي نسل کې منځته راتلای شي
- د زيان پېښيدنه يې يوه ناڅاپه منځته راځي او له دې کبله يې وړاند وينه نشي کېد لای.
- د زيان درجه يې دوړانګودانرژي ډوز تابع نه ده، خو دپېښيدلو احتمال او فريکونسي يې دانرژي ډوز سره سم سيخ اړيکې لري.

* **بېلګه** : د بدن حجرو ستوخاستيک وروستی ضررلکه دويني سرطان (Leukaemie) چې دناروغۍ پېښيدلو لوړه کچه يې لږ څه اته کاله وروسته ده اود کانسر(cancer) نورې ناروغۍ لکه دسږي، د تايروئيد او دسيني سرطان اونور چې دپېښيدلو لوړه کچه يې لږ څه شل نه تر دېرشو کاله وروسته منځته راځي.

* **بېلګه** : د جنېټيک ستوخاستيک وروستی ضرر چې دموتېشن په پايله کې ارثي ناروغۍ لکه دمعيوبو ماشومانو زېږېدل (Malformation) اويا نورې ناروغۍ منځته راځي.

دوړانګوستوخاستيک اغېزې (Stochastic effects)	دوړانګونا ستوخاستيک اغېزې (Non-stochastic effects)
دسرطان ناروغۍ لا مل ګرځي	د بدن نسجونو او غړو ته زيان رسيږي
د پرمختګ اوغتيدلو کړنلاره يې يوه ټاکلې اوږده موده لري (Latent time) او ډېرکالونه وخت نيسي ترڅوو پيژندل شي	په ډېره کمه موده کې لکه ورځې يا اونۍ څخه وروسته منځته راځي
دپېښيدلو احتمال يې دانرژي ډوز سره سم سيخ ډېريږي	دناروغۍ سختوالی او د زيان کچه د انرژي ډوز سره سم سيخ زياتيږي
دوړانګوانرژي ډوزلپاره کوم لېميټ نه لري. دا په دې مانا چې په ډېره ټيټه کچه وړانګې هم کولای شي چې بدن ته زيان ورسوي.	د وړانګو انرژي ډوزيو ټاکلې ليميټ لري. د وړانګو زيان هغه وخت را منځته کيږي چې دنوموړي ليميټ څخه واوړي
دپيښيدلو احتمال يې د صفر اودوه سوه ملي سيورت انرژي ډوز کې اټکل کيږي	هغه وخت منځته راځي چې دوړانګو انرژي ډوزيو ټاکلې بريد لکه يو سيورت څخه واوړي
دوړانګو انرژي ډوز قيمت راټيټول يوازې دضرريا تخريب احتمال امکانات کموي	دوړانګو انرژي ډوز ليميټ د يوه ټاکلي قيمت څخه را ټيټول د نه ستوخاستيک ضرر مخنيوی کوي

۳۳- جدول : دوړانګو ستو خاستيک (Stochastic) او نه ستو خاستيک يا ډېټر مينيستيک (Deterministic) زيان توپير ښوول شوی دی.

دوړانګو ستوخاستيک ناوړه ضرر په لاندې ډول بيان کولای شو:

- دحجرې ډي اين اې DNA ته زيان رسيږي خو حجره(ژونکه) خپله دنده په بشپړ توګه سر ته رسولای شي.
- د لږ څه دوه سوه پينځوس ملي سيورت نه په ښکته اندازه ډوز کې منځته راځي (250 mSv).
- دويني سرطان او دبدن د غړو سرطان لامل ګرځي
- د انرژي ډوز ليميټ يې څرګند ند دی . دا په دې مانا چې په ډېره ټيټه کچه وړانګې او يا يوه نيمګړې حجره(ژونکه) هم د سرطان ناروغۍ لامل کېدای شي
- هغه چاته چې وړانګې رسيدلې وي د هغوی څخه په احسا ئيوي توګه ځينې کسان ناروغ کيږي

ستوخاستيک يوناني ويی دی اوټولو هغو پېښوته ويل کيږي چې په تصادفي،توکلي اويا د چانس په توګه منځته راشي. دنوموړوپېښووړاند وينه په غوڅه توګه ناشوني ده خودااحتمال اټکل يې کولای شو .

تجربو ښوولې ده چې د بدن يوه غړي په کتله کې جذب شوې راديواکټيو يتې (Activity =A) او د معادل انرژي ډوز D تر منځ لاندنۍ اړيکې اعتبار لري.

$$D = F \times A \times \frac{T_{eff}}{T_{1/2}}$$

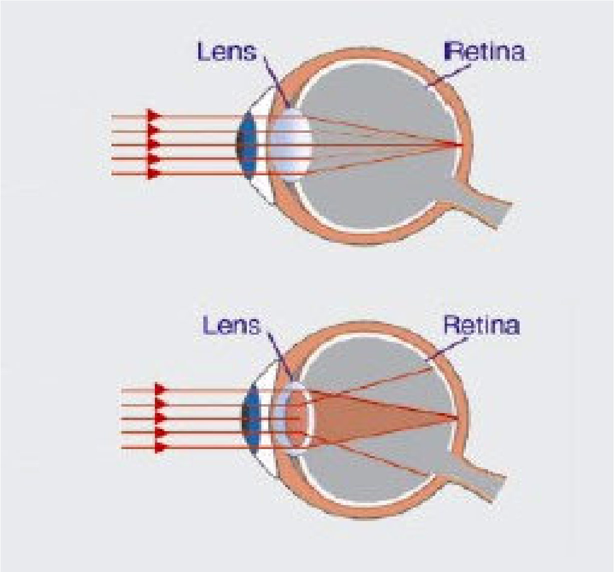
په پورتنۍ معادله کې د F توري ته ډوز فکتوروېل کيږي چې واحديې يو مايکرو کيوري په يو کيلو ګرام (µCi/kg) نسجونوکې ټاکل شوی دی. په نوموړي معادله کې T_{eff} اغېز من نيمايي وخت او $T_{1/2}$ فيزيکي نيمايي وخت دی چې په خپل وارسره په ورځو d = day او کالونو y = year سره ښوول کيږي.
د يو لړ مهمو راديو اکتيو موادولپاره د نړيوال کميسيون (ICPRU-60) په خپرونه کې دډوز فکتور قيمتونه خپور شوي دي.

دوړانګونه ستوخاستيک اغېزې (Non-stochastic effects) :

دوړانګو نه ستوخاستيک او يا په بل عبارت سره دوړانګو ټاکونکې Deterministic effects ناوړه اغېزې يوه احسائيوي پېښه نه ده، بلکې هغه وخت منځته راځي چې د انرژي ډوزقيمت ديوه ټاکلي ليميټ څخه واوړي، نو بيا ددې پړاوڅخه وروسته د پاتولوژي اغېزو په پايله کې د ناروغۍ د سختوالي کچه د انرژي ډوز سره سمپورته ځي. دبېلګې په ډول د پوستکي لپاره دغه کچه لږ څه شپږ ګرې (6Gy) څرګنده شو بده . دنوموړې اغېزې بېلګه عبارت دي له:

۱- دپوستکي سوروالی (Erythem)
۲- دسترګو دليد کمښت (Cataract).

په ۸۲- شکل کې د وړانګو ناوړه اغېزې د سترګو په کسې (Lens) باندې ښوول شوې دي.



(۸۲- شکل)

۸۲- شکل: په پا سني شکل کې د يوې روغې سترګې کسی (Lense) د رڼا وړانګې داسې راغونډوي چې د سترګې په شا پوستکي (Retina) او په يوه ټکي باندې فوکس شي. په لاندني شکل کې د کاتارکټ په

ناروغۍ (Cataract) اخته شوې سترګه ښوول شو بده ، چې ديوې خوا درنا وړانګې په سم ډول نشي را غونډو لای او دبلې خوا وړانګې ګرد سره نه تېروي او هلته جذب کيږي (27) . دسترګو کسي لپاره کلنی انرژي ډوزلوړ ليميټ يو سلوپينځوس ملي سيورته(150 mSv = 0,15 Sv) ټاکل شوی دی . که چېر ته د نومورې بريد څخه دوړانګو انرژي ډوز کچه واوړي، نو د سترګوکاتاراکټ ناروغۍ ا حتمال ډير دی.

که چېر ته په يوه وار د بدن لس سانتي مترمربع پوستکی ته تر شپږ ګرې څخه ښکته انرژي ډوز ورسيږي نو کومه کلينيکي ناوړه اغېزه نه څرګنديږي. خو کله چې د انرژي ډوز کچه شپږ ګرې سره مساوي او يا پورته شوه نو دپوستکي رنګ په لومړي پړاوکې سور ګرځي (Erythem) او که دنومورې قيمت څخه ډېر واوړي نو وروسته پوستکی سوځي اوپه پياوار يا نېکروزېس(Necrosis) باندې بدليږي . دوړانګو نه ستوخاستيک ناوړه اغېزې په لاندې ډول لنډولای شو:

- کله چې دانرژي ډوز په لږ وخت کې ديوه ټاکلې کچې څخه پورته شي د بېلګې په ډول لکه دوه سوه پينځوس ملي سيورت (250 mSv) نودوړانګو ناروغي منځته راځي
- دناروغۍ سختوالي درجه د انرژي ډوزسره سم پورته ځي
- يوه تصادفي پېښه نه ده بلکې مخ ترمخه يې دضررکچه اټکل کولای شو . د بېلګې په ډول که سلو تنوته يو سيورت وړانګې ورسيږي، نو پېنځه تنه د سرطان په ناروغۍ مړه کيږي(5% per Sv) او په سلوکې ديوه تن 1% per Sv جنسي حجروته سخت زيان رسيږي.

لنډيز (Summary) :

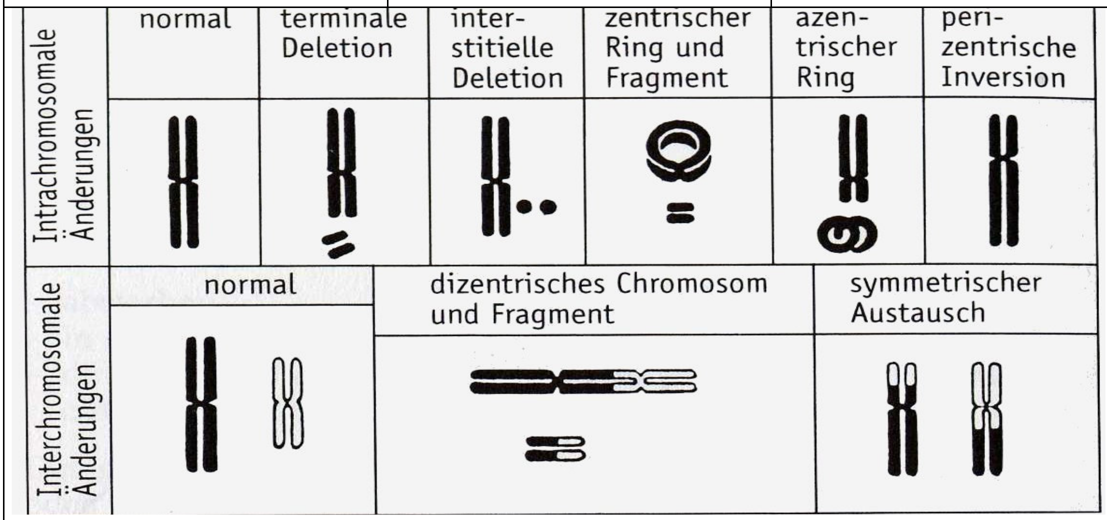
په يوه حجره(ژونکه) کې دوړانګو ناوړه بيا لوژيکي اغېزې په لاندې ډول دي:

- په کروموزومو کې د موتېشن منځته راوستل (chromosomal aberration)
- د سرطان ناروغۍ را پارول (Induction)
- په بدني حجرو کې د موتيشن راپارول (induction of somatic mutation)
- د معيوبو ماشومانوزېږېدل
- دحجرې ځان وژنه راپارول (induction of cell killing)
- د بدن دفاع سيستم (Immune system) کمزوری کول
- دوړانګو ناروغيو منځته راوستل
- نا ځاپي اغېزې د څه ناځه دوه سوه پنځوس ملي سيورت (<250 mSv) نه ښکته پېښيږي
- غير نا ځاپي اغيزې ياني نه ستوخاستيک اغېزې لکه دوړانګوناروغۍ په پوره با ور سره هغه وخت منځته راځي کله چې د وړانګو کچه ددوه سوه پينځوس ملي سيورت نه پورته شي (>250 mSv).

موتېشن (Mutation) :

ترټولو ناوړه اغېزه چې راتلونکي نسل ته يې هم دخطر احتمال شته دی، هغه وخت پېښيږي کله چې ديورانيوم ايونايزوونکي وړانګې د بدن په حجرو ولګيږي اودهغوی په هسته کې د کروموزومو په جوړښت او شمېر کې بدلون را ولي. داسې ډول بدلون ته موتېشن ويل کيږي. په ۸۷- شکل کې دکروموزومو داسې هراړخيز بدلون ښوول شوی دی.

دمرکزنه وتلی سرچپه کروموزوم	دمرکز نه وتلي حلقه	ګرده حلقه او يوه ټوټه	لاندنئ برخه يې پرې ده	ديوه عادي کروموزوم شکل
ددوو کروموزومو ترمنځ متناظر بدلون		دوه مرکزه کروموزوم او يوه پرې شوې برخه		دوه نورمال کروموزوم



(۸۷- شکل)

۸۷- شکل: د موتېشن (Mutation) هراړخيز ډولونه: د شکل پاسنۍ برخه ديوه کروموزوم په څنډ و او د شکل لاندنی برخه ددوو کروموزومو په منځ کې بدلون راښئي (7) .

سوماتيک اوجنيټيک موتېشن (Somatic and genetic Mutation):

دايونايزوونکو وړانګوزيان په دوه ډوله وېشل کيږي چې يويې د سوماتيک زيان يا بدني زيان اوبل يې د جنيټيک زيان په نامه سره ياديږي.

الف - سوماتيک موتېشن : هغه ډول زيان ته وايي، چې دوړانګوناوړه اغېزې يې ژر او يا ورسته په هغه چا کې ليدل کيږي، چې وړانګې يې د بدن حجرو (Somatic cell) ته رسيدلي وي. په داسې حال کې چې دهغه راتلونکی نسل د کوم خطرسره نه مخامخيږي. سوماتيکي زيان په دوه ډوله دی.

۱- سوماتیک ژر ورانی:

هغه زیان ته ویل کیږي چې ناوړه اغېزې یې ژر او سمدلاسه لیدل کیږي. دبېلګې په ډول دد وسوو ملي سیورت نه تر درې سوو ملي سیورته پورې (200-300 mSv) ایونایز وونکې وړانګې دوینې په جوړښت کې سمد لاسه بدلون راولي. څومره چې د معادل ډوزاندازه زیاته وي، په هم هغه کچه ورانی او زیان هم زیا ت وي. بشر ته دنوموړې ورانی کچه د بدن په رڼا شوې برخه او دیو چا په عمر پورې اړه لري. په ځوانانو او کوچنیانو کې دوړانګو سوماتیک ورانی د لویانو په پرتله ډېردی. دوړانګو ژرورانی دادی:

لکه استفراق، نس ناسته (اسهال)، سرګرزیدل او د وینې سپینو کرویاتو لکه د لمفوڅوتو (Lymphocytes) شمېر را ښکته کېدل اوداسې نور.

په ۸۸- شکل کې دوړانګو ژر ناوړه اغېزې د سپینوکرویاتو موتېشن په کړنلاره سره ثابت کولای شو. د نوموړو حجروپه کروموزوموکې دیوه مرکز(منځی) پر ځای دوه مرکزونه (Dicentric chromosom) لیدل کیږي چې درڼا میکروسکوپ په مرسته سره په اسانی سره ازمویېل کېدای شي.

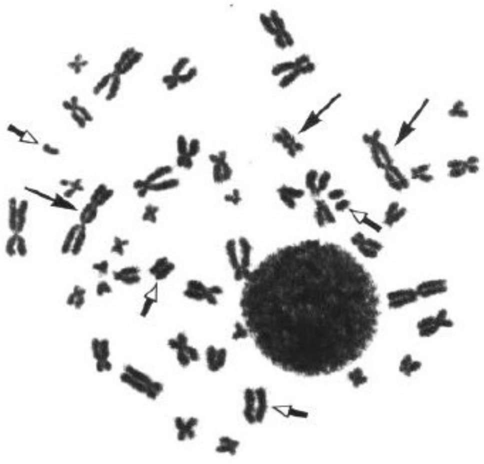
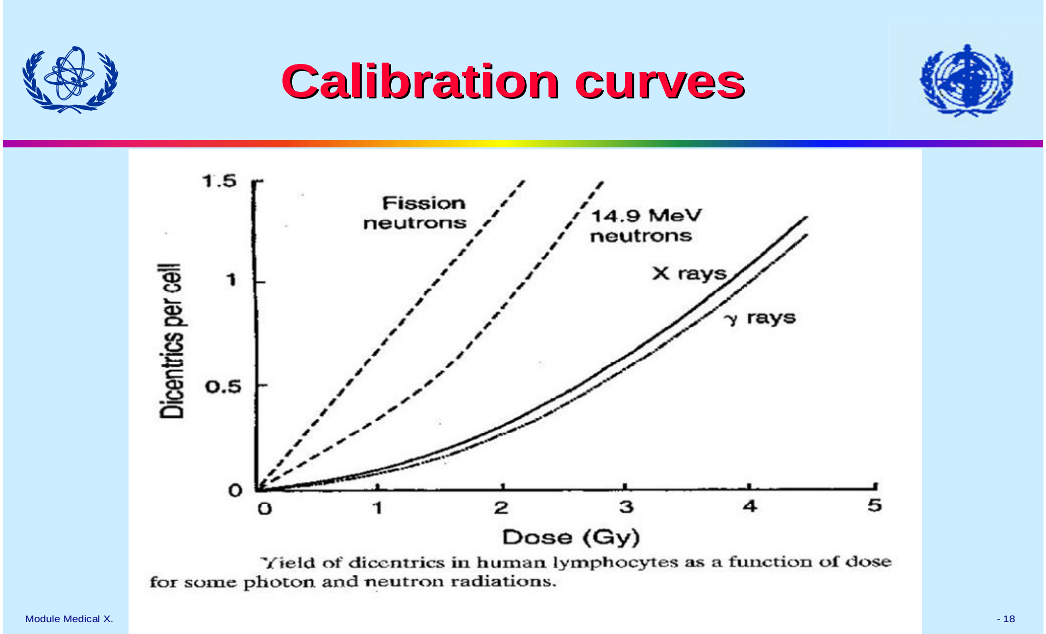


Fig. 10: Dicentric chromosomal aberrations (full arrows) and acentric fragments in the metaphase of a lymphocyte (empty arrows), 52 h after irradiation in the G_0-phase with 3 Gy X-ray

(۸۸- شکل)

۸۸- شکل: کله چې د میتا فاز Phase G0 په پړاو کې سپینو کرویاتو ته درې ګرې اکسریز 3 Gy ورکړل شي، نود لومفوسیت (Lymphocyte) په کروموزو مو کې ددوه مرکزونو موتېشن Dicentric chromosomal aberration منځته راځي (تور ویکتورونه) او ځینې کروموزومونه بیا په ټوټوبدلیږي acentric fragments (سپین ویکتورونه). همدارنګه دځینو کروموزومو څخه یوه برخه پرې شو ېده (Deletation). نوموړي موتېشن په اوږدوتور و یکټورونو باندې ښوول شویدی(22) .

که چېر ته دغه پرې شوې ټوټه دیوه بل کروموزوم سره یوځای شي نود(Translocation) موتېشن منځته راځي. نوموړی ناسمي کېدای شي چې دبیالوژیکې ډوزیمترۍ په مرسته ډېرکالونه وروسته هم ثبوت شي.



(۸۹-شکل)

۸۹- شکل: په يوه حجره کې ددوه مرکزونو شمېر موتېشن داکسريز، نيوترونو او ګاما وړانګو لپاره دانرژي ډوز په تابع سره ښوول شوی .د اکسريزيا رونتګن (Röntgen) وړانګو لپاره ددوه مرکزه موتېشن رياضي معادله (انډولېزه) دانرژي ډوز(Gy) Dose په تابع سره، کولای شو چې د يوه خطي ترم Therm (غړی) او يوه مربع ترم مجموعې په بڼه (Linear quadratic equation) وليکو.

۲- سوماتيک وروستی ورانی: هغه زيان ته ويل کيږي چې ناوړه اغېزې يې څو کاله وروسته ليدل کيږي. سوماتيکي ورانی ډېرې مودې يا نې کالونو څخه وروسته هم منځته را تلای شي. د بېلګې په ډول داندامو شنډوالی، د سترګو ليد ور کېدل، دپوستکي سور کېدل، د اوښتانو بايلل، دسږي فيبروزيس (fibrosis) په نسجونو کې د سوربو منځته راتلل، دنسجونو پړسيدل ,(Ulcerattion)اوداسې نورپه غيرسرطاني سوماتيکي زيان کې شمېرل کيږي.

ب- جنېتيک يا ارثي موتېشن:

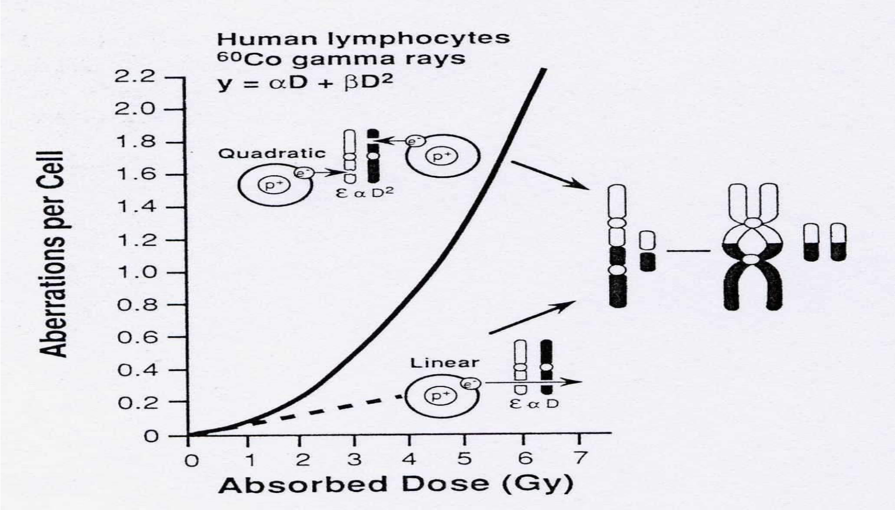
هغه ډول زيان ته وايې چې دوړانګو ناوړه اغېزې د بدن جنسي حجرو ته رسيږي او له دې کبله دنوموړي موتېشن زيان هغه چاته، چې وړانګې وررسيدلې وې د هغه په راتلونکو نسلو کې هم ليدل کيږي. دايونايزوونکو وړانګو نوموړي موتېشن ناوړه اغېزې ډېر داندېښنې وړدی. داځکه چې ديوې ټولنې لپاره دخطريوه لويه سر چينه ګرزيد لای شي. ارثي سوماتيک موتېشن دوړانګو ستوخاستيک ناوړه اغېز و څخه شمېرل کيږي. دوړانګو ستو خاستيک او نه ستوخاستيک موتېشن چې د هر چا د ژوند په اوږدو کې منځته راتلای شي، تر ډېره موده پورې پټ پاتې وي او په تصادفي ډول د يوه روغ سړي په عادي لټونه کې رابرسېره او وپيژندل شي.

په ۹۰ شکل کې دوړانګو جنېتيک موتېشن ښوول شوی دی، چې د يوويشتم کروموزوم تري زومی (Trisomie 21) ناروغي لامل ګرزيدلی دی. په دغه ډول موتېشن کې، د بدن په ټولو حجروکې يوويشتم کروموزوم ديوې جوړې پر ځای درې واره پيداکيږي.

(۹۰- شکل)

۹۰- شکل: په پورتني شکل کې دوه ويشت جوړه کروموزومونه د هغوی د غټوالي سره سم په پرلپسې عددونو ليکل شوي دي. دايونايزوونکو وړانگو جنېټيک موتېشن ددې لامل گرځي ،چې دبدن په حجروکې يوويشتم کروموزوم ددوو کروموزوموپر ځای درې ځله منځته راشي. دغه ډول ناروغي د تريزومي (Trisomie 21) په نامه سره يادېږي(27).

تجربو وښوولهچې په کرموزومو کې د موتېشن شمېر، دوړانگو انرژي ډوز سره تړاولري. د بېلگې په ډول دډي اين اي DNA غبرگ هيلکس دواړومزو پرې کېدل د وړانگو ډوز سره سم او دنوموړي هيليکس يوه مزي پرې کېدل د انرژي ډوز دمربع سره متنا سب دی. په ۹۱- شکل کې د انرژي ډوز او په يوه حجره(ژونکه) کې د موتېشن شمير ښوول شوی دی(23).



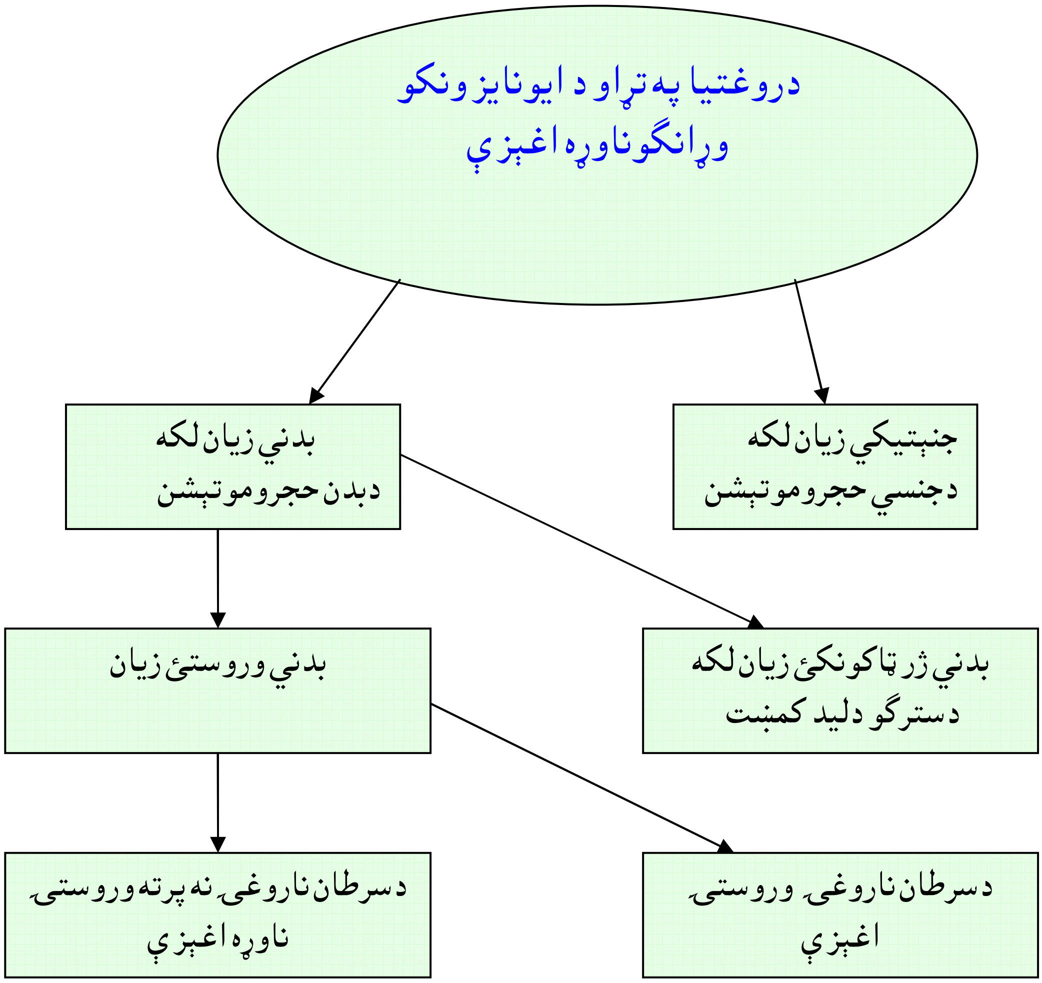
(۹۱- شکل)

۹۱- شکل: دانسان دوينې په لومفوسيت (Lymphocytes) کې دکوبالټ شپيته Co-60 گاما وړانگوغبرگون ښوول شوی دی. نوموړې وړانگې د کروموزومو په ډ ي اين اي کې موتېشن منځ ته راولي. د گراف په افقي محور کې دانرژي ډوزپه واحدگرې Gy او عمودي محور کې د موتېشن شمېر ښوول شوی دی . (26)

ډبل انرژي ډوز (Dobbling dosis) :

نوموړی کميت هغه اندازه ډوزته وايي چې په هم هغه کچه او شمېر سره موتېشن منځته راولي لکه څومره چې په طبيعي او ناڅاپه (spontaneous) توګه سره منځته راځي. دانسان لپاره دموتېشن ډبل ډوزقيمت صفرعشاريه شپږ ګري (0,6 Gy) اټکل شوی دی. دنوموړي اړيکې د واحداندازې ته دموتېشن ډبل ډوز وايي چې د هر ژوند سوري لپاره ځانګړی قيمت لري.

د انسان لپاره د موتېشن ډبل انرژي ډوز(0,6 Gy) ددې لامل ګرځيد لای شي چې ناوړه اغېز ه يې په راتلونکو نسلونوکي هم منځته راشي. د بېلګې په ډول سل ملي سيورت معادل انرژي ډوز په يو مليون نوو پيداشوو ماشومانو کې شپږ په لس زروکې جنېتيکي زيان ليدل کيږي . (28)



په لومړي پړاوکې دځينو مخصوصو انزايمو په مرسته سره، کېدای شي چې د نوموړو حجرو دغه نيمګړتيا بيرته د منځه لاړه شي. که چېر ته دغه حجرې دايونايزو نکو وړانګود اغېزې بر سيره دنورو زهرجنو کيمياوي موادولکه:

- بنځول (Benzol)، دواګانو(Cytostatica)، دلمرماورای بنفش وړانګې، ميکروبونو، سګرټ څکولو، وايرسونو(Viruses) تر اغېزې لاندې راشي، نو کېدای شي چې د نومړو ګڼو فکټورونود حاصل ضرب په پايله کې دومره ضررمنې شي، چې دبيا جوړيدلو احتمال يې ډېر کم وي. نو په يوه داسې حالت کې د کروموزومو په د ننه کې، ديونا ځرګنده کود نمبرپه فعال کېدوسره دغه ناروغه اويا نيمګړې حجره(ژونکه) دځان وژنې لاره ټاکي او په بيالوژيکي ډول ځان وژنه (Apoptosis) ترسره کوي.
- که چېرته د بدن يوه نيمګړې حجره(ژونکه) د ټاکلو انزايمو په مرسته سره يا داچې بيرته پوره جوړه نشي او نيمګړې پاتې شي، اود ځان وژنې لاره هم غوره نه کړي، اود معافيتي سيستم لخوا د يوې بيکاره حجرې په صفت وه نه پيژندله شي، نو په پايله کې د سرطان په حجره(ژونکه) بدليږي.
- ديوې سرطاني حجرې او د يوې روغې عادي حجرې ترمنځ توپير دادی، چې دسرطان ناروغه حجره(ژونکه) په خپل سراو بې شمېره پرلپسې و بشل (Mitosis) کيږي، چې په پايله کې يې حجم دومره غټ کيږي، چې دشاوخوا په اعصابواو رګونوباندی فشارراولي.

په داسې حال کې چې يوه روغه رمته حجره(ژونکه) وروسته له تقريبا دېرشو ويشونو څخه دريږي او اضافه نه و بشل کيږي. خو دسرطان يوه حجره بې شميره ډيريږي. ازمېينوښوولې ده، چې دسرطان حجره(ژونکه) په لوړه کچه تيزابي مواد توليدوي چې په پايله کې ډېر ازاد کيمياوي راديکال منځته راځي. بل داچې د ميکروسکوپ په مرسته سره دسرطان حجرې د کروموزومونيمګړتيا او موتېشن، لکه د دوه پلازميني کروموزومود شمېرزياتوالی او يا د کروموزومو ديوې برخې کمښت په ډېرښکاره ډول تشخيص (پيژندل) کېدای شي. دسرطان ناروغۍ په پرمخ تللي پړاو کې ديوې خوا ناروغ ته درد پيداکيږي او دبلې خوا دشاوخواغړي خپله دنده په سمه توګه سرته نشي رسولای(6) .

ډي اېن اې (DNA=Deoxyribonucleicacid) او دوړانګو غبرګون :

دانسان د بدن په هره يوه حجره (ژونکه) کې بشپړ ځلوينښت کروموزومونه (chromosoms) پراته دي چې په هغوی کې د جنېټيک ټول مواد او ارثي مالومات خوندي پروت دی. دکروموزوموتر ټولو يوه مهمه برخه د ډي اين اې . (DNA=Deoxyribonucleicacid) ماليکول جوړوي، چې د ډې اکسي ريبونوکليوتېد Deoxyribonucleotide تاو شوي غبرګ مزي (Double helix) څخه جوړدی او په ۹۲ شکل کې ښوول شوی دی . دنومړي غبرګ تاوشوي مزي نوکليوتيد ددرېوبرخو يانې دنايتروجن باز (base)، دشکريابورې اوفوسفات ګروپ څخه جوړدی. دنايتروجن بازعبارت دي له:

- ادېنين (A=Adenin) يا ګوانين (G=Guanin) ياسيتوزين (C,=Cytosine) يا تيومين (T=Thymine) اويا اوراسيل (U= Uracil) . د ډې. اين. اې. غبرګ تاو شوی بازې لکه ادېنين، ګوانين، سيتوزين، تيومين او اوراسيل دهايدروجن مرکباتو په مرسته ديوه بل سره تړلي دي.

☜ د انسان ډي اين اې (DNA) دوه متره اوږدوالی او دوه نانومتره (ديوه متريوملياردمه برخه) پنډوالی لري . په ۲۰۰۱ م کال کې د انسان جنېټيک کود راوسپړيده، ياني رابرسېره شواو څرګنده شوه چې څه ناڅه دېرش ذره (30 000) جين لري.

☜ د ايونايزوونکو وړانګو غبرګون دبدن حجرو سره هغه وخت ډېر ناوړه پايله لري، کله چې دکروموزوموپه ډي اين اې .(DNA) باندې ولګيږي. دا ځکه چې ديوې حجرې دژوند ټول جنتيک مالومات په ډي اين اې. ماليکول کې خوندي ساتل شويدی.

په ۹۲ شکل کې د ډي اين اې. په بازو او دبورې په ماليکول باندې دهستوي اوالکترومقناطيسي وړانګو هر اړخيزې ناوړه اغېزی ښوول شوې دي .

لومړی: د ډي اين اې د يوه تاوشوي تار پری کېدلو شمېردوړانګو ډوزمربع سره متناسب دی.

دويم: دډي اين اې دواړو تاوشوو تارونو پری کېدلو شمېر دوړانګوډوزسره نيغ متناسب دی.

دريېم: هغه کيمياوي اړيکې چې هر ډول پروټين او دډي اين اې. ماليکول غبرګ تارونه ديوه بل سره تړي، له منځه وړل کيږي.

که چېرته دبدن يوې حجرې ډي اين اې. ته دايونايزوونکو وړانګويو ګرې ډوز1Gy ورسيږي، نوپه پايله کې لاندنی بدلون په يوه حجره کې منځته راځي:

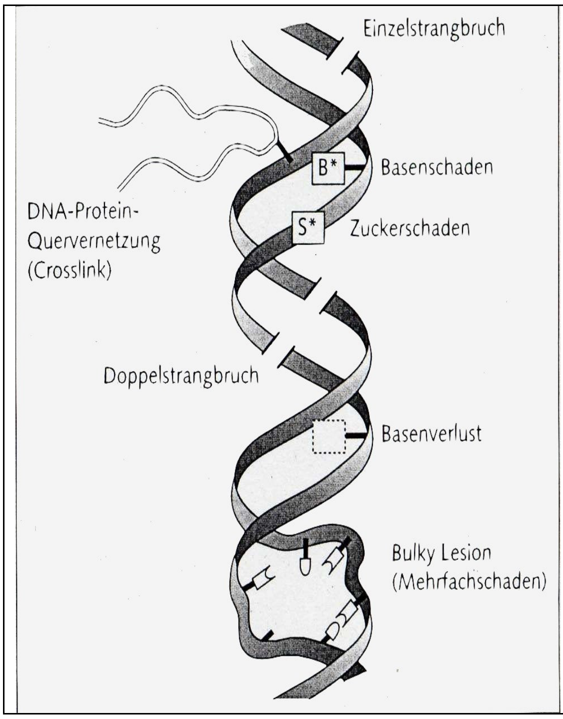
- ❋ د زرو څخه تر دوه زرو (1000- 2000) بازومرکباتو کې بدلون
- ❋ دپېنځه سوو څخه تر زروپورې (500 – 1000) ديوه تاوشوي مزي يا هېلکس پرې کېدل تر سره کيږي. (Single strand break)
- ❋ د څه ناڅه پنځوسو (50) غبرګ تاوشوو مزو يا هېلکس پرې کېدل (Double strand break)

په پوستکي کې لاندني کلينيکي بدلونونه دوخت په تېريدلو سره ليدل کيږي.

Erythema: پوستکی ددريواونيوڅخه وروسته سورکيږي، که ددريونه ترلس ګرې پورې وړانګې وروړسيږي.

Epilation: دپېنځه لسوورځوڅخه وروسته دپوستکي اوښتان تويېږي، که ددريوګرې نه زيات وړانګې ورته ورسيږي.

Necrosis : دنېکروزياني نسجونومړينه وروسته له دری اونۍ پيل کيږي، که پېنځه ويشت ګرې وړانګې ورته ورسيږي.



د ډي اين اې. (DNA) ديوه مزي پرې کول

د ډي اين اې. DNA بازوته زيان رسول

د ډي اين اې. DNA بوري يا شکر ته زيان رسول

دډي اين اې. تاوشوي غبرګ تارونه پرې کول

د ډي اين اې. DNA بازو بايلل

د ډي اين اې. DNA غبرګ تاو شوو تارونو ته هر اړخيز زيان رسول

(۹۲-شکل)

۹۲-شکل: په ډي اين اې. (DNA) باندې د ايونايزوونکو وړانګو هر اړخيزه ناوړه اغيزې.
۱- دپروتين مرکباتو له منځه وړل ۲- دبازو (Base) ازادول او نيمګړې کول، دغبرګ تاوشوي اويا د يوه تار ياني هيلکس helix پرې کول اونور (9)

نن ورځ په نړيواله کچه د ساينس پوهانولخوا دوه ډوله موډلونه وړاندې شوې دي، چې په ډي اين اې. (DNA) باندې د ايونايزوونکو وړانګو هر اړخيزې ناوړه اغيزې په ګوته کوي. په ۹۳ شکل کې دواړه موډلونه ښوول شوي دي.

- **لومړی موډل**: کله چې يوه ايونايزوونکې ذره په ډي اين اې. (DNA) باندې ولګيږي، نود تېرېدلو په ترځ کې، يوه برخه انرژي د لاسه و رکوي، چې په پايله کې دډي اين اې. (DNA) دواړه غبرګ تاو شوي مزي په يوه وار سره سمد لاسه پرې کوي (Double strand breaks) . په نوموړي موډل کې د غبرګ پرې شوو ډي اين اې.(DNA) شمېر N د وړانګو انرژي ډوز(αD) سره سيخ متناسب دی.

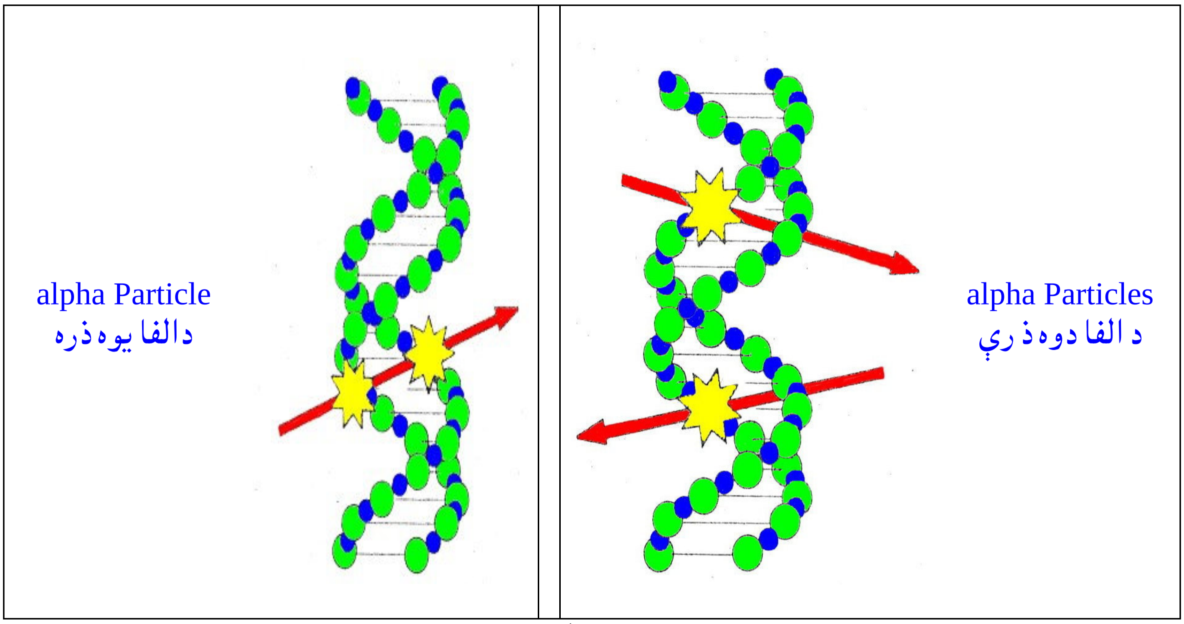
- **دويم موډل**: کله چې دوه ايونايز وونکې ذرې چې د يوه او بل سره کوم تړاو نه لري، او په ځانګړي ډول سره په ډي اين اې. (DNA) باندې ولګيږي، نو کېداى شي چې په هر يوه هيليکس (Helix) ته دومره انرژي انتقال کړي، چې په پايله کې غبرګ تاو شوي مزي پرې شي. په دغه موډل کې د غبرګ پرې شوو ډي اين اې.(DNA) شمېر N د وړانګو انرژي ډوز د مربع (βD^2) سره سيخ متناسب دی .

په يوه حجره (ژونکه) کې د غبرګ پرې شوو ډي اين اې .(DNA) منځنی شمېر N ،چې د وړانګو انرژي ډوز D د غبرګون په پايله کې منځته راځي، د لاندنی معا دلې څخه تر لاسه کولای شو .

$$N = \alpha D + \beta D^2$$

په پورتنی معادله (انډوليزه) کې دالفا α اوبېتا β توري د وړانګو په واسطه د حجرې په چاپېريال کې د کيمياوي راديکالو اوهلته د جذب شوې انرژي په څرنګوالي اوويشتوب پورې تړاولري.

ازمېينوښوولې ده چې که ايونايزوونکې وړانګې دبدن روغې حجرې د ډي اين اې.(DNA) په ماليکولو باندې ولګېږي او دهغه دواړه غبرګ تاوشوي مزي (Double helix) پرې کړي، نو په ډېر احتمال سره د سرطان حجرې د منځته راتلو لامل کيدای شي.



(۹۳- شکل)

۹۳- شکل : په ښي اړخ کې د الفا دوه ذرې او په کيڼ اړخ کې دالفا يوه ذره دکروموزوموپه ډي اين اې . (DNA) باندې لګيږي اودهغه غبرګ مزي (Double- Strand break) پرې کوي . (73)

دالفا وړانګو ناوړه اغېزې دادي، چې د ډي اين اې. غبرګ تاوشوي مزي پرې کوي، او له دې کبله يا داچې هم هغه حجره (ژونکه) له منځه ځي، او يا داچې ژوندی پاتې کيږي او خپل ويشتوب ته پايښت ورکوي، خو نيمګړتيا يې د موتېشن په څېرنا سمه پاتې کيږي . که څه هم نوموړې حجرې دځينو مخصوصو انزايمو Enzyme لخوا په زياته کچه بيرته جوړيږي، خو بيا هم هغه ځينې کم شمېر، چې بيرته نا سمې پاتې کيږي په ډېر احتمال سره په اوږده موده کې د سرطان په حجرو بدليږي.

د بېلګې په توګه د څلورو ساعتونو په موده کې، د ډي اين اې. ددوه زرو پرې شوو هېلکس يوه مزي څخه يې، اوه نوي په سلوکې۹۷٪ بيرته جوړيږي . نويو څېړنو په ډاګه کړې ده، چې داسې نيمګړې يا په بل عبارت

موتېشن شوې حجرې چې د سرطان ناروغۍ ورنه پيدا کيږي، يولامل دادی چې نوموړې حجرې دويشتوب هغه نورمال اود پيدا ايښت په ترڅ کې ټاکل شوی جنېتيک کود پروگرام هيروي، او په خپل سرويشتوب يانې ميتوز پروسې (چلندلارې) ته دوام ورکوي. په عادي توگه په نورمال حجروکې دويشتوب يا دميتوز پروسه د هم هغه غړي دکارکولو او اړتيا سره سم د يوه ټاکلي پروگرام او کنترول لاندې سرته رسيږي. دبلې خوا دبدن معافيتي سيستم هره يوه نيمگړې حجره(ژونکه) ددښمن په بڼه پيژندلای شي . نو له دې کبله يې د ټاکلوحجرو لکه ماکرو فاگ(Macrophages) په مرسته سره له مېنځه وړي.

که چېر ته د کروموزوموميو تار دوړانگو په تشعشع سره پرې شي، نو په بدن کې ځينې ميکانيزم لکه بيرته جوړونکي انزايم اوټاکلي پروتېين شته دي، چې د ډي اين اې. ديوه مزي څخه مالومات کاپي کړي اوپه پرې شوي مزي يې ونښلوي، او د يوه داسې جنېتيک ټکنالوژي په مرسته سره نوموړې نيمگړتيا بيرته له منځه يوسي. خوکله چې د کروموزومو دواړه مزي د هر لامل له کبله ، يو ځل پرې شول، نو دبيرته پوره جوړيدلو احتمال يې ډېر کم دی، او کېدای شي چې وروسته له ډېرو کالونو څخه دغه حجره(ژونکه) دسرطان په حجره بدله شي. که فرض کړو چې دغه ضررېې د موتېشن په بڼه سره د بدن جنسي حجروته ور سيږي، نو دراتلونکي نسل د ماشومانو د بدن په هره يوه حجره(ژونکه) کې دغه نيمگړتيا منځته راتلای شي. دا په دی مانا چې که يو چاته هستوی وړانگې په ډېره ټيته کچه هم رسيدلی وي، د بېلگې په ډول د څو ملي سيورت په شاوخوا کې، خو بيا يې هم دد ې احتمال شته دی چې اولادونه يې معيوب او ناروغه نړۍ ته راشي . دبېلگې په ډول دسترگونشتوالی،تريزومي يوويشت، په کپری کې داوبوزياتوالی، داندامونونشتوالی اود وينې سرطان او نوری ناروغۍ. څېړنو ونښووله چې د ډي اين اې. ديو تار پرې کېدلوشمېردمعادل انرژي اندازې په مربع، او د غبرگ مزي پرې کېدل، دمعادل انرژي اندازې سره سيخ تړاو لري.

د بدن په يوه رڼا شوې حجره (ژونکه) کې ديو گرې (1 Gy) زيان شمېراوډولونه	
دهرې يوې حجرې په ډ ي اين اې (DNA) کې لږ څه پينځه ذره هر اړخيز زيانونه منځته راځي.	5000 damages
دډ ي اين اې (DNA) څلوروزريوه مزي پرې کېدل	4000 single strand breaks
دډ ي اين اې (DNA) پينځه سوه بازو لکه گوانين، ادېنين … ته زيان رسيدل	500 base damages
دډ ي اين اې (DNA) څلويښتوغبرگو مزيو پرې کېدل	40 Double strand break)
د يو مليون حجرو د منځه تلل	10^6 cell annihilation
د ډ ي اين اې (DNA) په يوسلوپينځوس پروتينو کې بدلون	150 proteins damage

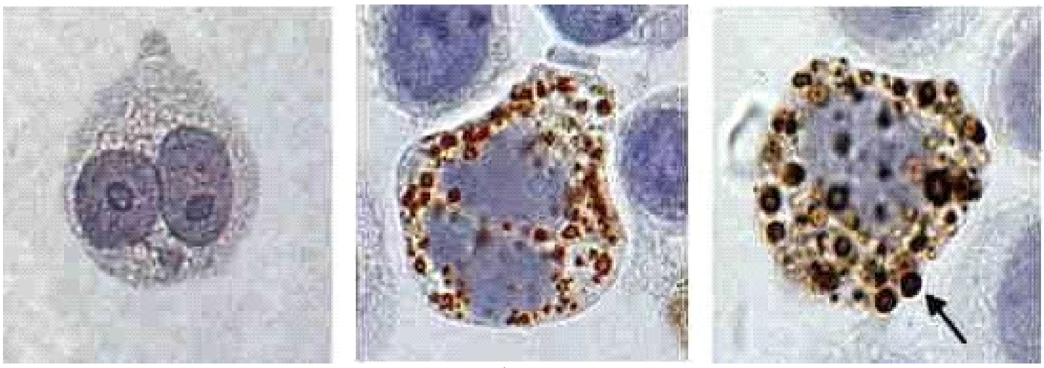
۳۴- جدول: په يوه حجره(ژونکه) کې د وړانگو يوگرې (1Gy) دزيان شمېراو ډولونه ښوول شوي دي(7).

د حجرې پروګرام شوې ځان وژنه (Apoptosis) :

دحجرې په ډي این اې. (DNA) کې ځینې پروګرام شوي جنېټیک کوډ میکانیزم شته دي، چې دهغې په اساس یوه حجره (ژونکه) کولای شي خپل ځان پخپله مړکړي. دغې کړنلارې ته، ځان مرګي یا اپوپوتوز (Apoptosis) وایي، او په ۹۴ شکل کې ښوول شو بده . نوموړې کړنلاره دحجرې لخوا دخطر د ژغورلواو د نور زیان دمخ نیولو په موخه یوه احتیاطي لاره ده، ترڅووکولای شي یوازې دروغو حجروپه کارکولوسره یو غړی خپله دنده په سمه توګه سرته ورسوي.

☜ یوه حجره (ژونکه) دخپل ځان وژنې (Apoptosis) په اړه هغه وخت پریکړه کوي ،کله چې دغه حجره(ژونکه) دایونایزوونکوو وړانګو دضررپه پایله کې بیرته نشي جوړید لای او نیمګړې پاتې شي.

☜ که یوه حجره (ژونکه) خپله دنده په سمه توګه نشي تر سره کولای. د بېلګې په توګه کله چې یوه حجره ډېرعمر ولري او زړه شوې وي او کار نشي کو لای، نوپه داسې یو حالت کې پروګرام شوې ځان وژنه تر سره کوي.



(۹۴- شکل)

۹۴- شکل: دیوې حجرې دځان وژنې (Apoptosis) درې پړاوونه اود تجزیې کړنلاره ښوول شو بده .

که چېر ته دایونایزوونکو وړانګو دضررپه پایله کې، دبېلګې په ډول دسپینوکرویاتواو یا د بدن یوه بل غړي ډېر شمېر حجرې دځان وژنې په اساس دمینځه ولاړې شي، او پرځای یې نورې نوې حجرې را پیدا نشي، نویوې خوا دبدن هغه غړی خپله دنده په سم او بشپړه تو ګه سرته نشي رسو لای، او دبلې خوا د سړي (معافیتي سیستم کمزوری کیږي . په پایله کې ددې امکانات هم زیاتیږي چې سړی په هر راز ناروغېو اخته شي.

* اپوپتوزیوناني لغت (ویې) دی او اپو apo په مانا د لیرې کیدل، او پتوزیس ptosis غورځیدل مانا ورکوي. لکه چې دمنې په موسم کې دونوخخه پاڼې راغورځي، په همدې مفهوم اپوپتوزمانا ورکوي.

د ډي این اې. (DNA) نیمګړو برخو بیرته جوړول :

په ۹۵ شکل کې ښوول شو بده چې څرنګه د یوه ټاکلي انزایم (DNA-Polymerase) په مرسته سره د کروموزومو ډي.این.اي. DNA غبرګ پرې شوی هلیکس (Double strand break) او د بازو نیمګړتیا (Base damage) بیرته جوړېږي.

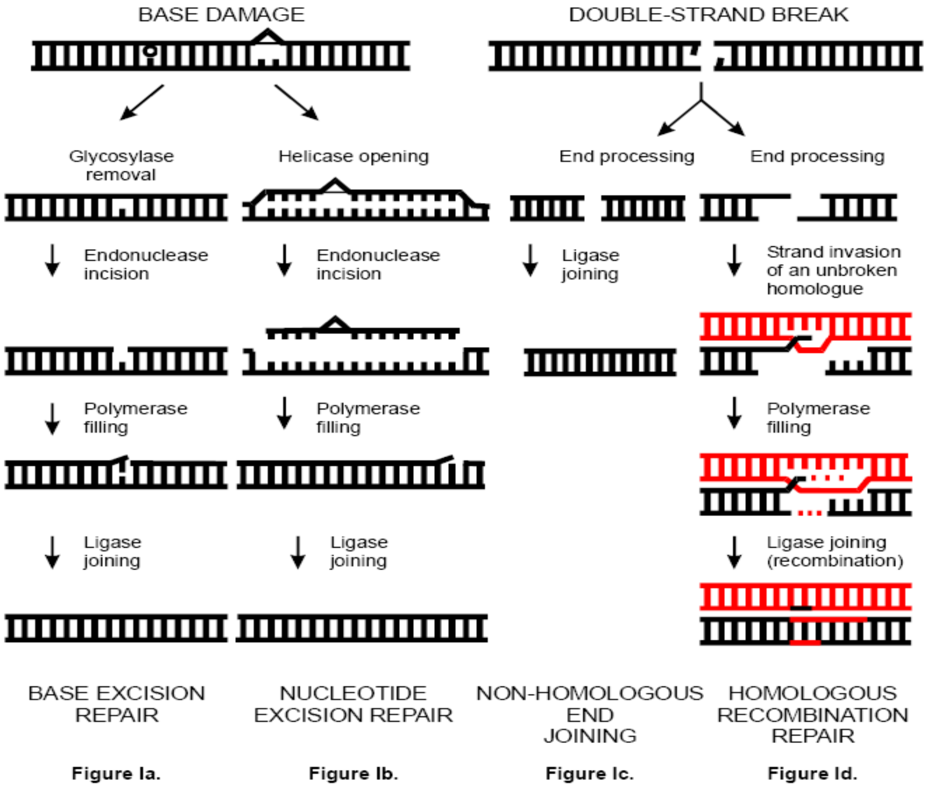


Figure I.
Mechanisms of DNA repair (simplified).

Figure Ia: Base damage is excised by a specific glycosylase: the DNA backbone is cut and the gap filled by a polymerase. The resulting gap is refilled.

Figure Ib: Bulky base damage is removed along with an oligonucleotide (of about 30 bases in human cells). Resynthesis takes place using the opposite strand as a template.

Figure Ic: A double-strand break is rejoined end-to-end.

Figure Id: A double-strand break is repaired with the help of a homologous undamaged molecule (shown in red). Strand invasion allows resynthesis on complementary sequence, followed by a resolution of the strands and rejoining.

(۹۵- شکل)

۹۵- شکل : الف-**1a** : د ډي .این .ای . DNA بازو (Base damage) زیان منه برخه د یوه ټاکلي انزایم ګلوکوسیلازي (Glycosylase) په مرسته سره را ایستل کیږي. د ډي.این.اي. DNA څټ ته راوتلي برخه پرې کیږي او تشه شوي برخه یې په پولي مېرازي انزایم (Polymerase) بشپړ ډک کیږي.

ب- **1b**: دبازو Base زیانمنه او راوتلی اضافه کتله د اولیګونوکلیوتوتیدو (Oligonucleotide) په ګډون په ټول اوږدوالي کې لیرې کیږي. د ډي این اي DNA دمخامخ تاوشوي مزي یا نې ستراند Strand یوه نوي ترکیب کاپي کول تر سره کیږي.

ج- 1c : د یوه غبرګ مزي دواړه پرې شوې برخې بیرته داسې سره تړل کیږي چې دیوه اخرنۍ څوکه د بلې اخرنۍ څوکې سره خوله پر خوله یوځای شي.

د- 1d : د یوه غبرګ مزي دواړه پرې شوې برخې دیوه نه زیان من شوي او هومولوګ یاني ورته مالیکول په مرسته سره بیرته جوړیږي.

په نطفه (Embryo) کې دوړانګو ناوړه اغیزې:

په ماشومانو کې دوړانګو ناوړه اغیزې د لویانو په پرتله لږ څه یوپر دوه ډیرې اټکل کیږي. دا ځکه چې په ماشومانو کې دحجروویشتو ب (Mitosis) کړنلاره لا هم پاینبت لري. دوړانګو زیان، په تېره بیا هغو ماشومانو ته، چې دمور په نس کې وي، نور هم ډیر دی، چې په لومړي وخت کې دامبریو (Embryo) نطفه او بیا وروسته د فیتوس (Fetus) په نامه یادیږي. یو ماشوم چې لا د مور په نس کې وي، دوړانګوناوړه اغېزې په دې پورې هم اړه لري، چې کوچنی د څوورځودی او هغه ته په کومه کچه انرژي ډوز رسیدلې ده. په دې اړوند درې پړاوونه د یادولو وړدي.

☜ بلاستوګینېزیس (Blastogenesis):

نومړی هغه وخت ته ویل کیږي، چې ماشوم د مور په نطفه (جنین) کې د زایګوت (Zygote) په څېر ستریږي او د نهوورځو (0- 9d) عمر ولري . څرنګه چې په دې موده کې دوړانګو خطرد امبریو لپاره خوراډېر دی، نویا داچې ماشوم ژوندی پاتې کیږي، او یا مړ کیږي. دا په دې مانا چې دوړانګوپه واسطه د امبریو حجرې دومره زیانمنې شوې دي، چې ماشوم ترې مړ کیږي او یا داچې دومره ډېرضرورته نه دي رسیدلی او ماشوم ژوندی پاتې کیږي او یو نورمال هلک ورڅخه وده کوي.

نومړي قانون ته د شتون اویا نه شتون قانون ویل کیږي . هغه تجربې چې په موږکانو تر سره شوې دي، په ډاګه کوي، چې لږ څه پینځوس ملي سیورت (0,05 Sv) وړانګې هم د مړینې لامل ګرزید لای شي. که په دې لسو ورځو کې امبریو ته د سل ملي سیورت (100 mSv) نه پورته وړانګې ورسیږي، نو په پایله کې نطفه خپل ژوند له لاسه ورکوي.

☜ اورګانوګېنېزیس (Organogenesis) :

نومړی هغه وخت دی،چې د لسمې ورځې څخه پیل کیږي او تر دوه څلویښتمې ورځې پورې (10-42) رسیږي. په دغه موده کې د امبریو حجرې په توپیر لرونکو نسجونو بدلیږي، چې په پایله کې ورڅخه غړي منځته راځي. په نومړي وخت کې دوړانګو خطر د امبریو لپاره دومره ډېر نه دي، چې ګنې ومري، خود بدن غړي یې نیمګړي پاتې کېدای شي.

☜ فېتوګېنېزیس (Fetogenesis):

نومړی هغه وخت دی، چې د درې څلویښتمې ورځې څخه د فېتوس تر زیږیدنې ورځې پورې رسیږي. دوړانګوناوړه اغېزې د غړونیمګړتیا لامل کیدای شي. لکه د ماغزو کوچنیتوب، سکېلیت نیمګړتیا، دسترګوکوچنیوالی (Microphthalmus) اونور.

بلاستوګينېزيس (Blastogenesis)	اورګانوګېنېزيس (Organogenesis)	فېتوګېنېزيس (Fetogenesis)

۵۹- شکل: په نوموړي شکل کې د ماشوم د ستريدلو درې پړاوونه ښوول شوي دي، چې د وړانګو پروړاندې په توپير سره حساسيت ښيئي. په ۳۵ جدول کې د يوه ماشوم لپاره د وړانګو د خطرکچه اټکل شو بده ، کله چې ماشوم لا د مور په نس کې وي. د پيدا اينبت څخه تر درې ځلوينبت ورځو پورې ورته امبريو (Embryo) يا نطفه او پاتې موده يا نې تر زېږيدلو پورې د فيتوس (Fetus) په نامه ياديږي

د وړانګو تېراتوګېن اغېزې (Teratogene effects):

د وړانګو تېراتوګين اغيزې هغو ناوړوکلينيکي اغيزوته ويل کيږي، چې د مور په نس کې، ياني لا نه زيږيدلي ماشوم ته رسيږي. نوموړي اغيزې عبارت دي له:

* د ماشوم مړينه د زيږيدلو ترمخه (Prenatal) او يا د زيږيدلو څخه ورسته (Neonatal)
* د بدن غړونيمګړتيا (Malformation) خو په تېره بيا د عصبي سيستم ضررمن کيدل
* د ماشوم د ستريدلو پروسه د نورمال ماشوم په پرتله په ټپه دريږي او يا ډيره وروپرمخ ځي، خو په غړو کې نيمګړتيا منځته نه راځي.
* ماشوم نورمال غټ کيږي او کومه نيمګړتيا نه لري.

☢ د مور په نس کې د يوه ماشوم (Emryo) جنسي حجرې د بالغوکسانو په پرتله، د وړانګوپروړاندې لس ځله ډيرحساسيت ښيي. د وړانګو نه د ساتنې نړيوال سازمان (ICRP) ټولودوه ځانوميندوته، د دې سپارښتنه کوې، چې داکسريزعکس اخېستلو په موخه، په پام کې ولري، تر څو د حاملګۍ (دوه ځانه) کيدو، په لومړيو لسوورځوکې (Menstration cycle)، د هغوی رحم (Uterus) ته په هيڅ کچه وړانګې وه نه رسيږي. نوموړی قانون دلسوورځوقانون په نامه سره نامتو شوی دی .

دپام وړ: د سرطان ناروغۍ پړاوونه په لاندې ډول دي:

Initiation: د سرطان ناروغۍ راپاراوونکوموادو ناوړه اغېزو په پايله کې، د حجرې په ډي اېن اې کې بدلون راځي.

Progression: د لومړي پړاوموتېشن شوې حجره خپل ځان ويشي.

Preinvasive tumor: تومورخپل حجم پوره ستروي او شاوخوا غړي ترفشارلاندې راولي.

Invasiver tumor: د تومورحجرې د نورمال حجرو په پرتله بدلون کړی او ځانګړې اينزايمونه جوړوي. د سرطان حجرې او س کولای شي چې د بدن نوروبرخو ته هم وليږدي.

دماشوم دستریدلو موده	کلینیکي عیب لرونکي ډولونه	د ډوزپورتنی لیمېټ	دخطرضریب
ترلسو ورځو پورې	مړینه	100 mSv سل ملي سیورټ	0,1%/mSv
دلسوورځو څخه تر اتو اونیو پورې	دسکیلیت کوچنیوالی Hydrocephalus هایدروسیفالوس Microcephaly دسرکوچنیوالی Microphthalmus کوچني سترګې Anophthalmus دسترګو نشتوالی	100 mSv سل ملي سیورټ	0,05%/mSv
داتو څخه تر پینځه لسو اونیو پورې	لنډ اندامونه اولنډ سکیلیت شنډ کیدل، دجسم توازن بایلل او دنوروغړو نیمګړتیا	300 mSv دري سوه ملي سیورټ	0,04%/mSv
	دري په سل دذکاوت تناسب ټکو کمښت Intelligence quotient = IQ	لیمبټ نه لري	3% IQ/mSv
د شپاړسو څخه تر پینځه ویشتو اونیو پورې	دغابنونو، سترګو، دښځینه تیواو دعصبي سیستم عیبناکه کېدل	300 mSV دري سوه ملي سیورټ	0,01 %
	یو په سل دذکاوت تناسب کمښت Intelligence quotient = IQ	لیمبټ نه لري	1% IQ/mSv

۳۵- جدول: په نطفه (Embryo) کې دوړانګو کلینیکي ناوړه اغیزې ښوول شوې دي.

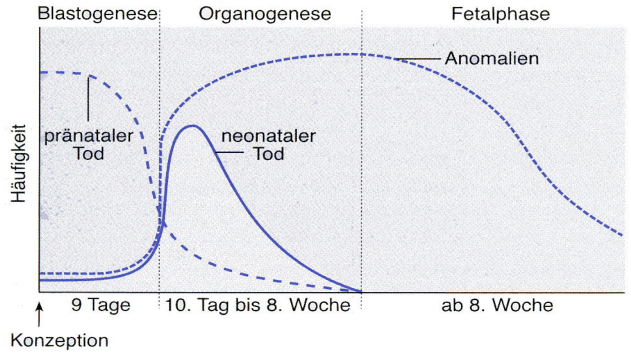
په ۹۷-الف شکل کې دوړانګو ناوړه اغیزې د ماشوم د پیدا ایښت ورځې څخه د زېږیدلو تر ورځې پورې ښوول شوې دي. دغه ناوړه اغیزې په دې پورې اړه لري، چې د مور په نس کې ماشوم ته د حاملګی یاني میندواري کې په کومه موده او په څومره کچه وړانګې رسیدلې دي. د بېلګې په ډول که چیرته دپیدا ایښت په لومړیونهو ورځو (Blastogenese) کې ماشوم ته یوازې څو ملي سیورټه وړانګې ورسیږي، نو دغه دمړینې لامل ګرځي. کله چې یوه ماشوم ته د لسوورځو څخه تر شپېتوورځو په موده کې تر پینځوس ملي سیورټه څخه پورته (>50 mSv) وړانګې ورسیږي نویا داچې ماشوم دزېږیدلو څخه وروسته مړ کیږي (Neonatal) اویا داچې ژوندی پاتې کیږي خو دغه په غړوکې نیمګړتیا منځته راځي.

Prenatal death: هغه کوچنیان چې دزېږیدلو څخه له مخه مړه کیږي.

Neonatal death: هغه کوچنیان چې دزېږیدلو څخه وروسته مړه کیږي.

Prenatal therapy: دمورپه نس کې دماشوم درملنه کول، لکه دويني ترانسفوزیون اونور.

Conception: هغه وخت ته وايي چې دښځې اولاد په نس شي.



۹۲- الف شکل: په ماشوم باندې دوړانګو ناوړه اغېزې کثرت (ډېرښت)، لکه د ماشوم مړينه او يا دماشوم دغړو نيمګړتيا دپيدا ښت د ورځې څخه دماشوم تر زيږېدلو ورځې پورې ښوول شوي دي(7).

✍ پايله اولنډيز:

- يوه حجره په ميتوزاو G2-Phase پړاوکې دايونايزوونکو وړانګو په وړاندې ډېرحساسيت لري.
- يوه حجره د G1-Phase په پړاوکې دايونايزوونکو وړانګو په وړاندې لږحساسيت لري
- يوه حجره د S-Phase په پړاوکې دايونايزوونکو وړانګو په وړاندې ترټولو لږ حساسيت لري . دا په دې مانا چې مقاومت يې زيات دي.
- دنسجونو په رڼا کې دوسره په لومړي پړا و ، او په ګڼ شمير حجروکی دډي اين اي DNA يو تار Single strand break پرې کيږي خو د مخا مخ ورته دويم تارڅخه دکاپي کولو په کړنلا ره سره ډېرژر بيرته جوړيږي
- که د حجرو په رڼا کې دوسره د ډي اين اى DNA دواړه غبرګ تا رونه پرې شي، نو په پايله کی يا داچې دغه حجره مري، اويا داچې په کروموزوموکی موتيشن منځته راځي. وروسته له لږ څه پېنځه نه تر ديرشو کالو پورې ډېر احتمال شته، چې د سرطا ن په حجره واوړي. داځکه چې دنورمال حجرې په پرتله بې شميره ،بې کنټروله ډېرښت مومي
- په کروموزومو کې دموتيشن شمير دوړانګو دانرژی ډوز سره، دخطي مربع، يوه تابع تشکيلوي
- دويني په لمفوسيت Lymphocytes کې ددوه مرکزونو موتيشن Dicentrics mutation شمېراتکل هغه بيالوژيکي تګلاره ده، چې تول بدن ته دوررسيدلووړانګوانرژي ډوزتر لاسه کيدای شي. په نوموړي کړنلاره کې سرې کولای شي چې د پېنځه ويشت سانتي ګرې 25 cGy نه ښکته انرژي ډوز اود وړانګو اغيزې وپيژندل شي .
- څرنګه چې په رڼا شووو ډي اين اى DNA کې د بې ځايه شوموتيشن ناسمې Translocation abberrations ډېرثابت شکل لري، اوحجرو ته دومره زيان نه رسوي چې مړې شي، نو له دې کبله تر ډېرو کالونو وروسته هم ددغې بيالوژيکي تګلارې په مرسته بدن ته دوړانګوانرژی ډوز ټاکل کيدای شي.

پوښتنې (Questions): (ځوابونه يې په نولسم څپركي كې وركړشوي دي):

۱-۱۱ په راديوبيولوژي كې LD_{50} يو داسې لنډيزدى چې دوړانګوانرژۍ دوزهغه اندازه راښئي چې:
الف: ټولې رڼا شوې حجرې مړې كوي - ب: نيمايي رڼا شوې حجرې مړې كوي
ج: نيمايي رڼا شوې حجرې په پينځو سوو ، ورځو كې مړې كوي
د: پينځو سمه برخه رڼا شوې حجرې مړې كوي

۲-۱۱ ديوې حجرې ويشتوب په كړنلاره كې (Cell cycle) لكه G0; G1;S;G2; Mitosis كوم يو پړاودوړانګو پروړاندې تر ټولونوروډير حساسيت څرګندوى؟

۳-۱۱ د بدن كوم يو ه غړي حجرې لكه (دهډوكو ماغزو حجرې، لومفايد نسجونو حجرې، داعصابو حجرې، دپوستكي حجرې، سپرما تيد حجرې دوړانګو پروړاندې ترټولو ډيرحساسيت ښئي؟

۴-۱۱ كه چېرته د يوچاټول بدن په يو ګرې 1Gy وړانګو رڼا شي نوددې خطرخومره دى چې د هډوكو په ماغزوكې به د سرطان ناروغى راوپارول شي اودوړانګو دغه ناوړه اغيزه څه نوميږي؟
الف: ستوخاستيک يا نې تصادفي پېښه - ب: نه ستوخاستيک پېښه
ج: ترافيكي پېښه - د : هستوي پېښه

۵-۱۱ د سترګو د كاټاراكټ ناروغي هغه مهال منځته راځي ، كله چې دوړانګو انرژۍ دوز كچه د لاندې ليميټ څخه پورته شي .
الف: شپږ سيورت - ب: لس سيورت - ج: پينځلس سيورت - د : يو سلو پينځوس ملى سيورت

۶-۱۱ د عام ولس لپاره كلني لوړانرژۍ دوزليميټ د نړيوال كمسيون ICRP لخوا خومره ټاكل شوى دى ؟
الف: يو ملي سيورت - ب: لس ملي سيورت - ج: سل مي سيورت - د : يو سيورت

۷-۱۱ كه يوه ځانګړې حجره(ژونكه) په يو ګرې رڼا شي نو څه ډول زيانونه او په څومره شميرد ډي اين اې DNA دواړه تارونه او يو تار پرې كولاى شي؟

۸-۱۱ دوړانګوتصادفي Stochastic ناوړه اغيزې كومې دي؟

۹-۱۱ دوړانګو ټاكونكې Deterministic ناوړه اغيزې كومې دي؟

۱۰-۱۱ كه يو ماشوم دمور په نس كې وي او د سل ملي سيورته څخه پورته وړانګې ورته ورسيږي نو كوم ډول ناروغى اويا معيوب غړي منځته راتلاى شي

*   *   *

دوولسم څپرکی

دوړانګو ناروغۍ سپندروم

(Radiation sickness syndrome)

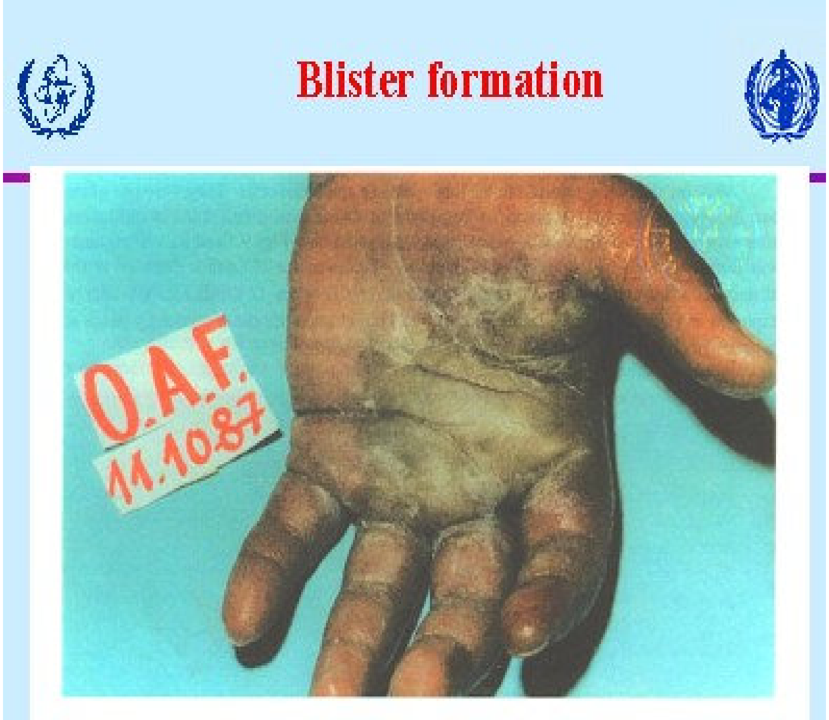
دوړانګو ناروغي ټولو هغو ناروغيوته ويل کيږي، چې د ايونايزوونکو وړانګو په واسطه هغوخلکو ته، چې وړانګې وررسيدلې وي پيدا کيږي. د بېلګې په ډول کله چې د يوچا ټول بدن ته ددوه ګرې نه پورته وړانګې ورسيږي، نو لومړی نښې يې لکه خواه بديدل، قی کول، نس ناسته، کمزورتيا او نور پيل کيږي.

دوړانګود زيان په تړاو تاريخي پېښوته لنډه کتنه:

کله چې په ۱۸۹۵ م کال کې داکسريز (X-Rays) رابر سيره (کشف) شوې، نويو کال وروسته دنوموړو وړانګو زيان دروغتيا په تړاوځرګند شو. په ۱۸۹۲ م کال کې درونتګن د ستګاه د پلورلوپه موخه د برېښنا يو امريکايي انجينر اليو تامسن Elihu Thomson خپله دنده پيل کړه، چې په همدې اړوند د نوموړي انجينرلاس د اکسريز X-ray injury د رڼا کولوپه اساس ټپي او وسوځيده.

په ۱۸۹۲ م کال کې کله چې د برېښنا په ځانګه کې يوه وتلي امريکا يي مخترع انجينرتوماس الوا اډيسن (Thomas Alva Edison) د فلوريسنس اکسريزڅراغ fluorescent X-ray lamp په جوړولو او څېړنو بوخت وو، نو دهغه د فابريکې ډېر کارکوونکي ناروغ شول. د بېلګې په ډول د اډيسن يو مرستيال کلارينس ډالي Clarence Dally د اکسريز ناوړه اغېزو څخه دومره ضررمن شو، چې د سراوښتان يې له لاسه ورکړه. دلا سونو پوستکی يې دومره ټپي شو، چې د اولسر ناروغۍ (ulcer) له کبله ژورسوري او پياوازر (Necrose) پکې منځته راغی. په ۱۹۰۴ م کال کې د اډيسن نوموړی مرستيال د سرطان په ناروغۍ مړ شو.

په ۹۷ شکل کې د ايونايزوونکو وړانګوناوړه اغېزې ښوول شوې دي، چې د يوه مسلکي کارګرکېڼ لاس ته دايريديوم Iridium-192 راديو اکتيو ايزوټوپ سره دځو دقيقو تماس په پايله، او د شلو ورځو څخه وروسته ليدل کيږي. دلاس اورغوي برخه (Palm) لړ څه لس ځايه تناکې لري او سوررنګه سو ځيدلی ده (Erythema).



(۹۷- شکل)

۹۷- شکل: درادیواکتیو ایزوتوپ ایریدیوم Iridium-192 وړانګو د یوه مسلکي کارګر لاس ورغوی (Palm) سوځولی او تنباکې (Blister) یې منځته راوړې دي(40) .

تجربو ونبوولـه چې کـه د ښيـږ ګرې 6 Gy په اندازه وړانګې په یووارسره د ځان په پوستکي ولګیږي، نو ضرر یې دومره ډېر دی، چې دیوې ورځې څخه وروسته یې کلینیکي نښې ځرګندیږي، او دپوستکي رنګ سورکرځي. څلورورځې وروسته دپوستکي دډرمیس (Dermis) په پټ کې رګونه دومره زیان مومي چې هلته دمیتوزکړنلاره په ټپه دریږي . په دې اساس دپوستکي پاسنی برخه په نوو حجرونه عوض کیږي (Reproduction) . بر سیره پردې دوینو جریان دالتهاب له کبله هلته ګړند ی کیږي او په پایله کې هلته ډېره وینه راغونډیږي، چې د پوستکي رنګ سور ګرځوي. دغه ډول پېښه د اېروتېم (Erythem) په نوم یادیږي.

◘ د بدن په پوستکي باندې د وړانګو کلینیکي زیان لکه د پوستکي سورکیدل، سوځیدل، پړسیدل، شین رنګه نونیول (Pus) اوالتهاب، یوه ډېره اړینه او پخوانی بیالوژیکي ډوزیمتري کړنلاره تشکیلوي ، چې تر نن ورځې پورې دنوموړو وړانګود خطروړاند ویینه کوي . بر سیره پر دې د ناروغیو پېژندلوپه اړه ، د نورو تګلارو ، لکه کیمیاوي ډوزیمتري او فیزیکي ډوزیمتري په څنګ کې ورڅخه ګټه پورته کیږي.

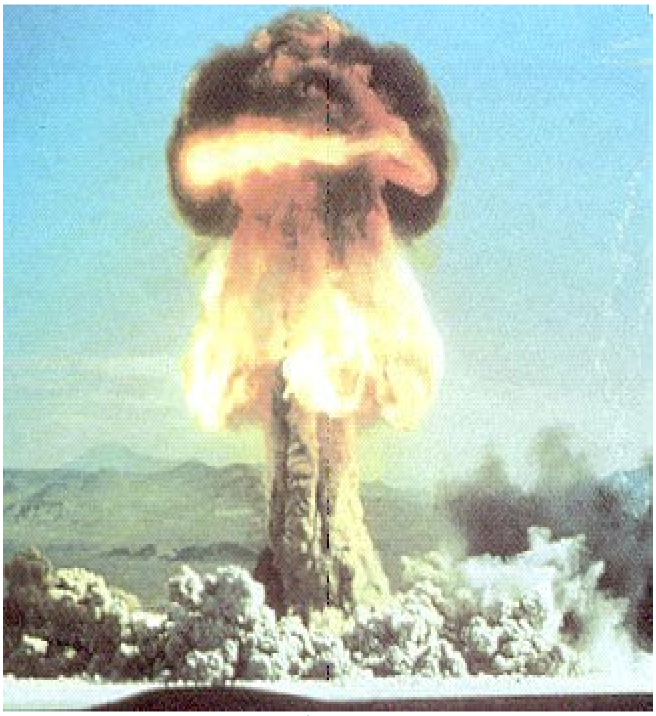
په ۳۲ جدول کې د بدن یوې برخې، لکه د یوه لاس هراړ خیز کلینیکي زیان پرمختګ، د وخت په تابع سره ښوول شوی دی، کله چې لاس ته په یوه وار سره د دیرش ګرې (30 Gy) څخه پورته اکسریزوړانګې ور سیږي.

دوړانګو کلينيکي زيان پر مختګ	وخت
د لاس پوستکي التهاب او سور کېدل	د ځلير ويشتو ساعتونو څخه وروسته
دپوستکي پړسوب او دنسجونو تر منځ د اوبو غونډېدل	څو ورځې وروسته
التهاب او نو نيول (Pus)	دوه اونۍ وروسته
دپوستکي پر سوب نورهم غټيږي او بيا دپوستکي لومړی پټ له منځه ځي	دري اونۍ وروسته
دپو ستکي يو بل لاندنی پټ په زيان پيل کوي	لس اونۍ وروسته
د پو ستکي ټول اپيتيل Epithel پرسيږي او د سرطان په ناروغۍ اوړي	ځليروېښت اونۍ وروسته
دلاس پرې کولو اړتيا Amputation	ددولسو مياشتو نه وروسته

په **۳۲**- جدول: د بدن يوې برخې لکه د يوه لاس کلينيکي زيان پرمختګ د وخت په تابع سره ښوول شوی دی ،کله چې په يوه وار سره لږ څه دېرش ګرې 30 Gy اکسريزورته ورسيږي (23)

دوړانګو ناروغي هغه وخت نړۍ ته په ربښتيني بڼه په ثبوت ورسيدله، کله چې په **۱۹۴۵** م کال کې دجاپان هيروشيما (Hiroschima) او ناګازاکي(Nagasaki) شارونوباندې داتوم دوه بمونه واچول شول، او بيا وروسته په زرګونوخلک دوړانګو دناوړه اغېز و له کبله ناروغ او ځينې مړه شول. په **۱۹۴۵** م کال داګست مياشت په شپږمه نېټه، لومړی اتوم بم، چې دچاودنې انرژي يې لږ څه پينځه لس کيلو ټنه ټي اين ټي (15kt TNT) وه ، دهيروشيما او دوهم اتوم بم په نهم داګست **۱۹۴۵** م کال، چې دچاودنې انرژي يې لږ څه يوويښت کيلو ټنه ټي اين ټي (21 kt TNT) وه، دناګازاکي په ښار باندې وغورځيدل.

تر **۱۹۹۰** م کال پورې د هيروشيما درې سوه پينځوس زرو او سيدونکو څخه، يو سلوشل زره او سيدونکې مړه شوه. دهغوی څخه لږ څه اته زره او سيدونکي د سرطان ناروغۍ له کبله خپل ژوند له لاسه ورکړ(8) . نوموړې هستوي چاودنه دځمکې له پاسه په اتموسفيرکې تر سره شوه اوچاپيريال يې په راديو اکتيوموادو ،لکه سيزسم Cs-137، شټرونسيم Sr-90 ، څيرکونيم Zr-95، اوتريسيم Tritium ککړکړ. يو داسې راديو اکتيوګرد يا راديواکتيو اوريځ، چې راديو اکتيومواد ولري، د فال اوټ Fall out په نامه سره ياديږي. تر نن ورځ پورې لږ څه ځلور سوه شل دځمکې له پاسه اويوزردځمکې لاندې هستوي ازموينې تر سره شوي دي. د**۱۹۴۵** کال څخه راپدې خو تر نن ورځ پورې دنړۍ هريوه وګړي ته دنوموړوازموينوپه پايله کې، ځلور ملي سيورت وړانګې رسيدلې دي. داسې اټکل کيږي، چې د ټيټې کچې وړانګوناوړه اغيزو له کبله، چې دهستوي ازموينو ،هستوي بټۍ او هستوي وسلو د استعمال سره تړاو لري، د سرطان ناروغيوشميرپه ټوله نړۍ کې لږ څه لس په سلوکې ډيرشوی دی . همدا سبب وه چې د **۱۹۸۰** م کال څخه راپدې خوا ، دنړۍ هغوهيوادونو ،چې هستوي ځواک لري، په دې پريکړه وکړه، چې نور به دځمکې له پاسه هستوي ازموينې نه تر سره کوي.



(۹۸- شکل)

۹۸- شکل: په **۱۹۴۵** م کال د اګست میاشتې په شپږمه نیټه دنړۍ په تاریخ (نیټه لیک) کې لومړی اتوم بم د چاودنې په ترڅ کې ښود ل شوی دی، چې د جاپان هیروشیما (Hiroshima) په ښار باندې د امریکا واکمنو لخوا واچول شو، او دکوچني هلک (Little Boy) نوم په اینبی وه. دنومړي اتوم بم څخه یو رادیو اکتیو ګرد دځمکې اتموسفیرته پورته شو اورادیو اکتیوټوټې یې بیا بیرته دځمکې پرمخ راولویدې، (fallout) . په پایله کې دنږدې شاوخوا ټول چاپیریال په رادیو اکتیوموادوککړشو(29) .

داتوم بم دچاودنې ټوله انرژي ، چاپیریال ته په لاندنیو فیزیکي تګلارو سره خپره شوه:

- لومړی : پینځوس په سلو کې دفشارڅپو (Blast 50 %)
- دویم : پینځه دېرش په سلو کې دتودوخې په ښېر (Heat 35%)
- دریېم : پینځه لس په سلو کې درادیو اکتیو موادو اودایونایزوونکو وړانګو لکه ګاما، الفا، بېټا اونیوترون ذرو په ښېر (Radiation 15%)
- دلومړي اتوم بم د چاودنې انرژي پینځه لس ذره ټنه ټي ان ټي (15 kt TNT) او ددویم اتوم بم دچاودنې انرژي څه ناڅه دوه ویشت ټنه ټي ان ټي (22 kt TNT) اټکل کیږي. یو ټن یانې یو زرکیلوګرام ټي ان ټي د لږ څه څلورګیګا ژول سره یو شان دی . نودلومړي اتوم بم انرژي د یو ګرام کتلې څخه ترلاسه شوه
- دپلازمېنې منځنۍ برخې (Isocenter) څخه په پینځه سوه متره واټن کې پینځه دېرش ګرې ګاما وړانګې (35 Gy) اوشپږګرې نیوترون وړانګې (6 Gy) اندازه شوې دي. د پلازمېنې څخه دوه کیلومتره لیرې شاوخوا او سیدونکوته لږ څه سل ملي ګرې (0,1Gy) وړانګې ورسیدلې.

راديواکتيوککړتيا (Radioactive contamination):

راديواکتيوککړتيا هغه وخت منځته راځي، کله چي راديواکتيومواد، دهستوي بټۍ چاودني په پيښه کي، داتوم بم چاودني، دطبي آلاتو چاودني اوهستوي ازموينوپه پايله کي چاپېريال ته خپورشي. نوموړي موادبيا د خلکو په بدن اويادچاپېريال په يوه شي، لکه خوراکي شيان، نباتات، حيوانات(څاروي)، ځمکه، تعميرونه، اوبه، هوا اونوروته ورننوځي او يا ورباندې نښلي. هغه څوک چي دبدن سطحه اويا کالي يې، په راديو اکتيومواد وککړوي، کولای شي چي نورخلک او شيان هم دتماس له لاري ککړکړي. که دچا بدن ته دننه راديو اکتيوموادورننوتلي وي، نو پخپله دغه سړی ديوې راديو اکتيوسرچيني په ډول وړانګي خپروي، اونوروخلکوته زيان رسوي.

درادیواکتيوککړتيا ليري کونه (Radioactive decontamination):

که چيرته دچاپېريال شيان لکه هوا، اوبه، ځمکه، نباتات، ځنګلونه، خوراکي شيان اويا هغه څوک چي بدن او ياکالي يې په راديواکتيوموادوککړشوي وي، نودنوموړوموادو،پاکولو،کمولو اويا بيخي ليري کوولوکړنلاري ته ديکونتامينيشن ويل کيږي. دهوا او اوبوککړتيا د ټاکلوفيلترونواودغازماسکوMask په مرسته سره کمولای او يا يې مخنيوی کولای شو. څرنګه چي وړانګي په سترګونه ليدل کيږي، او نه يې بوی ځي، اونه په لاس حس کيږي، نوپه هغه سيمه کي چي يوه هستوي ازموينه ترسره شوې وي، خلک دوړانګو دخطرڅخه بې خبره پاتي کيږي، اوراديواکتيوموادنه شي پيژندلای. درادیواکتيوککړتيا دمخنيوي اويا د پاکولولپاره ښايي لاندنۍ کړنلاره ترسره شي.

- لومړی: دککړشوي سيمي څخه سمدلاسه ووځه اوپه يوه نږدې تعميرکي ځان خوندي کړه
- دويم: دځان څخه ککړ شوي کالي وباسه اوپه يوه پلاستيکي کڅوړه کي يې پټ کړه اوبيا يې دځان څخه په ليري واټن کي کښيږده ترڅو تاته وړانګي دروه نه رسيږي.
- دريم: دبدن هغه برخي چي په راديو اکتيوموادوککړې وي، د تمنواوبواوصابون په مرسته سره ومينځل شي اوډيرپام وشي چي دبدن پاتي اوپاکي برخي ککړې نه شي.
- څلورم: که چيرته راديو اکتيو مواد تنفس شوي وي اويا دخوراک اوڅښاک دلاري بدن ته ورننوتلي وي نود ټاکلوطبي آلاتولکه ټول بدن کونټر(Total body counter) په مرسته سره بايد اندازه شي.
- پينځم: درادیواکتيوموادوليري کولوکړنلاره تر هغه وخته پوري پرمخ ولاړه شي تر څو د بدن په يوه سانتي مترمربع سطحه کي دککړتيا کچه دلس بيکاريل $10\ Bq/cm^2$ څخه راټيټه شي.

دګاونډيوهيوادونوهستوي ازمويني:

دهستوي ازموينو لړۍ د ۱۹۴۵ م کال څخه راپدې خوا تر نن ورځي پورې دنړۍ ځينو هيوادونولکه امريکا،روسيه، انګلستان، فرانسه اوچين لخوا همداسي روانه ده. دنوموړوپينځوهيوادوپه څنګ کي، دوه نور هيوادونه هم دهستوي ځواکونوپه ډول ډګر ته راووتل. دبېلګي په ډول دافغانستان دوه ګاونډيوهيوادونويانې هندوستان او پاکستان پرلپسي هستوي ازمويني او سيالۍ دياد ولوړ دي.

د هندوستان هستوي ازمويني:

په ۱۹۷۴ م کال د مای میاشتې په اتلسمه نیټه هندوستان خپله لومړی امپلوزیون ډوله (Implosion design) پلوتونیم هستوي ازموینه دبوداډزېرېدنې په ورځ ترسره کړه . دهند واکدارانو د غه ازموینه د دیوي پلمې په توګه، دسولې په موخه او د خندا کوونکي بودا „Smilling Buddah“ په نوم اعلان کړه . دنومړې هستوي چاودنې قدرت لږ څه پینځه لس کیلوټن ټي این ټي 15 kilotons TNT اټکل کېږي او د راجستان ولایت په یوه دښته اودځمکې لاندې په یوه سل کیلو متره ژورڅاه (Shaft) کې تر سره شوه . دغه سورۍ دریګ په مرسته تر خوله پورې ډک شو او بیا د سمټو (Cement) په اچولو سره کلک بند شو (91).

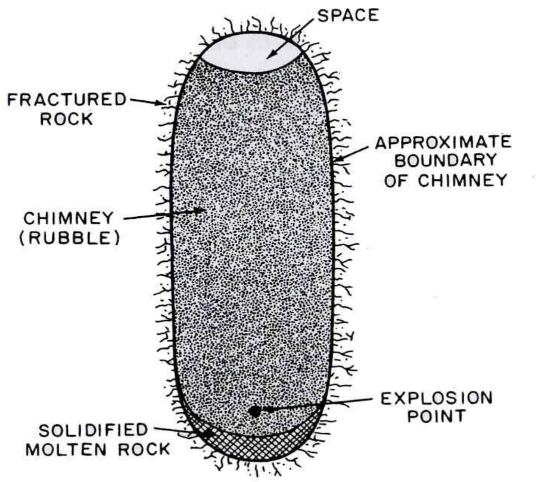
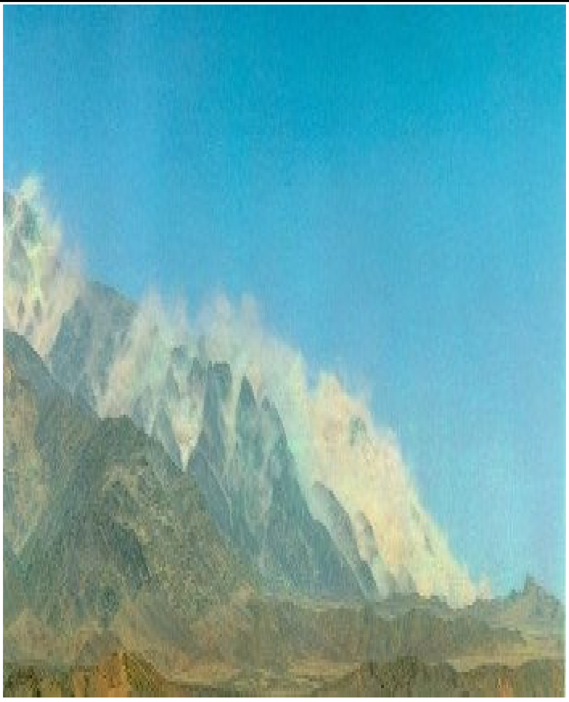


Figure 2.103. The rubble chimney formed after collapse of the cavity in a deep underground nuclear detonation.

په ۱۹۷۴ م کال کې دهندوستان لومړنۍ هستوي ازموینه دراجستان په سیمه اودځمکې لاندې، تر سره شوه چې دځمکې مخ ته یې هم رادیو اکتیو موادراوونتل اویو غټ څوکیلومتره سورېږی منځته راغی.

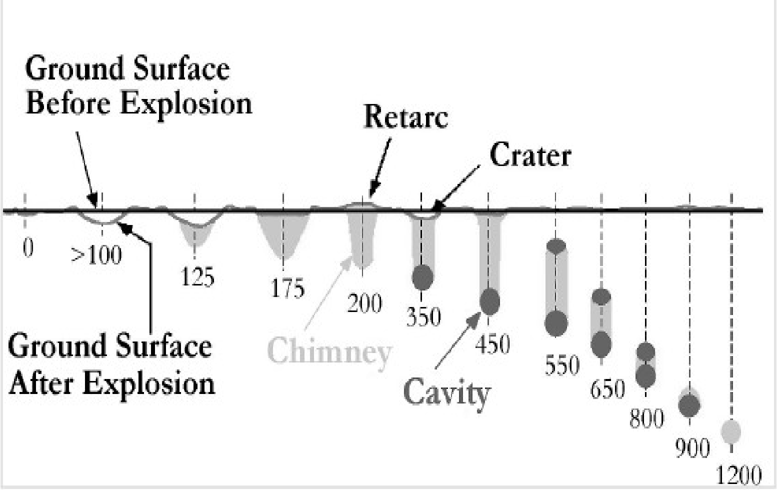


په ۱۹۹۸ م کال کې دپاکستان لومړنۍ هستوي ازموینه دبلوچستان چاغای په سیمه د رازغره Ras koh په ننه یوه سورنګ کې ترسره شوه چې رادیو اکتیو ګرد یې په پورتنې شکل کې په سپین رنګ سره لیدل کیږي.

د پاکستان هستوي ازمويني:

په ۱۹۹۸ م کال د مای میاشتې په اته ویشتمه نیټه، پاکستان په دې بریالی شو چې پرلپسې پینځه هستوي ازموینې دبلوچستان چاغای ولایت (Chagai) دکامباران غره (Koh kambaran) د ننه په یوه ایل بڼه L-shaped او یو کیلو متر اوږده سورنګ (تونل) کې تر سره کړي. نومړې سیمه دافغانستان دپولې څخه څه ناڅه پینځوس کیلو متره لیرې پرته ده . څرنګه چې نومړې هستوي ازموینې ، دلږ څه پینځه ریښتر سکیل (5 Richter scale) په کچه دځمکې زلزلې سیګنالونه (seismic signal) تولید کړه، نو په شاوخوا هیوادونو کې هم د زایزمو ګراف په مرسته سره اندازه شوه . د زلزلو دغه سیګنالونه په ډاګه کوي، چې دهستوي چاودنو ټوله قوه لږ څه څلویښت کیلوټنه ټي این ټي (40 Kilotons TNT) اټکل کیږي . ریښتر سکیل یوځانګړی عدد(شمیره) دی چې دځمکې زلزلې څخه ازاده شوې انرژي کچه رابنيئ . دځمکې لاندې

هستوي ازموینه کې د څوملي ثانیوپه ترځ کې په لوړه درجه تودوخې اولوړه کچه فشار منځته راځي، چې په پایله کې دچاودنې په نږدې شاوخواکې ټول شیان لکه ډبرې، شګه او خاورې ویلې کیږي او په غازاوړي . د چاودنې په چاپیره کې ټول مواد، د زوروري شوک څپې (Shock wave) په قوه سره، هرې خواته شیندل کیږي، او یوغټ ګرد سورۍ منځته راځي . دڅوساعتونوڅخه وروسته دڅاه په لاندنۍ برخه کې (Cavity Chimney) یوه هنداره ډوله څلیدونکې ویلې شوې لاوا Lava راټولیږي. دشوک څپې ځواک دومره زورور وي، چې دڅاه په لاندې برخه کې په لوړه کچه تولیدشوی تودوخې او فشار، دڅاه سر برخې ته لیږدوي. دچاودنې په اخیر پړاو کې، د ځمکې مخ ته هم ډیررادیو اکتیومواد راشیندل کیږي. په پایله کې دځمکې پر مخ، یوغټ سورۍ منځته راځي، چې د کراټر (Crater) په نامه سره یادیږي. دنوموړي سوري لویېدنه، د هستوي چاودنې په قوه، او دڅاه په ژوروالي پورې اړه لري. د بېلګې په ډول که چیرته پینځوس کیلو ټنه (50 kilotonn) زوروره چاودنه په یوه اوه سوه متره ژور څاه کې تر سره شي، نو د ځمکې پرمخ به یوه کنده (کراتر) منځته راولي چې قطر (چمبر)یې لږ څه دوه سوه متره غځوالی لري . دځمکې لاندې هستوي ازموینې په ترځ کې، نیوترونه اولوړ انرژي ګاما وړانګې خپریږي، چې هستوي تعاملونه ترسره کوي. په پایله کې څه ناڅه دري سوه رادیواکتیو ایزوټوپونه په مصنوعي توګه منځته راځي، او دالفا، بیتا او ګاما وړانګې خپروي. د بېلګې په ډول لکه پلوتونیم Pu239، کرپتونKr85، ایودینI^{128}، کسینون Xe-136، نیپتونیم Np^{239} شټرونسیم Sr-90، سیزیمCs-130، څیرکونیمZr-95، باریمBa-140، مولیبدینMo-99، تیلورTe-134 اونور(91) . هغه رادیو نوکلید، چې دویلې کیدلو ټکی یې د څه ناڅه یوولس سوه درجې سانتي ګراد (1130 °C) څخه ښکته وي لکه ایودین، سیزیم او د کریپتون او کسینون غاز دکیندل شوي څاه دبیخ څخه پورته خواته خوځیږي، او بیا دځمکې مخ او هواته راوځي. هغه تولید شوي رادیو نوکلید، چې د غاز شکل نه لري، لکه څیرکونیم ، نیپتونیم او پلوتونیم د لاوا سره Lava ګډیږي او بیا دځمکې لاندې اوبوته لاره پیدا کوي. نو هغه څوک چې دیوې هستوي ازموینې ته ورنږدې ژوندکوي، داوبو او د تنفس له لارې نوموړي رادیواکتیو مواد بدن ته رانیولای شي.

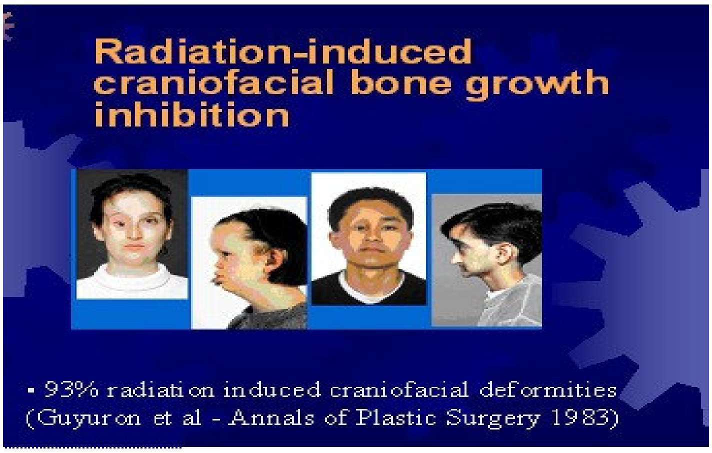


۹۸ الف- شکل: دځمکې لاندې هستوي چاودنه کې ددې اړتیا لیدل کیږي، چې چاودیدونکې موادپه یوه څاه کې ډېر ژور کېښوول شي، او بیا د څاه تښه برخه په فني توګه ډکه او خوله یې وتړل شي. په نوموړي شکل کې دیوه کیلو ټن (1 Kiloton) زوروري چاودنې اغیزې لکه د ځمکې پر مخ د یوه سوري یانې کراټر Crater منځته راتلل، دڅاه ژوروالي په واحد د فیټ (feet) ښوول شو بده . دبېلګې په ډول دیو کیلو ټن لسمه

برخه (0,1 Kiloton) زورورچاودیدونکي موادهم باید چې څه ناځه په دوه سوه دیرش فیت ژورځاه کې ځای پر ځای کړو ترڅودځمکي مخ ته (Ground surface) رادیو اکتیو مواد ازاد نشي او دځمکي لاندې خوندي پاتې شي.

همدارنګه د سولې په لاره کې هم د اتوم انرژۍ څخه دګټې اخېستنې په موخه ، بشر د ایونایزوونکو وړانګو دخطر څخه ځان نشي ژغورلای. دبېلګې په ډول کله چې په ۲۶ داپریل ۱۹۸۶ م کال په چرنوبیل کې د هستوي بټۍ د چاودلوپېښه وشوه، نو په پایله کې په زرګونو خلک دوړانګو په ناروغۍ اخته شول. دبېلګې په ډول په ۹۸ شکل کې دیوه معیوب ماشوم دهایدروسیفالوس ناروغي ښوول شو بده .

۹۸-ب شکل : په پورتني شکل کې د بېلګې په ډول دیوه ماشوم عیب لرونکی غړی لکه داوبو سر هایدرو سیفالوس Hydrocephalus او د ستون فقرات مېنېنګیوم (Meninigeom) ښه ډوله پړسوب (Benigner tumor)ښوول شوی دی(89).



۹۸- ج شکل: د جاپان خلکوپه راتلونکي نسل کې داتوم بم دوړانګووروستۍ جینیتیک ناوړه اغیزې لکه د سر هډوکو او مخ معیوب ډولونه ښوول شوي دي.

په ۳۷ جدول کې دروغتیا په تړاودلوړې او ټیټې کچې اغېز من ډوزکلینیکي اغېزې اوناروغۍ بیان شوې دي. کله چې ایونایزوونکي وړانګې په بدن ولګیږي، نوپه لومړیو پینځو نه تر پینځه لسو دقیقو په موده کې، لومړنۍ اغېزې لکه لوستل (استفراق)، خواه بدیدل، دبدن حجروڅخه داوبو ضایع کېدل، خولې کېدل او نورپیل کیږي. په نوموړي جدول کې دوړانګو ناروغۍ کلینیکي اغېزې دانرژۍ ډوز داندازې سره سم ښوول

شوې دي کله چې ټول بدن ته په یوه وار سره ورسیږي.

دوړانګو ناروغۍ کلینیکي سیمپټومونه یا نښاني	دوړانګو اغېز من دوزاندازه
دژوند په اوږدوکې ددې احتمال شته دی چې وروستۍ ډېښې لکه سرطان او جنیټیک او سوماتیک موټېشن منځته را شي. د موټېشن بیالوژیکي اغېزې په لومړي وخت کې ثبوت کېدای شي	دصفر نه تر دوه سوه ملي سیورته پورې (0-200 mSv)
کلینیکي سیمپټومونه سمدلاسه نشي پیژندل کېدای خو په کروموزومو کې د موټېشن بیالوژیکي اغېزې ثبوت کېدای شي. د وینې په جوړښت کې بدلون لکه د لیمفوځوتو او نیوټروفیل کمښت او دوروستۍ ناوړه پېښو احتمال پورته ځي	ددوه سوه ملي سیورت نه تر پینځه سوه ملي سیورت پورې (200-500 mSv)
ددوې نه تر درې اونۍ وروسته دوینې په جوړښت کې بدلون، لږ څه دپوستکي سوروالی، خواګرزېدنه، لوستل (استفراق) ، په وینه کې دسپینو کرویاتو شمېر کمښت، ستوماني، کمزورتیا	د نیم سیورت څخه تر یوه سیورت پورې (0,5-1 Sv)
په وینه کې د سپینو او هم سروکرویاتو شمېر په لوړه کچه کمښت مومي اودبیرته رغوني کړنلاره یې ډېر وخت نیسي دهډوکو په مازغوکې ناوړه اغېزې، لوستل (استفراق) ، خواګرزېدنه، په زیاته کچه دځان کمزورتیا اوپه سلو کې شل مړینه، دسترګو دلید کمښت (Cataract) ، دسروکرویاتو کمښت anemia ، دویني سرطان، دکوچنیانو د هډوکو په تېره ستریدل اودسرکوپړۍ کوچنیوالی Microcephaly	دیو سیورت نه تر دوه سیورت پورې (1-2 Sv)
ددریو نه تر پینځه ورځې وروسته دویني په جوړښت کې ډېر بدلون، لوستل (استفراق) ، خوا بدي، نس ناسته (احسال)، دستونی درد ، درنګ سپینوالی، دوزن بایلل، دروغتیا په تړاو زیاته کمزورتیا ، دساري ناروغیو زیاتوالی، دېرش نه تر پینځوسو په سلو کې مړینه	ددوه نه تر څلور سیورت پورې (2-4 Sv)
د اوښتانو تویدل ،د اشتها کمښت ،په پوستکی کې سره رنګه خالونه منځته راځي داځکه چې ترپوستکي لاندې رګونه چوي اووینه د باندې راوځي، تبه لرل، د ستوني التهاب، لوستل ، خوا بدي، نس ناسته (احسال)، دوینې په جوړښت کې ډېر بدلون، د هاضمي سیستم خرابوالی، دساري ناروغیو زیاتوالی، دوینې استفراق ، د پینځوس نه ډېر په سلو کې مړینه	دڅلورو نه تر شپږ سیورت پورې (4-6 Sv)
پاس یادشوي سیمپټومونه نور هم پیاوړي کیږي او د دېرشو ورځو څخه وروسته سل په سل کې مړینه.	د شپږ نه تر اته سیورت پورې (6-8 Sv)

۳۸ جدول: دوړانګو کلینیکي نښې یاني سیمپټومونه (Clinical symptoms) د انرژي ډوزپه تابع سره ښوول شوي دي کله چې په یوه وار او دکم وخت لپا ره د یوچاټول بدن ته تر اته سیورت (8 Sv) پورې وړانګې ورسیږي.

☜ که چېرته دیوچا ټول بدن او په یووار سره دوړانګو په څلورنیم ګرې (4,5 Gy) رڼا شي، نو پا یله یې

داسې اټکل کیږي، چې د سلو څخه پینځوس په سل کې 50% رنځا شوي کسان به ،ددېرشو ورځو 30 days په موده کې مړه شي. نوموړی مطلب د يوه رياضي لنډ فرمول په مرسته داسې ليکل کيږي :(**Letal dosis = LD50/30**)

☞ هغه حرارتي انرژي چې يو کيلو ګرام اوبو ته ورکړه شي، تر څو د تودوخي درجه يې د سانتي ګراد يوې درجې 1° C په اندازه سره پورته بوځي د $4,2\times10^{3}$J/kg سره مساوي ده، نو کله چې څلورنيم ګري وړانګې په نسجونوباندې ولګيږي ، دتودوخي درجه يې يوازې يو په زرمه برخه پورته ځي $(4,5Gy/4,2\times10^{3}J/Kg) \sim 0,001\ ^{\circ}C)$. نوموړې ښېلګه په ګوته کوي چې په يوه ماده کې د وړانګو په واسطه د تودوخي پورته وړل او د هغې په بنسټ دوړانګو ناوړه اغېزې ټاکل، کومه غوره او اغيزمنه فيزيکي کړنلارې نشي کيدلای.

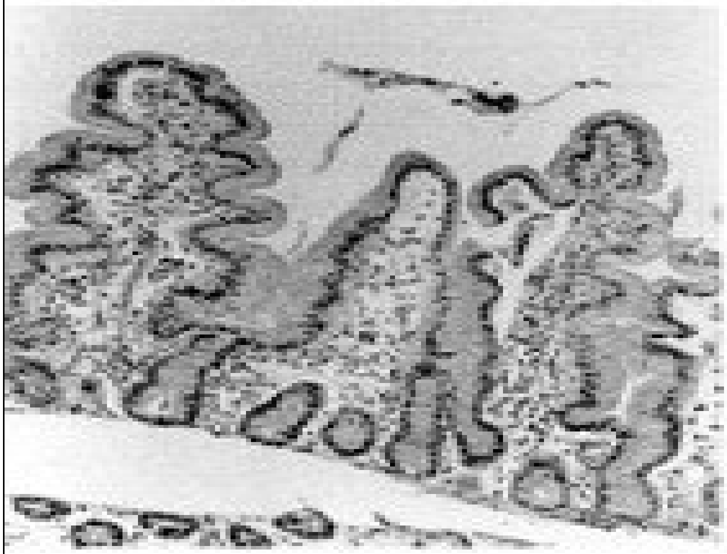
په رنځا شوو نسجونو کې هيستولوژيکي بدلون :

کله چې د بدن غړي په ايونايزوونکووړانګو رنځا شي، نو د هغوی په نسجونو کې بيخي ژور هيستوپاتولوژيک (Histopathologic) او مورفولوژيک (Morphologic) بدلون منځته راځي. د بېلګې په ډول لکه:

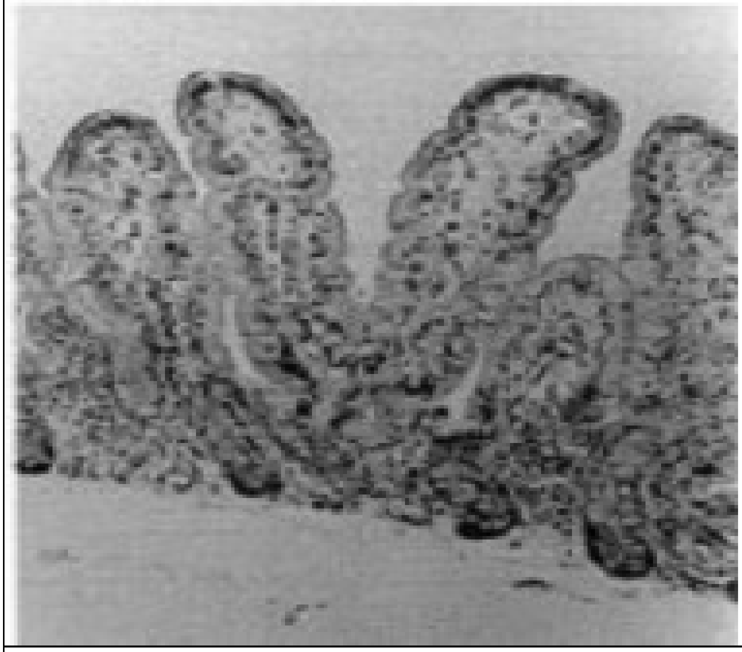
* دنسجونو وراستوالی، مړاويتوب او پياوارکيدل لکه نيکروسيس (Necrosis)
* دويني رګونه (Vessels) ارت کيږي (Dilatation) اوپه حجروکې دومره زيان منځته راځي چې خپله دنده نشي تر سره کولای.
* درګونوديوالونه پړسيږي اواوبه ځانته رانيسي (Edema) او په پايله کې دګاونډيو اوځرمه حجرو ترمنځ اړيکې شليږي.
* دحجرو هستې (Cell nuclei) د نورمال حالت نه غټيږي اوغشا ياني ميمبران (Membran) يې پرې کيږي.

(۹۸-ج شکل)

۹۸-ج شکل: کینړ اړخ ته نورمال او ښي اړخ ته رنځا شوي حجرې ښوول شوې دي (IAEA)



دنری کولمو jejunum د بیوپسي Biopsy یوه هیستولوژي بڼه ښوول شو بډه چي وړانګې ورته نه دي رسیدلي.
په دغه شکل کي دنوموړي غړي یوه روغه پرې شوې برخه ښوول شو بډه



دنری کولمو jejunum د بیوپسي Biopsy د پورتنۍ شکل هیستولوژي بڼه ددرملنې په موخه د څه ناڅه لس ګرې رڼا کولو څخه وروسته ښوول شو بډه او ښکاره بدلون پکې لیدل کیږي.

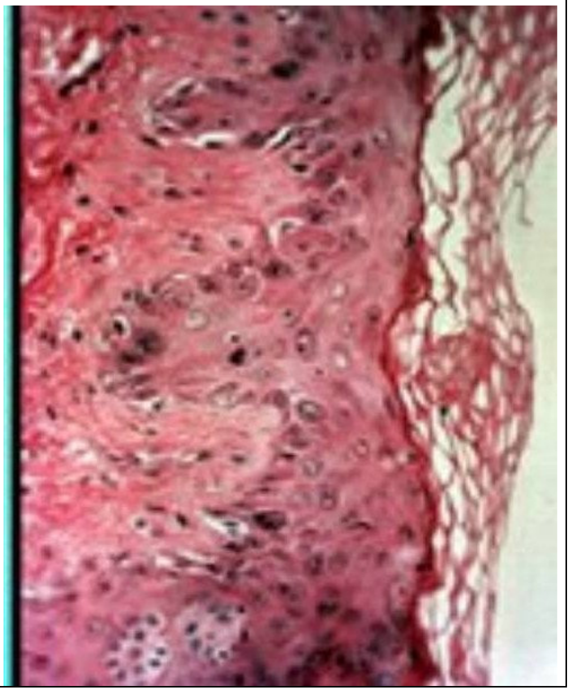
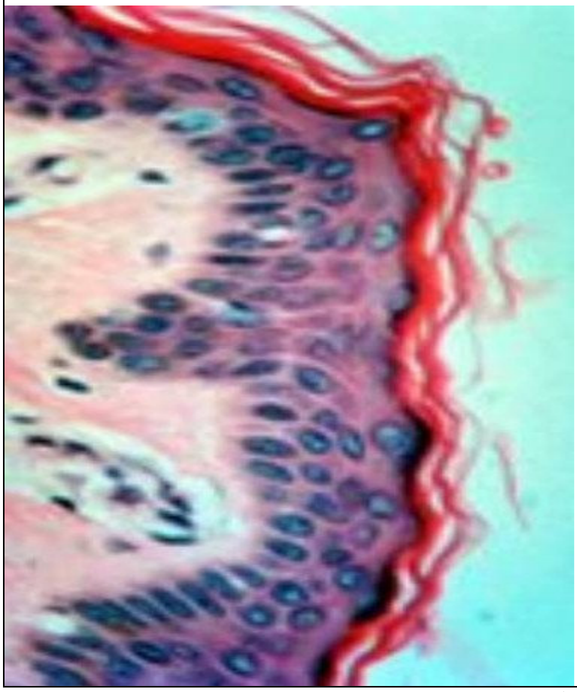
د ببلګې په ډول د کریپټ Crypt ډېرې ځانګې تر منځ چاک یاني وت ډک شوی او هلته ځانګړي ویلوس Villus منځته راغلي دي.

که دوړانګو دانرژي ډوزپه D اودرڼا شوو ، خوژوندیو حجروشمیرپه N_0 سره وښیو ، نودوړانګو دزیان له کبله دمړې شووحجروشمیر N دلاندې اکسپونینسیال تابع څخه ترلاسه کولای شو .

$$N = N_o \times e^{-D/D_0}$$

په پورتنۍ معادله کې λ یو ثابت عدد دی چې دمړینې ثابت فکتور ورته وايي ، او $(D_0 = 1/\lambda)$ دوژنې منځنۍ

انرژي ډوز ده ، او $D_h = 0,693D_0$ هغه انرژي ډوز ده، چې پینځوس په سل کې حجرې مړې کوي.

رڼا شوې حجرې Irradiated Cells	نه رڼا شوې عادي حجرې Normal Cell
	

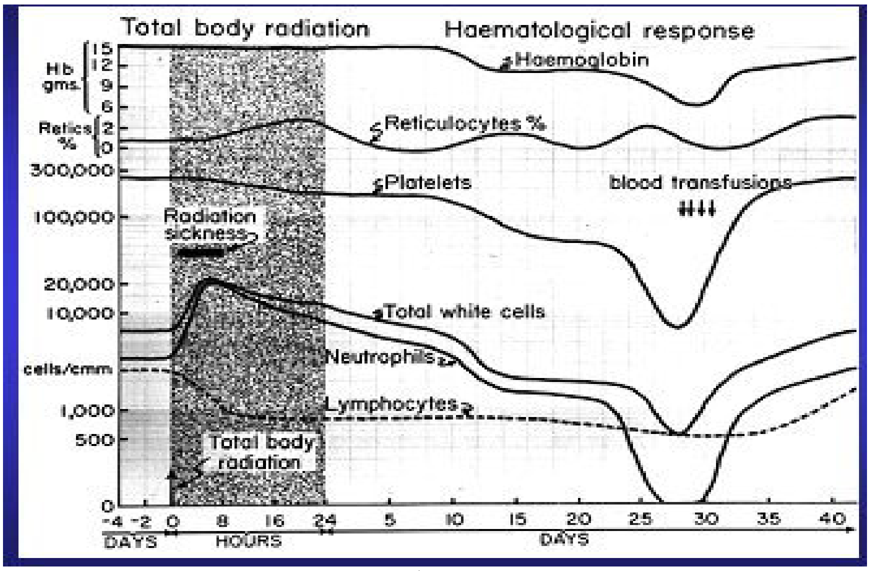
(۹۹- شکل)

۹۹- شکل : د پورتني شکل په ښي اړخ کې د ایونایزوونکووړانګوپه واسطه رڼا شوې او کیڼ اړخ کې نا رڼا شوې نورمال یاني عادي حجرو هیستولوژي بڼه ښوول شو بده (40) .

دوینې په جوړښت کې کلینیکي بدلون:

دوینې په جوړښت کې لاندې کلینیکي بدلون لیدل کیږي، کله چې درې ګرې (3 Gray) وړانګې ورته ورسیږي

* دڅه نا څه شلو وروځوپورې کومه کلینیکي ناروغي نه ښکاري.
* دشلوورځوڅخه وروسته دوینې کمښت منځته راځي اودوینې ترانسفوزیون (Blood Transfusion) ته اړتیا ده.
* د څه ناڅه دېرشو ورځو څخه وروسته دبدن دفاع سیستم په فعا لیت پیل کوي او زیار باسي چې د وینې نیمګړتیا بیرته پوره کړي.
* د هیموګلوبین کمښت .
* د ریتیکیلو سیتوشمېرڅه ناڅه ثابت پاتې کیږی
* دنیوتروفیل(Neutrophils) کرویاتو شمېرسمدلاسه د شپږو زروڅخه تر شل زرو پورې پورته ځي او بیا د اتو ساعتو څخه وروسته په کمښت پیل کوي او ددېرشو ورځو څخه صفرته رسیږي
* ومفو سیت (Lymphocytes) سمدلا سه دپینځو زروڅخه تر یو زر پورې کمښت مومي اود اتو ساعتو څخه وروسته بیا ثابت پاتې کیږي



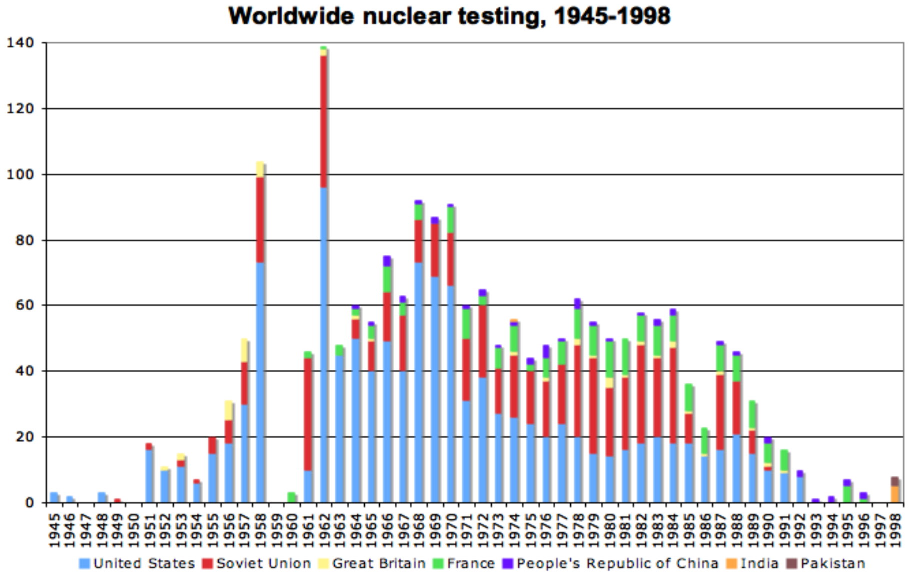
(۱۰۰- شکل)

۱۰۰- شکل : دبدن دوينې په جوړښت کې پورتنی کلينيکي بدلو ن ليدل کيږی کله چې دري ګرې (3Gray) وړانګې ورته ورسيږي . په عمودي محور کې د وينې په يوه مکعب ملي مترحجم کې دسرو کرويااتو اوسپينو کرويااتو شمېر او په افقي محور کي وخت په واحد دورځو(DAYS) اوساعتونو (HOURS) پر ليکه شويدی (40).

(۱۰۱- شکل)

۱۰۱- شکل : دوړانګو سيندروم (Radiationsyndrom) د بدن په پوستکي کې يو ژور سوری او پرهار منځته

راوستی دی (40)



۱۰۱- الف شکل: د۱۹۴۵ څخه تر ۱۹۹۸ م کال پورې دنړۍ ځينو هيوادونو هستوي ازموينو شمير د کالونو په تابع سره ښوول شوی دی. ډېرمسلکي کارپوهان په دې نظردي چې د سرطان ډېرې ناروغۍ د هستوي ازموينو سره تړاولري (91)

پوښتنې (Questions): (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي):

۱۲-۱ په کلينيکي تړاو LD50/30 لنډيزڅه مانا لري؟

۱۲-۲ په کوم کال کې دروغتيا په تړاو دوړانګوناوړه رومبی اغيزې وپيژندل شوې اود سرطان ناروغي د منځته راتلو سبب وګرځيدې؟

۱۲-۳ دوړانګو سيندروم څه ته وايي؟

۱۲-۴ کله چې ديوچا بدن په وړانګو رڼا شي نو په وينه کې کوم بدلون منځته راځي؟

۱۲-۵ په کومه کچه وړانګې دمړينې سبب ګرځي؟

۱۲-۲ په رڼا شوو نسجونو کې کوم هيستو لوژي بدلون منځته راځي؟

۱۲–۷ هايدرو سيفا لوس او مينينګيوم څه ډول تومور ته ويل کيږي؟

۱۲-۸ په کومه کچه وړانګې چې د لاس پوستکي ته په يوه وار ورسيږي، د التهاب او سوررنګ Erythem لامل ګرځي؟

۱۲-۹ په کوم کال کې دلومړي ځل لپاره دوړانګو ناوړه اغيزې لکه سرطان ناروغي وپيژندل شوه؟

* * *

اوومه برخه

دیارلسم څپرکی

دوړانګو څخه ساتنه

(Radiation Protection)

لومړي خبرې :

کله چې په ۱۸۹۵ م کال کې د کونراد رونتګن (Roentgen) لخوا داکسریز (X-Rays) ، چې د ناخرګنده وړانګوماناً لري ، رابرسېره شوې، نوساینس پوهانو ډېر زردا مالومات ترلاسه کړ،چې ګنې ایونایزوونکې وړانګې نه یوازې داچې دناروغیودپیژندلو او درملنې په موخه ګټورې اغېزې لري، خو که دنوموړو وړانګو سره په پاملرنه اوغورسره سم چل چلن وه نشي، نود ګټې پرځای د بدن نسجونو ته ډېرزیان هم رسولای شي. په دې اړوند ډېرې ناوړه پېښې هم ترسره شوې دي، لکه دچرنوبیل هستوي بټۍ چاودنه، دهستوي وسلوپه ازموینه کې چاپېریال ته ازادشوې رادیونکلید، داتوم بم د کارولوپه پایله کې د چاپېریال ککړتیا اونوردیادولووړدي.

- په دې اړوند یوه ژوندۍ تاریخي بېلګه د یادولو وړده. په ۱۹۳۲ م کال کې د ماري کیوري لورچې نوم یې ایرېني ژولیت کیوري (Irene Joliot Curie) دی، په لابراتوارکې د خپلې مور سره یوځای تجربې تر سره کولې. په دې ترڅ کې ایرېني ژولیت کیوري د بې پروایی له کبله یوبوتل وچاودیده، چې په هغه کې د پولونیم 210 Polonium نمونه خوندي شوې وه. دکیوري لور د پو لونیم رادیو اکتیو غازتنفس کړ. په ۱۹۵۶ م کال کې ایرېني ژولیت کیوري د وینې سرطان (Leukemia) د ناروغۍ له کبله مړه شوه. نوموړې پېښې په ډاګه کړه چې د پولونیم رادیو اکتیو عنصردسرطان ناروغي راپاروي. دغه پېښه دوړانګو ستوخاستیک یانې احسائیوي اغېزې یوه وتلې بېلګه ګڼل کیږي.

دوړانګو نه ساتنه او ژغورنه دا ما نالري چې داسې لارې چارې او کړنلارې ولټول شي تر څو انسانان، ټول ژوند سوري، ځاروي، اود چاپېريال ټول ژوندي او نا ژوندي شيان دايونايزوونکوړانګودبې ځايه زيان او خطرڅخه په امن کې وساتل شي چې د طبيعي او مصنوعي راديو اکتيو سرچينو څخه خپرېږي.

دوړانګو څخه ساتنه دژوند په ډېرو برخو لکه درملنه ، راديوبيالوژي، راديوشيمي، هستوي وسلو اوهستوي دستګاووپه جوړولوکې ډېر مهم رول لوبوي . په دې اړه په هر هېوادکې ځانګړي ملي قوانين ديوې خوااوپه نړيواله کچه بيا نورقوانين اوکونوېنسيون دبلې خوا ټاکل شوي دي، چې ددغو چلنلارو عملي کول دهرهېواد مهمه دنده ګڼل کيږي. دېبلګې په ډول:

- دنړيوالې اتومي انرژۍ دمنشور (Atomic Energy Act 1958) په لومړي څپرکي کې ليکل شوي دي: (دنوموړي سازمان غړي هېوادونه ناچار او مکلف دي چې داتومي انرژۍ څخه په پوځي برخه کې نه بلکې يوازې دسوله ايز نيت په موخه دژوندانه په مهمو برخو لکه طب،کرهنه، دبرېښنا توليد اوصنعت کې، چې نوري نړۍ او چاپېريال ته زيان وه نه رسيږي، دپرمخ تللی ټکنالوژي په مرسته سره ګټه پورته کړي . هرهيواد چې د اتومي انرژۍ څخه ناوړه پوځي ګټه پورته کول غواړي ، د نړيوال هر اړخيزبنديزونوسره به مخا مخ شي).

- د وړانګو د خطر څخه دځان ساتنې په موخه، په نړيواله کچه منل شوي نامتوڅېړونکې پوهنيز ټولنې منځته راغلې. هغوی دخپلو اوږدې مودې اپيډيمولوژي څېړنو (Epidemiological research) او ازمېينوپه پايله کې، د وړانګو ستوخاستک اونه ستوخاستيک ناوړه اغېز وپه رڼا کې دانرژي ډوز لوړه کچه د مسلکي کارکوونکواودعام (ټولېز) ولس لپاره ټاکي . دڅېړنو په بنسټ د يو لړغوره تګلارو او کړنلارو سپارښتنه کوي. د بېلګې په ډول:

* په ۱۹۲۸ م کال کې دهغه وخت راديولوژي او راديوم ټولنې لخوا دوړانګو نه دساتنې نړيوال کمسيون ICRP (International commission on radiological protection) منځته راغی.

* په ۱۹۵۵ م کال کې دملګرو ملتوداتومي وړانګواغيزوعلمي ټولنه چې دنوم لنډيزيې په (UNSCEAR) سره ليکل کيږي جوړه شوه . United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

* دنړيوالې اتومي انرژۍ د منشور په دريمه ماده کې (د ساتنې بنسټيز ستاندارد BSS) ترنامه لاندې Basic safety standars دراديواکتيو موادو سره دچلن هر اړخيزې کړنلارې او تګلارې بيان شوې دي.

دوړانګو د خطر څخه د ځان ژغورنې نامتو کړنلارې:

په ورځني ژوند کې اړين ده چې هرڅوک دايونايزوونکو وړانګود خطر څخه د ځان ژغورلو په موخه لاندنيو نامتو کړنلارې او تګلارې په پام کې ونيسي.

لومړی : دواټن په پام کې نيو ل: (Distance) :

تر خپله وسه ښايي زيار وه اېستل شي چې درادیو اکتیو سرچینې څخه ليرې واټن ونيول شي. داځکه چې دوړانګو انرژي D دواټن r د مربع سره سم معکوسا کمښت مومي.

* **پوښتنه**: ديوې راديو اکتيو سرچينې د انرژي ډوز قدرت D_1 په يومتر واټن $r_1 = 1m$ او يوه ساعت کې $D_1 = 500\ mSv/h$ ده. په درې متر واټن $r_2 = 3\ m$ کې ددغې سرچينې قدرت څومره کمښت مومي ؟

* **حل**: د واټن او ډوز قدرت تر منځ لاندې اړيکې شته دي.

$$\boxed{D_1 \times r_1^{\ 2} = D_2 \times r_2^{\ 2}}$$

$$D_2 = \frac{r_1^{\ 2} \times D_1}{r_2^{\ 2}} = \frac{1m^{\ 2} \times 500\ \ mS\ \ /h}{(3m)^2} = 55,6\ mSv\ \ /h$$

* **ځواب**: په درې متر واټن کې د سرچينې قدرت د پينځه سوه ملي سيورت څخه ته ناڅه شپږ پينځوس ملي سيورت په ساعت کې کمښت مومي

* **پوښتنه**: ديوې راديو اکتيو سرچينې څخه وړا نګې خپرېږي او شدت يې ($I_1 = 500\ mSv/h$) په يو ه ساعت اوشپږوسانتي مترو کې پينځه سوه ملي سيورته دی. دنومړې سرچينې شدت I_2 په پينځوس سانتي مترو کې څومره دی؟

* **حل**: که لومړی واټن په d_1 او دويم واټن په d_2 سره وښيو نولروچي:

$$I_2 = \frac{I_1}{\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2} = \frac{500}{\left(\frac{50}{6}\right)^2} = \frac{500}{(8,33)^2} = 7,2mSv/h$$

* **ځواب**: درادیواکتیو سرچینې شدت په پینځوس سانتي متر واټن اویوه ساعت کې لږ څه اوه ملي سيورت 7,2 mSv/h ته را لوېږي. داپه دې مانا چې دلومړي شدت په پرتله څه ناڅه اويا ځله کمښت مومي. دوړانګو دخطر څخه دساتنې غوره لارداده، چې درادیواکتیوسرچینې څخه لیرې واټن وټاکل شي. داځکه چې دوړانګو انرژي ډوز د واټن په مربع سره معکوسا متناسب ده($D \sim r^{-2}$) .

دويم : دوخت په پام کې نيول: (time) :

ځرنګه چې دوړانګو انرژي اندازه D دوړانګودخپريدلو وخت t سره سيخ متناسب ده، نو په هغه چاپېريال کې چې راديو اکتيو وړانګې دهوا او يا دځمکې پر مخ ديوې منبع ځخه خپريږي، بنايي هېڅ ځوک تم نشي او يا په دومره کچه هلته تم شي، ځومره چې ورته اړتيا ليدل کيږي. په وروستي حالت کې بنايي مخصوص کالي واغوستل شي او د تنفس کولو لپاره هم د ځانګړو ماسکونو masks او فلترونو ځخه کار و اخېستل شي.

دوړانګو انرژي ډوز = وسخت ضرب ډوز قدرت
Dose = Dose Rate × Time
$Sv = (Sv/h) \times h$
وخت = انرژي ډوز تقسيم دډوزپه قدرت
دډوز قدرت = انرژي ډوزتقسيم په وخت

ددې لپاره چې دوګړو بدن ته دوړانګو خطرکم شي، نو په يوه راديو اکتيو چاپېريال کې ډيره لږ موده ځومره چې ورته اړتياوې پاتې شي s.

* **پوښتنه** : ديوې سيمې چاپيريال په راديو اکتيوکوبالټ موادو ککړشوی دی، چې قدرت يې په يوه ساعت اويوه متر کې لس ملي سيورت (10 mSv/h) قيمت لري. دځومره وخت لپاره يو مسلکي کارګر دنوموړې سرچينې په يوه متر واټن کې پاتې کېدی شي، ترځو هغه ته، دوړانګوټاکل شوی کلنی لوړ ليميټ ځخه ډېره انرژي ډوز، ور نه رسيږي؟.

* **حل** : ځرنګه چې ديوه مسلکي کارګر لپاره په ۳۹- جدول کې ديوه کال لپاره د لوړانرژي ډوز ليميټ شل ملي سيورت(20 mSv) ټاکل شوی دی ، نو د پاتې کېدلو وخت t مساوي ده له:

کلنی لوړانرژي ډوز ليميټ تقسيم په ډوز قدرت

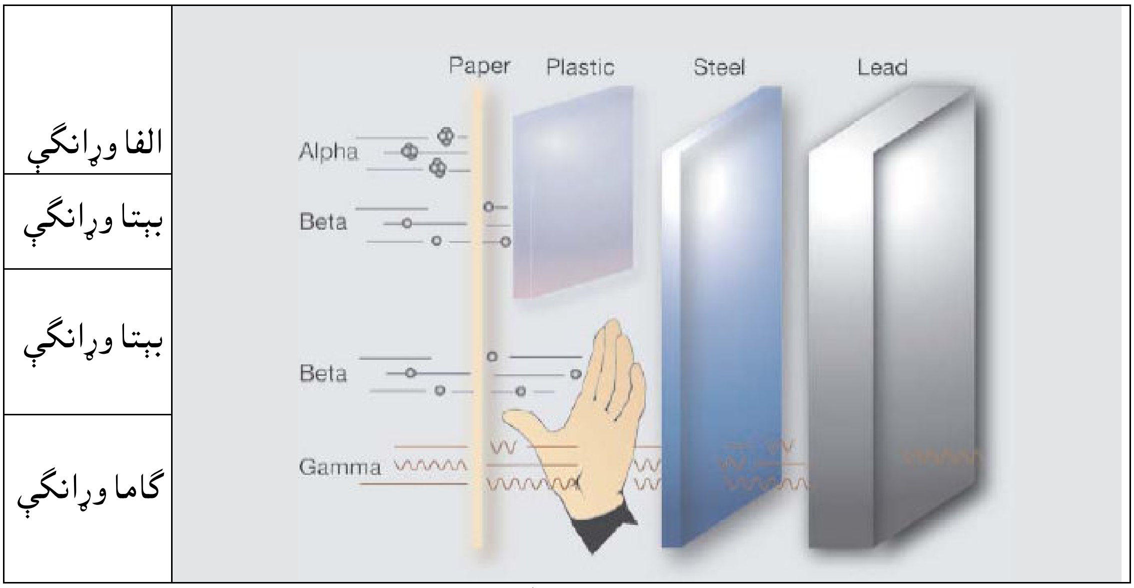
$$t = \frac{20 \quad mSv}{10 \quad mSV \quad / \; h} = 2 \; h$$

ځواب : مسلکي کارګرته بنايي، چې ددووساعتونو ځخه ډير، په راديو اکتيوموادو ککړه سيمه کې پاتې نشي.

دريم: ځرنګه چې دګاماوړانګې سرچينې د انرژي ډوزقدرت D د يوې مادې دپنډوالي d په تابع سره اکسپونينسيال Exponential کمښت مومي، نو اړين ده چې تل هځه وشي تر ځو خپل ځان ديوه جسم تر شا پټ او خوندي وساتل شي.

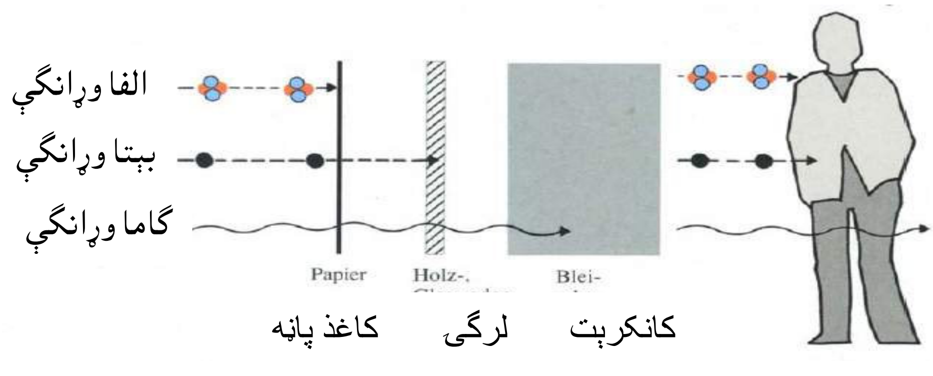
$$D = D_0 \times e^{-\mu d}$$

په پورتنۍ معادله کې D_0 د گاما سرچينې دډوز قدرت دی کله چې د يوه سرې او سرچينې تر منځ کومه ماده موجوده نه وي او ميو μ په ماد ه کې دوړانگو د کمزورتيا فکتور دی.



(۱۰۳- شکل)

۱۰۳- شکل: د الفا وړانگې د کاغذ يوې پاڼې او دبېټا وړانگې د سرې دلاس څخه هم نشي تېريد لای. په داسې حال کې چې د گاما وړانگې په يوه ماده کې د اکسپونينسيال تابع په ډول کمښت مومي او د لاس ، کنکريت او نوروشيانو څخه هم تېرېږي(27).



۱۰۴- شکل: کې ښوول شو بده چې د يوې مادې لکه کاغذ ، لرگی او کنکريت په مرسته سره سرې کو لای شي دايونايزکوونکوو ړانگو څخه ځان وژغوري . د بېلگې په ډول موږ کولای شو چې دالفا وړانگې د کاغذ يوې پاڼې، بېټا وړانگې ديوه لرگي اود گاماوړانگې د کنکرېت په مرسته سره مخنيوی وکړو . همدارنگه دالفا وړانگې دبدن پوستکي څخه نشي تېرېد لای خو دبېټا وړانگې دبدن په ننه کې بيخي جذب کيږي اودگاما وړانگې دنوروړانگو په پرتله دټول بدن څخه هم تېرېد لای شي.

څلورم : تر خپله وسه پورې هڅه وشي، چې هر ډول خوراکي او یا دڅښلوشیان چې په رادیو اکتیو موادو ککړ شوي وی، بدن ته لاره پیدا نه کړي او مخنیوی یې و شي.

پینځم : په یوه رادیو اکتیو چاپېریال کې خوړل، څښل، سګرت څکول اودرادیو اکتیو موادو سره تماس لکه په لاس کې نیول توګ منع دي.

شپږم : هغه مسلکي اونا مسلکي کارکوونکي چې په رادیو اکتیوچاپېریال کې په کار بوخت وي ،لږ څه یووارپه یوه کال کې دوړانګوڅخه دځان ساتنې په اړه، نوي مالومات او زده کړه ورکړه شي. همدارنګه داسې لارې چارې او سرښتې ونیول شي، چې یوه کارګر ته دنړیوال سازمان (ICRP) لخوا په یوه کال کې دوړانګو منل شوې کچې څخه، زیاتې وړانګې وه نه رسیږي. دنومړې موخې لپاره دوړانګو اندازه کولوفیزیکي آلې وکارول شي.

اووم : د الارا پرنسیپ (As low as reasonably achievable = ALARA)

په اوسني وخت کې ګڼ شمیر پیژندل شوي بیوریاضي موډلونه دا مني، چې ایونایزوونکي وړانګې که هر څومره په ټیټه کچه او اندازه هم وي، خوبیا هم د سرطان ناروغۍ دراپارولو او منځته را تلو د خطرسرچینه کېدای شي. داځکه چې لا تر او سه ددې سپیناوی شوی نه دی، چې په ډېره ټیټه کچه وړانګې د بېلګې په ډول لکه د یو ملي سیورت څخه تردوه سوه ملي سیورته پورې، بې خطره دي. دا په دې ما نا چې ددې احتمال هم شته دی چې که دالفا وړانګو یوه ذره په یوه حجره(ژونکه) ولګیږي او موتېشن منځته راولي، نو په پایله کې د سرطان ناروغۍ منځته راوستلای شي. نړیوال هغه کارپوهان،چې د نومړې تګلارې په اړه سره په یوه خوله دي ،دې ډول تیورۍ ته، د سم سبخ او لیمبټ(برید) نه لرونکې تیورۍ، نوم ورکړی دی. له دې کبله نړیوال توګ نامتو پیژندل شوي کمیسیونونه لکه دوړانګو نه دځان ساتنې نړیوال کمیسیون (ICRP)، داتومي انرژۍ نړیوال سازمان (IAEA)، اودروغتیا نړیوال کمیسیون (WHO) دنړې ټولوهېوادونوته په ټینګه سره دا سپارښتنه کوي، چې د هر اړخیزو سرښتو او ازمېینو په مرسته سره تر خپله وسه پورې هڅه و شي، چې دوړانګواندازه دومره ټیټه وساتل شي، څومره چې دیوې خوا ورته اړتیا لیدل کیږي او دبلې خوا شونې وي . دوړانګو نه دځان ساتنې نړیوال کمیسیون (ICRP) نومړې سپارښتنه دالارا پرنسیپ:

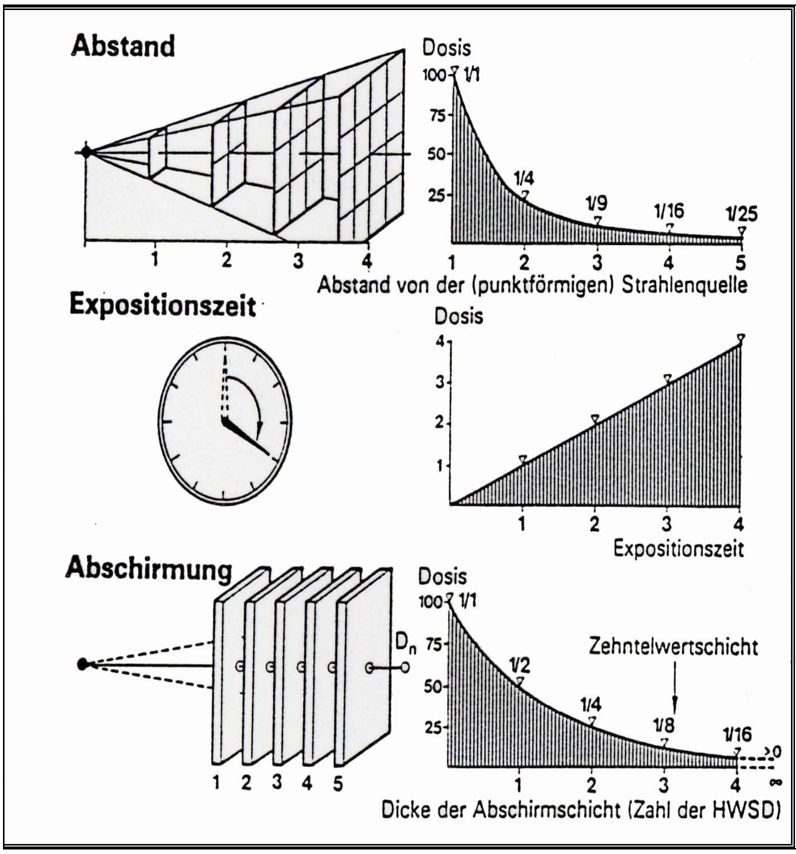
(As low as reasonably achievable = ALARA) په نامه سره کارولی دی . څرنګه چې نن ورځ د الارا پرنسیپ دهر هېواد په ملي قانون کې رسمي ځای نیولی دی، نو له دې کبله یې پلی کول د هر هېواد لپاره یوه قانوني دنده ګڼل کیږي.

> د الارا پرنسیپ په بنسټ دافغانستان دولتي چارواکو یوه ملي او نړیواله دنده ګڼل کیږي، چې سمدلاسه داسې لارې چارې ولټوي، چې د هېواد چاپېریال د یورانیم په رادیو اکتیو موادو، بیالوژیکي موادو، کیمیاوي موادوککړ نشي . دنومړو موادو د اندازه کولوپه موخه دچاپېریال ساتلو(Environment protection) یوځانګړی پروګرام اوپروژه پرانېستل شي.

اتم: تولې هغه سیمې چې په راډیو اکټیو موادو ککړشوي وي، د راډیواکټیوسرچینې دخطرپیژندلو نښه په پام کې ونیول شي چې په ۱۰۵ شکل کې ښوول شو یده .

۱۰۵- شکل : درادیو اکټیو سرچینې د خطرپیژندلوټاکلې نښه په ټولو هغو ځایونوکې ښایې په کارواچول شي، چې هلته چاپېریال په راډیو اکټیو موادوککړشوی وي.

په ۱۰۲ شکل کې دوړانګو نه دځان ساتنې په موخه درې نامتو کړنلارې لکه واټن (Distance)، وړانګن وخت (Irradiation time)، اودسرچینې په شاوخواکې د یوه دیوال (Shielding) جوړول ښوول شوي دي.



دوړانګو انرژي ډوزدواټن په مربع سره معکوسا کمښت مومي. $D \sim 1/r^2$
دوړانګو انرژي ډوزد خپریدلو وخت سره سیخ متناسب ده. $D \sim t$
دګاماوړانګوډوز D د یوې مادې دپنډالي d په تابع سره اکسپونښیال **Exponential** کمښت مومي. $D = D_0 \times e^{-\mu d}$

(۱۰۲- شکل)

۱۰۲- شکل: د وړانګو دخطر څخه دځان ساتنې درې نامتو چلنلارې (**procedure**) ښوول شوې دي.

پايله : په راډيواکتيوککړشوې سيمه کې د تم کېدلو وخت داړتيا نه ډيروه نه ټاکل شي، په ليرې واټن کې درېدل او د يوه شي په شاته کې ځان خوندي ساتل او نوردوړانګوزيان کموي.

په ۳۹ جدول کې دعام (ټوليز) ولس او همدارنګه دهغوکسانولپاره چې دخپل مسلک په اساس درادیو اکتيو موادو سره کارکوي اووړانګې ورته رسيږي، ديوه کال په موده کې تر ټولو لوړ اغېز من انرژي ډوز H_{eff} ليميټ (بريد) اندازه دنړيوال کميسيونو لکه (UNSCEAR) او ICRP لخوا ټاکل شويدي چې دنړۍ هر هېواد دنده داده، چې دغه سپارښتنه په پام کې و نيسي او په ورځني ژوند کې يې پلی کړي.

دعام ولس لپاره	دمسلکي کارګرولپاره	دبدن غړي نوم
1 mSv يو ملي سيورت	20 mSv شل ملي سيورت	ټول بدن ته دانرژي ډوزلوړ ليميټ وړانګې
15 mSv پينځه لس ملي سيورت	150 mSv يوسلوپينځوس ملي سيورت	سترګو ته دانرژي ډوزلوړ ليميټ وړانګې
50 mSv پينځوس ملي سيورت	500 mSv پينځه سوه ملي سيورت	پوستکي ته دانرژي ډوزلوړ ليميټ وړانګې
1 mSv يو ملي سيورت	1 mSv يو ملي سيورت	دمورپه نس يا نې رحم (زيلانځ) کې ماشوم ته دانرژي ډوز لوړ ليميټ وړانګې دنهومياشتو په موده کې
5 mSv پينځه ملي سيورت	50 mSv پينځوس ملي سيورت	دهډوکوسره ماغزه، جنسي غدې
50 mSv پينځوس ملي سيورت	500 mSv پينځه سوه ملي سيورت	لاسونه، پښې او پوستکی
30 mSv ديرش ملي سيورت	300 mSv درې سوه ملي سيورت	دهډوکو پوستکی او تايرايد
13 mSv ديارلس ملي سيوت		په دريو مياشتو کې د دوه ځانښځود خيټې برخې ته دانرژي ډوزلوړليميټ وړانګې

۳۹- جدول: د عام (ټوليز) ولس او مسلکي کارګرولپاره په يوه کال کې د وړانګو اغېز من انرژي ډوز اندازه چې دنړيوال کمسيون ICRP لخوا يې سپارښتنه شو بده (17).

هغه ښځې چې خپلوماشومانو ته شدې ورکوي، اجازه نه لري چې په يوه داسې سيمه يا ځای کې تم شي يا کار وکړي، چې هلته د خوراک، څښاک او تنفس له لارې راډيو اکتيو موادشتون ولري او بدن ته ورننوځي.

دمورپه نس يا نې رحم (زيلانځ) کې ما شوم ته دانرژي ډوز لوړ ليميټ وړانګې دنهومياشتو په موده کې ديو ملي سيورت څخه وانه وړي.

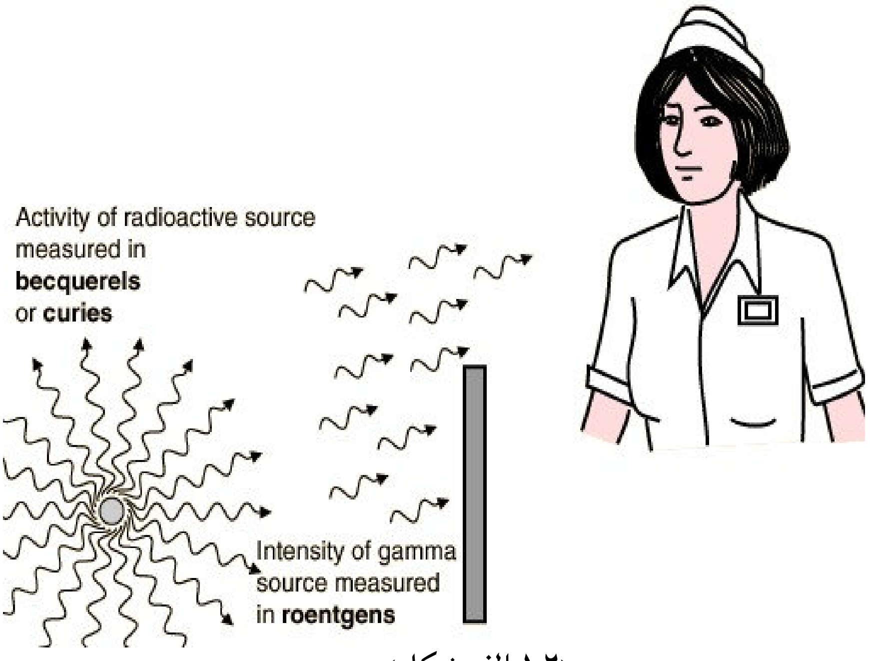
* **پوښتنه** : په راديولوژي کې د اکسريزڅخه دساتنې په موخه ديوه فلزي ديوال څخه کاراخېستل کيږي چې د نيما يي ارزښت پنډوالی يې HVL = 5 mm پينځه ملي متره او ټول پنډوالی يې دوه اينچه (2 inches = 25,4 cm) دی . که چيرته دديوال په مخ باندې په يوه ساعت کې دوړانگوقدرت سل رونتگن 100 R وي، نودديوال په شاته اړخ کې دوړانگوقدرت په واحد د رونتگن په يوه ساعت کې مالوم کړی؟

* **حل**:

$$I = I_0 e^{-\frac{0,693\ x}{HVL}} = 100\ e^{-\frac{0,693\ (2\,inches)\ (25,4\,mm\ /\ inch)}{5\,mm}}$$

$$I = 100\ e^{-7,04} = 100\ (0,000876) = 0,088\ R/h = 88\ mR/h$$

* **ځواب** : په يوه ساعت کې اته اتيا ملي رونتگن وړانگې اويا په بل عبارت يوازې نهه په سلو کې دديوال څخه تېرېږي.



(۱۰۲-الف شکل)س

۱۰۲-الف شکل : طبي کارپوهان ديوه فلزي ديوال په مرسته سره خپل ځان د راديواکتيو سرچينې لکه په راديو اکتيو موادود چاپيريال ککړتيا او يا لکه د اکسريزماشين څخه ځان ژغورلای شي . بر سيره په دې اړين ده چې د وړانگواندازه کولوپه موخه د يوه رونتگن فيلم X ray film badge څخه کارو اخېستل شي چې د بدن په پورتنی برخه کې تومبل شوی وي (88)

دوړانګو څخه دځان ساتنې سيمې (Radiation Protection areas)

دوړانګو څخه دځان سا تنې نړيوال کمېسيون (ICRP) دهغومسلکي کارکوونکولپاره چې په يوه راديو اکتيوچاپېريال او راديو اکتيوموادو سره په کارونوبوخت وي، اووړانګې ورته رسيږي، دري ډوله سيمې ټاکلي دي . نوموړی سازمان په دې اړوند ټولومسلکي کارکوونکوته سپارښتنه کوي، چې په دغوسيموکې دانرژي ټاکل شوی لوړ ليميټ (بريد) په پام کې ونيسي . دوړانګوڅخه دځان ساتنې سيمې په ټاکلونښو اود راديو اکتيو سرچينې په سېمبول جوت کنبل شوې وي، لکه چې په ۱۰۲ ب شکل کې ښوول شوی دی.

لومړی: دبنديزسيمه (Closed area)

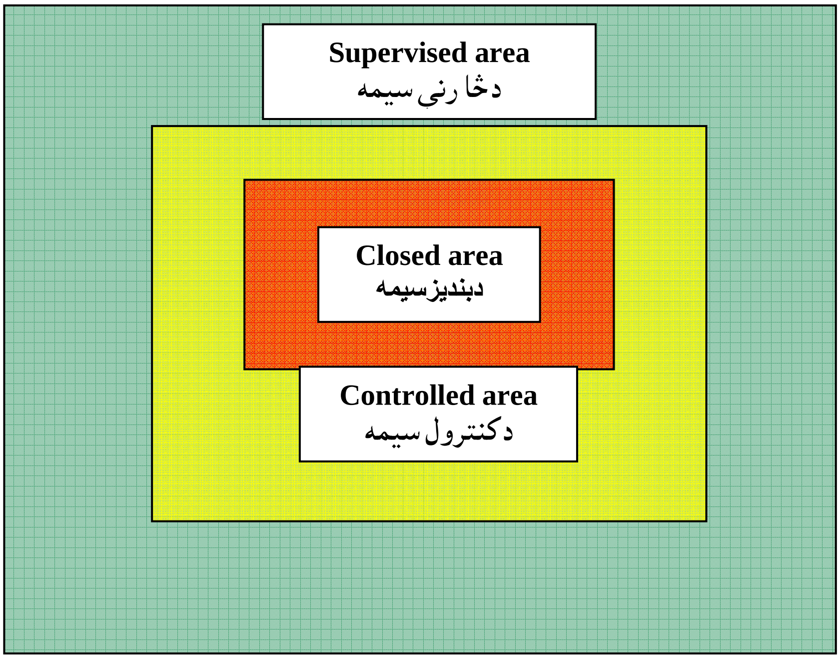
دبنديز سيمه يا تړلې سيمه هغې سيمې ته ويل کيږي، چې هيڅ يوه مسلکي کارکوونکي ته اجازه نشته چې هلته کاروکړي . داځکه چې په نوموړې سيمه کې ديوې راديواکتيوسرچينې انرژي ډوزپه يوه ساعت کې، له درې ملي سيورت څخه پورته وي (Dose rate > 3 mSv/h) او له دې کبله دبنديزسيمې په نامه سره يادېږي.

دويم: دکنترول سيمه (Controlled area)

دکنترول سيمه هغې سيمې ته وايي چې هلته ديوې راديو اکتيوسرچينې انرژي ډوز په يوه کال کې دشپږ ملي سيورت څخه لوړقيمت ولري (Dose rate > 6 mSv) . هغه څوک چې په نوموړې سيمه کې کارکوي بايد چې دټاکلوآلو لکه دفيلم ډوزيمتر په مرسته سره هغوی ته د وررسيدلو وړانګوکچه اندازه شي. برسيره پر دې دغه ډله مسلکي کسان بايد چې هرکال په خپل ځان يوه طبي پلټنه تر سره کړي ،تر څودوړانګودزيان کچه او يا په بدن کې دراديو اکتيو موادو شتون، تر هر څه له مخه مالوم شي.

دريم: دڅارنې سيمه (Supervised area)

دڅارنې سيمه دوړانګوهغه سيمه ده چې هلته مسلکي کارکوونکوته په يوه کال کې ديوه ملي سيورت (Dose rate > 1 mSv) څخه ډيرې وړانګې رسيږي.



۱۰۲ ب شکل: په راديواکتيوککړشوي چاپيريال کې درې ډوله سيمې ښوول شوې دي.

پوښتنې (Questions) : (ځوابونه یې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي)

۱۳-۱ څلور نامتوکړنلارې په ګوته کړی چې دوړانګو دخطر څخه دځان ژغورنې په تړاوخورا اړین دي؟

۱۳-۲ دعام ولس لپاره د وړانګوانرژي ډوز کلنی لوړلیمیټ دنړیوال سازمان ICRP لخوا څومره ټاکل شوی دی؟

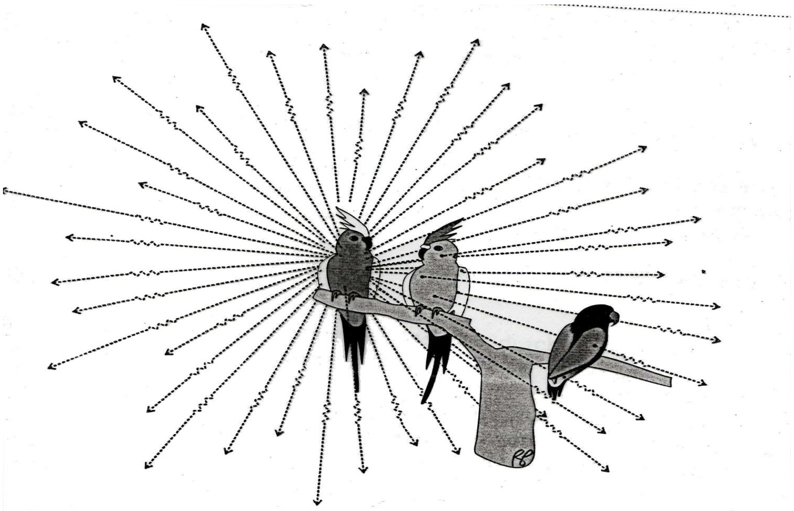
۱۳-۳ دوړانګو د شدت کمښت د یوې مادې نیماي پنډوالی HVL شمیر n په تابع سره دلاندې فرمول له مخې ترلاسه کیږي. $(1/2)^n$ دنوموړې مادې څومره شمیرنیمایي پنډوالی په کاری تر څو دوړانګوشدت د لومړي شدت په پرتله یو په شپاړسمه 1/16 برخه را ټیټ کړي؟

۱۳-۴ یو ماشوم ته چې دموریه نس کې وي دوړانګو لوړ انرژي لیمیټ څومره دی؟

الف: لس ملي سیورت، ب: یو ملي سیورت، ج: سل ملي سیورت، د: پینځوس ملي سیورت

۱۳-۵ دالارا پرنسیپ ALARA څه ډول سپارښتنه ده چې دنړیوال کمسیون ICRP لخوا وړاندې شو بده اود هر هیواد لپاره د یوه ملي قانون په ډول منل شو بده .

۱۳-۶ یوه کرنیز(زراعتي) ځمکه چې په رادیو اکتیوایزوټوپ سیزسم Cs-137 ککړه شوې او اکتیویتي یې یوکیلو بیکاریل 1kBq ده دخوراک له لارې د یوې مرغی بدن ته و رننوتلې دی. د لاندني شکل په مرسته سره مالومه کړی چې که دوه نورې مرغی په خپل وارسره په نیم متراو یومتر واټن کې لیرې ناستې وي نو هغوی ته څومره انرژي ډوز رسیږي؟ دګاما ثابت د سیزیم لپاره مساوي ده له: $\Gamma_H = 88\mu Sv\ m^2 GBq^{-1}$



۱۰-۲ ب شکل: دکیڼ اړخ یوه مرغی دخوراک له لارې رادیواکتیومواد ځان ته رانیولي دي آوله دې کبله وړانګې خپروي او په پایله کې دوه ګاونډی مرغی هم د خطر سره مخامخ کوي.

* * *

اتمه برخه

خوارلسم څپرکی

د طبيعي وړانګو سرچينې

(Natural radiation sources)

لومړی خبرې:

طبيعي وړانګې عبارت له هغو وړانګو څخه دی ،چې په طبيعت او چاپېريال کې تل او دځمکې په هرځای کې موجودې وي. انسانان، څلورپښي او نباتات د ژوند په ټوله موده کې دنومورې وړانګې تر ناوړه اغېزې لاندې پرېوتي دي، چې د ډېروناروغيو لکه د سرطان ناروغۍ د پيدا کېدلو لامل ګڼل کيږي . دطبيعي وړانګو سرچينې په لاندې ډول سره و بشلای شو .

لومړی: کازمېکي وړانګې (Cosmic rays):

کازميکي وړانګې کيهاني وړانګې دي چې د فضا څخه لکه لمر، کهکشان (Milchstrasse)او دنوروستوروياني ګالاکسي (Galaxy) څخه راځي او دپروتونو، الفا ذرو، الکترونواو درند و هستو څخه جوړې شوې دي. کله چې نومورې وړانګې او ذرې د ځمکې پر اتموسفير باندې و لګيږي، نو هلته د څه ناڅه پينځه ويشت کيلومترو په ارتفاع کې دهوا د مالېکولو سره هستوي تعا ملونه تر سره کوي، چې په پايله کې نورې هستوي ذرې په تېره بيا لکه ميون(Meon) ، پيون (Peon) ،نيوترون او الکترونه منځته راځي. کله چې فضا ته ساينس پوهان په فضايي بېړۍ کې سفرکوي، نو ښايي چې د هغې د کاپسل جوړښت دومره کلک وټاکل شي، چې دنومړو لوړانرژي وړانګو لکه لس په طاقت د يوويښت الکترون ولټه (10^{21}eV) دخطر څخه خوندي وساتل شي. داځکه چې ازمېينو وښوولـه چې دفضايي بېړی په کاپسل يانې باندنۍ سطحه کې دنومړو زرو د لګېدلو په پايله کې، لږ څه لس زره ګرې په يوه ساعت کې (10 000 Gy/h) انرژي ډوز تو ليد کيږي. په داسې حال کې چې که ټول بدن ته په يووارسره شل ګرې ورسيږي نو سمدلاسه سړی مړ کيږي.

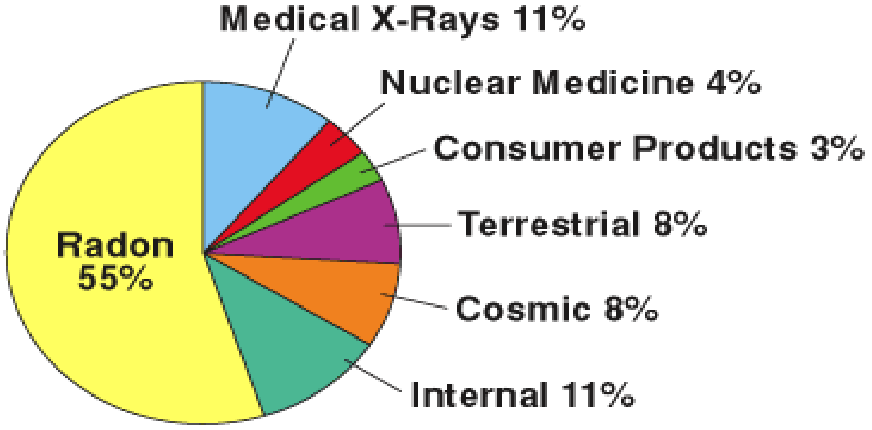
دبېلګې په ډول که څوک په الوتکه کې دلندن څخه تر نيويارک پورې يو ځل تګ او راتګ وکړي، نو هغه ته لږ څه سل مايکرو سيورت (100µSv) انرژي ډوزرسيږي.

دويم: دځمکې لاندې وړانګې (Terrestric radiation):

نوموړې هغه وړانګې دي، چې دکائنات(Universum) د پيدايښت سره يوځای د مليارډونو کالونو څخه راپدې خواپه ځمکه کې شتون لري اودراديو اکتيوطبيعي عنصرولکه توريم Th-232، يورانيوم U- 238 او پوتاسيم K-40 څخه دځمکې مخ او چاپيريال ته خپريږي. نوموړي راديو اکتيو طبيعي راديونوکليد دځمکې د لاندې په معدني ډبرو اوخاوره کې په غير متجانس ډول وېشل شويدي او دتجزيې په مختلفو پړاونوکې هستوي وړانګې تر هغه موده پورې خپروي، تر څوچې په پای کې په ثابتوياني مستقرو عنصرونو واوړي . د روغتيا په تړاو ترټولوخطرناک وړانګې درادون غاز(Radon) د يادولوړ دی، چې ديورانيوم راديو اکتيو عنصردتجزيې په سلسله کې په ځمکه کې پيدا کيږي او بيا په تېره بيا دکورونو په تکاويو کې راټوليږي. دنوموړي راديواکتيو غاز څخه دالفاوړانګې خپريږي، اکتيويتې يې دځمکې په ځينو برخوکې د لس ذره ببکارېل څخه هم په متر مکعب هواکې (10kBq/m^3) اوړي. داسې اټکل کيږي چې د سرطان ناروغۍ لس په سل کې اصلي لامل همدغه د رادون غازګڼل کيږي. په نړۍ کې د طبيعي وړانګوکچه تر ټولوزيات په هند وستان کيرالا ځلوښت ملي سيورت (40 mSv)، ايران رامزار ځلورسوه پينځوس ملي سيورت(450 mSv) او برازيل کې دوه سوه ملي سيورت (200 mSv) په يوه کال کې اندازه شو يده .

دريم: دصنعت سره تړلې وړانګې:

نوموړې هغه وړانګې دي چې داوسني تمدن او پرمختګ سره يوځای نوې رامنځته شوې اودروغتيا په تړاو دبشر لپاره ناوړه وروستۍ اغيز ې لري . د بېلګې په ډول لکه دهستوي انرژي څخه په اتومي بټۍ يا ريکټورونوکې کار اخيستل چې بربېښنا تري توليد يږي، او همدارنګه د هستوي وسلوپه جوړولو، هستوي آزموينوتر سره کولو ، په تېره بيا په درمل پوهنه کې دناروغيو په پيژندلو او درملنه کې خورا ډېر په کار اچول کيږي.



(۱۰۷-شکل)

۱۰۷- شکل : د وړانګو سليزه برخه چې عام (ټوليز) ولس ته په يوه کال کې دمصنوعي او طبيعي وړانګو د سرچينو څخه وررسيږي. د بېلګې په ډول درادون غاز ۵۵ ٪ ، دننه وړانګې ۱۱٪ ، کازميکي وړنګې ۸٪ ، دځمکې لاندې و ړانګې ۸٪ ، هستوي طب ، ۴٪ ، په طب کې داکسريزاستعمال ۱۱٪

په ۴۰ جدول کې د طبيعي اومصنوعي وړانګودانرژي ډوزپه واحد دملي سيورت ښوول شوی دی، چې دټولو مجموعه په يوه کال کې څه ناڅه دري نيم ملي سيورت ته رسيږي.

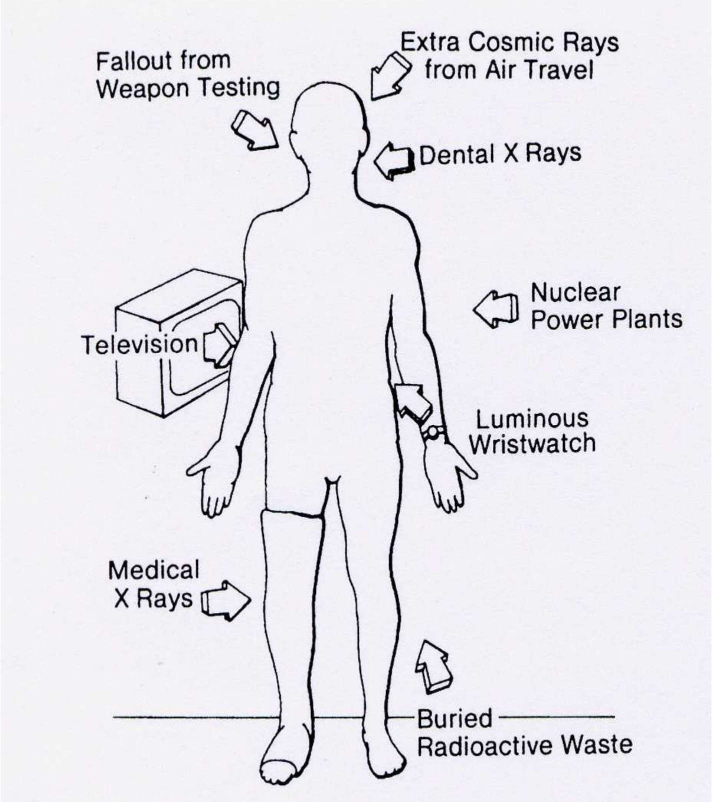
په یوه کال کې د طبیعي او مصنوعي وړانګو انرژي ډوز	
لومړی: د طبیعي سرچینو وړانګې	
0,3 mSv	کازمیکي وړانګې
0 .5 mSv	دځمکې لاندې وړانګې
1,0 mSv	درادون نجیب رادیواکتیو غاز تنفس کول
0,3 mSv	دخوراک او څښاک دلارې په بدن کې جذب شوي رادیواکتیو عنصرونه
دویم: د مصنوعي سرچینو وړانګې	
1,5 mSv	په درملنه کې درادیواکتیو موادو استعمال
0,04 mSv	داکسریزیو عکس اخیستل
0,05 mSv	اوه ساعته په الوتکه کې الوتنه
2 mSv per year	پیلوټ یاني دالوتکې چلونکي ته په یوه کال کې کازمیکي وړانګې
10 mSv per year	دچرنوبیل په کنترول سیمه کې اوسیدونکي وګړي
0,01 mSv	دهستوي بټۍ په چاپیریال کې
0,02 mSv	د چرنوبیل هستوي پېښه
0,01 mSv	هستوي ازموینې
0,02 mSv	دصنعت په نوروبرخوکې درادیو اکتیو موادو هر اړخیز استعمال
3,7 mSv	دطبیعي وړانګوټول انرژي ډوز

۴۰- جدول : دطبیعي اومصنوعي وړانګوسرچینې ښوول شوې دي.

دبیلګې په ډول لکه کازمیکي وړانګې (Cosmic rays) ، دهستوي وسلو وړانګې (Nuclear weapons) ، دهستوي بټۍ وړانګې (Nuclear power plants)، دهستوي ازموینووړانګې (Nuclear tests) ، د ناروغیو په پېژندنه کې داکسریزآلې (Medical X Rays) ، دځمکې لاندې طبیعي رادیو اکتیو عنصرونو لکه یورانیوم، پوتاشیم، رادون غاز وړانګې (Buried radioactive waste) دتلویزیون وړانګې اونورو سرچینووړانګې (26).

دپام وړ: ځیني ساینس پوهان په دې اند دي، چې دکایناتو پیدا ښت په فضا کې دیوه غټ ټس نه وروسته منځته راغلی. دغه غټ ټس (Big Bang) په ملیاردونو کاله له مخه تر سره شوی او دهمدې ښیبې نه وروسته دوخت شمېرل پیل کیږي. ځیني نور پوهان په دې نظر دي ،چې غټ ټس یوه چاودنه په فضا کې نه وه، بلکې پخپله فضاوچاودیدله اودهغې مودې نه راپدې خوا دغه فضا ارتیږي یاني لکه یوه پوکنۍ(Ballon) ډډیږي . دغټ ټس څخه سل ثانیې وروسته دهیلیم He، دویتریم H^2 او لیتیم Li^3 هستې منځته راغلې . دغټ ټس څخه یو ملیارد کاله وروسته ستورې اودرانده عنصرونه لکه یورانیم، وسپنه ،طلاوسرپ پیدا شوه . څه ناڅه شپږ ملیارده کاله وروسته کهکشان یاني داس لارې(galaxies) جوړې شوې. پخپله فضا اوپه منځ کې ټول ګالاکسې د پیدا ښت مرکز څخه دبهر خواته اوس هم د تښتیدلو په حال کې دي.

د اویا کیلوګرام 70 kg سړي په بدن کې دطبیعي رادیو اکتیف ایزوټوپونو اکتیویتي په لاندې ډول ده.



اکتیویتي	رادیو نوکلید
4500 Bq	k-40
3800 Bq	C-14
650 Bq	Rb-87
60 Bq	Pb-210
25 Bq	H-3
25 Bq	Be-7
15 Bq	Rn-222
37 Bq	Others
9112 Bq	ټول $\sum$

- داویا کیلو ګرام سړي په ځان او په یوه ثانیه کې څه ناڅه نهه زره (9000 Bq) اتومونه چوي
- زموږ هریوه سړي په بدن او په یوه ساعت کې د برش ملیونه اتومونه چوي

۱۰۸- شکل: د طبیعي او مصنوعي سرچینو څخه وړانګې خپرېږي او بدن په رڼا کیږي .

پوښتنې (Questions): (ځوابونه یې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي):

۱-۱۴ طبیعي وړانګې څه ډول وړانګې دي او د کومه ځایه راځي؟
۲-۱۴ د طبیعي وړانګو منځنۍ کچه د ځمکې پر مخ څومره اټکل شو بده ؟
۳-۱۴ د روغتیا په تړاو د طبیعي وړانګو ترټولو خطرناکه سرچینه کومه ده؟
۴-۱۴ په کومه کچه احتمال شته دی چې د طبیعي وړانګو څخه د سرطان ناروغۍ منځته راشي؟
۵-۱۴ د طبیعي وړانګو په تړاو سم سیخ او سرحد (برید) نه لرونکې تیوري LNT څه ډول وړاند وینه کوي؟

* * *

نهمه برخه

پینځلسم څپرکی

د سرطاني ناروغیو د احتما لي خطراټکل

(Estimating the risk of cancer Probability)

لومړی خبرې:

د سرطان ناروغۍ د منځته راتلو احتمال او د خطراټکلو کچه دلومړي ځل لپاره د دویمې نړیوالې جګړې یانې ۱۹۴۵م کال په جاپان باندې د اتوم بم د چاودنې په پایله کې د هغو ناروغو کسانو د شمېرنې په بنسټ محاسبه کېږي، چې ځینې یې لاتر او سه ژوندي پاتې دي . دغو ناروغانو ته د دوه سوه پینځوس ملي سیورت (250 mSv) نه پورته او یا په بل عبارت د طبیعي وړانګو په پرتله سل برابره ډېرې وړانګې رسیدلې وې . دهغوی څخه ډیر کسان دلسو کالو په موده کې، یانې د۱۹۴۵څخه تر ۱۹۵۵م کال پورې ،د وینې په سرطان اخته شول. خوهغوکسانو ته چې د دوه سوه پینځوس ملي سیورت نه لږ وړانګې رسیدلې وې، په کلینیکي تړاوکومه داسې ناروغۍ ثبوت نشوه ، چې دوړانګو سره یې سیخ تړاو درلودلای . دوړانګو نوموړې کچه د ټیټې انرژی لیول په نامه سره ونومول شوه (Low level radiation) . د بېلګې په ډول که وغواړو چې دلس ملي سیورت 10 mSv وړانګو ناوړه اغیزې لکه د سرطان ناروغۍ اویا په کروموزوموکې موتیشن په ربښتونې او دقیق ډول مالوم کړو، نو ددې موخې لپاره په ملیونو وګړوباندې د سرطان ناروغۍ د منځته راتلو په اړه یوه احسائیوي ، اپیدیمیولوژیکی اوږد مهاله څېړنو (Epidemiological studies) ته اړتیا لیدل کیږی.

نن ورځ دوړانګو د لوړې کچې انرژي ډوزد خطر په اړه پوره ما لومات تر لاسه شوی دی چې د اتوم بم دچاودنې، دچرنوبیل هستوي پېښې او د هستوي وسلو دکارولو په پا یله کې چاپیریال ته خپرې شوې دي. خو دوړانګو ټیټې کچې انرژي ډوز لکه دخوار شوي یورانیوم وړانګې، دهستوي بټۍ څخه چاپیریال ته ازاد شوې وړانګې، په درمل پوهنه اوصنعت کې د رادیو اکتیو ایزوټوپونو کا رولو ناوړه اغیز و په اړه ډېر لږ مالومات شته دی. دا ځکه چې دټیټې کچې وړانګواغیزه یوه ستوخاستیک اویا په بل عبارت دچانس Chance یوه تصادفي بیالوژیکي پېښه ده، ا و سمدلاسه یې د کلینیکي زیان سپینوی د ازمېینو له مخې نشي کېدلای. دا په دې مانا چې د ټیټې کچې انرژي ډوز ناوړه اغیزې ډېر کالونه وروسته منځته راځي. همدا لامل دی چې نن ورځ د ټیټې کچې وړانګو ناوړه اغیزو د احتمال په اړه دخو ډوله تیورې موډلونو څخه کار اخېستل کیږي . پایله یې داده چې په دې اړه ځانګپوهان هم په خپل منځ کې په یوه خوله نه دي . په دې اړوند د معادل انرژي ډوز لیمیټ لوړه او ټیټه کچه یا ا ندازه په دوه برخو و بشل کیږي .

لومړی - دلوړې کچې اغېز من ډوز (High level radiation) :

دوړانګونومورې اغېز من ډوز هغه برخه تشکيلوي چې دازمېينو په بنسټ يې دروغتيا په تړاو د وړانګو زيان په ثبوت رسيدلی دی. دلوړې کچې اغېز من ډوز، ددوه سوه ملي سيورت نه پيل کيږي او ترسل ګونو سيورت پورې رسيږي . دا په دې مانا چې پورته کوم بريد نه لري(200 mSv <).

دويم - دټيټې کچې اغېز من ډوز (Low level radiation) :

دويمه کچه هغه اندازه وړانګې تشکيلوي، چې د اغېز من ډوزقيمت يې د دوه سوه ملي سيورت څخه رانښکته تر صفره پورې رسيږي (0- 200 mSV) . که څه هم په نوموړې اندازه اغېز من ډوز په بدن کې ناوړه اغېز ې پريږدي، خو د ازمېينو له مخې يې سپينوی سمدلاسه نشي کېدلی، بلکې يوازې د رياضي فرض شوو تيوري موډلونوپه مرسته سره د وړانګود خطر اټکل او وړاند وينه کولای شو . نوموړي موډلونه لاندني فيزيکي ، بيالوژيکي ارقام او پارامتر(Parameter) په پام کې نيسي .

- د ايونايزوونکو وړانګو او دسرطان ناروغۍ دمنځته راتلو احتمال دنوموړووړانګو په ډول (لکه الفا ، بيتا او ګاما) ، دوړانګو په انرژي، د تشعشع په موده اوداچې په څومره کچه انرژي د کتلې په يوه واحد کې جذب شو بده اړه لري. برسيره په دې، د نومړو وړانګود خطراحتمال د روغتيا په تړاو په هم هغه کچه زياتيږي، چې څومره ډېره موده په بدن کې دېورانيوم ايزوتوپ پاتې شي.

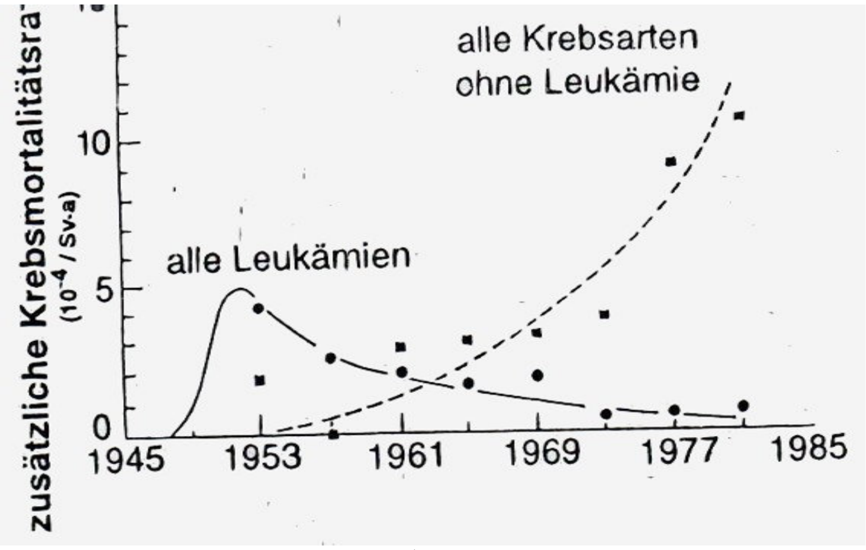
په ۱۸۹۲ م کال کې ياني د رونتګن وړانګو دکشف څخه يوکال وروسته، د روغتيا په تړاو د ايونايزوونکو وړانګو د خطرکلينيکي ناوړه اغيزې وپيژندل شوې . دنوموړي وخت څخه راپدی خوا د وړانګو دخطرکچې اټکل دهغو مالوماتو په بنسټ منځته راغلې، چې په ورځني ژوند کې دوړانګو نه د کار اخېستلو په پايله کې لکه هستوي وسلو ، هستوي آزموينو ،هستوي بټۍ، درمل پوهنه اونورو برخوکې تر لاسه شوې دي. دنومړو مالوماتو په بنسټ يو لړ بيالوژيکي اورياضي موډلونه لاس ته راغلي، چې دايونايزوونکو وړانګود خطرکچې اټکل تر سره کولای شو . دکتاب په دې څپرکي کې به، دنومړو موډلونو په اړه رڼا واچوو . خو مخکې تردې دايونايزوونکو وړانګوهغه سرچينې د يادولوړدي، چې دسرطان ناروغيو د منځته راتلو لامل ګرزي اوداحسائيوي څيړنو لپاره کارول کيږي .

دبېلګې په ډول دخطر هغه احتمال چې ديو ملي سيورت 1mSv وړانګو څخه چاته رسيږي دهغه خطر احتمال سره معادل دی، لکه چې د سل سګرت څکولو څخه د سرطان ناروغۍ منځته راځي

روغتيا ته د ټيټې کچې انرژي ډوزد خطر احتمال اټکل		
په عادي ژوند کې د خطراحتمال	دوړانګوخطراحتمال	اغيزه
د يوزرعام وګړو څخه اوه پينځوس تنه مړه کيږي (57:17000)	د اوولس زروو ګړو څخه يو تن مړکيږي(1:17000)	ديو ملي سيورت 1 mSv څخه د سرطان ناروغۍ خطر

داتوم بم هستوي وړانګې :

په ۱۰۹ شکل کې دهغو ناروغانو شمېر ښوول شوی ده، چې داتوم بم دوړانګو ناوړه اغېز و په پايله کې د وينې سرطان او دسرطان په نورو ناروغيو باندی اخته شول.



(۱۰۹- شکل)

۱۰۹- شکل : په جاپان باندي داتوم بم دناوړه اغېز ي له مخې دهستوي وړانګو په واسطه په يوه کال کې (Annual= a) د سرطان اضافګې پيداشوو ناروغيوپه پايله کې، د مړه شوو خلکو شمېرپه عمودي محور(10^{-4}/Sv .a) اودتېر شوو کالونو شمېرپه افقي محور باندي ښوول شوی دی. نوموړي احسائيه د اوږدې مودې لپاره (1950-1985) په لسو زرو وګړو (10 000 persons) کې تر سره شو بده چې هغوی د ددوه سوه ملي ګرې (0,2Sv) څخه پورته انرژي ډوزباندي رڼا شوي وو . په نوموړي شکل کې ليدل کيږي چې دوينې سرطان (Leukämia) ناروغۍ وروسته له لږ څه اوه کالو څخه (1953) يو اعظمي (تر ټولولوړ) قيمت اخلي . دويني سرطان نا روغۍ، په تورو زغول شوولیکو اود سرطان پاتې نورې ناروغۍ په پرې شوو ليکو ښوول شوې دي(74) .

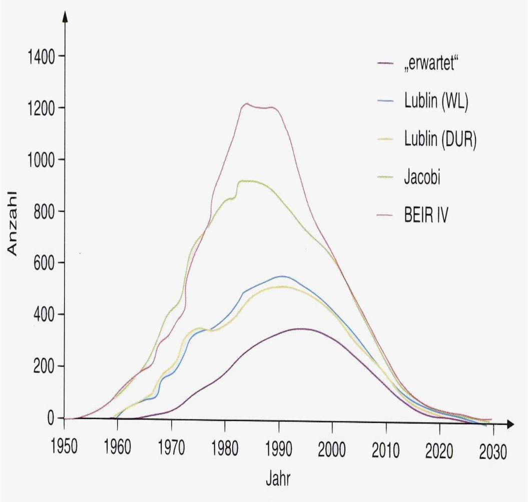
د رادون غا ز وړانګې :

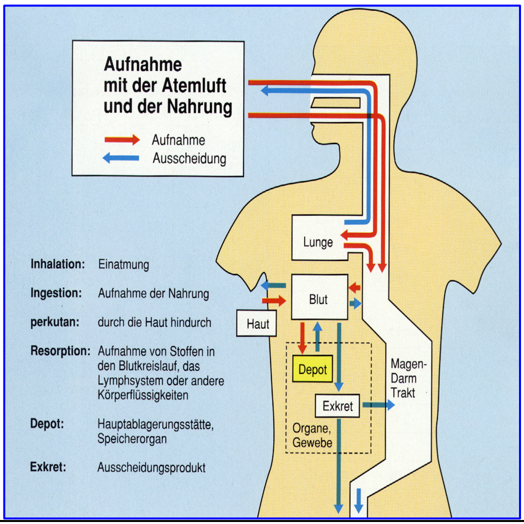
دنړۍ په ډېرو ځايونو کې د ځمکې لاندې راديو اکتيو ډبرې شته دي چې دهغوی څخه وړانګې خپريږي. دبېلګې په ډول درادون غاز222- radon درادیوم Radium-226 دتجزيې په کړنلاره کې منځته راځي اوبيا د کورونو په تکاويو او لاندې چت کې راغونډيږي. نوموړی غازدالفا وړانګې خپروي او دسرطان ناروغۍ لامل ګرځي . درادون راديو اکتيوغاز نيمايي وخت څلورورځې دی اوبيا تجزيه کيږي او په پلونيوم Polonium-218 اوړي .کله چې نوموړی غاز دتنفس له لارې سږې ته ورننوځي نو دسرطان دناروغۍ احتمال يې ډير لوړاټکل کيږي . اخرنۍ شمېرنې په ډاګه کو ي، چې په امريکاکې درادون غازدناوړه اغېز وله کبله په يوه کال کې ، ددېرشو زرو څخه تر اويازره، وګړي دسږي سرطان په ناروغۍ مړه کيږي . که چيرته دکورونوپه ننه کې، د چاپيريال راديواکتيويتي کچه، په يوه ليتر هوا کې، د شلو پيکو کيوري 20 pCi/Liter څخه واوړي، نو ددې اړتيا ليدل کيږي چې دکوټې هوا په هراړخيزو کړنلارو سره تصفيه شي. د بېلګې په ډول لکه دکړکيوپه وازولو سره د بهر نه پاکه هوا رانته ابستل شي.

ديورانيوم کانو څخه وړانګې :

يوه سل کلنه شمېرنه د المان، انګلستان او امريکا په هيوادونوکې په هغو کسانو باندې تر سره شو بده چې د يورا نيم راديواکتيف عنصر په غر نيو کانو کې يې کارونه کړي وه. په نومړو کانو کې ددرې سوه کاله راپدې خوا ديورانيوم دلاس ته راوستلو په موخه کارونه روان وو . نومړو کارکوونکو څخه يې نيمايي کسان د ځلوبېنتوکالو په عمرد سږی سرطان په ناروغۍ مړه شول. وروستی څېړنو وښووله چې دغوکارګرانو دراديم (Radium)ايزوټوپ څخه خپريدونکې رادون Radon غاز تنفس کړی وه چې ديورانيوم دتجزيې په سلسله کې منځته راځي اود الفاخطرناکې هستوي وړانګې ورڅخه خپريږي.

دبېلګې په ډول ددويمې نړيوالې جګړې څخه وروسته دالمان په ختيزه سيمه کې ديورانيوم په کانوکې په زرګونو کارګرو په يوه غرنۍ سيمه کې په کار بوخت وو . دغه کارګران د سږي ناروغۍ څخه ډير زيات مړه کيدل. په هغه وخت کې د سږي سرطان ناروغي په المان کې چا نه پيژندله نو له دې کبله دغه رنګ نا روغي د هم هغه غره په نوم نامتو شوه چې د واوروغر(Schneeberger diseaes) نوميږي.





۱۱۰- شکل : په عمودي محور کې د جرمني هيواد د يورانيوم (Wismut Sachsen) په کان کې د يوسلو شپږ پينځوس زرو(156000) کارکوونکو څخه دهغو کارګرو شمېر ښودل شوی دی چې څو کاله وروسته (عمودي محور) د سږي سرطان په ناروغۍ اخته شول. لکه چې د پورتني ګراف څخه څرګنديږي چې د لږ څه شلو څخه تر دېرشوکالونو وروسته، دسږي سرطان ناروغۍ يو اعظمي (تر ټولو لوړ) قيمت ځانته غوره کوي او لږ څه دوو لس سوه (1200) ته رسيږي. په پورتني ګراف کې هر يو منحني (کږ) ديوه څېړونکي ازمېينو سره تړاو لري چې نومونه يې په شي اړخ کې ليکل شويدي(17).

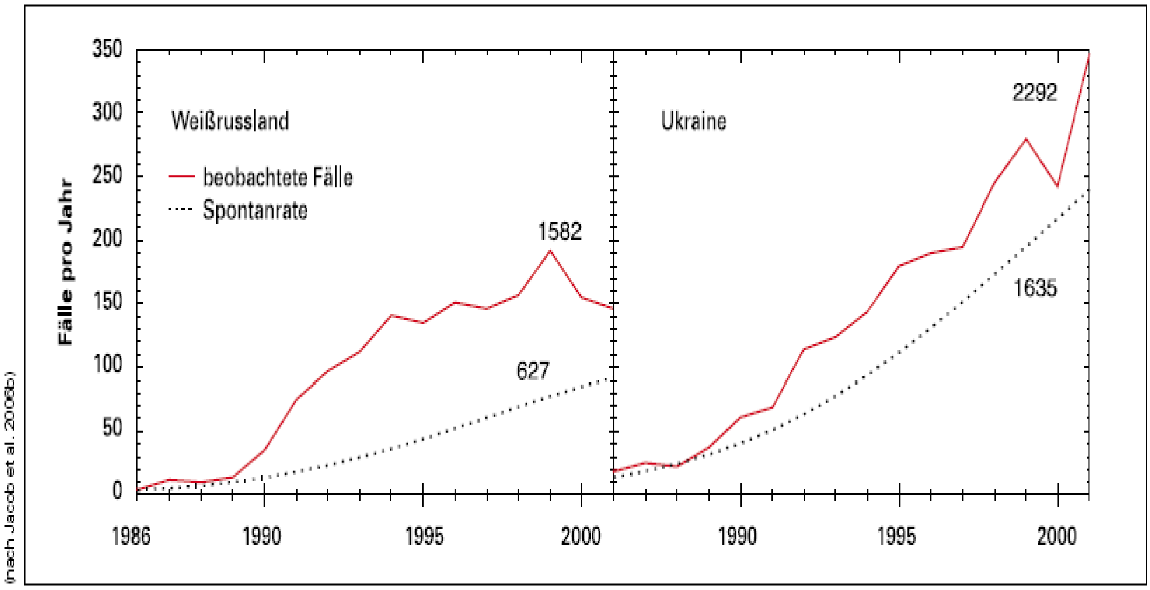
- که يو چاته لس سيورت وړانګې (10 Sv) په يوه واروړسيږي نود خطر احتمال يې دومره اټکل کيږي، چې په خوورځواو يا اونيوکې دمړينې لامل ګرځي.
- ديو سيورت وړانګو(1Sv = 1 J/Kg) دخطر احتمال دومره اټکل کيږي چې په راتلونکې وخت کې به د سلوړنېا شووو ، وګړو څخه پينځه تنه د سرطان په ناروغۍ اخته شي.
- که يو چاته سل ملي سيورت وړانګې (100 mSv) په يوه واروړسيږي نود خطر احتمال يې دومره اټکل کيږي، چې په راتلونکې وخت کې به د يوزرړنېا شووو وګړو څخه پينځه تنه د سرطان په ناروغۍ اخته شي

د چرنوبیل هستوي پېښې وړانګې :

په ۱۹۸۶ م کال د پخوانی روسي اکراین ukrine په هېواد کې د چر نوبیل هستوي بټۍ وچاودله. په نوموړې هستوي پېښه کې د چاپېریال هغو اوسیدونکو ته، چې د سل ملي سیورت څخه ډیر معادل ډوز رسیدلي وو، د سرطان په ناروغۍ اخته شول. د بېلګې په ډول په اکراین کې دویني سرطان کچه د پخوا په پرتله پینځه ځله او د سرطان نورې ناروغۍ اوه ځله پورته ولاړې . که څه هم سل ملي سیورت د ټیټې کچې وړانګو په ډله کې شمېرل کیږي، خو سره دهغې هم دا ډېر ګمان کیږي چې په کوچنیانو کې په همدغه ټیټه کچه وړانګې دویني سرطان ناروغۍ د دوو کالو څخه تر لسو کالو په موده کې، منځته را وستله.

دهستوي بټۍ چاپېرپال وړانګې :

په پای کې یوه بله شمېرنه هم دیادولووړده، چې د هستوي بټیو په چاپېریال کې د رادیو اکتیو شکمن غاز ناوړه اغېزې او هراړخیزې ناروغۍ دي، چې زیاتره په کارګرانو او دهغې سیمې په اوسیدونکو باندې ترسره شوې دي . نو داسې اټکل کیږي چې هغه کوچنیان، چې د هغوی پلارونه په هستوي بټیو کې کارونه کوي دنورو سیمو په پرتله دویني سرطان په ناروغۍ ډېر اخته کیږي.



۱۱۱ـ شکل: د ۱۹۸۶ م کال یاني د چرنوبیل هستوي پېښې څخه وروسته تر دوه زرم کاله پورې د تایروئید سرطان ناروغۍ (Thyroid Cancer) کلنۍ شمېرپه عمودي محور او د وخت موده په افقي محور باندې ښوول شو یده . نوموړی شکل لکه په سپینه روسیه (کیڼ منحني) او اکراین هېواد (ښی منحني) دا په ډاګه کوي چې د تایروئید ناروغي په هغو اوسیدونکو ، چې په ۱۹۸۶م کال کې یې رادیو اکتیو مواد لکه ایودین (Iodine-131) په تایروئید کې جذب کړي وو اوس د سرطان په ناروغي اخته شوي دي. د بېلګې په ډول په نوموړي شکل کې زغول شوی منحني (کړ) د تایروئید ناروغانو کلنۍ شمېر ځرګندوي چې د چرنوبیل پېښې له کبله د پخوا په پرتله مخ په زیا تیدوده. د تایروئید هغو ناروغانو شمېر، چې په طبیعي ډول یاني د رادیو اکتیو وړانګو په نشتوالي کې یوه ناڅاپه او په خپل سر په او سیدونکو کې منځته راڅي، په پرې شوي منحني سره ښوول شویدی(29).

دخطرزیاتو الي کچه	د سرطان تمه لرلو پېښو شمېر	دسرطان لیدل شوو پېښو شمېر	دکوچنیانو عمرپه کالو	دخېړني موده	د هستوي بټیۍ ځای
1,8 ځله	10,5	19	0 - 14	1961-1980	Sellafield (1947)*
3,2 ځله	1,6	5	0 - 24	1968 1984	Dounreay (1954)*
3,2 ځله	2,1	4	0 - 14	1964-1985	Holy Loch (1961)
1,2 ځله	4,2	5	0 - 14	1964-1985	Faslane (1963)
1,3 ځله	2,3	3	0 - 14	1964-1985	Chaple Cross (62)
1,2 ځله	15,7	19	0 - 14	1964-1985	Hunterston (1963)
1,4 ځله	28,6	41	0 - 14	1972-1985	Aldermaston (1952)# und Burghfield (1962)#

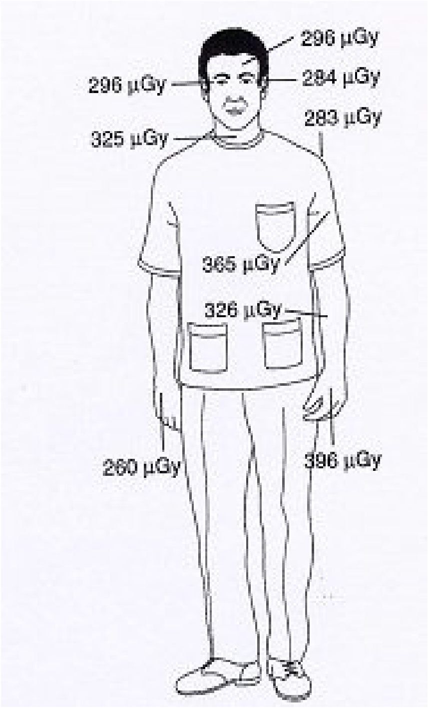
۴۱-جدول: د هستوي بټیو په چاپېریال کې د کوچنیانو دوینې سرطا ن ډېرښت کچه ښوول شو یده .

اخذ ځای : (Roman et al Brit . Med . J .295- : 597-602(1987))

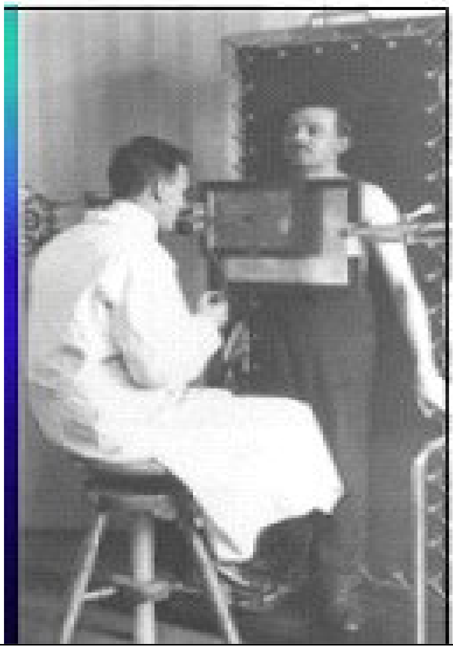
د ناروغیو په پېژندنه کې د اکسریز (X-rays) گټور استعما ل :

په ۱۹۲۰ م کال کې یوه پراخه څېړنه د رادیو لوژي کارپوهان (Radiologists) په اړه د امریکا په هېواد کې ترسره شوه، چې هغوی د ناروغیو په پېژندلو کې د اکسریز وړانگو څخه گټه پورته کوله او لږ څه شل کاله د اکسریز الي سره په کار بوخت وو . دڅېړنو پایلې په ډاگه کړه، چې درادیولوژي ځانگې ډاکتران، دنورو ځانگو ډاکترانو په پرتله، لس ځله ډېرد وینې سرطان په ناروغۍ مړه کېدل . بلخوا په سلگونو ډاکتران او ساینس پوهان چې داکسریز په څېړنو، تکنالوژی او پر مختگ کې په کار بوخت وو، دنومړو وړانگو دزیان له کبله یې لاسونه، پوستکي او د بدن نوري برخې وسوځیدلې . همدا لامل وو چې د وړانگو ناروغیو څخه د ژغورنې په موخه د رادیو بیولوژی (Radiobiology) یوه نوې او ځانگړې ځانگه منځته راغله . که څه هم په اوسني وخت کې د اکسریز آلې تکنالوژي او همدارنگه د کارکولوکړنلارې دهغه وخت په پرتله ډېرې سمې شوي دي، خود مالومات په موخه د رادیو لوژي یو کارپوه بدن ته دا کسریز انرژي ډوزېپه وا حدد مایکرو گرې µGy په ۱۱۱ ـ شکل کې ښوول شو یده . دغه وړانگې رادیولوژیست ته دیوه ناروغ اکسریز یوځل معاینه کولو او یا عکس اخېستنې په ترځ کې رسیږي . دبېلگې په توگه د رادیو لوژیست لاسونو ته دوه سوه شپېته مایکرو گرې (260 µGy) او دسرکوپړۍ ته لږ څه درې سوه مایکرو گرې اکسریز رسیږي (300µGy).

دیوه ناروغ دسږي یوه اکسریزعکس په اخېستلو سره یوملي سیورت (1m Sv) ، دېښتورگې اکسریزعکس په اخېستلو تر دیرشو ملي سیورت (30 mSv) ، دسرکوپړۍ او د شمزۍ اکسریزعکس اخېستل تر څلوېښتو ملي سیورت (40 mSV) پورې بدن ته وړانگې رسیږي.



يو ناروغ د سينې اکسريز عکس اخېستني
په ترځ کې ليدل کيږي



(۱۱۱- شکل)

۱۱۱- شکل: د شلمې پيړۍ په پيل کې د اکسريز ناوړه اغېز و په پايله کې د راديولوژي څانګې ډېرو ډاکترانو خپل ژوند له لاسه ورکړ. دا ځکه چې د نوموړو وړانګو سره يې د ځان ساتلو په تړاو بې پروايي کړې وه. د بېلګې په ډول په نوموړي عکس کې د اکسريز وړانګې د ناروغۍ د پېژندلو په موخه د راديولوژۍ ډاکتر ته پخپله هم رسيږي. دا ځکه چې د راديولوژي ډاکترد وړانګو د خطرڅخه د ځان ژغورلو په موخه د سرپوېو فلزي بالاپوش (Pb-Mantle) څخه کار ندی اخېستی. په کيڼ اړخ عکس کې د راديولوژي کارپوه بدن ته د ناروغ يوې معايني په ترځ کې وررسيدلي اکسريز وړانګې په وا حد د مايکروګري µGy ښوول شوې دي. (26)

☜ پايله: د پاس ياد شوو شمېرنو او بېلګو په پايله کې نن ورځ په نړيواله کچه د کار پوهانو تر منځ منل شو بده ، چې ايونايز وونکي وړانګې که په لوړه او که په ټيټه کچه وي د بدن لپاره ناوړه اغېزې لري. داځکه چې د نوموړو وړانګو اغيزې ستوخاستيک يانې تصادفي پېښې دي او مخ ترمخه يې اټکل نشي کېدای. د بېلګې په ډول لکه د سرطان ناروغۍ ، د حجرو موټېشن او د بدن د دفاع سيستم کمزورتيا اونور. نوله دې کبله د نوموړو وړانګو د خطرڅخه د او سېدونکو او چاپيريال خوندي ساتل د پام څخه وه نه ايستل شي. د نړيوال روغتيا سازمان (WHO) او د اتومي انرژۍ سازمان (IAEA) لخوا په يوه نوې تيوري باندې پريکړه شو بده چې د هغې په بنسټ ديوې خوا روغتيا ته د ايونايز ونکو وړانګو د ناوړه اغېز و اټکل مخ وېښه تر سره کيږي، او بلخوا د نوموړو وړانګو څخه د ځان ژغورنې کړنلارې ښوول شوې دي. د غه تيوري د سرحد يا لېمېټ نه لرونکې تيوري په نامه سره ياديږي.

☜ خطي بې پولې تيوري (Linear Non Threshold Theory = LNT) په ډاګه کوي چې:

☜ د وړانګو لپاره د اسې پوله نه شته چې بې ضرره وي (No safe threshold limit for radiation)

په ۱۱۲ شکل کې د ټيټې کچې انرژي ډوزیا نې د صفر نه تر دوه سوه ملي سیورت پورې د رياضي څومهم موډلونه ښوول شوي دي چې د سرطان ناروغۍ د منځته راتلو احتمال اټکل کوي.

لومړی: خطي لیمیټ نه لروونکی تیوري (Linear non Threshold Theory = LNT) :

سرحد یا لیمیټ نه لرونکي راديوبیولوژيکي تیوري (Linear non threshold theory= LNT) په ډاګه کوي، چې دوړانګو د خطر احتمال که په ټیټه او یا په لوړه کچه وي شته دی، او همدارنګه د دغوی د خطر ضريب دیوه اوبل سره تړاو لري. د بېلګې په ډول نوموړې تیوري دا په ګوته کوي چې د ازمېینو په بنسټ د لوړې کچې وړانګې (>200 mSv) د خطرضريب پينځه په سل په يو سیورت ($0,05/Sv = 5\times10^{-2}/Sv$) اټکل شوی دی نو همدارنګه نوموړی ضریب د ټیټې کچې وړانګو (< 200) لپاره هم د باوراو د منلو وړ دی.

- که ومنو چې د سلو تنو څخه پینځه تنه د سرطان په ناروغۍ اخته کیږي که چیرته دیوې سیمې خلکو ته یوزرملي سیورت و ړانګې ورسیږي. نو پوښتنه دلته داده چې که لس زره تنه په لس ملي سیورت رڼا شي نو بیا به هم پینځه تنه په سلو کې د سرطان په ناروغۍ اخته شي؟
- که دوړانګو یوه ځانګړې ذره د ډي این اي (DNA) په یوه مالیکول ا ود بدن یوې حجرې په هسته (زړی) ولګیږي، نو ددې احتمال شته دي چې همدا یوه ذره هم د سرطان ناروغۍ د منځته راوستلو لامل وګرزي. نو داسې ما نا لري چې دسرطان ناروغۍ د منځته راتلو احتمال په نوموړي مالیکول باندې د لګیدلو الفا ذرود شمېر سره سیخ متنا سب ده. دا په دې مانا چې څومره ډېرې ذرې د ډي این اي (DNA) په مالیکول ولګیږي نو په هم هغه کچه یې د زیان احتمال هم زیاتیږي او د هغې سره سم نوموړې کرښلاره دوړانګو انرژي ډوز سره نېغ تړاو لري.

که چېرته د وړانګو انرژي ډوز په (D) او د هغوی په واسطه راپارول شوي سرطان ناروغۍ په (y) سره وښیو نو د سرحد یا لیمیټ نه لرونکي تیوري معادله (انډولیزه) په لاندې ډول لیکلای شو:

(Linear non Threshold Theory)	$Y = a \times D$

په پا سنۍ معادله کې د اې توری (a) یوه ثابته ده او د وړانګو موتېشن اغېزې سره تړاو لري.

نوموړې تیوري دا په ګوته کوي چې د سرطان ناروغۍ د خطراټکل د معادل ډوز سره یو خطي یاني سم سیخ اړیکې لري او د معادل ډوز هېڅ ټیټه کچه نشته چې د هغې نه ښکته د هستوي وړانګو ناوړه اغېزې د پام نه وه اېستل شي.

دا په دي مانا چي که هستوي وړانګي په ډېره ټيټه کچه هم وي، د بېلګي په ډول لکه دوه ملي سيورت چي د طبيعی وړانګو سره برابر قيمت لري، دسرطان ناروغی د منځته راتلو لامل کېدای شي . که څه هم د وړانګو يو ملي سيورت ډوزد يوه کال په موده کی د بدن په هره يوه حجره(ژونکه) کي يو موتېشن منځته راولي خو په بشپړه توګه بيرته جوړيږي. ددغي تيوري په بنسټ د اسي احتمال شته دی چي حتی د الفا وړانګي يوه ذره هم کولای شي چي په يوه حجره کي د سرطان ناروغی منځته راولي. همدغه يوه سرطاني حجره(ژونکه) بس ده چي د ډېرويشني او نه کنترول کيدونکي کړنلاري په مرسته سره د سرطان ناروغی لامل وګرځي. د پام وړ خبره خو داده چي د يورانيوم يو ګرام سرګولی څخه په يوه دقيقه کي د الفا څه ناڅه سل ذري خپريږي.

دويم : خطي مربع تيوري (Linear Quadratic Theory) :

په نوموړي تيوري کي د وړانګو انرژي ډوز (D) او د هغوی د ناوړو اغېزو (y) تر منځ د اسي اړيکي موجودي دي چي يوه برخه يي سم سيخ او بله برخه يي مربع ترم (Therm) يا غړی جوړوي.

$Y = \alpha D + \beta D^2$	**(Linear Quadratic Model)**

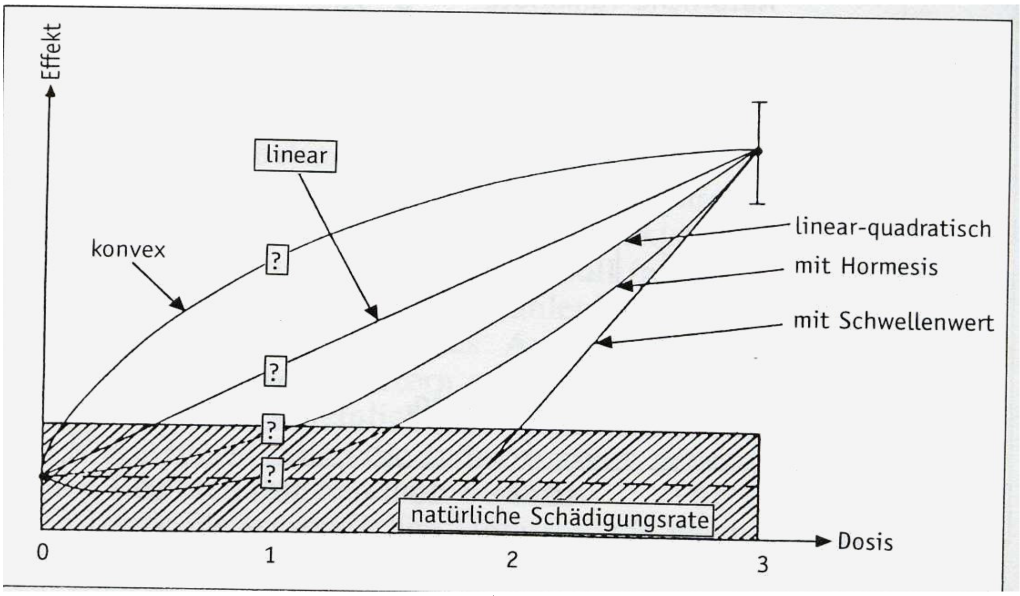
په پورتنی معادله (انډوليزه) کي د بيتا β او الفا α توري دوه ثابتي دی چي په خپل وار سره په کروموزومو کي د وړانګو موتېشن اغېزه او د ډي اين اي غبرګ سټرانګ Strang يو او يا دواړوتارونوپري کيدل په پام کي نيسي.

دريم: د وړانګو ګټور هورمېزيس موډل (Biopositive Model) :

نوموړی موډل په ډاګه کوي چي د وړانګو د ټيټي کچي انرژي ډوز د روغتيا لپاره د زيان پر ځای ګټه رسوي. دا ځکه چي د بدن دفاع سيستم د پخوا په پرتله فعال کوي او د ډېرکار کولو وخوا ته يي هځوي. همدا لامل دي چي د نوموړي موډل د ګراف لومړی برخه منفي قيمت لري او دا په دي مانا چي ناوړه اغېز ي کمښت مومي. د ګراف دغه برخه د هورمېزيس (Hormesis) په نامه سره يادېږي او په دي مانا چي په ټيټه کچه وړانګي لکه د يو ګړي په شاوخوا کي د ناروغی په تړاو داند يښني وړ نه دي بلکي مثبت بيولوژيکی اغېز ي لري.

$Y = \alpha \times D - \beta \times D^{-0,24}$	**(Biopositive Model with Hormesis)**

په پورتنی معادله (انډوليزه) کي Y د وړانګو ناوړه اغيزه ، D د انرژي ډوز او الفا α ، بيتا β توري دوه ثابتي دی چي په خپل وار سره په کروموزومو کي د وړانګو موتېشن سره تړاولري.



(۱۱۲- شکل)

۱۱۲- شکل : د ریاضي خوډوله تیوریکي موډلونه چې د سرطان ناروغۍ د منځته راتلود خطر اټکل کوي ښوول شوي دي . په عمودي محورکي دوړانګو ناوړه اغېز و احتمال او په افقي محور کي د انرژي ډوز چې لوړ قیمت یې تر دري ګرې Gy پورې رسیږي راښئي(7).

د پاس نه ښکتې خواته منحني (کږ) عبارت دی له:

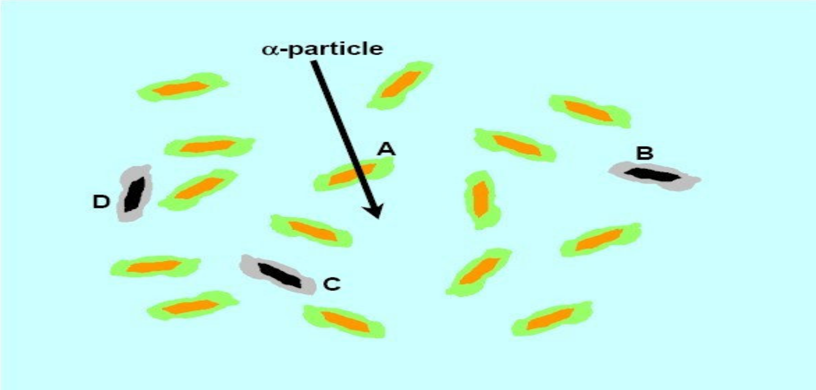
* (کونویکس منحني، سم سیخ لیمیټ نه لرونکی منحني، سم سیخ مربع منحني، هورمېزیس ګټورمنحني، لیمیټ لرونکی منحني).
* دافقي محورپه اوږدو کې موازي کښل شوي کرښې د سرطان ناروغۍ هغه کچه ده چې د طبیعي وړانګو ناوړه اغېز و لکه موټیشن په پایله کې او یا د نورونا ځرګنده علتونو له کبله یو ه نا څاپه منځ ته راځي او راپارول(Spontaneous mutation) کیږي (6) .

بایستېنډ راغېزه (Bystander effect) :

اوسنۍ بیخي نوېو او د باور وړ څېړنو او ازمېښتو په ډاګه کړه (61;62;63) چې د وړانګو انرژي او د هغوی د بیالوژیکي اغېز و ترمنځ د سرحد نه لرونکي رادیوبیولوژیکي موډل LNT) چې د سپکو ذرو لکه فوتون الکترون او د ټیټې کچې وړانګو (Low Lewel Radiation) لپاره په کارول کیږي، د درندو ذرو لکه الفا وړانګې ،نیوترون او پروتون لپاره اعتبار نه لري . هغه نړیوال مسلکي پوهان چې نوموړی موډل LNT تر یو ښتني لاندې راولي، او د الفا وړانګو لپاره او په ټیټه کچه وړانګې لکه د یورانیوم وسلو وړانګې، طبیعي وړانګې او یا ټولې هغه وړانګې چې انرژي ډوز یې د دوه سوه ملي سیورت نه دلاندې وي، په یوه نوې تیوري ټینګار کوي. دغه نوې تیوری د بایستېنډ راغېزې په نامه سره یادیږي .

بایسټنډ راغبږه (Bystander effect) :

نوموړي اغبزه په ډاګه کوي چې که درندي ذرې دبېلګې په توګه لکه دالفا وړانګې د بدن نسجونو څخه تېرېږي، نو په دې ترځ کې نه یوازې په هغو حجرو کې چې دخپلې لارې په اوږدو کې ور سره سم سیخ غبرګون کوي، موتیشن منځ ته راولي، بلکې په نورو شاوخوا ګاونډیو حجرو کې، چې دالفا وړانګې بیخي ورسره ټکر نه وي کړی، هم زیان رسوي . (64). دنوموړي اغبزې پوهیدل په دې ډول تر سره کیږي، چې ګڼه په هغه ژونکه کې چې دالفا وړانګې په لګیږي، یو ډول پروتېین ازادکوي چې د (Cytokines) په نامه سره یادیږي . نوموړي پروتین یو ډول بیا لوژیکي فکتورونه دي چې بیو کیمیاوي سیګنالونه د نوموړو حجرود ترون برخه کې یا د تماس په چاک کې (Gape junction) ګاونډیو حجروته استوي او دوړانګودناوړو اغبز و څخه یې خبروي. بایسټنډر راغبز ه دایونایز کوونکو وړانګو یو بیخی نوی ډول زیان په ډاګه کوي، چې په ډي این اې کې نه پېښیږي بلکې دیوې حجرې څخه وبلې حجرې ته د خبریدلو په بنسټ (Cell to cell communication) منځته راځي . په ګاونډیو حجروکې، چې وړانګې ورته هېڅ نه وي رسیدلې، دبایسټنډ ر ناوړه اغبز ې په لاندي ډول وپیژندل شوي . لکه په کروموزوموکې بدلون، موتیشن، دحجرې ځان وژنه، دسرطان په ژونکه بدلېدل اونور. په ۱۱۳- شکل کې دوړانګو دبایسټنډ راغیزه ښوول شو یده .



(۱۱۳- شکل)

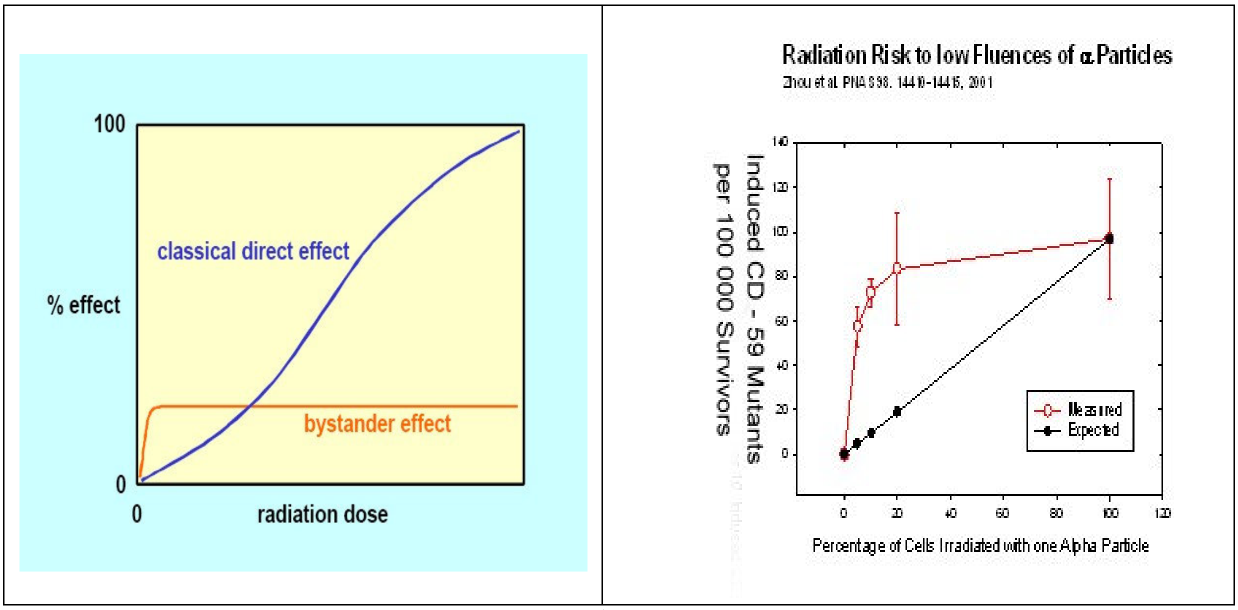
۱۱۳- شکل: د وړانګو بایسټېنډر اغبزه Bystander effect د الفا یوې ذرې لپاره ښوول شو یده . دالفا یوه ذره دبدن په یوه غړي لګیږي او په هغه ځای کې دنسجونو یوې حجرې ته چې په اې توري A ښوول شو یده ، انرژی ډوز رسوي . په دې ترځ کې نورو ګاونډیو حجروته لکه بي B ، سي C، او ډي D ته هم زیان رسیږي، په داسې حال کې چې وروستیو حجروته هېڅ وړانګې نه دي رسیدلې.

دپام وړ: دیوه تومور(Tumor)غټېدل اوپه نسجونوکې دحجروشمېر N دوخت t په تابع سره دیوه اکسپونېنسیال تابع په بڼه ډېرښت مومي. په لاندنۍ معادله (انډولیزه) کې لامدا λ دتومورغټېدلو ثابته ده.

$$N = N_0 \times e^{+\lambda t}$$

$$t_d = 0{,}693 / \lambda$$

په پورتنۍ معادله کې t_d هغه وخت دی، چې دیوه تومورحجم دلومړي وخت په پرتله دوه برابره غټ شوی وي(t_d = Doubling time) . دلامده λ قیمت دهریوه تومورلپاره ځانګړی قیمت لري اوواحد یې (s^{-1}) یو په ثانیه دی. په پورتنۍ معادله کې منل شو یده ، چې دتومورکتلې ډېرښت د اکسپونېنسیال تابع په ډول غټیږي. داځکه چې ځینې تومورونه پیژندل شوي دي، چې په ډېرسرعت او ځینې بیا په لږسرعت سره غټیږي .



(۱۱۴.شکل)

۱۱۴.شکل: په دغه شکل کې د بدن په حجروکې دوړانگو انرژي ډوز اود هغوی داغېزې ترمنځ اړيکي (Dose-effect relationship) دپخوانيو کلاسيکي موډلونو (Classical direct effect) اواوسنۍ بيخي نوې بايستنډراغېزې لپاره ښوول (Bystander effect) شوي دي.

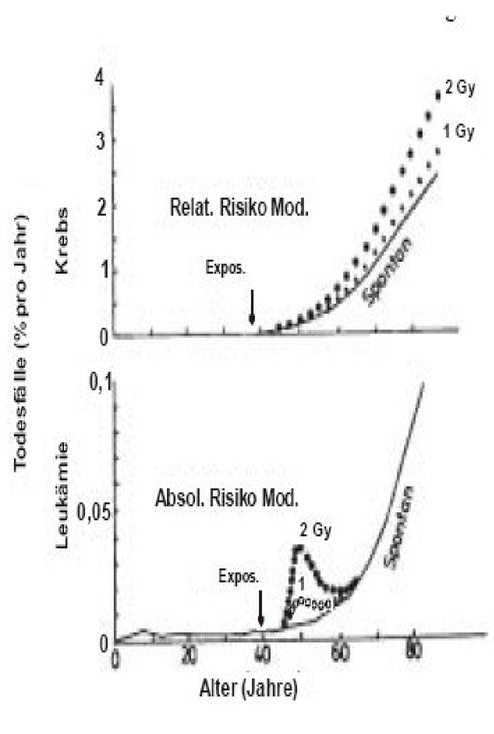
په تيټه کچه وړانگې لکه دخوارشوي يورانيوم وړانگې، ديورانيوم دکان وړانگې، طبيعي وړانگې او دهستوي بټې څخه چاپېريال ته وړانگې د بايستنډراغېزې يوه وتلې بېلگه ده. کلاسيکي موډل په ډاگه کوي، چې که دوړانگودډوز کچه پوره لوړقيمت ولري، نودوړانگو سم سيخ اغېزه د پلټونکوډلو حجروڅخه (Cell population) تپولو رڼا شوو حجروته زيان رسوي. په داسې حال کې چې په ټيټه کچه وړانگې يانې د منحنې د پيل په برخه کې، د بايستېنډر اغېزه هغه وخت منځته راځي کله چې د پلټونکو حجروشمېر يوه کوچنۍ برخه رڼا شي ،خو زيان يې پاتې نورو حجرو ته چې رڼا شوې نه وي، هم ورسيږي . د پلټونکو حجروشمېرد يو په سل نه تر دېرش په سل کې، هغه برخه حجرې تشکيلوي چې هغوی ته وړانگې نه دي رسيدلې، خو بيا هم زيانمنې شوي دي. پورتنی شکل په ډاگه کوي چې د ټيټې انرژي په برخه کې ديوې ټاکلې انرژي ډوزليميټ څخه پورته د بايستېنډراغېزه نوره دانرژي ډوز دزياتوالي سره سم سيخ نه ډېريږي بلکې يو ثابت قيمت ځانته غوره کوي(63).

دبېلگې په ډول لکه څرنگه چې دالفا وړانگومايکرو بيم Microbeam irradiation ازمېينو وښووله، چې که ديو مليون حجروڅخه پينځه په سلو کې ، لس په سلوکې او شل په سلو کې ديوې ځانگړې الفا ذرې په واسطه، رڼا شي، نو دوړانگو ناوړه اغېزې لکه پاراول شوی موتېشن (Induced mutation) په خطي ډول نه زياتيږي بلکې په هسک متناسب (super proportional) ډول سره پورته ځي. نوموړې اړيکې په ۱۱۴ شکل کې ښوول شوي دي . پايله يې داده چې دمحرورونوپه پيل برخه کې ،په خپل وارسره دوولس ځله، نهه ځله او څلور ځله موتيشن وليدل شو. يو بل اړين مالومات چې په دې اړوند تر لاسه شوی دی، په ډاگه کوي چې د يو مليون رڼا شوو حجروپه راتلونکو دوولسونسلونوکې، هيڅ ډول بدلون او موتيشن نه ليدل کيږي، خو درڼا شووحجرود څوارلسم اويا پينځلسم نسل څخه وروسته د بايستېنډراغېزه پيل کيږي او موتېشن منځته راځي.

☜ **پایله**: د بایستهېندرا غبزه په ډاګه کوي چي دا سمه نه ده چي د لوړانرژي ډوز او اغېزي منحني (کږ) چي په جاپان باندي د اتوم بم دکارولو په کلا سيک موډل کي تر لاسه شويدی، سم سيخ صفر ته وغځوو (Extrapolation) . داځکه چي دوړانګو لوړانرژی ډوز(1Gy <) د خطرضريب (risk coefficient) د ټيټي کچي انرژي ډوز 0,2Gy > دخطرضريب سره يو شان ندی. د بېلګي په ډول که ديوملیون حجرو څخه پينځه په سلوکي دالفا ذري په واسطه رڼاشي اوخطر ضريب يي سم سيخ صفرخواته وغځول شوي، نوکلاسيک پخواني موډل منحني په پرتله لږخه دوولس واره لوړ قيمت لري.

د خطرټاکلو موډلونه (Risk assessment Modells) :

دوړانګو د خطرټاکلو په موخه نن ورځ په نړيواله کچه درياضي دوه نامتو موډلونه په کارول کيږي چي لومړی يي دوړانګو دخطر نسبي (پرتليز) موډل او دويم يي دوړانګو د خطرمطلق موډل په نامه سره ياديږي. په ۱۱۵ شکل کي دنوموړوموډلونو بېه د وينې سرطان (Leukaemia) او د سرطان پاتي نورو ډولونو لپاره ښوول شو يده.



دوړانګو دخطرنسبي (پرتليز) موډل د يوګري او دوه ګري لپاره دکالونو په تابع سره په پري کړو ټکو ښوول شوی دی. د بېلګي په ډول که يو چا ته په څلوېښت کلنۍ عمر کي يوګري 1Gy او يا دوه ګري 2Gy وړانګي ورسيږي، نوپه عمودي محور کي د سرطان ناروغۍ د ډېرښت کلنۍ کچه د طبيعي ناروغيو په پرتله د پاتي کالونوپه تېريدلو سره لوړ قيمت لري.

دوړانګو دخطرمطلق موډل دهغو وګړو لپاره چي په څلوېښت کلنۍ کي په يو ګري او دوه ګري رڼا شوي وي اوبيا د وينې سرطان په ناروغۍ اخته شي د پاتي کالونو په تابع سره ښوول شوی دی.

(۱۱۵.شکل)

۱۱۵.شکل: دوړانګو د خطر نسبي (پرتليز) او مطلق رياضي موډلونه دوينې د سرطان (Leukaemia) او د سرطان هر اړخيزو نورو ناروغيو لپاره ښوول شوي دي(18) .

دوړانګودخطرنسبي موډل (Relative Risk Modell) :

دوړانګو دخطر نسبي (پرتليز) موډل دويني سرطان او دهډوکو سرطا ن څخه پرته د نورو سرطاني ناروغيو د خطرټاکلو په موخه کارول کيږي. په نوموړي موډل کي درنها شوو وګړود ناروغيو د ډېرښت او زياتوالي کچه، دهغووګړوپه پرتله چي وړانګي ورته رسيدلي نه وي رانښئي . کله چي ديوه چاپېريال اوسيدونکو ته ايونايز وونکي وړانګي وه نه رسيږي، خو سره دهغي هم په خلکو کي د ناخرګنده لامله د ويني سرطان او د سرطان نوري ناروغي منځته راشي، نوپه رياضي موډلونوکي د نوموړوطبيعي او په خپل سرپېښيدونکو (Spontaneous) ناروغيو شمېرته نسبي (پرتليز) خطرموډل ويل کيږي. داساتنيا لپاره يي دخطرکچه مساوي په يوټاکل شوي،ياني سل په سل کي تعريف شوي (Relative Risk = 1). نودسرطان هغه ناروغۍ چي يوازي دوړانګو دزيان سره تړاو لري ، د سرطان هغه ناروغۍ په پرتله چي په طبيعي ډول منځته راځي (Baseline cancer) دسل په سل نه پورته شمير ل کيږي او داضافه ناروغيو نوم ورکړشوي دی .

په جاپان باندي داتوم بم دچاودني څخه وروسته اپيد يمولوژی Epidemiology احسايو په ډاګه کړه چي هغو کسانو ته چي ژوندي پاتي شوه، او څلور ګري (4 Gy) وړانګي ورته رسيدلي وي، په هغوی کي د ويني سرطان کچه د۱۹۴۵م کال نه پخوا په پرتله پينځه لس واره پورته ولاړه شوه . دسرطان ناروغانودغه اضافګي شمېرچي دوړانګو سره تړاولري اوپه طبيعي ډول د سرطان دپېښيدلو شمېرڅخه تېری کوي د زياتی نسبي (پرتليز) خطر په نامه سره ياديږي.

دوړانګودخطرمطلق موډل (Absolute Risk Modell) :

دويني سرطان اود هډوکوسرطان دخطر اټکلو په موخه دنوموړي موډل څخه کار اخېستل کيږي . دوړانګودخطرمطلق موډل کي کارپوهان دامني چي تر يوه ټاکلي وخت پوري (Latency time) دناروغيود ډېرښت اندازه د تصادفي اوپه خپل سر (Spontaneous) ناروغيوپه پرتله پورته ځي، خو بيا وروسته د نوموړي مودي څخه ډېري نوري ناروغۍ منځته نه راځي چي دوړانګو دناوړو اغېزي سره تړاولري .

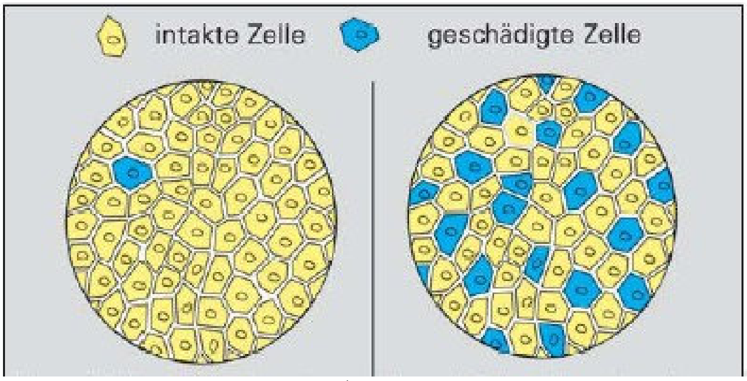
- **(Latency time)** : نوموړی وخت هغي مودي ته وايي چي که څه هم بدن په وړانګورنها شوی وي، خو کومي کلينيکي ناوړه اغېزي اويا کلينيکي نښي (Symptoms) يي نه ښکاري. په بله ژبه نوموړی هغه وخت دی چي يوه اورګانيزم ته د وړانګوپه رسيدو سره پيل کيږي او تر هغي مودي پوري پايښت کوي، تر څو په کلينيکي اړوند د ناروغۍ ښکاره نښي را ښرګندي شي.
- **(Survival time)** : هغه موده ده چي يو ناروغ ژوندی پاتي وي .نوموړی وخت دسرطان ناروغۍ دپيژندلو سره سم پيل کيږي اودناروغ ترمړيني پوري پايښت کوي.
- ريسيد يري (Recidere = recurrence) اويا رېځيديف (Rezidiv) ددرملني څخه وروسته ديوي ناروغۍ بيرته راګرځيدلوته وايي. دغه ناروغۍ کېدای شي چي په هم هغه غړي کي بيرته راپيدا شي او يا داچي دبدن نوروغړو کي منځته راشي. د خپل لومړي ځای څخه د بدن نوروغړواوبرخوته ديوي ناروغۍ غوړيدلو ته مېټاستاز(Metastasis) ويل کيږي .

د روغتيا په تړاو د يورانيوم وسلو د خطر کچې اټکل :

دلته اوس داپوښتنه پيدا کيږي چې دپاس يادشووشپږو شمېرنوپه بنسټ ترلاسه شوي رياضي موډلونه او معادلې تر کومې اندازې پورې د يورانيوم وسلود خطراټکل په رښتوني توګه بيان کو لای شي اوهم کوم پارامتريا ټکي دهغوی څخه بل ډول دي او توپير لري.

لومړي: د يورانيوم په وسلوکې د معادل انرژي ډوزکچه دهغې انرژي ډوزپه پرتله چې په ياد شوو رياضي موډلونو کې کارول شو بده ، ډيره ټيټه ده اودلږ څه لسوملي سيورت په شاوخوا کې اټکل کيږي.

دويم: په يادشوو دوو هستوي چاودنو کې چې په جاپان اوپه پخوانۍ روسيه کې پېښې شوې دي خلکو ته دګاما وړانګې اونويترون و ړانګې رسيدلې دي، په داسي حال کې چې د يورانيوم وسلې څخه په لومړي وخت کې دالفا وړانګې خپريږي. يورانيوم د يوکال څخه وروسته په نورو عنصرو تجزيه کيږي چې په دې ترځ کې دالفا وړانګو په څنګ کې دبيتا او ګاما وړانګې هم خلکو ته رسيږي. ازمېښنو ښوولې ده چې د بدن حجروته د الفا وړانګود زيان کچه د ګاما اوبيتا وړانګو په پرتله شل واره زياته ده. دنوموړوو وړانګو توپير لرونکي اغېز ې په ۱۱۲ شکل کې ښوول شوې دي. همدا لامل دې چې ديورا نيم وسلې څخه د الفا وړانګود خطر احتمال خلکو ته ډېرد انديښنې وړ ګڼل کيږي.



(۱۱۲- شکل)

۱۱۲- شکل: د شي اړخ نسجونه په الفا وړانګو α، اود کيڼ اړخ همدغه نسجونه په بېټا وړانګو β ړنا شوېدي. په داسي حال کې چې د دواړو وړانګو انرژي ډوز سره يوبرابر ياني دوه ګرې (2 Gy) قيمت لري خو دالفا وړانګو بيالوژيکي زيان د بيتا وړانګوپه پرتله شل ځله ډېر ښکاري. په نوموړي شکل کې نيمګړې حجرې په شين رنګ او روغې حجرې په زيړ رنګ سره ښوول شوېدي (31).

دريم: د يورانيوم وسلې په افغانستان کې د ډېرې اوږدې مودې راهيسې، ياني څه ناڅه ۲۷ کاله راپدې خوا کارول کيږي، او له دې کبله د وخت په تېر يدلو سره سم چاپېريال په هم هغه کچه ډيراو پرلپسې توګه په راديو ايزوټوپ ککړکيږي. درادیو بيالوژي کارپوهانو له نظره دا په دې ما نا چې دبدن حجرې ۲۷ کاله پرلپسې او پايښت لرونکي ډول دالفا وړانګو تر اغېز ی اورښا لاندې پريوتې دي اود هغوی د بيرته جوړوونکی انزايم لپاره

ډېر کم وخت پاتې کېږي، ترڅو دالفا وړانګو داغېزې په پایله کې د ټیپي شوو کروموزومو نیمګړتیا بیرته له منځه یوسي.

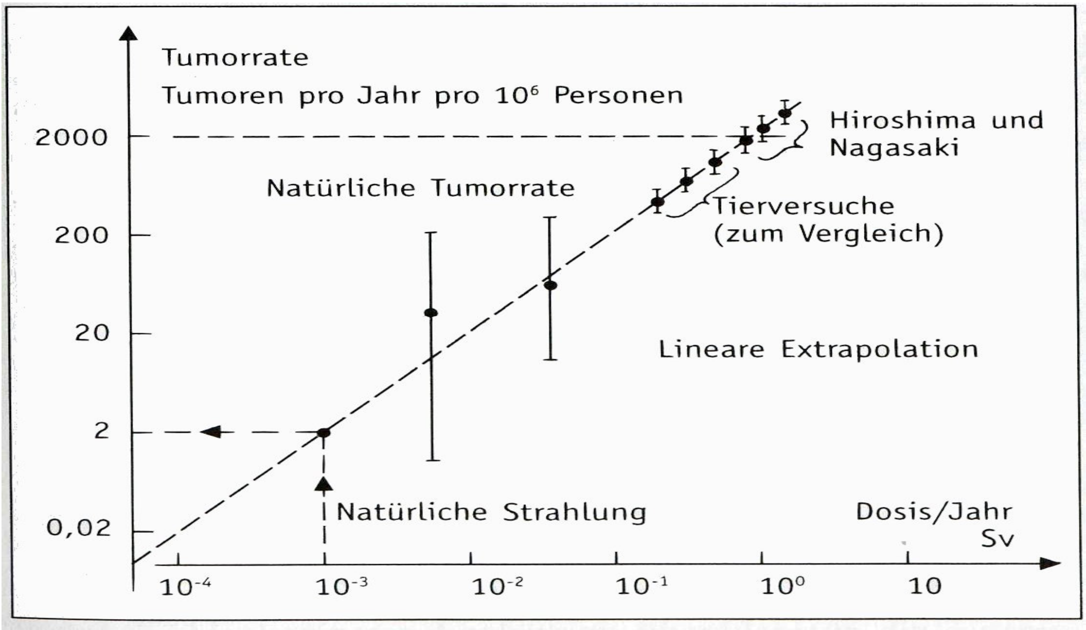
د رادیوبیولوژیکي څېړنو په اساس ازمېینو ښوولې چې نوموړي انزایم ته لږ تر لږه شپږ ساعته وخت په کار دی، تر څو کولای شي زیانمن شوې حجرې بیرته جوړې کړي، خو په دې شرط چې په دغه موده کې نورې وړانګې ورته وه نه رسیږي.

څلورم: څرنګه چې دیورانیوم وسلو رادیو اکتیو مواد د فلزاتو په ډله کې په لومړۍ درجه زهرجن دي، نو کله چې د نوموړو وسلو د یوې خوا دوړانګو پرلپسې زیان، او بلخوا د نوموړو وسلو زهرجني اغېزې دواړه سره یوځای او په ګډه د بدن په حجرو اغېزې واچوي، نو دپاس یادشوې تیورۍ په بنسټ، دیوې خوا د سرطان د ناروغۍ د منځته راتلو احتمال کچه سم سیخ پورته ځي، او دبلې خوا د نورو نارو غیو، لکه د پزې حساسیت یا الرګي Alergy، ذکام، ټوخیدل، داندامونو درد او نور هم ورسره زیا تیږي. که څه هم دیورانیوم وسلو په کارولو سره دالفا وړانګو انرژي ډوز، دپاس یاد شوو دریو هستوي پېښو په پرتله خورالږ اود څو میلي سیورت څخه نه اوړي، خو که دبېلګې په ډول دلته دمقایسې په موخه د نوموړي موډل په بنسټ محاسبه وکړو نو یو اوزې دطبیعي وړانګو ډېره کمه کچه انرژي ډوز یانې دوه میلي سیورت کلنۍ قیمت د نورو زهرجنو کیمیاوي موادو سره یوځای په یوه ورځ کې د بدن په څه نا څه پینځوس زرو حجرو کې، موټېشن منځته راولي. که چېرې د بیرته جوړونکي انزایم (DNA-Polymerase) او په وینه کې د مخصوصو حجرو لخوا سل په سلو کې بیرته دغه نیمګړتیا پوره نشي، نو ددې ډېر احتمال شته دی چې نوموړي زیانمنې حجرې زیاته برخه به د سرطان په ناروغو حجرو واوړي.

پینځم: دالارا پرنسیپ (ALARA) : په دې اړوند د ایونایز کوونکو وړانګو د خطر څخه دځان ساتلو نړیوال کمیسیون، چې لنډیز یې په (ICRP) سره کیږي، یوه نامتو سپارښتنه دا په ګوته کوي، چې نبایې بدن ته څومره چې امکان ولري دومره لږ وړانګې ورسیږي. دا په دې مانا چې که څه هم دروغتیا په تړاو دیورانیوم وسلو ایونایز کوونکو وړانګو، هستوي آزموینو اودناروغیو په پیداکولو کې دوړانګو ناوړه اغېزې په ټیټه اندازه هم ښکاري، خوبیا هم اړین ده چې تر وسه یې کچه راښکته اویا بیخي مخ نیوی وشي. دبېلګې په ډول دافغانستان په شاوخوا هېوادونو لکه چین، هندوستان، کازاخیستان، پاکستان (لرافغانستان) او ایران کې داتومي وسلو پروګرامونه مخ پروړاندې روان دي او ځینې یې هستوي ازموینې تر سره کوي. په تېره بیا د پاکستان (لر افغانستان) هستوي ازموینې چې د ۱۹۹۸ م کال څخه راپدې خوا د دیورند مصنوعي کرښې څخه پینځوس کیلومتره واټن کې ترسره کیږي دافغانستان چاپېریال په رادیو اکتیو وړانګو ککړ کوي او له دې کبله ددې سیمې او سیدونکو روغتیا یې د ګوابښ او اندیښنو سره مخامخ کړیده.

د ایونایز وونکو وړانګو د خطر څخه دځان ساتلو نړیوال کمیسیون (ICRP) د سرطان ناروغۍ د مخ وینې په اړه دریاضي هراړخیز احسائیوي موډلونه محاسبه کړي دي. دنوموړو موډلونو د پایلو بنسټ د هستوي پېښو او یا لکه په جاپان باندې داتوم بم څخه ژوندي پاتې شوو او د سرطان په ناروغۍ مړه شوو کسانو په اپید ېمیولوجي (Epidemoiology) شمېرنه باندې ولاړدي.

په ۱۱۷ شکل کې نوموړي کمیسیون د سرطان ناروغۍ د منځته راتلو دزیان احتمال ضریب د ټیټې کچې انرژي برخې لپاره پینځه په سل تقسیم په یو سیورت ($0,05\ Sv^{-1}$) ټاکلی دی.



(۱۱۷- شکل)

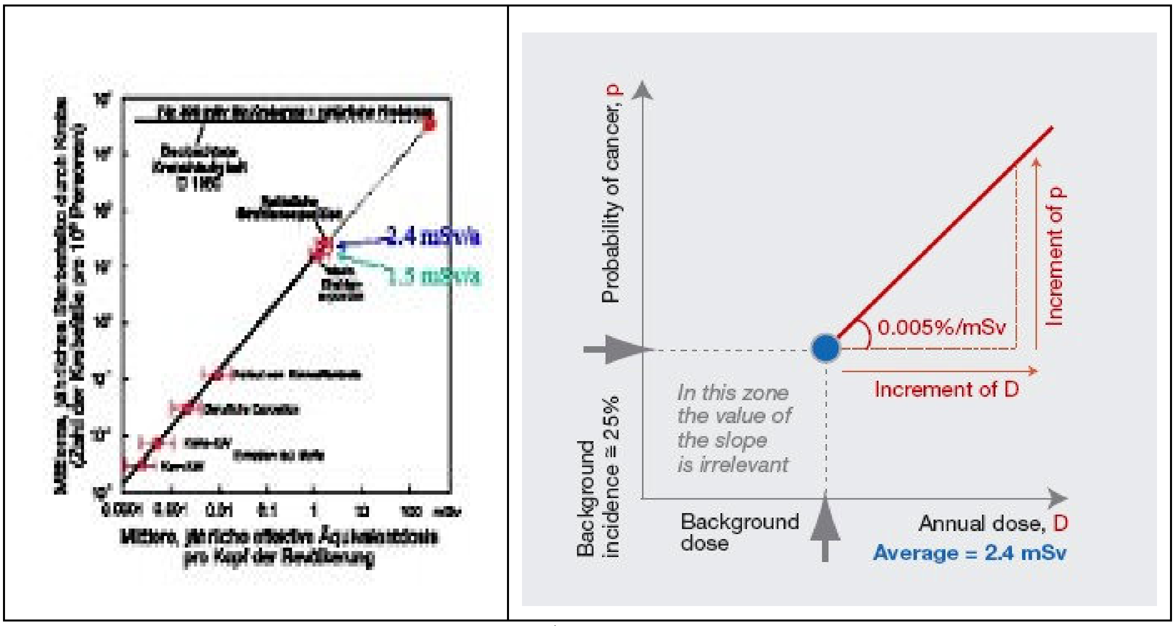
۱۱۷- شکل: د سرطان ناروغۍ کثرت (ډېرښت) او د وړانګو انرژي کلنۍ ډوزتر منځ اړیکې د یوه سم سیخ او سرحد نه لرونکې تیوري (Linear non threshold theory = LNT) له مخې ښوول شوې دي . په افقي محورباندې انرژي ډوزپه واحد سیورت اویوه کال، او په عمودي محورکې د سرطان ناروغۍ پرلپسي والی (کثرت) ښوول شوی، چې په یوه ملیون وګړو اویوه کال کې پیدا کیږي . د شکل پیل برخه یانې یو ملي سیورت (10^{-3} Sv) د ناروغیو شمېر دوه په یو ملیون وګړوکې اټکل کیږي. دطبیعي وړانګوپه کچه ډوز د سرطان ناروغیو کثرت (ډېرښت) په یوه کال او په یو ملیون وګړو کې لږ څه شل تنه راښئي . په نوموړو ناروغیو کې هغه کسان هم شامل دي، چې بې له وړانګو څخه یوه ناڅاپه اودنا ګرځنده علته د سرطان په ناروغۍ اخته کیږي .دیوه سیورت نه تر لس سیورت پورې (د شکل اخرنۍ برخه) هغه شمېر ناروغۍ دي، چې په حیواناتوباندې دازمېښنوله مخې او یاپه جاپان باندې داتوم بم څخه په ژوندیو پاتې شوو کسانوکې پیداشوي دي . دبېلګې په ډول په جاپان باندې داتوم بم په چاودلوکې که یو ملیون وګړوته یو سیورت وړانګې وررسیدلې وې، نو دهغوی څخه لږ څه دوه زره کسان په یوه کال کې د سرطان په یوه ناروغۍ باندې اخته شول (7) .

✻ تورټکې دازمېښنونتیجه، او عمودي کرښې دغلطۍ (ناسمۍ) لیمیټ ،اوپرې شوې کرښې د سم سیخ او سرحد نه لرونکې تیوري LNT منحني، دلوړې کچې ډوزڅه ترصفره پورې سم سیخ غزید ل شوې کرښه راښئي (Extrapolation) .

په ۱۱۸ شکل کې د سم سیخ او لیمیټ نه لرونکې تیوري ګراف مشتق یانې tangent ښوول شوی دی چې د سرطان اضافګي ناروغیو احتمال Δp او د وړانګو ډوز ΔD توپیر د (وېش پایلې) څخه تر لاسه کیږي.

$$Y = \text{tangent } \alpha = \Delta p / \Delta D = 0{,}005\%/mSv$$

د نوموړي منحني ميل (Inclination) يا نې تانګينټ مساوي دي له : 0,005%/mSv دا په دې مانا چې که ديوې سيمې چاپېريال دومره په راديو اکټيو موادو ککړ وي، چې هلته سل زره کسان ژوند کوي او هر يوه تن ته يو ملي سيورټ وړانګې ورسيږي، نو د دغو سلو زرو څخه به يوازې پينځه تنه د راديو اکټيف وړانګو د خطر په اساس د سرطان په ناروغۍ اخته شي.



(۱۱۸- شکل)

۱۱۸- شکل : په عمودي محور کې د سرطان ناروغۍ احتمال (Probability of cancer) او په افقي محور کې د وړانګو کلنۍ انرژي ډوز D په واحد ملي سيورټ ښوول شوی دی. (27)

لکه چې د ۱۱۸ شکل څخه څرګندیږي چې د دوه نيم ملي سيورټ څخه راښکته برخه کې شمېرنه د باور وړ نه ده. دا ځکه چې نوموړې برخه د طبيعي وړانګو سره برابره ده . د سرطان ناروغۍ پينځه ويشت په سل کې د طبيعي وړانګو څخه منځته راځي.

کولېکټيو يا ډله ايزډوز (Collective dose) :

کله چې په يوه چاپېر يال کې وړانګې خپرې شي، نو دغې سيمې او سيدونکو ته په توپير سره وړانګې رسيږي. دوړانګود خطرشمېرنې او اټکل په موخه ددې اړتيا ليدل کيږي، چې دغه او سيدونکي په څوګروپونو او يا ډلوو بشل شي . هغه فيزيکي کميت چې د نوموړې شميرنې لپاره ګټور دی د کوليکټيو ډوز(ډله ايزډوز) په نامه سره ياديږي.

☜ کوليکټيو يا ډله ايز ډوزعبارت دی له مجموعه د حاصل ضرب (وهنپايله) د وړا نګومنځنی انرژي ډوزاو د هغووګړوشمېر چې توپير لرونکي ډله خلک په رڼا شوي وي.

☜ د کوليکټيو ډوز واحد (يوتن ضرب د سيورت) او يا (man-sievert) سره ښوول کيږي.

* **پوښتنه**: د امريکا سرشميرنه لږ څه دوه سوه نه څلوېښت مليونه ده. که چيرته هر يوه وګړي ته په يوه کال کې د هستوي آزموينو له کبله يو ملی سيورت وړانګې ورسيږي نو د کوليکټيو ډوز کچه يې څومره ده ؟

* **ځواب**: $249\times10^{6}\times1mSv = 249\times10^{6}\times10^{-3}\ Sv = 249\ 000$ man-sievert

د ډ وز خطر ضريب (Dose risk coefficient) :

که چيرته ديوي سيمی په زرګونو او سيدونکو ته د بېلګې په ډول د يوې هستوي او يا نورو ،ورته پېښولـه کبلـه يو سيورت 1 Sv وړانګې و رسيږي او په پايله کې د هغوی څخه يوه برخه کسان د سرطان په ناروغی اخته شي، نو د غه سليز تناسب ته د ډوزخطرضريب f_{risk} ويل کيږي. د نوموړي فيزيکي کميت واحد د سرطان په ناروغی مړه شوو کسانو سليزه برخه تقسيم په يوه سيورت ټاکل شوی دی. د بېلګې په ډول لکه دوه په زرمه برخه د سيورت ($f_{risk} = 2\times10^{-3}\ Sv^{-1}$) د امانا لري چې که د يو زرکسانو ($N_{population}$) ټول بدن ته په يوشان يانې متجانس ډول او ديو سيورت (D_{dose}= 1Sv) په اندازه وړانګې ورسيږي، نو ديو زر کسانو څخه به دوه تنه د سرطان په ناروغی اخته شي. دبدن هر غړي لپاره د نړيوال کميسيون (ICRP) لخوا د نوموړي ضريب په اړه ځانګړي قيمتونه د اوږدې څېړنې په پايله کی تل نوي څېړيږي.

☢ د ۱۹۹۰ کال څخه راپدې خوا د نړيوال کميسيون (ICRP) لخوا د وړانګو د ډوزخطرضريب پينځه په سل په يوه سيورت($0,05/Sv = 5\%/Sv = 5\times 10^{-2}Sv$) ټاکل شوی دی. نو کله چې سل تنه په يو سيورت وړانګو رڼا شي نو د هغوي څخه به په ډېرا حتمال سره پينځه تنه دژوند په اوږدوکې د خطر له کبله مړه شي.

دلاندنی معادلې په مرسته سره کولای شو چې ديوه هېواد هغو وګړو شمېر N_{cancer} تر لا سه کړو چې هغوی ته وړانګې رسيدلې وي، او بيا د سرطان په ناروغی اخته او مړه شي. بر سيره پر دې کو لای شو چې په دې اړوند د وړانګو ستوخاستيک زيان اندازه وړاند ويينه او ټاکل وکړو. په لاندې معادله (انډوليزه) کې د وړانګو انرژي ډوزپه واحد د سيورت (D(Sv او د خطرضريب f_{risk} په واحد د سليزه برخه په يو سيورت $\%Sv^{-1}$ کارول کيږي.

د سرطان په ناروغی اخته شوو مړو شمېر د لاندې فرمول څخه تر لاسه کيږي.
د سرطان مړو شمېر = د ډوز خطرضريب × د رڼا شوو وګړو شمېر × اغيزمن ډوز
Cancer deaths = Effective Equivalent Dose × Dose risk coefficient × Exposed Population
$N_{cancer} = D_{dose} \times f_{risk} \times N_{population}$

په پورتنی معادله (انډوليزه) کې د رڼا شوووګړوشمېراو دمعادل ډوز حا صل ضر ب ته ډله ايز ډوز (Collective dose) هم ويل کيږي او واحديې په (يوتن×سيورت = person ×Sivert) سره ښوول کيږي.

* **پوښتنه**: که چېر ته د ټول ژوند په موده کې د وړانگو ستوخاستیک وروستی خطر د جر منې هېواد وگړو لپاره تر څېړنې لاندې و نیسو، اوو منو چې د چرنوبیل هستوي پېښې په ترڅ کې د یوې سیمې سل زره وگړو (100 000 persons) ته د یوه سیورت لسمه برخه یانې سل ملي سیورت (0,1 Sv = 100 mSv) وړانگې رسیدلې وي، نو د احسایې له مخې هغه احتمال چې وروسته له اوږدې مودې به په هغوی کې د طبیعي وړانگو څخه پرته د سرطان اضافگې ناروغۍ منځته را شي او یوازې د وړانگو سره تړاوولرې مالوم کړی؟

* **حل**:

$$\text{سل زره وگړي} \times \text{سل ملي سیورت} \times \text{د خطر ضریب} = \text{د مړو شمېر}$$

$$10^5 \times 10^{-1}\ Sv \times 5\times10^{-2}\ Sv^{-1} = 500$$

* **ځواب**: په سل ملي سیورت وړانگورنا شووسلو زرووگړو څخه به پینځه سوه تنه د سرطان په ناروغۍ مړه شي.

په ۴۱ جدول کې د بدن هر غړي لپاره د وړانگو ډوز خطر ضریب په واحد Sv/ % ښوول شوی دی. که وغواړو چې دیوه ټاکلي غړي لپاره د بېلگې په ډول لکه د سږي سرطان له کبله د مړه شوو کسانو شمېر وړاند وینه وکړو، نو د نوموړي جدول په کارولو سره د سږي د خطر ضریب، اونوموړي غړي ته ر سیدلې وړانگې ډوز په لاندنۍ معادله کې اچوو، نو لرو چې:

د سږي سرطان مړو شمېر = د سږي خطر ضریب × د رڼا شووو گړو شمېر × سږي ته د اغیزمن ډوز اندازه

د بېلگې په ډول که سل زره وگړي، د یو سیورت په لسمه برخه (0,1 Sv = 100 mSv) وړانگې رڼا شي نو د هغوی څخه هغه کسان چې د سږي سرطان په ناروغۍ به د ژوند په اوږدو کې مړه شي، د خطرضریب یې ۴۱ جدول له مخې مساوي دی له: $(0,9\times10^{-2}\ /Sv)$

$$\text{سل زره وگړي} \times \text{سل ملي سیورت} \times \text{د خطر ضریب} = \text{د مړو شمېر}$$

$$10^5 \times 10^{-1}\ Sv \times 0,9\times10^{-2}\ Sv^{-1} = 90$$

یانې د سل زر رڼا شوو کسانو څخه به نوي 90 وگړي د سږي سرطان په ناروغۍ مړه شي.

☜ که چیر ته په ۴۱ جدول کې د ټولو غړو د خطر ضریب سره جمع کړو نو قیمت یې پینځه په سل تقسیم په سیورت کیږي ((0,05/Sv = 5% /Sv)).

څرنگه چې د الماني نفوس لږ څه اتیا ملیونه وگړي تشکیلوي نو که هغوی هریوه ته د بېلگې په ډول لس ملي سیورت وړانگې $0,01Sv = 10^{-2}Sv$ ورسیږي، نو د هغو کسانو شمېر چې د سرطان په ناروغۍ به په راتلونکي کوم وخت کې مړه شي، په لاندې ډول تر لاسه کیږي.

اتيا مليونه وګړي × لس ملي سيورت × دخطر ضريب = دمړو شمېر

$80 \times 10^6 \times 10^{-2}\ Sv \times 5 \times 10^{-2}/\ Sv = 40\ 000$

* ځواب: داپه دې مانا چې د اتيا مليونووګړو څخه به څلوېښت زره وګړي په راتلونکي وخت کې دسرطان په ناروغۍ مړه شي که هغوی په لس ملي سيورت ربړا شي.

د اټکل شووسرطان ناروغانو اضافګي شمېر	دعمر بايلل په کالو	دخطر ضريب $(10^{-2}/Sv)$ = %/Sv	دغړي نوم
52	15	0,52	Bone marrow دهډوکو سره مازغه
1	15	0,01	Bone surface دهډوکو پوستکی
80	18	0,8	Breast سينه يا تېتېر
90	14	0,9	Lung سږې
224	12	2,24	Oesophagus + stomach مری او معده
17	15	0,17	Thyroid تايرئيد
38	15	0,38	د بدن ټول نورغړي
502	**15**	**5,02**	**ټول (Total)**

۴۱ جدول: د وړانګو څخه دساتنې نړيوال کميسيون (ICRP 1991) دڅېړونې په اساس دسرطان ناروغۍ دمنځته راتلو خطرضريب (Cancer Risk coefficient) د هر غړي لپاره په واحدد سلمه په سيورت (%/Sv) ښوول شوی دی کله چې ټول بدن دوړانګو د يوه سيورت په لسمه برخه (0,1 Sv) ربړا شي.
د۴۱- جدول څخه ځرګندېږي چې که سل زره وګړي (100 000 persons) د يوه سيورت په لسمه برخه (0,1 Sv) ربړا شي نو دهغوی څخه څه ناڅه پينځه سوه تنه د سرطان په ناروغۍ مړه کيږي.
دټول بدن لپاره اغېز من ډوز(H_{eff}= Effective dose) تر لاسه کولای شو، چې لومړی دنومورې کميت د تعريف سره سم، دهريوه غړي وزن فکتور (W_i)، دمنځني معادل ډوز(H_i) سره ضرب کړو اوبيا ټول سره جمع کړو. په رياضي کې د جمعې نښه داسې ∑ ليکل کيږي. د بېلګې په ډول دټول بدن لپاره دطبيعي وړانګو اغېز من ډوز، د بدن دهريوه غړي، لکه جنسي غدې ، خيټه، ينه، دهډوکو ماغزه ، سږواونورو د ربړا کېدو په پايله کې ، په لاندې ډول تر لاسه کولای شو: که ومنوچې دنومړوغړو لپاره د معادل ډوزکلنی قيمت په خپل وارسره 1,1 mSV ؛1,2 mSv ؛ 1,2 mSv ؛ 1,6 mSv او 12 mSv وي، اودهغوی د وزن فکتورونه د

۲۲ - جدول له مخې په خپل وار سره 0,2؛ 0,12 ؛ 0,05 ؛ 0,12؛ 0,12 وټاکو، نوداغېز من ډوزکچه څه ناڅه دوه نيم ملي سيورت لاس ته راځي. درياضي معادله (انډوليزه) يې په لاندې ډول ليکو.

$$Effective\ \ dose = w_1H_1 + w_2H_2 + w_3H_3 + ... + w_nH_n = \sum_i^n w_nH_n$$

$$Effective\ \ dose = 0{,}2\times 1{,}1 + 0{,}12\times 1{,}2 + 0{,}05\times 1{,}2 + 0{,}12\times 1{,}6 + 0{,}12\times 12 + ... +$$

$$Effective\ \ dose = 2{,}4\ mSv/a$$

- که فرض کړو چې دافغانستان سرشمېرنه په او سني وخت کې شل مليونه ومنو، او د ګړو په ټوله موده کې د افغا نستان هريوه وګړي ته ديورانيوم هر اړ خيزه وسلو وړانګود خپريدلو په پايله کې لس ملي سيورت اغېز من ډوزوررسېدلي وي (10 mSv = 0,01 Sv) او د سرطان ناروغۍ دخطرضريب د وړانګو څخه دساتنې نړيوال کميسيون په سپارښتنه (ICRP) پينځه په سلو کې د يوه سيورت ($0{,}05\ Sv^{-1}$) لپاره ومنل شي نو دهغو وګړو شمېر چې د سرطان په ناروغۍ به په راتلونکي وخت کې مړه شي په لاندې ډول لاس ته راځي.

شل مليونه وګړي × لس ملي سيورت × د خطر ضريب = د مړو شمېر

$20\times 10^{6}\times 10^{-2}\ \ Sv\times 5\times 10^{-2}\ \ Sv = 10\ 000$

- د پورتني ګڼون په اساس داسې اټکل کيږي چې د شل مليونو افغانانو څخه به په راتلونکي وخت کې لس زره تنه د سرطان په ناروغۍ اخته او يا مړه شي.

د تولونوروهرډول سرطان ناروغانو اضافګی شمېر	د وينې سرطان اضافه وګړوشمېر	د نړيوال کميسيون نوم
600 - 1000	100	UNSCEAR 1988
800	100	ICRP 1991
900	100	BEIR 1990

۴۲- جدول: په نوموړي جدول کې د دريو نامتواومنل شوو نړيوالو کميسيونو احسا يه ښوول شو يده ، چې د رياضي موډلونو په اساس يې د سرطان ناروغۍ په اړه څېړه کړې ده . دبېلګې په ډول کله چې لس زره تنه (10 000 persons) دوړانګو په يوګړي انرژي ډوز (1 Gy) رڼا شي، نوداضافه اخته شووکسانو شمېر د هغوسرطان ناروغيو په پرتله، چې په طبيعي ډول منځته راځي، دوينې سرطان لپاره سل تنه اودنورو سرطان ناروغيولپاره د يو زرکسانو څخه هم اوړي .

په درملنه کې د ایونایزوونکو وړانګو د خطراتکل :

نن ورځ د درمل پوهنې په هر اړخیزو څانګو لکه رادیوتېراپي Radiotion Therapy، رادیولوژيRadiology او دهستوي طب Nuclear Medicine کې د ایونایزوونکو وړانګو څخه د ناروغیو په پېژندنه او درملنه کې په پراخه توګه ګټه اخېستل کیږي. څرنګه چې نوموړې وړانګې د ناروغانو لپاره دیوې خوا ګټورې دي خو د بلې خوا د ګټې په څنګ کې د روغتیا په تړاو خطر هم لري. د بېلګې په ډول لکه چې د المان په هېواد کې د تمدن سره سم د درمل پوهنې په نوموړو څانګو کې د ایونایزوونکو وړانګو د انرژي ډوز اندازه د اکسریزیوه عکس اخېستنې په موخه لږ څه (1,2 mSv) ، په هستوي طب کې د رادیواکتیو موادو څخه د ناروغیو پېژندنې په موخه څه ناڅه (0,2 mSv) ته رسیږي. د وړانګو نه د ځان ساتنې نړیوال کمیسیون ICRP لخوا په وروستي وخت کې د وړانګو په تړاو د خطر ضریب یوځل بیا نوی ټاکل شوی دی، چې قیمت یې پینځه په سل په یو سیورت دی (0,05/Sv) . نن ورځ د نوموړي قیمت په کارولو سره، کولای شو چې د اکسریز په اړه د ټول عمرلپاره د سرطان ناروغۍ د خطر د منځته راتلو اټکل په لاندې ډول تر سره کړو.

د اکسریزعکس د خطر په تړاو د سرطان ناروغۍ اټکل :

څرنګه چې د المان هېواد سر شمېرنه اتیا ملیونه ده او که فرض کړو چې په یوه کال کې هریوه تن ته د (1,2 mSv) په اندازه اکسریزورسیږي، نو د سرطان ناروغۍ د منځته راتلو له کبله د مړو شمېر په لاندې ډول تر لاسه کولی شو.

د ټول عمرلپاره د خطرضریب × د خلکو نفوس × د وړانګو اندازه = د سرطان ناروغانو شمېر

$$(1{,}2 \times 10^{-3}\mathrm{Sv}) \times (80\,000\,000) \times (0{,}05/\mathrm{Sv}) = 4800$$

پایله : په یوه کال کې څلورزره اته سوه عام (ټولیز) وګړي په المان کې د اکسریز د ناوړه اغېز و له کبله د سرطان په ناروغۍ مړه کیږي.

د بلې خوا د المان په هېواد کې دوه سوه شل زره (220 000) وګړي، بې له دې چې وړانګې ورته رسیدلې وي، د نورونا څرګندو لاملونو له کبله په یوه کال کې د سرطان په ناروغۍ مړه کیږي . دا په دې مانا چې د اکسریزو وړانګو خطر د نوموړي ناڅرګنده سرطان په پرتله لږ څه دوه په سل دی (4800/220000= 0,022= 2,2 %) .

دپام وړ: هغه وګړي، چې د هغوی په کورنۍ کې د سرطان ناروغۍ ډېره لیدل کیږي، دوی پخپله هم د خطر سره مخامخ دي. دا په دې مانا چې د سرطان ناروغۍ یو جنېتیک لامل هم لري، او د خطر احتمال یې د هغو کورنیو په پرتله چې د سرطان ناروغي وه نه لري،لوړ اټکل کیږي . د بېلګې په ډول که یو ه ښځه د تی سرطان (Breast cancer) ناروغي ولري، نو په ډېر احتمال سره د هغې په خپلوانو کې، د دوه نامتو جینونو لکه (BRCA1) او (BRCA2) کې جوت بدلون لیدل کیږي . همدارنګه د پروستاتا سرطان او د کلمو سرطان ناروغۍ هم یو جنېتیک لامل لري.

دبدن يوه غړي د اکسريز عکس اخېستل	اغېزمن انرژي ډوزپه واحد Sv سيورت	دسرطان خطر څخه ديوه تن مړينې احتمال
سينه	3,2 $\times10^{-5}$	1,3 $\times10^{-6}$
شمزۍ يا ستون فقرات	15$\times10^{-5}$	6 $\times10^{-6}$
دمعدې رنا کول	5,4$\times10^{-4}$	2$\times10^{-5}$
دهډوکو سينتيګرام	4,4$\times$ 10^{-3}	1,8$\times10^{-4}$

۴۲- جدول: د سرطان ناروغۍ د خطر احتمال چې دبدن غړو د اکسريز عکس څخه پيدا کيږي.

دعلت احتمال تيوري (Probability of causation theory):

دعلت احتمال تيوری په ګوته کوي چې که يو چا ته ډېر کالونه تر مخه وړانګې رسيدلې وي، نو د اپيډيمولوژي څېړنو په بنسټ څومره سليز احتمال شته دی، چې ډېره موده وروسته د وړانګو د اغېز و له کبله راپاراول شوې سرطان ناروغۍ دهغه په غړو کې منځته راشي (76).

پوښتنه :

يو مسلکي ساينس پوه د ۱۹۴۰ څخه تر ۱۹۲۰ م کال پورې د امريکا يوه ايالت نيوادا په سيمه کې (Nevada state) کې دهستوي وسلو د ازموينې په موخه په کار بوخت وه . په ۱۹۷۲ م کال کې دويني دسرطان (Malignant Lymphoma) په ناروغۍ اخته شو . په ۱۹۵۱ م کال کې دډوزيمتري الو په مرسته سره په ډاګه شوه، چې هغه ته دهستوي آزموينو له کبله څه ناڅه درې نيم سانتي ګرې وړانګې (3,72 cGy) په يوه کال کې رسيدلې دي. څومره احتمال شته دی، چې پينځه ويشت کاله وروسته نوموړې ناروغي د هستوي وسلو ازموينو د چاپيريال وړانګو څخه را پيدا شوې وي ؟

* **حل** : دعلت احتمال (Probability of causation = P .C) عبارت دی له حاصل تقسيم د هغو اضافګي شميرسرطان ناروغۍ، چې دوړانګو انرژي ډوز (Radiation cancer =R) له کبله منځته راځي، او مجموعه دسرطان ټولې ناروغۍ چې په طبيعي ډول منځته راځي او هغه ناروغۍ چې دوړانګو سره تړاو لري (Base line cancer plus the radiation cancer =B+R) .(76)

دپورتنی لنډ ليکنې په کارولو سره دعلت احتمال تيوري **(Probability of causation theory)** رياضي معادله په لاندې ډول ليکلای شو .

$$\text{Probability of causation} = \frac{R \times X}{B \times R \times X} \times 100$$

په پورتنۍ معادله کې:

☑ اکس X دهرغړي لپاره د سرطان ځانګړي ناروغۍ مطلق خطر دی چې د يو سانتي ګرې انرژي ډوز څخه د يوه کال په موده کې منځته راځي. د نړيوال کمسيون باير (BEIR) د څېړنو سره سم که يو مليون خلکو ته په يوه کال کې يو سانتي ګرې 1 cGy وړانګې ورسيږي نو د نومو ړي بيالوژيکي کميت قيمت د وينې سرطان (Lymphoma) لپاره مساوي دی له: $0,27/10^6$/yr/cGy

☑ هغه وړانګې چې مسلکي کارپوه ته **۲۵** کاله له مخه رسيدلي دی مساوي ده له R=3,27 cGy

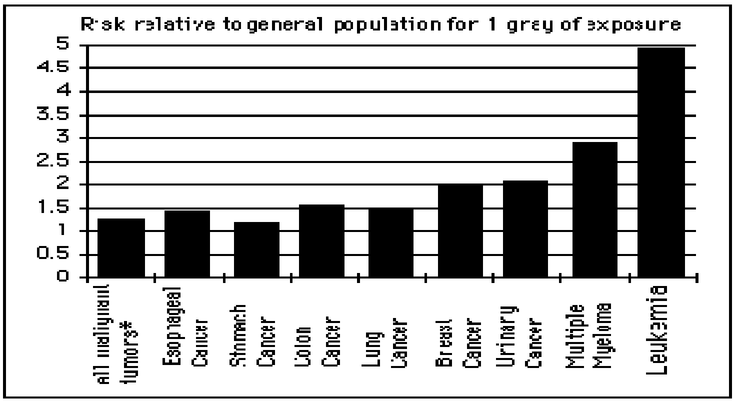
☑ د سرطان هغه ناروغۍ چې بې له وړانګو څخه منځته راځي او د طبيعي هر اړخيزو او ناڅرګندو پېښو سره تړاو لري د بنسټيز خطر په شکل (B =Base line risk) د او سنيو څېړنو له مخې (76) په يوه کال او يو مليون وګړو کې لږ څه دوه سوه اته پينځوس اټکل کيږي او مساوي دی له: $258/10^6$/yr

کله چې نومو ړي قيمتونه په پورتنۍ معادله (انډوليزه) کې کيږدو نو لرو چې:

$$\Pr obability \quad of \quad causation = \frac{3,72 \times 0,27}{258 \times 3,72 \times 0,27} \times 100\% = 0,4\%$$

* **ځواب**: د دې احتمال چې د غه مسلکي کارپوه به د هستوي وسلو د ازموينې په ترځ کې د وړانګو له کبله د سرطان په ناروغۍ اخته شوی وي، څلور په سل کې اټکل کيږي. دا په دې مانا چې د دوه سوه پينځوس چانسو څخه يوازې يو چانس کيدلای شي چې د لمفوما (Lymphoma) ناروغۍ اصلي علت د وړانګو سره تړاو ولري.

په لاندني ګراف کې دغړو سرطان خطر نسبي (پرتليز) احتمال د عام (ټوليز) ولس او د ټيټې کچې انرژي لپاره ښوول شوي دی کله چې پينځه سوه زره تنه په يو ګرې 1Gy وړانګو رڼا شي.



*excluding leukemia

(۱۱۸- الف شکل)

۱۱۸- الف شکل: په عمودي محور کې د عامو وګړو په پرتله د هغو کسانو د بدن غړو د خطر احتمال په سلو کې ښوول

شوی دی، چې يو گرې Gy وړانگې ورته رسيدلې وي. په افقي محور کې د غړونومونه ليکل شوي دي . د کينې خوا نه شی خواته لکه :د ستوني سرطان، دنس سرطان ،دکولوموسرطان،دسږي سرطان، دتيوسرطان، دميتيازوغړوسرطان، ملټيپل ميولوم اودويني سرطان.

(۱۲۰- شکل)

۱۲۰- شکل: د ټيټې کچې وړانگو لپاره ديوه جرمني نامتو ساينس پوه W .Jacobi يوموډل ښوول شوی دی. په نوموړي شکل کې دوړانگو داغېزې په پايله کې د سرطان ناروغۍ دخطر احتمال Probability دکالونو په تابع سره راښئي (32) .

د بېلگې په ډول : ۱- د ستوني سرطان Throat cancer ، ۲- دهډوکي سرطان Bone cancer ۳- دويني سرطان Leukemia ، ۴- ديني سرطان Liver Cancer

د ټيټې کچې وړانگود خطر احتمال په اړه ديوه جرمني نامتو ساينس پوه W .Jacobi لخوا يو تيوريټيکي موډل په ۱۲۰ شکل کې ښوول شوی دی. دنوموړي موډل پايله او د احسابي بنسټ د هغو زرگونوکارگرانود ارقامو Data څخه تر لاسه شوی دی، چې د المان په ختيزه سيمه کې ديورانيوم په کانوکې د ۱۹۴۵ څخه تر ۱۹۹۰ م کال پورې په کار بوخت وو. دغه کارگران د سږي ناروغۍ څخه پينځوس په سلو کې مړه کيدل.

که فرض کړو چې دجگړې په ډگرکې يو پينځه ويښت کلن افغان په 2001 م کال کې لس واره د يورانيوم وسلود استعمال په وخت کې په اعظمي کچه راديو اکتيو گرد تنفس کړی وي، نودپورتني گراف له مخې شپږ په سل (6%) کې د دې احتما ل شته، چې دغه افغان لس کاله وروسته دويني په سرطان اوشل په سل (20%) کې دهډوکو په سرطان اخته شي اود سرطان نوموړې ناروغۍ اصلي لامل ديورانيوم وسلې سره تړاولري. که چېر ته شل کاله وروسته دغه افغان د ينې (Liver) په سرطان اخته شو ، نو لږ څه شپيته په سلو کې د دې احتمال شته دې، چې دغه ناروغي به ديورانيوم وسلو څخه پيدا شوې وي.

د پام وړ: په يوه بيالوژيکي نمونه کې ديوه راديونوکليد راديواکتيويټي A په واحد Bq/kg دلاندني فرمول څخه ترلاسه کوو.

$$A = \left(\frac{N}{t} - \frac{N_0}{t_0} \right) \times \frac{1}{m \times \varepsilon \times I}$$

N او N_0 په خپل وارسره هغه شمير ايمپلس (Impulse) دي اويا دمنحني ترڅوکې لاندې هغه سطحه راښئي، چې په پلټونکې نمونه کې د هستوچاودنو شمېرسره مساوي ده. نوکله چې راديواکتيو نمونه داندازه کولو په

موخه په آله کې وي، په (N)، او بل ځل بيخي ليرې شي، په ($Background = N_0$) سره و ښيو ، همدا نګه t او t_0 داندازه کولو وخت په ثانيه (s) ، m د نمونې وزن په واحد کيلوګرام ، ε د ديکتور ثمره (يېبره) او په هره تجزيه کې د ګاما وړانګو شدت سليزه برخه په I = Intensity ښوول شو بده .

لنډيز:

په ټيټه کچه وړانګې ياني د صفرنه تر دوه سوه ملي سيورت (0-200 mSv) پورې لاندنۍ اغېزې په بدن کې منځته راوستلای شي.

- ❋ دحجرې په ډي .اين.اې. کې موټيشن منځته راوړي
- ❋ د سرطان ناروغۍ د راپارولو او منځته راتلو لامل ګرځي
- ❋ دبدن معافيتي سيستم دومره کمزوری کولای شي، چې په پايله کې د ميکروبونو او وايرسونو مخه نشي نيولای، او له دې کبله هر اړخيزې ناروغۍ منځته راتلای شي. برسيره پردې د بدن هم هغه غړی خپله دنده هم په سم ډول نشي تر سره کولای..
- ❋ دوړانګو ناروغي منځته راوستلای شي
- ❋ په راتلونکي نسل کې د معيوبو ماشومانو زيږيدلو لامل ګرځيدلای شي

پوښتنې (Questions): (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي):

۱-۱۵ په يوه کال کې د المان هيواد څومره خلک د سرطان په ناروغۍ نوي اخته کيږي ؟

۲-۱۵ د ماليګنوم (Malignom) او سرطان تر منځ توپير څه دی؟

۳-۱۵ په درمل پيژند نه کې د سرطان ناروغۍ په تړاو د ريسيديو (Recediv) کلمه او د ريميزيون (Remission) کلمه څه مانا ورکوي؟

۴-۱۵ ا پيډيميولوژي څه ته وايي؟

۵-۱۵ د سرحد يا ليميټ نه لرونکې راديوبيولوژيکي تيوري (Linear non threshold theory= LNT) د ټيټې کچې وړانګو په تړاو څه پايله لري؟

*　　*　　*

لسمه برخه

شپاړسم څپرکی

دوړانگو اندازه کولوتگلارې

(Radiation Measurement methods)

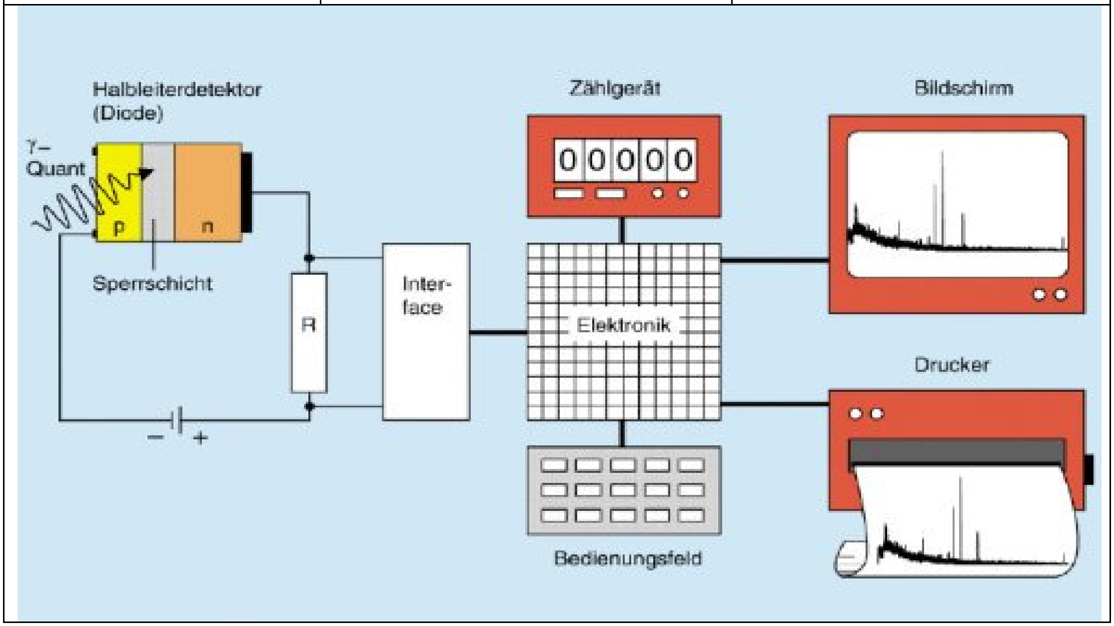
لومړی خبرې:

څرنگه چې انسانان د حس داسې غړي نه لري، چې ایونایز وونکې وړانگې لکه الفا ، بېټا ، گاما اود پروتون اونیوترون ذرې حس کړي او یایې په سترگو لکه نوریانې رڼا ووینې، نو له دې کبله دنومړو وړانگو پېژندنه او دهغوی دخطر اټکل او ځان ساتنه، ډېر گران تمامیږي. یوازې د تخنیکي آلو په مرسته سره موږ کولای شو چې د وړانگو دناوړه اغېزو څخه ځان وساتو . نن ورځ د ایونایزوونکو وړانگو د اندازه کولو لپاره ډېر دقیق او هر اړخیز آلو او تگلارو څخه کار اخېستل کیږي، چې دوړانگو د انرژي کچې، لوړ ډوز او ټیټ ډوز اودوړانگو ډول سره سم ټاکل کیږي . څرنگه چې ددغو تخنیکي ټولو آلو بیان کول دلته دکتاب موضوع ډېره اوږده کوي، نویوازې هغه تگلارې ته ړومبی توب ورکول کیږي چې د یورانیوم ایزوټوپونو په اندازه کولو کې ډېر حساسیت او پوره دقیق والی ښئي. دا ځکه چې نومړي ایزوټوپونه په چاپېریال کې په ډېره ټیټه کچه پیدا کیږي.

لومړی: گاما شپکترومتري (Gamma Spectrometry) :

گاما شپیکټرو متري د هستوي فیزیک یوه ډېره وتلې کړنلاره ده چې په یوه بیالوژیکي نمونه کې درادیواکتیوا ایزوټوپونو دپیژندلو او دهغوی د گاما وړانگوداندازه کولوپه موخه ور څخه کار اخېستل کیږي. په۱۲۱ـ شکل کې د گاما شپکترومتري بنسټیزجوړښت ښوول شوی دی. کله چې د گاما یوه ذره یانې یوکوانت دنیم هادي گرمانیم په کریستال (Ge = Germanium) ولگیږي نوهلته دمثبت سوریوپټ (p)او منفي سوریوپټ (n) ترمنځ په یوه بل دربیم پټ کې چې دخوارشوي پټ (Depleted layer) په نامه سره یادیږي گڼ شمېرد ا لکترون سوریو جوړې(Elctron-hole pairs) منځته راولي. په پایله کې یو بربښنایز جریان د تړلي سرکېټ په منځ کې پیل کیږي او له دې کبله د مقاومت یانې ټینگار (Resistance = R) د سراواخېرپه برخو کې د ولتیج توپیراو دهغې سره سم یو سیگنال منځته راځي. نومړی سیگنال دیوه امپلیفایر (Amplifier) په مرسته سره پرلپسې دومرغټ کیږي، چې د یوه مونیتورپه پرده باندې د انرژي شپکترم په بڼه لیدل کېدای شي. د بېلگې په ډول په ۱۲۱ شکل کې د ایزوټوپو انرژي شپکترم لیدل کېدای شي . نومړی شپکترم یو خطي شپکترم دی چې هره یوه لیکه یې، دیوه ځانگړي ایزوټوپ د انرژي سره سمون خوري.

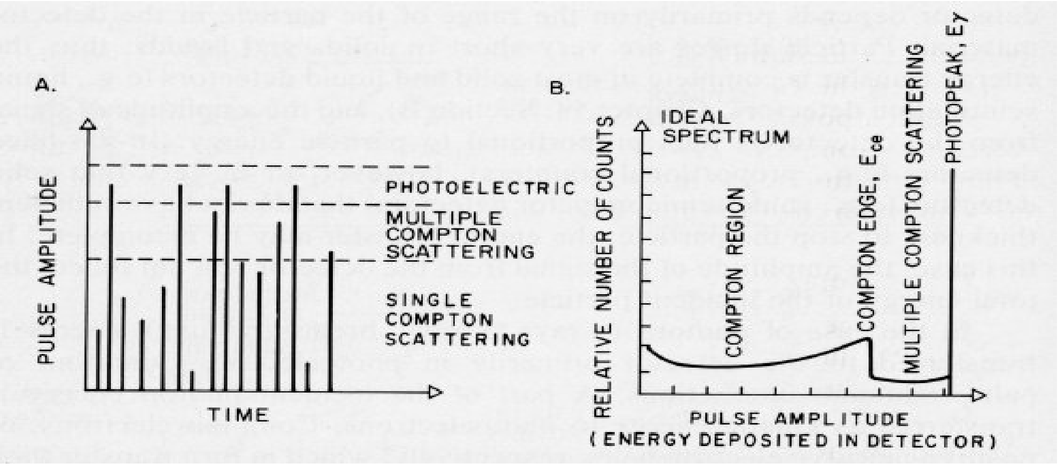
دنامالومو ايزوټوپونو انرژي شپکترم پر ليکه کيږي	د ولتيج سيګنال ستروونکي برخه	دګرمانيم بربښنايز نيم هادي دېډکتور



۱۲۱.شکل: د ګاما شپکترومتري بنستيزجوړښت (Gamma Specrometry)

دګاما شپکترومترا له د لاندنيو برخو څخه جوړه ده(34) .

- دګرمانيم بربښنايزنيم هادي دېډکتور(Germanium Semiconductor Detecor)
- د ولتيج سيګنال ستروونکي برخه (Amplification)
- د يوي پياوړي الکترونيکي ټکنالوژي په مرسته سره د ولتيج سيګنال شمېرل کيږي (Counter)
- د يوه مونيتور (Monitor) په پرده باندي کولای شو چي د پيژندل شوي او په بيالوژيکي نمونه کي دناخرګنده ايزوټوپونو انرژي شپکترم ووينو .



۱۲۱- ب شکل: دګاماشپيکترومترآلي يوخيالي طيف ښوول شوی دی چي دفوتواغيزي (Photo peak) او کمپتون اغېزي (Compton scattering) شيندل شوي سيګنالونه په ډېرشکاره ډول ليدل کيږي. په عمودي محورکي د سيګنالونوشمير او په افقي محورکي دهريوه سيګنال انرژي ښوول شو بده .

نن ورځ د ګرمانيم نيم هادي کريستالونه (Germanium semiconductor) په دومره سوچه توګه توليد کيږي، چي دنوموړي کريستال د سړولو لپاره د پخوا په پرتله مايع نايتروجن ته هيڅ اړتيا نشته . دنوموړي نوښت ګټه په دې کې ده چي په ډېره اسانی سره دتودوخي په عادی درجه کې هم ورڅخه کار اخيستل کيدای شي. څرنګه چي د ګرمانيم د يوه الکترون سوري جوړې (Electron-Hole Pair) د توليد لپاره په ډېره کمه کچه انرژي په کارده، چي قيمت يې لږ څه درې الکترون ولټه (3 eV) ته رسيږي، نو له دې کبله دګرمانيم دېدکتورد يوې خوا دايزوټوپود انرژي توپيرکولو وړتيا (Energy resolution) دنورودېدکتورونو په پرتله ډېره پياوړې ده او دبلې خوا دګاما وړانګو د اندازه کولو په اړه ډېر حساسيت ښيي . د بېلګې په ډول دوه ايزوټوپونه چي په انرژي شپکترم کې د يوه بل څخه لس کيلو الکترون ولټه (10 KeV) واټن ولري د يوه بل څخه په توپير سره پيژند لای شي.

دګاما شپکترومتري ګټورا ستعمال په لاندې ډول سره بيان کولای شو:

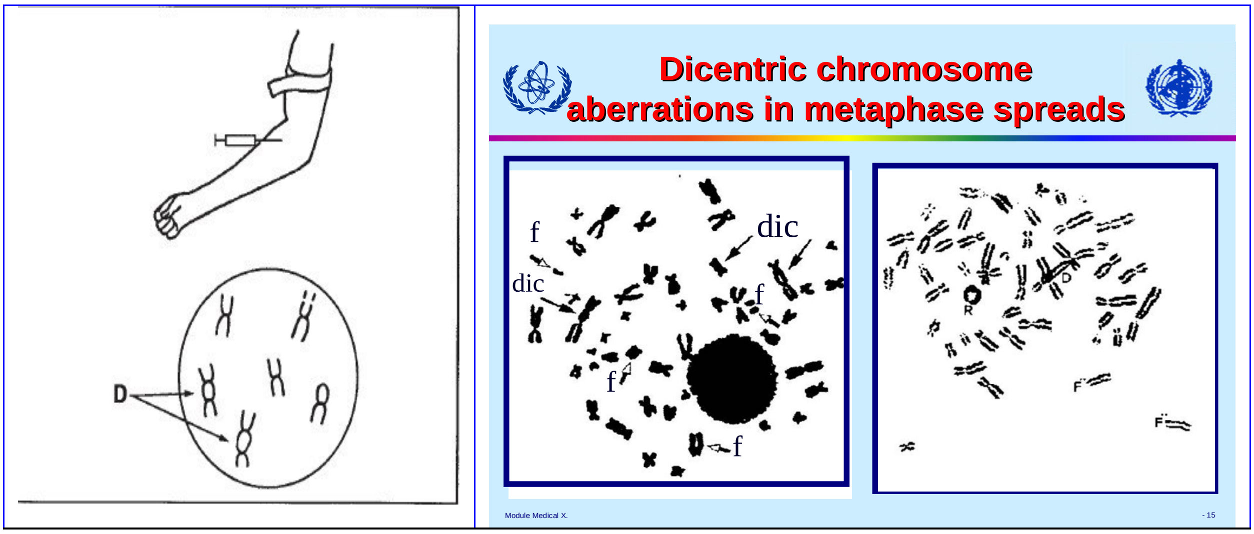
- په راديواکتيومواد و د چاپيريال ککړتوب اندازه کول. لکه اوبه، هوا ، ځمکه اونور.
- په چاپېريال کې د راديو اکتيو غاز د مخصوصه راديواکټيويټي(Specific radioactivity) کچه اود ايزوټوپو کيفي اومقداري تجزيه کول . د بېلګې په ډول د هستوي بټيو، هستوي آزموينو اونورو هستوي پېښو لکه د چرنوبيل په هستوي پېښه کې هغه نجيبه راديو اکتيو غاز، چي چاپېريال ته ازادکيږي دګاما شپکترومتري په مرسته سره ډېرښه اندازه کېدلای شي.
- دځمکي پر مخ لکه ريګ ،شګه، خاوره او ډبرو کې د راديو اکتيويټي او ايزوټوپو پيژندل
- په اوبو ، خوراکي موادو لکه غوښه، ترکاري، ميوو او نورومواد و کې د راديو اکتيويټي کچه اندازه کول.

دويم: بيا لوژيکي ډوزيمتري (Biological Dosimetry) :

بيالوژيکي ډوزيمتري په يوه حجره(ژونکه) کې دوړانګو دزيان په پيژندلوکې نن ورځ يوه ډېره حساسه تګلاره تشکيلوي. داځکه چي ټول بدن ته د رسيدلو وړانګوانرژي ډوزد ډيرې مودې څخه وروسته هم په ډېر دقيق او سم ډول سره اندازه کولای شي. په ۱۲۲ شکل کې دنوموړې ډوزيمتري کړنلاره ښوول شو بده .

ديوې پيچکارۍ يا ستنې په مرسته سره لږ څه پينځه ملي ليتره وينه، د رګونو څخه اخيستل کيږي او په سپينو کروياتو (Lymphocytes) کې دوړانګو ناوړه اغيز ې، لکه دکروموزومو نا سمي (Aberration) د يوه ميکرسکوپ په مر سته سره لټول کيږي. ددې موخې لپاره لومړی په لابراتوارکې ستاندارد ډوزيمتري تر سره شي، تر څو د وړانګو ډوز او د کروموزومو د ناسمي تر منځ، اړيکي تر لاسه شي. دا په دې مانا، چي يوازې دازمېينو په بنسټ د وړانګوانرژي ډوز، او دهغوی ناوړو اغيز و تر منځ، يو رياضي موډ ل تر لاسه کيږي . دنوموړې موخې لپاره سپين کرويات د کيمياوي موادو په مر سته سره تر هغه پورې راپارول کيږي او په هيجان راوستل کيږي (Stimulate)، تر څوهغوی د حجرويه و بشلوباندې پيل وکړي . د ميتوز په پړاو کې بيا سرې کولای شي، د يوه رڼا ميکروسکوپ (light microscope) په مر سته سره، د ډي اين اېغبرګ تاو شوي مزي، او همدارنګه دهغوی موتېشن لکه دوه مرکزه (Dicentrics) نا سمي په سترګو ووينې . دنوموړې تګلارې لپاره د وينې لږ تر لږه پينځه سوه حجروته اړتيا ليدل کيږي، تر څو په پوره باورسره دهغوسپينو کروياتو شمېر وټاکل شي، په کوم کې چي دوړانګو په واسطه دوه مرکزونه منځته راغلې وي. څېړنو په ډاګه کړې ده، چي په سپينو کروياتو کې د ددوه مرکزونوشمېر د وړانګو دانرژي ډوز سره سم سيخ تړاو لري . د بيالوژيکي ډوزيمتري

ړومبيتوب اوبرم دنورومیتودونو په پرتله داده، چې په ټيټه کچه انرژي ډوزناوړه اغېزې د ښېلگې په ډول لکه د سل ملي سيورت نه تر لس ملي سيورت پورې هم اندازه کېدلای شي.



(۱۲۲- شکل)

۱۲۲- شکل: د بیالوژیکي ډوزیمتري په کړنلاره کې د یوې پیچکارۍ په مرسته سره د لاس څخه وینه اخېستل کېږي، اوبیا ترمکروسکوپ لاندې په هریوه سپین کرویات (Lymphocyte) کې ددوه مرکزو کروموزومو شمېرگڼل کېږي. په نومورې شکل کې دوه مرکزه (Dicentrics = D) کروموزوم په ویکتور(غشي) سره ښوول شوي دي (28).

دکروموزومو فلوریسینس تگلاره (Chromosome fluorescence methode) :

دوینې په رڼا شوو سپینو کروياتو کې ددوه مرکزو کروموزومو ناسمي Aberration ،یوه داسې بیالوژیکي ډوزیمتري ده، چې بدن ته د رسیدلوړانگو انرژي ډوز، دمالومولوپه موخه ورڅخه کاراخېستل کېږي . دنومورې کړنلارې نیمگړتیا په دې کې لیدل کېږي ، چې د سپينو کروياتو په ویشنه کې دکروموزومودوه مرکزه ناسمي، راتلونکي نسل ته نه لیږدول کېږي . له دې کبله سړی نه شي کولای، چې داوږد مهال لپاره، دنومورې کړنلارې څخه، دباورورېبیالوژیکي ډوزیمتري په ډول، اغیزمنه گټه پورته کړي.
دکروموزوموفلوریسینس تگلاره نن ورځ دوړانگو نه دځان ساتنې په اړه، تر ټولواړینه او ارزښتناکه بیالوژیکي ډوزیمتري گڼل کېږي . داځکه چې بدن ته دوررسیدلو وړانگوانرژۍ ډوز،وروسته له ډېرو کالونوڅخه هم ټاکلی شي . دبېلگې په ډول، دچرنوبیل Chernobyl هستوي پېښې څخه څه ناڅه لس کاله وروسته هم داوکراین په هیواد کې، د نومورې کړنلارې څخه په لوړه کچه گټه واخېستل شوه.
دکروموزوموفلوریسینس په تگلاره کې هغه کروموزومونه، چې د وړانگو د ناوړه اغیزو په پایله کې ورته زیان رسیدلی وي اودکروموزوم یوه برخه یې بایللي وي، خوبیا بیرته یې د یوه بل کروموزوم سره بیوکیمیاوي مرکب (گډ) جوړکړی وي، کاراخېستل کېږي (Translocation) . نوکله چې دغه ناسم کروموزمو نه، په یوه داسې ماده ولړل شي، چې دفلوریسینس رنگ اوخاصیت پیدا کړي fluorescence ،نودرڼا شوو کروموزومو رنگ د هغو کروموزومو په پرتله، چې نومورې ناسمي پکې نه وي پیدا شوي ،ښکاره توپیرښئي . هر څومره

چې د فلوريسينس کچه زياته وي، هغومره ډير د ترانسلوکيشن موتيشن هم ډير وي، او دهغې سره سم دوړانګو انرژي ډوز هم زياته ده. په دې اړه يو لړ معياري او ستاندارد منحني ګان اندازه شوي دي، چې دهغوی له مخې بدن ته دوررسيدلي انرژي ډوز کچه ډېر کاله وروسته هم ټاکل کيدای شي. دا ځکه چې د کروموزومودبې ځايه کيدلو ناسمي (Translocation) ، د سپينو کروياتو دويشنې څخه وروسته، راتلونکو نسلونوته هم ليږدول کيږي.

☜ د بيالوژيکي ډوزيمتري پخلی د يو لړاحسائيوي شمېرنوپه بنسټ ترسره شوی دی چې په لاندې ډول بيان کيږي.

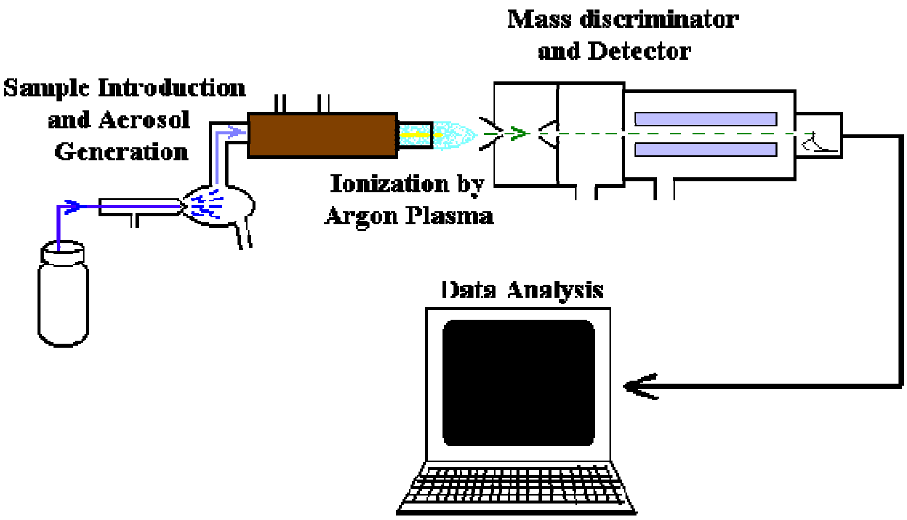
- د اکسريزعکسونو اخېستنې په کړنلاره کې د سرطان ناروغيو اضافګي شمېر په ډاګه کيدل
- په جاپان باندې داتوم بم غورځونې څخه وروسته هغه څوک چې ژوندي پاتې شول اوبيا د سرطان په ناروغی اخته شول.
- د نړی په هغو سيمو کې چې دطبيعي وړاګوانرژي ډوزکچه ډېره لوړه ده. د بېلګې په ډول لکه دهندوستان کيرالا(Kerala) په ولايت کې د طبيعي وړانګوکچه څه ناڅه پينځوس ملي سيورت (50 mSv) په يوه کال کې اندازه شوې ده. نوموړی قيمت د عام(ټولېز) وګړو دلوړ لېمټ څخه پينځوس ځله ډېره ده.

درېيم: د پلازما کتلې شپکتروسکوپي (Plasma mass spectroscopy) :

په ۱۲۳ شکل کې يوه فيزيکي اوسنی (Modern) آله ښوول شو ېده چې د انډکتيو کپلډ پلازما ماس سپېکټروسکوپي (Inductively coupled plasma mass spectroscopy = ICP-MS) په نامه سره يادېږي. دنوموړې الې وړتيا د ګاما شپکترومتري په پرتله داده چې په يوه بيالوژيکي نمونه کې، د راديو اکتيو او نه راديو اکتيوايزوټوپونوپه پيژندلو او دهغوی د کچې په اندازه کولوکې يوه بې ساري کړنلاره تشکيلوي.

نن ورځ په نړيواله کچه دنوموړې کړنلارې څخه په يوه طبي نمونه لکه وينه (Blood)، ميتيا زی (urine) او غړوکې ديورانيوم دوه سوه اته دېرش (U^{238}) اويورانيوم دوه سوه پينځه دېرش (U^{235}) ايزوټوپونو او همدارنګه نورو عنصرونو د اندازه کولوپه موخه کار اخېستل کيږي. دا ځکه چې د کتلې سپکټروسکوپي آله دنورو په پرتله، د يورانيوم ايزوټوپونوپه توپير پيژندلو (Resolution) کې، يوه بې ساري، دقيقه اوحساسه کړنلاره تشکيلوي.

دنوموړې آلې ښه والی په دې کې ليدل کيږي چې ديوې خوا په يوه وار سره ډير عنصرونه او ايزوټوپونه او دهغوی تناسب اندازه کولای شي، او بلخوا د څېړونکوبيالوژيکي او جيوفيزيکي نمونوښه دغاز په شکل نه بلکې دمايع په شکل کې هم ټاکل کيدای شي. له دې کبله هغه لټوونکي عنصرونه چې په بخار نشي بدليد لای هم اندازه کيږي. دنوموړې آلې داندازه کولو تر ټولو کوچنی يا نې ټيټ ليميټ (Lower Detection limit) په يو ګرام نمونه کې، دبېلګې په ډول دسوډيم Na-23 لپاره لږ څه پينځه پيکوګرام په يوه ګرام ماده کې(5 pg/g) او حساسيت (Sensitivity) يې يوولس کونتس په يو پيکوګرام په يو ګرام(11 counts/pg/g) ماده کې ثبوت شوی دی. د ICP-MS آله د لاندنيو برخو څخه جوړه ده.



(۱۲۳- شکل)

۱۲۳- شکل: د کتلې شپکټروسکوپي (ICP-MS) د کارکولو بنستیز بنه(76)

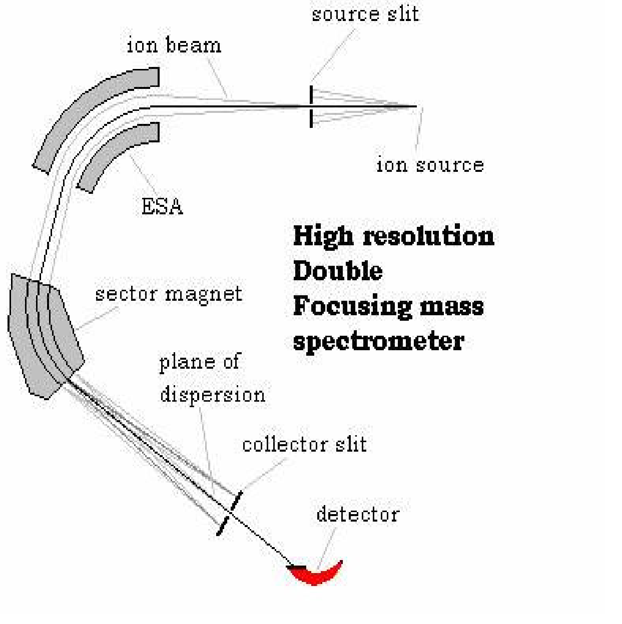
- د سمپل (نمونې) تیارول (Sample introduction)
- د سمپل ایونایزېشن (Sample ionization)
- د کتلې شپکټروسکوپي منځنۍ برخه (ICP-MS Interface)
- د کتلې شپکټرومتر (Mass spectrometer)
- د ډیټکتور (Detector)
- د ارقامو کمپیوټري تحلیل (Data analysis)

د کتلې شپکټروسکوپي د کارکولو کړنلاره (ICP-MS Operating principles):

په ۱۲۴ شکل کې ښوول شو بدې چې په یوه لوښي کې د مایع سمپل (نمونه) د یوې ځانګړې آلې لکه نبیو لایځر (Nebulizer) او د جامد سمپل د لیزر (Laser) په مرسته سره په بخار او غاز باندې بدلیږي. دغه ډول غاز، چې جامد کوچنۍ ذرې پکې ګډې وي، د ایروزول (Aerosol) په نامه سره یادیږي. د سمپل غاز بیا سم سیخ د ارګون پلازما سرچینې (Argon plasma source) ته ورننوځي، چې هلته د سمپل اتومونه د ډېر لوړتودوخې له کبله په ایونو اوړي. د ارګون غاز په چاپیر کې یو بریښنایز ګوټک (Coil) تاوشوی دی چې د راډیوفریکونس یوه جنراتور سره تړلی دی . دجنراتور (Generator) څخه داسې څپې راوځي چې ځلوینت مېګاهرځ (Radiofrequency = 40 MHZ) راډیو فریکونس (پرلپسې والی) لري. نوموړې فریکونس د بریښنایز ګوټک په مرسته سره چې د اند کسین پر نسیپ په بنسټ (Inductively coupled) کارکوي، الکترو مقنا طیسي انرژي دارګون غازسرچینې ته لیږدوي . په پایله کې دارګون غاز تو دوخې د کلوین لږ څه اوه زره درجې (7000 ° K) ته پورته ځي چې دارګون ټول اتومونه په ایونو بدلیږي. په دې ډول دارګون غاز پلازما سرچینه لاس ته راځي.

☜ يو غاز چې ټول خنثی اتومونه يې په ايونو اوړول شوي وي، د هم هغه غاز پلازما (plasma) په نامه سره ياديږي. کله چې يو ځل په يوه لوښي کې ديوه ټاکل شوي غازپلازما تر لاسه شوه، نو دالکترومقناطيسي قواوپه مرسته سره کولای شو، چې چارج شوومثبت او يا منفي ايونوته، تر زرګونو الکترون ولټ انرژي پورې تعجيل (بيړه) ورکړو . دغه ګړندي ايونونه دومره لوړه انرژي ترلاسه کوي، چې که په خنثی اتومونو ولګيږي نو په پايله کې يوهستوي تعامل منځته راځي.

کله چې د سمپل ټول اتومونه په ايونو واوښتل نوبيا وروسته دکتلې شپکتروسکوپي منځنۍ برخې ته ديوه کوچني سوري له لارې، چې قطر (چمبر) يې لږ څه يو ملي متردی ور ننوځي. په دې ځای کې د ځانګړو پمپونو په مرسته سره په ډېره لوړه کچه تشيا (Vacuum) منځته را ځي، چې قيمت يې داتموسفير فشار د يوه تور (Torr)يو په سل زرمه برخه (1×10^{-5} torr) تشکيلوي. همدا لامل دی چې د سمپل ايونونه په ډېر لوړ سرعت (چټکتيا) سره د منځنۍ برخې نه د کتلې شپېکترومتر (Mass spectrometer) تر ټولواړينې برخې ته ورننوځي چې په ۱۲۴.شکل کې ښوول شوې ده.



(۱۲۴.شکل)

۱- دسمپل ايونو سرچينې يو ملي مترنۍ چاک Source slit	
۲- دسمپل ايونو سرچينه ion source	
۳- د برېښنايزساحې سکټور ESA	
۴- دمقناطيسي ساحې سکټور magnet sector	
۵- دراټولولو چاک collector Slit	
۶- دېد يکټور Detector	

(۱۲۴-شکل)

۱۲۴. شکل: د کتلې دوه ګون فوکس کوونکې کتلې شپکترومترآله، چې د مقناطيسي او برېښنايز ساحودوه ځانګړوبرخويا سکټرونو (Sector) څخه جوړه ده.

د سمپل مثبت چارج شوو ايونو جريان، لومړی برېښنايزساحې (ESA) او بيا وروسته د مقناطيسي ساحې په برخو magnet sector کې، د کتلې شپکترومترپه راټولونکې چاک (Collector slit) کې فوکس کيږي. نوموړي دواړه سکټرونه دلته لکه دعدسيو (Lenses) په ډول دنده تر سره کوي . دکتلې شپکترومتر په اخرنۍ برخه کې د سمپل مثبت چارج شوو ايونو جريان ديوه ځانګړې ديډکټور په مرسته سره چې چنلټرون الکترون ستروونکی (Channeltron electron multiplier) نومول شوی دی، اندازه کيږي.

د کتلي شپکتروسکوپي د موندلوتيټ ليميټ (Detection limit) ديوترليون (Trillion) يوه برخه ياني لس په طاقت د منفي دوولس تشکيلوي (1×10^{-12} = (Parts per trillion = ppt) .

☜ د پام وړ: هغه توکي چې په چاپېريال کې په ډېره کمه کچه پيدا کيږی ، دغلظت (Concentration) واحدونولپاره يې لاندني کميتونه کارول کيږي.

➢ ديوملیون يوه برخه (1ppm = 1 parts per million) دا مانا ورکوي چې که د ببلګې په ډول يوګرام ماده(1gramm) لکه يوګرام بوره په يوټن (Tonn= 1 000 000 gramm) محلول لکه اوبو کې حل کړو، نوپه اوبوکې د بوري غلظت يوه برخه ياني يوګرام په يو مليون ګرام اوبوکې تشکيلوي . په همدې ډول ليکلای شوچې: يوه برخه په بيليون (1ppb = 1 parts per billion) او يوه برخه په تريليون (1 ppt = 1 parts per trillon) .

يو کيلوګرام = يو مليون ملي ګرام	1 kilogram (kg) = 1 million milligrams (mg)
نو لرو: يو ملي ګرام تقسيم په کيلوګرام = يوه برخه په مليون	sso: 1 mg/kg = 1 part per million

نو ليکلا ی شو چې:

يوملیونمه برخه	1ppm = 1 part per million = 0,0001% = 1 mg/kg
يوبليونمه برخه	1ppb = 1 parts per billion = 0,0000001% = 1 micro g/kg (Mikrogramm per kg)
يو تريليونمه برخه	1ppt = 1 parts per trillion = 0,0000000001 = 1 ng/kg (Nanogramm per kg)

څرنګه چې د يو ليتر (1 l = 1 Liter) اوبو وزن د يوکيلوګرام سره برابر دی نو ليکلای شوچې:

يوملي ګرام تقسيم په ليتر = يوه برخه په مليون	1 mg/l = 1 part per million
يو مايکروګرام تقسيم په ليتر = يوه برخه په بيليون	1 ug/l = 1 part per billion

په ۴۳ جدول کې دويني يوه نمونه (Blood sample) د کتلي شپکترومترپه مرسته سره تحليل شو بده . په دغه نمونه کې يوازې هغه عنصرونه اندازه شوي دي چې په وينه کې په ډېره ټيټه کچه پيدا کيږي (Trace elements). دنوموړي جدول څخه څرګنديږي چې دويني په يوه ملي ليترنمونه کې د يورانيوم (U^{238}) عنصرکچه لږ څه صفرعشاريه دوه نانو ګرام، ياني ديوه ګرام يوپرملياردمه برخه ($ng = 10^{-9}g$) قيمت لري . په دغه نمونه کې تر ټولو عنصرولوړه برخه د جست فلز (Zinc = Zn) تشکيلوي چې قيمت يې لږ څه پينځه زره نانو ګرام په يوه ملي ليترونه کې (5000 ng/ml) اندازه شوی دی. دنوموړی فلزټاکلې کچه دبدن لپاره څکه اړينه ده، چې په يوه ورځ کې څه ناڅه پينځه لس ملي ګرام(15 mg/d) جستو ته اړتيالري. داڅکه چې دجست فلزدګن شمېر انزايمو(Enzyme) لکه اينزولين (Insulin) او کاربون انحادراز(Carboanhydrase) يوه برخه جوړوي.

دعنصرنوم	په یوه ملي لیتر ml وینه کې دعنصرونو اندازه شوی قیمت په واحد نانوگرام Nanogram = ng = 10^{-9} g	
Element	Certified range ng/mL	Measured Value ng/mL
^{9}Be	5.4–6.4	5.2 ± 0.4
^{27}Al	49.0–68.8	50 ± 3
^{51}V	4.0–4.6	3.8 ± 0.3
^{52}Cr	5.6–6.4	5.5 ± 0.07
^{55}Mn	12.0–14.6	12.2 ± 0.2
^{56}Fe*	423–447	412 ± 4
^{59}Co	5.7–6.5	5.60 ± 0.01
^{60}Ni	4.7–5.9	5.2 ± 1
^{63}Cu	637–695	607 ± 11
^{66}Zn	5109–5323	4830 ± 55
^{68}Zn	5109–5323	4840 ± 66
^{75}As	11.9–14.5	11.4 ± 0.2
^{80}Se	113–133	109 ± 3
^{77}Se	113–133	108 ± 5
^{78}Se	113–133	105 ± 3
^{82}Se	113–133	121 ± 2
^{111}Cd	5.6–6.4	5.7 ± 0.2
^{114}Cd	5.6–6.4	5.70 ± 0.06
^{137}Ba	60.6–68.4	83 ± 2
^{138}Ba	60.6–68.4	81.7 ± 0.7
^{135}Ba	60.6–68.4	82 ± 1
^{205}Tl	4.9–5.5	4.8 ± 0.09
Pb	372–414	392 ± 4
^{238}U	0.176–0.184	0.170 ± 0.002

*in µg/mL
Calibration in 1% IPA + 0.01% EDTA+0.01% TritonX
100 ppb Var-IS used as I/S sample 1:10 dilution corrected

۴۳- جدول : د کتلي شپکترومتر(Varian 820-MS) په مر سته سره د وینې په یوه نمونه یاني سمپل (Blood sample) کې هغه عنصرونه اندازه شوي دي، چې په ډېره لږکچه پیدا کیږي او له دې کبله ورته (Trace elements) ویل کیږي. (54)
دبیلگې په ډول دیورانیم کچه په واحدنانوگرام 0,170 ng ، د سرپوکچه 392 ng په یوه ملي لیتر وینه کې اندازه شوي دي. (یونانوگرام nano gramm = ng دگرام یو په ملیاردمه برخه تشکیلوي.)

داولتراسوند (دغږهخواڅپو) طبي کارول (Medical use of Ultrasound) :

اولتراسوند اويا زونوګرافي (Sonography) دناروغيوپيژندنو په موخه، دعکس اخيستني يوه فيزيکي کړنلاره ده، چي دماوراي صوت څپو (Ultrasound waves = دغږهخواڅپو) په مرسته سره ، دبدن نسجونو مورفولوژي بدلون اوناروغي مالوموي . دغږ هخواڅپې داسې اهتزازونه لري چي فريکونسي يې دانسان داوريدلوقوې څخه لوړوي. څرنګه چي دنوموړو څپو فريکونسي دشل کيلو هرځ څخه تر سل ميګا هرځ پورې رسيږي (20 kHz-100MHz) ،نو له دې کبله په غوږونه اوريدل کيږي.

د زونوګرافي په کړنلاره کې ديوه يا ډېرو کريستالونو (Cristal) څخه دصوت څپې خپريږي اودناروغ بدن ته ورننوځي . نوموړې څپې په لاره کې دکثافت په تړاودتوپير لرونکونسجونوسره غبرګون کوي، چي په پايله کې دصوت څپو يوه برخه انعکاس کوي ،يوه برخه په نسجونو کې جذب کيږي اوپاتې برخه يې دنسجونو څخه تيريږي. انعکاس شوي سيګنالونه ديوه ټاکلي کريستال په مرسته اندازه کيږي. هغه کريستالونه چې دناروغيو دپيژندنې په موخه ورڅخه ګټه پورته کيږي، د پييځوبرېښنايزکوارڅ کريستال (Piezoelectric quartz SiO_2 crystals) په نامه يادېږي.

پوښتنې (Questions): (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي) :

۱۲-۱ دکروموزوموفلوريسينس تګلاره دنوروبيالوژيکي ډوزيمتري په پرتله څه ګټه لري؟

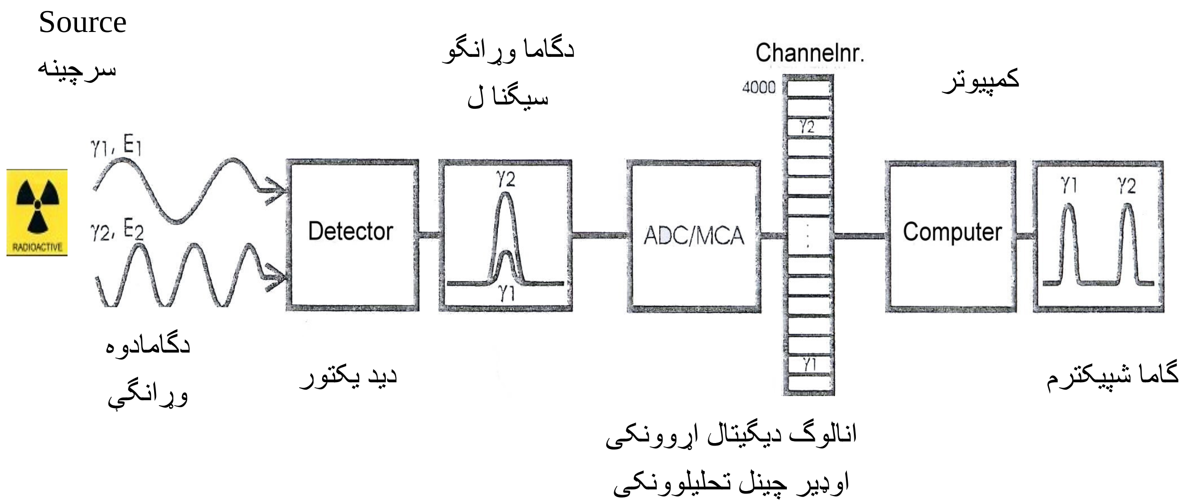
۱۲-۲ يو پي پي ايم 1ppm څه ما نا ورکوي؟

۱۲-۳ ګاما شپيکترومتري څه ډول کړنلاره ده؟

۱۲-۴ د انډکتيو کپلډ پلازما کتلي شپيکترومترڅه ډول فيزيکي اله ده؟

۱۲-۵ بيالوژيکي ډوزيمتري څه ډول کارکوي؟

۱۲-۶ ديوې کوبا لټ شپيته Co-60 سرچينې څخه دګاما دوه وړانګې γ1 او γ2 خپر يږې اوديوه ګاما شپيکترومتري آلې په مرسته سره چې په لاندې شکل کې ښوول شو بده اندازه کيږي. دنوموړې آلې د کارکولو کړنلاره تشريح کړې . دنوکليد جدول په مرسته سره چې د کتاب په اخير کې مل شوی دی، د نوموړو وړانګوانرژي وټاکی؟



اوولسم څپرکی

دچاپېریال راديو اکټيويټي څارنه

(Environmental Radioactivity monitoring)

لومړی خبرې :

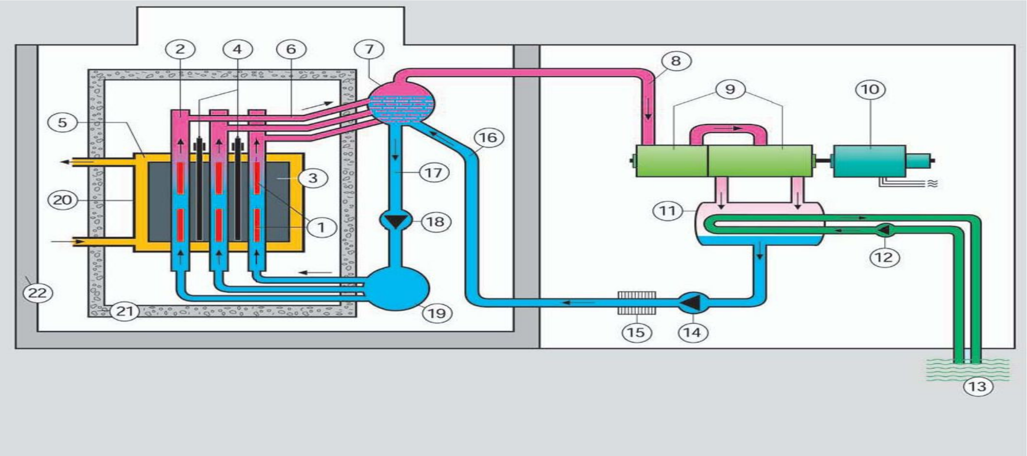
چرنوبيل (Tschornobyl) د اکراين (Ukrain) هېواد يو کوچنی ښار دی چې هلته شل کاله پخوا ، ياني داپريل مياشتې په پينځه ويښتمه نېټه ۱۹۸۲ م کال د شپې په يوه نيمه بجه د چرنوبيل د ځلورم بلاک هستوي بټۍ د مسلکي کارکوونکود ناسم چلن په پايله کې و چاودله. ورپسې د هستوي بټۍ په منځنۍ برخه کې د تودوخې درجه دومره پورته ولاړه، چې د هستوي بټۍ سړوونکې اوبه په بخاراوښتې، او د هغې سره سم د سونګ هستوي مواد ويلې شوه. په دې ترځ کې داوبو بخار فشارتر سل اتموسفير(Atmosphere) نه هم پورته ولاړ شه، چې په پايله کې د هستوي بټۍ د سونګ لړ څه ټول راديو اکټيف مواد چاپېريال ته وښيندل شوه. نوموړې هستوي پېښه د اتومي انرژي په ټکنالوژي او پېښن ليک کې څکه يوه بې ساري غميزه ګڼل کيږي، چې دنړۍ هرګوټ ته د چرنوبيل هستوي بټۍ راديو اکټيو مواد د باد په واسطه وليږدول شوه. دغو راديو اکټيو مواد و، دنړۍ په هرځای کې لا تر اوسه هم د انسانانورو غتيا د خطر سره مخامخ کړې ده.

دچرنوبيل هستوي پېښې څخه وروسته دنړۍ په څه ناڅه ټولو هيوادونوکې په راديو اکټيوموادو د چاپېريال ککړتوب اندازه کول سمدلاسه پيل شوه. هغه آله چې نن ورځ په نړيواله کچه د چاپېريال اکټيويټي د اندازه کولو په موخه ور څخه کار اخېستل کيږی، دځوځيدونکې ګاما شپکترو متر په نامه سره يادېږي. په ۱۲۵ شکل کې د ګا ما شپکترومتري يو ګرځنده لابراتوربنوول شوی دی، چې د يوه هېواد په مختلفو سيمو کې شپه اوورځ ياني د ځلرويشت ساعتونوپه موده کې د چاپېريال راديو اکټيويټي اندازه کوي اود ايزوټوپو ترکيب تر څارنې لاندې نيسي.

د بېلګې په ډول د ۱۹۸۲ م کال څخه را پدې خوا د جرمني هېواد باېرن (Bayern) په ايالت کې په سيزيم (Caesium)راديو اکټيوايزوټوپ باندې دچاپېريال ککړتوب کچه په ۱۲۵شکل کې ښوول شوې ده، دغه ايزوټوپونه د نوموړې آلې په مرسته سره اندازه شوي دي.

۱- ديورانيم سونګ مواد	۲- د فشارنلونه	۳- دګرافيت موډراتور
۴- دبورکاربيد کنترولونکې ميلې	۵- دهيليم ګاز	۲- اوبه او يا بخار
۷- بخار بيلونکی	۸- توربين ته د بخارنل	۹- توربين
۱۰- جنراتور	۱۱- خاذن	۱۲- د سړو اوبو پمپ
۱۳- دسړواوبوډنډه يا سيند	۱۴- داوبو ولوپمپ	۱۵- مخکې تودونکی
۱۲- داوبو خاذن	۱۷- داوبوپه څپ تلونکی نل	۱۸- داوبو پمپ
۱۹- داوبو وېشونکې برخه	۲۰- دهستوي بټۍ فلزي ديوال	۲۱- دکنرېټ ديوال

۴۳ الف جدول: د چرنوبيل ځلورم بلاک هستوي بټۍ تخنيکي جوړښت (RBMK-1000)



د چرنوبیل څلورم بلاک هستوي بټۍ تخنيکي جوړښت(RBMK-1000)

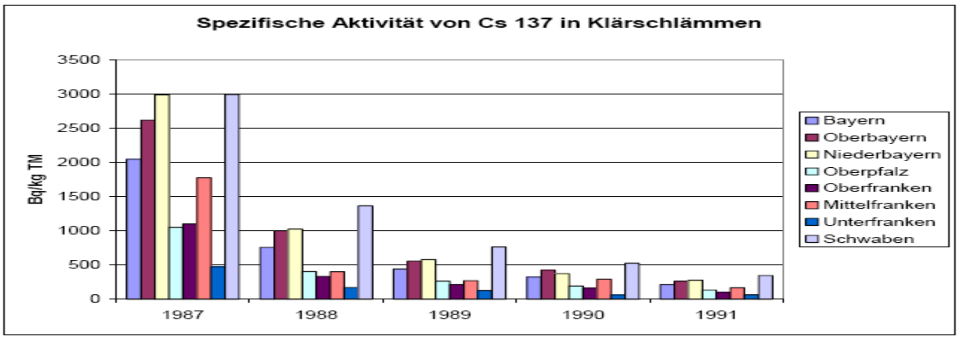


Abb. 6: Zeitliche Entwicklung des Rückganges der bayernweiten durchschnittlichen Cs 137-Kontamination in Klärschlamm im Zeitraum von 1987 bis 1991.

(۱۲۵- شکل)

۱۲۵- شکل: د ۱۹۸۷ م کال څخه تر ۱۹۹۱ م کال پورې د جرمني باېرن (Bayern) ولايت په چاپېريال کې د سيزيم (Caesium-137) اکتيويټي ښوول شو بده. د گراف څخه څرگندېږي چې د چرنوبيل هستوي بټۍ د چاودنې په کال کې، د سيزيم مخصوصه اکتيويټي ترټولو جگ قيمت ياني څه ناڅه درې زره بېکاريل په يوه کيلو گرام (3000 Bq/Kg)وچو موادو کې اندازه شوې دی. نومورې اکتيويټي بيا د هر يوه کال په تېرېدلو سره کمښت مومي. په داسې حال کې چې د با يرن غرنيو سيمو په ځينو نباتي موادو، خو په تېره بيا لکه په يوه کيلوگرام مرخيړيو (Fungus) کې د اکتيويټي کچه شل کاله د چرنوبيل هستوي پېښې څخه وروسته هم تر شلو زرو بېکاريل (20 000 Bq/Kg) پورې رسيږي. دا ځکه چې د سيزيم د تجزيې نيمايي عمر لږ څه د دېرش کاله دی نو له دې کبله به دنومورې ايزوټوپ راديو کتيويټي تر سلگونو کالو پورې نور هم پاتې شي (29).

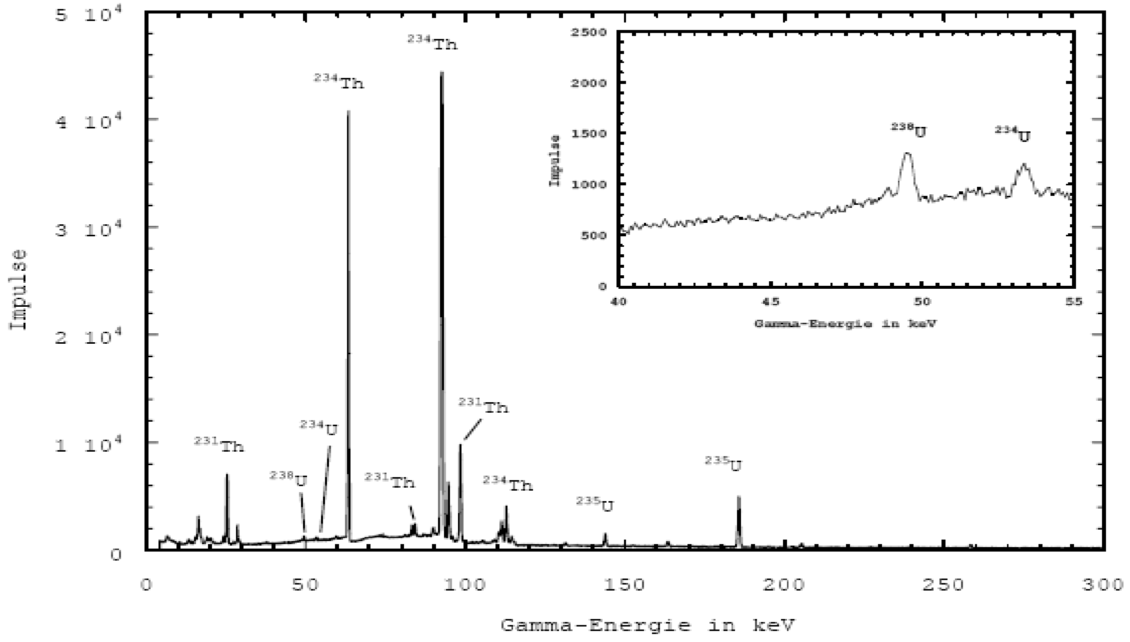
د جرمني هېواد د وړانگو څخه د ساتنې مقررات (Radiation Protection Regulations) په خوراکي موادو کې د منلو وړ لوړ اکتيويټي ليمټ درې سوه بېکاريل په يوه کيلو گرام (300 Bq/Kg) وچو موادو کې ټاکلي دي. همدا لامل دی چې په راديوا کتيوعنصروککړشوي خوراکي موادو لکه مرخيړي، د غرڅنی غوښې، د غرني خرس غوښې په څرڅولو باندې لا تر اوسه هم بنديزلگول شوی دی.

نړيوال نامتواو منل شوي کميسيونونه لکه د روغتيا نړيوال کميسيون (WHO) داتومي انرژۍ کميسيون (IAEA) او دوړانگو نه دځان ساتنې نړيوال کميسيون (ICRP) د راديو اکتيو موادو څخه دنړۍ اتموسفير پاک ساتل او ځارل د هر يوه هېواد حکومت ملي او نړيوال مسئوليت گڼي .

په ۱۹۵۹م کال کې دنړیوال اتومي انرژۍ ټولنې (IAEA) او همدارنګه داروپا یې هېو ادونو ترمنځ په نړیواله کچه یو تړون لاسلیک شو (EUROATOM) چې دیوې خوا د هستوي انرژۍ څخه دسولې په موخه لکه صنعت، طبابت، کرهنه او نورو برخو کې دګټې اخېستلو تګلارې بیان شوې دي، او دبلې خوا دوړانګو دخطر څخه دځان ساتنې په موخه بنسټیزې کړنلارې (Basic Safety Standards) په ګوته شوې دي. دبیلګې په ډول داتوم قانون (§1 Euro-Atom) په لومړي پاراګراف څلورمه ماده کې لیکل شوي دي چې (59):

دنړۍ هر حکومت ملي او نړیواله دنده ګڼل کیږي چې دخپل عام ولس ژوند، روغتیا اود چاپیر یال ټول شیان لکه هوا، څمکه، اوبه، ځاروي، دکرهنې سیمې، اقلیم، ځنګلونه، نباتات او ژوندي اورګانیزم د ایونایز کوونکو وړانګو د خطراو زیان څخه څومره چې امکان ولري خوندي وساتي.

دچاپېریال ساتنې په موخه ددې سپارښتنه هم کوي چې د اعتبارورکړنلارو او آلو لکه ګاماشپکترومترې، د پلازما کتلې شپکترومترې اونورومنل شوو آلو په مر سته سره په رادیو اکتیو موادو د چاپېریال ککړتوب کچه، تل وڅاري او د خطر په وخت کې نومورو نړیوالو سازمانونو ته سمدلاسه خبرورکړي.



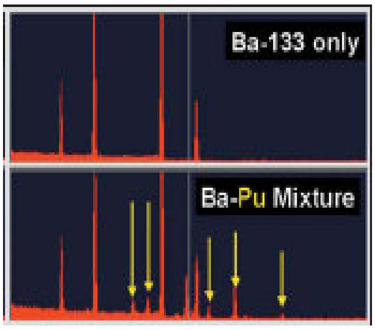
(۱۲۵- الف)

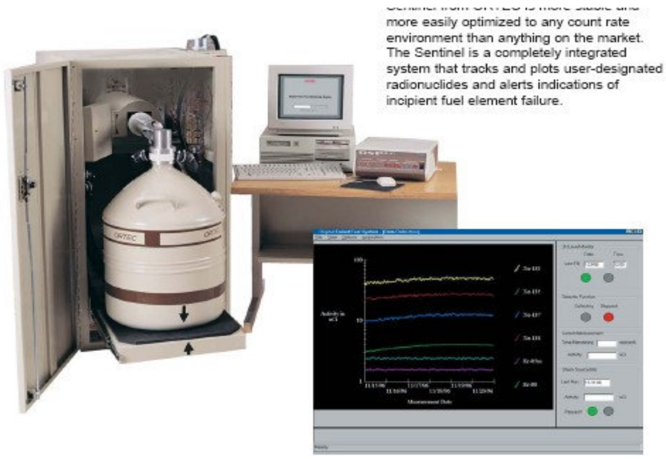
۱۲۵- الف : دخوار شوي یورانیوم (Depleted uranium) یوې سرګولۍ ګاما شپېکټرم ښوول شوی دی چې د پخوانۍ یوګوسلاویا Kosovo په سیمه کې پیداشوی دی، دغه شپېکټر م دجرمني پوهانویوې دولتي ډلې لخوا اندازه شوی دی . په نوموړي شکل کې دیورانیوم U235;U238;U234 ایزوټوپونه اوپه تجزیه کې نورپید ا شوي ایزوټوپونه لکه دتوریم Th231;Th234 انرژي کرښې هم لیدل کیږي . (92)

Abb. 4.1.4: Gamma-Spektrum einer untersuchten DU-Teilprobe für die Multi-Group-Analysis for Uranium (MGAU). Ausgewertet werden von der MGAU-Software im Wesentlichen Gamma- und Röntgen-Linien der U-Isotope und ihrer Töchter in einem Bereich von 83 keV bis 130 keV.

د چاپېريال ساتنې په موخه د ګاما شپکټرومتري يو موبايل يا ګرځنده لابراتوار ليدل کيږي چې په راديو اکټيو موادو د چاپېريال اکټيويټي د ځلرويشت ساعتونو په موده کې اندازه کولای شي (57) .

دباريم Ba او پلوتونيم Pu انرژي شپکټرم کې نوموړي عنصرونه د يوبل څخه جلا پيژندل کېدلای شي(54)





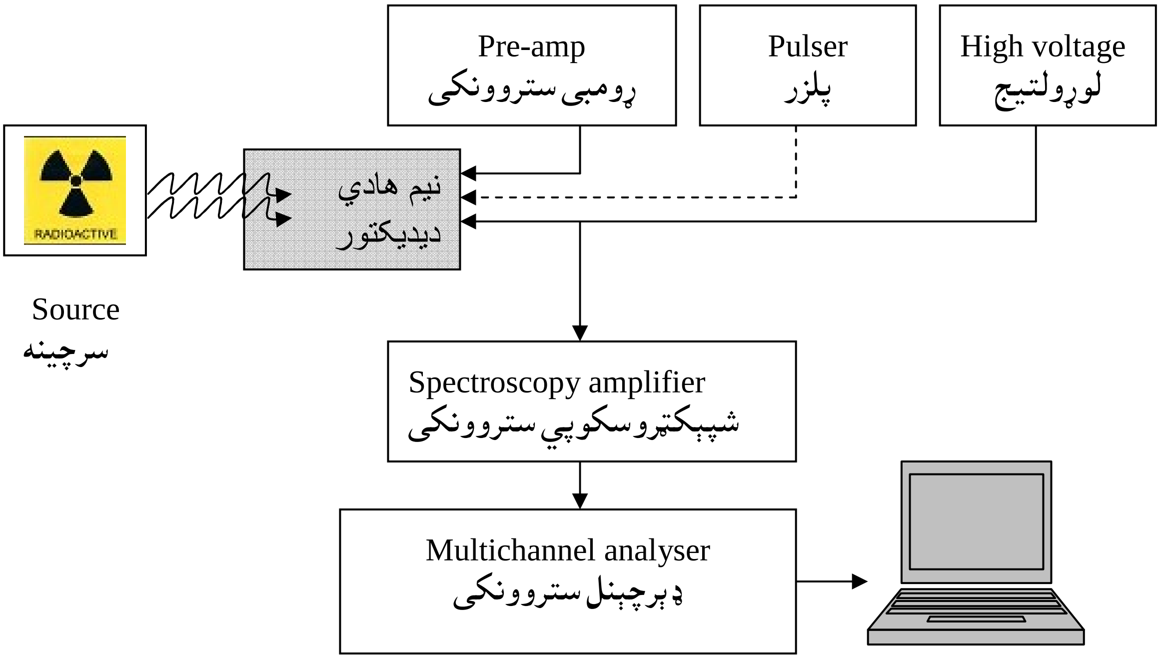
2

دګاما شپکټرومتري دوه موبايل لابراتوارونه (54)

دچاپېريال اکټيويټي اندازه کولو او دراديو اکټيو ايزوټوپو د پيژندلو يوه بله موډرن ګرځنده (موبايل) نيم هادي ګاما شپکټرومتري آله چې د لاندنيو برخو څخه جوړه شو بده ليدل کيږي .

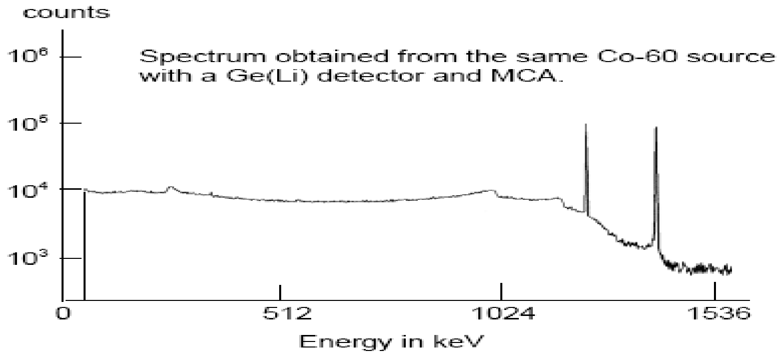
★ دنيم هادی دېډکټور HP-GE
★ د سيګنال سترووونکي Ampl.
★ دډېر کانال تحليلوونکی MCA
★ کمپيوټري سيستم او شپکټرم
★ يوبل کمپيوټرچې په ليري واټن کې موقعيت لري او سيګنالونه ورته استوي.

- دګاما شپکترومتري او توماتیک سیستم په مر سته سره د هوادپه مختلفو سیموکې دچاپېریال رادیواکتیویتي د څلوریشت ساعتونو په موده کې څارنه کېدلای شي.
- که په ګاونډیو هېوادونوکې کومه هستوي پېښه وشي د بېلګې په ډول که یوه هستوي ازموینه تر سره شي او په پایله کې دچاپېریال رادیواکتیویتي دنورمال کچې نه پورته ولاړه شي نودغه پېښه سمدلاسه پیژندل کېدای شي.
- که چېر ته دچاپېریال رادیو اکتیویتي دخپل ټا کلي لیمیټ څخه واوړي نوپه او تو ماتیک ډول سره یوه مرکزي کمپیوټر ته دخطرخبر ورکول کیږي.
- که چېر ته په ګاونډیوهېوادونوکې یوه هستوي بتۍ وچوي، نوپه پایله کې د کسینون (Xenon) رادیو اکتیونجیب غازچاپېریال ته خپریږي. څرنګه چې نوموړی غاز یوازې د یورانیوم دوه سوه پینځه دېرش U^{235} په چاودنه کې منځته راځي نودا مانا ورکوي چې یوه هستوي پېښه منځته راغلې ده. په داسې یوه ناوړه حالت کې سمدلاسه عام (ټولیز) وګړي خبرېدلای شي تر څو ځانونه دوړانګو دخطر څخه خوندي وساتي.
- په چاپېریال کې دطبیعي رادیونوکلیدورادیواکتیویتي هم اندا زه کېدلای شي. د بېلګې په ډول لکه د یورانیوم دوه سوه ا ته دېرش سلسله(U-238) ، دیورانیوم دوه سوه پینځه دېرش سلسله (U-235)، دپوتاشیم څلوېښت سلسله Kalium-40 ، اود توریم دوه سوه دوه دېرش سلسله (Thorium – 232) اوبرسېره پر دې هغه عنصرونه چې دنوموړو سلسلو په تجزیه کې منځته را ځي هم اندازه کېدلای شي.



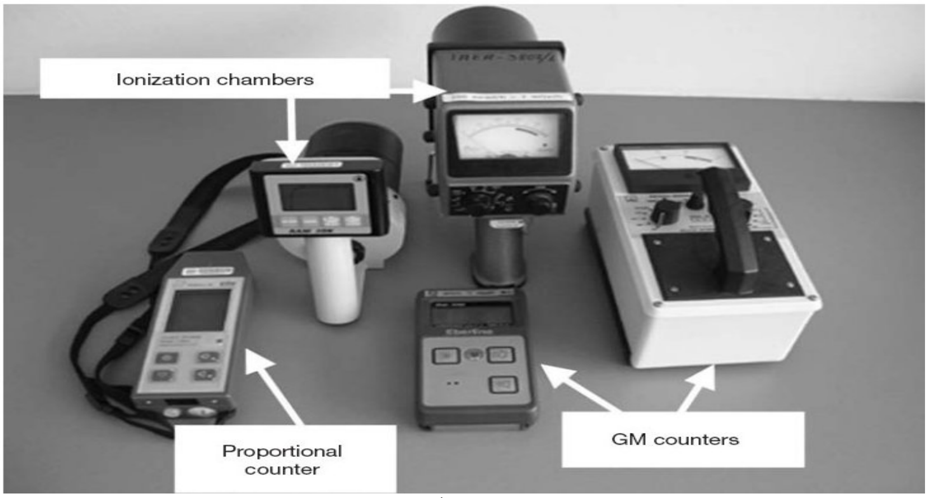
(۱۳۲- الف شکل)

۱۳۲- الف شکل: دګاما شپېکترومتري (Gamma spectrometry) آلې دجوړښت الکترونیکي بنه ښوول شو ېده ، چې دګرمانیم نیم هادي دیډکټور(Ge-semiconductor) څخه کاراخلي.



(۱۲۶-الف شکل)

۱۲۶-الف شکل: دګرمانيم نيم هادي ديډيکټور Detector په مرسته سره دکوبالټ شپيته C-60 طيف دوه ګاما انرژی ليدل کيږي.



(۱۲۷-شکل)

۱۲۷-شکل: دهستوي وړانګولکه الفا ، بيټا او ګاما وړانګو داندازه کولواود هغوی دانرژي دټاکلوپه موخه ځيني تخنيکي موبايل آلی ښوول شوي دي IAEA (6).

پوښتني (Questions): (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي):

۱-۱۷ په ۱۹۸۶ م کال اود اکراين په هيواد کې دچرنوبيل هستوي پيښه ولې منځته راغله؟

۲-۱۷ دچرنوبيل هستوي پيښې څخه اوس څه ناڅه شل کاله تېر شوي دي خو بيا هم دچاپېريال خوراکي شيان په راديو اکټيو موادوککړدي. ددغوموادو په يوه کيلو ګرام کې داکټيويټي لوړه کچه همدا اوس څومره اندازه شو بده ؟

۳-۱۷ که چېر ته په چاپېريال کې د ګسينون نجيبه Xenon راديو اکټيو غاز اندازه شي نو دغه ډول ککړتيا موږته څه ثبوت کوي اومالومات راکوي؟

۴-۱۷ هغه کړنلاره چې په راديو اکټيوموادو، دچاپيريال ککړتيا اود ايزوټوپوتشخيص کولای شي، څه نوميږي اودکومو برخو نه جوړه ده؟

* * *

یوولسمه برخه

اتلسم څپرکی

د سرطا ن ناروغي (Cancer disease)

لومړۍ خبرې :

د سرطان ناروغي دبشر په ژوندانه کې تر ټولو پخوانی پيژندل شوي ناروغي ده چې څه ناڅه يونيم زر کاله له پخوا دمصرد درمل پوهنې اوناروغي پيژندنې په طبي اثاروکې راغلې ده . ځينې روايتونه وايي چې پخپله دويم رامزيس (Ramses II) د فرعونيانويو پاچا ،څه نا څه درې سوه کاله دميلاد نه له مخه دهډوکو سرطان په ناروغي مړشوی دی. په هغه وخت کې دنوموړې ناروغي درملنه ديوه عنصر چې د ارزېن (Arsen) په نامه سره يادېږي تر سره کېده . ترنولسمې پيړۍ پورې ارزېن دسرطان ناروغي ددرملنې لپاره يوازينی پيژندل شوی درمل ګڼل کېده. د سرطان ناروغي په طبي اثاروکې د کارسينوم (Carcinom) په نامه سره يادېږي.

داسې اټکل کيږي چې کارسينوم يوه يوناني کلمه وي داځکه چې پينځه سوه کاله دميلاد نه له مخه د يونان درمل پوه هيپوکراتيس (Hippokrates) دپوستکي سرطان ناروغي لپاره دکارسينوم ويی کار ولی دی . دسرطان کلمه دبدن ديوه غړي سره سم يوځای کارول کيږي.

دبيلګې په ډول:

دپروستاتا غدې سرطان (Prostata cancer)، په ښځوکې دتيو سرطان (Breast cancer) ، د خيټې سرطان (Stomach cancer)، درحم (زيلانځې) سرطان (Uterus carcinom) ، دهډوکو سرطان (Bone cancer) اونور.

د سرطان ناروغي يوه خطرناکه ناروغي ده چې په لومړي پړاو کې ديوې نيمګړې ياني موټېشن شوي حجرې څخه پيل کيږي، اود وخت په تېرېدلو سره دبدن هم هغه ځای نسجونو کتله يوه ناڅاپه ، په غټېدلو پيل کوي اوحجم يې له کنټروله پرسېږي . د بېلګې په توګه په امريکا او لويديزه نړۍ کې پينځه ويشت په سلوکې 25% وګړي ياني دعام (ټوليز) ولس هرڅلورم تن د سرطان په يو ډول ناروغي اخته او يا مړ کيږي. تر ننه ورځ پورې دنوموړې ناروغي رښتينی لامل پوره څرګند ندی، خود بدن هغه برخې چې د سرطان په ناروغي اخته شوېوې،دبدن نورمال حجرو په پرتله، مورفولوژي،پاتولوژي،جينېتيک،هيستولوژي اوپه هارمونو اورېسپپټورونو (Receptors) کې هراړخيز بدلون ښيي.

د بېلګې په ډول يونامتو پروټين يا ريسيپټورچې د تيوسرطان په ناروغو ښځوکې په لوړه کچه پيژندل شوی دی ، د اچ .اي. ار. HER2 ريسيپټورپه نامه سره ياديږي.

اچ اي ارريسيپټور (Human epidermal growth factor receptor 2 = HER2) :

نوموړی ريسيپټورد يوي نورمال حجري په باندنۍ سطحه کې پروت وي او ددغه ځای څخه سيګنالونه (signals) د حجري منځ او د حجري هستې ته استوي . دغه سيګنالونه دحجرې دوېښت کنټرول په غاړه لري چې د ستروونکی فکټور(growth factor) سره تړاولري. ديوې عادي او روغې حجرې په باندنۍ سطحه کې په پرتليزډول لږشميرHER2 ريسيپټرونه موجودوي . په داسې حال کې چې ديوې سرطاني حجرې په باندنۍ سطحه کې دنوموړوريسيپټورونوشمير د روغې حجرې په پرتله دماليکولاربيالوژې دڅيړنواو ازمېښتونوله مخې په وينه کې ډېرليدل کيږي. دا په دې مانا چې نوموړي ريسيپټورونه په يوه سرطاني حجره(ژونکه) کې ګڼ شمير سيګنالونه د حجرې هستې ته استوي او په پايله کې دغه حجره (ژونکه) خپل ويشتوب کړنلاره ګړندی کوي او د اړتيا نه ډيرې حجرې توليدوي . په همدې توګه سره ددغو نسجونويو نه کنټرول کيدونکې او ډېرزستريدونکی پړسوب منځته راځي. نن ورځ په ډاګه شو بده چې ديرش په سلو کې 30% هغه ښځې چې د تيوپه سرطان (Mamma carcinom) اخته وي دهغوی په وينه کې د HER2 ريسيپټورکچه لوړه ده.

✍ **د پام وړ**: هغه ښځې چې دتيوپه سرطان اخته وي اوپه وينه کې يې داچ اي ار ريسيپټور HER2 کچه لوړه وپيژندل شي نويوه ډيره اغيزمنه درملنه يې د بدن ددفاعي موادو (Antibody) په مرسته سره تر سره کيږي چې د هرسيپټين (Herceptin) په نامه سره ياديږي.

که چېرې د سرطان نا روغی علاج (درملنه) وه نشي، نود کانسر نسجونه په نورو شاوخوا روغو نسجونوکې ور ننوځي او يا داچې د بدن په نوروبرخو باندې فشار راولي. څرنګه چې دانسان په بدن کې دحجرو دډولونو شمېر تر لږ څه دوه سوه پورې رسيږي، نو له دې کبله دوه سوه توپير لرونکي سرطان ناروغۍ هم شته دي. دبېلګې په ډول : څرنګه چې په سږي کې توپيرلرونکې حجرې شته دي نو کېدای شي چې په سږي کې هم مختلف ډوله سرطان پيدا شي. دبلې خوا دسرطان ناروغۍ دبدن دهر يوه غړي لپاره توپير لرونکی سرليک لري،
څرنګه چې د سرطان ناروغۍ ديوې غير نورمال ستريدونکې (abnormal growth) ،په خپل سرد کنټرول نه وتلې او ويشونکې حجرې څخه پيل کيږي ، نود نسجونود پړسوب سره سم، د تشخيص په موخه په لاندې ډول کلينيکي اصطلاحونه ورته کارول کيږي .

☑ **نيو پلازيا (Neoplasia)**: (دنويونسجونوپيدا کيدل) ،کله چې توپير لرونکي نسجونه په غټيدلو او پړسوب پيل وکړي او په پايله کې هررازناروغۍ لکه د سرطان ناروغۍ او يا پرته له سرطاني ناروغۍ ورڅخه پيداشي .

☑ **کارسينوم (Carcinoma)**: هغه خطرناک پړسوب ته ويل کيږي چې د اپيتيل حجرو څخه منځته راښي. د بېلګې په توګه لکه دپروستاتاکانسر، دتيوکانسر، دسږي کانسر اودغتو کولموکانسر

☑ **لومفوما او لويکيمي (Lymphoma and Leucamia)**:هغه خطرناک پړسوب ته ويل کيږي چې د وينې حجرو او د هډوکو حجروڅخه منځته راځي

☑ زارکوما (Sarcoma): هغه خطرناک پړسوب ته ویل کیږي چې د نښلوونکو حجرو (connective tissue) او دمیزونښپمال حجرو (Mesenchymal cells) څخه منځته راځي.

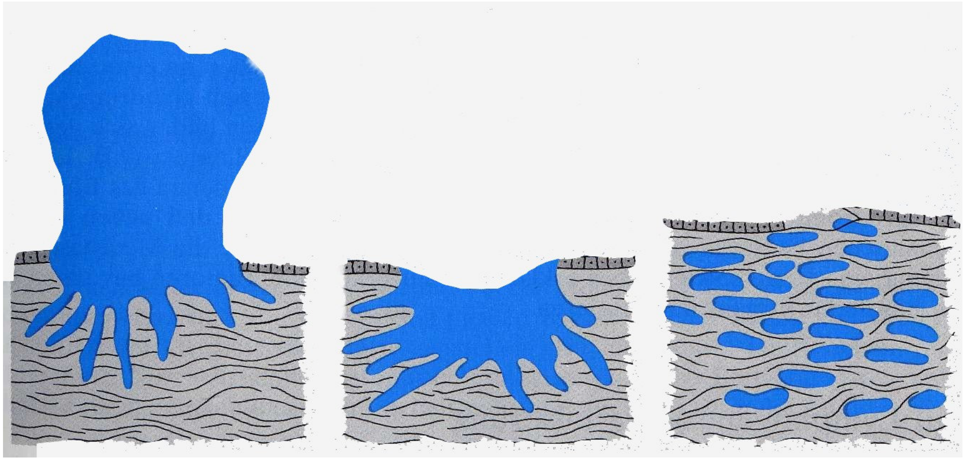
☑ ګلیوما (Glioma): هغه خطرناک پړسوب ته ویل کیږي چې دماغزو ګلیا حجرو (Glia cells) څخه منځته راځي.

☑ جرمینوما (Germinoma): هغه خطرناک پړسوب ته ویل کیږي چې د جنسي غدو څخه منځته راځي. لکه تخمدان (Ovary) اودنارینه جنسي غده (بیضه) تیستیکل (Testicle)

د سرطان هره یوه ناروغي چې د وړانګو په واسطه منځته راغلې وي، د سړي د مړینې لامل نه ګرځي. د بېلګې په ډول د تایروئید سرطان څخه په سل کی لس تنه مړه کیږي. د چرنوبیل هستوي بټۍ په پېښنه کې د چا پیریال یوازې یو په سل کې کوچنیان او تنکي ځوانان د تایروئید په سرطان مړه شول. همدارنګه د سینې سرطان څخه پینځوس په سل کې او د پوستکي سرطان څخه یو په سل کې د مړینې سره مخامخیږي.

څرنګه چې دنومورې ناروغۍ بڼه د سرطان یا نې چنګاش بڼې ته ډېره ورته ښکاري، نو داسې اټکل کیږي چې د دې کبله ورته د سرطان ناروغۍ نوم ورکړشوی دی. د بېلګې په ډول په ۱۲۸ شکل کې د پوستکي سرطان هراړخیز ډولونه ښوول شوي دي چې د چنګاش بڼې ته ډیر ورته والی لري.

دننه خواته غځیدل Endophytic	پړسوب Ulcer	دبهرخواته غځیدل Exophytic



(۱۲۸- شکل)

۱۲۸- شکل: د پوستکي سرطان ناروغیو دغځید لوهراړخیزي کلینیکي بڼې ښوول شوي دي (9).

د سرطان ناروغۍ تعريف (Cancer definition) :

د سرطان کلمه يوه ټولنيز اصطلاح ده او هرډول ناوړه پړسوب (Tumor) ته ويل کيږي چې دروغتيا په تړاو خطرولري او دبدن يوه غړي د ناروغۍ لامل وګرځي. د سرطان حجرې په خپل سر او په کنترول نه لرونکي ډول ډيريږي چې د هغوی مخ نيوی ډير ګران او يا کله نا شونی تماميږي. د سرطان ناروغۍ يو واحدډوله بڼه نه لري بلکې نن ورځ د نوموړې ناروغۍ تر سلو نه ډير ډولونه پيژندل شوي دي. د بېلګې په ډول لکه د پروستاتا سرطان، د معدې سرطان، د تيوسرطان، د سږي سرطان او نور.
دنومړو ناروغيو تر منځ هم ډير تو پير شته دی چې په لاندې ډول بيان کيږي:

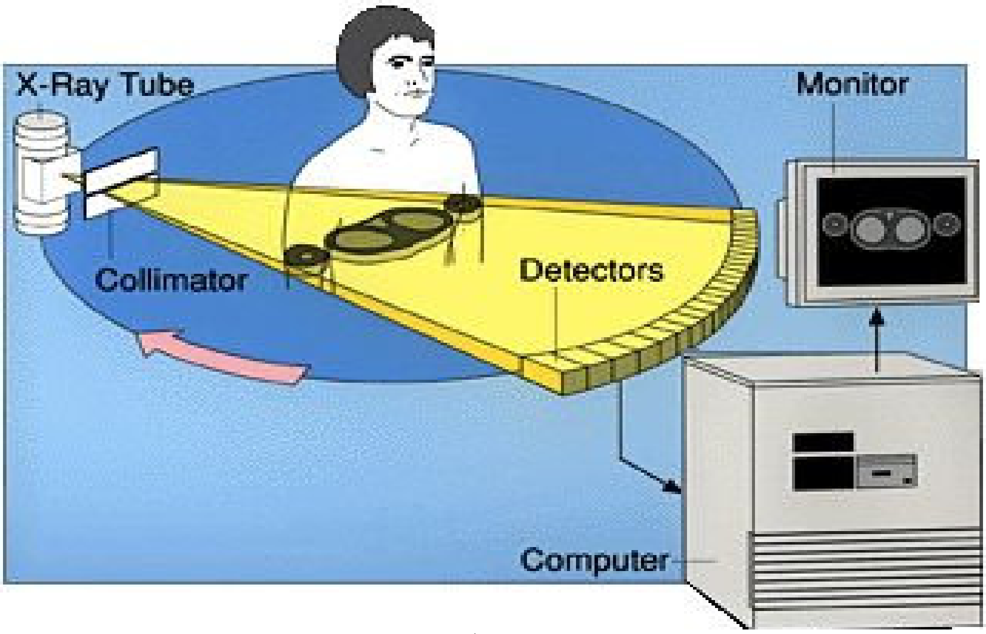
- دسرطان ناروغۍ پېښليک د يوه بل سره توپير لري
- دسرطان ناروغۍ پرمختګ ديوه بل سره توپير لري
- دسرطان ناروغۍ د درملنې کړنلارې ديوه بل سره توپير لري
- دسرطان ناروغۍ د درملنې په تړاو توپير لرونکی غبرګون ښئي

دسرطان ناروغۍ د پيژند نې تخنيکي کړنلارې :

د سرطان ناروغۍ د څانګړو طبي آلو لکه کمپيوټر توموګراف Computer tomography ، دهستوي طب ګاما کمره (Gamma camera) مقناطيسي ريزونانس توموګرافي(Magnetic Resonance tomography)، پوزيترون اميزيون توموګراف (Positron Emmission Tomography) او د ايکس وړانګو د عکس اخېستنې او يا په وينه کې د ځينو هارمونو، پروتينو او عنصرو د نورمال ليميټ څخه د بدلون په مرسته سره پيژندل کېدای شي.

لومړی: کمپيوترتوموګرافي (Computer tomography = CT) :

کمپيوترتوموګرافي (CT) په بدن کې دناروغيو د پيژندلو په موخه د عکس اخېستلويوه خورا اړينه ،ترټولو دقيقه او کره کړنلاره ده، چې د يوه ځانګړي کمپيوتر په مرسته سره کارکوي. په نوموړې کړنلاره کې د بدن دننه غړودرې بعده (Three dimensional) اکسريزعکسونه تر لاسه کيږي . ددې موخې لپاره داکسريزسرچينه په يوه ځانګړي اکسيال محور(Axial achse) دناروغ په ساره سطحه راڅرخي اودوه بعده اکسريزعکسونه اخلي. ديوه کمپيوتر په مرسته سره دغه دوه بعده عکسونه په درې بعده اړول کيږي.
په۱۲۹ شکل کې د نوموړې طبي آلې تخنيکي جوړښت ښوول شوی دی چې دلاندنيو برخونه جوړدی:

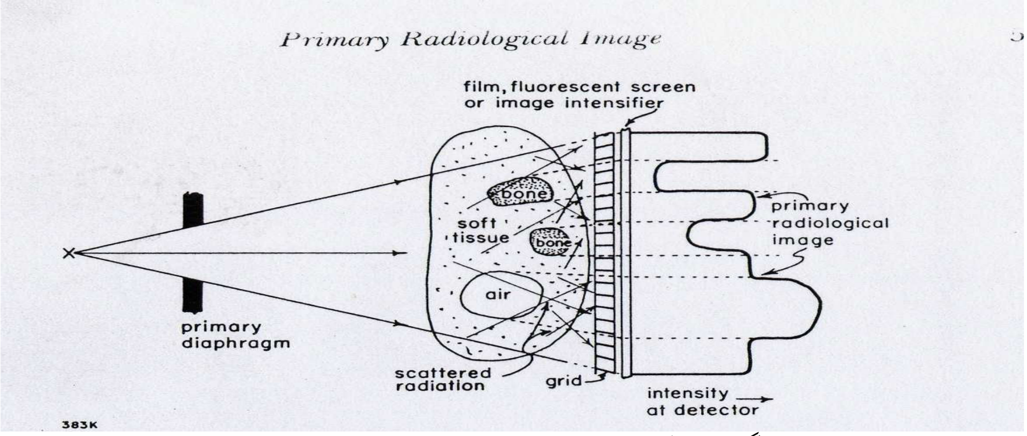


(۱۲۹-شکل)

۱۲۹-شکل: کمپیوټر توموګرافي (Computer Tomography = CT) دناروغیو پیژندلو په موخه یوه نامتو طبي آله ده چې دیولړ دېډېکټورونو (detectors)، اکسریزسرچینې (X-Ray Tube)، یو کمپیوټر او یو مونیټور (Monitor) څخه جوړه ده. تومو (tomos = slice) یو ه یونانۍ کلمه ده چې دیوه شي په ساره پرې شوې ټوټې ته وايي او ګراف (graphy = to write) د لیکلو مانا لري. www .Imaginis .com (75)

- ☑ د اکسریز تیوب (X-ray tube): په نومورې برخه کې داکسریز تو لید کېږي. دنوموړو وړانګو څخه د ناروغیو په پیژندلو او هم د درمل په موخه کار اخېستل کیږي.
- ☑ ګڼ شمېر دیډېکټورونه (electronic detectors): الکترونیکی دیدیکتورونه چې په یوه دایروي شکله څرخیدونکی فلزي چوکات باندې کلک تړل شوي دي او هغه وړانګې چې د ناروغ د بدن څخه تېریږي، اندازه کوي. په داسې حال کې چې پخوا به د ناروغیو د پیژندلو په موخه داکسریز فلم څخه کار اخېستل کېد ه، نن ورځ د فلم پر ځای نیم هادي دیدکتورونه کارول کیږي،
- ☑ د کمپیوټرسیستم چې د دېډ کټورونو انالوګ (Analog) بریښنایز سیګنالونه په دیګیتال (Digital imaging) سیګنالونو اړوي اوله دې کبله د بدن اناتومي په هره یوه سطحه او دري بعده عکسونو Three dimensional medical reconstruction اړولای شي . دبېلګې په ډول لکه د ساره سطحه Transversal plane د سرنه پښو خواته په اوږدو سطحه Longitudinal plane اودښې نه مخ خواته په اوږدو سطحه Sagittal plane اونور.

داکسریز تیوب څخه سم سیخ دنوموړو وړانګو یو نری او فوکس شوی بنډل راوځي او دناروغ په بدن باندې لګیږي. څرنګه چې داکسریز وړانګې د بدن په هډوکو، وازده (Lipid) او غوښه کې په توپیر سره جذب کیږي، نو له دې کبله د هغو ی نسجونو اکسریز عکس هم دیوه او بل څخه توپیر لري او پیژندل یې آسانه تماميږي. دا ځکه چې په بدن کې داکسریزغبرګون د عنصرونو د اتومي نمبر (Atomic number) او کثافت سره تړاو لري اوهغه فیزیکي کړنلاره ټاکي، چې په څومره کچه وړانګې په بدن کې جذب او څومره تېرې شي.



۱۳۰-شکل: کله چې داکسریزوړانګې د عکس اخیستنې په موخه د بدن څخه تیریږي، نو په هډوکو (Bone) کې نسبت د وازدې (Lepid) ، سږي، پاسته نسجونو (Soft tissue) او هوا (Air) په پرتله ډېرجذب کیږي. دا ځکه چې د هډوکو کثافت د نورو نسجونو په پرتله څه ناڅه دوه ځله لوړدی. په ښي اړخ کې داکسریزد شدت کمښت ښوول شوی دی، چې د یوه ډیډیکتور په مرسته سره اندا زه کیږي(15).

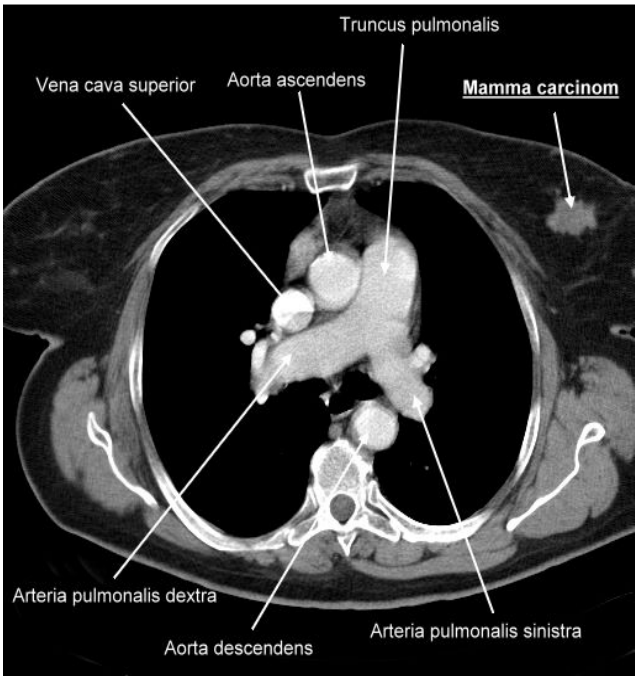
هغه اکسریز چې د ناروغ بدن څخه تیري شي نوبیا په مخامخ ګڼ شمیر دیدکتور ونو لګیږي او هلته دځانګړو الکترونیکي سرکټونو په مرسته سره اندازه کیږي. نوموړي دیدیکتورونه په یوه دایروي شکله څرخیدونکي فلزي چوکاټ باندې کلک تړل شویدي، چې د اکسریز تیوب سره په یوه محور او یوځای حرکت (خوځیدنه) کوي. څرنګه چې ټول دیدیکتورونه اود اکسریز تیوب په یومرکزي (منځیز) شریک محورسره یوځای، په دري سوه شپیته درجې زاویه (360°C) حرکت (خوځیدنه) کوي، نو د بدن دیوې برخې په ساره پرې شوي پوړ یا طبقې (Cross section) ،چې پنډوالی یې پخپله خوښه ټاکل کیدای شي او لږ څه یو ملي متر ته هم رسیږي دارتسام (Projection) ډېر اناتومي شکلونه لاس ته راځي. دا په دې مانا چې د بدن د یوه ملي متر پنډپوړ اکسریزعکسونه د دري سوه شپیته اړخونوڅخه اخیستل کیږي. په پایله کې دکمپیوتر په مر سته سره د دیدیکتورونو سیګنالونه داسې اړول کیږي چې په یوه پرده (Screen) باندې دبدن دغړو نه تیرې شوي وړانګې په توپیر سره لیدل کیږي.

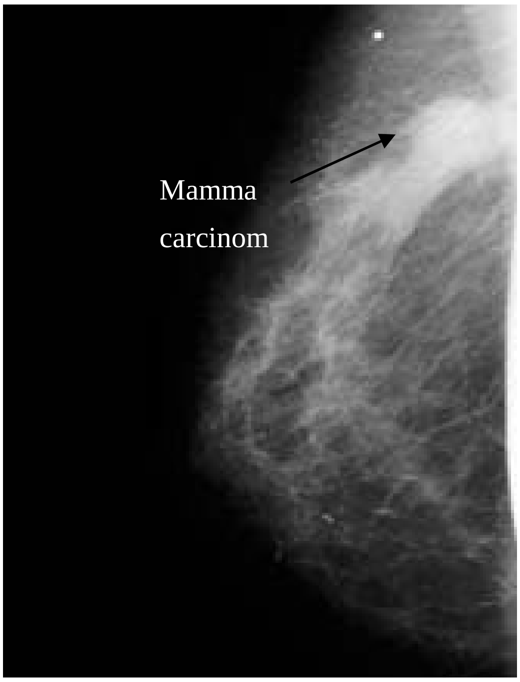
د بېلګې په ډول هغه غړي چې کثافت یې د یوه نه لوړوي (**> 1g/cm³**) لکه هډوکی سپین رنګ اوکه دیوه نه کوچنی وي **< 1g/cm³**) لکه هوا او سږي تور رنګ ځانته غوره کوي.

هاونس فیلډ ګڼه (Hounsfields number= HU(Hounsfield units) هاونس فیلډ ګڼه په نسجونوکې دوړانګودخطي کمزورتیا ضریب میو $\mu[cm]^{-1}$ پر ځای کارول کیږي. دنوموړي عدد ګټه په دې کې ده چې واحدنه لري اودنسجونوکثافت په یوه عددي سکیل (Scale) اړوي. که په اوبوکې دوړانګودکمزورتیا ضریب په μ_{water} او په نسجونو کې په μ وښیو، نو دهاونس فیلډ ګڼه چې د کمپیوترتوموګرافي عدد (CT-number) په نامه هم یادیږي، په لاندې ډول تعریف شوی دی.

$$CT - number = \frac{\mu - \mu_{water}}{\mu_{water}} \times 1000$$

دپورتنی معادلې سره سم، کله چې دنسجونوکمزورتیا ضریب داوبوسره برابر وټاکو، $\mu = \mu_{wateer}$ نود اوبولپاره د کمپیوترتوموګرافي عدد(CT number = 0) دصفرسره مساوي کیږي. دنوموړي سکیل له مخې دغه عدد دهډوکولپاره مثبت یوزر (CT number = +1000) اود هوا لپاره منفي یوزر (CT number = -1000) قیمت غوره کوي.





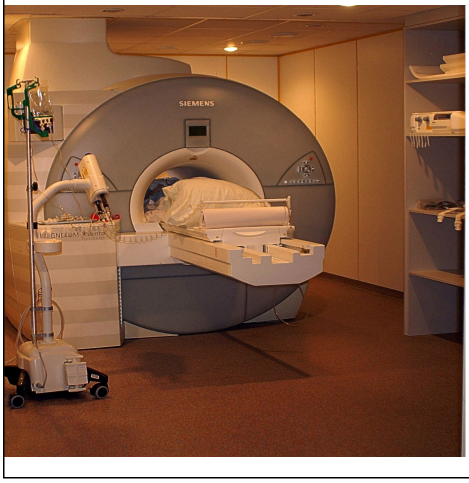
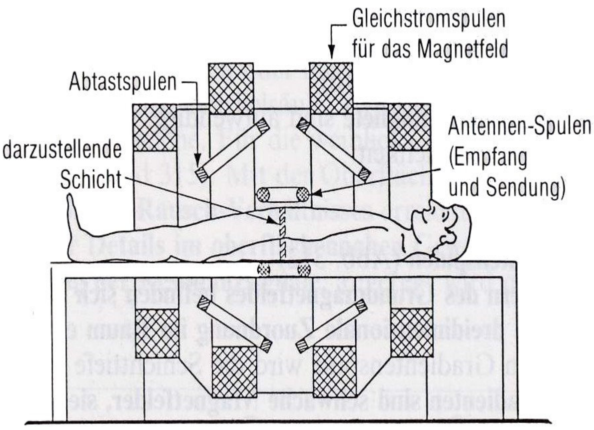
(۱۳۱- شکل)

۱۳۱- شکل: داکسریز په مرسته سره دیوې ښځې په تیو کې دماما سرطان (Mamma carcinom) پیژندل شوی او په ښي اړخ اکسریزعکس کې دیوه وېکتورپه څوکه ښوول شوی دی. په کیڼ اړخ کې همدغه ناروغي د کمپیوتر توموگرافي (CT) په کړنلاره سره دبدن په یوه سا ره پرې شوې سطحه کې (Cross section) هم ډېره جوته ښکاري.

دویم: مقناطیسي ریزونانس توموگرافي (Magnetic Resonance Imaging = MRI) :

مقناطیسي ریزونانس توموگرافي یا (MRI) د پستو نسجونو (Soft tissues) ناروغیوخوپه تېره بیا د عصبي سیستم ناروغیوپه پېژندنه (Diagnostic) کې تر ټولو یوه وتلې طبي کړنلاره ده. په نوموړې فیزیکي کړنلاره کې د اکسریز پر ځای د راډیو څپو (Radio waves) اویوې پیاوړې مقناطیسي ساحې څخه کار اخېستل کیږي.

په لومړي ګام کې ناروغ دنوموړې آلې یوه دایروي شکله سوري منځته ورننه ایستل کیږي چې هلته یوه زورروه مقناطیسي ساحه تولید شوې وي . د یوه فریکونس جنراتورسرچینې څخه د راډیو څپې خپرېږي او دناروغ بدن په رڼا کیږي . په دویم ګام کې دبدن توپیر لرونکو نسجونو څخه درادیوڅپې جذب کیږي . په دریم ګام کې همدغه جذب شوې راډیو څپې د هرډول نسجونو څخه بیرته بهرته په توپیرلرونکي انرژي خپرېږي . څرنګه چې دمختلفو نسجونو انرژي شپکترم د یوه او بل سره یوشان ندی، نو دیوه کمپیوتر په مرسته سره کو لای شو، چې د یوه ځانګړي نسج اود هغه څخه په ځانګړي ډول خپرې شوو ورانګوتر منځ اړیکې، دیوه عکس په بڼه تر لاسه کړو . ۱۳۲ شکل کې د نوموړې آلې جوړښت ښوول شوی دی چې په تخنیکي ډول د یوه ستاتیک مقناطیس (Magnet) ، د راډیو څپې یوجنراتور، یولړبرېښنایز ګوټکونو (Electrical Coils) او یو پیاوړي کمپیوترڅخه جوړه شویده .

دماګنېټيک ريزونانس آلي ظاهري بڼه بنوول شو يده . يو ناروغ د يوه دايروي شکله مقناطيس په منځ کې د عکس اخېستني په موخه پروت دی.	دماګنېټيک ريزونانس الي منځنۍ تخنيکي بڼه ښوول شو يده چې د ناروغ په چاپيره کې ديولړ بريښنايز ګوټکونو په مرسته پيدا شوې مقناطيسي ساحه رانښئي
	

(۱۳۲.شکل)

۱۳۲.شکل: دماګنېټيک ريزونانس آلي تخنيکي جوړښت ديو لړ بريښنايز ګوټکونو څخه جوړدی چې ناروغ ته دراديوڅپې استوي (Transmitter) . همدارنګه دغه بريښنايز ګوټکونه ، هغه الکترومقناطيسي وړانګې چې دناروغ دعکس اخېستنې غړي څخه بېرته خپرېږي رانيسي او اندازه کوي(51). (Receiver)

دنومورې آلې ګټوراستعمال د کمپيوتر توموګرافي په پرتله دادی چې:

۱- د نومورې تخنيکي آلې په مرسته سره دبدن اناتومي جوړښت د يوه مقناطيسي عکس په څېر په ساره او هم په اوږدو دهرى خوا او هرې زاويې څخه د يو ملي متره پنډ والي (1mm thin) په کچه هم اخېستل کېدای شي .

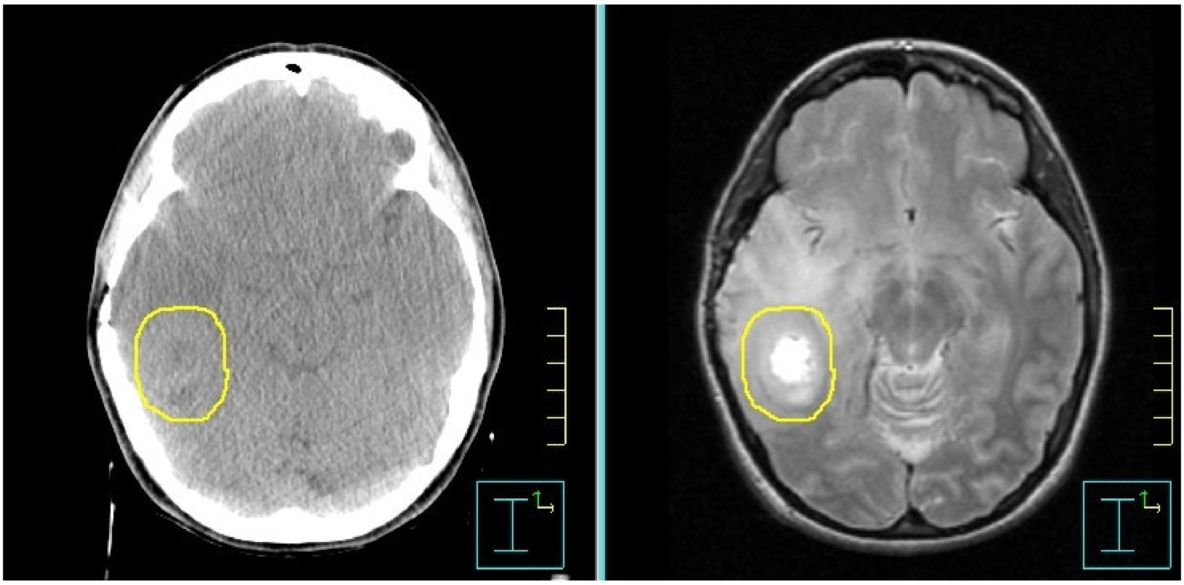
۲- څرنګه چې په نومورې آله کې دراديو څپو څخه کار اخېستل کېږي نو له دې کبله بدن ته هېڅ ډول زيان نه رسوي. په داسې حال کې چې په کمپيوتر توموګرافي کې د اکسريزڅخه کار اخېستل کېږي اود روغتيا په تراوږد د انديښنې وړ دی.

۳-دبدن ځانګړو نسجونو هر اړخيز پاتولوژي، مورفولوژي او ميتابالېزم بدلون په پېژندلوکې لکه دسرطان نسجونوډېرکی ويشنه اويا د بدن په التهاب اخته برخو په پېژندلوکې ترتولوحساسه ځانګړې کړنلاره تشکيلوي.

خو دنومورې تګلارې (Method) او د کمپيوتر توموګرافي CT تګلارې ترمنځ توپير دادی چې د ماګنېټيک ريزونانس توموګرافي په کړنلاره سره يوازې دبدن هغو برخو عکس اخېستل د ناروغيو د سم او دقيق (Precise) پېژندنې په اړه خورا ډېر ګټورګڼل کيږي چې د پستونسجونو (Soft tissues) څخه جوړې وي او يا په بل عبارت هغه نسجونه چې ډېره برخه يې د اوبومرکب په ځان کې ولري. د بېلګې په ډول لکه دسرماغزه، د

بدن شله غوښه او د بدن نوري بې هډوکو برخې . په داسې حال کې چې د کمپيوټر توموګرافي په کړنلاره سره کولای شو چې د بدن په هډوکو او هم په پستو نسجونو کې د ناروغيو پېژندنه وکړای شو . څرنګه چې دفيزيک نوموړې دواړه کړنلارې خورا حساسې (Sensitive) او د باورور کړنلارې پيژندل شوېدي ، نودرمل پوهان ديوې ښکمنې ناروغۍ د رښتنوني اود پوره باورترلاسه کولوپه موخه، ددواړو تګلاروڅخه په ګډه سره هم کار اخلي، چې د فوزيون (Fusion) په نامه سره يادېږي .

په ۱۳۳ شکل کې د سرطان ناروغۍ دپيژند نې په موخه د کمپيوټر توموګرافي CT او هم ماګنېټيک ريزونانس توموګرافي MRI دواړو تګلارې عکسونه اخېستل شوي او بيا وروسته ديوه او بل سره ويلې (Fusion) شوي دي

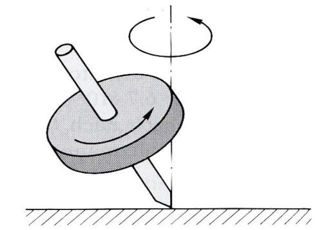
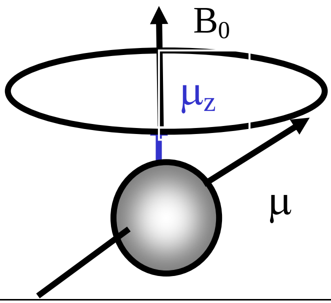


(۱۳۳- شکل)

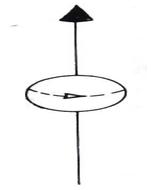
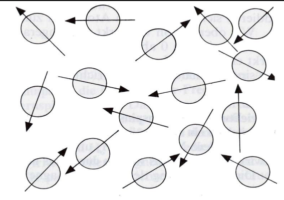
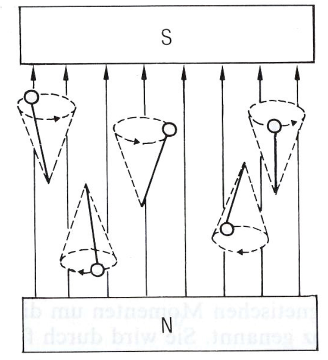
۱۳۳- شکل : شي اړخ ته د سر ماغزو ماګنېټيک ريزونانس توموګرافي MRI او کيڼ اړخ ته د کمپيوټر توموګرافي CT په ساره سطحه پرې شوي (cross section) عکسونه ښوول شوي دي . د سرطان ناروغۍ په نوموړي عکس کې د سر ښئ خواته پيژندل شوې او ديوې دايرې (circle) په بڼه پر ليکه شو بده . که اوس دواړه عکسونه ديوه بل سره پرتله کړو ،نوښکاره ده چې د مګنېټيک ريزونانس توموګرافي په کړنلاره کې د سرطان ناروغۍ پوره پيژندل کيږي، خو د کمپيوټر توموګرافي په کړنلاره کې بشپړ نښې پيژندل کېدای .

دمقناطيسي ريزونانس توموګرافي فيزيکي بنسټ:

دمقناطيسي ريزونانس توموګرافي فيزيکي بنسټ په دې ولاړدی چې که ديوې مادې داتومونو په هستو کې دپروتونو او يا نيوترونو شمېر يو تاک شميره وي، نو په طبيعي ډول دخپل محورپه شاوخوا يو څرخيدونکی حرکت تر سره کوي، چې د هستې سپين (Nuclear spin) په نامه سره يادېږي. داتوم هسته (زړی) دپروتونو اونيوترونو څخه جوړه ده چې نوموړو ذرو ته نوکليون هم ويل کيږي. دنوکليونو نوموړی حرکت چې دلته به د هستې سپين (Nuclear spin) پر ځای دهستې څرخيدل نوم ورکړو په ورځني ژوند کې د کوچنيانو دلوبې کولويو آلې سره ورته بيلګه کېدای شي، چې د سيلۍ يا لاټو Top په نوم سره يادېږي. دلوبې کولو يوه داسې لاټو چې د ځمکې جاذبې قوې تراغېزې لاندې يو څرخيدونکی حرکت تر سره کوي په ۱۳۴ شکل کې ښوول شو بده .

		$E = -\mu\ B_0 = \mu\ B_0\ \cos\Theta$ $\Delta E = \gamma\ h\ B_0\ / 2\pi$ $\mu_z = m_z\ \gamma\ h / 2\pi$

۱۳۴- شکل: په کیڼ اړخ کې د څمکې پر مخ یوه سیلۍ یا لاټو (Top) دیوې خوا په خپل محور تاویږي (Spin) او دبلې خوا دڅمکې د جاذبې قوې په اساس د عمودي محور په شاوخوا یو څرخیدونکی حرکت یاني پریڅیسیون موشن (precession motion) هم تر سره کوي(75) .په ښې اړخ کې یوپروتون په مقناطیسي ساحه کې ورته څرخیدنه کوي.

الف شکل: د هستې دوه قطبه مقناطیس (Magnetic dipole) په خپل محور باندې را څرخي چې د هستې سپین (Spin) په نوم یادیږي	
ب شکل: کله چې د باندې خوا څخه کومه مقناطیسي ساحه په یوه ماده اغیزه ونه کړي، نو د اتوم هستې دوه قطبه مقناطیسونه هرې خواته د یو احسائیوي ویشتوب له مخې خواره واره پراته وي	
ج شکل: خو کله چې د باندې خوا څخه یوه مقناطیسي ساحه په یوه ماده اغیزه وکړي، نو د اتوم هستې دوه قطبه مقناطیسونه د باندنۍ مقناطیسي ساحې د لیکو په اوږدوکې موازي (Parallel) شکل غوره کوي. نوموړې هستې دیوې خوا په خپل محور راڅرخي او دبلې خوا د مقناطیسي ساحې په چاپیره هم یو ګرزیدونکی حرکت تر سره کوي. (شمال= N او جنوب= S)	

(۱۳۵- الف شکل)

۱۳۵- الف شکل: په پورتني شکل کې د یو نوکلیون څرخیدونکی حرکت ښوول شوی دی. د اتوم په هسته (زړی) کې نیوترونه اوپروتونه د انرژۍ په ټاکلو مدارونوکې پراته دي او په خپل محورڅرخیږي. ټول هغه اتومونه چې د هغوی په هستوکې د پروتونو اونیوترونو شمېر یو جفت عدد وي (Even number) د هستې څرخیدل (سپین) یې صفرقیمت لري. دا ځکه چې د یونوکلیون څرخیدلوویکټور لوری پورته خواته او دبل نوکلیون څرخیدلوویکټور لوری ښکته خواته دی یاني د یو بل سره مخالف لوری لري، نو له دې کبله دهغوی د څرخیدلو(سپین) ویکټورمجموعه خنثي کیږي اود ویکټورمطلقه قیمت یې د صفر سره مساوي کیږي. خوټول هغه اتومونه چې په هستوکې د پروتونو اونیوترونو شمېر یو تاک عدد وي نو دځان لپاره یوځانګړی

فیزیکي کمیت لري چې د هستې سپین (Nuclear spin) ورته ویل کیږي. نوموړی مطلب په لنډ ډول داسې لیکو :

- یوازې هغه اتومونه چې په هسته (زړې) کې د نوکلیونو تاک شمېر (Odd number) ولري د هستې څرخیدنې (Nuclear spin) خاوندان دي او قیمت یې د صفر سره برابر ندی . هغه اتومونه چې نوموړې خواص ولري او په بدن کې په زیاته کچه شتون لري عبارت دي له : هایدروجن، نایتروجن، سوډیم او فوسفور . خو په نوموړو ټولو اتومونو کې ډېرکی برخه هایدروجن تشکیلوي . نو له دې کبله د هستې څرخیدلو په کړنلاره کې د عکس اخېستلو په موخه یوازې د هایدروجن اتوم پروتون ونډه لري.

- په عادی حالت کې، یا نې بې له مقناطیسي ساحې څخه، د بدن د نوموړو هستونوکلیونونه د خپل محورپه شاوخوا، او د فضا په یوه نا ټاکلي لوري کې په غیر منظم ډول څرخیږي. د بېلګې په ډول په ۱۳۵.ب شکل کې یوه ماده ښوول شو بده ، چې د هستې څرخیدلو ویکتورونو څوکې یې د یوه احسائیوي ویشتوب له مخې هرې خوا ته خورې ورې دي او دهستې څرخیدنې وکتورونو (Vectors) سمتونه موازي شکل نه لري

- کله چې یو پروتون اویونیوترون په خپل محور څرخیږي، نو په پایله کې یو مقناطیسي دوه قطبه مومېنټ چې د میو µ په توري سره یې ښیو ، ورسره پخپله منځته راځي . دا په دې مانا چې داتوم هستې لکه کوچنې مقناطیسونه دي، چې په خپل محور څرخیږی. بلخوا هریو اتوم خپل ځانته یو ټاکلی فریکونسي لري، دا ځکه چې د هغوی مقناطیسي مومنت د یوه بل څخه توپیر لري. نوموړی مقناطیسي مومنت په خپل وار سره یوه مقناطیسي ساحه (B_{nuc}) تولیدوي. د بېلګې په ډول د اوبو (H_2O) یو مالیکول دهایدروجن اتوم پروتون په طبیعي توګه ،یو مقناطیسي مومېنټ (Magnetic moment) لري، چې که په یوه مقناطیسي ساحه B کې کېښوول شي، نودپوتنسیلي انرژي (E_{pot}) خاوند کیږي. د هایدروجن هستې نوموړې انرژي د هغه د مقناطیسي مومېنټ میو µ او د باندنۍ مقناطیسي ساحې B د شدت سره سم سیخ متنا سب ده یانې (E_{Pot} =µ B) . که څه هم د هایدروجن اتوم هسته (زړې) یو کمزوری مقناطیس لري، خو په عادي حالت کې دانسان بدن پخپله، که څه هم ډېره برخه یې د هایدروجن اتوم څخه جوړه ده، په مجموع کې مقناطیسي خاصیت نه ښئي. دا ځکه چې په بدن کې د هایدروجن اتوم هستې په ملیاردونو مقناطیسي دوه قطبونه (Magnetic Dipols) یا مقناطیسي ډیپول په نا منظم توګه سره خواره واره پراته دي او محصله مقناطیسي ډیپول مومنت یې صفر دی.

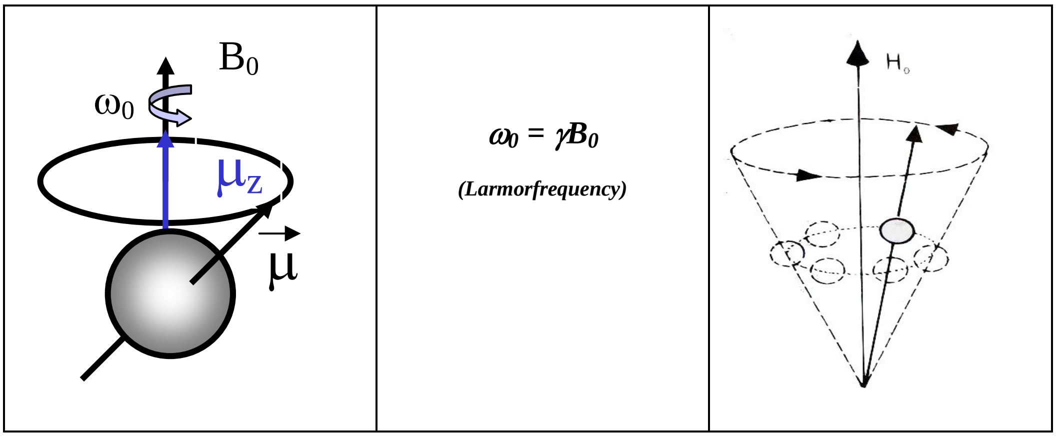
- خو کله چې د بدن نوموړي مقناطیسي ډیپولونه په یوه بهرنۍ ستاتیک مقناطیسي ساحه (B) کې کیښوول شي، نو دنوموړې ساحې او د هستې مقناطیسي ساحې (B_{nuc}) تر منځ غبرګون منځته راځي اوپه پایله کې دهایدروجن اتوم هستې مقناطیسي لوری سم سیخ کیږي (۱۳۵ج شکل).

دبدن اتومونو هغه هستې چې دڅرخیدنې یانې (Spins) قیمت یې دصفر سره مساوې نه وې، نود هغوی مقناطیسي دوه قطبونه د باندنۍ مقناطیسي ساحې د لیکو په اوږدوکې موازي (Parallel) شکل غوره کوي اود څرخیدلو لوری یې، د باندنې مقناطیس شمال څخه جنوب خواته سمیږي . په داسې حال کې چې د هایدروجن اتوم ځینې نورې هستې هم شته دي، چې دهغوی مقناطیسي دوه قطبونه د باندنۍ مقناطیسي ساحې په اوږدوکې ضد موازي (Antiparallel) شکل ځانته غوره کوي. دا په دې ما نا چې د نوموړو هستود څرخیدلولوری د باندنۍ مقناطیسي ساحې د جنوب څخه شمال خوا ته سمیږي. په ۱۳۵ج شکل کې د هستو مقناطیسي دوه قطبونو موازي او ضد موازي څرخیدنې ښوول شوې دي.

د بېلګې په ډول که چیرته د تودوخي درجه 37°C اود باندنۍ مقناطیسي ساحې شدت یو تیسلا (1Tesla) ومنو، نود هایدروجن اتوم هستو موازي څرخیدنې د ضد موازي څرخیدنې په پرتله لږ څه اووه برخې په ملیون تشکیلوي (7 ppm). دا په دې مانا چې د بدن یوې برخې د یوملیون اتومونو څخه یوازې اوه اتومونو شته دې، چې دهغوی مقناطیسي دوه قطبونه موازی شکل لري او دهغوی د پوتنسیلي انرژي سیګنالونه د اندازه کولو وړدي. د یو ملیون اتومونو څخه ټول هغه هستې چې د هغوی دهستې څرخیدلووکتورونه، په یوه لوري کې پراته وي، سره جمع کیږي، اوټول هغه وکتورونه چې د یو بل سره مخالف لوری ولري، مجموعه یې خنثی کیږي. په پایله کې یوازې اوه هستې پاتې کیږي، چې د هغوی په مرسته سره د ماګنېتیک ریزونانس کړنلاره سر ته رسیږي. ددغواوو هستود څرخیدنې مجموعي مقناطیسي سیګنالونوڅخه د عکس اخېستنې په موخه کار اخېستل کیږی. دنوموړو اووهستو مقناطیسي انرژي اندازه کول په تخنیکي لحاظ ډېر سخت تمامیږي، اوددې اړ تیا لیدل کیږی چې په زرګونو ځله زورره شي. دبلې خوا په نسجونو کې داتوم هستې په ځانګړې توګه نه بلکې په یوه کیمیاوي مرکب (ګډ) کې خوندي پټې شوې وي. د بېلګې په ډول یو ملي متر مکعب او به ($1mm^3\ H_2O$) لږ څه اووه ضرب د لس په طاقت د نونس ($6,7\times10^{19}$ protons/mm^3) پرو تو نونه لري.

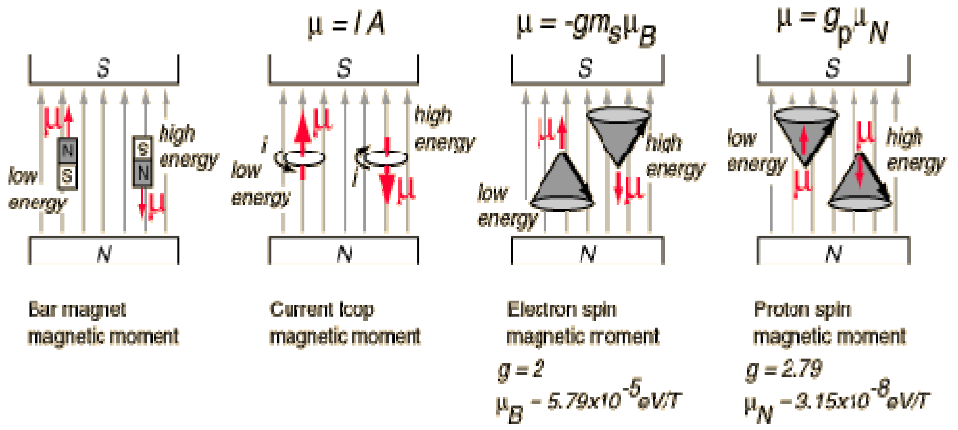
د لارمور فریکونسي (Larrmor frequency = ω_L):

که چیرته دبدن په یوه برخه کې چې هلته پوره هایدروجن موجودوي، دباندې خوا څخه دوخت په تړاو یوه ثابته او ډېره زوروره مقناطیسي ساحه B، چې قیمت یې د بېلګې په ډول د ځمکې د مقناطیسي ساحې په پرتله یو زرځله لوړه وي، په کارواچول شي نو د همغې برخې پروتونو(H^+) مقناطیسي مومنټ یو ټاکلې موازي لوری ځانته غوره کوي (Alignment). په دې ترڅ کې د هایدروجن اتوم هسته (زړی) په یوه وخت کې دوه ډوله حرکتونه تر سره کوي. لومړی داچې په خپل محورباندې څرخیږي (Spin) دوهم دا چې دهایدروجن اتوم هریو پروتون (H^+) د باندنۍ مقناطیسي ساحې د لیکو په شاوخوا په یوه ټاکلې فریکوینسي (frequency) سره یو څرخیدونکی حرکت پیل کوي. نوموړی څرخېدونکی حرکت د یوې سیلۍ سره ورته دی او له دې کبله ورته د پرېسیزیون موشن (precession motion) یانې د سیلۍ حرکت ویل کیږي. په یوه ثانیه کې د څرخیدلو شمېر، د څېړونکو هستود پرېسیزیون فریکوېنسي (precession frequency) په نامه سره یادیږي.



(۱۳۲- د شکل)

۱۳۲- د شکل: دیوې هستې دوه قطبه مقناطیس په خپل محور را څرخي (Spin) اوهم ورسره جوت د باندنۍ مقناطیسي ساحې $H_0=B_0$ په چاپیره یو ګرزیدونکی پرېسیسیون (precession motion) حرکت تر سره کوي. (51)



(۱۳۲-الف شکل)

۱۳۲-الف شکل : کله چي يوپروتون اويا الکترون په مقناطيسي ساحه کې پريوځي، نويو پرېسيزيون (precession motion) حرکت تر سره کوي . داځکه چي په نومورو ذروباندي يو ګرزيدونکی مومانت (torques = μ×B) اغيزه کوي . الکترون اوپروتون پخپله هم د يوطبيعي مقناطيس په ډول خواص لري(88).

دبېلګي په توګه که يو پروتون په يوتيسلا (Tesla= 1T) زوروره مقناطيسي ساحه (B) کې کيږدو،نود پرېسيزيون(څرخيدونکی) فريکوينسي يي په لاندي ډول ترلاسه کولای شو .

$$\omega_{proton\ spin} = \frac{2\,\mu_{proton}\,B}{\hbar} = \frac{2(2.79)(3{,}15\times10^{-8}eV/T)(1T)}{6{,}58\times10^{-16}eV.s} = 2{,}6753\times10^{8}s^{-1}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = 42{,}5781\,MHz \quad (Larmor\ \ frequency\ \ \ for\ \ \ protons)$$

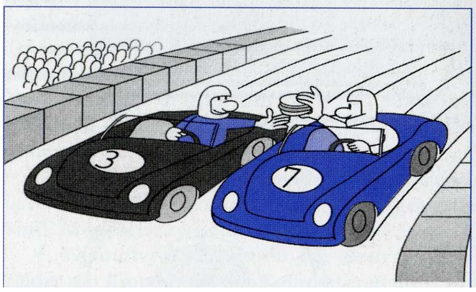
داتوم هستود پرېسيزيون فريکوينسي (precession frequency) چې د بهرنۍ مقناطيسي (B) ساحې ليکو په شاوخوا يې سرته رسوي، يو بل نوم هم ورکړشوی دی او د لارمور فريکوينسي (Larrmor frequency = ω_L) په نامه سره يادېږی. نوموړې فريکوينسي، په هم هغه کچه نورهم زيا تيږي، څومره چې د بهرنۍ مقناطيسي (B) ساحې شدت زياتيږي. دا په دې مانا چې د لارمور فريکونسي ω_L د بهرني مقناطيس (B) شدت سره سم سيخ متناسب دی او يوه بل سره لاندې اړيکي لري.

$\omega_L = \gamma \times B$
ω_L = دبهرنۍ مقناطيسي ساحې B په شاوخوا د هستو پرېسيزيون فريکوېنسي
B = د بي توری: د بهرنۍ مقناطيسي ساحې قوه

دګاما توری: د هر يو اتوم هستې لپاره يوه ځانګړې ثابته ده	γ =
د بېلګې په ډول د پروټون لپاره چې بهرنۍ مقناطيسي ساحه يې يو تيسلا (T) قيمت ولري لږ څه دوه څلويښت مېګا هرڅ ده (42,6 MHz/T) . دا په دې مانا چې يو پروټون په يوه ثانيه کې څه ناڅه دوه څلويښت مليونه ځله د بهرنۍ مقناطيسي ساحې په شاوخوا راڅرخيږي.	

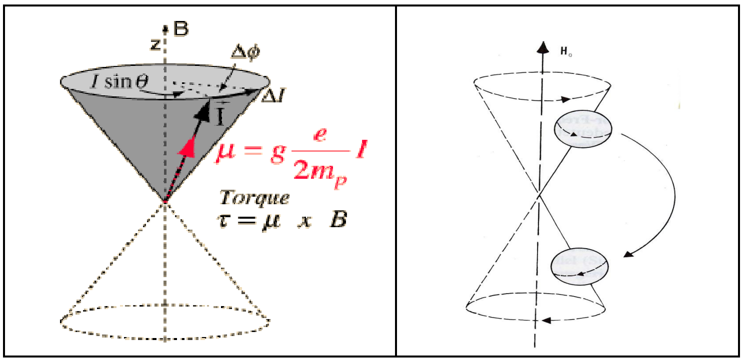
دهستې ريزونانس توموګرافي طبي کارول (MRI medical application) :

کله چې يوناروغ د MRI آلې منځته ور ننه ايستل شي، نودهغه په نسجونوکې، د شاوخوا ثابتې مقناطيسي ساحې په مرسته سره دهايدروجن هستې پروټون (H^+) مقناطيسي دوه قطبه مومنټ سم سيخ کيږي، اود لارموريه فريکونسي سره (42 MHz) د مقناطيسي ساحې په چاپيره راڅرخيږي . که چېر ته اوس ديوه برېښنايزګوټک په مرسته سره، چې د فريکونس جنراتورسرچينې سره تړلی ده، الکترومقناطيسي څپې د ناروغ بدن ته وليږل شي، چې کټ مټ هم هغه فريکونسي ولري، لکه دهايدروجن هستې د پروتون مقناطيسي دوه قطبه مومنټ يانې دوه څلويښت ميګا حرڅ فريکونسي قيمت ولري، نو د انرژي راکړه ورکړه ترسره کېدلای شي. نوکله چې د لوړ فريکونسي جنراتوراوپه بدن کې دپروتونوڅرخيدونکی فريکونس سره کټ مټ يو برابر شي، نو د رېزونانس (Resonance) حالت منځته راځي . په ۱۳۷ شکل کې د ريزونانس فيزيکي پېښه ددو موټرود سرعت سره پر تله شو بده . د بېلګې په ډول د انرژي راکړه ورکړه د دوو موټرچلوونکو تر منځ هغه مهال تر سره کېدای شي چې ددواړو موټرونوسرعت سره يو شان وي.



۱۳۷. شکل: ددواړوموټرچلوونکو ترمنځ د انرژي (Energy exchange) او يا ديوه شي راکړه ورکړه په هغه صورت کې تر سره کيدای شي چې دهغوی دموټرو سرعت (چټکتيا) سره يو شان وي(9).

په دې ترڅ کې د هايدروجن اتوم سم سيخ شوي هستوي مقناطيسونه، د نوموړي لوړفريکونس سرچينې څخه انرژي تر لاسه کوي اوله دې کبله دموازي لوري څخه لکه دصفردرجې زاويې (0°) څخه ، د ضد موازي لوري خوا ته لکه يو سلواتيا درجې زاويې (180°) ته را اوړي، يانې سرپه پښو کيږي. نوموړې فيزيکي کړنلاره په ۱۳۸ شکل کې ښوول شو بده .



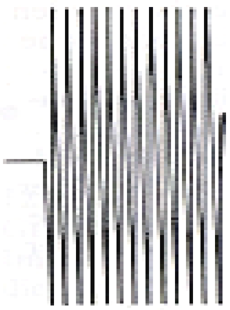
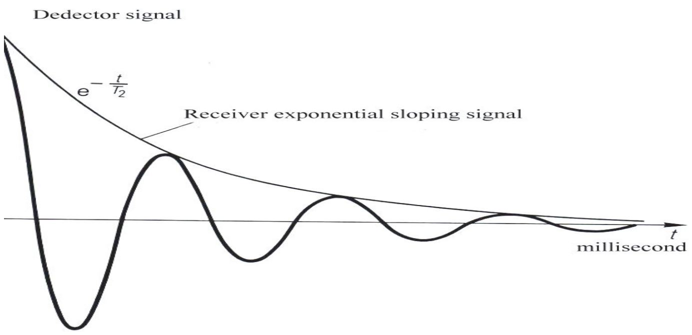
۱۳۸ - شکل: کله چې د اتوم هستې دوه قطبه مقناطیس ته د باندې خوا څخه انرژي ورکړه شي نو خپل اوسنی موازي (Parallel) څرخیدونکی پرې سیسیون حرکت (0°) لوری بدلوي، او سر په پښو خواته (180°) یاني موازي ضد (Anti parallel) څرخېدونکی حرکت (خوځیدنه) غوره کوي (51)

کله چې درادیو څپې د ناروغ په بدن ولګیږي نو دهایدروجن اتوم پروتونونه د ټیټې انرژی مدار څخه د انرژی یوه لوړ مدار ته پورته کوي. دا ځکه چې دنوموړو وړانګو شپکترم څخه یو داسې فوتون ځان ته را جذب کوي چې مساعده انرژي ولري. په دې ترڅ کې دهایدروجن اتوم هسته (زړی) تر هغه وخته پورې د تحریک په حالت کې پاتې کیږی تر څو چې د باندنی سرچینې څخه د رادیو څپې سیګنالونه ورته و رسیږي. څرنګه چې داتوم په هسته کې لکه داتوم د پوښ (Atom shell) په شان هم دانرژي مدارونه شته دي، نودغه کړنلاره داتوم د مدارونو سره ورته ده یا نې کله چې یو الکترون د بېلګې په ډول لکه د K مدار الکترون یو فوتون جذب کړي نو د L یا سني مدار ته پورته خیږي. خو کله چې بیرته خپل پخواني مدار ته رواليږي، نود نوموړو مدارونو د انرژي توپیرد الکترومقناطیسي وړانګې په شکل خپروي. دهایدروجن اتوم په هسته کې هم نوموړې کړنلاره تر سره کیږي.

څرنګه چې اوس د هایدروجن اتوم هسته (زړی) په یوه هیجاني حالت کې پریوتې ده، نو ډېر زیار باسي چې دغه جذب شوې انرژي بیرته دځان څخه لیرې کړي. نوموړې پېښه هغه وخت پیل کیږي چې دالکترومقنا طیسي څپوباندنی سرچینه ورڅخه بیرته لیرې شي. وروسې د هایدروجن هستو مقناطیسي مومنت بیرته خپل پخواني لوري ته را ګرځي، او په دې ترڅ کې درادیوڅپو په ساحه کې الکترومقناطیسي وړانګې د ناروغ د بدن څخه خپریږي. نوموړې وړانګې د یوه بربښنایز ګوتک (Electrical Coil) په مرسته سره اندازه کیږي چې په ۱۳۹ شکل کې ښوول شوی دی. په اخیر کې دهایدروجن هستې هم هغه اضافګي انرژي د الکترو مقناطیسي څپو په خبر د لاسه ورکوي چې د لوړفریکونس جنراتور څخه یې تر مخه جذب کړې وه. نوموړې کړنلارې ته په فیزیک کې ماګنېتیک ریزونانس شپیکټروسکوپي (Spectroscopy) هم ویل کیږي، داځکه چې دنوموړووړانګوپه مرسته سره، دهم هغه ځای نسجونو دهایدروجن هستوکثافت ویشتوب اوشاوخوا کیمیاوي مرکباتوجوړښت په اړه مالومات تر لاسه کیږي. همدا لامل دی چې دهایدروجن هستود کثافت ویشتوب سره سم، د بدن هرډول نسجونوترمنځ توپیر لرونکي شپیکتروسکوپي عکسونه لاس ته راځي. د بېلګې په ډول که دباندنی مقناطیسي ساحې شدت یو تیسلا (Tesla) وټاکل شي نو د هایدروجن اتوم هستې څخه خپرې شوې وړانګې چې ددیکتورونو په مرسته اندازه کیږی لږ څه څلوېښت میګا هرځ (40 MHz) قیمت لري.

دلوړ فریکونسي جنراتورسرکټ (High-frequncy generator circuit) :

دالکترومقناطيسي وړانګوسرچينه يو لوړفريکونسي جنراتوراو يوبرېښنايزګوټک تشکيلوي چې ټول د يوه برېښنايزسرکټ په شکل سره تړلي دي. په نوموړي سرکټ کې دبرېښنايز ګوټک د الکترومقناطيسي وړانګو ليږونکي ياني ټرانسميتر(Transmitter) په ډول کارکوي، چې دجنراتور لوړفريکونسي سيګنالونه (Signals) د بدن هغو برخو ته استوي چې هلته د ناروغيو دپيژندلوپه موخه ټاکل شوي وي . دغه برېښنايز ګوټک درادیوستيشن (Radio station) سره ورته دی چې د يوې خوا د راديو څپې استوي او دبلې خوا يې بيرته رانيسي (Receive) . دهمدغه برېښنايزګوټک په مر سته سره هغه سيګنالونه اندازه کيږي چې د بدن څخه راوځي. دنوموړي سيګنال څپې د ترانسميتر څپې سره يو شان، خو امپليتود (Amplitude) يې ډېرکوچنی وي او په دې پورې اړه لري چې په څومره شمېر پروتونونه په نوموړي کړنلاره کې برخه اخلي او په هيجان راغلي دي (Excitation) . په نوموړي سرکټ کې برېښنايز ګوټک د يو ديدکتور(Detector) دنده په غاړه اخلي چې په لومړی ځل د سيګنال ټرانسميتر(Transmitter) اوبيا په دوهم ځل د سيګنال رانيوونکي (Receiver) په صفت کارورکوي. په ۱۳۹شکل کې د ترانسميتر سيګنال او رانيو ونکی سيګنال بېه ښوول شوې ده.

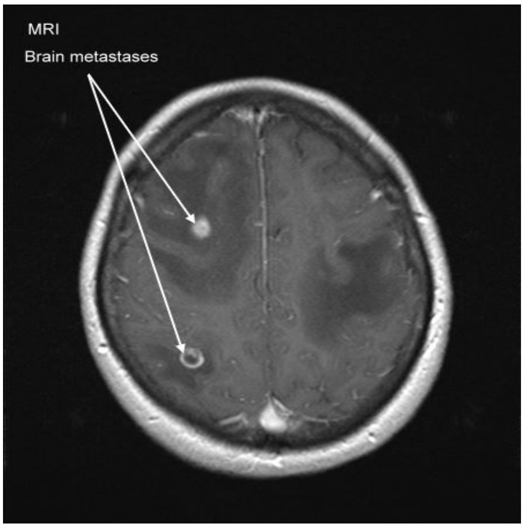
د برېښنايز ګوټک په مرسته سره دراديوڅپې د ناروغ بدن ته ليږل کيږي چې لاندنۍ بڼه لري (سيګنال ترانسميترTransmiter)	هغه الکترومقناطيسي وړانګې چې د ناروغ بدن څخه د پروتونونو تحريک په پايله کې بيرته خپريږي د يوه ديدکتور(برېښنايزګوټک) په مرسته سره اندازه کيږي. نوموړی سيګنال د وخت په اړه د يوې اکسپونېنسيال تابع په بڼه کمښت مومي
	

(۱۳۹- شکل)

۱۳۹- شکل : دمګنېټيک ريزونانس په کړنلاره کې ديوه جنراتورڅخه دراديو څپې يو سيګنال دناروغ بدن ته استول کيږي او بيا انعکاس شوی سيګنال اندازه کيږي. درادیو څپې دواړه ليږونکی (Transmitter) اوبيرته رانيوونکی (Receiver) سيګنال د يوه برېښنايز ګوټک په مر سته سره اندازه کيږي(51).

دا څرګنده ده چې رانيوونکی سيګنال د ليږونکي سيګنال په پرتله ډېرکوچنی وي او له دې کبله ښايي په زرګونو ځله زورور شي تر څود اندا زه کولووړوګرزي.

په ۱۴۰ شکل کې د يوې مقناطيسي ريزونانس توموګرافي آلې يوه بڼه ښوول شو بده .

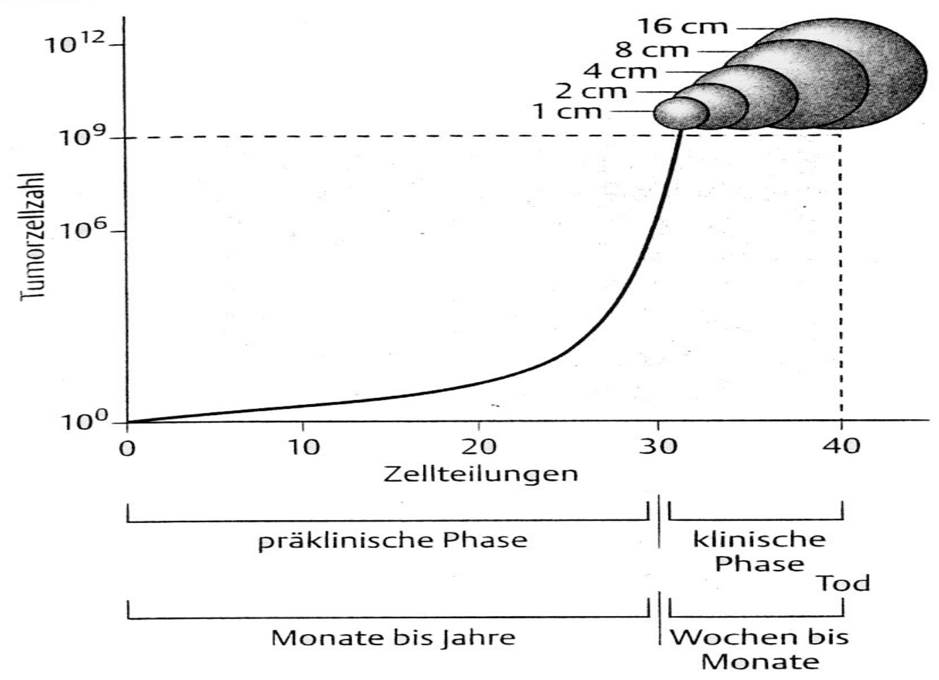


(۱۴۰- شکل)

۱۴۰- شکل : دماګنېټیک ریزونانس (MRI) عکس اخیستلو په مر سته سره د ناروغ په ماغزو کې د سرطان ناروغۍ میتا ستاز (Metastase) پیژندل شو ي چې په دوه وېکتورنو(غېشو) ښوول شوې ده.

د سرطاني ناروغیو د پیژندلو لومړني پړاوونه:

سرطان یوه داسې ناروغي ده چې په پیل کې دبدن په یوه روغه او عادي حجره(ژونکه) کې د نا څرګنده علتونو په بنسټ د موتېشن (Muation) بدلون منځته راځي او په پایله کې بیا دغه ژونکه په خپل سر او دکنترول نه وتلې ویېنل کیږي. په لومړي پړاو کې د روغې او ناروغې حجرې تر منځ توپیر پیژندل ډېر ګران تمامیږی. خو د سرطان یوه داسې د کنترول څخه وتلې ځانګړې ژونکه د وخت په تېریدلو سره ګڼ شمېر نورې نوې حجرې پیداکوي، چې دبدن هم هغه برخه پړسیږي. دغه ډول پړسوب د تومور (tumour) او یاد کانسر (cancer) په نامه سره یا دیږي. کله چې د کانسر حجروشمېر دیوې ټاکلې کچې او یا حجم څخه واوړي، نو بیا وروسته دنومړو طبي آلو لکه کمپیوتر توموګرافي، اکسریزاو ماګنېټیک ریزونانس توموګرافي په مرسته سره پیژندل کېدلاى شي. په ۱۴۱ شکل کې د سرطان حجرو شمېر د نومړو حجرودویشتوب شمېر په تابع سره ښوول شوی دی. په کلینیکي تړاو د سرطان ناروغۍ دعکس اخیستونکو طبي الوپه مر سته سره یوازې هغه وخت پیژندل کېداى شي چې غټوالی یې لږ څه یو سانتي متر قطر (چمبر)ته ورسیږي.



(۱۴۱- شکل)

۱۴۱- شکل : په عمودي محور کې، دسرطان ناروغۍ دحجرو ډېرښت شمېر، او په افقي محور کې دوخت په تېريدلوسره دنومورې ناروغۍ کلينيکي نښې، او د حجرودويشتوب (Mitose) شمېر ښوول شوی دی . دبېلګې په ډول دحجرو تر څه ناڅه ديرش ځله ويشتوب پورې پورومبی کلينيکي (Preclinical phase) پړاوترسره کيږي، چې مياشتې اوکالونه وخت نيسي . دنومورې وخت څخه وروسته ياني دحجرو دديرشو څلو ويشتوب څخه وروسته کلينيکي پړاو (Clinical phase) پيل کيږي. په دې پېره (دوره) کې دسرطاني حجروکتله دومره ستره کيږي ،چې دکلينيکي کړنلارو لکه کمپيوتر توموګرافي ، مګنېټيک ريزونانس توموګرافي ، اواکسريز په مرسته پيژندل کيدای شي(9) .

دبېلګې په ډول که ومنو چې دوخت په اړه د سرطاني نسجونو ډېرښت د يوه اکسپونېنسيال تابع (Exponential) په بڼه وده کوي، نومياشتې او کالونه تېريږي ترڅو قطر (چمبر) يې څه ناڅه يو سانتي مترقيمت ځانته غوره کړي . په دې ترځ کې د پيدا شوو حجرو شمېر، څه ناڅه لس مليونو ته (10 Millions) رسيږي. ددې لپاره چې د سرطان نسجونه ديو سانتي متر په کچه لوی شي، نوورته ښايي چې د ميتوز په هره يوه ويشنه کې خپل حجم لږ څه ديرش ځله ډبل (Redoubling) کړي. کله چې د سرطان ناروغۍ غټوالی يوه ګرام ته ورسيږي نو دحجرو شمېر يې لږ څه يو مليارد اټکل کيږي. دسرطان ځينې ناروغۍ شته دي چې تر څود ليدلو وړ پړاو ته رسيږي، نو ډېروخت لکه مياشتې او کالونه ورته په کاردي او دهغې نه ترمخه يې پيژندل ډېر سخت تماميږي (8)

د سرطاني نسجونو هيستولوژي (Histology) اومورفولوژي (Morphology) بڼه:

هيستو لوژي يوه يوناني کلمه ده، چې مانا يې په ډېره نرۍ (Thin slices) کچه د نسجونو پرې کول دي .

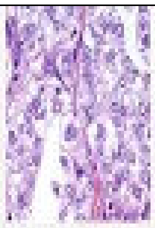
مورفولوژي د سانسکريت (Sanskrit) ژبې يوه کلمه ده چې د نسجونو منځنی جوړښت او اناتومي بڼه تر څېړنې لاندې نيسي .دبدن هغه غړي او يا نسجونه چې د سرطان ناروغی شک ور باندې کيږي او پرسيدلې بڼه ولري، لکه بنه ډوله پرسوب (Benign tumor) اوناوړه پرسوب (Malign tumor)، نو په لومړي گام کې د هيستولوژي تگلارې په مرسته تر پلټنې لاندې نيول کيږي.

د سرطان ناروغی د پيژندنې او تشخيص په موخه د بدن هغه برخې څخه چې د سرطان او يا نورو ناروغيو شک ور باندې کيږي، د عملياتو په کړنلاره سره يوه برخه نسجونه پرې کيږي. نوموړې کړنلارې ته بيوپسي (Biopsy) ويل کيږي . د غه نسجونه د پاتولوژي ډاکتر (Pathologist) لخوا په يوه هيستولوژي لابراتوار کې د ځانگړو تگلارو (Methods) په مرسته سره لکه د نسجونو اوښتون عمليه (Tissue processing) ، ټينگول - فيکسيشن (Fixation) ، ننه ايستل - امبيدينگ (Embedding) ، ټوټه کول (Sectioning) ، کنگل کول (Frozen section) ، رنگول- ستينينگ (Staining) او په پايله کې د يوه مايکروسکوپ (Microscope) لاندې تر پلټنې لاندې نيول کيږي.

د نسجونو ټينگه ساتنه (Fixation) :

د نوموړې کړنلارې موخه داده چې نسجونه د يوې خوا د تل لپاره په خپل لومړني بيوکيمياوي حالت کې خوندي وساتل شي او په ميخانيکي ډول کلک پاتې شي او بلخوا په طبيعي چاپيريال کې ځانته د انزايمو د انيولو په پايله کې د نسجونو په خپل سرتجزي(Enzyme Autolysis) مخنيوی وشي . نوموړې پروسه بايد چې د نسجونو د عملياتو څخه وروسته سمدلاسه ترسره شي، ترڅو د باکتيرياوو ،وايرسونو او نورو ناوړو کيمياوي اغيزوله کبله، نسجونه خراب نشي او د خوسا کيدو څخه خوندي پاتې شي . د نسجونو د ټينگ ساتنې لپاره لاندينيو موادو څخه کاراخيستل کيږي . لکه فورم الديهيد(formaldehyde) ، ميرکيوريک کلورايد (mercuric chloride) ، ميتانول (Methanol)، پوتاسيم پرمنگانات (Potassium permanganate) اونور.

د بېلگې په ډول د بيوپسي نسجونو ميخانيکي او بيوکيمياوي کلکوالي د ساتنې په موخه د لس په سلو کې فورمالين (Formalin) څخه کار اخيستل کيږي .

1: Organ dissection Kidney cancer	2: Tissues embedding in paraffin	3: Paraffinblock	4: Staining	5: Histological slices (View under microscope)
				
١- ډيښتورگي سرطان يوه پرې شوې برخه	٢- نسجونه په مايع شوي پارافينوکي ډوب کيږي	٣- نسجونه په کنگل شوي پارافين بلاک کې ليدل کيږي	د نسجونو رنگول	د هيستولوژي نمونې يوه ټوټه تر مايکروسکوپ لاندې ليدل کيږي.

په پارافين کې د نسجونو ننه ايستل (Tissues embedding in paraffin) :

ددې لپاره چې دنسجونو میخانیکي کلکوالی ډېر شي او بیا یې په اسانی سره پرې کړای شو، نو په تاودو اومایع شویو پارافینو کې لمبول (ډوب) کیږي. په نوموړې کړنلاره کې دالکولو په مرسته سره، چې غلظت یې پرلپسې پینځه اویا، پینځه نوي او سل په سل کې وي(75%;95%;100% Alcohols)، دنسجونو څخه پرلپسې اوبه ایستل کیږي (Dehydration) . په ورپسې پړاوکې، دیوې بلې کیمیاوي مادې، یانې کسولین (Xylene) په کارولو سره، الکول دنسجونو دمنځ څخه بیرته اېستل کیږي. په پایله کې نسجونه پاک، شفاف اورون (Clearing) شکل ځان ته غوره کوي. دکسولین کیمیاوي مواد دپیترولو څخه تر لاسه کیږي.

دنسجونو پرې کول (Tissues sectioning) :

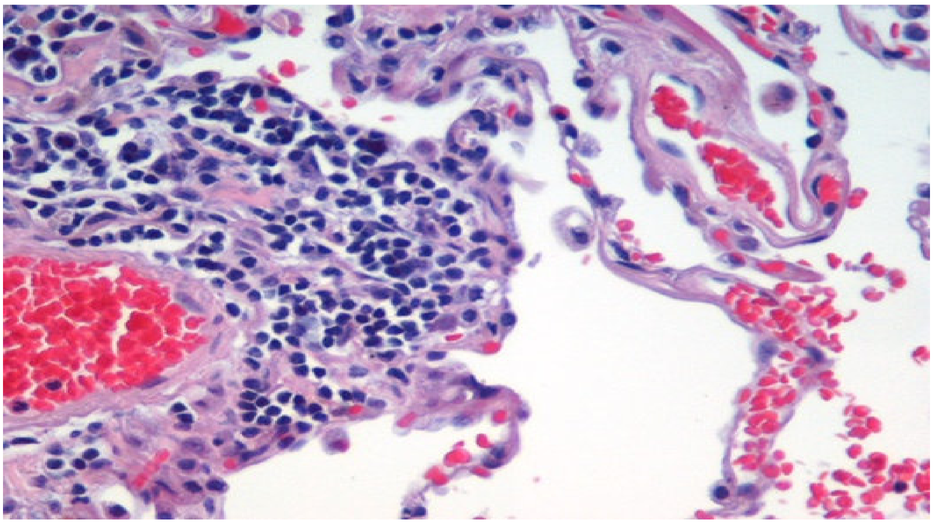
ددې موخې لپاره چې دنسجونو څخه ډیرې نرۍ ټوټې تر لاسه شي، نو په پارافینوکې ننه اېستل شوي نسجونه دلږ څه منفي اویا درجې سانتی ګراد (-70 °C) په شاوخوا کې ساړه ساتل کیږي. ورپسې دیوه تېره چاقوډوله آلې په مرسته سره، چې د مایکروتوم (Microtome) په نامه یادیږي، دپارافینوبلاکونه په کوچنیوبرخوپرې کیږي . دنسجونوهغه نرۍ پرې شوې ټوټې، چې دناروغیود تشخیص په موخه دشیشه یې سلایډ (Glas Slides) پر مخ دمایکروسکوپ لاندې لیدل کیږي، پنډوالی یې ددریوومایکرون نه تر لسو مایکرون (3-10 microns) پورې دارتیا سره سم ټاکل کیدای شي.

د نسجونورنګول (Staining) :

ددې لپاره چې دیوې حجرې ټولې برخې لکه دحجرې هسته (زړی)، دحجرې سیتوپلازما (Cytoplasma) اونورې په توپیر سره وپیژند لای شو، نودنسجونورنګولو ته اړتیا پیدا کیږي. دنوموړې موخې لپاره په لوموړي پړاو کې دنسجونو په مینځ کې کارول شوی پارافین موم (Paraffin wax) باید بیرته لیرې شي(Deparaffinization). دغه کړنلاره پرلپسې د کسولین، الکول اوبیا داوبو په کارولو سره سرته رسیږي. په هیستولوژي کې د نسجونورنګولو نامتومواد هیماتوکسیلین (Hematoxylin=H) او اې اوزین (Eosin = E) مواد تشکیلوي. دبېلګې په توګه هیماتوکسیلین دحجرې هستې (Nuclei) ته اسماني رنګ او اې اوزین دحجرې سیتو پلازم (Cytoplasm) ته ګلابي اویا سور رنګ ورکوي. په پایله کې د یوه میکروسکوپ په مرسته د نوموړو حجرو مورفولوژي بدلون تر څېړنې لاندې نیول کیږي.

Haematoxylin and Eosin (H&E) stained lung tissues of emphysema patient

دایمفوزیما ناروغ دسږي نسجونو ته دهیماتوکسیلین او اې اوزین مواد و په مرسته رنګ ورکړشوی دی



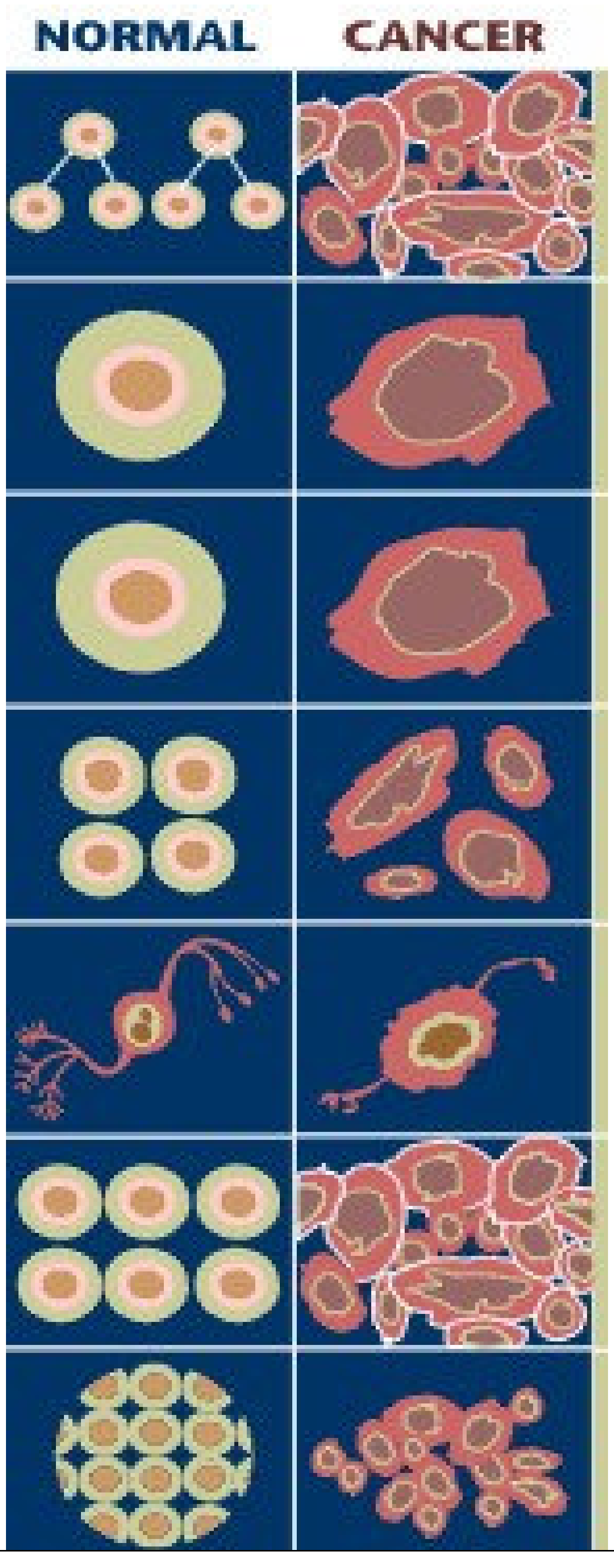
ديوه ناروغ سږي د سږي نسجونو هيستولوژي بڼه ښوول شو ېده چې د ايمفوزيما **emphysema** په ناروغۍ اخته دی. دحجرو هستې اسماني-ارغواني رنګ، دوينې سره کرويات سور رنګ، دحجرې بهرنی **(Extracellular)** مواد ګلابي رنګ او دهوابرخی سپين رنګ لري(71)

د سرطاني حجرو سيتولوژي (Cytology) او مورفولوژي (Morphology) خواص :

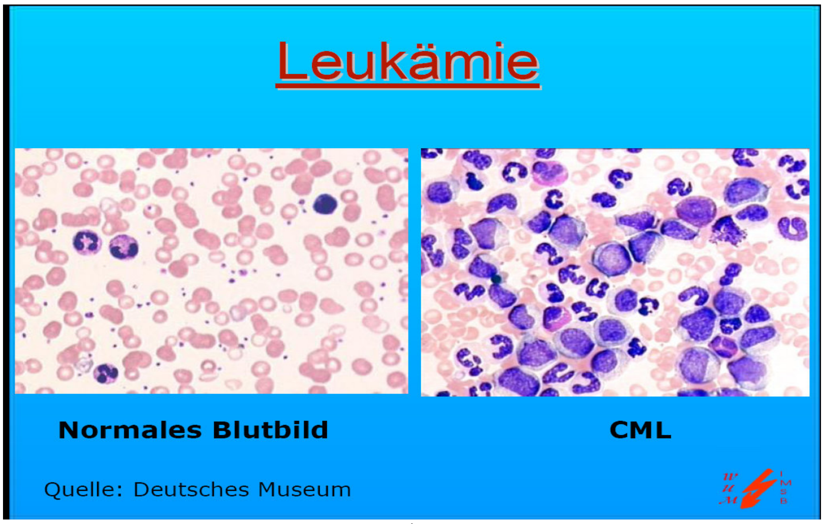
- دنورمال حجرې په پرتله د سرطان حجرې هر اړخيز بڼه (Cell polymorphy)
- د هستو هراړخيزبڼه، غټوالی او ډولونه (Nuclear polymorphy; atypia)
- دهستو هراړخيز اويا خورا ډير رنګ کيدل (Polychromasia; Hyperchromasia)
- دهستې او سيتو پلازما غټوالي په تناسب کې ډېرتوپيرليدل کيږي
- د سرطان حجره(ژونکه) ديوې هستې پر ځای ډيرې هستې هم لرلای شي (Poly nucleus)
- د کروموزوموشميرېې د نورمال حجرې سره توپيرلري اويا نيمګړی وي(Aneuploidy)

د بيلګې په ډول په ۱۴۲ شکل کې د وينې يوډول سرطان (CML) هيستولوژي بڼه ښوول شو ېده . د نوموړې ناروغۍ لامل دادی چې د هډوکو په ماغزوکې ديوې خوا داړتيا نه ډيرکرويات لکه ګرانولوخيت Granulocytes توليد کيږي او دبلې خوا نوموړي کرويات په سپينوکروياتو نه اوړي ياني د پوخوالي پړاو ته نه رسيږي. نوموړي کرويات چې د بلاست په نامه سره يادېږي Blasts کومه ځانګړې دنده نشي تر سره کولای او دګټې پر ځای بدن ته دزهرويوه سرچينه ګرزي.

د سرطاني حجرو مورفولوژي او هيستولوژي خواص	نورمال حجرې

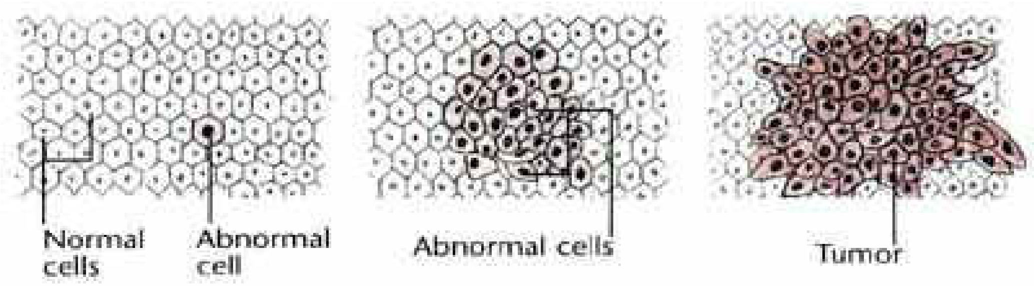


د سرطان په ناروغۍ کې داړتیا څخه ډیرې حجرې و یشل کیږي
د سرطان حجرې هسته (زړی) د نورمال حجرې په پرتله غټه کیږي او اناتومي بڼه یې تغیر کوي
د سیتوپلازما حجم د هستې په پرتله ډیر کوچنی وي
د سرطان حجروتر منځ مورفولوژي بڼه اولویوالی یو شان نه وي
د سرطان حجره خپل تاکلی نورمال اناتومي او هیستولوژي شکل له لاسه ورکوي
د سرطان حجرې په ډیرغیر منظم شکل سره هرې خوا خورې ورې پرتې وي
دتومورسرحدي پوله په بشپړ توګه نه ښکاري



(۱۴۲ شکل)

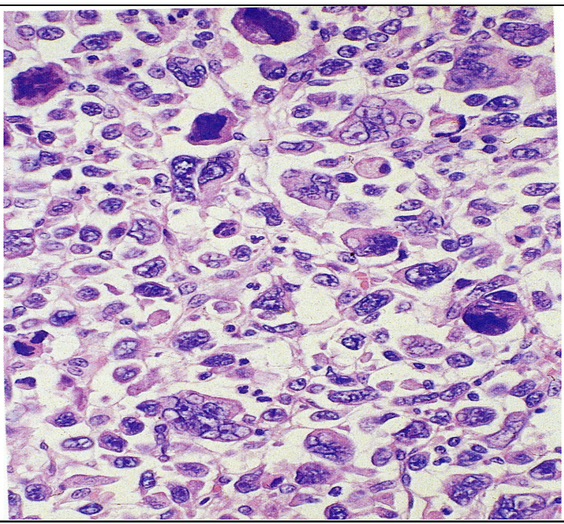
۱۴۲ شکل : په کيڼ اړخ کې دوينې سپينو کروياتوعادي هيستولوژي ښه اوپه ښي اړخ کې دوينې سرطان (CML) يوه هيستولوژي ښه ښوول شو بده . په ښي اړخ کې د گرانولوځيتو Granulocytes شميرد کيڼ اړخ په پرتله ډيرليدل کيږي چې په ارغواني نيلي رنگ سره ښوول شوي دي.



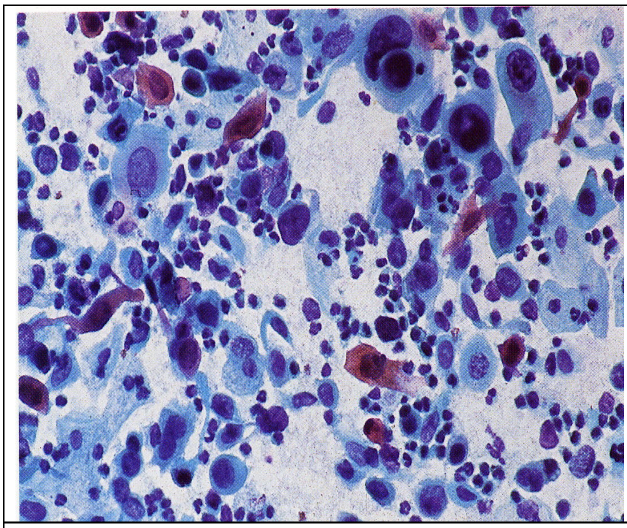
۱۴۳-شکل : د سرطان حجرې (Tumor) د نورمال روغو حجرو(Normal cells) سره يوځای ښوول شوي دي(39) دتومورحجرو مورفولوژي ښه د نورمال حجرو سره ښکاره توپير لري.

دانتي باډي درملنه (Monoclonal antibody therapy):

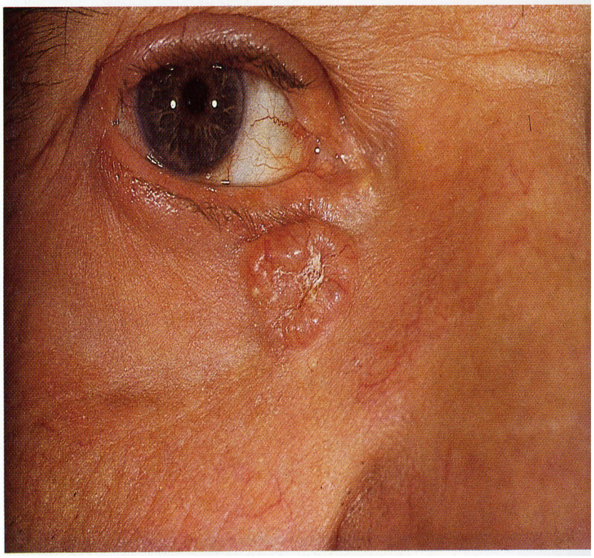
ديوې حجرې ويشتوب ، پرمختگ ، خوځيدنه اودحجرې مړينه دټاکلوريسيپتورونو (Receptors) په فعاليت پورې اړه لري. دغه ريسيپتورونه دهرې يوې حجرې په بهرنۍ سطحه ننبتي دي.خو کله چې په يوه حجره کې موتېشن منځته راشي، نوکيدای شي چې ددغوريسيپتورونوشمېردنورونورمال حجرو په پرتله ډېر شي او په پايله کې دتومورپه يوه حجره واوړي . دبېلگې په ډول دپوستکي لويدني فکتورريسيپتور (Epidermal growth factor receptor = EGFR) دسرطا ن توپيرلرونکوناروغيودحجروپه باندنۍ سطحه کې دنورمال حالت په پرتله ډېرليدل کيږي. د EGFR ددرملنې او مخنيوي په موخه په لابراتوارکې يوډول جوړشوی ، ايمونوگلوبولين (Immunglobulin) څخه گټه پورته کيږي چې د سېتوکسيماب (Cetuximab) په نامه سره ياديږي. نوموړی دبدن ددفاع (Antibody) لپاره يووتلې گلوکو پروتين تشکيلوي چې دپوستکي لويدني فکتورريسيپتورباندې EFGR ځان کلک تړي . نوموړی ريسيپتور نشي کولای چې سيگنالونه دحجرې هستې ته واستوي اودفعاليت څخه گوښه کيږي. په پايله کې دتومورحجم کميږي او په ټپه دريږي.



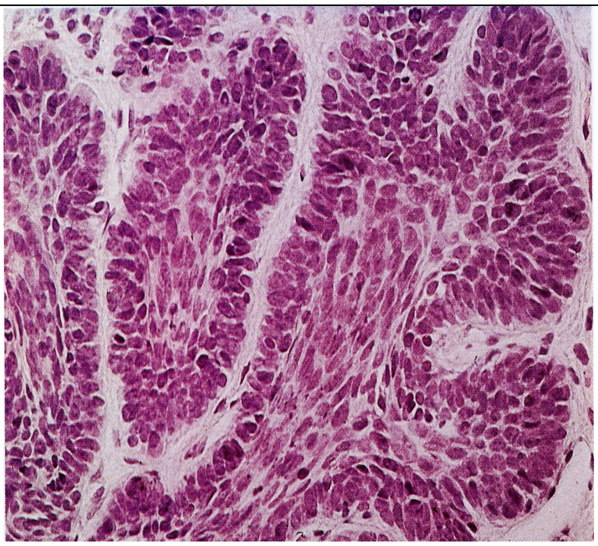
دتائیراید سرطان:
دحجروجوړښت او غټوالی یو شان
ندی(Polymorphy) ، ډیري او توپیرلرونکي هستې
لیدل کیږي (Anisokaryosis) د رنګ ډول H .E.



درحم سرطان:
دهستورنګ خوراډېر Hyperchromasia او غټوالی
یې توپیر لري Polymorphy ، سیتو پلازما سپین
بخون بازوفیل basophil رنګ لري او دپلاتین اپیتېل
سرطان حجروپه منځ کې ګڼ شمیرسپین کرویات لیدل
کیږي.



دپوستکي سرطان (Basalioma):
تر سترګې لاندې دایروي شکله تومور لیدل کیږي چې په
منځ کې یې خندنه برخه ده او پرسیدلی (Ulceration) دی.

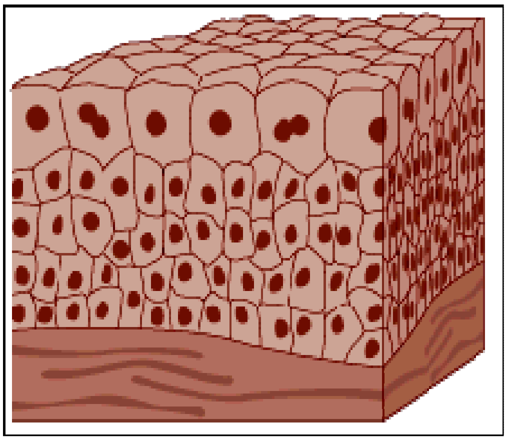


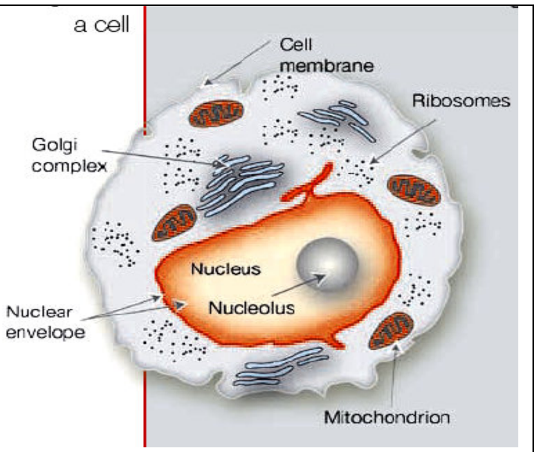
دپوستکي سرطان هیستولوژي بڼه ښوول شو بده چې
ګڼ شمیرحجري دیوي لیکي په شکل او ډېري نږدې
ځنګ په ځنګ سره پرتې دي او د هري خوا ځخه
دیوي(Basal membran) باذال غشا ځخه احاطه شوې دي.

دپوستکي سرطان ، تائیراید سرطان او درحم سرطان هیستولوژي بڼه ښوول شو بده.

د بدن يوې نورمال حجرې جوړښت :

دهرسړي بدن د بيليونو (Billions) حجرو څخه جوړشوی دی چې دژوند په اوږدو کې داړتيا سره سم دخپل ځان څخه يوه کاپي کولای شي اويا دا چې په نورونويو حجروويشل کيږي . يوه حجره(ژونکه) يوازې ديوه ميکروسکوپ لاندې ليدل کېدای شي. په ۱۴۴ شکل کې ديوې نورمال حجرې جوړښت ښوول شوی دی.





(۱۴۴.شکل)

۱۴۴. شکل : په ښي اړخ کې ديوې نورمال حجرې جوړښت او په کيڼ اړخ کې دډېروحجروځايز جوړښت ښوول شوی دی.(69)

دبدن روغو حجروهيستولوژي ښه داسې ښکاري چې په ډله ايزه توګه سره يوځای يوه په بل نښتې وي، اوپه دې ډول غړي او نسجونه سره کلک يوځای ساتي.

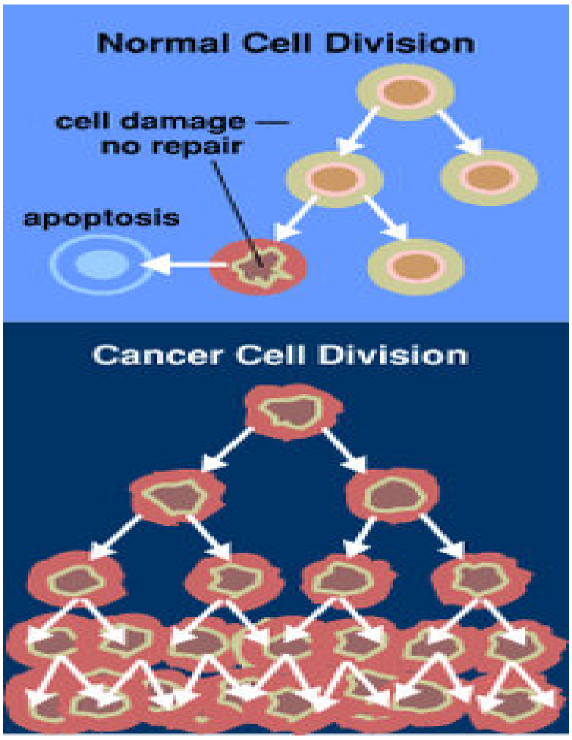
۱- د سرطان يوه بشپړه حجره ددفاعي سيستم وژونکوتې حجرو **(killer T-cells)** لخوا ايساره شوې، اوهغوی ديرغل په ډګرکې ليدل کيږي

۲- د سرطان حجره ددفاعي سيستم وژونکوتې حجرو (killer T-cells) په واسطه بيخې د منځه تللې او په کوچنيوټوټوتجزيه شو بده . (109)

څرنګه چې په بدن کې تو پير لرونکې حجرې شته دي چې ځانګړې دنده سرته رسوي، خوبيا هم دهغوی اصلي بنسټ سره ډېر ورته والی لري.

د نورمال حجرې د ويشتوب کړنلاره :

يوه نورمال حجره(ژونکه) تر هغه وخته پورې ويشتو ب ته پايښت ورکوي تر څو د اړتيا وړحجرو شمېر پوره شي. کله چې يوه ژونکه نيمګړې منځته راشي او دجوړېدلو امکان موجودنه وي نود ځان وژنې لاره غوره کوي . (Apoptosis)



د سرطان حجرې د ويشتوب کړنلاره :

ديوی حجرې څخه په خپل وار سره دوه حجرې، بيا څلور حجرې، بيا اته حجرې، شپاړس حجرې ....اوهم داسې نور مخ په ډېريد وپايښت کوي. د پيدا شوو سرطان حجروشمېر رياضي فرمول داسې ليکلای شو: 2^N په دې ځای کې N د صفرنه تر لايتناهي پورې قيمت اخېستلای شي.

(۱۴۲- ب شکل)

۱۴۲- ب شکل: د سرطان يوی حجرې او دنورمال يوې حجرې تر منځ د ويشتوب توپير پر تله شوی دی(69).

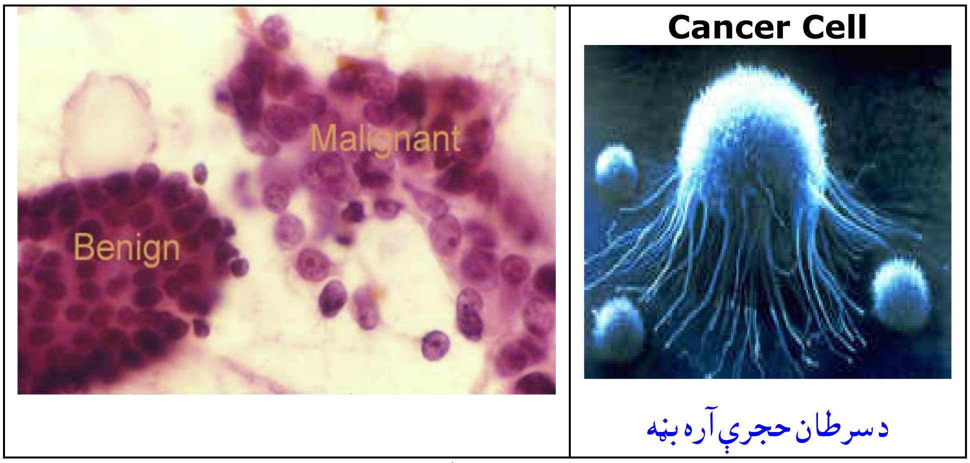
سرطان او جين (Genes and cancer) :

هره يوه حجره(ژونکه) يوه هسته لري چې د نوکليوس (Nucleus) يا هستې په نامه سره يادېږي. جين په رښتوني کې د يوه کوډ code بيټونه bits جوړوي. هغه مالومات چې په جين کې موجود وی، کېدلای شي لکه د يوه بريښنايز سويچ په شان بل اومړ شي او يا په بل عبارت مالومات پيل او بند شي. جين د يوې حجرې ټولې دندې کنترول کوي. جين ددې پريکړه هم کوي چې يوه حجره(ژونکه) کله خپل ځان وويشي، يوه ژونکه څه وکړي او کله ځان وژنه (Apotosis) وکړي. په عادي حالت کې جين ددې مسئوليت په غاړه اخلي چې د بدن حجرې په يوه منظم او تر کنترول لاندې شکل سره سترې شي، بيرته پوره شي اود اړتيا سره سم ډېرې شي او د خپل ځان عوض يا نې کاپې پيدا کړي. خو که چېرته نوموړی سيستم او کړنلاره ديوه نا څرګنده لامل څخه په نا سمه لاره روان شي، نو پا يله يې داسې ختميږي چې دغه حجره(ژونکه) مره کيږي. دا په دې مانا چې مخکې له دې څخه چې يوه روغه ژونکه د سرطان په حجره واوړي او کانسر ناروغي ورڅخه جوړه شي نو دغه حجره دځان وژنې لاره غوره کوي.

خو کله کله داسې هم پيښيږي چې دغه ټول سيستم په يوه نا سمه لاره روان شي اويوې حجرې ته ددې اجازه ورکړي چې دويشتوب کړنلاره نوره هم مخ پروړاندې بوزي تر څوپورې چې د کانسرنا روغی منځته راشي.

د نسجونو ښه او بد ډوله پړسوب (Benign and Malignant tumors) :

که چېر ته د بدن يوې برخې نسجونه وپړسيږي نو کېداى شي چې د نسجونو دحجم غټوالى دسرطان ناروغۍ سره هيڅ تړاوهم ونه لري . له دې کبله دې توګه پړسوب ته د نسجونو ښه ډوله پړسوب او يا ښه تومور (Benign tumours) وايي . خو که چېر ته د نسجونو پړسوب د سرطان ناروغۍ له کبله منځته راغلى وي، نودنسجونودغه ډول حجم غټوالي ته خبيث يا خراب ډوله پړسوب (Malignant tumours) ويل کيږي.



(۱۴۷-شکل)

۱۴۷-شکل: د نسجونو ښه ډوله (Benign) او خبيث ډوله (Malignant) پړسوب (37;110)

د نسجونو ښه ډوله پړسوب دا مانا لري چې د سرطان ناروغۍ موجوده نه ده . د ښه ډوله پړسوب ياني ښه تومور خواص په لاندې ډول دي:

- په عادي ډول سره ډېر ورورو ستريږي
- دبدن نورو برخوته نه غزيږي يا ني نه ليږدي
- په عادى ډول سره يوپوښ لري چې د نورمال حجرو څخه جوړوي .

دا په دې مانا چې ښه ډوله تومور د داسو حجرو څخه جوړشوى دى چې د نورمال حجرو سره بيخي ورته والى لري. خو دغه پړسوب هغه وخت د انديښنې وړ دي کله چې:

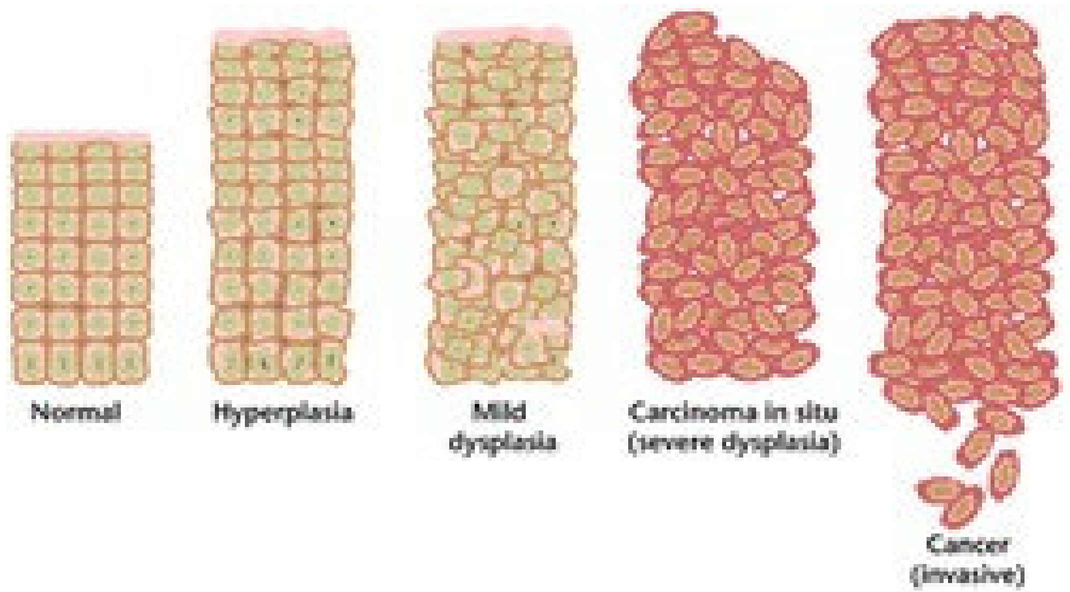
- دومره غټ شي چې په ګاونډيو غړو باندې فشار راولي.
- داسې هارمونونه ازادوي چې د بدن نوروغړو په دنده باندې ناوړه اغيزه کوي.

د نسجونو خبيث ډوله پړسوب ياني خراب ډوله تومورونه (Malignant) د سرطان ناوړه حجرو څخه جوړ وي. دتوموړي تومور خواص په لاندې ډول دي:

- د ښه تومور (Benign) په پرتله ډیر ګړندی ستریږي.
- د شاوخوا نسجونه خرابوي او پکې ننوځي.
- د بدن نورو برخو ته هم لیږدي.

په ۱۴۸ شکل کې د نورمال حجرو او د سرطان حجرو توپیر ښوول شوی دی.

Normal نورمال حجرې	Hyperplasia د حجرو ډیربښت	Dysplasia غیرنورمال حجرې	Carcinoma in Situ سرطان په خپل ځای کې دی	Cancer سرطان د بدن نورو برخو ته لیږدي

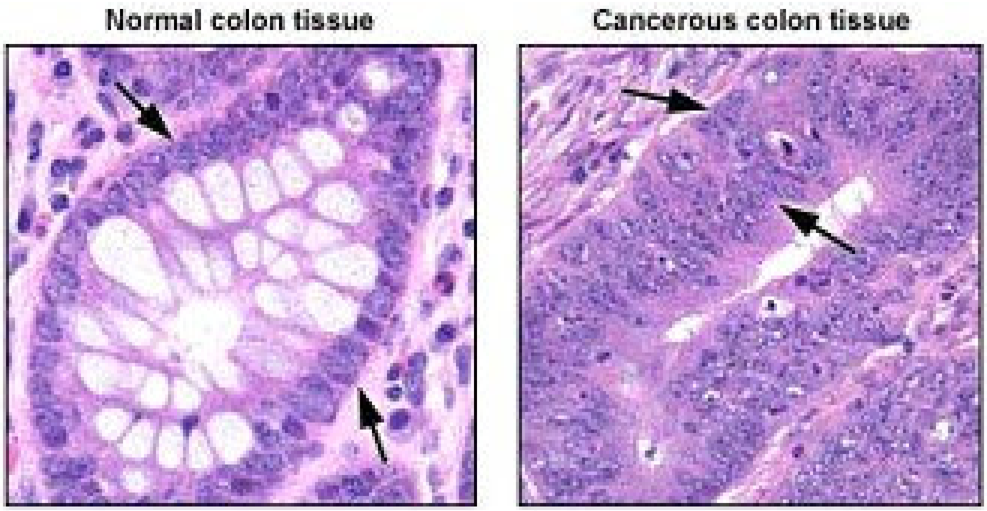


(۱۴۸- شکل)

۱۴۸- شکل : په نوموړي شکل کې کیڼ خوا ته نورمال حجرې اوپاتې ښی خواته د سرطاني حجرو دمنځته راتلو ځلورپړاوونه ښوول شوي دي(90).

د سرطان حجرې دومره زیاتیږي چې د خپل بنسټیز پوښ یا میمبران څخه راوځي او د بدن په روغواو ګاونډیو نسجونو په تېره بیا په اعصابو، غړو او رګونو باندې فشار راوړي. که د سرطان یوه حجره(ژونکه) د تومور څخه را بیله شي، نو کېدای شي چې د وینې او یا لومپا تیک سیستم جریان ته لاره پیدا کړي، او بیا د بدن نورو برخو ته ورسیږي او هلته د سرطان نورې نوې حجرې منځته راولي.

☜ نوموړې کلینیکي کړنلاره چې د سرطان ناروغي د بدن یوه غړي او یا دیوې برخې څخه دبدن و بل ځای ته لیږدوي ، د میتا ستاز (**Metastase**) په نا مه سره یادیږي.

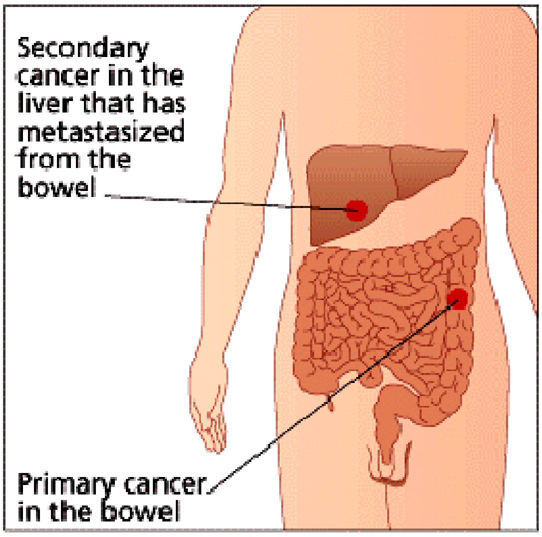


(۱۴۹- شکل)

۱۴۹- شکل: په ښي اړخ کې دغټو کلمو سرطان نسجونو هیستولوژي بڼه او په کيڼ اړخ کې د روغو نسجونو هیستولوژي بڼه ښوول شوی ده.

لومړی او دویم سرطان (Primary and secondary cancer) :

په هغه ځای کې چې د سرطان ناروغۍ پيل کيږي، د لومړي سرطان په نامه سره ياديږي. خوکله چې د سرطان حجرې دخپل ځای څخه راووځي، او د ويني اويا لومپاتيک سيستم (lymphatic system) په مرسته سره د بدن نورو غړو ته وليږدي، نو د بدن دغې برخې ته چې په سرطان ناروغۍ اخته شو بده ، دویم سرطان ويل کيږي. د بېلګي په ډول په ۱۵۰ شکل کې لومړی سرطان په نرۍ کولمو (bowel) کې پيل شوی او د مېتاستاز کړنلارې په پايله کې د بدن بلي برخې ياني سږو ته ر سيدلې دی.



(۱۵۰- شکل)

۱۵۰- شکل: لومړی سرطان په غټو کولمو کې پيدا شوی دی او بيا د مېتاستاز له لارې د ينې (Liver) نسجونو ته رسيدلی دی(69) .

د بدن مختلف غړي د توپير ډوله حجرو څخه جوړشوي دي. دنومورو حجرو يو ډول يا تيوپ کېدای شي چې په لومړي سرطان واوړي. د توپير ډوله حجرو سرطان هم مختلف خاصيت لري. د بېلګي په ډول:

- په توپير لرونکي سرعت (چټکتيا) سره غټيږي
- کله چي کيمياوي مواد وينو ته ازادوي نو په بدن باندې مختلفې اغېزې لري
- د درملو پروړاندې بيلابيل غبرګون ښئي
- د ايو نايز کوونکو وړانګو پروړاندې مختلف حساسيت ښيي

د سرطان ناروغی کېدای شي چي په مختلفو وګړو کي د مختلفو سمپتومو (symptoms) لامل و ګرځي.

د بدن حجرو يشتوب کړنلاره :

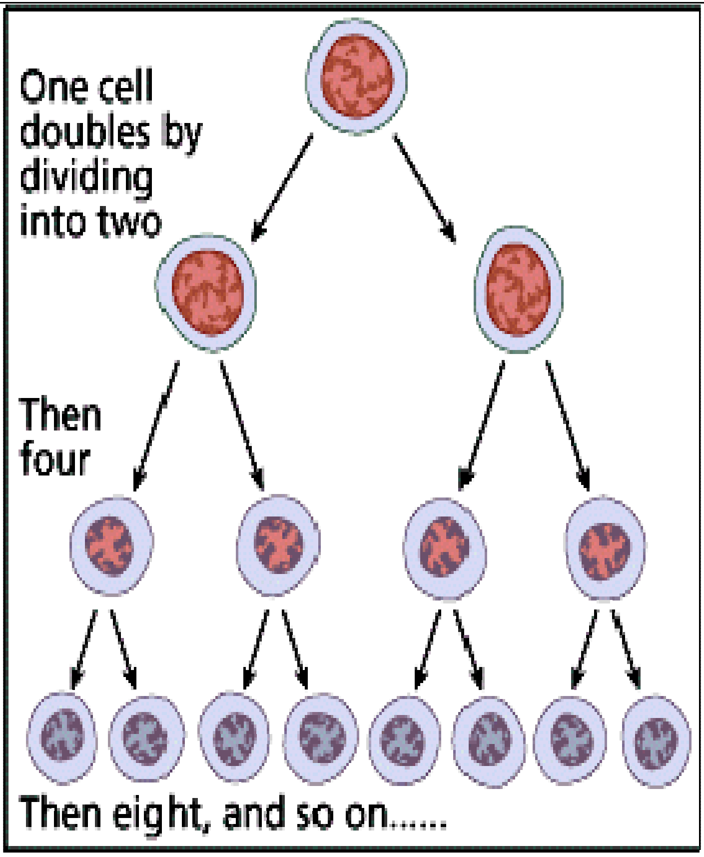
کله چي د بدن په يوه غړي کي حجرو ته اړتيا پيدا شي نو ځيني حجرې خپل ځان په دوه برخو ويشي تر څو د هغوی شمېر ډېر شي. نوموړې حجرې دغه ډول کړنلاره په دومره سم او دقيق صورت سره تر سره کوي چې نوې حجرې دزړو حجرو سره کټ مټ يو شان وي.

په ۱۵۱ شکل کي د بدن دحجرو د ډېرښت کړنلاره ښوول شو بده . هره يوه حجره(ژونکه) دخپلو ټولو جين (Genes)يوه کاپي کوي. بيا دغه جين په دوه ډيله کيږي ياني په دوه برخوويشل کيږي، چي هري يوې حجري ته يو جين ور رسيږي. هره يوه ژونکه په دقيق ډول او کټ مټ يو شان په دوه نورو غبرګو حجرو ښشل (Mitosis) کيږي . دغه دوه نوې حجرې بيا په خپل وار سره خپل ځان ويشي او په پايله کي څلورنوري نوې حجرې منځته راځي. دڅلورو حجرو څخه اته حجرې او داتو حجرو څخه شپاړس حجرې او د شپاړسو حجرو څخه دوه دېرش حجرې منځته راځي او دغه پرو سه په همدې ډول مخ پروړاندې ځي. د بدن حجرود ميتوز دغه ډول بيالوژيکي کړنلاره دکوچني توب د وخت نه راپدې خوا د يوه سړي د ځوانی تر موده پوري په ډېره چټکي سره پاينبت مومي. خو کله چي يو سړی بالغ شي، نو د حجرو د ويشتوب پروسه سوکه يا وروکيږي او يوازې دومره نوې حجرې پيدا کيږي چي ورته اړتيا موجوده وي. دبېلګي په ډول هغه حجرې چې دناروغي او يا د بدن د يوې برخې د ټپي کېدلو په اساس له منځه تللي وي نو ددغو حجرو پر ځای نورې نوې حجرې منځته راځي تر څو د هم هغه غړو دنده په سمه توګه پاينبت ومومي. دوخت په تېريدلو سره ديوه تومور غټيدلو منحني څوډولونه لري.

دتومورخطيز وده (Linear growth) : دتومورحجرو ډېرښت دوخت سره سم سيخ متناسب دی او خطيزشکل لري. ياني دحجروډيرښت په واحدوخت کي ثابت پاتې کيږي.

دتوموراکسپونينسيال وده (Exponential growth) : دتومورحجروشميرديوه ټاکلي وخت څخه وروسته دوه برابره کيږي.دبېلګي په ډول لکه دڅلورو ساعتو څخه ترشپږو ساعتو پوري دتومورحجرو شميرډېل کيږي. دنوموړي موخې لپاره بايد چي دتومور ټولې حجرې دويشتوب په کړنلاره کي برخه واخلي. هغه وخت چي دتومورحجرو شمير دوه برابره کيږي دپوتنسيل تومورډبل وخت په نامه ياديږي.

دتومورزيګمويد ډوله وده (Sigmoid growth) : په پيل کي دتومورحجرې اکسپونينسيال ډيرښت مومي خو بيا وروسته کميږي. داځکه چي يوه برخه حجرې دوخت په تېريدلو سره مړې کيږي او بله برخه يې ضايع کيږي.

<table>
<tr><td rowspan="4">
</td><td>په لومړي پړاو کې يوه ژونکه وي

$2^0 = 1$</td></tr>
<tr><td>يوه ژونکه خپل ځان ويشي او دوه نوي حجرې ورنه منځته راځي
$2^1 = 2$</td></tr>
<tr><td>همدارنگه د ويشتوب په پاتې کړنلاره کې د دغو دوو حجرو څخه څلور حجرې پيدا کيږي .
$2^2 = 4$</td></tr>
<tr><td>بيا وروسته په خپل وار سره اته حجرې، شپاړس حجرې ، دوه دېرش حجرې ..... پيدا کيږي

$2^3 = 8$</td></tr>
</table>

(۱۵۱- شکل)

۱۵۱- شکل : دبدن حجرو دډېريدلو کړنلاره چې د ويشتوب (Mitose) په پايله کې منځته راځي او هره حجره(ژونکه) په دوه برخو و بشل کيږي . نوموړې کړنلاره تر هغه وخته پورې پاينبت مومي ترڅو داړتيا وړحجروشمېر پوره شي(69).

خود بدن ځيني حجرې خپل ويشتوب ته داړتيا سره سم همداسې پاينبت ورکوي . د بېلگې په ډول لکه جنسي حجرې (Sperma cells)، د وينتانو حجرې، هغه حجرې چې دهډوکو په مازغوکې وينه جوړوي او داسې نور.

د بدن ټولې حجرې د ويشتوب قابليت لري ؟

دبدن ټولې حجرې ددې وړتيا نه لري چې ځان وويشی او د خپل ځان پرځای ژونکه پيدا کړي. په بدن کې ډيرې داسې ځانگړې حجرې هم شته دي، چې د يوې مودې څخه وروسته يوه پوخ پړاو ته رسيږي اوبيا په بدن کې يوه ټاکلې دنده په غاړه اخلي . کله چې د بدن ځيني حجرې يو ځل بشپړ اوپوره پخې شوی وي، نوکېدای شي چې خپل ويشتوب او دبيرته توليد کولو (Reproduce) خاصيت دلا سه ورکړي . خو بيا هم تل په بس اندازه سره نه پخې شوې (immature cells) حجرې پاتې وي چې د ستم يا نې ستې حجرې (called stem cells) په نامه سره يادېږي. نوموړې حجرې کولای شي چې په هم هغه شمېرسره چې حجرې له منځه تللې او يا نيمگړې شوې وي پر ځای يې نوې روغې حجرې منځته راوړي.

دبدن حجرې څرنگه پو هیږي چې خپل ډېربښت ودروي؟

دحجرو ډېربښت، د حجرو ستروالی او د بدن یوې برخې رغونه داټول دجین لخوا کنترول کیږي. د بدن حجرې په دې هم پوهیږي چې څومره حجرو ته اړتیا ده او کله دحجرو د غټیدلو مخنیوی وشي. ساینس پوهان اوس هم په دی لټه کې دي چې څرنگه حجرې دغه کړنلاره تر سره کوي. خو داسې اټکل کیږي چې حجرې په خپل منځ کې یوه بل ته د کیمیاوي تعاملاتو په بنسټ سیگنالونه او د مالوماتو راکړه ورکړه کوي. دغه خبر یا سیگنال پخپله د جین څخه راځي، چې د حجرې په ډي اېن اې کې پراته دي. د دې لپاره چې پوره باور ترلاسه شوې وي نو ځینې جین فعال کیږي او حجروته داسې وایي چې په ټاکلې کچه نوې حجرې تولید کړی. په دې اړوند بیا یوبل جین هم فعال کیږي او هغوی ته وایي چې د اړتیا نه ډېرې حجرې تو لید نشي. دا په دې مانا چې دلومړي جین په ضد کارکوي.

دبدن حجرې کو لای شي چې خپل ویشتوب ته تل پایښت ورکړي؟

د بدن حجرې د تل لپاره خپل ویشتوب ته پایښت نه ورکوي بلکې وروسته له لږ څه پینځوس او یا شپیته ځله بیرته تولید یانې ویشتوب څخه نور نه زیاتیږي. داځکه چې دهغوی په جین کې ترټولوله مخه یو داسې پروگرام شوی کوډ موجوددی چې دهغوی ډېروالي ته یې یو لیمېټ ټاکلی دی. وروسته د نوموړي ویشتوب څخه پخپله له مینځه ځي. په داسې یوه حالت کې چې د حجرو کمښت منځته راشي، نو بیا د ستم حجرې فعالی کیږي او دهغوی پر ځای نوې حجرې تو لید کوي. خو هغه وخت چې پخپله د یوی حجرې جین ته زیان ورسیږي نوخپل ځان پخپله له منځه وړي چې دغه ډول کړنلاره د ځان وژنې یا اپوپتوزیس (apoptosis) په نامه سره یادیږي.

د سرطان حجرې او د یوې نورمال حجرې تر منځ څه توپیر دی؟

⌫ لومړی: دیوې نور مال حجرې خواص:

د بدن نورمال حجرې یو لړ ځانگړې خواص لري چې په لاندې ډول بیان کیږي:

- هغوی کو لای شي چې خپل ځان پخپله په دوه بشپړپوره برخوو ویشي اوپه دې ډول بیرته داړتیا وړنوې حجرې تولید کړي. نوموړې کړنلاره یوازې تر اویاځلوپورې کولای شي.
- دیوه خبررسوونکي سیگنال(Messenger signal) په بنسټ، د بیا تولید کړنلاره په ربښتوني وخت کې ودروي.
- د یوې او بلې سره په سم ځای کې ونښلي.
- کله چې نیمگړې او یا زیانمنې شي نو پخپله ځان له منځه وړي (apoptosis)
- کله چې د پوخوالي پړاو ته ورسیږي نوځانگړې او ټاکلې دنده تر سره کوي.
- نورمال حجرې ترهغه وخته ځان نه ویشي، ترڅو چې دبهرځای نه ورته دسیگنال حکم وه نشي.

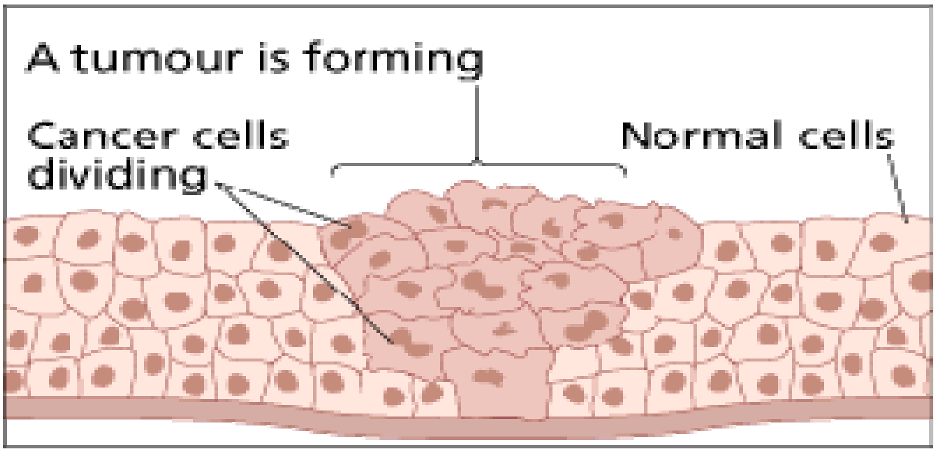
دپام وړ: د سرطان ناروغۍ منځته راتلل، ديوې ورځې نه په بل ورځ نه ترسره کيږي، بلکې ډير سوکه اووروم ځ پرورېږي. ډيرلکې په ډول نومورې کړنلاره کيدای شي چې دلسوکالو څخه ترڅلوېښتوکالونو پورې هم وخت ونيسي، تر څو چې د سرطان ناروغۍ رابرسېره شي . دغه موده چې د سرطان ناروغۍ دپيل څخه تر تشخيص پورې تېريږي د لاټينټ وخت (Latent period) په نامه ياديږي.

دويم: د سرطاني حجرې خواص:

د سرطان حجره د نورمال حجرې سره تو پير لري. ديوې سرطاني خبيث حجرې ځينې خوا ص په لاندې ډول سره بيانولای شو:

- خپل بيا تکثر اوويش ته همداسې پايښت ورکوي او په خپل سر ډېريږي.
- د خپلو ګاونډيو حجرو سيګنالونوته پام نه کوي او نه يې اطاعت کوي .
- د سرطان حجرو ترمنځ اړيکې پرې کيږي اوديوې بلې سره نه نښلي .
- هغوی خپل پوخ پړاو ته نه رسيږي او له دې کبله ځانګړې دنده هم نشي تر سره کولای .
- دسرطا ن حجرې کولای شي چې دخپل غړي او ځای څخه بل ځای ته و ليږدي اونورغړي د سرطان په ناروغۍ اخته کړي . که د بدن بل ځا ي ته هم وخوځيږي بيا هم ژوندی پا تې کيږي.
- ددی لپاره چې دتومورحجرې ډېرښت ومومي اوژوندی پاتې شي، نو اکسيجن اوغذايې موادوته اړتيا لري. دنومورې موخې لپاره داسې سيګنالونه ګاونډيورګونوته استوي، او دې ته يې اړکوي، چې درګونو نورې نوې څانګې جوړې کړی. په پايله کې په روغوحجروکې ورننوځي اوتر فشارلاندې يې راولي.

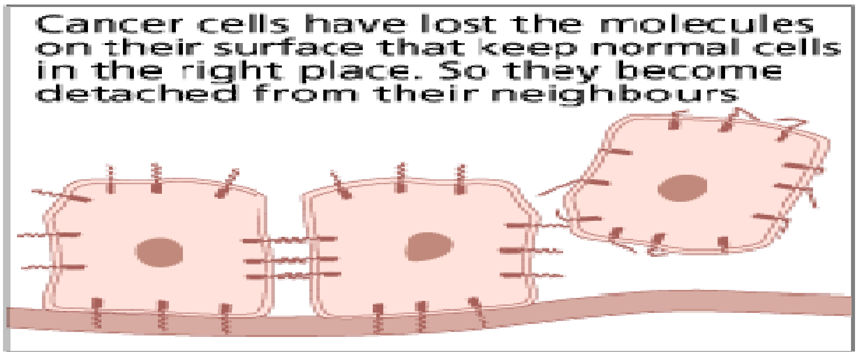
دسرطان حجرې د نورمال حجرې په برخلاف د پېنځوس نه تر اويا ځله ويشتوب څخه وروسته خپل بيا توليد نه دروي بلکې همداسې نور هم پايښت ورکوي. دا په دې مانا چې د يوې حجرې څخه دوې، د دوو حجرو څخه ځلور، بيا اته، بيا شپاړس ..... نوې حجرې جوړيږي. په ۱۵۲ شکل کې د سرطان حجرو د ويشتوب اوډېرېدلو کړنلاره ښوول شو يده .



(۱۵۲- شکل)

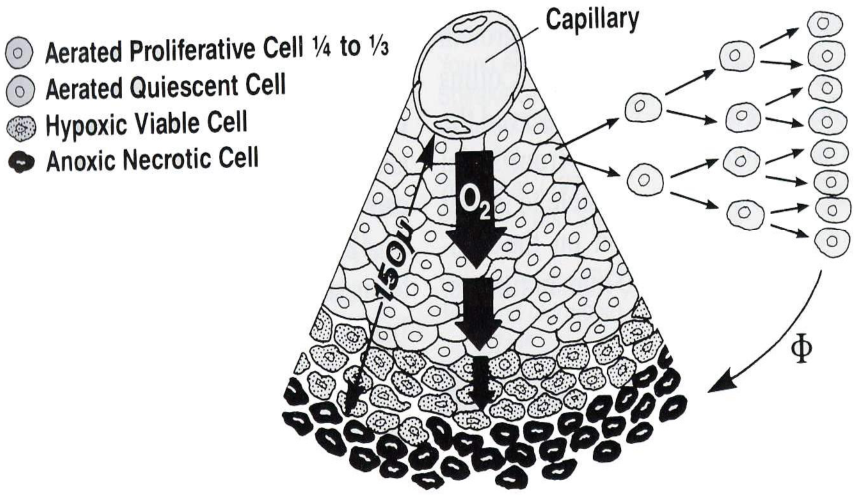
۱۵۲- شکل: دپوستکي سرطان حجرو ويشتوب او د تومور جوړيدلو کړنلاره ښوول شو يده . په دغه شکل کې

ښي او کيڼ اړخ ته نورمال حجرې او په منځ برخه کې د سرطان حجرې د ويشتوب په درشل کې ليدل کيږي.



۱۵۳- شکل: د سرطان حجرې هغه ما لېکولونه د لاسه ورکوي چې د هغوی سطحې پر مخ پراته وي او نورمال حجرې په خپل ټاکلي او صحيح ځای کې سره يوځای ساتي. همدا لامل دی چې هغوی د خپل سم ځای څخه بېليږي(69)

په **۱۵۴**شکل کې ښوول شو بده چې څرنګه د سرطان حجرې د يوه کاپيلار په شا وخوا کې په زياتيدلو پيل کوي.



(**۱۵۴**- شکل)

۱۵۴- شکل: دوينې يوه کاپيلار (Capillar) په شاوخوا کې د سرطان حجرو درې ډوله هيستولوژيکي بڼه را ښئي. ۱- کاپيلارته ورځرمه برخه هغه حجرې دي چې پوره اکسيجن لري او په بشپړتوګه زياتوالی مومي ۲- د لږ اکسيجن حجرو برخه (Hypoxic cell) ۳- د پياوار يا نيکروتيک اکسيجن نه لرونکې برخه (Anoxic Necrotic Cell) چې د کاپيلار څخه په يو سلو پينځوس مايکرو متر کې پراته ده (26).

د پاتولوژي څانګو درمل پوهانو ډېر پخوا د سرطان حجرو يو ډېر ځانګړی خاصيت وپيژندلو په دې ما نا چې د سرطان ناروغو حجرو هيستولوژيکي او مورفولوژيکي بڼه د روغو نسجونو سره توپير لري.

په **۱۵۴** شکل کې ښوول شو بده چې د وينې يو ډېر کوچنې رګ (Capillary) په شاوخواکې د سرطان حجرې درې ډوله پړاوونه او يا په بل عبارت درې ډوله برخې جوړيږي. د لوموړي پړاو نسجونه هغه دي چې د سرطان

ناروغۍ په پیل کې پیدا شوي وي، خو دنورو نویو سرطان حجرو د زیاتیدلو په کړنلاره کې شاته تمبول شوې وي او د کاپیلار څخه په یوسلوپینځوس مایکرو متر (150 µm) واټن کې پرتې وي. څرنګه چې نوموړو حجرو ته اکسیجن هیڅ نه رسیږي نو په پایله کې په یوه پیاوار شکله (Necrotic) نسجونو اوړي او له دې کبله ورته (Anoxic Necrotic cell) یانې اکسیجن نه لرونکې پیاواري حجرې ویل کیږي. په دوهم پړاوکې د سرطان هغه حجرې د کاپیلار په شاوخوا کې پرتې وي چې لږ اکسیجن پکې وي (Hypoxic cell) او د نیکروتیک حجرو سره شریکه پوله او سرحد لري. د دریم پړاوړ حجرې د کاپیلار څنډې ته ور څرمه او نږدې نسجونه تشکیلوي چې د یوې خوا پوره اکسیجن ورته رسیږي او دبلې خوا د و بشلو او میتوز کړنلاره په پوره ډول تر سره کو لای شي. دغه ډول حجروته د نورونویورا پید ا کېدونکو حجرو برخه یانې سرچینه ویل کیږي (Proliferative cell).

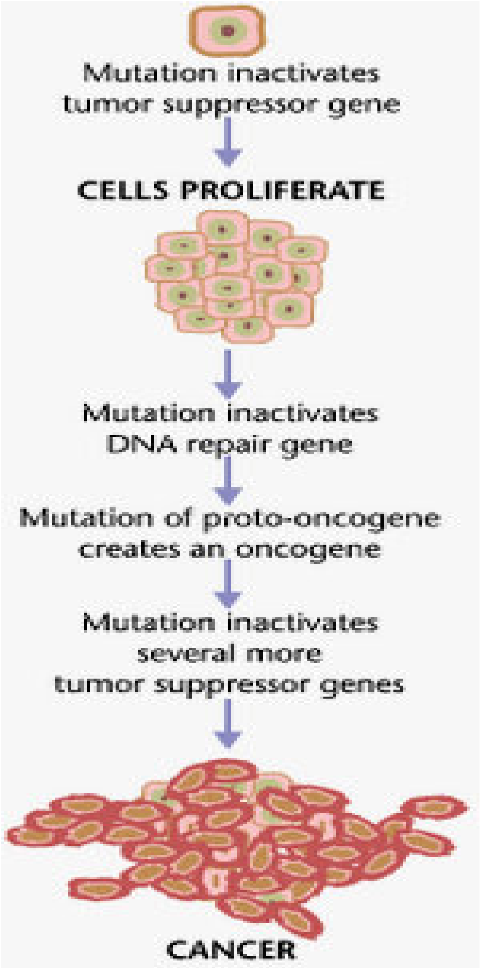
په دې اړوند د یادولو وړ خبره خو داده چې په رادیوتېراپي کې، یوازې هغه حجرې دوړانګو په واسطه له منځه وړل کېدلای شي چې پوره اکسیجن ولري. دا ځکه چې یوازې اکسیجن لرونکې حجرې د وړانګو پرووړاندې ډېر حساسیت څرګندوي او له دې کبله ورته (Radio sensetive cell) هم ویل کیږي. په داسې حال کې چې د سرطان هغه نسجونه چې هیڅ اکسیجن وه نه لري لکه دنیکروتیک نجسونه دوړانګو پرووړاندې مقاومت (ټینګار) ښیي او له دې کبله یې رادیوتېراپي هم په پوره ډول نشي تر سره کېدای. د سرطان نسجونو پورته ویل شوي خواص د ناروغیو په پېژندنه کې ډېر مهم رول لوبوي. د بېلګې په ډول دوړانګو کار پوهان د سرطان ناروغۍ په پېژندنه کې د بدن په شکمنو برخوپه تېره بیا لکه تیو (Mamma)، تایروئید (Thyroid) ، پروستاتا (Prostata) غدو باندې لاس مشي، اودفشار او تماس په اساس د نېکروتیک په ډول کلک غونډ شوي نسجونه لټوي.

سرطان څرنګه پیل کیږي؟

نن ورځ ساینس پوهانو ته پوره جوته ده چې د سرطان ناروغۍ د یوې حجرې څخه پیل کیږي. یوه نیمګړې حجره په عادي حالت سره ډېر کلونه پخوا مخکې له دې نه چې سرې یې پخپله حس کړي د سرطان په حجره اووښتې وي. په هغه وخت کې چې د سرطان ناروغۍ پیژندل کیږي د سرطان یوې حجرې خپل بې کنټروله ویشتوب اود بیا تولید کړنلاره ډېره پخوا پیل کړې وي. دا ځکه چې د سرطان حجرې ځینو جینو ته یا داچې زیان رسیدلی وي او یا بیخي له منځه تللې وي. ساینس پوهان نوموړي بدلون ته موتېشن وایي.

دتومورحجم ډبل کیدلووخت (Tumor doubling time) :

دتومورحجم ډبل کیدلووخت هغه وخت ته وایي چې په نوموړې موده کې دتومور اویا سرطان نسجونوحجم دلومړي وخت په پرتله دوه ځله غټ شي. کله چې یو تومورپه کلینیکي ډول پیژندل کیږي نو دهغه دستریدنې دوه په دریمه برخه وخت تېرشوی وي. دبېلګې په ډول د تیو سرطان (Mamm carcinom) دحجم ډبل کیدلووخت څه ناڅه دوه سوه ورځې اټکل کیږي. ترڅو چې په تیوکې یوه دانه دتماس له لارې د پیژندلوووړ ګرځي. دا په دې مانا چې په دومره کچه غټیدلو ته یې لږ څه پینځلس کاله اړتیا لیدل کیږي. په داسې حال کې چې په نوموړې موده کې شل په سلوکې میتاساز(Metastasis) د بدن نورو برخو ته لیږدیدلې وي. اډینوکارسینوم ، لیمفوما اوزارکوما سرطان دحجم ډبل کیدلووخت په خپل وارسره مساوي دی له: نوي ورځې، دیرش ورځې او څلوېښت ورځې.

<table>
<tr><td rowspan="6">
</td><td>موتېشن د تومور سپرېسر جين غيرفعال کوي</td></tr>
<tr><td>د حجرود ډېرښت پروسه ترسره کيږي</td></tr>
<tr><td>موتېشن د ډي اين اې جوړونکی جين غير فعال کوي</td></tr>
<tr><td>د پروتواونکوګين موتېشن يواونکوجن تو ليد کوي</td></tr>
<tr><td>موتېشن د تومورسپرېسر جين څو نورجينونه هم غيرفعال کوي</td></tr>
<tr><td>سرطا ن</td></tr>
</table>

(۱۵۲- شکل)

۱۵۲- شکل: ديوې حجرې د موتېشن په پايله کې د سرطان ناروغۍ د مخنيوی جينونه لکه (P53) (Tumor suppressor genes) غيرفعال کيږي اود سرطان ناروغۍ منځته راځي(69).

دياموړ: د سرطا ن ناروغي يوه جنيتيک ناروغي ده. دا په دې مانا چې د بدن په هره يوه حجره کې د دې احتمال شته دی، چې د ډي اين اې بدلون يوه حجره دې ته وهڅوي، چې بې له کنټروله ډېرښت ومومي.

جين او موتېشن (Genes and mutation) :

جين د حجرې په منځ کې کوډ شوي پيغامونه او مالومات دي چې حجرې ته دا لارښوونه کوي چې څرنګه خپله چلنلاره د ډېرښت او ويشتوب په تړاو پر مخ بوځي. جين د اسې کوډ لري چې حجرې ته وايي چې څرنګه ډېر ډوله او توپير لرونکي پروټيين proteins جوړکړي. د جين لخوا يو کوډ نمبر هريوه پروټيين ته ټاکل کيږي. ځينې پروټيين بيا د اسې دنده لري چې ديوه برېښنايز سويچ په څېر کارکوي چې بل کيږي او مړکيږي. د بېلګې په ډول ديوه هارمون سيګنال په يوه حجره اويا پروټيين باندې اغيزه کوي. همدغه پروټيين بيا يو سيګنال استوي چې ديو لړ نورو ځنځيرې سويچونو څخه تېريږي، هغه وروستی سيګنال بيا يوې حجرې ته وايي چې ځان په دوه برخو وه ويشي.

موتیشن دا مانا لري چي یو جین له منځه تللی او یا داچې ورته زیان رسیدلی دی نو له دې کبله یوه داسې حجره نیمګړې ده . موتېشن دې ته هم ویل کیږي کله چي دارتیا نه ډېر پروتېین تولید شي او یا داچي پروتېین هېڅ جوړ نشي. د بېلګې په ډول د یوه سیګنال خپروونکی پروتېین سویچ (switch) د تل لپاره بل یا ترلی پاتې شي اویا داچي ځیني نور پروتېین چي هغوی دیوې حجرې د وېشلو شمېراو لیمیټ کنترول دنده په غاړه لري د تل لپاره خلاص پاتې شي. هر هغه شی چي یوې حجرې ته زیان رسوي او په پایله کې په یوه سرطاني حجره(ژونکه) اوړي د کارسینوګن (carcinogens) په نامه سره یادیږي. دبېلګې په ډول لکه سګرټ څکول، ایونایزوونکې وړانګې، وایرس اونور.

د سرطان په حجره کې کوم جین غیر نورمال بڼه لري؟

دري ډوله توپیر لرونکې جینونه شته دي چي د یوې سرطاني حجرې په پیدا کېدلو کې مهم رول لوبوي.

- هغه جین چي یوه حجره(ژونکه) ودې ته هڅوي چي خپل شمېر ډېر کړي
- هغه جین چي هغوی د حجرو د ډېریدلو مخنیوی کوي
- هغه جین چي نیمګړې وي اویا داچي د کارسینوګن موادو په واسطه ورته زیان رسیدلي وي

لومړی: اونکوجین (Oncogenes) :

داونکو Onco کلمه یو یوناني ویې(لغت) دی اود پړسوب مانالري. اونکوجین هغو جینونوته ویل کیږي چي د نسجونود پړسوب لامل ګرځي. نوموړي جینونه په دوه ډوله دی.

✍ الف: وایرسي اونکوجین (Viral oncogen): کله چي یو وایرس یوې نورمال روغي حجرې ته ننوځي نودغه ژونکه دسرطان په یوه ناروغه حجره اړوي. تر نن ورځ پورې څه ناڅه شل وایرسي اونکوجین پیژندل شوي دي.

✍ ب: حجروي اونکوجین اویا پروتواونکوجین (Cellular oncogen = proto oncogen)

حجروي اونکوجین هغو جینونوته ویل کیږي چي په عادي حالت کې دیوې حجرې دو یشتوب ، ستریدلو ، توپیرکولو Differentiation اود حجرې دورې Cell cycle دندې کنترول کوي.په عادي صورت سره د بدن ډېرې حجرې یوازې هغه وخت نورې نوې حجرې جوړوي چي اړتیا ورته پیدا شي. د بېلګې په ډول کله چي د بدن کومه برخه ټپي شوی وي او یاداچي کوم طبي عملیات تر سره شوي وي. یونورمال جین چي نوموړې دنده تر سره کوي د پروتو اونکوګین (Proto-oncogen) په نامه سره یادیږي . خوکله چي یونورمال پروتواونکو جین دایونایزوونکووړانګواویا د کانسروجین موادو (Cancerogene) داغیزې له کبله په غیر نورمال شکل واوړي او مو تیشن پکې منځته راشي نوداونکوجین (Oncogenes) په نامه سره یادیږي . دا ځکه چي نوموړی جین حجرې ته داسې سیګنالونه استوي چي ګڼې خپل شمېردارتیا نه نور هم ډېر کړي . نوموړو جینو ته پوهانواونکوجین او یا د سرطان جین (Cancer genes) نوم ورکړی دی.

دويم: دتومور سپرېسرجين (Tumour Suppressor genes) :

په حجره کې ځينې داسې جين هم شته دي چې دهغوی ځانګړې دنده په دې کې ده چې د حجرو دډېربښت مخه هغه وخت ونيسي کله چې دا اړتيا نه وي ډېرې نورې حجرې توليد شي.

نومړو جينو ته دسرطان سپرېسرجين (Tumour Suppressor genes) او يا دتومورمخنيوونکی جين ويل کيږي. دا ځکه چې دغه جين د سرطان ناروغۍ دمنځته راتلو مخنيوی کوي او په ټپه يې دروي. دا په دې مانا چې داونکوجين په ضد (antagonist) عمل کوي .کله چې اونکو جين او يا تومورسپريسر جين ضررمن اويا نيمګړي شي او خپله دنده په سمه توګه تر سره نه کړي نو يوه حجره(ژونکه) خپل ډېربښت ته دتل لپاره پايښت ورکوي. د سپرېسرتومور جين د ډلو څخه يو نامتو جين د p53 په نامه سره يادېږي. نومړی جين په عادي صورت سره ديوې حجرې دډېربښت ټول سرليک تر کنټرول لاندې لري او هغو حجروته چې نيمګړې وي اوخپله دنده پوره او سمه نشي تر سره کولای داسې سپارښتنه کوي چې ځان وژنه (apoptosis) وکړي. په هغو وګړو کې چې دسرطان په ناروغۍ اخته وي همدغه جين p53 يا داچې نيمګړی وي او يا داچې بيخي له منځه تللی وي.

دريیم: هغه جين چې نور نيمګړي جينونه بيرته جوړوي :

د حجرې په کروموزومو کې ځينې نور داسې جين هم شته دي چې پخپله د ډي اين اي. (DNA) نيمګړي جينونه بيرته جوړوي. نو کله چې نومړي جين زيانمن شي نو د يوې حجرې موتېشن نيمګړتيا په خپل حال پاتې کيږي. که ومنو چې همدغه حجره يوه جنسي حجره وي، نو کولای شي چې نورو راتلونکو نسلونو ته نومړې نيمګړتيا دموتېشن په ډول انتقال کړي. نومړي جين په هغو ناروغانو کې چې د غټو کولمو سرطان په ناروغۍ اخته وي نيمګړی پيدا کيږي.

موتېشن څرنګه منځته راځي ؟

څرنګه چې يوازې لوی څښتن (ج) پوره دی او په خپلو کارونو کې تېروتنه نه کوي، خودا بايد ومنو چې طبيعت پخپله هم کله کله تېر وتنه کوي يانې د طبيعت په قانونو کې پخپله هم کله کله ناسمې اوتېروتنه منځته راځي. دبېلګې په ډول کله چې دحجرې موتېشن پېښنه منځته راشي نودنورو علتونو په څنګ کې يو لامل يې پخپله دطبيعت تېروتنه هم کېدای شي. نومړې پېښنه کېد لای شي چې هغه وخت منځته راشي کله چې يوه کټ مټ روغه حجره خپل ځان وويشي اود بيرته توليد کولو کړنلاره پيل کړي او په دې ترڅ کې يوه نيمګړې حجره منځته راشي. يوه داسې نيمګړی حجره يا داچې خپل ځان پخپله وژني او يا داچې د بدن د دفاع سېستم لخوا ديوې غيرعادي يانې پردۍ او دښمنې حجرې په صفت پيژندل کيږي، او له دې کبله د منځه يوړل کيږي. دا په دې مانا چې د سرطان لومړي پړاو ډېرې زياتې حجرې مړې کيږي، مخکې له دې چې هغوی د سرطان ناروغۍ لامل وګرزي.

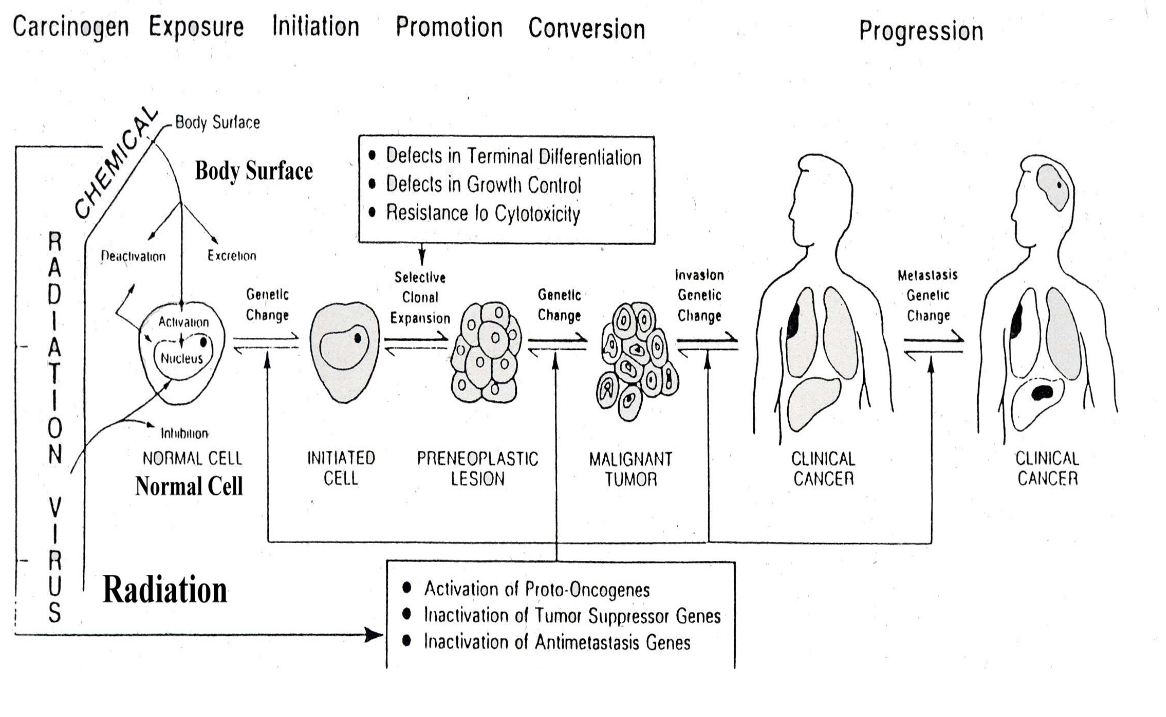
خوسره دهغې هم يو داسې ډېر کم توکلې چانس او پېښنه هم منځته راتلای شي، چې يوازې يوه حجره چې دموتېشن نيمګړتيا پکې پاتې وي مړه نشي او د سرطان په ناروغه حجره واوړي.

کوم شیان د سرطان ناروغی لامل ګرځي؟

څرنګه چې پخپله د سرطان ناروغی ډېر ډولونه لري نو دلاند نیو شیانو څخه لږ تر لږه یوشی ددي لامل کېداي شي چې د سرطان ناروغی لامل وګرځي:

- ډېرو فکتورونو علتونه
- کارسینوګېن مواد Carginogens
- عمر Age
- د بدن دفاع سیستم Immune system
- د هر سړي جنېتيک جوړښت Genetic predisposition
- دخوراک او څښاک کړنلاري
- د چاپېريال هر اړخيزي اغېزې
- دراديو اکتيومواد وطبيعي اومصنوعي وړانګې
- وايرسونه، ما يکروبونه Viruses

دسرطان ناروغی پرمختګ او کلینیکي نښې منځته راځي	دتومورمخه نیوونکي جین غیرفعال کیږي	په حجره کي جنیتیک بدلون	په یوه حجره کي موتېشن پیل کیږي	دسرطان ناروغی راپاراوونکي مواد واغیزه



۱۵۷- شکل : د سرطان ناروغی دراپارولولپاره هراړخيزفکتورونه لکه وړانګي ، کيمياوي زهرجن مواد

وایرس اونورددي لامل گرځيدلای شي چې د بدن یوه روغه حجره د سرطان په حجره(ژونکه) واړوي . په نوموړي شکل کې د يوې روغې حجرې کلينيکي بدلون په سرطا ني حجره بښوول شوی دی.

لومړی : د ډېرو فکتورونو علتونه :

د سرطان لږ څه دوه سوه توپيرلرونکي ډولونه شته دي چې دبدن په مختلفوحجرو باندې ناوړه اغېزه کوي. نو که يو کارسينوگېن شی دبدن يوې برخې نسجونو باندې ناوړه اغېزه اچوي، ددې مانا نه لري چې د بدن په يوه بله برخه باندې هم ناوړه اغېزه اچوي. د بېلگې په ډول، که څوک ډېر سگرټ څکوي نو کېدای شي چې د سږي په سرطان اخته شي . همدارنگه که چېر ته د چا پوستکي ته ډېر لمر ورسيږي نو کېدای شي چې د پوستکي سرطان (melanoma) ورته پيدا شي . نو کله چې نوموړي دواړه اغېز ي او همدارنگه نور فکتورونه سره يوځای پېښ شي نو د سرطان ناروغی دمنځته راتلو احتمال هم ورسره زياتيږي. نو ډېر فکتورونه دا مانا لري چې د سرطان نا روغي نه يوازې ديوه فکتور بلکې ديو لږ ډېرو فکتورونود حاصل ضرب په پايله کې منځته راځي.

دويم : کارسينوگن مواد (Carginogens) :

کارسينوگن هغو موادوته ويل کيږي چې دسرطان ناروغی په منځته راتللوکې مرسته کوي او لامل يې گرځي. د بېلگې په ډول سگرت څکول، الکوهول څښل د کارسينوگنو نامتو موادو په ډله کې شمېرل کيږي.

درېيم : عمر (Age) :

د سرطان ډېر ډولونه شته دي چې د سړي عمر په اخيرکې ډېر خود ځواني په وخت کې لږ پيدا کيږي. داځکه چې هغه بدلون چې په يوه نورمال حجره(ژونکه) کې پيل کيږي او بيا په سرطان حجره اوړي ډېر وخت نيسي . دبېلگې په ډول د پروستاتا سرطان (Prostata cancer)

څلورم: جنېټيک جوړښت (Genetic predisposition) :

ځيني داسې موټېشن هم شته دی چې د سړي د پيدا ينبت سره يوځای په يوه حجره کې موجودوي. نو کله چې ددغه موټېشن سره بيا د ژوند په اوږدو کې نورموټېشن يوځای شي نود احسايي له مخې ددې ډېر احتمال شته دی، چې سړی دسرطان په ناروغی اخته شي . نوموړی موټېشن ته جنېټيک پرې دېسپوزيسيون (genetic predisposition) ويل کيږي . د تيوسرطان (breast cancer) دوه جينونه لکه BRCA1 او BRCA2 د جنېټيک پرې دېسپوزيسيون وتلي بېلگې دي. نوهغه ښځې چې يوله نوموړو جينوڅخه په خپل ځان کې لري دهغو ښځو په پرتله چې نه يې لري يوډېر لوړاحتمال شته دی چې د سرطان په ناروغی اخته شي.

پنځم: د بدن معافيتي سيستم يا ايمون سيستم (Immune system) :

هغه کسان چې دبدن دفاع سيستم سره ستونزې لري نوددې احتمال يې ډېر دی چې دسرطان په ناروغی اخته شي. د بېلگې په ډول هغه چاته چې په بدن کې د منځه تللي يوه غړي پر ځای ورته دبل چا يونوی غړی اچول شوی وي نو داسې درمل ورکول کيږي چې هغوی په معافيتي سيستم باندې فشارراولي تر څود انتقال شوي غړي پروړاندې ناوړه غبرگون وه نه ښيي او ضد مواد لکه (Antibody) جوړنه کړي.

شپږم: دخوراک او څښا ک اغیزه:

په لویدیزه نړۍ کې وګړي نه یوازې ډېرخوراک او څښاک کوي بلکې دحیواناتوډېره وازده هم خوري. دا ډول ژوند کول دا پایله لري چې د سرطان ناروغۍ د پېښېدلو احتمال څه ناڅه دېرش په سل کې پورته بیایي.

اووم: د چاپېریال اغېزه:

په چاپېریال کې هم ډېر شیان شته دي چې د سرطان ناروغۍ سره تړاولري. دبېلګې په ډول لکه د لمر وړانګې، طبیعي او مصنوعي ایونایزوونکې وړانګې، په تنباکوککړه هوا، دفابریکوڅخه راوتلي فاضله مواد او اسبېست (Asbestos) او داسې نور.

اتم: وایرسونه (Viruses) :

☑ ځینې وایرسونه هم ددې لامل کېدلای شي چې دسرطان ناروغۍ منځته راولي. وایرس کولای شي چې دحجرې په جین کې بدلون راولي او د سرطان په حجره واوړي. ځینې ناروغۍ هم شته دي چې د یوه ټاکلي وایرس سره تړاو لري. د بېلګې په ډول :

☑ دغاړې سرطان او د جنسي ناروغۍ دمنځته راتلو وایرس چې د (HPV= **H**umanpathogenen **P**apilloma-**V**irus) په نامه سره یادیږي.

☑ د ینې سرطان او د هیپاتیتیز بي وا یرس (Hepatitis B virus)

☑ د وینې تي حجرې سرطان (T cell leukaemia) اود وینې تي حجرې وایرس

☑ Epstein-Barr virus (EBV) یو داسې وایرس دی چې د هوجکین لیمفوم ناروغۍ (Hodgkin’s Lymphoma) سره تړاولري. نوموړې داسې ناروغي ده چې دبدن دلومف سیستم حجرې په غټېدلو پیل کوي.

د سرطان ناروغۍ پړاوونه (The stages of a cancer) :

کله چې په یو ه سړي کې د سرطان ناروغۍ دلوموړي ځل لپاره وپیژندل شي، نو تر ټولومهمه پوښتنه داوي چې دنوموړې ناروغۍ دپرمختګ کچه څومره ده اودسرطان حجرې دځپل ځای څخه دبدن کومونوروبرخو ته لېږدیدلې دي، ترڅو ددرمل په اړه یوه پریکړه تر سره شي. نوموړې تګلارې ته دسرطان ناروغۍ پړاوونه وایي. په دې اړوند دډېرو سرطان ناروغیو لپاره د درجې سیستم (Staging systems) څخه کار اخېستل کیږي. نن ورځ دوه اړین سیستمونه منل شوي چې د ډاکترانو لخوا استعمال کیږي او یو یې د تي این ایم سیستم (TNM) او بل یې د شمبر سیستم (AJCC) په نامه سره یادیږي. په نوموړې لنډیز کې د تي توری (T= Tumour) د تومور او د این توری (N= Noode) لومف او د ایم توری (M=Metastasis) مېټاستاز مانا ورکوي. ددغه سیستم په مرسته سره کولای شو چې د تومور لومړنی غټوالی وښیو، او داچې د بدن په کومو لومف غدوکې دسرطان حجرې پیداشوې دي، او په اخېر کې داهم چې دسرطان حجرې دبدن کوم بل ځای پورې رسیدلې دي.

د **T** توری دسرطان ناروغۍ غټوالی اود شاوخوا نسجونوسره اړیکې ښیي او قیمت یې د یوه نه ترڅلوروپورې

دی. (T=1- 4). یو دا مانا لري چې دتومور غټوالی کوچنی او څلور په دې مانا چې تومور ډېر غټ دی.

دبېلګې په ډول:

- T_0 د کانسر(Cancer) ناروغي په لومړي پړاو کې ده او د ومره کوچنی ده چې پېژندل يې سخت تماميږي.
- T_1 کانسر د دوه سانتي متره څخه کوچنی دی (< 2 cm) .
- T_2 کانسر ددوه سانتي متره څخه ستر دی (> 2 cm)
- T_3 کانسرد غړي سرحد ي برخي ته رسيدلي او د پينځو سانتي مترو (> 5 cm) څخه هم اوړي.
- T_4 کانسر ګاونډيو غړو ته ليږديدلی دی.

د **N** قيمت د صفر نه تر دريو پورې رسيږي (N= 0-3) اوصفردا مانا لري چې هېڅ مثبت لومف موجود نه دي او دري په دې مانا چې خورا ډېرې مثبت لومف موجودې دي.

- N_0 د سرطان لومفاوي غدې نشته، او د بدن نورو برخو ته نه دي ليږديدلي، ياني ميټاستاز نشته.
- N_1 دسرطان دلومفا وي غدې شته، خوپه خپل ځای کې پرتې دي، او د بدن نورو برخو ته نه دي ليږديدلي.
- N_2 دسرطان دلومفا وي غدې شته او د بدن نورو برخو ته ليږديدلي دي ياني ميټاستازي شته دي.
- N_3 دسرطان ګڼ شمير لومفا وي غدې شته ، چې غټوالی يې د شپږ سانتي مترو نه هم اوړي.

د **M** قيمت يادا چې صفر او يا يووي (M= 0-1) او صفر په دې مانا چې سرطان په خپل لومړي ځای کې دی اويو په دې مانا چې د سرطان ناروغي دبدن نورو برخو ته ليږديدلې ده.

دتومور فرمول (The TNM Formula) :

دسرطان ناروغي دخطرناکو، تشخيص کولو اوبيو ګډې نومونپوهنې په موخه، په نړيواله کچه دلاندني فرمول څخه کار اخېستل کيږي.

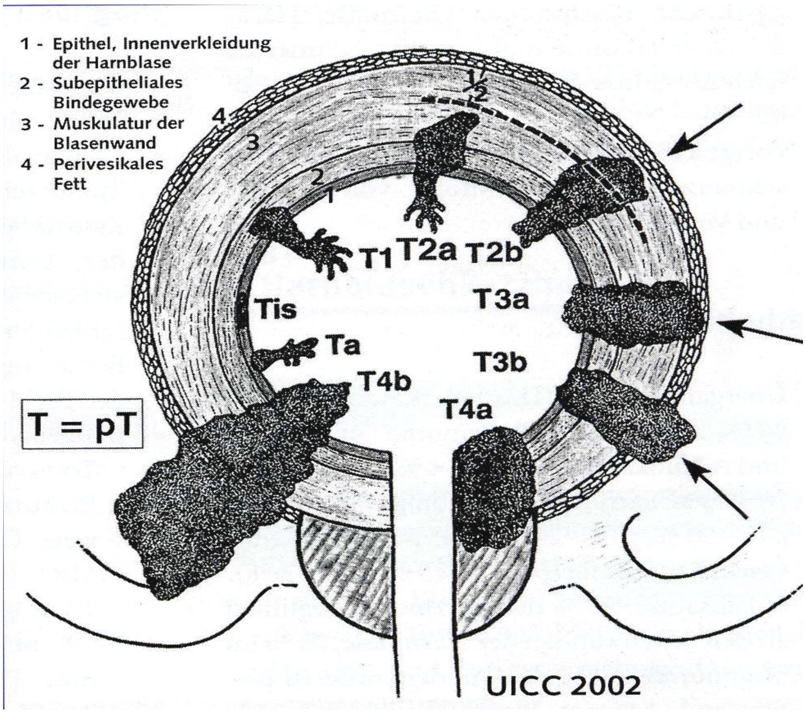
$$yrcpT_{1\text{-}4}N_{0\text{-}3}M_{0\text{-}1}V_{0\text{-}2}L_{0\text{-}1}G_{1\text{-}4}R_{0\text{-}2}$$

کلينيکي وينش(c = clinical classification) ، دتومور بيرته بيا راګرځيدنه(r = recurrent tumor) دپاتالوګيست لخوا ويشنه (p = classification by pathologist) ، تومور(T = tumor) ، نوډوز،ياني غينډه N = Nodes ، ميتاستاز(M=metastasis) ، دوريدورانيول (V = venous Invasion)، دلومف رګونونيول (L = lymph vessel incasion)، دناروغۍ خطرکچه ، (G = Grade of Malignancy)، دځايز سرطان غټوالي کچه (R = residual tumor)

☜ $pT_1pN_0M_0$ په دې ځای کې د پې توری P دا مانا لري چې د سرطان ناروغۍ پړاوونه ، لکه T_1 او N_0 د عمليا ت څخه وروسته وټاکل شول. دا په دې مانا چې دبدن عمليات شوي برخې مواد د پاتو هيستولوژي په کړ نلاره سره تر څېړنې لاندې ونيول شوه او بيا يې د سرطان ناروغۍ پړاوونه وټاکل

شول او له دې کبله د عمليا ت څخه وروسته ياني (Post operative) نوم ورکړ شوی دی.

که چېرته د ارتوری (r) پر ليکه شوی وي نو دا مانا لري چې د سرطان ځيني پاتې شوي نسجونه شته دي او يا دا چې د سرطان ناروغۍ بېرته راگرزيدلې ده. (r = recidive) .



۱۵۸- شکل: د کيسه مثانې سرطان (Bladder cancer) هر اړخيزپړاوونه چې د (TNM) سيستم په اساس د يوه گراف په شکل ښوول شويدي. دکيسه مثانه د ننه برخې اپيتېل (Epihel) په يو(1) اوورپسې لاندې پوست اپيتېل په دوه (2) او د عضلاتو(Muscle) برخه يې په دريو (3) سره ښوول شو بده (9).

تومورمارکر (Tumormarker) :

نن ورځ د سرطان ځيني داسې ناروغۍ هم پيژندل شوي دي چې دسرطان حجرې پخپله يو ډول مواد لکه انتيگين Antigen، پروتېين، اينزايم او هارمونونه جوړوي. په وينه او يا پخپله دسرطان په حجروکې دنورمال په پرتله د تومورو موادو دغلظت ډېرښت او يا کمښت دا مانا ورکوي چې دتومورې غړي دکارکولودنده د خطرسره مخامخ ده او کيداى شي چې دسرطان ناروغۍ دلومړي پړاو ړومبۍ نښې وي. تومورې مواد د تومور مارکر په نامه سره ياديږي چې ځيني يې د يوه غړي سرطان ناروغۍ سره سم سيخ تړاو لري. دبېلگې په ډول لکه مولتېپل ميولوما Multiple myeloma دسرطان يوه داسې ناروغي ده چې دپلازما په حجروکې پيل کيږي.تومورې حجرې د سپينو کروياتو څخه منځته راځي. د يوې خوا د هډوکو په ماغزو اووينه کې د پلازما حجرو شمېرډېريږي اودبلې خوا يې په جوړښت کې هم بدلون راځي. تومورې حجرې کولاى شي چې دبدن د دفاع سيستم دويني جوړونکو حجرو په توليد باندې ډېره ناوړه اغيزه واچوي. دپلازما حجرې د هډوکو په ماغزو کې راټوليږي او هلته يو تومورمنځته راولي چې د پلازما سيتوماس plasmacytomas په نامه سره ياديږي. هغه ناروغان چې د مولتېپل ميولوما په ناروغۍ اخته وي د هغوى په ميتيازو کې يوځانگړى پروتين د Bence jones proteine پيژندل کيدلاى شي . څرنگه چې تومورى پروتېين يوازې د پلازما حجرولخوا

جوړيږي، نود مولتيپل ميولوما ناروغۍ په پېژندنه کې خوراارين رول لوبوي.
دبېلګې په ډول پروستاتا (Prostata) يوه غده ده چې په عادي حالت کې هم يو ټاکلی پروتيين افراز(څڅوب)کوي او د پروستاتا سپيسيفيک انتيجين (Prostata specific antigen = PSA) په نامه سره يا ديږي . نوموړی پروتيين يوداسي اينزايم دی چې دسپرم حرکت سره مرسته کوي اودغه جين په نولسم کروموزوم کې موقعيت لري (Chromosom 19q13). خو کله چې پروستاتا وپړسيږي او غټه شي نو په وينه کې د نوموړي انتيجين اندازه د پخوا په پرتله بدلون کوي. په عادي صورت کې د پي اېس اې PSA قيمت په وينه کې دصفر څخه ترڅلورنانوګرام په ملي ليترکې ټاکل شوی دی(0-4 ng/ml) . خو په دې اړوند بايد وويل شي چې په وينه کې د پي اېس اې PSA قيمت لوړوالی سل په سلو کې ددې مانا نه لري چې ګنې د سرطان ناروغۍ سره تړاوولري. دا ځکه چې د پي اېس اې نوموړی قيمت هغه وخت هم پورته ځي کله چې پروستاتا بنه پړسوب (Benigne tumor) ولري . په ۴۳ الف جدول کې د يو لړمهمو کلينيکي تومور مارکرنومونه او دناروغيو سره د هغوی تړاو ښوول شوی دی.

Tumormarker تومور مارکر	Tumortyp دتومورډول
CEA (karzinoembryonales Antigen)	دسږي سرطان، دمعدې سرطان، دتيوسرطان Mamma او د ينې سرطان Liver
CA 15-3 (Cancer Antigen 15-3)	دتريخې سرطان pancreas ، دتيوسرطان
CA 19-9 (Cancer Antigen 19-9)	دمعدې سرطان، د ينې سرطان Liver دتريخې سرطان
CA 125 (Cancer Antigen 125)	دجنسي غدو سرطان، د تيوسرطان Mamma
Calcitonin	د تايرئيد سرطان Thyroide carcinom
PSA (prostata specific antigen) نورمال کچه: (0-4 ng/ml)	دپروستاتاغټوالی،التهاب اويا دسرطان ناروغۍ له کبله يې کچه پورته ځي. د صفر نه تر څلورنانوګرام په ملي ليتروينه
Ferritin	دسږي سرطان، دينې سرطان ، دوينې سرطان او دتريخې سرطان
IgM (Immunoglobuline)	پلازما سيتوم، په وينه کې د ماکروګلوبولين ډيرښت
Bence-Jones-Proteine	په وينه کې د پلازما حجروډيرښت ، multiples myelom

۴۳-الف جدول: دسرطان هغه ناروغۍ ښوول شوې دي چې ديوه ځانګړي تومور مارکرسره تړاولري.

دسرطان ناروغۍ د درملنې تګلارې (Cancer Treatment methods) :

که څه هم دسرطان ناروغۍ د درملنې په اړه په اوسني وخت کې ډېرې زياتې او پرمخ تللې تګلارې ښته دي، خوبيا هم دياډونې ورځبره داده، چې هغوی تولې يوازې هغه وخت ګټوره اغيز ي لري،چې د سرطان ناروغۍ ډېر پرمختګ نه وي کړی. دسرطان د درملنې ياني علاج (Therapy) پيژندل شوې تګلارې په لاندې ډول دي:

- عمليات (Surgery)
- کيمياوي تبراپي (Chemotherapy)
- دوړانګو درملنه يا راديو تبراپي (Radiotherapy)
- دهډوکوماغزو او د ستېم حجرو ترانسپلانت(Bone marrow and stem cell transplants)

- بيالوژيکي تبراپي (Biological Therapy)
- هارمون تبراپي (Hormone therapy)
- جين تبراپي (Gene therapy)

دنومړو ټولو کړنلاروڅخه عمليات، کيمياوي تبراپي او راديو تبراپي خورا پراخ استعمال موندلی دی .

لومړی: دعمليات کړنلاره (Surgery) :

دعمليات په تګلاره کي پخپله دسرطان نسجونه او د هغه د سرحدبريد څو ملي متره روغ نسجونه او کله هم د روغ غړي يوه برخه، چي د کمپيوترتوموګرافي اونورو طبي الاتو په مرسته پيژندل شوي وي، ليري کوي. نومړي کړنلاره په هغه وخت کي تر سره کيږي کله چي د سرطان ناروغي دبدن نورو برخوته نه وي ليږديدلی. ياني ميتاستاز يي نه وي کړی او په يوه ترلي او محدود ځای پوري اړه ولري.

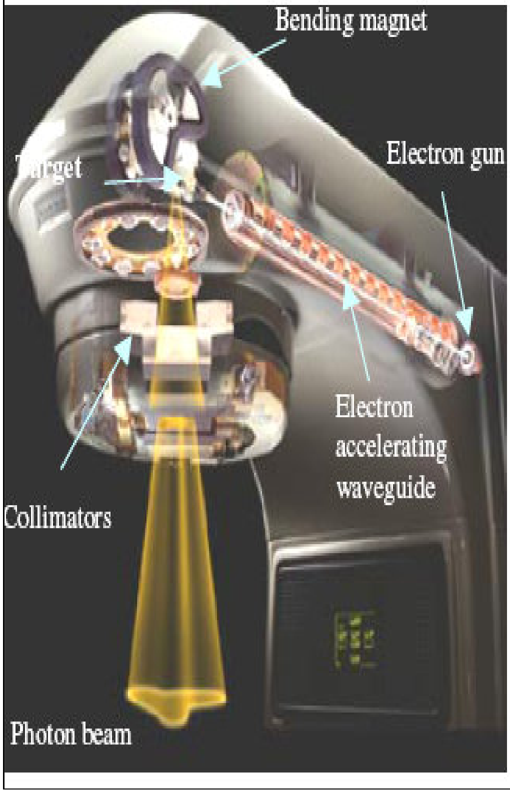
دويم: دوړانګودرملنه يا راديو تبراپي کړنلاره (Radiotherapy) :

نومړي تګلاره هغه خت په کار اچول کيږي چي د سرطان نسجونوبريد پوره څرګند نه وي اود شا و خوا روغو نسجونوسره دومره شريک شوي وي چي پيژندل يي سخت تماميږي، اويا داچي سرطان د بدن نورو برخو ته هم ليږديدلی وي. راديو تبراپي دسرطان ناروغی ددرملني يوه داسي کړ نلاره ده چي د راديو اکتيو ايزوټوپو او ايونايزوونکو وړانګو څخه کار اخيستل کيږي. په نومړي کړنلاره کي لوړ انرژي الکترونو ، فوتونو ،نيوترونو او ايونو په مرسته سره د سرطان حجري د منځه وړل کيږي. دنومړو وړانګو نوري ګټوري اغيزي په لاندي ډول دي:

- مخکي د عمليات څخه د سرطان نسجونه سره راغونډ او حجم يي کوچنی کوي
- د عمليات څخه وروسته د سرطان ناروغی دبيرته راګرځيدلو احتمال او خطر کموي
- پخپله وړانګي دسرطان حجري وژني خو روغو حجروته دومره ډير زيان نه رسوي . دا ځکه چي روغي حجري خپل ځان ډيرزر بيرته جمتوا ورغولای شي
- کله چي د سرطان ناروغی ډيره پر مخ تللي وي او د علاج چانس يي ډير کم وي نو د وړانګو په مرسته دناروغ د پاتي ژوند کيفيت ورښه کو لای شي.

په ۱۵۹ شکل کي د فوتون او الکترون وړانګو يوه آله ښوول شو يده چي د سرطان ناروغی ددرملني په موخه ورڅخه ګټه اخيستل کيږي او د کلينيکي خطي تعجيل کوونکي (Clinical Linear Accelerator) په نامه سره يادېږي. د نومړي آلي په کوپړی کي دالکترونو او فوتونو يوه سرچينه ځای پر ځای شوي، چي وړانګي يي سم سيخ دالکترومقنا طيسي ساحي په مرسته د ناروغ بدن په هغه برخه کي فوکس کيږي، چي د سرطان نسجونه پکي پيژندل شوي وي. دخطي تعجيل (بيره)کوونکي ښه والی په دي کي دی چي انرژي يي ډداکتر دزړه په خوښه ديوميګا الکترون ولټه څخه تر لږ څه شلو ميګا الکترون ولټه پوري ټاکل کېدل لای شي . د نومړي ټکنالوژي ګټه په دي کي ده چي په بدن کي دسرطان ناروغی د ژوروالي سره سم دوړانګو انرژي په ازاده توګه ټاکلای شو . د بېلګي په ډول پوستکي ته نږدي سرطان لپاره څه ناڅه پينځه ميګاالکترون ولټه انرژي او د سرطان هغه نسجونه چي په بدن کي ژور پراته وي د بېلګي په ډول لکه پروستاتا (Prostata) داسي وړانګي ورکو لای شو چي انرژي يي پينځه لس ميګا الکترون ولټه (15 MeV) قيمت ولري.

دپام وړ: دوړانګو درملنه دحجروبيالوژيکي خواصوخخه ګټه پورته کوي . په دي مانا چي نورمال حجري دوړانګودزيان څخه ځان ډېر زربيرته رغولای شي، په داسي حال کي چي دتومورحجري دوړانګودناوړه اغيزوپه پايله کي له منځه ځي. داسي ځرګنديږي چي روغې حجري درڼا کولوڅخه شپږساعته وروسته خپله بشپړه دنده بيرته ترسره کولای شي.

د خطي تعجيل کوونکي کلينيکي کړنلاره	دخطي تعجيل کوونکي تخنيکي بڼه
	

(۱۵۹- شکل)

۱۵۹- شکل : د راديولوژي متخصص ډاکترغازي محمد سلطانزی ځدراڼ ديوه کلينيکي خطي تعجيل کوونکي (Clinical Linear accelerator) په څنګ کي ليدل کيږي. دوړانګوکار پوه په دي لټه کي دی چي د سيمولاسيون (Simulation) ټکنالوژي په مرسته سره د خطي تعجيل (بيړه)کوونکي هغه زاويه او نورهندسي پارامېترونه(ارقام) ولټوي ، ترڅو د سرطان ناروغو نسجونو ته تا کل شوي انرژي ډوزپه بشپړ توګه ورسيږي. په نوموړي کړنلاره کي ډيره پام لرنه دي ته وشي، چي دشاوخوا روغو نسجونوته ترخپله وسه لږ وړانګي ورسيږي، ترڅو سالمي حجري د وړانګو د زيان څخه وژغورل شي.

دکلينيکي خطي تعجيل (بيړه)کوونکي سرچيني Electron gun څخه الکترونونه راوځي او د الکترو مقناطيسي څپوپه مرسته سره تعجيل (بيړه)ورکول کيږي(Accelerating waveguide) . ديوه مقناطيس په مرسته سره نوموړي الکترونونه په نوي درجه زاويه (90°) خپل لوری بدلوي او بيا په يوه فلزي نښنه (Target) لګيږي. کله چي دغه الکترونونه دنښي اتومونوهستي په نږدي څنګ کي تيريږي نو دکولومب بريښنايزقوه وربانديږي اغيز ه کوي اولکه يو موټر چي بريک ووهي، نو الکترونونه هم دريږي او خپله حرکي انرژي د لاسه ورکوي . په دي ترځ کي لوړانرژي فوتون وړانګي ورڅخه منځته راځي . نوموړي وړانګي د يوه

کولیماتور (Collimators) په مرسته سره فوکس کیږي او په ناروغ باندې مخامخ لګیږي.س

د پام وړ: درادیو تېراپي په کړنلاره کې د سرطان حجرو د بیخي له منځه وړلو په موخه، دوړانګو بشپړ ډوز په عمومی ډول سره د پینځوس څخه تر اویا ګري (50- 70 Gray) پورې ټاکل کیږي. نوموړې وړانګې داسې و بشل کیږي (Fraction)چې په یوه ورځ او یو وار سره دوه ګرې 2 Gy او پینځه واره په اونی کې ناروغ ته ورکول کیږي.

دریم: د کیمو تېراپي (Chemotherapy) کړنلاره:

دسرطان ځیني داسې ناروغۍ هم شته دي چې د رادیو تېراپي او عملیاتو پرته، د درملو په مرسته سره هم له منځه تللای شي. نوموړې کړنلاره د کیمو تېراپي (کیمیاوي درملنې) په نامه سره یادیږي. کیمیاوي تېراپي ددرمل پوهنې یوه داسې کړنلاره ده چې دسرطان ځانګړو ناروغیود حجرود منځه وړلو او همدارنګه دځینومیکروبونودوژلو په موخه دیولړطبیعي اومصنوعي درملو څخه کار اخېستل کیږي. نوموړې درمل چې د کیموتېراپویتیک (Chemotherapeutic) په نامه سره یادیږي، داسې خواص لري، چې د سرطان حجروپه میتابالیزم باندې اغېزه کوي. په دې مانا چې دحجرې په یوه ګرځیدونکې ځانګړې پړاو کې (Cell cycle) چې د (DNA-Synthesephase) په نامه سره یادیږي د ډي این اي بیرته غبرګ جوړیدلو(Reduplication) اوکاپي کولو مخنیوی کوي. په نوموړې تګلاره سره کیموتېراپویتیک درمل د سرطان حجرو لپاره داسې پایله لري لکه زهر او له دې کبله یې وژني او په روغو حجرو باندې په پرتلیزډول کم ناوړه اغېزې لري. د کیموتېراپویتیک درملونه په لاندې ډول و بشل شوي دي.

- الکایل انځین (Alkylating agents = Alkylanzinen):

د بېلګې په ډول لکه: Cisplatin; Cyclophosphamid; Dacarbazin; Mitomycin; Procarbacin

- انتي مېتابولیستین (Antimetabolisten) :

دبېلګې په ډول لکه: Methotrexat; Fluoruracid; Azathioprin; Mercaptopurin

- انتي بیوتیک (Antibiotics)

د بېلګې په ډول لکه Daunorubicin; Doxorubicin; Mixoantro; Epirubicin

دکیمو تېراپي کړنلارې ښه والی د عملیاتو او رادیوتېراپي په پرتله په دې کې ده، چې دبدن په هره برخه کې درمل کولای شي، چې د وینې او دلومف سیستم په جریان (بهیر) کې ننوځي او دسرطان حجروته ځان ورسوي او هغوی له منځه یوسي. د کیموتېراپي درمل دسرطان ناروغۍ د ډول سره سم دعملیات او رادیو تېراپي څخه وړاندې او یا وروسته ناروغ ته ورکول کیږي.

سیتوستاتیکا(Cytostatic agents) : نوموړې داسې طبیعي اومصنوعي کیمیاوي موادې، چې دحجرودو بشلوکړنلاره په ټپه دروي او یا داچې سوکه کوي. همدا لامل دی چې ګڼ شمېر سیتو ستاتیکا دسرطان ناروغۍ د درملنې په موخه کارول کیږي. نن ورځ هم ډېر سیتو ستاتیکا په طبیعي ډول دونو، بوټو اونباتاتوڅخه ترلاسه کیږي . په لاندې شکل کې دیوې ونې (Taxus) ځانګړې ښوول شوي دي چې دسیتوستاتیکا یوه مهم درمل (Texane) ورڅخه لاس ته راځي.

دونې نوم	سیتوستاتیکا نوم	

	(د درمل نوم)	
	Texane	Taxus
	Vinblastin	Catharanthus
	Camptothecine	Xi shu
	Baccatin	Taxus baccata

لومړی: اد جیووانت کیمو تېراپي (Adjuvant Chemotherapy):

کیموتېراپي په عادي ډول سره ناروغ ته د عملیاتو او یارادیوتېراپي په اخېر کې ورکول کیږي. دنومړې کړنلارې گټه په دې کې لیدل کیږي چې د عملیاتو څخه وروسته، دیوې خوا د سرطان ناروغی دبیرته راگرزیدلو (recidere) خطر لږ شي او دبلې خوا د میتاستازو (Metastase) منځته راتلومخنیوی وشي.

دویم: نیو ادجیووانت کیموتېراپي (Neoadjuvant Chemotherapy):

کیموتېراپي ناروغ ته د عملیاتو او یارادیوتېراپي څخه په مخ کې ورکول کیږي. دنومړې کړنلارې گټه په دې کې لیدل کیږي چې د عملیاتو څخه مخکې د سرطان نسجونه سره راغونډ وي او حجم یې کوچنی کوي. دکتاب په دې برخه کې د پروستاتا او دتیو سرطان اډجیووانت کلینیکي درملنې باندې رڼا اچوو.

دپروستاتا اودتی سرطان اډجووانت کلینیکي درملنه:

اډجیووانت درملنه (Adjuvant) ، ټولوهغومرستندویو، اضافگي درملنو ته ویل کیږي، چې په ټولنیز ډول دسرطان ناروغی دعملیات کولو څخه وروسته ترسره کیږي. داځکه چې دعملیاتو په کړنلاره کې، یوازې دسرطان هغه ناروغه حجرې لیرې کیږی(Resection)، چې د کلینیکي پلټنو په بنسټ دلیدلو اوپیژندلو وړوي. خوپاتې ټولې هغه سرطاني حجرې، چې دهراړخیزوطبي تگلاروبرسیره، نورې نه پیژندل کیږي، په بدن کې پاتې کیږي. داپه دې مانا ، چې دعملیاتو په کړنلاره کې، دسرطان حجرې سل په سلوکې له منځه نه ځي. پایله یې داده، چې په احسائیوي ډول ددې خطر شته دی، چې نومړې ناروغي بیرته راستون شي. دنومړي خطر له منځه وړلو په موخه، کارپوهان په دې اړه په یوه خوله دي، چې دعملیاتوبرسیره، نورې ځانگړې درملنی، لکه کیمیاوي درملنه (Chemotherapy) ، دوړانگویانې رادیودرملنه (Radiotherapy) ، هارمون درملنه (Hormontherapy) اونورهم ترسره شي. دبېلگې په توگه دتی سرطان(breast cancer) اودپروستاتا سرطان (Prostata cancer) اډجووانت درملنه په لاندې ډول ترسره کیږي.

- **دتی سرطان کلینیکي پېښلیک (Anamnesis of breast cancer):**

✍ دجرمني په هیوادکې، اپیډېمیولوژي (Epidemiology) شمیرنواو څېړنوپه ډاگه کړې ده ، چې هره یوه لسمه ښځه دتی سرطان (Mamma cancer) په ناروغی اخته کیږي. دتی سرطان دوه ډوله جینونه پیژندل شوي دي، چې په (BRCA1) او (BRCA2) نومول شوي دي. دسرطان ناروغی یوازی پینځه په

سلوکې(5%)، دجنېټيک علت او بنسټ سره تړاولري . دنوموړوناروغيوددرملنې په اړه دلته يوه کلينيکې بېلګه ترڅېړنې لاندې نيسو .

ديوې ناروغې ښځې په کيڼ تي (Mamma) کې، دماموګرافي (Mammography) په مرسته، دغوښې يوه کلکه دوه سانتي متره (2 cm) ستره غوټه (Nodule)، وپېژندل شوه . ځانګړو بيوپسي(vacuum biopsy) او هيستولوژي پلټنو په ډاګه کړه، چې دغه خبيث پرسوب، په دريم پړاوکې يوه سرطاني ډوله غوټه ده . (NOS-cancer Grad III) . دبلې خوا دتی بيوپسي (Breast biopsy) ، عملياتواو دلومف سينتيګرافي (Lymphoscintigraphy) وښووله ، چې دسېنتينېل غوټې(Sentinel-Lymph–nodes) دسرطان ناروغۍ څخه خوندي پاتې دي . داپه دې مانا چې دسرطان ناروغۍ د تخرګ (Axilla) برخې ته نه ده ليږديدلې . دتومورد سټروالي کچه، دتې اين ايم TNM نومونپوهنې اوترمينولوژي له مخې په لاندې ډول وه ارزول شوه :

TNM-formula: **pT1c, G3, N0, R1, L1** **(Tumorformel)**

دتومور فرمول

داوسترادیول(Oestrodiol)هارمون کچه دانسولين ريسيپتورپروتيين(Insulin receptor substrate) دتاکلوپر بنسټ دوولس ټکي (12 point) اوله دې کبله ډېره مثبت اود پروګسترون (Progestron) کچه منفي وه . دپروټين Her-2 ريسيپټر(Receptor) او انتيګين(Antigen) هيستوکيمياوي تعامل هم لږ څه مثبت قيمت وښوولو اوددريو ټکو(3 points) په کچه وټاکل شو .

دطبي هر اړخيزوکړنلارولکه د سينې اکسريز، دينې سونوګرافي (Liver Sonography) اودسکيليت سينتيګرافي (Total body bone scintigraphy) په مرسته سره وښوول شوه، چې دبدن په نوروغړو کې دسرطان ناروغۍ نښې او ميتاستازنه ليدل کيږي.

- سکيليت سينتيګرافي دهستوي طب يوه اغيزمنه کړنلاره ده، چې ناروغ ته اوه سوه ميګا بيکاريل تخنيسيم نهه نوي ايزوټوپ دفوسفاټ کيمياوي مرکب محلول(700 MBq TC 99m -MDP) په ډول په وينه کې پيچکاري کيږي . دهډوکوهغه برخې، چې دسرطان ناروغۍ ميتاستازشتون ولري، هلته دميتاباليزم فعاليت اودويني جريان (بهير) شدت دبدن نوروبرخوپه پرتله ډيروي، او له دې کبله په لوړه کچه تخنيسيم ايزوټوپ ځان ته رازبيښي . په هډوکوکې دتخنيسيم دغه ډيرجذب اودراديواکټيويټي ډېره تولېدنه، دګاما وړانګو ديډکټور (Gamma detector) ، په مرسته سره اندازه کولای شو . دهډوکو نومورې فعاليت دسرطان ناروغۍ ميتاستازپه ډاګه کوي .

په پايله کې ډاکترانودا پريکړه وکړه، چې دسرطان نومورې ډول ناروغي، د اډجووانت کيمياوي درملنې، او په څنګ کې يې د اډجووانت راديو درملنې په کارولو سره ترسره شي .

دتی سرطان اډجووانت کيمياوي درملنه (Adjuvant breast Chemotherapy):

دنومورې درملنې موخه په لومړي پړاوکې داده، چې دسرطاني نسجونوحجم کوچنی کړي اوهمدارنګه دمایکرومیتاستازومخه ونیسي. دبلې خوا ټول هغه تومورونه چې غټوالی یې له دریوسانتي مترو (> 3 cm) څخه پورته وي، کیمیاوي درملنه ورکول کیږي. دتی سرطان کیمیاوی درملنې دخوړودود او پلان (Regimen) ډیرډولونه لري، چې ځینې یې په ۴۴-جدول کې ښوول شوي دي.

1 .1 CMF (6 cycles) (لومړی ډول پلان: (شپږ دورې)		
Cyclophosphamid 100 mg /m^2 600 mg/m^2 که دنس ستونزه وي نوبیا پیچکاري شي	p .o . i .v .	خوارلس ورځې لومړۍ ورځ او اتمه
Methotrexat 40 mg/m^2	i .v .	لومړۍ ورځ او اتمه
5 – Fluorouracil 600 mg/m^2	i .v .	لومړۍ ورځ او اتمه
1 .2 EC (یوه دوره) دویم ډول پلان:		
Epirubicin 90 mg/ m^2	i .v .	لومړۍ ورځ
Cyclophosphamid 600 mg/ m^2	i .v .	لومړۍ ورځ اوتکراریې ۲۲ ورځ
1 .3 CEF (6 cycles (شپږ دورې) دریم ډول پلان:		
Cyclophosphamid 75 mg/ m^2	p .o .	خوارلس ورځې
500mg/ m^2 که دنس ستونزه وي نوبیا پیچکاري وشي	i .v .	لومړۍ ورځ اواتمه ورځ
Epirubicin (50)-60 mg/ m^2	i .v .	لومړۍ ورځ اواتمه ورځ
5 – Fluorouracil (500)-600 mg/ m^2	i .v .	لومړۍ ورځ اواتمه ور اوتکراریې په ۲۹ ورځ
1 .4 TAC (6 cycles) (شپږ دورې) څلورم ډول پلان		
Docetaxel** 75mg/ m^2	انفیزیون	لومړۍ ورځ
Doxorubicin 50mg/ m^2	i .v .	لومړۍ ورځ
Cyclophosphamid 500mg/ m^2	i .v .	لومړۍ ورځ تکراریې ۲۲ ورځ
1 .5 ACT (4+4 cycles) (اته دورې) پینځم ډول پلان		
Doxorubicin 60mg/ m^2	i .v .*	لومړۍ ورځ
Cyclophosphamid 600mg/ m^2	i .v .	لومړۍ ورځ
دڅلورودوروڅخه وروسته بیا نورې څلوردورې پیل کیږي		
Paclitaxel 175mg/ m^2	انفیزیون (3h)	لومړۍ ورځ تکراریې په ۲۲ ورځ

۴۴- جدول: داډجووانت کیماوي درملنې دخوړودود (regimen) پینځه نامتو پلانونه ښوول شوي دي. په پورتني جد ول کې، که کیمیاوي درمل دخولې دلارې وکارول شي نولنډیزیې په (per oral = p .o .) اوکه دپیچکارۍ په ډول وشي، نولنډیز یې په (Intra vena = i .v .) لیکل کیږي. (112)

نوموړې درملنه دتی سرطان دعملیات کولو څخه وروسته دخوارلسو ورځو په موده کې، بنايي ترسره شي. په ټولنيز توګه سره نوموړې درملنه، شپږدوري (6 Cycles) ورکول کيږي. د پورته يادشوي اودتی په سرطان اخته، ناروغي ښځي لپاره، دخوړودود، شپږسايکل اډجووانت کیمیاوي درملنه (6 Cycles FAC) وټاکل شوه. دنوموړې درمل، بشپړ نوم په لاندې ډول دی:

(fluorouracil, doxorubicin (Adriamycin), and cyclophosphamide = FAC)

A = doxorubicin (Adriamycin)

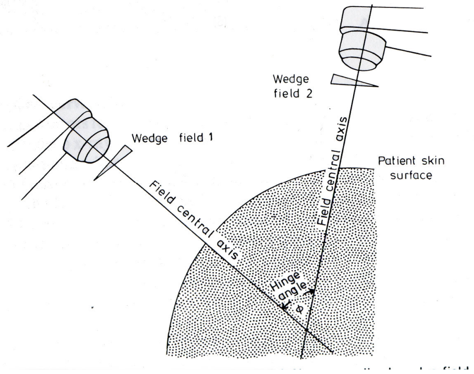
F = fluorouracil

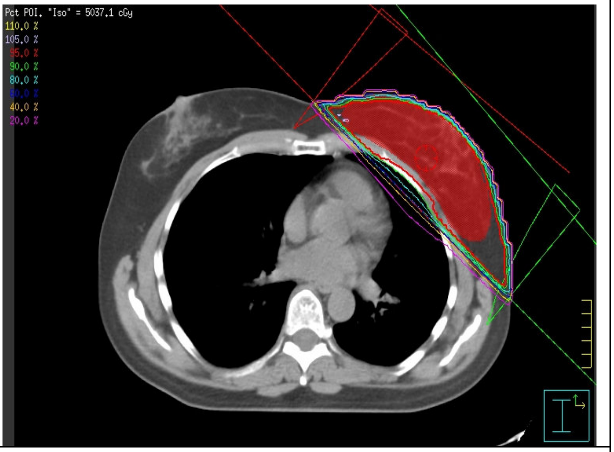
C = cyclophosphamide

دتی سرطان اډجووانت راديو درملنه (Adjuvant breast Radiotherapy):

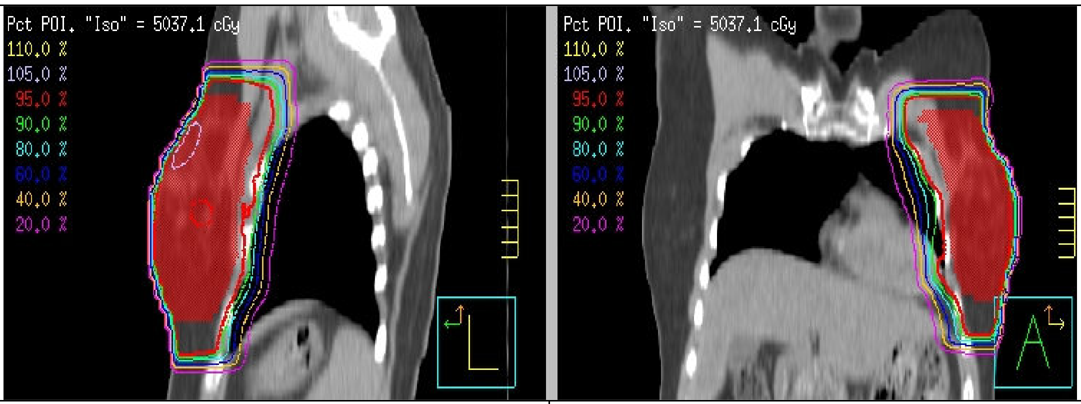
درادیودرملني موخه اوګټه داده، چې د سرطان ناروغی ځايزبيرته راګرځيدني احتمال مخه نيسي اوځه ناڅه دري ځله يي راټيټوي. که څه هم دتومورلويېدنه د يوسانتي مترڅخه کوچنی وي، خو بيا هم د اډجووانت راديو درملني سپارښتنه لازمه ده. په ۱۲۰- شکل کې، دپاس ياد شوې ، ناروغي ښځې، اډجووانت راديو درملني کړنلاره ښوول شو بده . دیوه خطي تعجيل (بيړه)کوونکي په مرسته سره، دوړانګودوه مخامخ ساحې (Radiation field)داسې ټاکل کيږي، چې دبدن منځ خوا (Medial) زاويه يي دري سوه درجې (300 degree) اود کيڼ څنګ خوا(Lateral) زاويه يي يوسلوشل درجه (120 degree) قيمت لري. دفوتون وړانګو دواړه ساحې دمرکز(منځی) څخه په يوه اندازه واټن کې ټاکل شوې (Isocentric technic) اودناروغي ښځې کيڼ ټول تی په شپږميګا الکترون ولټه فوتون انرژي (6 MeV) رڼا کوي.

(Isocentric technic)





دکمپيوټر توموګرافي په ساره پرې شوي پټ کې (cross section)، دکيڼ تی سرطان کلينيکي ښنبي حجم (Left mamma cancer) په سوررنګ ښوول شوی، چې دخطي تعجيل (بيړه)کوونکي دکوپړی دوه وړانګوساحې ددرې سوه درجې (300 degree) او يوسلوشل درجې زاويې (120 degree) لخوا څخه رڼا

<table>
<tr><td colspan="2">کیږي . ددوارو وړانګو ساحو (Radiation field) فوتون انرژي شپږ میګا الکترون ولټه (6 MeV photons) ده.</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td>دکمپیوټر توموګرافي په اوږدو، یوې پرې شوې فرونتال منځنۍ سطحه کې (Frontal section) د سرطان ناروغۍ کلینیکي نښې حجم ښه اودایزوډوز(Isodose) کربنو ویشتوب ښوول شوی دی.</td><td>دکمپیوټر توموګرافي په اوږدو، یوې پرې شوې منځنۍ زاګیتال سطحه (Sagital section) کې د سرطان ناروغۍ کلینیکي نښې حجم ښه اودایزوډوز (Isodose) کربنو ویشتوب ښوول شوی دی.</td></tr>
</table>

(۱۲۰- شکل)

۱۲۰- شکل: دیوې څلوراویا کلنې ناروغې ښځې، په کیڼ تی (Left breast cancer) کې دتیوسرطان ناروغۍ کلینیکي ښې حجم (Clinical target volume) په سور رنګ ښوول شوی دی. دتومور له منځه وړلوټول انرژي ډوز (64,4 Gy) پنځه نوي سلیزه، ایزوډوز کربنه (95% Isodose line) ، هم سوررنګ لري، او دتومورپه چاپیره راګرځیدلې ده.

دسرطان ناروغوحجرو کلینیکی نښې حجم (Clinical target volume) په منځ برخه کې، د ټول انرژي ډوزکچه، څه ناڅه پینځوس ګرې (Total dose = 50,4 Gy) ټاکل شویده . نوموړې انرژي ډوز په یوه اونۍ کې پینځه ځله اوپه هره ورځ اویو وار یوسلواتیا سانتي ګرې (1,8 Gy) ورکول کیږي (5×1,8 Gy/Week) . وروسې پخپله دتومورکلینیکي نښې هغه برخه ، چې د سرطان ناروغۍ آره هسته (زړی) جوړوي ، دشپږ میګاالکترون ولټه (6 MeV electrons) الکترون وړانګو په مرسته رڼا کیږي . نوموړې وروستی کلینیکي نښې ته بوست (Boost) هم ویل کیږي اوحجم یې دپلان شوي کلینیکي نښې په پرتله (Planing target volume) کوچنی وي. دبوست ټول انرژي ډوز څوارلس ګرې (14 Gy) ټاکل شوی اوپه یوه اونۍ کې پینځه ځله اوپه هره ورځ دوه ګرې (5×2 Gy) ورکول کیږي. په دې اساس داصلي تومورپه هسته اویا په بل عبارت په کلینیکې تراوپه یوه ټاکلې ستاندارد یاني ریفرینس ټکي(Reference point) کې، د ټولوساحو را غونډه شوې انرژي ډوزکچه، څه ناڅه څلورشپیته ګرې (64,4 Gy) ته رسیږي.
دیوه خطي تعجیل (بیړه)کوونکي کوپړی څخه شپږمیګا الکترون ولټه فوتون وړانګې خپریږي او ترټاکلوزاویولاندې دتیوسرطان په کلینیکي نښه لګیږي . دوړانګوساحې (Radiation field) اوږدوالی اوسور، داسې ټاکل شوی، چې دړنا کولوسطحه یې دتی سرطان کلینیکي نښې حجم سره کټ مټ برابر اویا

دنبي څنډوڅخه څه ناڅه اته ملي متره (8 mm) لويه وي. نوموړي تخنيکي کړنلاره ځکه اړينده، چې په دې ډول دتيوسرطان ناروغ نسجونه بيخي دمينځه يووړل شي، خو ترخپله وسه هڅه وشي ، ترڅودشاوخوا روغ ياني سالم نسجونه، دوړانګود زيان څخه خوندي پاتې شي . دبلې خوا دوړانګوفيزيکي پلان (Physical treatment planing) لکه، دوړانګوانرژي، د تعجيل (بيړه) کوونکي کوپړی زاويه، دوړانګوساحې شمېرداسي وټاکل شي، چې دکمپيوترپه مرسته دتيوسرطان کلينيکي نښې په ټول حجم کې، ديوې خوا په متجانس ډول دانرژي ډوزويشتوب ترلاسه شي، او بلخوا نوموړی حجم په سلوکې پينځه نوي (95% isodose) دانرژي ايزو ډوزکرښې څخه احاطه شي .

- **دپروستاتا سرطان کلينيکي پېښليک (Anamnesis of prostata cancer) :**

دپروستاتا ناروغي په سړيو کې دنورو ناروغيوپه پرتله، ترټولو ډېره ناروغي تشکيلوي. دجرمني په هيوادکې اپيډېميولوژي شميرنواو څېړنوپه ډاګه کړې ده ، چې ټول هغه نارينه کسان، چې عمريې داتيا کالونو څخه پورته وي، په سلوکې پينځه اتيا (85%) دپروستاتاسرطان (Prostata cancer) په ناروغۍ اخته کيږي. په لوديزه نړی کې، هرکال دوه نيم مليونه نارينه وګړي نورهم اونوي دپروستاتا سرطان په ناروغۍ اخته کيږي. په المان کې هرکال لس زره نارينه دپروستاتا ناروغۍ له کبله خپل ژوند له لاسه ورکوي. دکورنۍ هغه غړي، چې خپلوان يې دپروستاتا په ناروغۍ مړه شوي وي، دنوروکورنيوپه پرتله درې ځله ډېر دخطرسره مخامخ دي . دخوانبينۍ خبره خوداده، چې دپروستاتا سرطان، کومې ځانګړې مخکنۍ کلينيکي نښې لکه درد اونورنه ښئي . داسې اټکل کيږي، چې دډيروغوړجنوخوراکي موادوخوړل، دلږوويټامينورانيول، په تېره بيا لکه ويټامين اي E، سيلين عنصر (Selen) او دويټامين ډي D کمښت، ناوړه اغيزې ولري. که څه هم دپروستاتا سرطان ړومبۍ کلينيکي نښې (Symptoms) نه پيژندل کيږي ، خو بيا هم په کلينيکي ترا و، کيداى شي چې دسړي په وينه کې دپروستاتاځانګړی انتيګن کچه (Prostata specific antigen = PSA) دنوموړي ناروغۍ په اړه ګټورمالومات او مخ وينه وکړي.

- **دپروستاتا سرطان پيژندني کړنلاري (Diagnosis of prostata cancer) :**

ديوه شپږپينځوس کلن نارينه، په پروستاتا غده کې ، دسکرينينګ (Screening) هراړخيزو طبي کړنلاروپه مرسته، لکه دريکتوم (Rectum) له لارې په ګوتوپلټنه، ترانسريکتال اېنډو سونوګرافي (Transrectal Endosonography) او دپنچ بيوپسي (Punch Biopsy) عملياتو په پايله کې دادېنوکارسينوم (Adenocarcinom) وپيژندل شو .

* **لابراتوار:** دپروستاتا ځانګړی انتيګن PSA = 13,6 ng/ml ، ګليسون سکور Gleason score = 7

* **هيستولوژي:** pT3b, pN0(0/10),L1,V0,R1

* ددرملني کړنلاري : د بېلګې په ډول لکه دپروستاتا بشپړعمليات (Prostatovesikulectomy) ، اډجووانت کيمياوي درملنه، اډجووانت راديودرملنه، لومف اډينوکټومي (Lymphadenoectomy)

دپروستاتا اډجووانت کيمياوي درملنه (Adjuvant prostata Chemotherapy):

په اوسني وخت کې ، يوازنی پېژندل شوی کيمياوي درمل، چې دپروستاتا ناروغ ژوند اوږدوي، د Docetaxel او Prednison په نامه ياديږي . که چيرته دهډوکوميتاستازشتون ولري، نوپه نومړي درمل برسيره د بيسفوسفانات Bisphosphonaten کارول ګټوردي . په ۴۵- جدول کې دکيمياوي درملني دخوړودوه ډوله رژيمونه (Regiment) ښوول شوي دي .

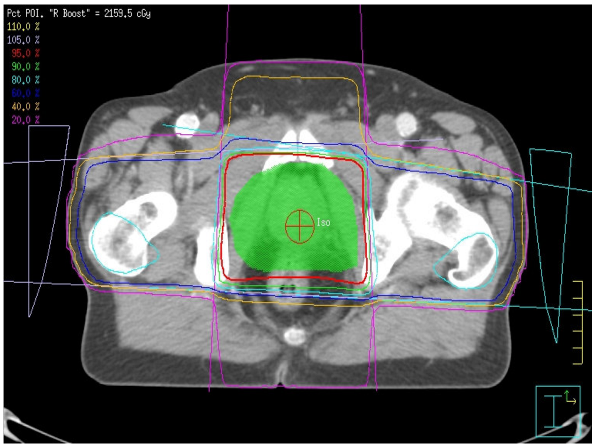
دکيمياوي درملني لومړی ډول پلان: DP 1			
Docetaxel	75 mg /m^2	يو ساعت انفيزيون	لومړی ورځ
Prednison	5 mg/m^2	p .O . په ورځ دوه ځله	دتل لپاره اوتکرارکول دوه و يشتمي ورځې وروسته
دکيمياوي درملني دويم ډول پلان : DP 2			
Docetaxel	35 mg/ m^2	نيم ساعت انفيزيون	لومړی ورځ
Prednison	5 mg/ m^2	p .O . په ورځ دوه ځله	دتل لپاره

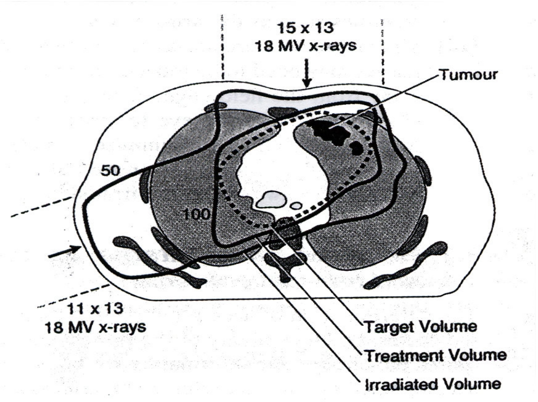
۴۵- جدول: دکيمياوي درملني (Docetaxel او Prednison) دخوړودوه ډوله پلانونه ښوول شوي دي.

دپروستاتا اډجووانت راد يودرملنه (Adjuvant prostata radiotherapy) :

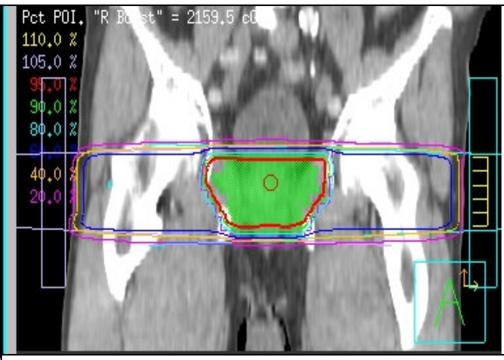
په ۱۲۱- شکل کې دپروستاتا سرطان (pT3b) ، راديودرملنه دفيزيکي اوطبي کړنلاروپه بنسټ ښوول شو يده . درادیودرملني په کړنلاره کې، ترتولوارينه داده، چې يوداسي تخنيک وټاکل شي، چې مقعدی مجرا ياني ريکټوم (Rectum) ، دمثاني کڅوړې (Vesica urinaria) او احليل (Urethra) غړوته ځومره چې په تخنيکي تراوامکان ولري، لږورانګې ورسيږي . څرنګه چې نومړی تومور، دپروستاتا پولي څخه راوتلی او نوروګاونډيوغړولکه (Vesicula seminalis) ته و رننوتلی دی، نوله دې کبله يې دخطرکچه اودرجه بندي، ډېره لوړه ټاکل کيږي . دا په دې مانا ، چې دوړانګوتول انرژي ډوزداويا ګري (70 Gy) څخه لوړ وټاکل شي، ترڅوديې خوا دتومورنسجونه بيخي له منځه يوړل شي، او بلخوا دتوموربيرته راستنيدلو (recidere)

احتمال مخنيوی وشي. څرنګه چې دګليسون سکوريې اووه Gleason score = 7 او دپي اس اې (PSA) کچه يې دلسونه لوړه ده، نودغه ډول تومور دلوړخطرلرونکوسرطان ناروغيو په ډله او کټګوري کی شميرل کيږي.





دپروستاتا سرطان بوست (Boost) کلينيکي نښی حجم، دکمپيوتر توموګرافي په ساره پرې شوي پټ (Transverse section) کې په شيين رنګ ښوول شوی دی، چې دوړانګودريوساحو، ياني دصفردرجې زاويې(0^0) ، نوي درجې زاويې (90^0) او دوه سوه اويا درجې زاويې (270^0) لخوارڼا کيږي. دپروستاتا بوست کلينيکي نښې څنډ ې برخې ته لږ څه نهه شپيته ګرې 69 Gy انرژي ډوز رسيږي. دايزوډوز پينځه نوي سليزه کرښه (95% Isodose line) ، په سوررنګ ښکل شوې، اود بوست کلينيکي نښی حجم په چاپيره راتاوشو يده .



دکمپيوتر توموګرافي په اوږدو، يوې پرې شوې فرونتال منځنۍ سطحه (Frontal section) کې د پروستاتا سرطان ناروغۍ کلينيکي نښې حجم ښه اودايزوډوز(Isodose) کرښو ويشتوب ښوول شوی دی.

دکمپيوتر توموګرافي په اوږدو، يوې پرې شوې منځنۍ زاګيتال سطحه (Sagittal section) کې د سرطان ناروغۍ کلينيکي نښې حجم ښه اودايزوډوز (Isodose) کرښو ويشتوب ښوول شوی دی.

(۱۲۱- شکل)

۱۲۱- شکل : ديوه 56 کلن نارينه ناروغ په پروستاتا (Prostata cancer) کې د سرطان ناروغۍ کلينيکي ښې حجم (Clinical target volume) په شنه رنګ ښوول شوی دی . دتومور له منځه وړلوډول انرژي

ډوز (72 Gy) پنځه نوي سلیزه ایزوډوزکرښه (95% Isodose line) ، په سوررنګ ښوول شوې، او دتومورپه چاپېره راګرځیدلې ده.

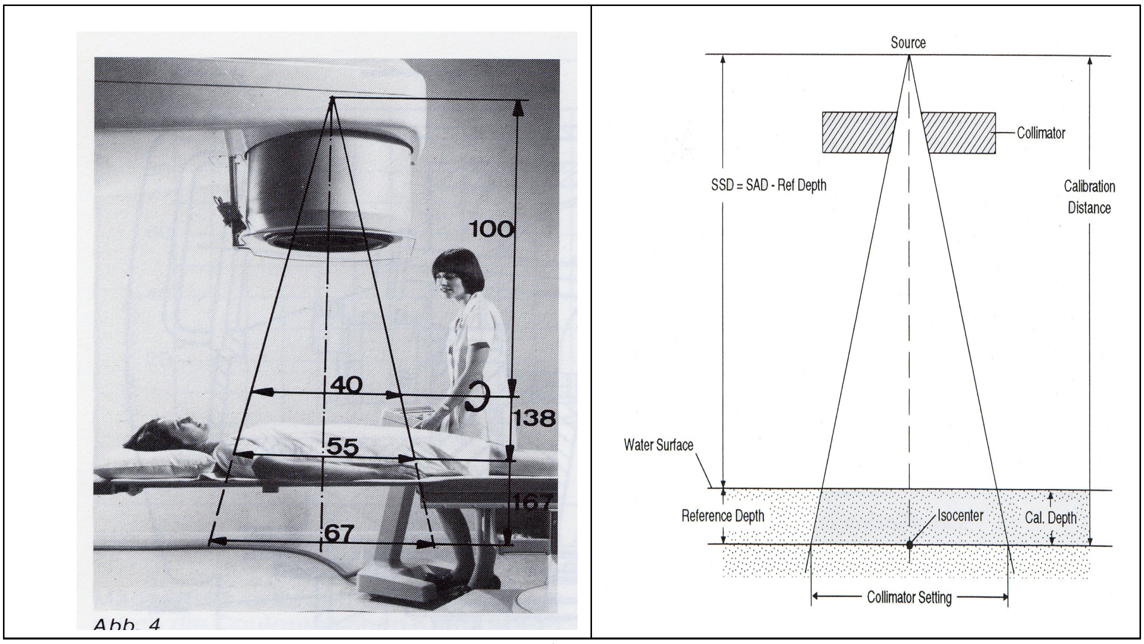
په ۱۲۱- شکل کې دیوه 56 کلن ، اود پروستاتا سرطان په ناروغۍ اخته (pT3b) نارینه ناروغ ، د کمپیوترتوموګرافي درې ډوله اکسریزعکسونه ښوول شوي دي، چې دبدن اناتومي محورونه یې په زاګیتال (Sagittal plane)، فرونټال (Frontal plane) اوترانسورز (Transverse plane) پرې شووسطحوکې لیدل کیږي. په نوموړوسطحوکې، د پروستا تا سرطان ناروغۍ کلینیکي ښې حجم (Clinical target volume) په شین رنګ ښوول شوی دی . درادیودرملنې په موخه دفوتون وړانګې، دیوه خطي تعجیل (بیړه)کوونکي کوپړۍ څخه خپریږي، او ترټاکلوزاویو، اوځانګړی ایزوسنتریک تخنیک (Isocentric technic) په بنسټ دپروستاتا سرطان ناروغۍ په کلینیکي نښه لګیږي.
دتومور له منځه وړلوټول انرژي ډوز، لږ څه اویا ګرې (70,2 Gy) ټاکل شوی ده . دانرژي نوموړې ډوزدوخت په ترڅ او داسې ویشل شوی دی، چې دصفردرجې زاویې (0°) ، نوي درجې زاویې(90°) ، دوه سوه اویا درجې زاویې(270°) او یوسلو اتیا درجې زاوې لاندې(180°)، دوړانګو څلور ساحې، دپروستاتا بشپړکلینیکي نښه، د چاپیریال لومف سیستم په ګډون، تر (55,8 Gy) ګرې پورې رڼا کوي. نوموړی انرژي ډوز، په یوه اونۍ کې پینځه ځله، اوپه یوه ورځ کې یو سلو اتیا سانتي ګرې (1,8 Gy) یوځل ورکول کیږي (5×1,8 Gy/Week) . پاتې څه ناڅه څوارلس ګری انرژي ډوز(14,5 Gy) ، ددریبو ، وړانګوساحو (Radiation field) په مرسته، یانې دصفردرجې زاویې (0°)، نوي درجې زاویې (90°) او دوه سوه اویا درجې زاویې (270°) لاندې دپروستاتا بوست (Boost) کلینیکي نښې په منځنۍ برخه کې، د چاپیریال لومف سیستم څخه پرته رڼا کیږي. څرنګه چې دپروستاتا سرطان په بدن کې ژورپروت دی، نو له دې کبله دهرې یوې وړانګې ساحې، انرژي پینځه لس میګا الکترون ولټه (15 MeV) ټاکل شو بده ، ترڅودوړانګوپوره انرژي هلته ورسیږي .

دایزوسنتریک رادیو درملنې تخنیک (Isocentric treatment technic) :

په ۱۲۲- شکل کې دایزوسنتریک رادیو تېراپي تخنیک ددرملنې او کالیبریشن (Isocentric Calibration) کړنلاره ښوول شوېده . په ښي اړخ کې د تعجیل (بیړه)کوونکي سرچینې څخه دفوتون وړانګې خپریږي اومخامخ داوبوپه یوه فانتوم لګیږي(Water phantom). داوبوفانتوم یوه فیزیکي اله ده ، چې حجم یې مربع شکل لري اوغټوالی یې څه ناڅه یومترمکعب دی. دمنځ برخه یې داوبوڅخه ډکه کیږي اودیوالونه یې دیوه ځانګړي پلاستیک ډوله موادوڅخه جوړدي. څرنګه چې دانسان بدن څه ناڅه اتیا په سلو کې داوبوڅخه جوړدی، نوداوبوفانتوم هم دوړانګوانرژي ډوزداندازه کولوپه موخه دانسان بدن ته ورته اناتومي اله تشکیلوي او له دې کبله په رادیو تېراپي روغتونوکې، دیوه ناروغ مصنوعي بدن پر ځای ورڅخه کار اخیستل کیږي.
دتعجیل کونکي کوپړی په یوه ټاکلي اوږده کچه محور اومرکزي ټکی راګرځي، چې اوږدوالی یې په نورمال ډول سل سانتي متره وي (Source Achs distance = SAD) . هغه ټکی چې دکوپړی محورورباندې راګرځي، د ایزوسنټر (Isocenter) په نامه یادیږي . په داسې حال کې چې دسرچینې اودناروغ پوستکي ترمنځ واټن (Source Skin distance = SSD) دتعجیل کوونکي دڅرخیدلوپه ترڅ کې تغیرکوي، خودرڼا هرې ساحې لپاره، د سرچینې اوایزوسنټرترمنځ واټن (SAD) ثابت پاتې کیږي . نوموړی تخنیک د ایزوسنټرتخنیک

(Isocenter technic)په نامه سره ياديږي. د شکل په کيڼ اړخ کې، دتعجيل کوونکي فوتون وړانګې دناروغ په پوستکي لګيږي اودبدن ژو روبرخوته ننوځي. دوړانګوانرژي ډوز دکمښت منحني داسې شکل ځان ته غوره کوي، چې په يوه ټاکلي ژوروالي کې اعظمی قيمت ته پورته ځي اوبيا وروسته دژورتوب سره سم څه ناڅه ايکسپونينسيال کمښت مومي .د بېلګې په توګه د شپږ ميګا الکترون ولټ فوتونون لپاره دغه اعظمي (تر ټولولوړ) ژور والی (Z_{max} = 1,5 cm) يونيم سانتي متره . دوړانګودغه تر ټولولوړ ه برخه دسل په سل (100%)کميت په ډول ټاکل کيږي اودانرژي ډوزنورقيمتونه وربانديې پرتله کيږي.

✍ دايزوډوزکرښې (Isodose lines) په نسجونوکې هغه کرښې په ګوته کوي، چې هلته دانرژي ډوزويشتوب کچه يوشان قيمت ولري.



(۱۲۲- شکل)

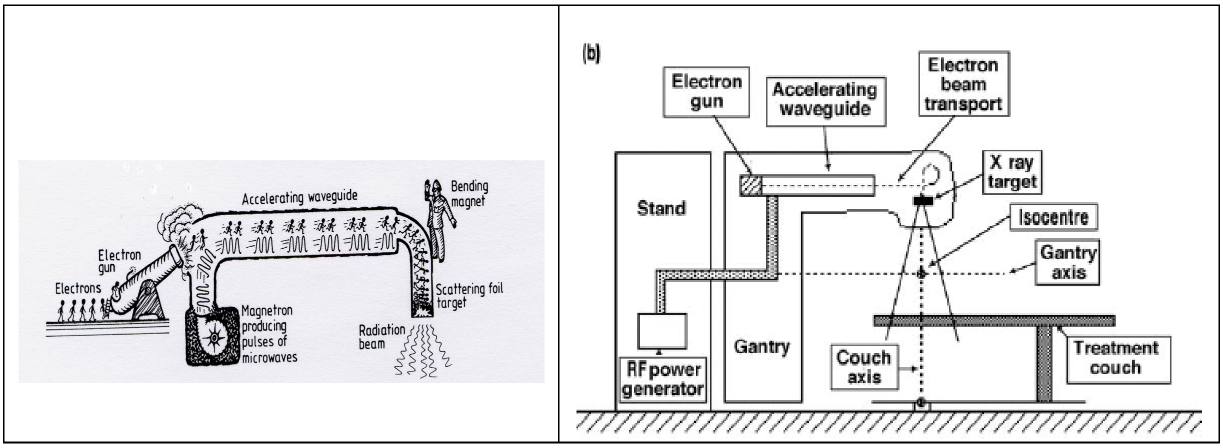
۱۲۲- شکل : دايزوسنتريک راديودرملنې تخنيک او کاليبريشن (Isocentric Calibration) کړنلاره ښوول شوېده. د شکل په ښي اړخ کې داوبوفانتوم په مرسته د تعجيل (بيړه)کوونکي دراوتونکي سيګنال قدرت (Output power signal) اندازه کيږي. د شکل په کيڼ اړخ کې دغه اندازه شوي ارقام (Data) د ناروغ په درملنه کې کارول کيږي(113).

. په ۱۲۲- شکل کې ښوول شو بده ، چې دتعجيل کوونکي دسرچينې څخه دفوتون وړانګې خپريږي اوسم سيخ داوبوپه يوه فانتوم لګيږي. داوبوپه فانتوم کې، درياضی (شمېرپوهنې) موډلونو په بنسټ ټول هغه ارقام (Patient data) اندازه کيږي، چې دناروغ ددرملنې لپاره اړين وي . دبېلګې په ډول په لومړي پړاوکې داوبوفانتوم په يوه ټاکلي ژورتيا لکه لس سانتي متره (Calibration depth = 10 cm) ، يوه ټاکلي ټکي (Isocenter)، دوړانګوټاکلي ساحې (Calibration field = 10×10 cm) دتعجيل کوونکي سرچينې اودناروغ ترپوستکي پورې ټاکلی واټن (Source skin distance = 90 cm) ، دتعجيل کوونکي سرچينې اودايزوسنټرترمنځ ټاکلی واټن (SAD = Calibration distance = 100 cm) ، دتعجيل کوونکي څخه

دراوتونکي برېښنايز سيګنال ياني دوز رېټ (Dose rate) داسې اعيارکيږي، چې يو مونيتوردېوه سانتي ګرې سره برابرشي(1MU = 1 cGy) . نوموړې فيزيکي کړنلارې ته کاليبريشن (Calibration) ويل کيږي.

دمونيتور واحد شميرنه (Monitor unit calculation):

د سرطان ناروغۍ د مينځه وړلو په موخه، ديوه خطي تعجيل کوونکي څخه کار اخېستل کيږي، چې د شپږو څخه ترشل ميګا الکترون ولټه (6MeV- 20 MeV) فوتون وړانګې توليدوي. په ۱۲۳-شکل کې ديوه خطي تعجيل کوونکي تخنيکي جوړښت ښوول شوی دی. داکسريزدستګاه دانرژي قدرت په عادي ډول په واحد د سانتي ګرې په دقيقه (cGy/min) ټاکل شوی دی. خوهغه سيګنالونه چې ديوه تعجيل کوونکي څخه راوځي، دانرژي دوز قدرت يې (Dose rate) په واحد سانتي ګرې پرمونيتور شمېرل کيږي اوداسې يې ليکو:
(Centi Gray/Monitor Unit = cGy/MU) . مخکې له دې ، چې ديوه تعجيل کوونکي وړانګې ددرملنې په موخه وکارول شي،ددې اړتيا ليدل کيږي، چې دتعجيل کوونکي دانرژي مونيتورواحد (MU) اودبدن په يوه ټاکلې ژوره برخه کې ، دبېلګې په ډول لکه لس سانتي متره ژورتيا او دکاليبريشن په يوه ټکي کې (Calibration Point = Isocenter) دوړانګوانرژي دوز ګرې (Gray) ترمنځ اړيکې دازمېينو په بنسټ ترلاسه شي. دنوموړې موخې لپاره داوبويوه فانتوم (Water phantom) څخه کاراخېستل کيږي اوپه لس سانتي متره ژورټکي کې ديوې ايونايزيشن چمبرپه (Ionization chamber) مرسته دټاکلې مونيتور واحد په رڼاکولو سره، برابر انرژي دوزپه واحد د سانتي ګرې اندازه کيږي.



(۱۲۳-شکل)

۱۲۳- شکل : دخطي کلينيکي تعجيل کوونکي تخنيکي بڼه ښوول شو بده . راديوفريکونس جنراتور، RF power Generator، الکترون سرچينه Electron gun ، دڅپو تعجيل کونکې برخه Accelerating waveguide ، داکسريزښنه، X-ray target ، دناروغ درملنې ميز(Treatment couch) اويوه مقناطيسي ساحه ، چې دالکترون وړانګې په دوه سوه اويا درجې (270^0) دخپل سمت څخه کږوي اوبيا په يوه فلزي ښنه (Tungsten target) لګيږي.

په ۴۵-جدول کې د رياضي يوه معادله پرليکه شو بده،چې دکمپيوترپه مرسته ناروغ ته دمونيترواحددشميرنې (MU) په موخه کارول کيږي . دنوموړې معادلې په بنسټ، هغه شميرمونيتور واحد(MU) تر لاسه کيږي،چې ورته اړتيا شته او په هغه کچه انرژي دوز D توليدوي،چې دتومورله منځه

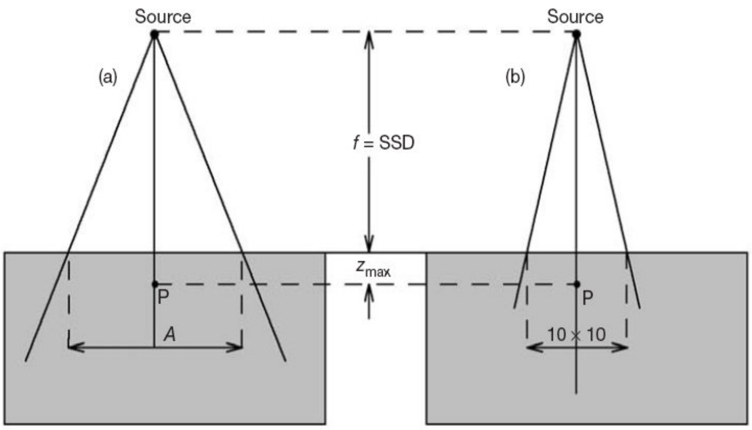
ورلو لپاره بس کيږي. د مونيتور واحد شمېر د ورانګې هري يوې ساحې لپاره په ځانګړي ډول داسې ټاکل کيږي، تر څو په پايله کې د ټولو مجموعه د ليکل شوې نسخې تومور انرژۍ ډوز سره برابر قيمت (Prescribed tumor dose) تر لاسه شي.

د سرطان ناروغي اکسريز درملنې په موخه، دلاندې رياضي معادلې څخه کار اخيستل کيږي چې د يوه کمپيوټر په مرسته، داړتيا وړ مونيتور واحد (MU) شمير تر لاسه کيږي.		
$$MU = \frac{prescribed\ \ Dose\ at\ ponit\ \ p_{calc} \times 100 \times W}{IL \times TMR \times (D/MU)_{cal} \times ISF \times RDF \times WF}$$		
$(D/MU)_{cal}$	Calibration Dose Rate	د تعجيل کوونکې کاليبريشن قدرت
RDF	Relative dose factor	د انرژۍ ډوز نسبي (پرتليز) فکتور
IL	Isodose line	ديو برابريا يوشان ډوزکرښې
W	Weight percent	د يوې ساحې سليزه برخه انرژۍ ډوز
TMR	Tissue Maximum Ratio	د نسجونو اعظمي (ترټولو لوړ) نسبت
ISF	Inverse Square distance Factor	د واټن معکوس مربع فکتور
WF	Wedge Transmission Factor	د ويج څخه د تېريدنې فکتور
Prescribed Dose at point P_{calc} per Field		د ورانګو يوې ساحې لپاره، دکلينيکي نښې په حجم اويوه ټاکلې ټکي کې د ډاکټر لخوا سپارښت شوې انرژۍ ډوزکچه ، لکه 200 cGy سانتي ګري

۴۵- جدول: د مونيتور واحد (MU) شميرنې په موخه د کمپيوټر يوه بنسټيزه معادله (انډوليزه) پرليکه شويده.

د انرژۍ ډوز نسبي فکتور (Relative dose Facor = RDF)

د انرژۍ ډوز نسبي (پرتليز) فکتور يو فيزيکي کميت دی، چې د مونيتور واحد (MU) شمير، د ټاکلو لپاره کارول کيږي. په ۱۲۴- شکل کې د انرژۍ ډوز نسبي (پرتليز) فکتور (RDF) تعريف ښودل شوی دی.



(۱۲۴- شکل)

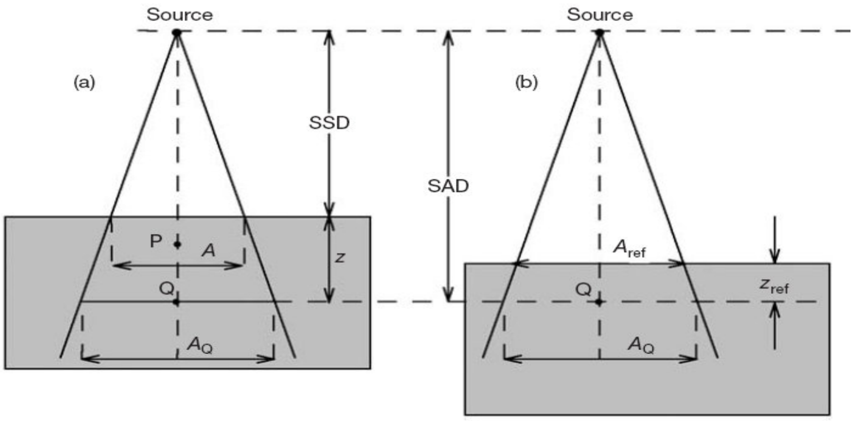
۱۲۴- شکل: دنسبي (پرتليز) ډوزفکټور (RDF) داندازه کولو هندسي بڼه داوبوفانتوم (Waterphantom) په مرسته ښوول شوې ده . په دغه کړنلاره کې، لومړی، دانرژي ډوز $D_p(Z_{max}, A, f, h\upsilon)$ داوبوفانتوم په ځانګړي ژورتيا (Z_{max}) ، په يوه ټاکلي ټکي (Point P) ، پخپله خوښه ټاکل شوې، وړانګيزې ساحې A ، پخپله خوښه ټاکل شوي فوتون انرژي $h\upsilon$ ، او دتعجيل کوونکي سرچينې (Source) اودناروغ پوستکي ترمنځ ثابت ورکړشوي واټن (f =Sorce Skin Distance = SSD) ، لپاره اندازه کيږي. نومورې لومړنۍ کړنلاره دپورتني شکل په کيڼ اړخ (a) کې ښوول شو بده .

په دويم ګام کې، دانرژي ډوز $D_p(Z_{max}, 10\ cm, f, h\upsilon)$ داوبوفانتوم په هم هغه ژوروالي (Z_{max}) ، په هم هغه ټکي (Point P)، خودلس ضرب دلس سانتي متره وړانګيزې ساحې ($A=10\times10\ cm^2$) لپاره اندازه کيږي . نوموړې دويمه کړنلاره، دپورتني شکل په ښي اړخ (b) کې ښوول شو بده . کله چې په لومړي ګام کې، دوړانګيزساحې A لپاره اندازه شوې انرژي ډوزقيمت $D_p(Z_{max}, A, f, h\upsilon)$ په دويم ګام کې ، ياني دلس ضرب دلس سانتي متره وړانګيزې ساحې په اندازه شوې انرژي ډوز $D_p(Z_{max}, 10\ cm, f, h\upsilon)$ وويشو ، نوحاصل تقسيم ته يې، دانرژي ډوزنسبي (پرتليز) فکټور (RDF) ويل کيږي.

$$RDF(A,h\nu)=\frac{D_p(z_{max},A,f,h\nu)}{D_p(z_{max},10,f,h\nu)}$$

دنسج - فانتوم نسبت (Tissue-phantom ratio = TPR) :

دنسج - فانتوم نسبت يوفيزيکي کميت دی، چې، د مونيتور واحد (MU) شمير، دټاکلو په موخه ، او په ايزوسنتريک (Isocentric methode) تګلاره کې کارول کيږي . په ۱۲۵- شکل کې دنسج – فانتوم نسبت (TPR) تعريف ښوول شوی دی.



(۱۲۵- شکل)

۱۲۵- شکل: دنسج – فانتوم نسبت $TPR(z,A_Q,h\upsilon)$ داندازه کولو هندسي بڼه داوبوفانتوم (Waterphantom) په مرسته ښوول شوی دی. په دغه کړنلاره کې، لومړی، دانرژي ډوز $D_Q(z, A_Q, h\upsilon)$ ، داوبوفانتوم په ژوروالي (Z) ، اوپخپله خوښه ټاکل شوي اود مرکزي وړانګې په اوږدو ، يوه ټکي (Point Q) کې اندازه کيږي. نوموړې لومړنۍ کړنلاره دپورتني شکل په کيڼ اړخ (a) کې ښوول شو بده .

په دويم ګام کې دانرژي ډوز $D_{Qref}(z_{ref}, A_Q, h\upsilon)$ داوبوفانتوم په يوه ټاکلي ريفرينس ژوروالي (Z_{ref})، په

عادي ډول ، لکه پينځه سانتي متره اويا لس سانتي متره ژوروالي $(Z_{ref} = 10\ cm)$ ، اويوه ټاکلي ريفرينس ټکي $(Reference\ Point\ Q_{ref})$ کې اندازه کيږي. نوموړي دويمه کړنلاره، دپورتني شکل په شي اړخ (b) کې ښوول شو بده . کله چې په لومړي ګام کې، اندازه شوې انرژي ډوزقيمت$D_Q(z\ ,\ A_Q\ ,\ h\upsilon)$ په دويم ګام کې اندازه شوې انرژي ډوز $D_{Qref}\ (Z_{ref}\ ,\ A_Q\ ,\ h\upsilon)$ وويشو، نوحاصل تقسيم ته يې، دنسج - فانتوم نسبت $TPR(z,A_Q,h\upsilon)$ ويل کيږي.

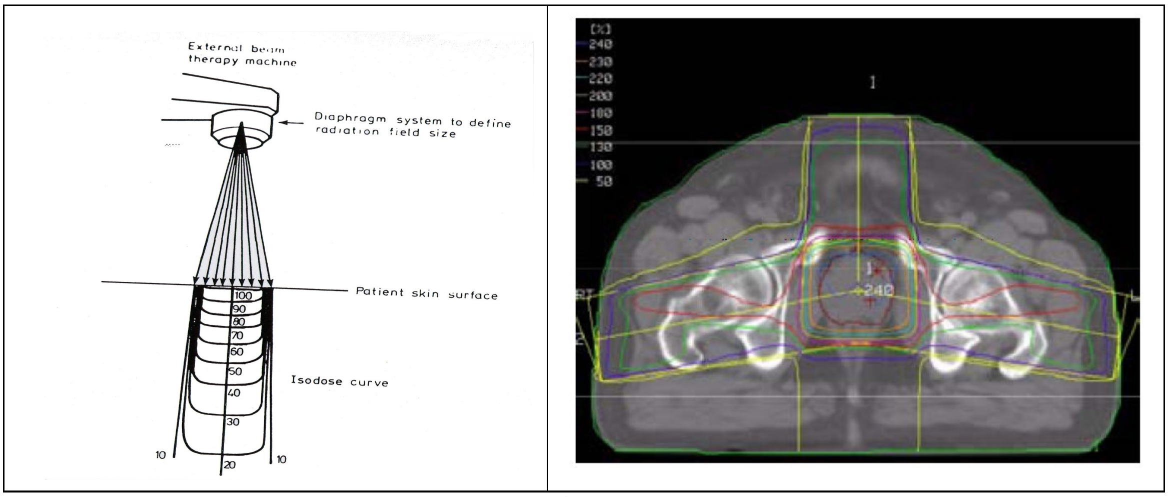
$$TPR(z, A_Q, h\nu) = \frac{D_Q(z, A_Q, h\nu)}{D_{Qref}(z_{ref}, A_Q, h\nu)}$$

يوځانګړی نسج- فانتوم نسبت هم تعريف شوی، چې د نسج- اعظمي نسبت(TMR) په نامه ياديږي (tissue-maximum ratio) . نوموړی فيزيکي کميت هغه مهال ترلاسه کيږي، کله چې دريفرينس ژوروالي واټن Z_{ref} داسې وټاکو، چې دډوزاعظمي ژوروالي(Depth of dose maximum) سره برابرشي او بيا په نوموړو برخو کې دانرژي ډوراندازه شي $(z_{ref} = z_{max})$.

$$TMR(z, A_Q, h\nu) = \frac{D_Q(z, A_Q, h\nu)}{D_{Q\max}(z_{\max}, A_Q, h\nu)}$$

دپروستاتا سرطان راديودرملني پلان (Prostata cancer radiation treatment planning) :

په ۱۲۲- شکل کې دپروستاتا سرطان، د بوست کلينيکي نښې، درادیودرملني کړنلاره ښوول شوې، چې ددريووړانګوساحوپه مرسته رنا کيږي. داکسريز کارپوه، دسپارښتني سره سم د بوست کلينيکي نښې په منځ يوه ټکي کې، دوه سوه سانتي ګرې $(D_Q=200\ cGy)$ ټاکل شوې دي. نوموړی ډوزدتومور له منځه وړلوبشپړ سپارښت شوې ډوز يوه برخه ياني فراکشن (per Fraction) تشکيلوي.



(۱۲۲- شکل)

۱۲۲- شکل: د شکل په ښي اړخ کې دپروستاتا سرطان (Prostata cancer) راديو تېراپي درملني کړنلاره د ايزوسنتريک تخنيک په بنسټ ښوول شو بده . دپروستاتا غده دوړانګودري ساحو (radiation fields) په

مرسته رڼا کيږي . دمخ اړخ وړانګوساحه (Anterior field)، صفردرجه زاويه (Anterior 0^0)، دښي اړخ وړانګوساحه دوه سوه شپيته درجه زاويه (Right lateral 260^0) اودکيڼ اړخ وړانګوساحه سل درجه زاويه (Left lateral 100^0)ټاکل شو بده . د مخ اړخ ساحې څخه سل سانتي ګرې(100 cGy)، اودڅنګ اړخ ساحوڅخه هريواويا سانتي ګرې(70 cGy) انرژي ډوز ايزوسنترته رسوي. په کيڼ اړخ شکل کې ديوه تعجيل کوونکي الې څخه د فوتون وړانګې سم سيخ راوځي او دناروغ په پوستکي باندې لګيږي. نومورې وړانګې دبدن په نسجونوکې دژورتيا سره سم اکسپونينسيال کمښت مومي. دايزوډوزکربنو (Isodose curves) په مرسته سره دوړانګوکمښت اوکمزورتيا ښوول شو بده .

په ۱۲۲ شکل کې ددرېووړانګوساحو (Radiation fields) لخواپه ګډه سره، ددرملنې په ايزوسنټر کې دوه سوه سانتي ګرې ورکول کيږي. په ايزوسنټرکې دايزوډوزکربنې (Isodos lines = IL = 240%) ددوه سوه څلويښت په سلو کې قيمت لري ، چې دوړانګو درېيوواړوساحودوزن فکټورونودمجموعي څخه ترلاسه کيږي.

⌫ دمخ خوا وړانګې ساحه (Anteror radiation field) :

نومورې ساحه دصفرزاويې (0°) له خوا ناروغ ته وړانګې رسوي او دانرژي ډوز کچه يې سل سانتي ګرې (100 cGy) ټاکل شوې. په ايزوسنټرکې يې د وزن فکټور (Weight = W= 100% =1 .0) سل په سلوکې ټاکل شوی. څرنګه چې دوړانګونومورې ساحه په خپل مخ کې ويج (Wedge) نه لري، نو له دې کبله يې د ويج فکټور ديوه سره مساوي دی (Wedge factor= WF= 1 .0) .

دصفردرجې زاويې وړانګې ساحې لپاره، دمونيتور واحد (MU) شمير، دلاندنۍ معادلې څخه ترلاسه کولای شو .

$$MU\,(0^{\circ}) = \frac{prescribed \;\; Dose \; at \; ponit \;\; p_{calc} \times 100 \times W\,(0^{\circ})}{IL \times TMR \times (D\,/\,MU\,)_{cal} \times ISF \times RDF}$$

$$MU\,(0^{0}) = \frac{200\,cGy \times 100 \times 1.0}{240 \times 0{,}72 \times 1.0\; cGy\,/\,MU \times \left(\dfrac{101.5}{100}\right)^{2} \times 0{,}982} = 114 \;\; MU$$

دپورتنۍ شميرنې په بنسټ کولای شو چې دخطي تعجيل کوونکي قدرت $D_p(z_{max}, A, f, h\upsilon)$ داسې وټاکو ، چې 114 MU مونيتورتر لاسه شي، ترڅودسپارښت شوې انرژي ډوز وزن فکټورسل په سل برخه دمخ اړخ ساحې څخه، دتومورټاکلې ټکې (Reference point = Isocenter) ته ورکړل شي.

⌫ دښي اړخ وړانګې ساحه (Right lateral radiation field):

دښي اړخ وړانګو ساحه ددوه سوه شپيتو درجې زاويې (Right lateral 260^0) له خوا ناروغ ته وړانګې رسوي او دانرژي ډوز کچه يې اويا سانتي ګرې(70 cGy) اوپه ايزوسنټرکې يې د وزن فکټوراويا په سل شميرل شوی(Weight = W= 70% =0,7) . دوړانګونومورې ساحه په خپل مخ کې يو ويج (Wedge) لري، چې د ويج

فکتوريې (Wedge factor= WF= 0,53) سره مساوې دی. ددوه سوه شپيتو درجې زاويې وړانګې ساحې لپاره، دمونيتوروا حد(MU) شمېر، دلاندنی معادلې څخه ترلاسه کولای شو.

$$MU(260^{\circ}) = \frac{prescribed\ \ Dose\ at\ ponit\ p_{calc} \times 100 \times W(260^{0})}{IL \times TMR \times (D/MU)_{cal} \times ISF \times RDF \times WF}$$

$$MU(260^{0}) = \frac{200\ cGy \times 100 \times 0{,}7}{240 \times 0{,}54 \times 1\,cGy/MU \times \left(\frac{101{,}5}{100}\right)^{2} \times 0{,}975 \times 0{,}53} = 203\ MU$$

دپورتنۍ شميرنې په بنسټ، دخطي تعجيل کوونکي قدرت $D_p(z_{max,},A,f,h\upsilon)$ بايد داسې وټاکو، چې څه ناڅه 203 MU مونيتورتر لاسه شي، ترڅودسپارښت شوې انرژي، وزن فکتوراويا په سل برخه دشي اړخ ساحې څخه، دتومورټاکلي ټکي (Reference point = Isocenter) ته ورسيږي.

دکيڼ اړخ وړانګې ساحه (Left lateral radiation field) :

دکيڼ اړخ وړانګو ساحه دسل درجې زاويې (Left lateral 100^{0}) له خوا ناروغ ته وړانګې رسوي او دانرژي ډوز کچه يې اويا سانتي ګرې(70 cGy) اوپه ايزوسنټرکې يې د وزن فکتوراويا په سل دی (W = 70%) . دوړانګونومورې ساحه په خپل مخ کې يو ويج (Wedge) لرې، چې د ويج فکتوريې (Wedge factor= WF= 0,53) سره مساوې دی.

$$MU(100^{\circ}) = \frac{prescribed\ \ Dose\ at\ ponit\ p_{calc} \times 100 \times W(100^{0})}{IL \times TMR \times (D/MU)_{cal} \times ISF \times RDF \times WF}$$

$$MU(100^{0}) = \frac{200\ cGy \times 100 \times 0{,}7}{240 \times 0{,}54 \times 1\,cGy/MU \times \left(\frac{101{,}5}{100}\right)^{2} \times 0{,}975 \times 0{,}53} = 203\ MU$$

پايله: د تعجيل (بيړه)کونکي دانرژي ډوز قدرت (Dose rate) بنايي داسې اعيار شي ، چې دمخ اړخ وړانګې ساحې لپاره 114 MU ، او دښي اوکيڼ اړخ هرې يوې وړانګې ساحې لپاره 203 MU وټاکل شي، نودپروستاتا سرطان کلينيکي نښې په ايزوسنټرټکي P_{cal} ته به پوره دوه سوه سانتي ګرې انرژي ډوزورسيږي (83,4 cGy +58,3 cGy+58,3 cGy = 200 cGy) .

$$Dose(0^{\circ}) = \frac{prescribed\ \ Dose\ at\ ponit\ p_{calc} \times 100 \times W(0^{\circ})}{IL} = \frac{200cGy \times 100 \times 1.0}{240} = 83{,}3cGy$$

$$Dose(100^{0}) = \frac{prescribed\ \ Dose\ at\ ponit\ p_{calc} \times 100 \times W(100^{\circ})}{IL} = \frac{200cGy \times 100 \times 0{,}7}{240} = 58{,}3cGy$$

$$Dose\ (260^{0}) = \frac{prescribed\ \ Dose\ at\ ponit\ p_{calc} \times 100 \times W(260^{\circ})}{IL} = \frac{200\ cGy \times 100 \times 0{,}7}{240} = 58{,}3cGy$$

درادپولوژي کارپوه دسپارښتنې سره سم دوه سوه سانتي ګرې هغه کچه انرژي ډوز ده، چې په يوه ورځ کې ناروغ ته دسرطان نسجونوديوې برخې له منځه وړلوپه موخه په کارده . څرنګه چې، دپروستاتا

سرطان ددرملنې په موخه دوه اویا ګرې (72 Gy) ته اړتیا ده، نو ښایي چې ناروغ ته شپږدیرش ورځې اویا په بل عبارت شپږدیرش فراکسیونه (36 × 200 cGy) وړانګې ورکړل شي.

د سرطان ناروغۍ د خطرړومبی نښې:

١ - د یوې غدې ستریدل او دبدن په یوه برخه کې دغوښې ځخه د یوه کلک غونډاري لکه مرغړي په بڼه دیوې دانې منځته راتلل. د بیلګې په ډول لکه دښځوپه تیوکې Breast knots

٢ - دپوستکې یوه خال او یا زخې warts په بڼه کې بدلون او د نوروخالونو منځته راتلل

٣ - دکولمو او یا د ادرار کڅوړې bladder په کار کولوکې بدلون

٤ - دستونې ډېرتخمارېدل او ډېر ټوخیدل

٥ - دوینې کمښت Anemia اویا دبدن ځینو غړولکه د نس او یا مهبل (Vagina) ځخه دوینې بایلل .

٦ - دهارمونو په میتابالیزم اوکچه کې بدلون او همدارنګه د ښځې جامې یا حیز دریدل.

٧ - دستونې ځخه دخوراکې موادو تیرولو ستونزه .

٨ - داشتها نشتوالی او دغوښې ځخه کرکه کول.

٩ - د زخم او پرهاربیرته نه جوړیدل.

١٠- دسترګود لید کمښت او په غوږو ناڅاپي کوڼیدل.

١١- په لنډ وخت اویوه ناڅا په دوزن کمښت .

١٢- پایښت لرونکی درد .

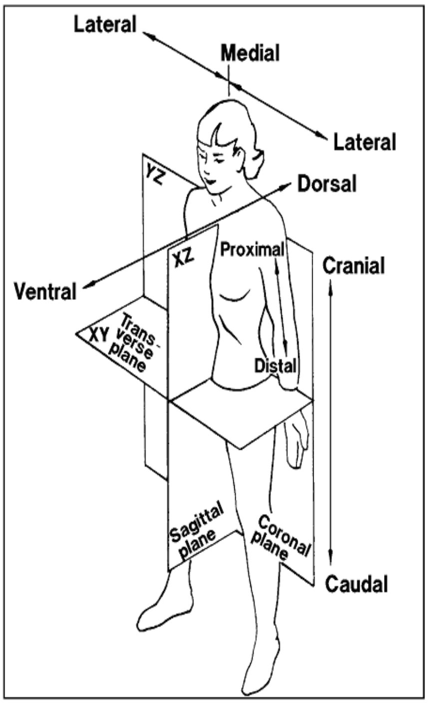
دسرطان ناروغۍ د تشخیص په موخه یوه ډیره وتلې فیزیکې کړنلاره د کمپیوټرټوموګرافي په نامه سره یادیږي چې د بدن په درې بعدونوکې د اکسریزعکسونه اخیستل کیږي

☑ دافقي محورسطحه (Transversal plane): هغې عمودي سطحې ته ویل کیږی چې بدن په افقي ډول د سرنه پښوخواته په ساره پرې کوي.

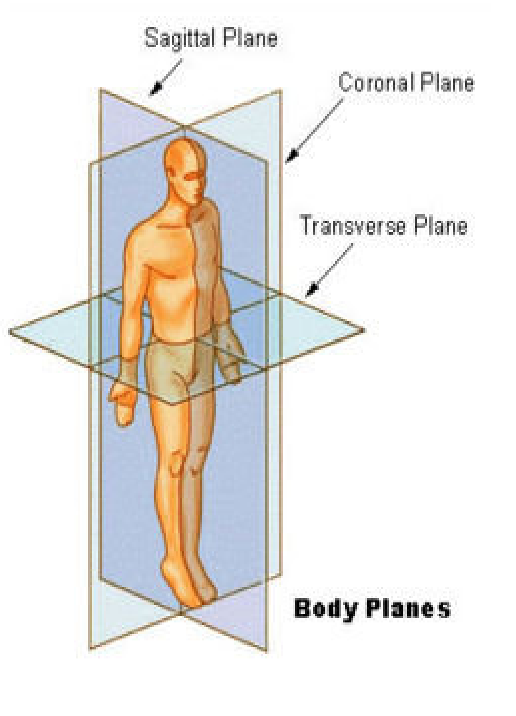
☑ کورونال سطحه (Coronal plane = frontal plane): هغې عمودي سطحې ته ویل کیږی چې بدن په اوږدوسره په مخ یوه برخه اوپه شا یوه برخه ویشي

☑ زاګیتال سطحه (Sagittal plane): هغې عمودي سطحې ته ویل کیږي چې بدن د مخ نه شا خواته په دوه

ښځګڅنوبرخوويشي .



دځنګ لور **Lateral**
دسرلور Cranial
دمخ لور Ventral
دښې لور Dorsal
دپښې لور Caudal



(۱۲۸- الف شکل)

۱۲۸- الف شکل: په کمپيوتر تومو ګرافي کې د بدن اناتومي درې بعده محورونه او سطحې ښوول شوې دي(90).

پوښتنې (Questions): (ځوابونه يې په نولسم څپرکي کې ورکړشوي دي):

۱۸-۱- د سرطان ناروغۍ د درملنې نامتوکړنلارې په ګوته کړی ؟

۱۸-۲- يو ښه ډوله پرسوب benign او د يوه خبيث ياني خطرلرونکي پړسوب mallignant ترمنځ توپير څه دی؟

۱۸-۳ يوه ناروغۍ چې د درملنې وروسته بيرته راوګرزي څه نوميږي؟

۱۸-۴ د سرطان ناروغۍ د غټوالي اوځانګړوخواصو په اړه د تي، اين، ايم T,N,M درجه ورکولوخخه کاراخېستل کيږي. نوموړي تکي د سرطان ناروغۍ او يا پړسوب په تړاو څه ما لومات وړاندې کولی شي؟

۱۸-۵ دايونايز کوونکووړانګوسوماتيک ستوخاستيک زيان څه ډول اتکل کولای شو چې ګنې د سرطان ناروغې به منځته راولي او د خطر ضريب يې څومره وي ؟

۱۸-۶ د سرطان ناروغۍ د خطر دوولس نامتو پيژندل شوې رومبی نښې په ګوته کړی؟

۱۸-۷ تومورمارکر Tumor marker څه ته وايي ؟

۱۸-۸ څيتو ستاتيکا Zytostatika څه ډول مواد دي او اغيزه يې څه ده؟

د يورانيوم مخنيوی او دککړشووکسانو درملنه:

- ترنن ورځ پورې يوه اغېزمنه فزيکي اويا طبي کړنلاره نشته چې د تنفس شوي او يا بدن ته ورننوتلي يورانيوم مخنيوی او يادرملنه وکړي .
- هغه چا ته چې يورانيوم دتنفس، څښاک او يا خوراک له لارې بدن ته ور ننوتلی وي نوددې لپاره چې ديورانيوم ذرې په غړوکې جذب نه شي، اود بدن څخه زربهرته ووځي، نو دسوډيم بيکاربونات (Sodium bicarbonate) يونيم په سل % 1,5 ټينګ شوئ محلول د رګونو له لارې بدن ته ورتېر شي .
- که پر چا ددې شک وشي چې ګنې د يورانيم په موادوبه ککړ شوی وي، نو تر ټولو دباوروړاوچټکه کړنلاره داده، چې هره ورځ په رنې ميتيازو(urine) اوخړې ميتيازو(Faeces) کې دالفا شپيکترومتري تر سره شي او ديورانيم اکتيويتي اندازه شي . نومورې اکتيويتي د پښتورګود کارکولوپه اړوندرښتونی اوګټورمالومات ورکوي.
- په بدن کې دخوارشوي يورانيم کچه د يوې حساسې فزيکي الې (کتلې ماس شپېکترومتر) په مرسته ترسره کيږي . ددې موخې لپاره د څلرويشت ساعتولپاره د ککړشوي وګړي رنې ميتيازې راټوليږي اود يورانيم دوه سوه پينځه ديرش او يورانيم دوه سوه اته ديرش تناسب (U^{238}/ U^{235}) ټاکل کيږی.
- هغه او به اوخوراکي مواد چې ديورانيوم په موادو ککړ شوي وي ، وه نه خوړل شي.
- هغه سيمی چې د يورانيوم سرګولی پکې چاودلې وي د فزيکي الا توپه مرسته سره يې راديو اکتيويتي اندازه شي اوبيا دهر لوري څخه د ازغن تار په مرسته سره احاطه شي. نومورې سيمه د يوه راديو اکتيو سمبول په مرسته نښانه شي اوهلته دعام ولس په تګ او راتګ بنديزولګول شي.
- ديورانيوم په راديو اکتيو موادو ککړشوې سيمه د مسلکي کارپوهانو په مرسته پاکه شي او نومورې مواد يوه خوندي ځای ته وليږدول شي.
- په هغه سيمه کې چې ديورانيوم سرګولی چاودلې وي او هلته کوچنيان په ريګ اوخاوروکې لوبې کوي، نوددې امکان ډېراټکل کيږي چې لاسونه او بدن يې په راديواکتيو موادوککړشي اود تنفس ا ،خوراک او څښاک له لارې ډېرزيان ورته ورسيږي. دمخنيوي لپاره بايده دي چې د اړتيا وړسرښتې ونيول شي اود کوچنيانو دککړتوب اکتيويتي اندازه شي.
- ديورانيم هغه سرګولی چې په خاوروکې خښي پرتې وي او نه وي چاودلې هېڅ کله په لاس کې وه نه نيول شي . داځکه چې دوړانګو کچه يې دوه ملي سيورت په ساعت کې ده.
- که چيرته په ککړشوې سيمه کې څوک د پښتورګودرد څخه ډېرشکايت ولري نو دډيالايزيس درمل (Dialysis treatment) سپارښتنه هم اړينه ده. که چيرته د پښتورګوتوبولوس ته زيان رسيدلې وي نو په رنې ميتيازو کې د دبيتا مايکروګلوبولين پروتوتين کچه پورته ځي. β2-microglobolin
- د سينې اکسريزعکس اخيستل ديورانيم غټې ذرې په سږو کې رابرسيره کوي.

دوولسمه برخه

نولسم څپرکی

لنډيز (Summary)

- طبيعي يورانيوم يوراديواکتيو فلز دی چې دهستوي بټۍ لپاره د سونګ موادوپه موخه ورڅخه کاراخېستل کيږي. طبيعي يورانيوم ددووايزوټوپوڅخه جوړدی چې يو يې يورانيوم دوه سوه اته دېرش نوميږي او نهه نوي عشاريه درې په سل اوبل يې يورانيوم دوه سوه پينځه دېرش نوميږي او درې په زرمه برخه تشکيلوي. په هستوي بټۍ کې د يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش برخه دسونګ موادو په موخه بډای کيږي او تر څه ناڅه درې په سلو کی پورته کيږي.

- خوارشوي يورانيوم (Depleted Uranium) دطبيعي يورانيوم هغه ډول مرکب (ګډ) تشکيلوی چې د غني کولوپه کړنلاره کې ديورانيوم دوه سوه پينځه دېرش سليزه برخه د صفر عشاريه اووڅخه (0,7%) تر صفر عشاريه دوو(0,2%) پوری راټيټه شوي وي. نوموړی فلز د طبيعي يورانيوم هغه وروسته پاتې فاضله مواد و ته ويل کيږي، چې د چاوديدونکي يورانيوم دوه سوه پينځه دېرش U-235 د بډای کولو په کړنلاره کې پاتې کيږي.

- د۱۹۹۱ څخه راپدې خوا دنړۍ ډېر هېوادونه دخوارشوي يورانيوم څخه په پوځي موخه لکه په ټانکونو، سرګولۍواوتوغنديو کې ديوه کلک اوچاوديدونکي فلزپه صفت کاراخلي . څرنګه چې دنوموړي فلزکثافت د اوسپنې په پرتله لږ څه درې څله لوړدی نو له دې کبله د يورانيوم سرګولۍ دهغوی د سرعت (چټکتيا) سره سم په ډېره اسا نی سره دپوځي الوتکو، ټانکونو او نوروهغوپوځي وسلو څخه چې د اوسپنې او يانورو فلزاتوڅخه جوړې وي تېريد لای شي او هغوی بيخي له منځه وړي.

- کله چې ديورانيوم يوه سرګولۍ په نښه ولګيږي نو سمدلاسه په کوچنيوذرو اوړي او بيا وروسته لکه چاوديدونکي کيمياوي مواد پخپله اوراخلي اوپه پايله کې چاپېريال ته دغاز يا ايروزول (Aerosol) په بڼه دباد په واسطه خواره واره کيږي. دغه راديو اکتيو ګرد داتموسفيرڅخه دځمکې په مخ پريوځي اوبيا ژورواوبوته هم لاره پيداکوي چې په دې ډول په چاپيريال کې ټول ژوندي اونه ژوندي شيان په راديو اکتيوموادو ککړ کيږي. نوموړي مواد کېدلای شي چې دخوراک، څښاک او دتنفس له لارې بدن ته ننوځي.

پـه دغه راديو اکتيوغاز کې ديورانيوم دوړو ذرو قطر (چمبړ) څه ناڅه لس مايکرو متره دی نو له دې کبله په اسانی سره د تنفس له لارې سږو ته ور ننوځي . يوه برخه يې په سږو کې جذب کيږي او پاتې برخه يې د وينې له لارې دبدن ټولو غړو ته ليږدول کيږي چې بيا هلته د هرغړي څخه په توپير سره جذب کيږي. دبيلګه په ډول شپيته په سل (60%) په هډوکو، شپاړس په سل (16%) په سږو، اته په سل (8%) په پښتورګوکې جذ ب کيږي. په سږو کې ديورانيوم بيالوژيکي نيمايي وخت دنيماړسوکالو څخه هم اوړي.

ديورانيوم هغه برخه چې دبدن په پلنو هډوکوکې جذ ب شوې وي چې د ټول بدن لپاره وينه جوړوي نود هډوکوماغزوته وړانګې رسوي. که چيرته دوينې حجرې دوړانګودناوړه اغيزې په پايله کې زيا ن ومومي نوټولې هغه حجرې چې دهغوی څخه نورې نوې حجرې جوړيږې هم نيمګړې وي، اوله دې کبله دموټېشن او د وينې سرطان ناروغۍ لامل ګرزيد لای شي . په پايله کې دوينې کمښت، دوينې دفاعي سيستم (Imunsystem) کمزورتيا، درنګ سپينوالی، د انتاني ناروغي اونورې ناروغۍ منځته راځي.

دلږ څه يوکال نه وروسته يورانيوم په توريم (Th-234) او پروتاکتينيم (Pa-234) تجزيه کيږي اودالفا وړانګو په څنګ کې د بيتا او ګاما وړانګې هم خپروي نوله دې کبله دچاپيريال ټولو اوسيدونکو، نباتاتو، ځنګلونو، څلورپښيواونورو ژوندسوريو اورګانيزمو ته په راتلونکوڅو لسيزوکې دخطريوه سرچينه ګرزيد لای شي . داځکه چې دنوموړو اورګانيزمو ډي اين اي ديورانيوم وسلود کيمياوي، فيزيکي، بيالوژيکي، اووړانګيزو زهرجنوناوړواغيزوپه پايله کې موټيشن منځته راولي.

دخوارشوي يورانيوم فيزيکي نيمايي وخت څلورنيم مليارده کاله دی. دا په دې مانا چې دنوموړي وخت څخه وروسته د يورانيوم اکتيويتې د لومړي وخت په پرتله نيمايي ته رالويږي .نو له دې کبله هغه سيمې چې ديورانيوم وسلې پکې خورې ورې شوې او په راديو اکتيو موادو ککړې شوې وي تر زرګونو کالو پورې به هم په نوموړي عنصراودتجزيې په کړنلاره کې پيدا شوو نويوراديواکتيوعنصرونو ککړې پاتې شي.

ديورانيوم فلز لکه سيماب (Hg)، ارزين (Arsen)، سرپ (Pb) او نيکل (Ni) يوډېر زهرجن فلز دی چې د بدن ډېر وغړو دندې په تېره بيا د پښتورګو کارکول نيمګړی کوي. دنړيوال روغتيا سازمان د سپار ښتنې سره سم دعام (ټوليز) وګړو لپاره په يوه ګرام پښتورګوکې د يورانيوم اندازه د دريبو ما يکروګرام (3µg) څخه وا نه وړي.

څرنګه چې د يورانيوم وسلو څخه په ډېره ټيټه کچه وړانګې خپريږي، چې ليول يې د خوملي سيورت نه هم نه اوړي نو له دې کبله دوړانګو زيان يې يوه تصادفي اغيزه يا ستوخاستيک اغيزه ګڼل کيږي چې اټکل يې يوازې د احساېوې شمېرنې په بنسټ ولاړدی. خو د تيوري له مخې لکه د الفا وړانګو يوه ذره او يا يو فوتون هم کولای شي چې د بدن په حجرو Somatic cell او يا جنسي حجروGenetic cell کې دومره بدلون يا موټېشن راولي چې په پايله کې ډېر کاله وروسته په هم هغه نسل کې د سرطان ناروغۍ اويا په راتلونکو نسلونو کې عيبناک (Malformation) او لادونه منځته راشي. دوړانګو ستوخاستيک اغيزې يوازې هغه وخت بې ضرره ګڼل کېدای شي چې دوړانګوانرژي ډوزيې صفر قيمت ولري يانې چاته هيڅ وړانګې وه نه رسيږي.

وروستۍ خبرې او پا يـــلې

دگران افغانستان په خاوره کې اوه ويشت کلنې جگړې دا په ډاگه کړه چې ترنن ورځ پورې افغان ولس ديوې خوا گڼ شمېر ژوندي دښمنان او دبلې خوا نه ژوندي دښمنان لري . دبېلگې په ډول د نه ژونديو اواوږدې مودې دښمنانو په ډله کې لاندنۍ وسلې شمېرل کيږي.

- ☜ د ۱۹۸۰م کال څخه راپدې خواد هيوادپه هرگوټ کې ديورانيوم وسلوڅخه دجگړې په ډگرکې کار اخېستل کيږي او په پايله کې چاپېريال په راديواکتيو او زهرجنوموادو ککړکيږي.
- ☜ په ټول هېوادکې د ماينونو(land mines) شته والی داسې پايله رامنځته کړې چې په راتلونکو لس گونو کالونوکې چاپيريال د افغان ولس لپاره دخطريوه ستره سرچينه او غميزه وگرځي.
- ☜ د۱۹۹۸ م کال څخه راپدې خوا دافغانستان گڼ شمير گاونډي هيوادونه هستوي ازمويني تر سره کوي. په نومړې کړنلاره کې دهيوادچاپيريال په راديو اکتيو موادوککړ کيږي.

څرنگه چې ديورانيوم وسلود ناوړواغېز وپه اړه تر ننه پورې ديوې علمي اود باور وړڅېړنې د بې پلوه حکومتونواونامتو پوهنيزټولنولخوا نه دي تر سره شوې نو ديورانيوم وسلود هستوي وړانگود ښتونی زيان اټکل تر اوسه پورې ډېر سخت او گنگ پا تې شوی دی. داځکه چې:

ازمېينو وښوولـه چې دسرطان هغه ناروغۍ چې د يورانيوم وسلو د استعمال په پايله کې منځته راتلای شي، اود سرطان هغه ناروغۍ چې په چاپېريال کې دنوروگڼوناوړواغېزو ، لکه کيمياوي زهرجنو موادو ، په طبابت کې د وړانگوکارول، په چاپېريال کې طبيعي وړانگې، دچرنوبيل هستوي وړانگې، هستوي ازمويني او د هستوي بټيو څخه را پيدا کيږي، دنوموړوټولو تر منځ په کلينيکي تړاوکوم توپيرکېدلای نشي.

ددی لپاره چې په دې اړه يوه غوڅه پريکړه وکړای شو ،په دې مانا چې گڼې د يورانيوم وسله په کومه کچه دولس په روغتيا اوپه چاپېريال باندې ناوړه اغېزې لري، نو اړينه ده، چې په دې اړوند د ټيټې کچې وړانگوپه اړه نورې علمي څېړنې په ملي اونړيواله کچه تر سره شي . دټيټې کچې وړانگې او لوړې کچې وړانگې بېلگې په لاندې ډول دي.

پـه لوړه کچه وړانګې (High level radiation) لکه پـه جاپان باندې داتوم بم وړانګې، او یا داتومي وسلود کارولو په پایله کې چاپېریال ته خپرې شوې وړانګې چې دانرژۍ ډوزيې ديو ګرې (>1Gy) نه پورته وي.

په ټيټه کچه وړانګې (Low level radiation) لکه ديورانم وسلووړانګې، په طبابت کې د وړانګو استعمال، په چاپېريال کې طبيعي وړانګې، دچرنوبيل هستوي وړانګې، ديورانيوم دکان کېندنې وړانګې، او د هستوي بـټيوځخه ازاد شوي وړانګې چې دانرژۍ ډوزيې ديو ګرې څلورمې برخې (<0,25Gy) نه ښکته وي. نوموړې وړانګې دطبيعي وړانګوپه پرتله څه دپاسه سل برابره دي.

د۱۹۴۰م کال څخه راپدې خوادلوړې کچې وړانګې په اړه ګڼ شمېر اپيډيمولوژي Epidemiology څېړنې تر سره شوي دي چې د ازمېينو په بنسټ دوګړوروغتيا او چاپيريال ته د زيان خطراټکل وړاند وړينه درياضي موډلونه په مرسته تر سره کېدای شي.

په داسې حال کې چې د خلکو روغتيا په تړاو د لوړې کچې وړانګو دزيان اوخطر په اړه دنړيوالومسلکي ساينس پوهانو تر منځ پوره يووالی شته دی خو د ټيټې کچې وړانګو په اړه ساينس پوهان په دوه ډلو و بشل شويدي:

لومړۍ ډله پوهان: (3;4;79;83)

هغه ډله پوهان اونړيوال سازمانونه دي چې دخلکو روغتيا او چاپيريال ته د ټيټې کچې او ديورانيوم وسلې وړانګې داندېښنې وړنه ګڼي او پـه لاندې ډول خپل نظروړاندې کوي.

- ديورانيوم وسلودخطر کچه دهغو حکومتونولخواچې دجګړو په ډګر کې ديورانيوم وسلو څخه کار اخلي نه منل کيږي اود زيان احتمال يې په چاپير يال کې د طبيعي وړانګو اونورو زهرجنوکيمياوي اوبيالوژيکي موادو سره برابراټکل کوي.
- داتومي انرژۍ نړيوال سازمان (IAEA)، دملګرو ملتودچاپېريال ساتنې کمسيون(UNEP) او د نړيوال روغتيا سازمان (WHO) د يورانيوم وسلو زهرجنې اووړانګوناوړه اغيز ي مني، خو د زيان کچه يې ډېره ټيټه او داندېښنې وړ نه ګڼي.
- په نړۍ کې وتلي مسلکي کارپوهان (83;57;47) ديورانيوم وسلودخطر کچه دعامو وګړو روغتيتا ته داندېښنې وړ نه بولي. دبېلګې په ډول مېکډيارميډ (McDiarmid et al 83) لږ څه دوولس کاله وروسته په هغو سر تېروو باندې چې په ۱۹۹۱م کال کې يې دګلف خليج په جګړه کې برخه اخيستې وه بيالوژيکي او کلينيکي تجربې تر سره کړې .نوموړو کارپوهانو دګڼ شمېر سر تېرو ميتيازې په يوه موده کې د ځلوېښت ساعتونولپاره راټولې کړې اود يورانيوم غلظت کچه يې دځانګړې (ICP-MS) تکنالوژۍ په مرسته سره اندازه کړه. دازمېينوپايلو په ډاګه کړه چې دسر تېروپه بدن کې د يورانيوم کچه دطبيعي کچې سره برابره وه.

> **دويمه ډله بوهان: (1;2;5)**
>
> هغه ډله پوهان اونړيوال بې پلوه علمي سازمانونه دي چې دخلکو روغتيا اوچاپيريال ته د ټيټې کچې او ديورانيوم وسلې وړانګې په راتلونکو څو کالونو کې بيخي داندېښنې وړ ګڼي او خپل نظر په لاندې ډول وړاندې کوي.

دويمه ډله نړيوالې بې پلوه مسلکي ساينس پوهان اوپوهنيزنا دولتي ټولنې د بيخي نوو څېړنو او اپيديمولوژی شميرنوپه بنسټ نه يوازی دلوړې کچې، بلکې د ټيټې کچې وړانګې دخطر څخه هم ډېره اندېښنه ښئي . نومړې ډله مسلکي پوهان په ډاګه کوي، چې د هغو پخوانيو فرضيو(Hypotheses) کلاسيک موډلونه، چې په جاپان باندې داتوم بم دکارولونه وروسته د ژونديو پاتې شوواو دسرطان په ناروغۍ اخته کسانوڅېړنواواپيديمولوژی شميرنوپه بنسټ ترلاسه شوي دي، دټيټې کچې وړانګو لپاره د باوروړنه دي . داځکه چې دغه کلاسيکي موډل دټيټې کچې وړانګو دخطرضريب کچه ددرندو هستوي ذرو لکه د الفاذرې لپاره کله چې دخوراک څښاک له لارې بدن ته ننوځي بيخي لږ ښئي . نومړې ډله پوهان د ټيټې کچې وړانګې لکه ديورانيوم وسلې دخطرضريب په اړه خپل دريزونه لاندنيوورته هستوي پېښنو ،تازه څېړنواواپيديمولوژی شميرنوپه بنسټ په ډاګه کوي چې : (61-65).

- هغه حجرې چې دوړانګودړنا کيدوپه پايله کې ورته زيان رسيدلی وي خوبيا هم ژوندی پاتې شوې وي. په ډېر احتمال سره به په نومړوحجرو کې څوکاله وروسته دغه وررسيدلې نيمګړتيا را برسيره شي (Genomic instability)

- دبايستېنډراغيزه (Bystander effect) دټيټې کچې وړانګو يوه بيخي نوې او ازمويل شوې بيالوژيکي هغه ناوړه اغيزه په ګوته کوي چې دړنا شوو حجرو په شاوخواګاونډيو حجروکې پېښېږي او زيان ورته رسوي. په داسې حال کې چې ګاونډيو حجروته هېڅ وړانګې هم رسيدلې نه وي. دبېلګې په ډول دځانګړوحجرو په کلچرکې (Cell culture techniques) يولړازمېينو وښووله چې دهستوي درندوذرولکه دالفا ذره اود ټيټې کچې انرژي ډوزلپاره د پيژندل شووفرضيو (Hypotheses) پرخلاف په ډي اين اې کې دوړانګو د موتېشن خطرکچه لږ څه دلسو نه تر سل ځله پورې لوړه ده(61-65) .

- دټيټې کچې وړانګو دخطر وړاند وينې اټکل تراوسه پورې ديوې خطي بريد نه لرونکې فرضي (Linear-non threshold hypothesis =LNT) په بنسټ تر سره کيږي چې په نړيواله کچه ډېرو مسلکي پوهانولخوا منل شوی او دباوروړموډل تشکيلوي . نومړۍ فرضيه داسې مني، چې که دوړانګويوه ذره د ډي اين اې يوه ماليکول سره غبرګون وکړي، نو په پايله کې کولای شي چې د سرطان ناروغۍ منځته راولي (66) . دا په دې مانا چې دسرطان حجرود راپاريدلو احتمال د الفا ذرو دشمېر سره سم سيخ متنا سب دی. نوکه دالفا لس ذرې د بدن يوه ډي اين اې په يوه ماليکول ولګيږي نود سرطان دمنځته راتلو خطر يې هم لس ځله پورته ځي . دا په دې مانا چې څومره ډېرې ذرې د ډي اين اې. (DNA) په ماليکول ولګيږي نو په هم هغه کچه يې د زيان احتمال هم زياتيږي. دنومړې تيوري په اساس دوړانګو دخطرڅخه که په هره کچه هم وي خلاصون نشته (No level of radiation is safe).

☜ ځيني نړيوالې بې پلوه اونه حکومتي پوهنيز ټولنې په ډاگه کوي چې په عراق ، په پخوانی يوگوسلاويا (کوسوو) ، کووايټ او افغانستان کې د يورانيوم وسلې کارول شوې دي (1;2;5) . په نوموړو سيموکې خلک په يو لړناروغيو اخته شوي دي . دبېلگې په ډول:

د هډوکوخوړيدل، دغړوکمزورتيا، تبه لرل، عصبي تکليف، دسترگو ديد کمښت، سرخوړيدل، دحافظې کمښت، ژورخفگان (Depression) او داسې نور.

دبېلگې په ډول دنړۍ بې پولې ډاکتران (84) په ډاگه کوي چې په ځينوهيوادولکه عراق اويوگوسلاويا کې دسرطان ناروغۍ کچه د پخوا په پرتله څو ځله پورته تللې ده. دنوموړو وسلو په کارولو سره د سيمې وگړو په تېره بيا په کوچنيانو کې دويني سرطان، د معيوبو ماشومنوزېږيدل (Malformation) دپخوا په پرتله ډېربښت موندلی دی.

☜ هغو سر تېرو چې پخپله ديورانيوم وسلو په کارولو او يا دخليج جگړې په ډگرکې دنده تر سره کوله په گوته کوي چې دنوموړو وسلوله کبله دهغوی روغتيا ته زيان رسيدلی دی.د ببلگې په ډول دهغوی په روڼ ادرارکې (Urine) دنوروکنترول کسانو په پرتله په لوړه کچه يورانيوم اندازه شوی دی او دبډوډې په ناروغۍ اخته دي(Nephritis) . په دغو سر تېرو او د سيمې په وگړو کې يو ډول نوې ناروغي منځته راغله چې د گلف جگړې سينډروم (Gulf war syndrom) په نامه سره ياديږي. د نوموړي ناروغۍ وتلې کلينيکي نښې دبدن معافيتي سيستم (Immune system) کمزورتيا اود معيوبوماشومانوزېږيدل دي(68).

☜ دملگروملتو دچاپيريال ساتنې پروگرام ټولنې (UNEP) درادیو کيمياوي تحليل ازمېينوپه ډاگه کړه چې په پخوانی يوگو سلاويا کوزوو (Cosovo) کې د يورانيوم داسې سرگولۍ کارول شوې دي چې نور ډېر راديو اکتيو اوډېر زهرجن ايزوټوپونه لکه يورانيوم دوه سوه شپږدېرش، پلوتونيم دوه سوه نهه دېرش، پولونيم دوه سوه لس او نېپتونيم عنصر هم پکې شته دي . نوموړي ايزوټوپونه په مصنوعي ډول سره په هستوي بټۍ کې منځته راځي او دروغتيا په تړاو تر ټولو د اندېښنې وړ دي. داځکه چې هغوی ديوې خواډېرسخت زهرجن مواد اودبلې خوا ډېر راديواکتيو خاصيت لري(82).

☜ يوه بله اړينه اوديورانيوم وسلو سره ډېره ورته اپيډ يمولوژي شمېرنه په هغوپينځه څلوېښت زرو کارگرانوتر سره شو بده ، چې د۱۹۴۲م کال څخه تر۱۹۹۰م کال پورې دجرمني هيواد يورانيوم په کانو کې په کارونو بوخت وو . دنوموړو کارگرانو څخه تر نن ورځ پورې لږ څه نيمايي د سږي سرطا ن، دهډوکو سرطان او دويني سرطان په ناروغۍ مړه شويدي او دغه لړۍ نوره هم پايښت لري . دغوکارگرانو د رادون راديواکتيو غاز (Radon) چې الفا وړانگې خپروي په ټوله موده کې تنفس کړی وه . په دې تړاو بايد ووېل شي چې دخوارشوي يورانيوم دالفا وړانگواکتيويتي درادون غاز په پرتله ډېره لږ ده. خو که ديورانيوم په وسلو کې دهستوي بټۍ د سونگ سوځيدل شوي فاضله مواد وکارول شي چې دپلوتونيم اونور ايزوټوپونه هم پکې گډ شوې وي نو د روغتيا په تړاوډېر داندېښنې وړگڼل کيږي(29).

دافغان دولت چارواکو ته وړانديزونه

په پښتو کې يو متل دی چې: (مځکه هغه سوځي چې اور په بليږي). د ا رښتيا خبره ده چې نن ورځ په افغانستان کې اوربل دی، خو هغه څه چې دکارپوهانو په وس کې پوره وي ښايي ډګرته راووځي. دا په دې مانا چې که چېر ته دافغا ن دولت چارواکي د خپل ولس دروغتيا ، سلامتيا اودهواد چاپېريال ساتنې سره دزړه له کومې مينه لري نوپه لاندنيو وړانديزونو ، دخپل ملي اونړيوالو مسئوليتونو په پام سره په دې اړه ټينګ او اغېز من ګامونه واخلي.

- خرنګه چې افغانستان د اتومي انرژۍ نړيوال سازمان (International Atom Energy Agency = IAEA) او هم دنړيوال روغتيا سازمان (World Health Organization = WHO) يو ډېرپخوانی او ټينګ غړی دی، نو د نوموړو سازمانو دمنشور سره سم ناچار او مکلف دی، چې په راديواکتيو هستوي موادو او زهرجنو کيمياوي او بيالوژيکي موادوباندې دچاپېريال ککړتوب کچه دخپل تخنيکي، علمي اومالي وس سره سم ټيټه وساتي او ديوې ټاکلې کچې يا ليول(Level) څخه وا نه وړي . په دې اړوند دايونايز کوونکو وړانګودخطر څخه دځان ساتنې نړيوال کميسيون، (International Commisstion of Radiation Protection = ICRP) په يوه څپرکي کې لاندنۍ سپارښتنه ليکل شو ېده:

د هريوه هېواد وګړ و روغتيا او چاپېريال دايونايزوونکووړانګو دخطر څخه چې خومره په تخنيکي، تنظيمي، اوعلمي توګه امکان ولري ښايي دوس سره سم خوندي او په امن کې وساتل شي. نوموړې ماده په علمي اثاروکې د الارا (ALARA) پرنسيپ په نامه سره نامتو ده.

- دافغان دولت مسئول چارواکي بايد دنړيوالې اتومي انرژۍ سازمان (IAEA) او همدار نګه د روغتيا نړيوال سازمان (WHO) څخه په رسمي توګه غوښتنه وکړي چې په شکمنو سيموکې داوسيدونکو د ناروغيو پيژندلو په تړاوچې ديورانيوم وسلو سره اړيکې ولري څېړنه پيل کړي.

- نوموړې موخې ته درسيدلو په خاطر ښايي دافغانستان واکمن چارواکي سمدلاسه دنړيوالې اتومي انرژۍ سازمان (IAEA) او دنړيوال روغتيا سازمان (WHO) په مرسته يوه څېړونکې پروژه پرانيزي چې ديوې خواپه راديواکتيو موادو دټول هېواد دچاپېريال ککړتيا کچه شپه اوورځ يانې د څليرويښت ساعتونو په موده کې ديوې څارونکې آلې (Environmental Monitoring) په واسطه اندازه کړي اودبلې خوا دسرطان ناروغۍ په تړاود ثبت اوپر ليکه کولو يوه اپيې ډېمولوجي شمېرنه (Epidemiological cancer register statistic) په ټول هېواد کې پيل کړي.

ددې لپاره چې په افغانستا ن کې ديورانيوم وسلو په اړه دنړيوالو پلوو پوهنيزو ټولنو خپور شوي طبي مالوماتورښتونوالي وازمويل شي، نوددې اړتيا ليدل کيږي چې پخپله افغان مسلکي کار پوهان داړوندو سيمو اوسيدونکو په رڼو ميتيازو(Urine) ، وينه اوچاپيريال، لکه اتموسفير، نباتاتو، ځنګلنو ، دڅښاک اوبواو دځمکې پرمخ ديورانيوم کچې او اندازې څيړنه او سپيناوی وشي. څرنګه چې په رڼو ميتيازو اووينه کې دفيزيکي او بيالوژيکي ډوزيمترې په مرسته سره ديورانيوم ټاکل شوي کچه، د هغه يورانيوم سره چې په ټول بدن کې جذب شوې وي سم سيخ اړيکې لري نود نومورې کړنلارې له مخې سړی کولای شي چې تر ډېرو کالونو وروسته هم په بدن کی ديورانيوم کچه وټاکل شي او دروغتيا دناوړو اغيزو په اړه يې وړاند وينه تر سره شي.

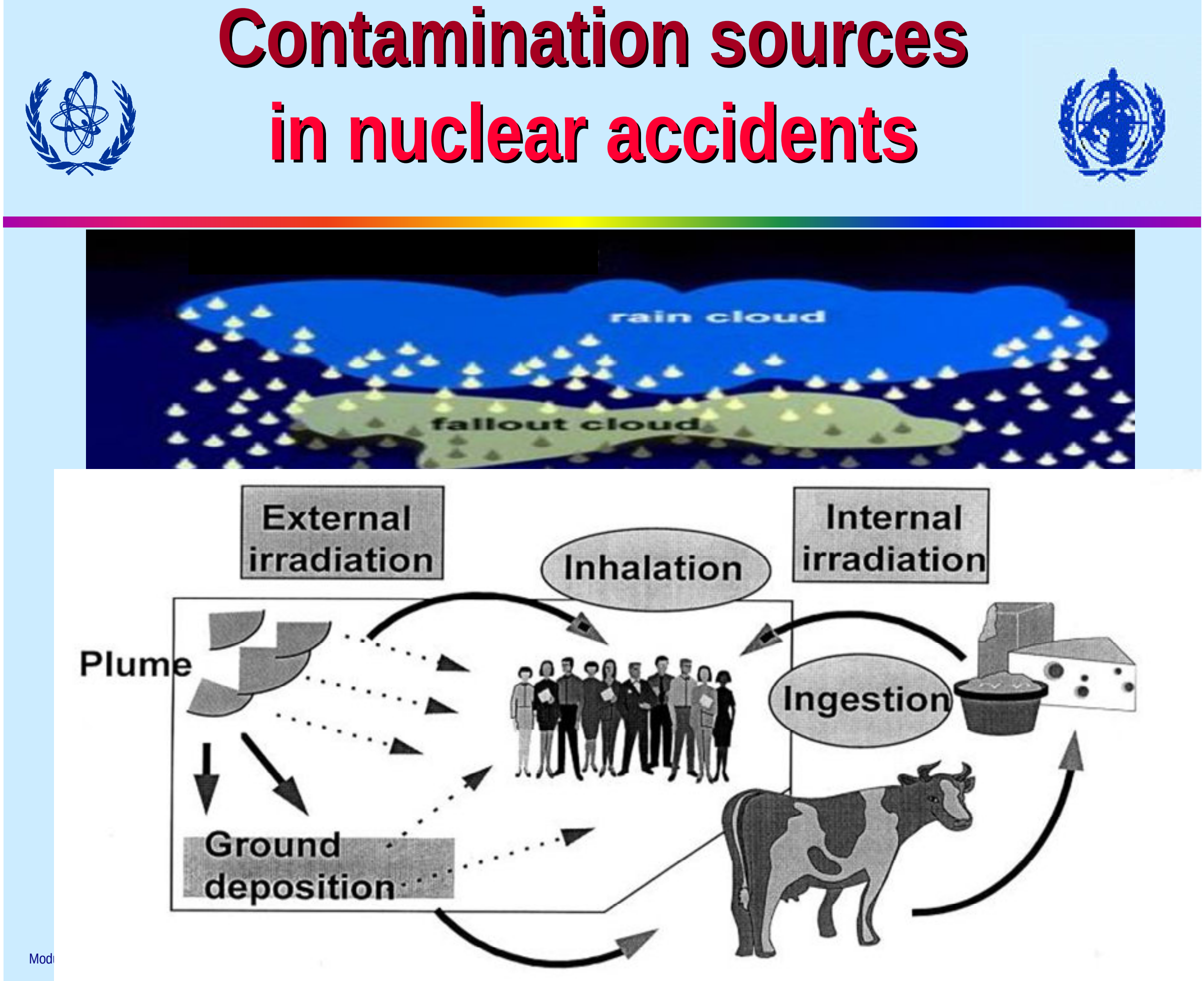
د يورانيوم په وسلوکې ددوو اړينو ايزوټوپونو لکه (U235/U238) د پيژندلو په موخه يو لړ فيزيکي آلې لکه دکتلې شپکټرومتريوه وتلې د ستګاه (Inductively coupled plasma mass spectrometry)، او دالفا ، بيتا او ګاما وړانګو د يدکتورونه دکابل پوهنتون طبيعي علومو پوهنځي په واک کې ورکړه شي. بيا د يو شمېرافغاني اونړيوال وتلو استادانو اوکارپوهانو لخوا پراخ بنسټيزريسرچ او څېړنې پيل شي. نومورې دستګاه دنړيوال مرستو دپروژو په لړکې تر لاسه شي.

څرنګه چې د افغا نستان حکومتي چارواکي دهراړخيزوناوړه موادو لکه بيالوژيکي،کيمياوي اوراديواکتيوموادو څخه دچاپېريال د پاک ساتلو اودعام(ټوليز) ولس دروغتيا د ساتلومسئو ليت په غاړه لرې، نو له دې کبله ناچار او مکلف دي چې په د ې اړه خپلې ټولې هغه څېړنې چې د چاپيريال ککړتوب په اړه په لاس کې لري خپل ولس اونورونړيوالو سازمانونوته په رسمي ډول وړاندې کړي.

دازمېينو په بنسټ بايد ددې لټونه وشي چې دهيواد په کومه يوه سيمه کې خوبه ديورانيوم په وسلوکې دهستوي بټۍ د سونګ سوځيدل شوي فاضله مواد (Nuclear power plant waste fuel) نه وي کارول شوي. داځکه چې په نومړوموادو کې په هستوي بټۍ کې په مصنوعي ډول جوړ شوي راديو ايزوټوپونه لکه پلوتونيم دوه سوه نهه ديرش Plutonium 239 اونورهم ورګډ شوي وي.

هغه سيمې چې د يورانيوم سرګولۍ پکې چاودلې وي د فيزيکي الا توپه مرسته سره يې راديو اکتيويتي اندازه شي. ديورانيوم په راديو اکتيو موادو ککړشوې سيمه بايد د مسلکي کارپوهانو په مرسته پاکه شي او نومورې مواد يوه خوندي ځای ته وليږدول شي. وروسته بيا دهر لورې څخه د ازغن تار په مرسته سره احاطه شي. نومورې سيمه د يوه راديو اکتيو سېمبول په مرسته په نښه شي اودعام(ټوليز) ولس په ټګ او راتګ بنديزولګول شي. په ۱۹۲ شکل کې دوړانګو دخطرراديو اکتيونښانه يا سېمبول ښوول شوی دی.

په یوه هستوي پېښه کې ټول چا پېریال په رادیو اکتیو موادو ککړ کیږي



Ingestion دخوړولهلاري	Radiation hazard symbol دبندیزسیمه ⁕ Forbidden Zone Radioactive contamination رادیواکتیوککړتیا **(ومن الله توفيق)**	Internal radiation دننه وړانګې
External radiation بهرنۍ وړانګې		Inhalation دتنفس لهلاري

اخځلیک

(References)

1. A . Durakovic: Uranium Medical Research Center, Washington DC –USA
2. Dai Williams: "Mystery Metal Nightmare in Afghanistan", 2002
3. WHO , Depleted Uranium (Sources, Exposure and Health Effects) , 2001
4. International Atomic Energy Agency Reports Series 2003,Vienna
5. World Uranium Weapons Conference ; Hamburg/Germany Oct . 2003
6. E .B . Podgorsak, „Radiation Oncology Physics", A Handbook for Teachers and Students, IAEA 2005
7. Th . Herrmann: „klinische Strahlenbiologie;Gustav Fischer Verlag, 2000
8. Pschyrembel :" Klinisches Wörterbuch 260 Auflage 2004
9. Sauer, Rolf: Strahlentherapie und Onkologie 2004 (Urban & Fischer)
10. Achakzi, D . : Deutsch –Afghanisch, 1990
11. Günter, Rack : Mathematisch Naturwissenschaftliches Wörterbuch; Deutsch- Dari ; Julius Gross Verlag 1977
12. WAK Foundation for Afghanistan : The ethnic composition of Afghanistan, Safi Druck Verlag 1998 ; Peshawar–
13. W .Jacobi et all ; Verursachungs-Wahrscheinlichkeitvon Lungenkrebs durch die berufliche Exposition von Uran-Bergarbeitern der WISMUT AG; GSF-Bericht S-14/92
14. H . Fritzsch, Eine Formel verändert die Welt, Piper Verlag GmbH Münden, 2003 Germany
15. JRCunningham, The Physics of Radiology, Charles Thomas Publischer, 1983 USA
16. Samuel Glasstone, P .Dolan " The Effects of Nuclear Weapons" 1964"
17. Spektrum der Wissenschaft: " Radioaktivität" 1/1997
18. International Commission on Radiological Protection, Report No . 60 (1991) 1990 Recommendations of the International Committee on Radiological Protection
19. Annals of the ICRP vol .21, no .1-3 Oxford, New York: Pergamon Press, 1991, p. 15 .
20. National Research Council, Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations . "Health Effects of Exposures to Low Levels of Ionizing Radiation (BEIR V)" . Washington, D .C .: National Academy Press, 1990, pp . 27-30 .
21. National Research Council 1990, pp . 5-8 .
22. U .S . Environmental Protection Agency . Issues Paper on Radiation Site Cleanup Regulations . EPA 402-R-93-084 . Washington, D .C .:Office of Radiation and Indoor Air,September 1993, p .7 .

23. Hanno, KriegerStrahlenphysik,“ Dosimetry und Strahlenschutz“, Band 1, 5 . Auflage, Teubner Verlag, 2002
24. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) . “Sources, Effects, and Risks of Ionizing Radiation” . New York: United Nations, 1993, pp . 16-17
25. Carlson A .Perez, W .Brady ,”Principles and practice of Radiation Oncology”; J .B .Lippincott Company; Fourth Edition, 2002
26. Eric J .Hall, “Radiobiology for the Radiologist”, Fifth Edition , Lippincott & Williams Willkins, NewYork,2000
27. International Atomic Energy Agency (IAEA), “Radiation, People and the Environment”, Veinna ,2004
28. International Atomic Energy Agency (IAEA), Scientific & Technical Publication , 2005
29. P .Jacob, “Von Roentgen bis Tschernobyl” 2006, http://www .gsf .de/
30. www .sprawls .org/ppmi2/RADIOACT/
31. www .infokreis-kernenergie .org/informationskreis/de
32. www .wise-uranium .org/
33. www .chernobyl .info/ - 66k - 3 . Mai 2006
34. www .kernenergie .net/documentpool/basiswissen2005 .pdf
35. www.science.mcmaster .ca/mciars/Doug%20Boreham/Website_July2/basic clinical .htm
36. www .wisc .edu/wolberg/breast .html#anatomy
37. www .sprawls .org/ppmi2/RAD
38. www .wellesley .edu/Chemistry/chem227/nucleicfunction/cancer/adeno-p53 .gif
39. www .Imaginis .com¸ Copyright © 1997-2006 Imaginis Corporation,
40. www-pub .iaea .org/MTCD/publications/ PDF/eprmedt/Day_3/Day_3-10 .pps
41. www .uic .com .au
42. International Commission on Radiological Protection (ICRP)
43. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR)
44. National Council on Radiation Protection and Measurement (NCRP)
45. Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR)
46. Radiation Effects Research Foundation (RERF)
47. Strahlenschutzkommission (SSK)
48. Vano E ., Gonzalez L ., et al ,Br .J . Radiol . 71، 954-960 (1998)
49. H . Cember, Introduction to health physics, 3 rd ed ., McGraw-Hill, 1996, p .132
50. Siemens Aktiengesellschaft ,Medizinische Technik,Daten,Formeln,Fakten,Ausgabe1991
51. T .Laubenberger,“Technik der medizinischen Radiologie“ Deutscher Ärzte Verlag 1986
52. www .practicalphysics .org
53. www .google .de/search?hl=en&q=chart+of+plato

54. www . Varianinc .com
55. The Lancet Volume 351, issue 9103 , 28 Feb . 1998
56. www .Ortec-online .com
57. www .gsf .de
58. www .arpansa .gov .au/basics/units .htm
59. www .duob .org .uk/minutes23 .pdf
60. www-ns .iaea .org **“**International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources , 2003) Safety Series No . 115”
61. http://www .traprockpeace .org/1476-069x-4-17 .pdf
62. Hall E .J .; „The bystander Effect“ Health Physic 2003; 85(1);31-5
63. Zhou H, et all ;”Radiation inuced bystander effect .” Adv .Space Res . 2004, 34(6); 1368-72
64. Suzuki M; “Heavy charged particles produce a bystander effect ”; Biol Sci Space, 2004,18(4);241-6
65. www .nupecc .org/iai2001/report/B41 .pdf
66. www .newscientist .com/article .ns?id=dn6550
67. www .haciendapub .com/article50 .html
68. Hodge SJ et al; „Detection of depleted uranium in biological samples from gulf war veterans“; Mil .Med . 2001, Dec;166(12 suppl):69-70
69. www .cancerhelp .org .uk/
70. Bushberg J,T,Seibert J .A .,Leidholdt et al ;”The essential physics of medical imaging”; Baltimore , Williams & Wilkins 1994
71. wikipedia .org/wiki/Uraninit
72. www .iaea .org/NewsCenter/Features/DU/du_qaa .shtml
73. Chadwick, KH, and HP Leenhouts” The Molecular Theory of Radiation Biology . Springer Verlag . Berlin . 1995
74. Sinclair, W.K ;“Risk research and radiation protection“;Radiation Res.112(1987)191-216
75. Morenburg,H,”Bildgebende systeme für die medizinische Diagnostik“ Siemens Aktiengesellschaft MCD Verlag Erlangen 1995
76. Bond, V .P .“The cancer risk attributable to radiation exposure” , Health phys . 40(1981)108-111
77. Steven A . Belinsky : http://carcin .oxfordjournals .org “Plutonium targets the p16 gene for inactivation by promoter hypermethylation in human lung” Carcinogenesis, Vol . 25, No . 6, 1063-1067, June 2004
78. Chris Busby; www.llrc .org/2ndevent/2ndeventframes .htm” The second events theory” 2001
79. www .epa .gov/US Environmental Protection Agency
80. www .physik .uni-oldenburg .de/Docs/puma/radio/Uran_Munition .html
81. www .doctorswithoutborders .org/link .cfm
82. www .deploymentlink .osd .mil/du_library/pdfs/unep_du_kosovo_1999 .pdf
83. www .environmental-expert .com/ Melissa A McDiarmid et all/Biological monitoring

and surveillance results of gulf warI veterans exposed to depleted uranium 2005
84. www .ippnw .org/DUStatement .html
85. www .nrc .gov/" "Uranium enrichment";U .S . Nuclear Regulatory Commission
86. www .answers .com/topic/uranium-enrichment
87. Bushberg Jerrold T; et al "The essential physics of medical imaging"; Williams & Wilkins, Baltimore 2001 .
88. http://hyperphysics .phy-astr .gsu .edu/hbase/hframe .html
89. Grundmann E ., "Spezielle Pathologie" , Urban & Schwarzenberg 1986
90. http://en .wikipedia .org/wiki/Cancer
91. http://en .wikipedia .org/wiki/Image:Worldwide_nuclear_testing .png
92. U .Oeh, H . Paretzke „Untersuchungen zur Gesundheitsgefärdung durch Munition mit abgereichertem Uran" : Institut für Strahlenschutz; GSF-Bericht 03/05
93. Robert W .Nelson „Low yield Earth penetrating nuclear weapons „ http://www .fas .org/faspir/2001/v54n1/weapons .htm
94. Veith, "Strahlenschutzverordnung 2001"; Bundesanzeiger Verlag
95. Haken,W .: Atom- und Quantenphysik,Springer Verlag 1990
96. Mayer-Kuckuk,T .:Kernphysik, Teubner Stuttgart1992
97. DIN 6814: Begriffe und Benennungen in der radiologischen Technik 1985
98. Richtlinie Strahlenschutz in der Medizin 2001
99. Jaeger,R .G . Hubner,H .: Dosimetrie und Strahlenschutz
100. Faiz:M .Khan,: The physics of Radiation Therapy, Lippincott Williams&Wilkins 2003
101. Focus Nr . 32 , 06 .08 .07 ; Seite 144
102. Selman,J .: The basic physics of Radiation Therapy, C .C . Thomas 3rd edition 1990
103. Attix,F .H .:Introduction to radiological physics and radiation dosimetry,Wiley interscience 1986
104. Mark Oldham, Radiation physics and application in therapeutic medicine, 2001 IOP publishing Ltd; p 460-470
105. Bushberg et al;"The essential physics of medical imaging; 2nd ed .819; Lippincott Williams & Wilkins; 2 .00 edition (December 15, 2001)
106. G .F .Knoll;Radiation detection and measurement", Wiley; 3 Sub edition (January 5, 2000)
107. W .Huda,:"Review of radiological physics", Lippincott Williams & Wilkins; 1 .00 edition (January 13, 2003)
108. Kenneth S .Krane,"Introductory nuclear physics"; Wiley & Sons; Auflage: 1 (November 1987)
109. Prof .Dr .Gul Janan Sarif,"Botschaft des Friedens",Most-Verlag 2006
110. http://www .cancer-info .com
111. Krebsmagazin III/2003
112. Preiß,Dornoff et al .,"Onkologie 2006/07; 13 .Auflage, ribosepharm
113. G .Gell u .F .Krispel, „Physikalische und technische Beiträge zur Strahlentherapie" 1977
114. M .A .Zyar, „A guide of standard pashto 2006", (Sapi`s center for pashto research and development) ; www .scprd .com
115. Bahij`s Medical Dictionary"English-Pashto 2006";Danish Publishing Association peshawar

Answers
دپوښتنوځوابونه :

لومړی څپرکی

۱-۱ په نوموړي سیستم کې کتله په کیلوگرام **kilogram** ، وخت په ثانیه **second** اواوږدوالی په متر **meter** سره ښوول کیږي.

۱-۲ درادیواکتیویتي پخوانی واحد کیوري اونړیوال واحد یې بیکاریل نومیږي.

۱-۳ یو رونتګن په هوا کې څه ناڅه صفرعشاریه نهه سانتي ګرې **0,9 cGy** انرژي ډوز منځته راولي

۱-۴ یو ګرام کتله د لږ څه لس په طاقت د څوارلس ژول کیمیاوي انرژي اویا شل کیلو ټن **20 kiloton TNT** هستوي انرژي سره برابر قیمت لري

۱-۵ په فضا کې دنورسرعت په یوه ثانیه کې څه ناڅه دری سوه زره کیلومتره دی **300 000 km/s**

دویم څپرکی

۲-۱ په یوه سانتي مترمکعب تومورنسجونو کې څه ناڅه لس په طاقت دنه **10[9] cells** یاني یوملیارد حجرې اټکل کیږي.

۲-۲ تریسیوم یا تریتون، دویترون او پروتون

۲-۳ ایزوټوپ هغو عنصرو ته ویل کیږي چې د پروتونو شمیرېې سره یو برابر خو د نیوترونو شمیر یې د یوه بل څخه توپیر ولري

۲-۴ په یوه مول کې څه ناڅه لس په طاقت ددرویشت اتومونه اویا **particle /Mol** $N_L = 6{,}022\times10^{23}$ دي.

۲-۵ داتومي کتلې واحد د خنثی کاربون اتوم کتلې $(^{12}C_6)$ یو په دوولسمې برخې سره مساوي دی

۲-۶ داتومي کتلې واحد مساوي دی له: $u = 1{,}66\times10^{-24}g = 1{,}66\times10^{-27}kg = 931\ Mev/c^2 = 1{,}5\times10^{-10}\ J/c^2$

دریم څپرکی

۳-۱ داتوم کلمه یو یوناني ویی (لغت) دی او په کیمیاوي ګرټلاروسره نه ویښونکی مانا لري. اتوم د یوه کیمیاوي عنصر تر ټولو کوچنی عنصر تشکیلوي چې که تر دې نوروویشل شي نو دیوه عنصرټاکلي کیمیاوي خواص د لاسه ورکوي.
اتوم په مرکز (منځی) کې یوه هسته ده چې دپروتونو اونیوترونو څخه جوړه ده

۳-۲ یواتوم چې د کتلې شمیره او داتوم شمیره په واسطه بشپړټاکل شوی وي

۳-۳ دیوه اتوم په ایزوټوکې د نیوترونو شمیرسره یوشان نه وي او داتوم په ایونوکې دالکترونو شمیر سره یوشان نه وي

۳-۴ اکسریز داتوم په مدارونواو دګاماوړانګې د هستې په مدارونوکې منځته راځي. بلخوا دهغوی دانرژي شپیکترم سره یوشان نه دی

۳-۵ دپرتونوشمیره یې سره توپیر لري

۳-۶ ايزوټوپ هغو عنصرونو ته ويل کيږي چې په هسته کې دهغوی د پروتونو شميرسره يوشان خو د نيوترونو شمير يې د يوه بل څخه توپير ولري

۳-۷ ايونايزيشن يوه داسې فيزيکي کړنلاره ده چې يوخنثی اتوم او يا ماليکول يو يا ډير الکترونونه د لاسه ورکړي او يا يې ځان ته راونيسي.

څلورم څپرکی

۴-۱ کله چې ديوه اتوم په هسته کې دنيوترونو شمير او دپروتونو شمير تناسب ديوه بل څخه ډيرتوپير ولري نو په پايله کې هستې څخه دفوتون وړانګې اودبخرکوو وړانګې خپريږي. نوموړې کړنلارې ته راديواکتيويتي وايي.

۴-۲ دراديواکټيويتي واحد بيکاريل دی. اويوه تجزيه په يوه ثانيه کې ده

۴-۳ دوړانګوپه ډول ، فيزيکي نيمايی وخت ، دوړانګو انرژي، بيالوژيکی نيما يې وخت او اغيزمن نيمايی وخت پورې اړه لري

۴-۴ څلورنيم مليارده کاله

۴-۵ دکتلې نمبر يې دوه سوه ديرش او اتومي نمبريې نوي دې ځکه پلارنی عنصر دالفا وړانګه خپروي

۴-۶ دنيماي عمرشمير HVL دلاندني فرمول په مرسته ترلاسه کولای شو ($N=N0/2^{HVL}$) اومساوي دی له الف:
يونيمايي وخت 1HVL، دری عشاريه دری نيمايې وخت 3,3 HVL او شپږعشاريه شپږنيمايې 6,6HVL وخت

۴-۷ الف: څرنګه چې د کوبالټ سرچينې نيما يې وخت پينځه عشاريه دری کاله دی 5,3 years اودهغه وخت نه تر اوسه پورې څه ناځه دوه ديرش کاله تيرشوي دی اونوموړې موده دشپږونيمايې عمر 6HVL سره مساوي ده نو ديونيماي وخت څخه ۵۰٪ ددوه نيماييې وخت نه ۲۵٪ دری نيمايي وخت نه يو په اتمه برخه دڅلورنيمايي وخت نه يو په شپاړلسمه برخه پينځه نيمايي وخت نه يوپه دوه ديرشمه برخه اود شپږنيمايي وخت نه يوپه څلورشپيتمه برخه کمښت مومي.

۴-۷ ب: دکوبالټ سرچينې وزن يو ګرام نه دی داځکه چې نوموړی عنصر په نيکل تجزيه کيږي. ددوه ديرش کالونو څخه وروسته دکوبالټ يو ګرام څخه يوازې څه ناځه پينځه لس ملي ګرام پاتې کيږی اوپاتې يې يانې نهه سوه پينځه اتيا ملي ګرامه په نيکيل (Ni) اوړی

۴-۸ وروسته له شپږونيمايي وخت څخه د ترکاريو اکتيويتي صفر ته رالويږي او دخوراک وړ دي.

پينځم څپرکی

۵-۱ په دوه ډوله ويشل شوې دي چې د سم سيخ اوناسم سيخ ايونايز کوونکو وړانګو په نامه سره يادېږي. نوموړې وړانګې په ماده کې اتومونه ايونايزکوي اوپه تحريک يې راولي.

۵-۲ په فضا کې دانرژي انتقال ته وايي

۵-۳ هستوي وړانګې هغو وړانګوته ويل کيږي چې د اتوم يوې هستې څخه خپريږي اود الفا ، بيتا اوګاما وړانګو په نامه سره يادېږي.

۵-۴ څه ناځه شپږزره ايونونه په يوه سانتي متر هواکې توليدوي

۵-۵ دهستې څخه دوه پروتونه اودوه نويترونونه راوځي چې دهيليم اتوم هسته ده . دکتلې نمبر(A-4) يې دڅلورو په واحد او داتوم نمبريې ددوپه واحد (Z-2) را ښکته کيږي

۵-۶ ايونايزوونکې وړانګې د اتوم هستې بريښنايزچارج اوداتوم په مدارونوکې بريښنايزچارج تعادل له منځه وړي په دې مانا چې يو الکترون داتوم څخه راوباسي او يا داچې ورباندې زياتوي يې.

۵-۷ دغه ډول هستوي کړنلاره دالفا تجزيې په نوم يادېږي اودتجزيې په پايله کې دالفا يوه ذره اودرادون غاز پيداکيږي. په نوکليد چارټ کې درادون هسته د بلار مور هستې په پرتله دوه واحده کيڼې خواته اودوه واحده ښکته خواته ځای نيسي داځکه چې دنوموړيد غاز دوه نيوترونه اودوه پروتونه دراديم په پرتله لږدي.

شپږم څپرکی

۱-۶ دفوتو اغيزه او د جوړي ذرو پيدا ايښت اغيزه کې د وړانګو ټوله انرژي په ماده کې جذب کيږي او د کمپټون په اغيزه کې د انرژي انتقال تر سره کيږي.

۲-۶ د وړانګو لومړني شدت I_0 لسمه برخه ور څخه تيريږي او نوي په سل کې په ماده کې جذب کيږي.

۳-۶ داو بو لباره د لسم ارزښت پنډوالی پينځوس سانتي متره، د پخو خښتو لپاره دوه ديرش سانتي او د کانکريت لپاره يو ويشت سانتي متره قيمت لري.

۴-۶ د مادي په پنډوالي، کثافت، اتوم نمبر او د وړانګو په انرژي پوري اړه لري.

۵-۶ داځکه چې په يوه ماده کې دفوتو اغيزه د اتوم نمبر سره په طاقت د څلور متناسب ده

اووم څپرکی

۱-۷ دايون ډوز په نامه سره ياديږي او واحد يې کولومب پر يو کيلوګرام دی،

۲-۷ کله چې د وړانګو يو ژول انرژي په يوه کيلوګرام ماده کې جذب شي نو يو ګرې ورته ويل کيږي

۳-۷ څرنګه چې د الفا او بيتا وړانګې په هوا کې جذب کيږي نو د کارګرټول بدن ته يوازې د ګاما وړانګې رسيږي چې قيمت يې يو ملي سيورت دی.

۴-۷ هو، دواړو ته د معادل ډوز کچه يو شان ده. داځکه چې ډوز مساوي ده له انرژي تقسيم په کتله

۵-۷ لس ژول تقسيم په سل کيلوګرام مساوي ده له سل ملي ګرې(0,1 Gy)

۶-۷ د الفا وړانګو معادل ډوز دوه سوه ملي سيورت او د بيتا وړانګو معادل ډوز لس ملي سيورت دی. دا په دې مانا چې د دواړو ډول وړانګو معادل ډوز سره يو شان ندی.

اتم څپرکی

۱-۸ د وړانګو سم سيخ ايونايز وونکې اغيزه هغه غبرګون ته وايي چې د يوه بيوماليکول سره سم سيخ د ايونايزيشن او تحريک کولو په پايله کې تر سره کيږي. د وړانګو ناسم سيخ اغيزه هغه غبرګون ته وايي چې يوه بيوماليکول ته د کيمياوي تعامل په کړنلاره سره زيان ورسيږي. دا په دې مانا چې د وړانګو د انرژي جذب کيدل او د وړانګو بيالوژيکي اغيزه په توپير لرونکو ماليکولو کې تر سره کيږي. د بيلګې په ډول له د وړانګو په واسطه د اوبو تجزيه يا نې راديو لايز

۲-۸ راديکال بريښنا يز خنثی چارج لري خو د انرژي په تړاو راپارول شوي اتومونه دي چې د وړانګو د ناسم سيخ اغيزو په پايله کې منځته راځي. راديکال په باندني مدار کې يو طاق سپا ين الکترون (Spinelectron) لري او له دې کبله کيمياوي ډير فعال خاصيت ښيي او د حجرو لپاره سخت زهر تشکيلوي.

۳-۸ په DNA کې د بازونيمګړتيا، د بازو بايلل، د يوه تار پرې کيدل، د غبرګو تارونو پرې کيدل او د موتيشن نور هر اړخيزډولونه

۴-۸ په DNA کې د غبرګو تارونو پرې کيدل د وړانګو انرژي ډوز سره سم سيخ او د يوه تار پرې کيدل د وړانګو انرژي ډوز سره په مربع تړاو لري.

۵-۸ حجره(ژونکه) ځان وژنه کوي او يا د اچې د سرطان په حجره(ژونکه) اوړي.

۶-۸ د ماليکولو يونايزيشن، د ازادو راديکالو لکه OH^- او H^+ منځته راتلل، د بيوماليکولونو کيمياوي تجزيه بيالوژيکي بدلون لکه په ډي اين اې DNA کې موتيشن او په پايله کې کلينيکي ناوړه اغيزې

۷-۸ په ډي اين اې کې بدلون، د کروموزومونا سمي، د حجرې ويش په تپه درول، په حجره(ژونکه) کې د ميتابا ليزم

بدلون،دحجروپه ميمبران کې بدلون اودحجرې مړينه تر سره کول

۸-۸ يونايزيشن، دازادو کيمياوي راديکالو منځته راتلل، دډي اين اې DNA زيا نمن کيدل ، په کروموزومو کې ناسمي ، موتيشن او په پای کې يا داچې حجره(ژونکه) ځان وژنه کوي او يا داچې په يوه سرطاني حجره(ژونکه) اوړي

۸-۹ لومړی ستوخاستيک اغيزې: دوړانګويو ټاکلې ليميټ(حد) نه لري دا په دې مانا چې په هره کچه وړانګې کولای شي چې دسرطان نا روغی منځته راولي .. ډيپنډيډلو احتمال يې د وړانګو ډوز سره سم سيخ تړ اولري، په کروموزومو کې موتيشن منځته راولي اوپه کالونه وروسته دسرطان ناروغی رابرسيره کيږي.

۸-۹ دويم : نه ستوخاستيک اغيزې : نومورې پېښه هغه وخت پيښيږي چې دوړانګوډوز د يوه ټاکلې ليميټ څخه واوړي، ناوړه اغزه يې په زياته کچه په يوه غړي کې منځته راځي اوپه ډي اين اې کې ډير لړليدل کيږي، دزيان کچه يې د وړانګوډوز سره سم سيخ پورته ځي. په پايله کې دوړانګو ناروغي منځته راځي (Radiation sickness)

نهم څپرکی

۹-۱ طبيعي يورانيم ديورانيوم دوه سوه اته ديرش، يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش اويورانيم دوه سوه څلورديرش څخه جوړدی.

۹-۲ په خوار شوی يورانيوم کې د چاوديدونکي يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش برخه نيمايي ته رالويږی او له د ې کبله ورته خوار شوي يورانيوم ويل کيږي

۹-۳ هستوي بټی يوه داسې دستګاه ده چې هلته هستوي انرژي په حرارتي انرژي بدليږي. دبيلګې په ډول ديورانيم دوه سوه پينځه ديرش ايزوتوپ په چاودنه کې انرژي ازاده کيږي اوبيا په حرارتي انرژي بدليږي

۹-۴ د د سنتريفوګ کړنلاره ، د ډيفوزيون يا د نفوذ کړنلاره او د ليزر کړنلاره

۹-۵ ديورانيم دوه سوه پينځه ديرش کچه په طبيعي يورانيم کې لږترلږه نوي په سل کې بډای شي

لسم څپرکی

۱۰-۱ د طبيعي يورانيم هغوروسته پاتې فاضله مواد و ته ويل کيږي کوم چې د چاو ديدونکي يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U-235 د بډای کولو په کړنلاره کې خوشې پاتې کيږي. دخوار شوي يورانيوم راديو اکتيويتي د طبيعي يورانيوم په پرتله لږ څه شپيته په سل کې ټيټه ده.

۱۰-۲ دبيلګې په ډول د هډوکو خوږيدل، دغړوکمزورتيا ، تبه لرل، عصبي تکليف، دسترګو ديد کمښت، سرخوږيدل، دحافظې کمښت، ژورخفګان (Depression) او داسې نور.

۱۰-۳ دخوار شوي يورانيم فيزيکي نيما يي عمر څلورنيم مليارده کاله او بيالوژيکي نيمايي عمريې ترشپاړسو کالو نوا ټکل کيږي.

۱۰-۴ دخوارشوي يورانيم پوځي استعمال او هم ملکي ياني غير نظامي استعمال وښيي؟

۱۰-۴ دخوارشوي يورانيوم پو ځي استعمال لکه: دټانکونو په جوړولو کې، دسرګولويو اودتوغنديو په جوړښت کې. ملکي استعمال لکه: په الوتکو کې، په طبابت کې درادیو اکتيو سرچينې د وړانګو مخ نيوي په موخه اونور.

۱۰-۵ په چاپيريال کې دخوارشوي يورانيوم کوچنۍ ذرې دکومو لارو څخه بدن ته ننوتلای شي؟

۱۰-۵ دتنفس له لارې ، دخوراک څښاک له لارې او د بدن پوستکي له لارې

۱۰-۶ په طبيعي يو انيم کې دچاديدونکي يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش کچه څه ناڅه دوه ځله لوړه ده.

۱۰-۷ دخوار شوي يورانيوم څخه دالفا وړانګې خپريږي او انرژي يې څه ناڅه څلورميګا الترون ولټ ده.

يوولسم څپرکی

۱۱-۱ ب: نيمايي رڼا شوې حجرې مړې کوي

۱۱-۲ دحجرې ميتوزيا نې ويشنې پړاو G2 پړاو

۱۱-۳ سپرما تيد حجرې (جنسي غدې Gonads)

۱۱-۴ الف:ستوخاستيک يا نې تصادفي پېښېده او ددې احتمال شته دې چې ديوزرړڼا شووکسانو څخه د پينځو کسانو په ماغزوکې د سرطان ناروغي راپارول شي(0,5% per Gy)

۱۱-۵ الف: شپږ سيورت

۱۱-۶ الف: يو ملي سيورت

۱۱-۷ دڅه ناڅه دوه زرو بازو Base په جوړښت کې بدلون راځي، د ډي اين اې DNA څه ناڅه يو زرځانګړې تارونه او پينځوس دواړه غبرګ تارونه پرې کيږي.

۱۱-۸ دبدن په غړوکې د سرطان ناروغۍ راپارول ، دعمرلنډيز، اوجېنېتيک نا وړه اغيزې

۱۱-۹ ټولې هغه ناروغۍ چې دوړانګود اغيزوسره سم سيخ د بدن په يوه غړي کې پيل کيږي (Radiationsyndrom) لکه نس ناسته، قی کول، د سپينو کروياتو کمښت، دسترګو ليد کمښت، د اوښتانو توېدل، دپوستکي سوروالی

۱۱-۱۰ دسکېليت کوچنيوالی ، يو په سل دذکاوت تناسب کمښت Intelligence quotient = IQ
هايدروسېفالوس Hydrocephalus
د سرکوچنيوآلي Microcephaly
کوچنې سترګې Microphthalmus دسترګو نشتوالی Anophthalmus

دوولسم څپرکی

۱۲-۱ د عام ولس سلو څخه په پينځوس په سل کې 50% رڼا شوي کسان ددېرشو ورځو 30 days په موده کې مړه شي.

۱۲-۲ په ۱۹۰۴م کال د يوه نامتو امريکايي انجينر اډيسن يو مرستيال د سرطان په ناروغۍ مړ شو. نوموړي ته درونتګن د ستګاه د پلورلوپه کړنلاره کې داکسريز وړانګې رسيدلې وې.

۱۲-۳ هغه ناروغۍ چې دوړانګو سره تړاولري لکه استفراق(لوستل)، نس ناسته ، دوينې په جوړښت کې بدلون، دپوستکي سوروالی ،خواګرزی او نور

۱۲-۴ لومفو سيت (Lymphocytes) سمدلا سه دپينځو زروڅخه تر يو زر پورې کمښت مومي

۱۲-۵ کله چې ټول بدن ته په يوه وارد شپږسيورت څخه پورته وړانګې ورسيږي نودمړينې لامل ګرځي؟

ديارلسم څپرکی

۱۳-۱ دوړانګو سرچينې څخه په ليرې واټن دريدل ، دتم کيدو وخت لنډول، ديوه شي تر شټ ځان خوندي کول اود راديو اکتيو موادوڅخه د ځان ککړتيا مخ نيونه

۱۳-۲ يو ملي سيورت 1 mSv

۱۳-۳ خلور نيمايي پنډوالی

۱۳-۴ ب: يو ملي سيورت

۱۳-۵ دالارا پرنسيپ ALARA په ګوته کوي چې د هر اړخيزو کړنلارو په مرسته سره تر خپله وسه پورې هڅه و شي چې په ورځني ژوند کې دوړانګو نه دګټې اخېستلو په موخه دوړانګو اندازه دومره ټيټه وساتل شي څومره چې ديوې

خوا ورته اړتيا ليدل کيږي او دبلې خوا امکان ولري
۱۳-۲ هغه مرغی چې په يوه متر کې ناسته ده اته اتيا نانوسيورت 88 nano Sv او په نيم متر کې درې سوه دوه پينځوس نانوسيورت 352 nano Sv وړانګې ورته رسيږي.

خوارلسم څپرکی

۱۴-۱ طبيعي وړانګې هغه وړانګې دي چې د طبيعي سرچينو څخه خپريږي. د بيلګې په ډول لکه دالفا، بيتا او ګاما هستوي وړانګې، هستوي ذرې لکه پروتونه، نيوترونه الکترونونه او ميونونه او نور نوموړې وړانګې دځمکې لاندې راديواکتيو ډبرو او همدارنګه د فضا څخه دځمکې مخ خواته راځي. دطبيعي وړانګو په څنګ کې په مصنوعي ډول هم وړانګې ترلاسه کيدای شي.
د مصنوعي وړانګو سرچينې لکه هستوي ازموينې، هستوي بټۍ او په طبابت کې درادیواکتیو ایزوټوپو کارول او نورو تلې بېلګې دي
۱۴-۲ دطبيعي وړانګو کچه دځمکې په هرځای کې توپير لري خو منځنۍ قيمت يې لږ څه دوه نيم ملي سيورت او يوه کال کې اټکل شوی دی.
۱۴-۳ دځمکې لاندې څخه د يورانيوم دتجزيې په سلسله کې د رادون راديواکتيو غاز منځته راځي چې بيا دځمکې مخ ته او هم دکورونو په تکاو يو کې راټوليږي. د بيلګې په ډول په امريکا کې څه ناڅه ديرش زره کسان په يوه کال کې دنوموړي غازدالفا وړانګولـه کبله د سږي سرطا ن په ناروغۍ مړه کيږي.
۱۴-۴ دطبيعي وړانګو لپاره د سرطان ناروغۍ د خطر ضريب صفر عشاريه صفرصفر پينځه په سل او يو ملي سيورت اټکل کيږي (0,005% per mSv). دا په دې ما نا چې که سل زره وګړي په يو ملي سيورت وړانګو رڼاشي نو دهغوی څخه به پينځه تنه د سرطان په ناروغۍ اخته شي.
۱۴-۵ نوموړې تيوري په ډاګه کوي چې دانرژۍ ډوزاو د هغې د ناوړه اغيزوترمنځ سم سيخ اړيکې شته دي. دبيلګې په ډول که چيرته سل ملي سيورت ايکس ناروغۍ x منځته راولي نو پينځوس ملي سيورت نيماي ناروغۍ x/2 منځته راولي.

پينځلسم څپرکی

۱۵-۱- ددوه سوه اويا زرو څخه تر درې سوه زره وګړو پورې اټکل کيږي
۱۵-۲- ماليګنوم يو خطر لرونکی پړ سو ب دی او سرطان هم يو خطرنا ک پړسوب دی چې د اپيتېل نسجونو (Epithelial tissue) نسجونو څخه پيل کيږي
۱۵-۳- کله چې د سرطان ناروغي د درمل کړنلارې څخه يو څه موده وروسته بيرته راوګرزي نو د ريسيديو کلمه ورته کارول کيږي او کله چې د سرطان نسجونه ددرمل کړنلارې په پايله کې کمښت ومومي ياني دسرطان ناروغۍ په ښځ وګرزي اويا داچې د ناروغ دردونه د پخوا په پرتله لږ شي نو د ريميزيون کلمه ورته کارول کيږي. نوموړې کميت په سليزه سره ښوول کيږي.
۱۵-۴- اپيډيميولوژي دپوهنې يوه څانګه ده چې په يوه ټولنه کې دهر اړخيزو ناروغيو دويشتوب، دناروغيو تکثريا ډيرښت او په خلکو باندې ددغو ناروغيو کلينيکي، فيزيکي روحي او کيمياوي ټاکونکې وروستی اغېزې تر څيړنې لاندې نيسي
۱۵-۵ نوموړې تيوري په ډاګه کوي چې دوړانګو دخطر احتمال که په ټيټه او که په لوړه کچه وي شته دی او له دې کبله يوه ځانګړې هستوي ذره هم د سرطان ناروغۍ را پارولی شي

شپاړلسم څپرکی

۱۶-۱ هغه موتيشن چې په کروموزومو کې منځته راغلې وی ډير کاله وروسته هم ثبوت کولای شو او د وړانګو انرژي کچه يې اټکل کولای شو. دبيلګې په دول که دوه کروموزومونه يوه اوبل ته ځينې جينونو برخې انتقال کړي دا په دې مانا چې ديوه کروموزوم يوه برخه په بل يوه کروموزوم ونښلي او برعکس نو دغه ډول موتيشن د Translocation ويل کيږي.
دکروموزوم هغه برخه چې دجينو راکړه ورکړه پکې تر سره شوې ده په توپير سره رنګ اخلي او له دې کبله پيژندل

کیدای شي.

۱۲-۲ د یو ملیون یوه برخه یا **1 parts per million**

۱۲-۳ یوه فیزیکي کړنلاره ده چې دګاما وړانګو انرژي او اکتیویتي اندازه کولای شي او له دې کبله هر یو رادیوایزوټوپ په ځانګړي ډول سره پیژندل کیدای شي

۱۲-۴ د انډکتیو کپلډ پلازما کتلي شپېکترومترپه یوه مرکب کې درادیواکتیو اونه رادیواکتیوایزوټوپو په پیژندلوکې ترټولووتلې، دباورړ، حساسه اودقیقه فیزیکي کړنلاره ده

۱۲-۵ په وړانګو رڼا شوې وینه کې د مکروسکوپ په مرسته سره په هریوه لمفوځیت **(Lymphocyte)** کې ددوه پلازمینو کروموزومو شمېرګڼل کیږي.

اوولسم څپرکي

۱۷-۱ ځکه چې کارکونکو دنومورې بتیې په څلورم بلاک کې ډېر ناسم تخنیکي چلن کړې وه .

۱۷-۲ د بیلګي په ډول په غرنیوحیواناتو کې داکتیویتي کچه شل زربیکاریل په یوه کیلوګرام غوښه کې د شلو کالو وروسته اندازه شوې ده.

۱۷-۳ نوموړي غاز ثبوت کوي چې په ګاونډی چاپیریال کې یوه هستوي بتیې نا سم کارکوي او یا چاودلې ده.

۱۷-۴ دګاما شپیکترومتري په نامه سره یادیږي اود یوه نیم هادي دیډیکتور، یوه زیګنال ستروونکی، یوه انا لوګ زیګنال په دیګیتال زیګنال اړونکی، یوه ډېرچینل تحلیلونکی او یوه کمپیوتري سیستم څخه جوړدی.

اتلسم څپرکی

۱۸-۱- لومړی عملیات ، دویم دوړانګو درملنه او دریم کیمیاوي درملنه

۱۸-۲- یو ناوړه پړسوب بې کنتروله غټیږي، په ګا ونډیو نسجونواوغړوکې ننوځي او له منځه یې وړي. نوموړی پړسوب کولای شي چې په لمفاید غدوکې اوهمدارنګه د وینې جریان له لارې د بدن په نورو غړوکې میتاستازې **metastases** منځته راولي. یو ښه ډوله پړسوب د سرطان حجری نه لري او بې کنتروله هم نه غټیږي. همدارنګه د بدن نوروبرخو ته هم میتاستاز نه کوي

۱۸-۳ دریسیدیو **Rezidive** په نامه سره یادیږي

۱۸-۴ د ټې توری د پړسوب غټوالی ، داین توری دلمفاد غدو غټوالی اوپه ناروغۍ اخته کیدنه او دایم توری دا په ډاګه کوي چې ګڼې یوه ناروغي خو به د بدن نورو برخو ته نه وي لیږدیدلې.

۱۸-۵ ایونایزکونکې وړانګې کولای شي چې دسرطان ناروغي منځته راولي او د خطر ضریب یې پینځه په سل په سیورت **Sv /%5** دی. داپه دې مانا چې که یوملیون وګړي په ټول بدن اوپه **0,01Sv** رڼا شي نوبه د سرطان پینځه سوه زیاتی ناروغۍ منځته راشي. نوموړی قیمت د هغه سرطا ن څخه چې په طبیعي ډول منځته راځي څه ناڅه لسمه برخه تشکیلوي.

۱۸-۶ ددې کتا ب ۳۴۲ مخ وګوری

۱۸-۷ تومور مارکرهغه پروتین او بیالوژیکي موادو ته وایي چې د یوه ټاکلي تومور څخه پخپله جوړیږي

۱۸-۸ څیتو ستاتیکا **Zytostatika** یو ډول کیمیا وي مواد دي چې د سرطان حجرودو بشلوکړنلاره په ټپه دروي او له دې کبله دهغوی د ډیرښت مخه نیسي

*   *   *

دځانګړیز اصطلاحاتو ويي لړ
(Glossary)

انګرېزي English	پښتو Pashto
A	
Atom	اتوم (ذره): اتوم دیونانۍ اتوموس (Atomos) کلمې څخه اخېستل شوی دی او مانا يې ده (نه ویشونکی) . اتوم د کيمياوي عنصر تر ټولوکوچنی برخه ده چې په کيمياوي کړنلارونور دو ېشلووړ نده، ځکه چې بيا خپل کيمياوي خواص له لاسه ورکوي. نن ورځ جوته شو ېده چې اتوم په فيزيکي کړنلاروسره په نوروکوچنيوبځرکو و ېشل کېدای شي چې شمېر يې تر څو سووپورې رسيږي . داتوم هسته دمثبت بریښنایز چارج شووپروتونواوخنثی چارج شوو نيوترونو څخه جوړه ده چې دهغې په شاوخوا بيضوي بڼه مدارونواوټاکلي واټن کې منفي چارج شوي الکترونونه راڅرخيږي . څرنګه چې په هسته کې دپروتونوشمير په مدارونوکې دالکترنوشمير سره برابر ده نواتوم بهرخواته بریښنايزچارج نه لري اوخنثی خواص ښيي.
Atomic Energy	اتومي انرژۍ (هستوي انرژۍ) : هغه انرژي چی دیوې هستې په چاودنې اويا ددو هستوپه ویلې کيدنې کې دتودوخې، وړانګواوحرکي انرژي په توګه چاپيريال ته ازاديږي.
Absorbed Dose	انرژي ډوز: دوړانګوهغه برخه انرژي ده چې دیوې مادې په واحد کتله کې جذب کيږي. واحد يې یو ګرې Gray او مساوي ده له: یوژول تقسيم په یو کيلوګرام
Absorbed dose rate	دانرژي ډوزقدرت : انرژي ډوزتقسيم په وخت
Activity (Bq)	اکتيويتي (راديواکتيويتي) : په طبيعت کې ځينې عنصرونه داسې خواص لري چې بې له بهرنۍ اغېزې په خپل سر او یوه نا څاپه په نوروعنصرونوتجزيه کيږي اوپه څنک کې وړانګې خپروي. بېلګه: يورانيوم دوه سوه پينځه دېرش U^{235}
Accelerator	تعجيلوونکی : یوه فزيکې آله ده چې په یوه الکتروستاتيک اويا الکترومقناطيسي ساحه کې الکترون،ايون ، پروتون

	اوچارج شوي ذري ګرځندی کوي او انرژي يې ورډېروي.
Aerosol	ايروزول: هغه غازيا ګردچي جامد کوچنی ذري پکې ګډې وي.
ALARA As low as reasonably achievable	آلارآپرنسيپ: دايونايزوونکو وړانګو څخه دځان ساتنی نړيوال کميسيون يوه نامتو سپارښتنه په ګوته کوي چې عام ولس ته دوس سره سم دومره لږ وړانګې ورسيږي څومره چې په تخنيکي ، علمي، تنظيمي تراو امکان ولري.
Alpha decay	دالفا تجزيه: يوډول تجزيه ده چې ديوه اتوم هستې څخه دالفا يوه ذره (دوه پروتون او دوه نيوترون) خپريږي اونوی عنصرمنځ ته راځي
Alpha particle	دالفا بخرکی: دهيليم اتوم هسته ده چې ددوه نيوترونواودوه پروتونو څخه جوړه ده اوديوه راديواکتيوعنصر لکه يورانيوم دوه سوه اته ديرش اويا پلوتونيم دوه سوه نهه ديرش څخه خپريږي.
Alpha ray	الفا وړانګه : دهليم اتوم هسته ده چې د دوو پروتونو اودوو نيوترونو څخه جوړه ده.
Annual Limit of Ingestion=ALI	دخوراک له لاري کلنی لوړ لېمېټ چې دانديښني وړ نه وي.
Annual Limits of Inspiration=ALI	دتنفس له لاري کلنی لوړ لېمت چې دانديښني وړ نه وي.
Anode	انود : ديوې برېښنايزسرکټ لکه رونتګن الې مثبت قطب فلزي الکترود ته وايي چې لوړانرژي الکترونونه ورباندي لګيږي
Anoxic Necrotic Cell	هغه مورفولوژيکي بدلونونه چې ديوې حجرې دمړيني څخه وروسته په خپله حجره کې منځ ته راځي اوداکسيجن دکمښت له کبله نسجونه په يوه پياواړاوړي
Apoptosis	اپوپتوزيس : ديوې حجرې د ځان وژني جنتيک پروګرام شوي کړنلاره ده چې دناروغوحجرودمنځه وړلو په موخه ترسره کيږي.
Archaeology	ارښيولوژي: لرغون پوهنه، لرغون پيژندنه
Aristoteles	اريستوتېليس : يوناني فيلوسوف اود لوي اسکندر ښوونکی وو چې لږڅه څلورسوه کاله دميلاد نه له مخه يې ژوند کړيدی.
Asbestos	اسبېست : يومينرال دی چې دتودوخي، کيمياوي موادو او اسيد پروړاندي ډېر مقاومت ښئي او نه سوځي.
Atmosphere	اتموسفير (فضا) : دځمکې په ګرداګردشاوخواکې دغازهغه پټ دی چې دځمکې دجاذبې قوې تر اغيزي لاندې پروت اودځمکې د ځرخېدوسره يوځای خوځيږي . تر لږڅه يوسلوشل **120 km** کيلومتره ارتفاع پوري دفضا غاز دلاندوعنصرونوڅخه جوړ دی **78 %** نايتروجن ، **21%** اکسيجن ، او پاتې برخه يې کاربن دای اکسايد ، نجيبه غازونه ، اوزون **Ozon** او امونياک جوړوي.
Atomic Mass Unit = amu = 1u	اتومي کتلې واحد : دکتلې ترټولو کوچنی واحددی چې داتوم او ماليکول کتله ورباندې ښودل کيږی . نوموړی واحدداکاربون اتوم C^{12} دکتلې يو پردوولسمه برخه تشکيلوي. $1\ u \approx 1.66053886 \times 10^{-27}\ kg \approx 931.49\ MeV/c^2$

Atomic Weight	اتومي وزن: ديوه عنصر دټولوطبيعي ايزوټوپومنځنی کتله ده. نوموړي کميت ته اتومي کتله هم وايي. دعنصرواتومي کتلې دټاکلولپاره دکاربن عنصرچې شپږپروتونه اوشپږ نيوترونه لري د يوه ستاندارد ياني معياري واحدپه توګه ټاکل شوی دی. نور ټول عنصرونه چې دکاربن عنصر څخه درانده او يا سپک دي ورسره پرتله کيږي. دبېلګې په ډول دکاربن اتومي وزن د هايدروجن اتوم په پرتله لږ څه دوولس واره ډېر دی. دهايدروجن اتومي وزن مساوي دی له: 1,0079 grams per mole
Atom diameter	داتوم قطر: يو انګستروم Å يا ديوه متر لس په طاقت دمنفي لس دی. 0,0000000001= 10^{-10} m = 1 Å
Attenuation coefficient	دکمزورتيا فکتور(ضريب): په ډاګه کوي چې د وړانګو شدت په واحد دسانتي متر پېنډه ماده کې په څومره کچه کمښت مومي.
Average time = Ta	منځنی وخت: د يوې ټاکلې راديواکتيو مادې دټولواتومونو دنيمايي وختونو منځنی قيمت دی.
Avogadro constant	داووګادرو عدد(شميره) N_A = 6,022×10^{23} mol^{-1}
B	
Background radiation	ترخټ شتون وړانګې: ټولې هغه ايو نايز وونکې وړانګې دي چې دطبيعي سرچينو لکه فضا ، اتموسفير، دځمکې لاندې راديو اکتيوموادو اومصنوعی سرچينوڅخه راوځي
Base ten	قاعده د لسو(log 10^7 = 7)
Becquerel (Bq = s^{-1})	بيکارېل: دراديو اکتيويتي واحددی. کله چې په يوه ثانيه کې يوه هسته تجزيه شي نودبيکارېل په نوم ياديږي.
Benign tumour	بېنين تومور: د نسجونو ښه ډوله پرسوب او يا ښه تومورچې دسرطان نا روغی ورڅخه نه پيدا کيږي
Beta decay	بيتا تجزيه: د يوه راديواکتيواتوم هستې څخه الکترونونه اويا پوزيترونونه خپريږي. نوموړې تجزيه هغه مهال پېښيږي کله چې په هسته کې دپروتونواويا نيوترونوشميرډېروي . په پايله کې يوپروتون په نيوترون اويا يونيوترون په پروتون اوړي.
Beta rays	بيتا وړانګې: ګرندي الکترونه دي چې دراديواکتيو اتوم هستې څخه راوځي. داتوم په هسته کې يو نيوترون په پروتون اوالکترون باندې اوړي . دنوموړو وړانګو سرعت (چټکتيا) څه ناڅه دنورسرعت پورې ورنږدې کيږي.
Binding energy	تړون انرژي: هغې انرژي ته ويل کيږي چې داتوم هستې څخه ديو پروتون او يا نيوترون دبېلولو اويا ازادولو لپاره په کارده.

Biological Dosimetry	بيا لوژيکي ډوزيمتري: يوه کړنلاره ده چې دکروموزومو نا سمي دوړانګوداغيزوپه اړه ترڅيرنې لاندې نيسي . د ببلګې په ډول دکروموزومودوه مرکزونه او يا کله چې د يو کروموزوم يوه برخه پرې شي اوپه يوه بل کروموزوم ونښلي(Translocation)
Biological half life = T_{bio}	بيالوژيکي نيمايي وخت: هغه وخت ته وايې چې په دې موده کې بدن ته دجذب شوو راديواکتيو موادو څخه د فيزيکي او بيالوژيکي پروسو په بنسټ نيمايي برخه د بدن څخه ووځي.
Biopositive Model	دوړانګوګټور هورميزيس موډل: په ډاګه کوي چې ګڼه په ډيره ټيټه کچه وړانګې لکه يو ملي سيورت دروغتيا په اړه ګټه لري.
Bone marrow and stem Cell transplants	دهډوکومازغو او د ستم حجرو ترانسپلانت: په نومړې کړنلاره کې دويني سرطان ناروغ ته دبل چا روغې (سالمې) ستم حجرې درګونوله لارې ليږدول کيږي ، دناروغ مخنۍ بيکاره حجرې د کيمياوي او دوړانګودرملنې په مرسته دمنځه وړل کيږي.
Bonesarkome	د هډوکو سرطان:
Breast cancer	دښځو دتيو سرطان:
Bremsstrahlung	بريمز(بريک **break**) وړانګې: کله چې يوالکترون د هستې په نږدې ساحه کې تيريږي نود کولومب قوي داغيز ې او غبرګون په پايله کې د اکسريز غير کرکتريستيک (ناځانګړې) يا نې بريمز وړانګې منځته راځي.
C	
c (c = 3 ×10^8 m/s)	دنور سرعت(چټکتيا): دري سوه زره کيلو متره په ثانيه کې دی
Cancer disease	سرطان ناروغۍ: دبدن يوه غيري نسجونوبې بريده ويشتوب، نا کنترولې پړسوب او دکتلې غټوالی چې ګاونډی نسجونه ترفشارلاندې راولې اودبدن نورو برخو ته هم غځيدلای شي.
Cancer genes	دسرطان جينونه : سرطان دجين يوډول ناروغي ده . سرطاني جين دډي اين اي يوه کوچنۍ برخه تشکيلوي چې دموتيشن په پايله کې منځ ته راځي. نومړي جينونه ناسم پروتېين جوړوی.
Cancer Treatment	دسرطان ناروغۍ درملنه : لکه عمليان ، کيمياوي درملنه اودوړانګودرملنه ، دمعافيتي سيستم درملنه اونور
Capillary	د ويني يو ډېر کوچني رګ (شريان)
Carcinogen	تول هغه مواد يا اجنت agent چې په خلکوکې دسرطا ن ناروغۍ فريکوينسی اوراپارولولامل ګرځي
Carcinogenesis	
Carcinom (Krebs)	کارسينوم: (دسرطان ناروغۍ ډيپل پړاو) . داسې اټکل کيږي چې دغه يوه يوناني کلمه وي داځکه چې پينځه سوه کاله دميلاد نه له مخه د يونان درمل پوه سوکراطيس

	دپوستکي سرطان ناروغۍ لپاره په کار ولي ده . هغه نسجونه چې بې له کنټروله او په خپل سر غټيږي خودشاوخواګاونډيو نسجونو او غړوته لا نه وي ليږديدلي
Cataract	دسترګو دليد کمښت.
Cathod Rays	دکتود وړانګې چې الکترونوڅخه جوړې دي
Cell	حجره (ژونګه) : دژوند دټولو نه ورکوټې واحدې چې ځان ساتونکی، ځان پايونکی او دځان په خبر کټ مټ يوشان بله حجره جوړولای شي.
Characteristic X- Ray)	داکسريز هغه وړانګې چې داتوم په قشرونوکې منځته راځي
Chemotherapy	کيمياوي تېراپي: دسرطان ناروغۍ ددرملنې لپاره د مصنوعي اوطبيعي کيمياوي توکو اودرملو څخه ګټه پورته کيږي .
Chromosomes	کروموزومونه (رنګوړو) : دحجرې په هسته کې د ډي اين اي DNA يوغټ ماليکول تشکيلوي چې هلته دژوند ټول جنيتک مالومات خوندي شوي دي .
Clinical dosimetry	کلينيکي ډوزيمتري
Computer tomography (CT)	کمپيوتر توموګرافي دناروغيو دتشخيص يوه کړنلاره ده چې داکسريز څخه کار اخلي
Concentration	غلظت ، ټينګښت
Cosmic rays	ټولې وړانګې اوذرې چې د ځمکې اتموسفير ته راننوځي.
Contamination	ککړتيا : په راديواکتيو ، کيمياوي اوبيالوژيکي موادود بدن ، چاپيريال اويا يوه شي ککړيدل.
Coulomb force	د چارج شوو ذرو ترمنځ دفع کونکې اويا ځکوونکې قوه
Curie	ميرمن کيوري يوه فرانسوۍ فيزيک پوهه وه
Curie = Ci	داکتيويتي پخوانۍ واحدکيوري نوميږي . يو کيوري د اوه دېرش بيليارده تجزيې په يوه ثانيه کې اويا مساوي ده له: 37000000000 Bq
D	
Decay Shema	د اتوم هستې تجزيې شيما
Dehydration	دبدن څخه داوبو بايلل (ضايع)
Deka	لس
Democrit	ديموکريت يو يوناني فيلسوف اود لويکيپوس شاګردوو چې داتوم تيوري يې نوره هم پراخه کړه.
Depleted uranium	خوارشوي يورانيوم : د يورانيوم ايزوټوپونويومرکب دی چې په هغه کې د يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش ايزوټوپ برخه دطبيعي يورانيوم په پرتله څه ناڅه شپيته په سل کې را کمه شوې وي.
Desamination	دامينوګروپ NH_3 د لاسه ورکول

Determinesic effects	دوړانګو ټاکونکې ناوړه اغېزې : هغه وخت منځته راځي چې د انرژي ډوزقيمت ديوه ټاکلي ليميټ څخه واوړي لکه دپوستکي سوروالی.
Deoxyribonucleic acid (DNA)	ډې اوکسي ريبونوکلېک اسيد - ډي.اين.اې. يا ژونځور: دحجرې په کروموزومو کې يو ډېرمهم ماليکول دی چې دحجرې دژوند سرليک اوجينېتيک ټول مالومات پکی خوندي دي . نوموړی ماليکول دحجرې دنده اوجوړښت کنترول کوي.
Dicentric Mutation	دوه پلازمينې موتېشن
Dose risk factor	د ډوز خطر ضريب
Dose	په طبابت کې د دواګانو واحدی او اندازه يې په يوه ګولی ښوول کيږي . په فيزيک کې هغه کچه انرژي ده چې په بدن اويا نورو اورګا نيزمو کې جذب (زېبښاک) شوې وي.
Double helix	ډي.اين.اې. تاوشوی غبرګ مزي
E	
Effective dose (1G ray= Gy)	اغېز من ډوز : مجموعه د حاصل ضرب دبدن هريوه غړي معادل ډوزاو دهم هغه غړي د وزن فکټور
Effective half life = T_{eff}	اغېز من نيمايي وخت: دبيالوژيکي او فزيکي وخت څخه منځ ته راځي.
Electromagnetic radiation	الکترو مقناطيسي وړانګې
Electron volt	الکترون ولټ: هغه انرژي ده چې د الکترون يوه ذره يې د يوولت پوتنسيال توپيرپه تېريدلوسره ترلاسه کوي
Element	عنصر : يوې کيمياوي سوچه مادې ته ويل کيږي چې په کيمياوی تګلاروسره په نوروبرخونه تجزيه کيږي.
Elementary particles	بنسټيز بځرکي: لکه الکترون و پروتون،نيوترون اونور.
Embryo	نطفه يا زيږوړی : دمورپه رحم (زېلانځ) کې هغه جنين دي چې وروسته يو ماشوم ورڅخه لويږي.
Energy dose (1Gray=Gy)	انرژي ډوزيا انرژي اندازه
Epidemiology	اپيديميولوژي : دطبي علومو هغه برخه ده چې په ولس کی دانتانونويانوروناروغيود خپريدلواو يا نه خپريدلواحصائيه او دهغوی دمخ نيولولارې چارې، لاملونه، خطرونه او په راتلونکي وخت کې ناوړه اغېزې ترڅېړنې اوغورلاندې نيسي.
Epidemiological cancer register statistic	د سرطان اپيد ېميولوژي احصائيې (شمېرې) پر ليکه کول.
Epidermis	د پوستکي پاسنۍ پټ چې دوينې رګونه نه لري.
Equivalent dose (1Sievert = Sv)	معادل ډوز: په نسجونوکې جذب شوې انرژي ډوز D ضرب د دوړانګوکواليټي فکټورQ

Erythem	د پوستکي سوروالی :دالتهاب لامله پوستکي ته وينه ډيره بهيږي (Hyperemia) اودپوستکي رينګ سور ګرځي
Excited state	هيجاني حالت : يواتوم اويايوماليکول دبهرنه انرژي ترلاسه کوي اوپه پايله کې يوالکترون لوړپوړي مدارته خيږي.
Exitation	داتوم تحريک کول :کله چي دفوتون وړانګي داتوم ا لکترون ته يوازي دومره انرژي انتقال کړي چي دخپل مدار څخه باندني لوړپوړي مدار ته وخيږي.
External Radiation	بهرني وړانګې : هغه وړانګي چي دبهرنه بدن ته ننوځي
	F
Fission	فيزيون (توټه کېدل) : کله چي يو دروندعنصرلکه U^{235} پخپل سروچوي اويا يو حرارتي نيوترون جذب کړي،نو په پايله کې چوي.په دي ترځ کي دوه سپک راديواکتيو عنصرونه اودوه يا دری نيوترونونه ، انرژي او ګاما وړانګې منځ ته راځي.
Force	قوه (ځواک) : هغه فزيکي کميت دی چي يو ساکن جسم وخوځوي اويا متحرک جسم ودروي اويا دهغه دخوځيدلو په لوري کې بدلون راولي اويا داچي دجسمونو په بڼه کي تغير راولي.
	G
Gamma rays	ګاما وړانګې: الکترومقناطيسي وړانګې دي چي اکسريز ته ورته دي خوانرژي يې دنوموړووړانګو په پرتله ډيره لوړه ده . کله چي د يوې راديواکتيف هستې څخه دبيتا او الفا وړانګې راووځي نوهغه نوې هسته سمدلاسه بنستيزاوترټولوټيټ انرژي ليول نه غوره کوي بلکې د هيجان (پارون) په حالت کي پريوځي .ددې لپاره چي نوموړې هسته د اضافه انرژي څخه ځان خلاص کړي ، نودګاما وړانګو په بڼه يې خپروي.
Gene	جين : دارثيت بيالوژيکي واحددی چي د کروموزومونوپرمخ په ځانګړوبرخو(لوکوس)کې پروت وي او هلته دحجرې په هکله هراړخيز مالومات خوندي ساتل شوی وي. دانسان په DNA کې دڅلويښت زرو څخه تر سل زرو پورې توپيرلرونکي جينونه شته .
Genetic cell	جنسي حجرې: دنارينه جنسي حجرې ته سپرم يامني(Sperm) او ښځينه جنسي حجرې ته هګۍ (Ovum) ويل کيږي .
Giga	يو ميليارد: يو مختاړی فکتور دی چي ديوه فزيکي کميت اندازه له: 10^9 = 1000000000 چنده سره انډول کوي.
Glioblastom	د ماغزو سرطان يوډول خبيثې ناروغۍ نوم دی.
Gray (1Gy = 1Joule/1 Kilogramm)	ګرې: يوژول انرژي تقسيم په يو کيلو ګرام کتله.
Ground state	بنستيز انرژي حالت : ديو اتوم ، ماليکول او يا ايون دانرژۍ بنستيزاو ترټولو لږ انرژي ليول.
	H

Half life = $T_{1/2}$	فيزيکي نيمايي وخت : هغه وخت دی چې په نومورې موده کې د يوه ټاکلي راديواکتيو عنصردهستوشمېردلومړني ياني پيل وخت هستوشمېرپه پرتله نيماي ته راولوېږي .
Half-value layer = HVL	نيمايي ارزښت پنډوالی : د يوې مادې هغه پنډوالي ته وايي چې دوړانګو شدت د هغې دتېريدلو څخه وروسته د لومړني شدت په پرتله د جذ ب کولوا وانعکاس په پايله کې نيمايي ته را کم کړي.
Hekto	سل
Henri Becquerel	يو فرا نسوی فيزيک پوه چې په ۱۸۹۲ م کال کې يې ديورانيوم معدني ډبرې راديواکتيويتې کشف کړه.
Herz (Hz = $1s^{-1}$)	هرڅ : دفريکونسي واحددی . کله چې يو اهتزاز(رپا) په يوه ثانيه کې تر سره شي نويو هرڅ ورته ويل کيږي.
Hippokrates	يويوناني درمل پوه چې لږ څه پينځه سوه کاله دميلاد له مخه ديونان اتڼ په ښار کې ژوند کولو.
Hydrocephalus	داوبوسر : په کوپړی کې دناروغی اويانيمګړې ولادت لامله دماغزومايع ډير توليداوپه پايله کې هلته دفشارډيرښت.
Hypoxic cell	له فزيولوژيکوا ړتياوڅخه په لږکچ کې نسجونوته داکسيجن رسيدلو کمښت چې نسجونوته دپوره وينې رسيدلوسره يوځای وي.
I	
Immune System	د بدن معافيتي سيستم :
Impulse Mass Spectrometer	ماس شپکټرومتر: يوه تخنيکي دستګا ه ده چې په خورا ډيره ټيټه کچه د يورانيوم ايزوټوپونو د پيژندلو په موخه کارول کيږي.
Incident photon	رالويدونکی فوتون: هغه فوتون چې اتوم ته ورننوځي.
Induction	اندکشن: راپارول يا ديوې ناروغۍ منځته راوستل
Ingestion	انجېسشن: د خوراک او څښاک له لارې بدن ته دموادورانيول.
Inhalation	اېنهالېشن: دتنفس له لارې د درملواو يا نوروشيانوبدن ته ننوتل
Interaction of radiation with matter	دمادې سره د وړانګو غبرګون
International Atomic Energy Agency = IAEA	اتومي انرژۍ نړيوال سازمان : په ۱۹۵۷ م کال کې داوتريش په هيوادکې منځ ته راغی او داتوم انرژۍ څخه دسولې کارولو په موخه دنړی هيوادونو سره مرسته کوي.
International Commisstion of Radiation Protection =ICRP	دايونايزونکو وړانګودخطر څخه دځان ساتنې نړيوال کميسيون
In vitro	دژوندي اورګانيزم څخه بهر: هغه تجربی چی د ژوندی اورگانيزم څخه بهرپه يوه لابراتوارکيتر سره کيږي
In vivo	په ژوندي اورګانيزم کې : ټول هرا ړخيزې تجربی چی په ژوندي اورگانيزم باندی او ياژونديوحجروباندی تر سره کيږي
Ion	يو اتوم او يا ما ليکول چې د الکترونوپه رانيولواويا بايللو سره يې يوبربښنايزچارج پيداکړی وي.

Ion dose (1C/kg)	دایونو ډوز چې واحد یې یوکولومب پریوکیلوګرام
Ionization	ایونایزیشن : یوه فیزیکي کړنلاره ده چې یو اتوم یا مالیکول یو بریښنایز چارج ګټي او یایې بایلي
Ionization Chamber	د بریښنایز چارجونو اندازه کولو اله
Ionizing radiation	ا یونایزوونکې وړانګې : هغو وړانګو اویا هستوي بخرکو ته ویل کیږي چې په یوه بیالوژیکي ماده کې دایونوجوړه منځته راولي . د بېلګې په ډول لکه د ګاما وړانګې، بېتا وړانګې اونیوترونه
Isomers	دیوې هستې هیجاني حالت چې نسبت نوروته اوږد عمرلري.
Isotopes	ایزوټوپ : دیوه اتوم هغه نوکلید چې دپروتونوشمېر یې سره یوشان خودنیوترونوشمېریې توپیر ولري.
J	
Joule = J	ژول : د انرژي واحد دی اومساوي دی له: واټ‌ضرب ثانیه
K	
Kathode	کتود : دیوه بریښنایزسرکټ دمنفي قطب برخه.
Kelvin (K)	کلوین : دتود وخې (حرارت) واحد
Kinetic energy = E_k	حرکي انرژي (خوځېدونکې) انرژي
L	
Laser rays	لیزروړانګې: داسې وړانګې دي چې یوډول څپې اورنګ لري
Letal Dose = LD_{50}	د وړانګو هغه اندازه چه پینځوس په سل کې وګړي وژني
Leukaemia	دوینې سرطان : دهډوکوپه ماغزوکې ناروغه ،غیرنورمال اونیمګړو سپین کرویاتو تولید چې خپله دنده نه شي تر سره کولای.
Leukippos	لویکیپوس یویونانی فیلوسوف چې څه ناڅه پینځه سوه کال دمیلاد نه له مخه یې داتوم نظریه راپیدا کړه
Light Water Reactor	دسپکو اوبو هستوي بټۍ
Linear Energy Transfer = LET	دانرژي سم سیخ یا خطي انتقال
Linear non threshold theory = LNT	سم سیخ لیمیټ نه لروونکی تیوري په ډاګه کوی چی دوړانګوخطردانرژي ډوز سره سم سیخ خطي تناسب لري. دا په دې ماناچې که وړانګې په ډیره ټیټه کچه هم وي بیا هم دروغتیا لپاره خطر لري اوله دې کبله کوم لاندنی برید نشته چې بې خطره وګڼل شي . نو ددې احتمال شته دی چې حتې یو فوتون هم دسرطان ناروغۍ راوپاروی
Linear Particle accelerator	دبخرکي خطي تعجیل (بیړه)کوونکې دستګاه
Linear Quadratic Theory	سم سیخ مربع تیوري
Lipid	وازده ، شحم

Logarithmus Naturalis = Ln	طبيعي لوګاريتم چي دقاعدې عد ديې: 2,71828 دی.
Longitudinal plane	په اوږدو سطحه
M	
Macrophages	دبدن په غړو کې ځانګړې حجرې دي چې دښمني (پردی) حجرې او مايکروبونه دانزايمو په مرسته سره له منځه وړي.
Magnetic moment	مقناطيسي مومېنټ
Malignant tumors	دنسجونوناوړه پړسوب چې بې پولې او بې بندديزه ستريږي او ګاونډ ي غړی ترفشارلاندې راولي او هم د بدن نوروبرخو ته غوړيږي
Mamma	ښځينه او يا نارينه تي
Mass Spectrometer	دکتلي شپکترومېتر: يوه فزيکي اله ده چې چارج لرونکي ذرې دمقناطيسي قواوپه مرسته دکتلي عدد اوچارج تناسب سره سم ديوه بل څخه بيلوي اودهرمرکب لپاره ځانګړی ويش ښيي.
Mega	مېګا: يو ميليون
Metastase	ميتا ستاز: سرطاني حجرې د بدن نوروبرخوته غزيږي
Mikro	يو مليونمه برخه (0,000001)
Milli	زرمه برخه = (10^{-3})
Milling/Refining	ديورانيوم اکسايد اوړه کول
Mitosis	ميتوزيس: د حجروډېرېښتی ويش
Mol (mol)	مول: دمادې اندازه کولوواحد. کله چې ديوه عنصراتومي وزن په ګرام سره وښيونو دمادې يو مول لاس ته راځي.
Mother nuclid	مورنی هسته
MRT= Magnetic Resonance Tomography	ماګنېتيک ريزونانس توموګرافي: يوه اله ده چې په نسجونو کې دپروتونومقناطيسي مومېنټ لوري ته موازي بڼه ورکوي اوپه پايله کې الکترومقناطيسي څپې خپروي چې دعکس اخيستلوپه مرسته دهمغه ځای ناروغو حجرو تشخيص کېدای شي
Mutation	موټېشن: دبدني او يا جنسي حجروپه ډي اين ايې کې بيالوژيکي اوکيمياوي بدلون ته وايي.
N	
Nano	يو په مليارده برخه = (10^{-9})
Natural radiation sources	د طبيعي وړانګو سرچينې
Natural radioactivity	طبيعي راديواکتيويتي
Neutrino = υe	نيوترينو: يوبنسټيز هستوي بخرکی دی چې بريښنايزچارج نه لري اودليپټونو Leptons ذروپه ډله کې شميرل کيږي
Nuclear energy levels	داتوم هستې دانرژي ليول

Nuclear force	هستوي قوه : هغه قوه چې داتوم په هسته کې د نوکليونولکه پرتونو اونيوترونو ترمنځ اغيزه کوي. اوهغوی ديوبل سره کلک يوځای ساتي
Nuclear medicine	هستوي طب: دناروغيودپيژندني اودرملني په موخه راديواکتيو ايزوټوپونه بدن ته پيچکاري کيږي اوبيا يې عکس اخيستل کيږي
Nuclear radiation	هستوي وړا نګې : هغه وړانګې چې داتوم هستې څخه خپريږي لکه دالفا، بيتا ، ګاما اوالفا وړانګې
Nuclear Energy	هستوي انرژي : کله چې ديورانيوم ۲۳۵هسته په حرارتي نيوترونو بمبارد شي نو په نتيجه کې د يورانيوم ۲۳۵ هسته په څو برخو جلا کيږي او په پايله کې په منځني ډول د دوو نه تر دريو پوري نيوترونه ازاديږي او ۲۰۰ميګا الکترون ولته انرژي ترلاسه کيږي.
Nuclear Reactor	هستوي بټۍ: دبرېښنا د توليد په موخه يوه هستوي دستګاه ده چې هلته تر کنټرول لاندې يو چاوديدونکی ځنځيري هستوي تعامل صورت نيسي اوپخپله پاينبت مومي.
Nuclear reaction	هستوي تعامل: کله چې يوه لوړ انرژي ذره لکه پروتون، نيوترون، پروتون او نور په يوه نښه (Target) لکه داتوم په يوه هسته ولګيږي اوپه پايله کې دغه هسته وچوي اونورې ذرې، ګاما وړانګې، الکترومقناطيسي وړانګې اوراديونوکليد مينځ ته راشي
Nucleid	نوکليد : هغه اتوم چې داتوم نمبر، اتوم کتلې او انرژي ليول په مرسته پېژندل شوی او ځانګړی شوی وي.
Nucleus	هسته : داتوم د منځ مثبت چارج شوې تر ټولوټينګې،نغښتې ، درندې برخې ته ويل کيږي چې دپروتونو اونيوترونو څخه جوړه ده.
O	
Orbits	مدارونه يا پيرونه : داتوم باندنی برخه داوريځې بڼه لري چې الکترونونه پکې پريوتې دي اودهستې په چاپيره په ټاکلي واټن اوقشر کې خرڅيدونکی حرکت ترسره کوي.
Organ Dose	دغړي ډوز: دبدن ديوه غړي ډوزH_T هغه انرژي ده چې د بدن په يوه ټاکلي غړي کې جذب شوي.
P	
Pair Production	د جوړه بخرکو پيدابښت : داتوم هستې ته دفوتون وړانګې ور ننوځي اوهلته خپله ټوله حرکي انرژي له لاسه ورکوي اوپه کتله اوړي . په پايله کې يومنفي چارج لرونکی الکترون او يومثبت چارج لرونکی الکترون يا ني پوزيترون (Positron) ورڅخه پيدا کيږي
Particles radiation	د ذرو يا بخرکو وړانګې: لکه الفا ذره ،الکترون، نيوترون
Pb= Plumbum	يو فلزدی چې سرپ ورته وايي
Pellets	ټوټۍ يا مردکي ، فلزي کوچني غونډاري
Photon	فوټون : د يوناني ژبې کلمه ده چې مانا يې رڼا ده . فوټون

	دالکترومقناطيسي وړانګو واحد دی چې دنورانرژۍ ترټولو کوچنۍ ذره تشکيلوي . يوفوتون بريښنايز چارج اودسکون انرژي نه لري او تل دنورپه سرعت سره حرکت کوي.
Photon radiation	د فوتون وړانګې
Pico	لس په طاقت د منفي دوولس = (10^{-12})
Positron	پوزيترون : يوهستوي بخرکی دی چې کتله يې دالکترون سره برابره خومثبت بريښنايزچارج لري:
Positron Emmission Tomography = PET	پوزيترون ايميزيون توموګراف : دهستوي طب يوه فيزيکي کړنلاره ده چې دسرطان ناروغيو په پېژندنه کې کارول کيږي . دنومورې موخې لپاره ناروغ ته يو راديواکتيوايزوټوپ لکه کاربن يوولس، نايتروجن ديارلس، اکسيجن پينځلس اوفلور اتلس نوکليد په رګونوکې ور پيچکاري کيږي . نوموړي نوکليد ونه په هغو نسجونو کې چې د سرطان په ناروغي ، انتاني ناروغۍ اخته وي او يا التهاب ولري دنوروپه پر تله ډېرجذب (زيښناک) کيږي. څرنګه چې نوموړي ايزوټوپونه د پوزيترون ذرې خپروي او د بدن څخه بهرته را وتلای شي نوديوه ديديکتورپه مرسته سره اندازه کېدلای شي.
Proton	پروتون : داتوم هستې يو ه بنستيزه ذره ده چې مثبت بريښنايزچارج لري او کتله يې مساوي ده kg $1{,}673 \times 10^{-27}$
Profelax	پروفيلا کس : ټولې هغه کړنلارې لکه واکسين، درمل خوړل، ځانګړی خوراک اونورې لارې چارې چې ديوې ناروغۍ دمخ نيوې په موخه پخوا پيل کيږي.
Prostata	پروستا تا غده
Q	
Quality Factor = Q_R	کوالټي فکټوريا دوړانګو دوزن فکټور: دتوپير لرونکو وړانګو بيالوژيکي اغېز ي په پام کې نيسي دبېلګې په ډول که يوه ناروغ ته د ګاما وړانګو پر ځای الفا وړانګې ورکړشي نودمعادل ډوز په مرسته يې د خطرکچه اټکل کو لای شو.
Quant	کوانت: دالکترو مقنا طيسي وړانګود انرژي تر ټولو کوچنۍ اندازه ده چې دخپريدلوورتيا لري اوانرژي يې مساوي ده له حاصل ضرب فريکوينسي اودپلانک ثابت عدد . د بېلګې په ډول لکه دنورکوانت (فوتون کوانت)، د ګاما کوانت، اکسريزکوانت (رونتګن کوانت)
R	
Radiation Attenuation law	په ماده کې دوړانګود کمزورتيا قانون
Radiation Measurement	دوړانګو اندازه کول

Radiation Physics Terminology	دراديوفيزيک نومونپوهنه
Radiation Protection	دوړانګو دخطرڅخه دځان ساتنه
Radiation sickness syndrome	دوړانګو دناروغۍ سينډروم : لکه خواګرزيدنه،ستومانه کيدل ،کانګزکول ، نس ناسته ، داوښتانوتويېدل اونور
Radio sensetive cell	دوړانګو پروړاندې حساسيت لرونکي حجري لکه نخاع شوکي اوتولي ډيري وېشونکي جنسي او بدني حجري.
Radioactive decay	راديواکتيف تجزيه: يوه داسې کړنلاره ده چې ديوه ناټينګ اتوم هسته خپله اضافګي انرژي دبخرکو اويا الکترومقناطيسي وړانګوپه توګه خپروي.
Radiobiolgy	وړانګو بيالوژي : دطبيعي علوموهغه څانګه ده چې په يوه بيالوژيکي ماده کې دايونايزوونکو اونه ايونايزوونکووړانګوهراخيز غبرګون ترڅيړني لاندې نيسي.
Ralative biological effectiveness = RBE	نسبي بيالوژ يکي اغيزمن ضريب : په نسجونوکې دکوبا لټ شپيته راديواکتيو عنصر د مقايسه کوونکو وړانګو يا د ستاندارد (Standard) وړانګو اودڅېړونکو وړانګوانرژي اندازې د حاصل تقسيم (وېش پايلي) سره مساوي دی
Radiocarbon Methode	دراديو کاربن طريقه : يوه داسې کړنلاره ده چې دراديواکتيو طبيعي کاربن دوولس ايزوټوپ په مرسته د لرغونوعضوي ، جيالوجي اولرګيز مجسمو اونمونود عمر موده ټاکل کيږي.
Radiological weapons	راديولوژيکي اويا د يورانيوم وسلې : هغه وسلې دي چې دخوارشوي يورانيوم اويا د هستوي بټۍ د سونګ فاضله موادوڅخه جوړيږي اوهستوي وړانګې خپروي.
Radiolyse	د وړانګوتجزيه : دوړانګواوهستوي بخرکو په واسطه ديوه عضوي مرکب ماليکولونو بيلول اوپه ايونواو اتومونوتجزيه کول.لکه داوبويوماليکول په هايدروجن اواکسيجن تجزيه.
Radiophysics	دوړانګو فيزيک : په ماده کې دالکترومقناطيسي وړانګوهراړخيز فزيکي غبرګون ترڅېړني لاندې نيسي.
Radiotherapy	دوړانګوپه واسطه درملنه:لکه اکسريز ، فوتون وانګې ، پروتون
Radiation Range	د وړانګو دخپريدلوواټن
Recombination	دايونواويا ماليکولونوبيرته يو ځای کېدل
Regeneration	بيرته پوره کيدل، بيرته جوړيدل ، بيرته رغونه
Retina	د سترګې ترڅټ پوستکی (دسترګوشبکه)
Röntgen	رونتګن : يو جرمنی فيزيک پوه چې په ۱۸۹۵ م کال کې يې د اکسريزوړانګې کشف کړې
Röntgen unit =R	رونتګن واحد : يو رونتګن په يو کيلو ګرام وچه هواکې دايوناېز کونکو وړانګو په وا سطه پيداشوي بريښنايز چارجونه دي چې

	قیمت یې لږ څه دوه نیم په لس زرمه برخه د کولومب ده. (1R= 2,58×10^{-4})
S	
Sagittal plane	د بدن په اوږدو سطحه
Screen	دتلویزیون اویا کمپیوتر پرده
Shell	قشر ، مدار، کرښې،
Sievert	سیورت: د معادل ډوز واحد سیورت دی اودتوپیرلرونکو وړانګو زیان په پام کې نیسي . نوموړی واحدپه بدن کې دجذب شوې انرژۍ ډوز او د کوالیتي فکتور د حاصل ضرب څخه تر لاسه کیږي.
Single strand break	دډي این اي یوه مزي یا هیلکس پرې کېدل
Somatic cell	بدني حجرې: پرته له جنسي حجرو د بدن ټولو حجروته ویل کیږي.
Somatic Mutation	دنورمال جوړښت څخه د بدني حجروهر اړخیزبدلون یا موتېشن
Spectrum	شپیکټرم یا طیف او یا وړانګویش: دوړانګوټولو څپي برخه ده چې د پورتني برید نه تر ښکته برید پورې پکې وي. دبېلګې په ډول لکه د کازمیکي وړانګوڅپو څخه تر رادیو څپو پورې.
Spectroscopy	شپیکټروسکوپي: دفیزیکي او کیمیا وي کړنلارو په مرسته سره دمادې دیوې نمونې مالیکولي جوړښت، دوړانګوطیف تحلیل اوترکیب رابرسیره کوي
Spontaneous cancer	دسرطان هغه ناروغیوته وایي چې بې له کوم څرګند لامل په طبیعي ډول یوه ناڅاپه او پخپله پیدا کیږي.
Staging systems	دسرطان ناروغۍ درجه بندي: دخبیثي سرطان ناروغۍ ستروالي اود بدن نورو برخو ته دغوریدلو درجې سیستم څرګندوي.
Stimulate	هیجان، داتوم را پارول
Stochastic effects	ستو خاستیک اغېزې: د وړانګو تصادفي زیان ته ویل کیږي چې د پېښیدلواحتمال یې دوړانګوډوز سره سم سیخ پورته ځي اودوړانګوکوم ټاکلی ټیټ لیمیټ نه لري. دوړانګو نوموړی زیان په کالونو وروسته منځته راځي. د بېلګې په ډول لکه دسرطان ناروغي.
System International de Units = SI	دواحدونو نړیوال سیستم
T	
T cell leukaemia	د وینې ټي ډوله حجرو سرطان
Target	نښه: په رادیودرملنه کې دسرطاني نسجونو کتله اوحجم
Tenth-value layer = TVL	لسم ارزښت پنډوالی : دیوې مادې هغه پنډوالی دی چې دلویدونکو وړانګوشدت لسمه برخه ورڅخه تیریږي.
Terrestric radiation	دځمکې لاندې وړانګې چې درادیواکتیو عنصرونوڅخه خپریږي
Therapy	درملنه یاعلاج
Thyroid Cancer	تایروئید سرطان ناروغۍ.

TNT (Trinitrotoluene)	تي اين تي : د کيمياوي او يا هستوي انرژي هغه کچه راښئي چې په يوه چاودنه کې د تودوخې په شکل منځته راځي. دبېلګې په ډول يو کيلو ګرام تي اين تي د لږ څه څلورنيم مليونوژول ميخانيکي انرژي سره سمون لري.
Trisomie 21	ترېزومي يوويشت : ديوې جنسي حجرې دموتېشن يوډول دی چې په اولادونوکې يې د بدن په ټولو حجروکې يوويشتم کروموزوم ديوې جوړې پرځای درې واره پيدا کيږي.
Tumor	تومور : دبدن نسجونو هرډول اړخيزپړسوب ، د حجم اوکتلې غټوالي ته ويل کيږي. لکه التهاب او د سرطاني نسجونو بې کنترولې ويشتوب
Tumorsuppressorprotein	په بدن کې يولړپروټېين شته دي چې د سرطان ناروغۍ دمنځته راتلومخ نيوي کوي . دبېلګې په ډول لکه P53 پروټين چې په اوولسم کروموزوم کې ديوه جين په مرسته جوړيږي.
U	
Uranium enrichment	يورانيوم بډاي کول : په طبيعي يورانيوم کې ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش سليزې برخې ډېرول اوغني کول.
Urine	متيازې ، ادرار
Uterus carcinom	درحم سرطان (زيلانځې سرطان)
V	
W	
Watt	واټ : دقدرت واحد دی . په ميخانيک کې يوژول انرژي تقسيم په ثانيه او يا يوواټ مساوي دی له: يوولټ ضرب امپير.
World Health Organization = WHO	دنړيوال روغتيا سازمان
X	
X – Bremsstrahlen	برېمز وړانګې : کله چې لوړانرژي الکترونونه ديودرانده عنصر لکه ولفرام اتوم هستې څخه ډېرنږدې تېريږي نودکولومب قواودغبرګون له کبله هستې خواته څکول کيږي اودخپل لوري څخه کاږه کيږي. په دې ترڅ کې الکترونونه درول کيږي او ټوله انرژي له لاسه ورکوي. په پايله کې دبريک وړانګې منځ ته راځي.
X-ray tube	اکسريز دستګاه: يوه فزيکي اله ده چې اکسريزمنځ ته راځي.
X-rays	اکسريز يا رونتګن وړانګې : الکترومقناطيسي وړانګې دي چې دنور وړانګو څخه يې انرژي لوړه ده . دنوموړو وړانګو څخه په طبابت کې دناروغيو د پيژندلو او درملني په موخه ګټه اخېستل کيږي.
Z	
Zygote	نطفه يا زيږوری : دنارينه او ښځينه جنسي حجرودګډيدو څخه زيږنده حجره . القاح شوې زړی.

Subject index

داصطلاحاتو لړلیک

الف	
اتوم،۱۷،۱۱،	الفا ذري انرژي،۵۲
اتوم بم،۱۷،۲،	الکترو مقناطیسي وړانګې،۵۳
اتوم هسته،۱۸،۱۹،۲	انتي نیوترینو ،۵۹
اتوم تحریک ،۳۷۲،۲۳،	الفا تجزیه،۲۱
اتوم قانون،۱۲۷،۹	اکسریز عکس،۷۴
اتوم کتله،۱۱	ارتجاعي ضربه،۸۳،
اتوم کتلي واحد ،،۱۲،۷	ایون ډوز،۱۰۰،۹۸،۹۲،۹۵،
اتوم مطلقه کتله،،۱۳،۱۴	ایونایزیشن چمبر،۵۲،۹۸،
اتوم موډل،۱۸،۱۷	اکسریز آله ،۹۹،
اتوم نسبي (پرتلیز) کتله،۱۴،۱۲	انرژي ډوز،۱۹۲،۱۱۲،۱۰۹،۱۰۰
اتوم نمبر،۲۱،۲۸	اغیز من معادل ډوز ،۱۲۸،۱۱۹،۱۱۸
اتومي انرژي،۲۴۱،۱۲۷،۲	انرژي ډوز قدرت،۱۰۵،
اتومي بتی،۱۲۷،۲۵۲،	انرژي خطي انتقال ،۱۲۲،۱۲۱،
امپیرمتر،۳۸۱،۹۹،۵	انتشار فاصله،۱۲۵،
اتومي وزن،۱۲	اوبو تجزیه،۱۳۲،
اتومي وسلې،۳۴۸،۲۷۰،	آزاد رادیکال،۱۳۵،
اغیزمن دوز،۱۵۴،۱۱۹،	اوبه زني الکترون،۱۳۰
الفا تجزیه،۲۰،۷۷،۲۱،۳۲۷	اپیتیل نسجونه،۱۳۹،
الفا ذره،۷۰،۲۳،۲۱،	اپوپتوزیس،۱۴۳،۱۴۲،
الکترومقناطیسي وړانګې،۵۷،۵۴	اونکوجین،۱۵۲،
اتوم شعاع،۸	اتومي انرژي قانون،۱۲۷،
الکترون،۷۴،۱۸،۷۰	ایزوټوپ،۱۷۲
الکترون ولټ،۷۷،۷۳،۷۱	ایروزول،۱۸۰،
اتوم مدار،۲۱،	اینشټاین، ۱۷۴،
اووګادروعدد ،۱۳،۳۲،۱۲	ایروتیم،۲۰۸،۲۰۴،
ایزوټوپ،۷،۵۸،۴۳،۳۹،۳۲	اورګانوګینیزیس،۲۲۱
ایزوټون،۷	الارا پرنسیپ ،۲۴۵

ایزوبار، ۷	اېپي ډېميولوجي، ۲۴۱، ۳۵۱
ایکسپونینسیال تابع، ۱۴	اېپي ډېميولوجي شميرنه، ۳۵۱
ایکسرېز، ۱۸۵، ۲۱،	اتوم جوړښت، ۱۷،
ایونایزیشن، ۱۵، ۵۲	اتوم کلمه، ۱۷
اتومي انرژۍ سازمان، ۲۲۱، ۱۷۷،	ایونایزیشن انرژي، ۵۲
اکتیویتي واحد، ۳۱	اتوم او قرآن، ۱۷
اویلرعدد، ۳۴	اریستوټیل، ۱۸
اکسپونینسیال تابع، ۳۵	اتوم موډل نیلزبور، ۱۹، ۱۸
اغېز من نيمايي وخت، ۴۵	الکتروستاتیک قوه، ۱۹،
الفا وړانګې کتله، ۵۱،	انرژي طيف، ۲۱
ب	
بلاستوګینېزیس، ۲۲۱	بنسټيز واحد، ۱
بحراني کتله، ۱۲۵،	بیټاانرژي، ۲۴۴، ۱۲۹، ۶۹
بدن اناتومي محورونه، ۳۴۳	بوراتوم موډل، ۱۹، ۱۸
براګ کلېمن قانون، ۱۲۲،	براګ کلېمن قانون، ۱۲۲
بریډرهستوي بټۍ، ۱۵۸،	بیوپسي، ۱۹۵،
بریمز وړانګې ۷۴، ۷۱	بیو کیمیاو تعامل، ۱۹۵
بهرنۍ وړانګې، ۱۸۰،	بیالوژیکي اغیزې، ۳۴۹، ۱۱۴، ۳۴۲
بیا لوژیکي ډوزیمتري، ۲۸۴، ۲۸۵،	بایستنډراغیزه، ۳۴۹،
بخرکوړانګې، ۵۳	بیالوژیکي بدلون، ۳۲۲،
بیالوژیکي نیمایي وخت، ۴۵	بیومالیکول، ۳۲۲،
بیټا تجزیه، ۲۵، ۲۴	بیالوژي، ۹
بیټا وړانګې، ۷۲، ۵۱، ۳۲۰	بیالوژیکي نمونه، ۳۲،
بیکاریل، ۲۲، ۲۴۰	بیالوژیکي غبرګون، ۱۳۱
بینیګن پړسوب، ۳۲۲	بیټا ذره، ۵۲، ۸۲،
بېټا مثبت تجزیه، ۲۵	بیټا وړانګو انرژي، ۱۱
پ	
پلوتونیم، ۲۸	پروتون، ۵۹، ۳۰، ۲۷، ۲۵
پلازما، ۲۸۷	پاراسېلزیوس، ۹۵،
پلازما کتلې شپکتروسکوپي، ۲۸۲	پلانک ثابته، ۵۲، ۲۱
پلانک ثابته، ۵۲	پروتون کتله، ۸، ۵
پلوتونیم، ۱۵۸، ۱۵۷،	پي میزون، ۵۳،
پلورادیواکتیو سلسله، ۲۸	پي پي ایم، ۲۸۹
پوزیټرون، ۲۵، ۳۷۸، ۸۱، ۳۰،	پي میزون، ۳۰
پولي مېرازې انزایم، ۲۲۰	پیښلبلبنډي، ۱۲۷،
ت	
تایراید، ۳۳۸، ۱۵۳	تجزیې ثابت، ۳۸

تجزيې ثابت ،۳۸	تخنېسيم نيمايي وخت،۳۸
تخنبسيم،۳۷	ترا نسمپسيون۹۲ ،
ترا نسمپسيون۹۲ ،	تريزومي،۲۱۱ ،
تريزومي،۲۱۱ ،	توريم راديو اکتيو سلسله،۲۸
توريم راديو اکتيو سلسله،۲۸	تومور ،۱۴۷،
تومور ،۱۴۷،	تومورسپريسرجين،۱۵۰،۱۵۲،
تومورسپريسرجين،۱۵۰،۱۵۲،	تومورمارکر،۳۳۷
تومورمارکر،۳۳۷	ټرون انرژي ،۷۵،۷۸،۲۸،
ټرون انرژي ،۷۵،۷۸،۲۸،	تومور مخه نيوونکی جين،۱۴۸
ټ	
ټي اين ايم سيستم ،۳۳۵	ټيټه کچه وړانګې،۳۴۸،۳۴۲
ټيټې کچې اغېزمن ډوز،۲۵۲	ټيټ ليول،۳۷۳ ،
ټی ان ټي ،۱۷۸،۲۲۸،۳۸۰ ،	ټيټ لېمبټ،۳۸۰
ټي اين ايم سيستم،۳۳۵ ،	ټي حجرې سرطان،۳۸۰
ټي انټي هستوي انرژي،۲	ټي ان ټي معادل حرارتي انرژي،۵
ټيټ مدار ،۱۹	دټيټ فريکونس برخه،۵۷
ج	
جوړه ذرو پيدا ينبت،۸۰، ۱۳۰،۷۸،	جوړه ايونونه،۷۲
جنېټيک موتيشن،۲۰۹ ،	جوړه مثبت ايونو اوالکترونو ،۹۲
جين تېراپي،۳۳۸	جوړه چارجونو ،۹۹
جنسي حجرې،۱۳۹،	جين،۲۵۱،۲۱۵،۲۰۵،
جينيټيک وروستی اغيزې،۲۳۳	جين حجرې،۳۳۱
جين نمبردې پينځوس،۱۴۸،	جول،۱۰۱
ح	
حجره (ژونکه) ،۱۳۷،	حجرې کثافت،۱۲۳
حجرې چيک پوينټ،۱۴۰،	حجرې حجم،۱۲۳
حجرې ګرزيدونکي پړاوونه،۱۴۰ ،	حجرې راديولايزيشن،۱۳۲
دحجرې ډي اين ايDNA ،۱۳۵	حجرې جوړښت،۱۳۷
خ	
خطي طيف،۳۷۹،۲۸۲	خنثي ليول،۱۳۲
خطي تعجيل کوونکی،۷۱،	خپلواک راديکال ،۱۳۲
خطر اټکل،۱۰۹،	خنثی ماليکول،۱۳۲
خطر احتمال،۱۱۸	خطي شپکترم،۲۸۲
د	
دويترون،۱۵	ديد کمښت،۱۲۸
درندې اوبه،۱۵	دوه مرکزه موتيشن،۲۱۰،
دلتا الکترون،۸۳،	ديديکتور،۲۸۳،۲۰۴

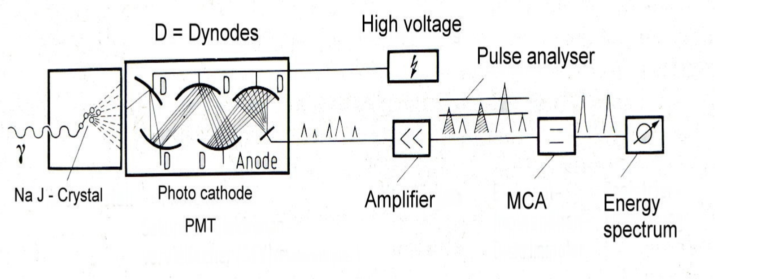
ډبل انرژي ډوز، ۲۱۳،	ډي اين اې. غبرګ تارونوپرې کيدل، ۲۱۲
ډبل سترانګ، ۲۱۷، ۲۱۲	ډي اين اې کريک واټسن موډل، ۱۵۲،
ډبل هيليکس، ۲۱۷، ۲۱۲	ډي.اين.اې.هيليکس ، ۱۳۸، ۱۳۸،
ډوزضريب، ۱۷۴	ډي اوکسي ريبونوکلېک اسيد ، ۱۳۸، ۱،
ډوز، ۹۵،	ډي اين اې ، ۱۴۰، ۱، ۱۳۸،
ډوزخطرضريب، ۲۷۳	ډوزيمتري، ۹۵
ډبل وخت، ۳۲۹	ډبل حجم، ۳۲۹
ر	
راډون، ۲۵۷، ۲۵۲، ۲۰۱،	راډيواکتيف، ۵۱، ۳۷، ۲۲
راډيواکتيويتي، ۲۹، ۳۲، ۲۲	راډيواکتيو سلسلې، ۲۸
راډيم، ۲۷،	راډيو تېراپي، ۳۳۸
راډيو اکتيو قانون، ۳۴	راډيولوژيکي وسلې، ۱۲۷،
راډيو اکتيوتجزيه، ۲۹	راډيوم، ۱۸۴،
راډيو ايزوټوپ	رونتګن وړانګې، ۲۴۸، ۷۳، ۷۲، ۷۱
س	
سرطان ناروغي، ۲۴۰، ۲۱۷، ۲۰۵، ۱۸۲	سيمولاسيون ټکنالوژي، ۳۴۰
سپکو اوبو بتۍ، ۱۲۰،	سيورت، ۱۲۹، ۱۲۰، ۱۱۸، ۱۱۵،
سپکې اوبه، ۱۵	ستيم ججرې، ۱۳۹
سرطان ناروغۍ جين، ۳۱۲، ۲۵۷، ۲۵۵	سيکلوترون، ۱۲، ۸۱،
سرطان ناروغۍ ړومبۍ شکمنې نښې، ۳۴۲	سوپر نووا ، ۱۵۲، ۱۵۵،
سره کرويات، ۱۳۹،	سوماتيک حجرې ، ۱۳۹
سم سيخ ايونايزوونکې وړانګې ، ۵۳	سوماتيک موتيشن، ۲۰۹،
سم سيخ ليميټ نه لروونکې تيوري، ۲۷۱، ۲۲۲	سم سيخ مربع تيوري، ۲۲۳
ط	
طبيعي راډيواکتيويتي، ۲۲	طبيعي سرچينې، ۳۲۴،
طبيعي لوګاريتم ، ۳۴	طبيعي راډيو اکتيومواد ، ۲۸
طبيعي يورانيوم ، ۱۵۲، ۱۵۵،	طبيعي راډيو اکتيو عنصر، ۲۵۳
طبيعي وړانګې، ۲۵۱	طبيعي راډيواکتيو سلسله، ۲۸
غِ	
خوارشوي يورانيوم، ۱۲۲، ۱۲۵، ۱۷۱، ۱۷۰	غړې ډوز، ۱۱۷، ۱۱۲،
ف	
فوتو اغيزه، ۱۳۰، ۷۸،	فوتون انرژي، ۵۲
راډيواکتيو باران(فال اوټ)، ۲۲۹	فوتون وړانګې، ۵۳
فيزيکي نيمايي وخت	فوزيون، ۱۸۴،
فيزيکي نيمايي وخت، ۳۴	فيلا دلفيا کروموزوم، ۱۵۰،
فلوريسينس تګلاره ، ۲۸۵	فيتوګينېزيس، ۲۲۱

فوتون،۲۱، ۱۹	فوتون متمادي طيف،۲۲
ک	
کولومب قوه،۳۰	کروموزوم،۱۳۸،
کازمیکي وړانګې،۲۵۱	کارسینوجینیک ،۱۷۰،
کتلي نمبر،۲۱، ۱۹،۱۱	ککړتیا وړانګې،۱۹۰،
کوانت،۳۷۸،۲۸۲،۲۲،	ککړتیا ،۱۹۹،
کیوري،۳۱، ۳،	کاتارکټ ناروغي،۲۰۷،
کیلوبیکاریل،۳۱	کازمیکي وړانګې ،۲۵۱
کازمیکي وړانګې،۴۳	کولېکتیوډوز،۲۷۲
کلوډ چېمبر،۵۲	کتلي شپېکترومتر،۲۸۸
خپریدلو واټن،۵۹	کانسر،۳۰۱
دوړانګو کمزورتیا قانون،۸۳	کمپیوتر توموګرافي،۳۰۱
کمزورتیا فکتور،۸۷،۸۵	کیمیاوي تېراپي،۳۳۸
کمزورتیا خطي ضریب،۸۸،۸۵	کوالیتي فکتور،۱۱۵
کتلي کمزورتیا ضریب،۸۷ ،۸۹،۸۸	کتلي دروونکی قدرت،۱۲۵،
کمپټون اغېزه،۷۹، ۱۳۰،	کیمیاوي ډوزیمتري،۱۳۶،
کوبالټ شپیته ،۳۷۹،۲۹۲،۱۲۸،	کلونوګېنیک مړینه ،۱۴۳،
ګ	
ګاما شپیکټرومېټري،۱۲۷،	ګراف،۸۹،
ګرې،۱۱۰،۱۰۳،۱۰۲،	ګرې تقسیم په وخت،۹۰
ګلف سیندروم،۱۸۳،۱۷۰،	ګرام پرسانتي متر مربع،۹۳
ل	
لسم ارزښت پنډوالی ،۹۱،۹۲	لوړ فشار او بوټي ،۱۲۰،
لارمور فریکونسي ،۳۰۹	لوړې کچې اغېز من ډوز ،۲۵۲
لومفوسیت،۲۱۲،	لیتال ډوز،۱۲۸،
م	
مدار،۲۱،۱۹،۱۸	متمادي طیف،۵۴،۴۸،۲۱
میګا بیکاریل،۱۰۹،	مخصوصه ایونایزیشن،۱۲۵،۱۲۴،
ماري کیوري،۲۷	مخصوصه رادیواکتیویتي،۱۷۴،۳۲،
مالیګن پرسوب،۳۲۲	مشخصه طیف۲۲،
مایکروخپې،۵۲،۵۳،۹۴	معادل انرژي ډوز،۱۲۹،۲۰۰،
مایوزیس،۱۳۹،	مقناطیسي ریزونانس توموګرافي ،۳۰۴
مایوزیس،۲۰۹،۱۳۹،	ملي سیورت،۱۲۸،۱۱۷،۱۰۷
ملي کیوري، ،۴۱،۲۵۸	مولارکتلي وزن،۳۸
منځنی وخت،۴۰	موډراتور،۱۵
مولتیپل میولوما ،۳۳۷	میرمن کیوري،۱۸۵ ،۷۵،۳۷۲

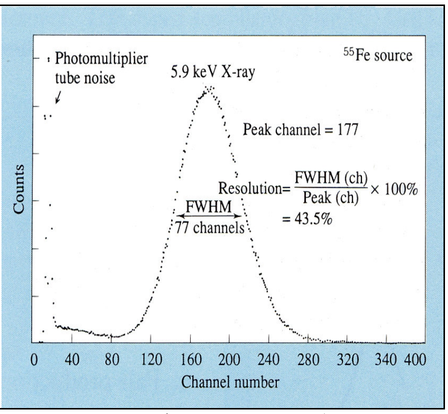
موتوجينيک ،۱۷۰،	ميتاستاز،۳۲۲
موتيشن،۲۲،۱۹۵،۱۵۳، ،۱۱۴،۱۳	ميتوليشن،۱۹۲،
مول،۳۲،۱۴،۱۲	متمادي طيف، ۲۲،
ملي سيورت،۱۸۲،۱۱۰،۱۰۵	ملي گرې،۱۱۵،
ن	
نوکليد ،۲۷،۱۷۲	نيپتونيم،۱۵۸،
نسبي (پرتليز) بيالوژيکي اغېز منتيا ،۱۲۷،	نيکروزيس،۱۴۲،
نسجونو وزن فکتور ،۱۲۰،۱۲۱،۱۱۸،	نيمايي عمر،۲۸
نسجونو خراب ډوله پړسوب،۳۲۱	نيمايي پنډوالي، ۸۹،
نطفه،۲۲۱	ناسم سيخ ايونايزوونکې وړانگې، ۵۳
ننه وړانگې،۱۹۰،	نورسرعت (چټکتيا) ،۵۵
نه ايونايزوونکې وړانگې، ۵۳	نوکليد چارت ،۳۲۲،۷۲،۷۵،
ه	
هارمون تېراپي،۳۳۸	هستوي ځنځيري تعامل،۱۲۵،
هايدروسېفالوس، ۲۲۳	هستوې بتې سونگ مواد ،۱۲۵،
هايدروجن پر اکسايد ،۱۴۸،	هستوي طب، ۲۵۳
هسته، ۱۸۲، ۱۵۷، ۱۳۸، ۱۳۷	هستوي قوه، ۳۰
هستوي ازمويني،۲۳۱، ۲۳۰	هستوي وړانگې، ۵۸
هستوي انرژي، ۱۲۲،	هستوي بتي، ۱۵۹،
هستې ريزونانس ،۳۱۰	هستوي چاودنه، ۱۲۲، ۲۸، ۲۳
هورمېزيس موډل ، ۲۲۳	هيرسيپټين، ۲۹۹
هډوکو سرطان ،۱۸۵،	هېنري بېکاريل ،۱۸۵،
و	
وړانگې،۵۱، ۲۸، ۲۴، ۱۸، ۱۵	وړانگو درملنه،۳۴۱، ۳۳۹،
وينې سرطان،۱۹۴،۱۵۰،	وړانگو ستوخاستيک اغيزې، ۲۴۰، ۲۰۷، ۲۰۲، ۲۰۵،
وړانگو اغيزې، ۱۳۰،	وړانگو فيزيکي اغيزې، ۱۴۸، ۱۳۰،
وړانگو اندازه کول، ۱۳۰،	وړانگو کلنۍ ډوز، ۲۷۳، ۲۴۷، ۲۴۵،
وړانگو انرژي، ۱۳۰، ۱۲۸، ۱۲۷،	وړانگو کواليټي فکتور، ۱۹۹،
وړانگو بايستېندر اغېزه، ۳۵۰، ۲۲۵،	وړانگو ناروغۍ زيندروم، ۲۳۸، ۲۳۴، ۲۲۸، ۲۲۲
وړانگو بيالوژي	وړانگو ناروغۍ زيندروم، ۲۳۸، ۲۳۴، ۲۳۳
وړانگو خطر نه ژغورنه، ۲۴۲، ۲۴۲،	وړانگو ناوړه اغيزې، ۲۲۲، ۲۲۴، ۲۲۲، ۲۲۰، ۲۵۵،
وړانگو خطر، ۲۲۲، ۲۵۲، ۲۰۳،	وړانگو نه ساتنه، ۲۴۲، ۲۴۲، ۲۴۰،
وړانگو دخطر مطلق موډل، ۲۲۹، ۲۲۸،	وړانگو ناسم سيخ اغيزې، ۱۴۷، ۱۴۲،
وړانگو وزن فکتور ۲۴۴، ۱۱۸،	وړانگو اندازه کولو تګلارې، ۲۹۸، ۲۸۲، ۲۸۴، ۲۸۳،
وړانگو ډوزاو دواټن مربع قا نون، ۱۰۹،	وړانگو انرژي ډوز، ۲۲۲، ۲۵۳، ۲۱۲، ۲۰۴،
وړانگو بيالوژيکي اغېزې ،۱۴۸، ۱۳۲،	وړانگو زهرجنې اغيزې، ۱۸۵،
وړانگو بيالوژي، ۱۲۲، ۱۲۲،	وړانگو ژروړانۍ، ۲۱۰،

وړانګوتصادفي اغيزه،۱۵۴،۲۷۴،	وړانګوسرچينې،۲۵۱،
وړانګو تېراتوګين اغيزې،۲۲۲،	وړانګوسم سيخ اغيزې،۱۴۷،۱۴۵،۱۴۲
وړانګود خطرنسبي (پرتليز) موډل،۲۲۸،۲۲۹،	وړانګوسوماتيک وړانې،۲۱۰،
وړانګودخپروني واټن،۱۲۲،	وړانګوفيزيک
وړانګوکمزورتيا قانون،۲۴۴،۸۴	وړانګوکمزورتيا قانون،۲۴۴،۸۴
وړانګوکيمياوي اغېزې ،۱۴۸،۱۳۲،	وړانګوکيمياوي اغېزې ،۱۴۸،۱۳۲،
وړانګولوړ ليميټ،۱۸۹،۱۸۷،	وړانګوډزخطرضريب،۳۵۰،۲۷۸،۲۷۷،۲۷۲،
وړانګوموتيشن اغيزې،۲۲۲،	ويني دفاع سيستم،۱۹۴،
وړانګوټاکونکې اغيزې،۲۱۱،۲۰۸،۲۰۷،	وړانګوڅخه دځان ساتنې سيمې، ۲۴۹
ي	
يورانيوم اکسايد ،۱۲۰،۱۵۸،	يورانيوم نفوذ کړنلاره ،۱۲۱
يورانيوم دوه سوه اته ديرش،۱۵۸،۱۵۲،	يورانيوم وسلې،۱۲۷،
يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش،۱۵۲،۱۵۸،	يورانينيت، ۱۵۹،
يورانيوم سلسله،۲۸	يورانيوم اوره کول،۱۲۰
يورانيوم استخراج،۱۵۹،	يورانيوم بډای کول،۱۲۱،۱۵۹
يورانيوم تجزيه،۱۷۴،	يورانيوم هيکسا فلورايد ،۱۲۰
يورانيوم زيرمې ،	يورانيوم سېنتريفوګ کړنلاره، ۱۲۳
يورانيوم سرګولۍ،۱۷۷،	يورانيوم معدني ډبره،۱۲۰،۱۵۹،
پای	

دپام وړ: په هيوادکې دهستوي پاتې شونودموندلوپه موخه دهستوي ټکنالوژۍ الاتو څخه کاراخيستلای شو. که چېرته ومنوچې هستوي پاتې شوني دځمکې لاندې اودومره ډيرې ژورې نه وي خښې شوې نويوازې دګاماوړانګې اودنيوترون زرې کولای شو چې دموبايل هستوي الولکه ګايګرکونټر Geiger counter اونيوترون کونټر په مرسته اندازه کړو. دالفا اوبيتاوړانګې دومره زورورې نه دي چې دځمکې مخ ته راووځي. دطيف ځوکې Peak په اړوند دانرژي تحليل کميت پيژندنه Resolution ډيراړين رول لري چې داوسپنې Fe-55 لپاره په لاندې ډول لاس ته راځي.



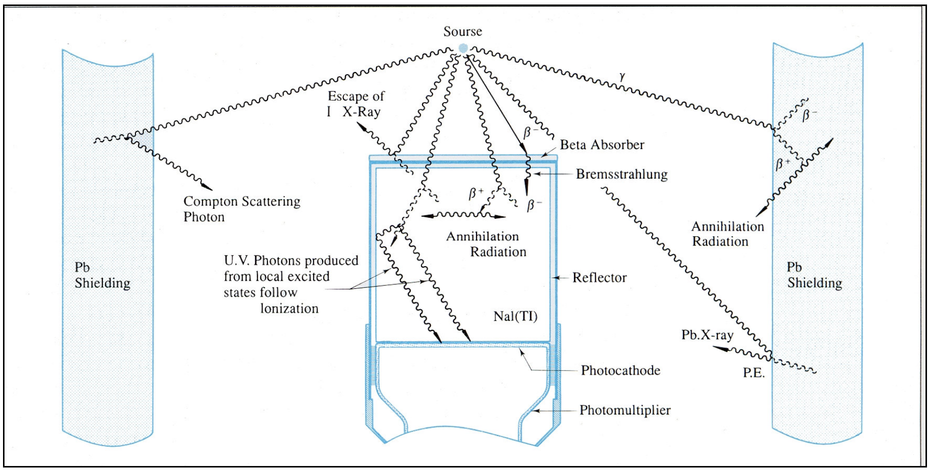
$$Re\ solution = \frac{FWHM\ (ch)}{Peak\ (ch)} \times 100\% = \frac{77\,channel}{177\,channel} = 43.5\%$$



دګاماشپېکټرمتري دستګاه اوداوسپنې طيف ځوکې تحليل داعظمي قيمت نيمايي پلنه برخه FWHM راښيي.

ملــونـه :
Appendices

دګاماشپيکټروسکوپي په کړنلاره کې ديوې راديواکتيوسرچينې (source) څخه دګاما γ اوبيتا β وړانګې هرې خواخپرېږي اويوه برخه يې مخامخ په ديډکتور (NaJ-Tl-Detector) لګيږي . په دې ترځ کې دګاما وړانګې دديډکتوردننه اتومونوسره اوهمدارنګه دشاوخوا فلزي پوښ (Pb-shielding) سره هراړخيزفزيکي غبرګونونه ترسره کوي چې په ۱۲۹- شکل کې ښوول شوي دي.



۱۲۹- دګاماشپيکټرومتري ديډيکتورپه اله کې هراړخيزفزيکي تعاملونه Gamma spectrometry Detector

دراديوايزوټوپوجدول (Radioisotops Table)

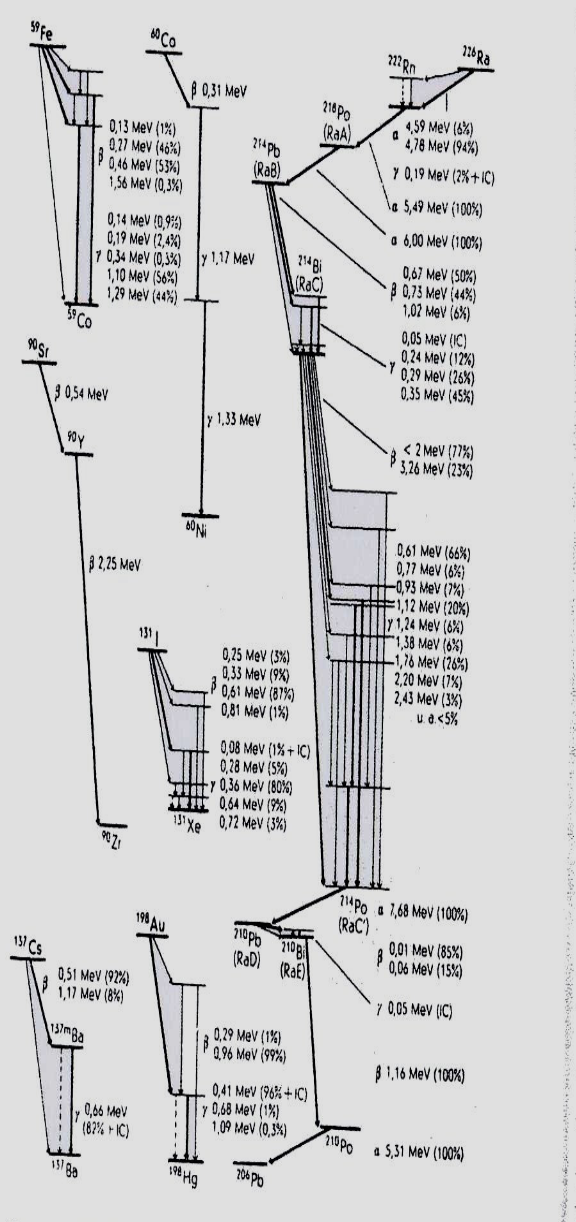
په ۴۴- جدول کې د مهمو راديونوکليد (Radionuclides) فيزيکي خواص راټول شوي دې چې هر يو يې په لاندې ډول تشريح کيږي.

- ★ دکتلې تورليکل شوی شمېر هغه ايزوټوپونه تشکيلوي چې په طبيعت کې اکثر(ډېرخلې) پيدا کيږي .
- ★ دکتلې شمېرچې په قوس (لينده) کې ليکل شوي وي هغه طبيعي راديو ايزوټوپ دي چې فيزيکي نيمايي عمر يې بې حده اوږد وي.
- ★ هغه راديو ايزوټوپونه چې په درملنه کې ورڅخه ګټه اخيستل کيږي په (Therapeutic = Th) سره ښوول شوي دي.
- ★ فيزيکي نيمايي عمر ($T_{1/2}$) ساعت (h = hour)) کال (a = Year) اوورځ په (d = day) تورو باندې لنډ ليکل شوي دي.
- ★ دراديوايزوټوپونو عمده (بنسټيز) انرژي کمپو نينت (برخه) په ميګا الکترون ولټ (MeV) ښيو .
- ★ د ګاما توری Γ_H د هم هغه راديو ايزوټوپ د ډوز قدرت ثابته ده چې واحدېي مايکروسيورت متر مربع په ساعت په ګيګا بېکاريل ($\mu Sv\ m^2\ h^{-1}\ GBq^{-1}$) ده.

د عنصرنوم	دمستقرواوراډيوايزو توپو د کتلې شمېر	فيزيکي نيماي عمر	دوړانګوانرژي MeV	د ګاما ثابته Γ_H

Zerfallschema für ^{59}Fe, ^{60}Co, ^{90}Sr, ^{131}I, ^{137}Cs, ^{198}Au und ^{226}Ra

Erläuterung: Der Abstand zwischen den Energieniveaus ist proportional der Energie der β oder γ-Strahlung (nicht der α-Strahlung). Schräge Pfeile nach links: α-Zerfall, nach rechts: β-Zerfall, senkrechte Pfeile: γ-Übergang, gestrichelte Pfeile: innere Konversion (IC).



Literatur: Martin, M.J. u. Bleichert-Toft, P.H., „Radioactive Atoms", Nuclear Data 8 (Oct. 1970), Nr. 1/2.

Isotopentabelle mit den wichtigsten radioaktiven Nukliden

Eine Tabelle der in der Nuklearmedizin verwendeten radioaktiven Isotope befindet sich im Kapitel Nuklearmedizinische Diagnostik.

Erläuterungen:

Fettgedruckte Massenzahlen: Häufigstes natürliches Isotop.

Massenzahlen in Klammern: Natürliche Radioisotope mit extrem langer Halbwertzeit.

(Th): Vorwiegend therapeutische Anwendungen

$T_{1/2}$ (Halbwertzeit): a = Jahre; d = Tage; h = Stunden

MeV: Energie der Hauptstrahlungskomponenten

Γ_H: Dosisleistungskonstante in $\mu Sv\, m^2\, h^{-1}\, GBq^{-1}$ (einschließlich Vernichtungsstrahlung bei Positronenstrahlern sowie charakteristischer Röntgenstrahlung bei K-Einfang und IC).

K: K-Strahler, siehe „β-Zerfall".

Element			Massenzahlen Stabile Isotope	Radio-isotope	$T_{1/2}$	MeV α	β	γ	Γ_H
1	H	Wasserstoff	1, 2						
				3	12 a	–	0,02	–	–
2	He	Helium	3, 4						
3	Li	Lithium	6, 7						
4	Be	Beryllium	9						
				7	53 d	–	K	0,47	7,8
5	B	Bor	10, 11						
6	C	Kohlenstoff	12, 13						
				14	5730 a	–	0,16	–	–
7	N	Stickstoff	14, 15						
8	O	Sauerstoff	16, 17, 18						
9	F	Fluor	19						
				18	1,8 h	–	0,63	0,51	150
10	Ne	Neon	20, 21, 22						
11	Na	Natrium	23						
				22	2,6 a	–	0,54	1,27	320
				24	15 h	–	1,39	2,76	490
12	Mg	Magnesium	24, 25, 26						
				28	21 h	–	0,42	1,35	210
13	Al	Aluminium	27						
14	Si	Silicium	28, 29, 30						
				31	2,6 h	–	1,47	–	–
15	P	Phosphor	31						
				32	14 d	–	1,71	–	–
16	S	Schwefel	32, 33, 34, 36						
				35	88 d	–	0,17	–	–
17	Cl	Chlor	35, 37						
18	A	Argon	36, 38, 40						
				37	34 d	–	K	–	–
				41	1,8 h	–	1,20	1,29	180

Siemens Aktiengesellschaft , Medizinische Technik, Daten, Formeln, Fakten, Ausgabe 1991

عنصر	مستقرواوراديوايزو توپو د کتلي شمېر	نيماي عمر	وړانګو انرژي	ګاما ثابته	عنصر	مستقرواوراديوايزو توپو د کتلي شمېر	نيماي عمر $T_{1/2}$	وړانګو انرژي	ګاما ثابته

Element			Massenzahlen Stabile Isotope	Radio-isotope	$T_{1/2}$	α	MeV β	γ	Γ_H
19	K	Kalium	**39**, (40), 41						
				42	12 h	–	3,58	1,51	37
20	Ca	Calcium	**40**, 42, 43, 44, 46, 48						
				45	164 d	–	0,25	–	–
				47	4,5 d	–	0,66	1,29	150
21	Sc	Scandium	**45**						
				46	84 d	–	0,36	1,12	290
22	Ti	Titan	46, 47, **48**, 49, 50						
23	V	Vanadium	50, **51**						
				48	16 d	–	0,70	1,32	420
24	Cr	Chrom	50, **52**, 53, 54						
				51	28 d	–	K	0,32	4,8
25	Mn	Mangan	**55**						
				52	5,6 d	–	0,58	1,46	500
				54	313 d	–	K	0,84	130
				56	2,6 h	–	2,81	0,84	230
26	Fe	Eisen	54, **56**, 57, 58						
				59	45 d	–	0,46	1,10	170
27	Co	Kobalt	**59**						
				56	77 d	–	1,50	1,23	480
				57	272 d	–	K	0,12	15
				58	71 d	–	0,47	0,81	150
	(Th)			60	5,3 a	–	0,31	1,33	350
28	Ni	Nickel	**58**, 60, 61, 62, 64						
				65	2,5 h	–	2,10	1,12	75
29	Cu	Kupfer	**63**, 65						
				64	13 h	–	0,57	0,51	29
30	Zn	Zink	**64**, 66, 67, 68, 70						
				65	244 d	–	K	1,12	83
31	Ga	Gallium	**69**, 71						
				66	9,4 h	–	4,14	0,51	310
				67	3,3 d	–	K	0,30	21
				68	1,1 h	–	1,88	0,51	150
				72	14 h	–	0,96	2,20	360
32	Ge	Germanium	70, 72, 73, **74**, 76						
				71	11 d	–	K	–	–
33	As	Arsen	**75**						
				74	18 d	–	1,36	0,59	120
				76	1,1 d	–	2,97	0,55	63
				77	1,6 d	–	0,68	–	–
34	Se	Selen	74, 76, 77, 78, **80**, 82						
				75	120 d	–	K	0,27	55
35	Br	Brom	**79**, 81						
				82	1,5 d	–	0,44	0,77	390
36	Kr	Krypton	78, 80, 82, 83, **84**, 86						
				85	11 a	–	0,67	0,52	0,3
37	Rb	Rubidium	**85**, (87)						
				86	19 d	–	1,80	1,08	14

16

Element			Massenzahlen Stabile Isotope	Radio-isotope	$T_{1/2}$	α	MeV β	γ	Γ_H
38	Sr	Strontium	84, 86, 87, **88**						
				85	65 d	–	K	0,51	79
				87m	2,8 h	–	–	0,39	49
				89	50 d	–	1,46	–	–
	(Th)			90	28 a	–	2,25	–	–
39	Y	Yttrium	**89**						
				88	107 d	–	K	1,89	360
				90	2,7 d	–	2,25	–	–
				91	59 d	–	1,54	1,20	0,5
40	Zr	Zirkon	**90**, 91, 92, 94, 96						
				95	64 d	–	0,39	0,75	110
41	Nb	Niob	**93**						
				95	35 d	–	0,16	0,76	120
42	Mo	Molybdän	92, 94, 95, 96, 97, **98**, 100						
				99	2,7 d	–	1,23	0,14	39
43	Tc	Technetium	–						
				99	210000 a	–	0,29	–	–
				99m	6,0 h	–	–	0,14	16
44	Ru	Ruthenium	96, 98, 99, 100, 101, **102**, 104						
				103	39 d	–	0,21	0,49	77
45	Rh	Rhodium	**103**						
				105	1,5 d	–	0,56	0,30	12
46	Pd	Palladium	102, 104, 105, **106**, 108, 110						
				109	13 h	–	1,02	0,09	15
47	Ag	Silber	**107**, 109						
				110m	250 d	–	0,53	0,88	410
				111	7,5 d	–	1,04	0,34	4
48	Cd	Cadmium	106, 108, 110, 111, 112, 113, **114**, 116						
				115m	45 d	–	1,61	0,94	5
49	In	Indium	113 **(115)**						
				113m	1,7 h	–	–	0,39	48
				114m	50 d	–	1,98	0,19	26
50	Sn	Zinn	112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, **120**, 122, 124						
				113	115 d	–	K	0,39	74
51	Sb	Antimon	**121**, 123						
				122	2,7 d	–	1,40	0,57	69
				124	60 d	–	2,31	1,71	260
				125	2,8 a	–	0,30	0,60	78
52	Te	Tellur	120, 122, 123, 124, 125, 126, 128, **130**						
				132	3,2 d	–	2,12	0,96	390
53	I	Jod	**127**						
				123	13 h	–	K	0,16	43
				125	59 d	–	K	0,03	39
				131	8 d	–	0,61	0,36	59
				132	2,3 h	–	2,12	0,67	340
54	Xe	Xenon	124, 126, 128, 129, 130, 131, **132**, 134, 136						
				133	5,2 d	–	0,34	0,08	14
55	Cs	Caesium	**133**						
				134	2,1 a	–	0,65	0,80	240
	(Th)			137	30 a	–	0,52	0,66	88

17

Siemens Aktiengesellschaft , Medizinische Technik, Daten, Formeln, Fakten, Ausgabe 1991

ګاما ثابته	وړانګو انرژي	نيماي عمر	مستقرواوراديو ايزوټوپوکتلي شمېر	عنصر	ګاما ثابته	دوړانګو انرژي	نيماي عمر	دمستقرواوراديوايزټوپو کتلي شمېر	عنصر

Element	Massenzahlen Stabile Isotope	Radio-isotope	$T_{1/2}$	MeV α	β	γ	Γ_H
56 Ba Barium	130, 132, 134, 135, 136, 137, **138**						
		131	12 d	–	K	0,50	85
		133	10,5 a	–	K	0,30	80
		140	13 d	–	1,02	0,54	31
57 La Lanthan	(138), **139**						
		140	1,7 d	–	1,38	1,60	320
58 Ce Cer	136, 138, **140**, 142						
		141	33 d	–	0,44	0,14	12
		144	284 d	–	2,97	2,18	7
59 Pr Praseodym	**141**						
		143	14 d	–	0,93	–	–
60 Nd Neodym	**142**, 143, 144, 145, 146, 148, 150						
		147	11 d	–	0,83	0,53	24
61 Pm Promethium	–						
		147	2,6 a	–	0,22	–	–
62 Sm Samarium	144, (147), 148, 149, 150, **152**, 154						
63 Eu Europium	151, **153**						
		152	13,5 a	–	0,71	0,34	170
		154	8,6 a	–	0,83	1,28	180
		155	4,8 a	–	0,16	0,13	9
64 Gd Gadolinium	152, 154, 155, 156, 157, **158**, 160						
65 Tb Terbium	**159**						
66 Dy Dysprosium	156, 158, 160, 161, 162, 163, **164**						
67 Ho Holmium	**165**						
68 Er Erbium	162, 164, **166**, 167, 168, 170						
69 Tm Thulium	**169**						
		170	129 d	–	0,97	0,08	0,8
70 Yb Ytterbium	168, 170, 171, 172, 173, **174**, 176						
		175	4,2 d	–	0,47	0,40	6
71 Lu Lutetium	**175**, (176)						
		177	6,7 d	–	0,50	0,21	7
72 Hf Hafnium	174, 176, 177, 178, 179, **180**						
		175	70 d	–	K	0,34	56
		181	42 d	–	0,41	0,61	84
73 Ta Tantal	**181**						
		182	114 d	–	0,44	1,22	190
74 W Wolfram	180, 182, 183, **184**, 186						
		185	75 d	–	0,43	–	–
		187	1,0 d	–	1,31	0,69	73
75 Re Rhenium	185, **(187)**						
		186	3,8 d	–	1,07	0,14	3
76 Os Osmium	184, 186, 187, 188, 189, **192**						
		191	15 d	–	0,14	0,13	13
77 Ir Iridium	191, **193**						
		192	74 d	–	0,67	0,32	120
78 Pt Platin	190, 192, 194, **195**, 196, 198						
		197	18 h	–	0,67	0,08	3
79 Au Gold	**197**						
		198	2,7 d	–	0,96	0,41	63
		199	3,1 d	–	0,30	0,16	12

18

Element	Massenzahlen Stabile Isotope	Radio-isotope	$T_{1/2}$	MeV α	β	γ	Γ_H
80 Hg Quecksilber	196, 198, 199, 200, 201, **202**, 204						
		197	2,7 d	–	K	0,08	9
		203	47 d	–	0,21	0,28	35
81 Tl Thallium	203, **205**						
		204	3,8 a	–	0,77	–	–
82 Pb Blei	204, 206, 207, **208**						
		210	22 a	–	0,01	0,05	0,5
83 Bi Wismuth	**209**						
		206	6,3 d	–	K	0,80	–
		210	5,0 d	–	1,16	–	–
84 Po Polonium	–						
		208	2,9 a	5,15	–	–	–
		210	138 d	5,31	–	–	–
85 At Astatium	–						
86 Rn Radon	–						
		222	3,8 d	5,49	–	–	– [1])
87 Fr Francium	–						
88 Ra Radium	–						
		223	11,4 d	5,72	–	–	– [1])
		224	3,7 d	5,68	–	0,24	1,4[1])
		226	1600 a	4,78	–	0,19	0,9[1])
(Th)		228	5,75 a	–	0,04	–	– [1])
89 Ac Actinium	–						
		227	22 a	4,95	0,01	–	– [1])
90 Th Thorium	**(232)**						
		227	19 d	6,05	–	–	– [1])
		228	1,9 a	5,42	–	0,09	0,2
		230	75400 a	4,68	–	0,14	0,05[1])
		234	24 d	–	2,32	0,10	2
91 Pa Protactinium	**(231)**						
		233	27 d	–	0,26	0,31	–
92 U Uran	(235), **(238)**						
		233	160000 a	4,82	–	–	–
		234	244500 a	4,78	–	0,05	0,02
93 Np Neptunium	–	235, 236, 237, 238, 239					
94 Pu Plutonium	–	238, 239, 240, 241, 242					
95 Am Americium	–	238, 239, 240, 242, 243, 244, 246					
		241	432 a	5,48	–	0,06	6,6
96 Cm Curium	–	240, 242, 243, 245					
97 Bk Berkelium	–	245, 247, 248					
98 Cf Californium	–	246, 249					
99 Es Einsteinium		249, 250, 251, 252, 253, 254, 255					
100 Fm Fermium	–	250, 251, 252, 254					
101 Md Mendelevium	–	255, 256					
102 No Nobelium	–	253, 254					
103 Lr Lawrencium	–	257					

[1]) Ohne Strahlung der Folgeprodukte

Im radioaktiven Gleichgewicht:

	MeV α	β	γ	Γ_H
Radium ($^{226}Ra + ^{222}Rn + ...$)	7,68	1,65	1,76	230
Mesothore ($^{228}Ra + ^{228}Th + ^{224}Ra + ...$)	8,78	2,25	2,62	310
Actinium ($^{227}Ac + ^{227}Th + ^{223}Ra + ...$)	7,36	1,44	0,87	59

Dosisleistungskonstante Γ_H nach H. M. Weiß, PTB Braunschweig.

19

Siemens Aktiengesellschaft , Medizinische Technik, Daten, Formeln, Fakten, Ausgabe 1991

(پای)

(End)

داروانښاد ډاکترحاجي محمد سلطانزي ځدراڼ دلومړي تلین په یاد :

دغه کتاب د هېواد پیاوړي فرهنګي اوعلمي شخصیت اروانښاد ډاکترحاجي محمد سلطانزي ځدراڼ په یادوړاندې کوو چې د دې کتاب په لیکلو کې یې ستره ونډه په غاړه اخیستې وه، خوپه ډیره خواښینی سره د کتاب د بشپړ کیدو څخه مخکې یې د فاني نړۍ څخه نا څاپه سترګې پټې کړې.

اروانښا د ډاکترحاجي محمد سلطانزی ځدراڼ

دزېږېدو نېټه: ۱۰/ ۱۲/ ۱۹۴۶ م
د مړینې نېټه : ۴ / ۹ /۲۰۰۶ م
(۵۹ کلن)

په ۱۹۴۶م کال کې اروانښادډاکترحاجي محمد سلطانزی داروانښاد الحاج ډګروال الله داد خان سلطانزي زوی د پکتیا د ولایت په ځدرانو کې زېږېدلی وو.

لومړنۍ زده کړې یې په کابل کې د بي بي مهرو په ښوونځی کې او منځنۍ زده کړې یې د رحمان بابا په لېسه کې تر سره کړې دي. په ۱۹۶۵م کال کې له نوموړې لېسې څخه فارغ او د لوړو زده کړې لپاره د ننګرهارپوهنتون

د طب په پوهنځی کې شامل شو. په ۱۹۷۳م کال کې هغه د ننګرهار طب پوهنځی په بریالیتوب سره پای ته ورسلوه. د څه مودې لپاره یې په غزني او دپکتیکا په کټوازکې د ډاکتر په توګه دنده تر سره کړه. په ۱۹۷۴م کال کې لویدیځ جرمني هېواد ته ولاړ. اروانباد ډاکتر حاجي محمد سلطانزی یو تکړه جراح اود انستیزي څانګې مسلکي مشر متخصص ډاکتر وو. د۱۹۷۴م کال څخه راپدې خوا یې د جرمني په معتبرو روغتونونو کې د ډاکتر په توګه دنده تر سره کوله.

داروانباد څخه یوه لور او دوه ځامن هریو دانېستیزي څانګې متخصص ډاکتر صالح محمد سلطانزی، د طب ډاکتره میرمن حلیمه سلطانزی ببرکزی ځدراڼ او دښوونځی زده کوونکۍ تنکۍ ځوان یما سلطانزی پاتې شوي دي. داروانباد اولادونو خپلې لوړې زده کړې د المان په پوهنتونونو کې تر سره کړې ، د پښتونولۍ او افغانیت په لوړه روحیه روزل شوي دي . اروانباد د ۲۰۰۷ م کال د سیپټمبرمیاشت په څلورمه نېټه په جرمني کې د وړپېښې شوي زړه ناروغۍ له امله ددې نړۍ څخه د تل لپاره خپلې پلارنۍ هدیرې ته وکوچید.

(اروادې يې ښاد وي)

سحرګه وه د نرګس لیمه لانده		څاڅکي څاڅکي یې له سترګو څڅیده
ما وې څه دې ښکلیه ګله ولې ژاړې		ده وې ژوند مې دی یوه خوله خندیده

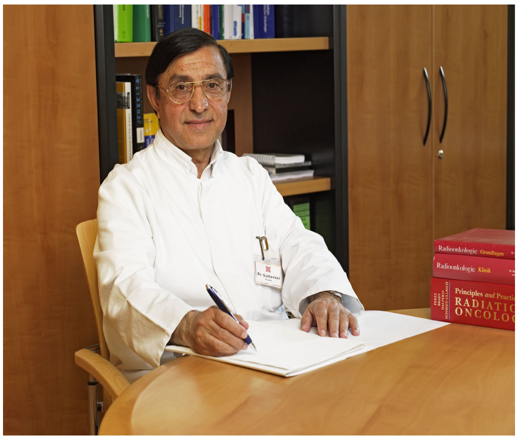
(نازوانا)

لورونه

موږ دغه کتاب دځدرانو پیاوړی ولسي اوملي مشرخدای بښلي شهید تره کرنیل نورمحمد خا ن سلطانزي ته، چې دخپل ولس دسرلوړنې، پرمختګ او هوساینې په لاره کې یې خپل ژوند دلاسه ورکړ او همدارنګه زموږ پلارخدای بښلي الحاج ډګروال الله داد خان سلطانزی ځدراڼ ته، د درېیم تلین په درناوی او نمانځنې لیکو چې:

- دافغانستان دخپلواکۍ په لاره کې د اروانباد غازي حاجي میرزاعلي خان (ایپي فقیر) سره په یوه سنګر کې دځان او مال درنې قربانۍ څخه تیر او جنګیدلی وو .
- خپل ماشومان یې تل په پښتومورنۍ ژبه د کتابونو لیکلو او لوستلو ته هڅول .
- دیرش کاله دخپل هېواد په چوپړ کې د یوه رښتینې پوځي مسلکي افسر په توګه، د وطن پالنې ، ملي یووالی، ملي واکمنۍ ته په درناوی او پوځي مورال سره کلک ولاړوو.
- د یوملي شخصیت په توګه هسکه غاړه له دې فاني نړۍ څخه سترګې پټې کړې.

(اروادې يې ښاد وي)



پوهنوال ډاکترنظرمحمد سلطانزی ځدراڼ

Dr. Nazar Sultansei

Radiation Specialist

نظرمحمد سلطانزی ځدراڼ د خدای بښلي الحاج ډگروال الله دادخان سلطانزي ځدراڼ زوی په هڅ پښتون افغان په ۱۰ /۱/ ۱۹۴۴ م کال دپکتیا ولایت دځدرانوميزای ټبر په یوه دینداره اوروڼ انده کورنۍ کې زېږیدلی دی . ده په ۱۹۵۰ م کال کې خپلې لومړنۍ زده کړې درحمان باباپه لیسه کې پیل اوپه ۱۹۶۱ م کال کې سرته رسولې دي. هغه په ۱۹۶۲ م کال کې دلوړو زده کړې لپاره لودیز المان ته ولاړ . په ۱۹۶۵م کال کې یې د فرانکفورت په پوهنتون کې دعمومي فیزیک په زده کړه پیل وکړ. سلطانزی په ۱۹۷۰م کال کې دتجربوي فیزیک په څانگه کې د دیپلوم په اخېستلوبریالی شو. هغه د۱۹۷۱ م کال څخه تر ۱۹۷۶ م کال پورې دبوخوم پوهنتون فیزیک په دیپا رتمنت کې د یوه علمي غړي په توگه په څېړنوبوخت وو او په نوموړې موده کې دهستوي فیزیک په څانگه کې دډاکترۍ په اخېستلو بریالی شو. هغه په ۱۹۷۷ م کال کې د طب په څانگه کې په لوړوزده کړې پیل وکړاو په څنگ کې یې دعلمي غړي په توگه د بوخوم پوهنتون د طب پوهنځی فیزیولوژي په دیپارمنت کې رسمي دنده تر سره کوله.

سلطانزي د۱۹۸۰ م کال څخه تر ۱۹۸۶ م کال پورې دکابل پوهنتون طبیعي علومو پوهنځی دفیزیک په دیپارتمنت کې داستاد په توگه کارکاوه . سلطانزی د ۱۹۸۹ م کال څخه تر۲۰۰۰ م کال پورې داوتریش هیواد د ویانا ښار لاینڅ په روغتون کې، او ۲۰۰۱ م کال څخه راپدې خوادالمان بایرن ایالت په یوه روغتون کې، د طبي فیزیک پوه اوهستوي طب متخصص په توگه د رادیو تېراپي **(Radiotherapy)** په څانگه کې اوس هم په کار بوخت دی.

اروانښا د ډاکترحاجي محمد سلطانزی ځدراڼ

Dr. med. Haji M. Sultansei

Specialist Doctor of Anesthesia

په ۱۹۴۶م کال کې اروانښادډاکټرحاجي محمد سلطانزی داروانښاد الحاج ډگروال الله داد خان سلطانزي زوی د پکتیا د ولایت په ځدرانو کې زېږېدلی وو. لومړنۍ زده کړې یې په کابل، د بي بي مهرو په ښوونځی کې او منځنۍ زده کړې یې د رحمان بابا په لېسه کې تر سره کړې دي. په ۱۹۶۵م کال کې له نوموړې لېسې څخه فارغ او د لوړو زده کړې لپاره د ننگرهارپوهنتون د طب په پوهنځی کې شامل شو. په ۱۹۷۳م کال کې هغه د ننگرهار طب پوهنځی په بریالیتوب سره پای ته ورسلوه. په ۱۹۷۴م کال کې لویدیځ جرمني هیواد ته ولاړ. اروانښاد ډاکټر حاجي محمد سلطانزی یو تکړه جراح اود انستیزي څانگې مسلکي مشر متخصص ډاکټر وو . د۱۹۷۴م کال څخه راپدې خوایې د جرمني په معتبرو روغتونونو کې د ډاکتر په توگه دنده تر سره کوله.اروانښاد د ۲۰۰۶ م کال د سپټمبرمیاشت په څلورمه نېټه په جرمني کې د ورپېښې شوې زړه ناروغۍ له امله ددې نړۍ څخه د تل لپاره خپلې پلارنۍ هدیرې ته وکوچېد. (اروادې یې ښاد وي).

ډاکترغازي محمد سلطانزی ځدراڼ

DM Ghazi Sultansei

Specialist Doctor of Radiology

غازي محمد سلطانزی ځدراڼ د پوهنوال ډاکترنظرمحمد سلطانزي ځدراڼ زوی، په هڅ پښتون افغان په ۱۹۶۳/۸/۱۰م کال په کابل ښار کې زېږیدلی دی.

۱۹۷۰–۱۹۷۶م کال: د کابل ښاربي بي مهروپه ښوونځی کې لومړنۍ زده کړې

۱۹۷۶–۱۹۸۱م کال: د کابل ښار داماني په لیسه کې زده کړې

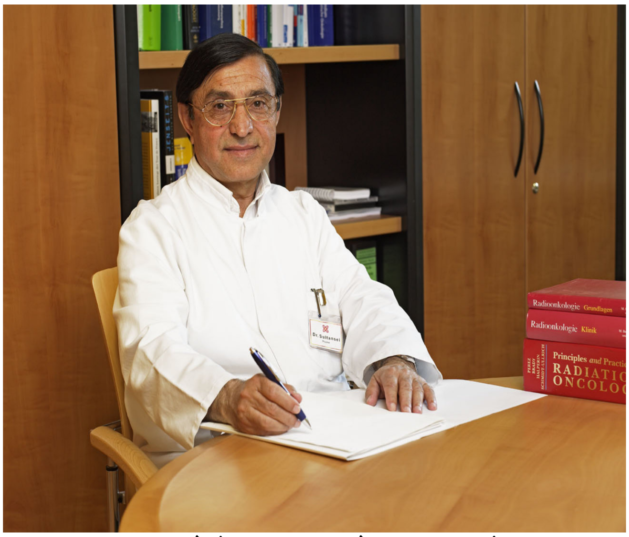
۱۹۸۲–۱۹۹۰م کال: د المان روستوک په ښارکې د طب لوړې زده کړې

۱۹۹۰–۱۹۹۴ م کال: دالمان مالښین ښار روغتون د داخله طب په څانگه کې د مرستیال په توگه په کاربوخت وو.

۱۹۹۹ م کال څخه را په دې خوا دالمان فرانکفورت (اودر) ښار روغتون ، د رادیولوژي **(Radiology)** په څانگه کې دیوپېژندل شوي متخصص په توگه دنده تر سره کوي..

د پوهنوال ډاکترنظرمحمد سلطانزی ځدراڼ ژوندلیک :

نظرمحمد سلطانزی ځدراڼ د خدای بښلي الحاج ډګروال الله دادخان سلطانزی ځدراڼ زوی په هڅه پښتون افغان په ۱۰ /۱/ ۱۹۴۴ز کال د پکتیا ولایت دځدرانو مېزای تېبر په یوه دینداره اوروڼ انده کورنۍ کې زیږېدلی دئ. ده په ۱۹۵۰ م کال کې خپلې لومړنۍ زده کړې درحمان بابا په لیسه کې پیل اوپه ۱۹۶۱ م کال کې په اعلې درجه سرته رسولې دي. هغه په ۱۹۶۲ز کال کې دلوړو زده کړې لپاره لودیز المان ته ولاړ.
په ۱۹۶۵ز کال کې یې د فرانکفورت په پوهنتون کې دعمومي فزیک په زده کړه پیل وکړاود ۱۹۶۶ ز کال وروسته یې دبرلین په ازاد پوهنتون کې (Free University of Berlin) خپلې زده کړې ته دوام ورکړ.



پوهنوال ډاکترنظرمحمد سلطانزی ځدراڼ

Associate Prof. Dr. Nazar M. Sultansei

سلطانزی ، په ۱۹۷۰ز کال کې دتجربوي فزیک په ځانګه کې د دیپلوم په اخیستلوبریالی شو. هغه د۱۹۷۱ زکال څخه تر ۱۹۷۶ ز کال پورې دجرمني بوخوم پوهنتون ،د فزیک په دیپا رتمنت کې د یوه علمي غړي په صفت په خیړنوبوخت وو او په نومړې موده کې دهستوي فزیک په ځانګه کې دډاکترۍ په اخیستلو بریالی شو.

هغه په ۱۹۷۷ ز کال کې دطب په ځانګه کې په لوړوزده کړې پیل وکړاو په څنګ کې یې دعلمي غړي اوښوونکي په توګه د بوخوم پوهنتون د طب پوهنځۍ فیزیولوژۍ په دیپارمنت کې رسمي دنده تر سره کوله.
سلطانزی د۱۹۸۰ م کال څخه تر ۱۹۸۲ م کال پورې دکابل پوهنتون د طبیعي علوموپوهنځی دفزیک په دیپارتمنت کې داستاد په توګه کارکاوه او وروسته دافغانستان داتوم انرژۍ دځانګې مسئول مشر وټاکل شو. هغه د۱۹۸۲ ز کال په اکتوبر میاشت کې د اټومي انرژۍ نړیوال سازمان (IAEA) په عمومي کنفرانس کې دبرخې اخیستلو په موخه داتریش هیواد ته ولاړ.
په ۱۹۸۲ ز کال کې د یوه وتلي افغان ، او ولس پالونکي ساینس پوه په توګه په افغانستان باندې دروسانو دیرغل اودافغان کمونیستي چارواکو سره د ډیر کلک مخالفت درلودلوله کبله په اتریش کې سیاسي پناه غوښتنې ته اړ شو او خپل هیوا دته بیرته راستو ن نه شو.
سلطانزی د ۱۹۸۹ز کال څخه تر۲۰۰۰ ز کال پورې داتریش هیواد د ویانا ښار لاینځ په روغتون کې، او ۲۰۰۱ ز کال څخه راپدې خوادالمان بایرن ایالت په یوه روغتون کې، د طبي فزیک پوه اوهستوي طب متخصص په صفت د رادیو تېراپي (Radiation Therapy) په ځانګه کې په کار بوخت دئ.
سلطانزی درې زامن اودوه لوڼه لري. مشرزوی یې ډاکتر غازي محمد درادیولوژي ځانګې متخصص ډاکتردی .دویم زوی یې نظیرمحمد اودرېیم زوی یې وحید نومیږي چې په لوړوزده کړوبخت دي.

(پای)

د پوهنوال ډاکټر نظرمحمد سلطانزي پرلیکه شوي علمي او فرهنګي آثار په لاندې ډول دي:

لیکل شوي علمي کتابونه:

۱- دويني سرطان درملنه ، پېژندنه او مخنيوی (Leukemia, therapy,diagnosis and preventation) ، 2009 زکال ، جرمني

۲- سرطان او دچاپيريال راديو اکټيويټي (Cancer and environment radioactivity) ، 2008 زکال ، جرمني

۳- داولتراسونډ طبي کارول (Ultrasound medical application) ، 2007 زکال ، جرمني

۴- دالبرت اينشټاين نسبي تيوري (Albert Einstein“ Theory of Relativity“) 2006 زکال ، جرمني

۵- داټومي فزيک اساسات (Basic of Atomic physics) ، لکچرنوټ ، 1985 زکال ,ساينس پوهنځی ، کابل پوهنتون

۶- دالکټرونيک اساسات (Basic of Electronics) ، لکچرنوټ ، 1984 زکال ، ساينس پوهنځی ، کابل پوهنتون

۸- دلمرانرژي پروژه (Solar collector) ، 1982-1986

۹- داکسريزفلوريسينس (X-ray fluorescence) کرنلارې په مرسته دهيوادمعدني ډبروپېژندنه او تحليل ، کابل پوهنتون ، 1983 ، ساينس پوهنځی ، کابل پوهنتون

۱۰- دکوبالټ شپيته راديوتيراپي دستګاه (Cobalt-60 therapy equipment) ، لکچرنوټ 1984 ، کابل پوهنتون

۱۱- الکتروفيزيولوژي (Electrophysiology) ، 1985 ، لکچرنوټ ، طب پوهنځی ، کابل پوهنتون

خپورشوي علمي اثاراومقالې:

۱- په هيوادکې داټومي پاتي شونوخبرتيا ، دلراوبر ، اوبينوا ، وېبپاڼه 2008 زکال

۲- اټومي بمونه اومذهبي نومونه ، دلراوبر اوبينوا ، وېبپاڼه 2008 زکال

۳- دچرنوبيل هستوی پېښې شل کل تلين ، دلراوبر ، اوبينوا ، وېبپاڼه 2006 زکال

۴- دسږکال فزيک نوبل جايزه جاپاني فزيکپوهانوته ورکړه شوه ، دلراوبر ، اوبينوا ، وېبپاڼه 2008 زکال

۵- دکيهان (Universe) مصنوعي پيدا ايښت تجربه وځنډيده ، دلراوبر ، ا وبينوا ، وېبپاڼه 2008 زکال

۶- دسرطاني ناروغيودپېژندنې کلينيکي فرمول (TNM) ، دلراوبر ، اوبينوا ، وېبپاڼه 2008 زکال

۷- هيماتولوژي (دداخله طب لکچرنوټ: دلراوبر ، اوبينوا ، وېبپاڼه 2008 زکال

۸ - د اټوم بم د ۲۳ تلين غميزې په ياد ، دلراوبر اوبينوا وېبپاڼه 2008 زکال

۹- دمسلمان پښتون او اټوم بم کارپوه عبدالقديرلنډه پېژندنه ، دلراوبر اوبينوا ، وېبپاڼه 2008 زکال

۱۰- دګاونډ يو هيوادونوهستوي ازموينې ، دلراوبر اوبينوا ، وېبپاڼه 2008 زکال

۱۱- دپښتوژبې يوملي تلويزيون ته اړتيا ، دلراوبر اوبينوا ، وېبپاڼه 2007 زکال

۱۲- دنـــړۍ لومـــړی اټـومي بـــــم ، دلراوبر اوبينوا ، وېبپاڼه 2007 زکال

۱۳- د پولونيوم (Polonium) زهراودروسي جاسوس مړينه ، دلراوبر اوبينوا ، وېبپاڼه 2006 زکال

۱۴- د اټوم انرژۍ بنسټيزفرمول ، دلراوبر ، اوبينوا ، وېبپاڼه 2006 زکال

۱۵- پښتانه او د پښتو ژبې غميزه ، دلراوبر ، اوبينوا ، وېبپاڼه 2005 زکال

۱۶- په کابل کې بايد دپښتوژبې پوهنتون جوړشي ، دلراوبر ، اوبينوا ، وېبپاڼه 2005 زکال

۱۷- د طبيعي وړانګو سرچينې ، دلراوبر ،اوبينوا ، ويبپاڼه 2008 زکال
۱۸- طبيعي راديو اکټيو يټي ، دټول افغان ويبپاڼه ، 2007 زکال
۱۹- دافغانستان داټوم انرژۍ پيښليک ، دټول افغان ويبپاڼه ، 2006 زکال
۲۰-د سږ کال نوبل طبي جايزه اعلان شوه ، دلراوبر ، ويبپاڼه 2008 زکال
۲۱- د سرطاني ناروغيو د پېژندنې فزيکي کړنلارې: دلراوبر، ويبپاڼه 2009-07-16
۲۲- د ايران اټومي بم ټکنالوژي ، دلراوبر، اوبينوا ، ويبپاڼه Sept-2009

(پای)