



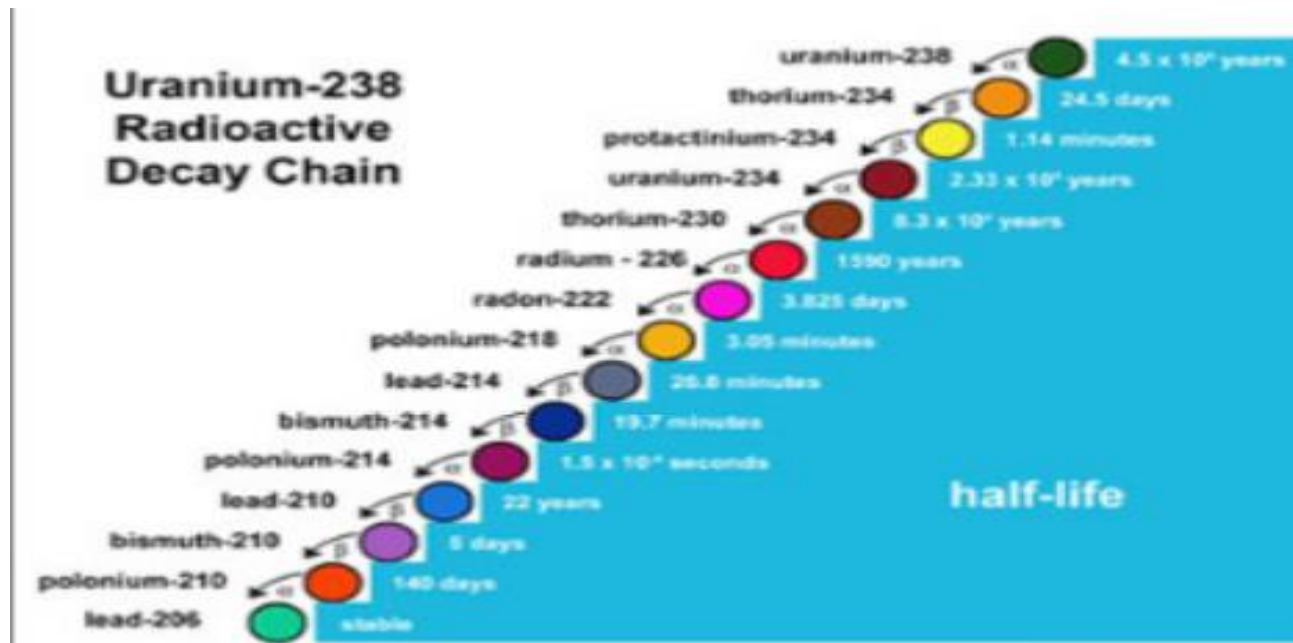
است
نیکو
بنام خدایی که در این مرد
.

○ خطر حضور گاز رادون در آب و خاک



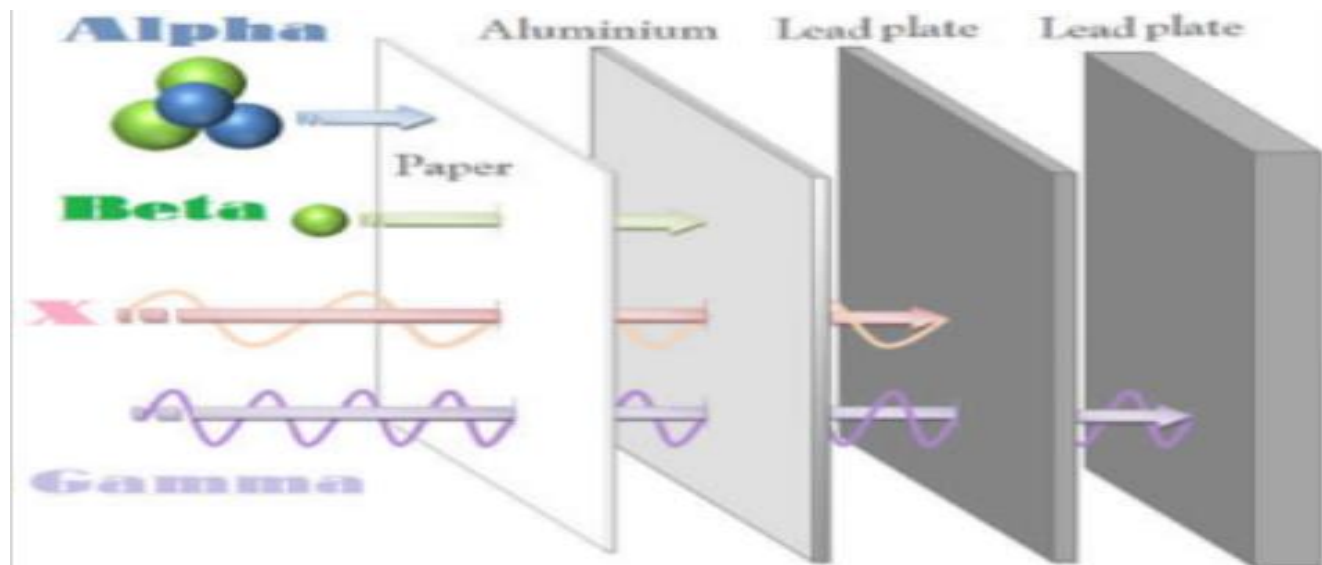
از حسن توجه شما دوستان و استاد گرامی سپاسگزارم

- مختصری در مورد موارد رادیو اکتیو
- همه مواد سازنده زمین از اتم ساخته شده اند که هر اتم متشکل از هسته (پروتون و نوترون) و الکترون هایی است که به دور آن میچرخند برخی مواد عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت دارند که به آن ها ایزوتوپ میگویند .
- برخی ایزوتوپ ها ناپایدارند و از طریق واپاشی هسته ای تجزیه میشوند این فرایند واپاشی رادیو اکتیو است که مهم ترین پارامتر این واپاشی نیم عمر است.



خواص رادیو اکتیو نوکلئید های پرتوزا باعث ساطع شدن ذراتی از انها میشود که شامل :

- 1_ ذرات آلفا: توسط ورقه کاغذ متوقف میشوند و ذرات پر انرژی هستند اما برد ان ها کم و دارای بار مثبت و مانند هسته هلیوم 2 پروتون و 2 نوترون دارد و زمانی خیلی خطرناک میشود که از طریق دم و بازدم وارد بدن شوند.
- 2_ ذرات بتا: سریع تر هستند و کم خطر ترند دارای بار منفی اند و مسافت بیشتری را طی میکنند و به وسیله چوب یا صفحه آلومینیومی متوقف میشوند .
- 3_ اشعه گاما: اشعه الکترومغناطیس است دارای انرژی زیاد و قابلیت نفوذ زیاد هستند و به وسیله بتن متوقف میشوند.



- واحد اندازه گیری مواد رادیو اکتیو در امریکا کوری (ci) است که فعالیت چشمه ای است که یک ثانیه $10^{10} \times 3/7$ تجزیه داشته باشد ولی به دلیل بزرگی این واحد از واحد پیکو کوری (pci) استفاده میشود.
- در سیستم SI بکرل بر متر مکعب (Bq) استفاده میشود که طبق تعریف تعداد اتم های متلاشی شده در هر ثانیه است.



- مطالعات رادیواکتیو بیشتر بر روی حیوانات انجام شده است. و اطلاعات دقیقی از اثرات پرتوزایی بر انسان مطالعه نشده است ولی گاهی در معرض پرتوزایی در مراکز تحقیقاتی که دوز قابل اندازه گیری داشته اند گاهی نیز تاسیسات هسته آسیب میبینند و اثرات آن مطالعه میشوند و یا در جنگ های که انفجارات هسته ای رخ داده اند مثل ژاپن در جنگ جهانی دوم
- اما اثرات دوز های خیلی زیاد دقیق شناخته شده نیست.
- اثرات سلامتی: پرتوزایی میتواند فعل و انفعالات الکترون ها در ساختار سلولی را عوض کند و باعث یونیزاسیون ملکول های اب در بافت های بدن شود و تغییرات شیمیایی در DNA و پروتئین ها و انزیم ها ایجاد کند.



عکس از موزه صلح هیروشیما

● به طور کلی دو نوع ضایعات در بدن فردی که در معرض مواد رادیو اکتیو قرار گرفته ایجاد میشود :

1_ اثرات جسمی . در خود شخصی که در معرض تابش بوده است ظاهر میشوند .

2_ اثرات ژنتیکی در نسل های بعدی به دلیل ضایعات وارده به سلول های زایشی و اعضای تولید مثل شخصی که در معرض تابش بوده ایجاد میشود . این اثرات پرتوزایی بر روی سلول هایی که دارای تقسیمات سلولی زیاد اند مثل سلول های خونی و سیستم لنفاوی و طحال و چشم حادثتر است .

○ آسیب از نظر باروری

○ ایجاد آب مروارید

○ ضایعات پوستی

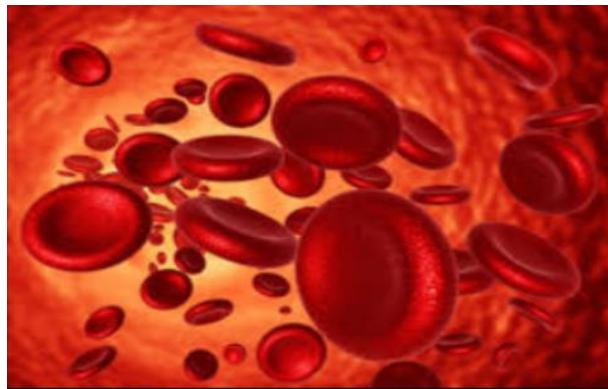
○ آسیب دستگاه تنفس و سرطان ریه اثر بر استخوان و مغز استخوان

○ آسیب سیستم عصبی

○ ناقص الخلقه زایی جنین



- ما انسان ها همیشه در معرض فروپای رادیو اکتیو قرار داریم امواج کیهانی یا بتن و خاکی که زیر پای ما قرار دارد (به خصوص سنگ گرانیات)
- یا منابع پزشکی که اشعه ایکس تولید میکنند.
- موز حاوی پتاسیم 40 است.
- یا عنصر ید 131 با نیمه عمر 8 روز که در غده تیروئید تجمع میکند.
- آهن 59 به نیمه عمر 45 روز در هموگلوبین خون وجود دارد.
- سزیوم 137 با نیمه عمر 30 سال در سیستم عصبی و استرانسیوم 90 با نیمه عمر 29 سال در ساختار استخوان و دندان و شیر حضور دارند.



مشخصات گاز رادون

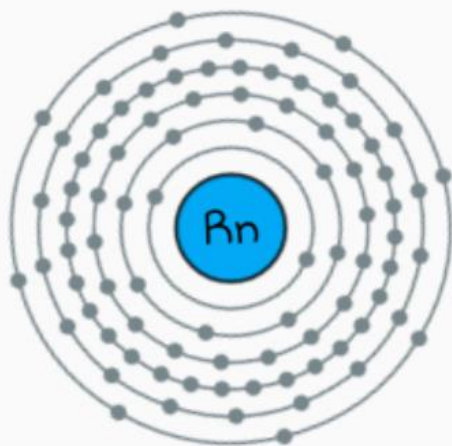
عنصر رادون با عدد اتمی 86 در گروه 16 جدول تناوبی و گروه موسوم به گازهای نجیب قرار دارد که در سال 1900 کشف شده است

-61.7°C	نقطه جوش	-71°C	نقطه ذوب
$\text{g.mol}^{-1} 222.0176_1$	وزن اتمی	$\text{Kg m}^{-3} 9/73$	چگالی
476590S	طول عمر	330530S	نیمه عمر
6 الکترون	ظرفیت	پرتو آلفا	نوع تابش



Radon (Rn)
Noble gases

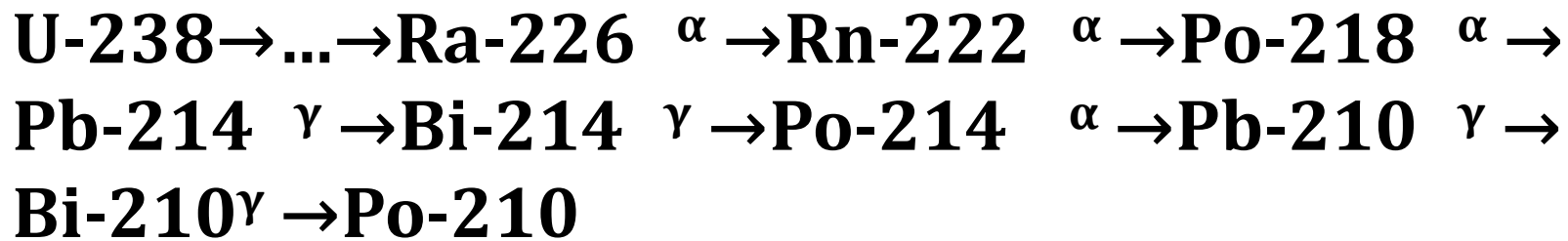
ELECTRON SHELL DIAGRAM



○ رادون گازی طبیعی بدون بو و رنگ و از سنگ های حاوی اورانیوم و رادیوم ساطع میشود همه مواد به مقدار جزئی اورانیوم دارند گرچه مقدار آن از جایی به جای دیگر فرق دارد.

○ انواع خاصی از رسوبات تحکیم نیافته و سنگ بستر و بعضی از گرانیت ها و سنگهای فسفاته و شیل غنی از مواد آلی که حاوی عناصر رادیو اکتیو هستند میتوانند گاز رادون ساطع کنند. رادون دارای 27 ایزوتوپ است که از Rn-200 تا Rn-226 را شامل میشود 3 ایزوتوپ از بین این ایزوتوپ ها پرتوزا هستند.

- رادون 219 که دارای نیه عمر 3 ثانیه است و از واپاشی اورانیوم 235 که فقط 0/7 % از اورانیوم طبیعی را تشکیل میدهد به وجود می آید .
- رادون 220 یا تورون از فروپاشی توریوم 232 تولید میشود و ممکن است در خانه ها ثبت شود و حدود 4% از میانگین رادون از این نوع است و نیمه عمر 54 ثانیه دارد.
- رادون 222 که از واپاشی اورانیوم 238 به وجود می آید و دارای نیمه عمر 3.82 روز است که از واکنش زیر حاصل میشود .



همان گونه که در این واپاشی مشاهده میشود تعداد ذرات آلفا گسیل شده از این زنجیره زیاد است ذره آلفا از خطرناک ترین ذرات ساطع شده است که این موضوع اهمیت مطالعه گاز رادون در محیط را نشان میدهد. رادون به صورت ایروسل و ذرات گرد و غبار در هوا پخش میشود اصولاً در هوای آزاد سریع پراکنده شده و مشکلی را به وجود نمی آورد.

اما اگر در محیط بسته تجمع کند و از طریق دم و بازدم وارد شش شده باعث بمباران پوشش نایژه ها توسط ذرات آلفا شده و اثرات جبرن ناپذیری بر ریه ها دارد .

○ دختران رادون

- سه عنصر پولونیوم، سرب و بیسموت که از تجزیه متوالی رادون حاصل شده و خاصیت پرتوزایی دارند، دختران رادون نامیده می‌شوند. این عناصر در مقادیر ماکروسکوپی جامدند و وقتی در هوا تشکیل شوند به سرعت به ذرات گرد و غبار می‌چسبند و موقع تنفس همراه هوا وارد ششها شده و به سطوح آن می‌چسبند. این عناصر ذرات آلفای پرتوزایی منتشر می‌کنند که تابش آنها به سلولهای نای آسیب می‌رساند و این آسیب می‌تواند نهایتاً به سرطان ریه منتهی شود.
- در واقع دختران رادون بعد از سیگار دومین عامل ایجاد سرطانهای ریه می‌باشند. معدنچسانی که در معادن زیر زمینی اورانیوم، بدون تهویه مناسب کار می‌کنند بیشترین تماس را با ذره‌های آلفای حاصل از تجزیه هسته‌ای رادون دارند. درصد سرطان ریه در آنها، حتی پس از اعمال موارد خطر ناشی از سیگار، بیشتر از مردم عادی می‌باشد.



بیسموت



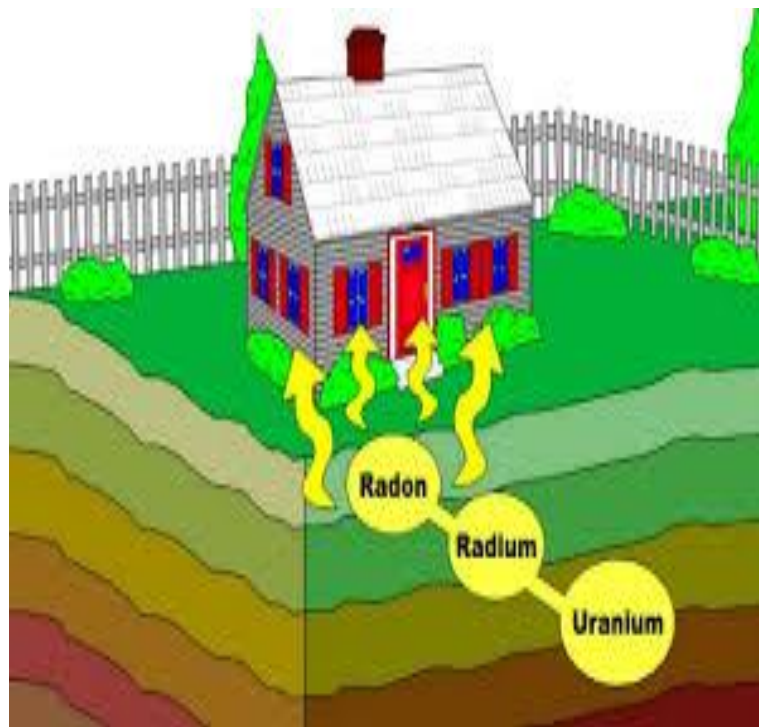
سرب



پلوتونیوم

○ مکانیزم انتقال گاز رادون

- گاز آزاد شده از سنگ ها و کانی های حاوی موادرادیواکتیو به وسیله مهاجرت به پوسته بالایی میرسد و به دلیل ویژگی های طبیعی راون در حالت مایع شامل دی اکسیدکربن و اب های زیرزمینی حل میشود
- فاکتورهای هواشناسی شامل فشار هوا باد رطوبت نسبی باران نفوذپذیری و زهکشی اب در تمرکز رادون موثراند
- تخلخل و نفوذپذیری سنگ بستر و خاک باعث انتقال و تمرکز رادون میشود
- فاکتورزیست محیطی. افزایش دما در طول ما های سردسال به خاطر تاثیر دودکشها. باعث مکش گاز رادون از خاک به ساختمان میشود که سرعت و جهت باد میتواند مکش را افزایش دهد.
- گاز رادون موجود در خاک وبستر ساختمان ها به درون فضاهای خالی ساختمان ها و لوله های سرویس بهداشتی مکش میشود



قسمت اعظم رادونی که به فضای خانه‌ها نشت می‌کند از یک متری حاکی که در زیر و اطراف پایه‌های ساختمان قرار دارد ناشی می‌شود. رادون تولید شده در عمق بیشتر احتمالاً پیش از رسیدن آن به سطح زمین به عنصری غیرگازی و ساکن واپاشی می‌کند. خاک‌های سست و شنی مهمترین راه نفوذ رادون به سطح زمین می‌باشند. در حالی که خاک سفت و فشرده رسی مانع از جریان آن می‌شود. چنانچه فشار هوا در زیر زمین‌های منازل کم باشد، ورود گاز به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. استفاده از چاه‌های آب (آرتزین) هم یکی از راه‌های انتشار رادون در محیط خانه است. با گرم کردن آب چاه، رادون در هوا رها می‌شود.

- تعیین گستره ی خطر گاز رادون، بیشتر شامل تهویه ساده زیرزمین ها و فضای خالی پی ها برای جلوگیری از تجمع آن است. دوغاب ریزی بیشتر و مؤثرتر در اطراف تأسیسات در حال ساخت برای نشت گیری ساختمان ها نیز می تواند بخشی از یک برنامه کاری باشد. در نقاطی که آب زیرزمینی منبع اصلی است، می توان حوضچه های ته نشینی را در سیستم تأمین آب تعبیه کرد تا از واپاشی رادون پیش از ورود آن به ساختمان ها اطمینان حاصل کرد.



حد مجاز پرتوگیری گاز رادون :

گاز رادون در هوای آزاد عموماً کمتر از $4\text{--}6 \text{ Bq m}^{-3}$

و در دره های بسته و نزدیک صبح به 100 Bq m^{-3}

نیز ممکن است برسد.

اما در فضای بسته به دلیل تجمع گاز رادون غلظت آن برای مثال در فضاهای بسته

کشور انگلستان از $10\text{--}17000 \text{ Bq m}^{-3}$ میرسد و در هوای محوس بین خاک

ار $1\text{--}2500 \text{ Bq m}^{-3}$

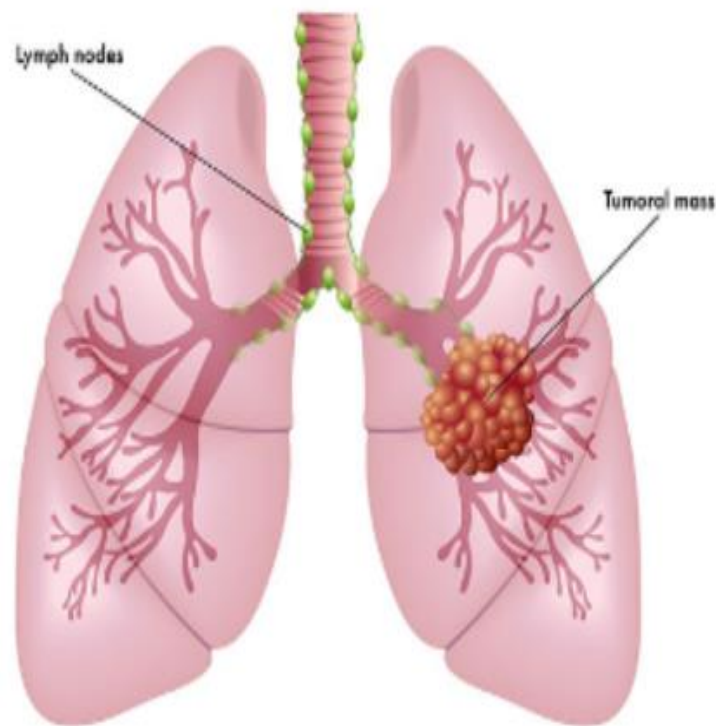
میرسد.

دوز جذب توانایی جذب به وسیله حجم از یک بافت است و دوز هم ارزی

برشمردن نسبت توانایی برای صدمه زدن به بافت های زنده است در انواع

مختلف پرتوزایی دوز هم ارزی همان دوز جذبی است .

اگر دوز تاثیر قابل ملاحظه ای به بدن برسد باعث عوارض شدید تنفسی میشود و در نهایت اثر ذرات سنگین آلفا سرطان ریه را به وجود می آورد.



○ بررسی های سازمان IARC (موسسه بین المللی سرطان که یک آژانس ویژه سرطان است) و کمیته سم شناسی ایالات متحده امریکا نشان می دهد که ۶ تا ۱۵ درصد مبتلایان به سرطان ریه به واسطه تاثیرات رادون به این بیماری مبتلا شده اند.

○ گاز رادون نسبت به سایر منابع پرتوزا، به تنهایی بیش از نیمی از تابش دریافتی هر فرد را تشکیل می دهد و چون رادون در محیط زیست بصورت گازی شکل می باشد در نتیجه از راه تنفس وارد ریه انسان شده و چنانچه با گرد و غبار و سایر مواد معلق ترکیب شوند، پیوندشان جذب شش ها شده و با گذشت زمان، شش ها را تخریب نموده و علاوه بر برونشیت ریه منجر به سرطان ریه می گردد، و اگر تماس رادون طولانی مدت باشد احتمال ابتلا به سرطان ریه قطعی بوده و افزایش می یابد. البته عده ای از پژوهشگران ارتباط گاز رادون با بعضی از انواع سرطان ها از جمله سرطان خون و سرطان پوست و سرطان معده را مطرح کرده اند ولی هنوز این ارتباط به خوبی به اثبات نرسیده است.

- از کل پرتوگیری های بشر ناشی از گاز رادون، ۹۵ درصد آن در داخل ساختمان ها به ویژه منازل، ۴ درصد از هوای آزاد و یک درصد از منابع آب های آشامیدنی اتفاق می افتد. رادون موجود در هوا از طریق استنشاق و رادون موجود در آب به علت محلول بودن در اثر نفوذ به داخل بدن، جذب ارگانسیم های مختلف بدن شده و می تواند عوارض مختلفی را به دنبال داشته باشد.
- همچنین ریسک ابتلا به این نوع سرطان گذشته از این نتیجه آماری، تابعی از سن افراد، مدت زمان پرتوگیری از این گاز، سیگاری بودن یا در معرض دود سیگار بودن، جنسیت، شرایط فیزیکی بدن افراد، استعداد ژنتیکی ابتلا به سرطان و موقعیت جغرافیایی افراد است.

○ اندازه‌گیری مقدار رادون موجود در هوا و رادون موجود در آب به ویژه آب‌های آشامیدنی در مباحث بهداشت حرفه‌ای حائز اهمیت است. این امر با استفاده از دستگاه‌های خاصی مانند ALPHA GUARD , WLM-PLUS و DOSE MAN صورت می‌گیرد و سپس با استانداردها مقایسه و ارزیابی می‌گردند.

○ تمام دستگاه‌های ذکر شده غلظت رادون (و دختران آن) را مستقیماً اندازه‌گیری می‌کنند. اساس کار تمام این دستگاه‌ها مکش هوا به وسیله پمپ و گیراندازی گاز رادون بر روی فیلترهای مخصوص است که در مسیر عبور هوا قرار دارند. گاز رادون تجمع یافته بر روی این فیلترها توسط حسگرهای مخصوص شمارش می‌شوند. با دستگاه DOSE MAN می‌توان غلظت گاز رادون و دختران رادون را به صورت فردی اندازه‌گیری کرد.

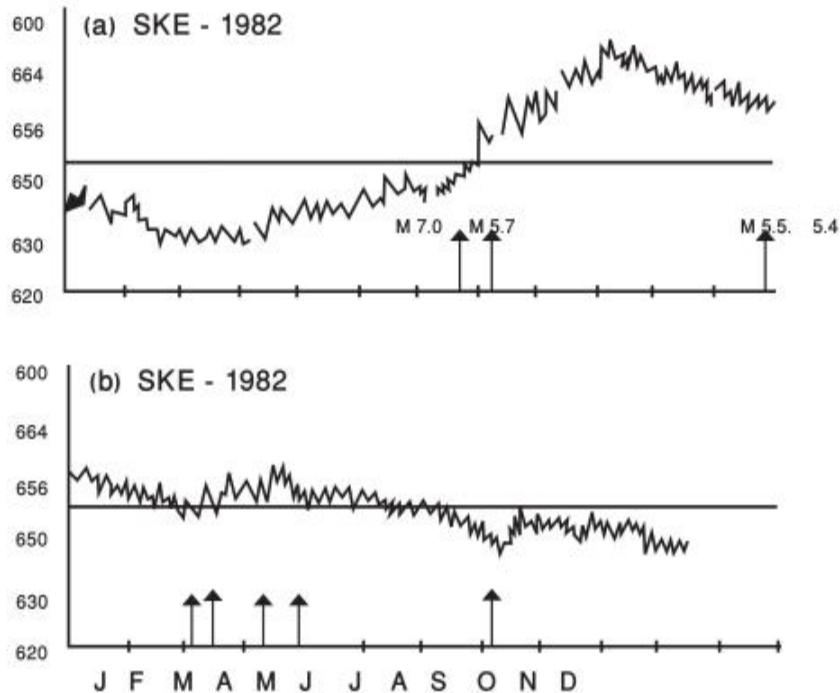
○ برای اندازه‌گیری رادون موجود در آب از دستگاه آلفا گارد ALPHA GUARD استفاده می‌شود. در محاسبه غلظت گاز رادون در آب، دما و مقدار رطوبت محیط مؤثر است که این پارامترها نیز لازم است در محاسبات در نظر گرفته شود.

- مشاغلی که در خطر گاز رادون هستند :
- کارکنان سنگ سخت اورانیوم و وانادیوم
- کارکنان سایت های رادیو اکتیو و باطله های آن
- پیمان کار کاهش گاز رادون
- بازدید کنندگان تفریحی از غارهای طبیعی
- کارکنان تونل ها و تاسیسات زیر زمینی
- پالایشگاه های نفت نیروهای ژئوترمال و زغال سنگ
- تولیدکنندگان کودهای فسفاته غنی از مواد آلی
- معادن فلزی رها شده میتوانند تمرکز بالایی از گاز رادون را داشته باشند

کاربرد گاز رادون

- برخی بیمارستانها با انجام عمل پمپاژ گاز رادون از یک منبع رادیومی و ذخیره آن در لوله‌های بسیار کوچک که سوزن یا دانه نامیده می‌شود رادون تولید می‌کنند که در موارد درمانی کاربرد دارد.
- رادون به دلیل از بین رفتن سریعش در هوا در پژوهش‌های آب‌شناسی برای مطالعه درباره چگونگی واکنش‌ها در آب‌های زیرزمینی، جویبارها و رودخانه‌ها استفاده می‌شود.
- مؤثرترین فایده کاربرد رادون، مشخص کردن نقش شکستگی‌ها و عوارض تکتونیکی جهت شناخت نهایی مناطق ضعیف و خطرات و ناهنجاریهایی است که تونل و یا سازه خطی را مورد تهدید قرار می‌دهد، زیرا بر اساس نقشه تهیه شده از سیستم لرزه‌ها و جابجایی‌های گسله و ارتباط آن با رخساره‌های مختلف زمین‌شناسی می‌توان اطلاعات مفیدی را به دست آورد

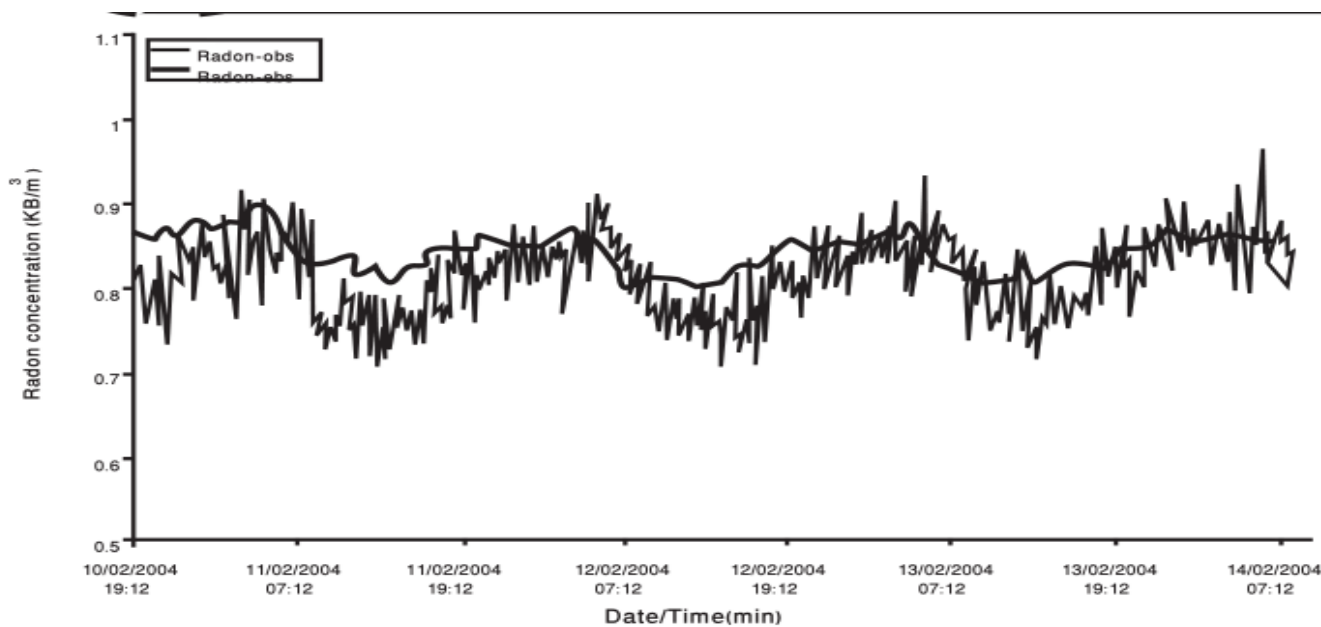
در مواردی قبل از وقوع زمین لرزه غلظت گاز رادون در هوا و آب های زیرزمینی افزایش میابد این اثر به دلیل تجمع انرژی در سنگ ایجاد شکستگی ها و در نتیجه خروج گاز رادون رخ میدهد . تغییرات زمانی این گاز در 25 محل در ژاپن اندازه گیری شده است که تغییرات رادون را در سالهای 1982 و 1983 نشان می دهد . البته تغییرات رادون علاوه بر زلزله متاثر از شرایط جوی جزرومد و پمپاژ آب زیر زمینی است.



تغییرات رادون در منطقه توکایی و شبه جزیره هایزو در ژاپن بزرگی زمین لرزه حادث شده در مقابل پیکان ها نشان داده شده است

- جستجو برای یافتن روش قایل اطمینان پیش بینی کوتاه مدت زمین لرزه از مباحث مهم زمین شناسی و ژئوفیزیک است. پیشرفت دستگاههای اندازه گیری و روش های ژئوشیمیایی و شواهد فروریختن و روان شدن سیالات و ارتباط آن با فرایندهای گسلش آنومالی را به وجود میآورد.
- افزایش تنش در زون های شکستگی پیش از زمین لرزه تغییرات بارزی را در گرادیان فشار و دما ایجاد میکند که نهایتاً منجر به افزایش جریان سیالات و انتقال گاز ها از اعماق به سطح زمین بیاید
- میزان غلظت گاز رادون توسط پارامترهای دیگر مثل عوامل جوی کنترل میشود در پیش بینی زلزله سعی بر این است که آنومالی های مختص زمین شناختی شناسایی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند

- با ظهور سیستم های هوشمند مثل شبکه عصبی توانایی شناسایی ارتباط مجهول خطی و غیر خطی بین پارامترهای جوی و میزان گاز رادون وجود دارد .
- نمودار شبکه عصبی آدالاین برای داده های رادون اندازه گیری شده در بم 2004.2.10_2004.2014 رانشان میدهد که خط توپر غظت تخمین زده شده رادون توسط شبکه و خط نازک مقدار واقعی گاز آزاد شده را نشان میدهد.



○ تغییرات غلظت گاز رادون هنگام پس لرزه‌ها با تغییرات آن قبل از وقوع زلزله اصلی متفاوت است. قبل از وقوع زمین لرزه اصلی تنش در محیط لرزه ای افزایش می یابد با افزایش تنش ریز شکستگی ها در سنگ بیشتر و گسیختگی های جدید در محیط لرزه ای پدیدار میشوند و این امر باعث افزایش خروج گاز ها از جمله گاز رادون میشودچند روز قبل از زمین لرزه اصلی غلظت گاز رادون تغییرات قابل مشاهده دارد و پس از وقوع زمین لرزه اصلی محیط کاملاً گسیخته و دگرگون میشود و با آزاد شدن تنش باقی مانده و وقوع پس لرزه ها الگوی غلظت گاز رادون تغییر میکند.

نتیجه گیری و پیشنهادات :

تدوین و اجرای قوانین و مقررات برای جلوگیری از آلودگی ناشی از گاز رادون در محیط های بسته جهت بررسی و اندازه گیری این گاز در محیط های زیست و کار، کنترل و استفاده صحیح از مصالح ساختمانی به ویژه انواع سنگ ها موضوعی است که بایستی مورد توجه جدی قرار گیرد. نصب دستگاه های کاهنده و هشدار دهنده گاز رادون در خانه ها و امکان بسته که البته قیمت زیادی دارند. ولی در خانه هایی که جدید ساخته میشوند رعایت این پارامترها ضروری به نظر میرسد:

- 1_ نصب روکش عایق هوا در کف ساختمان برای جلوگیری از خروج گاز رادون از فضاهای خالی و سرویس های بهداشتی
- 2_ چاه زیر زمینی یا چاه فاضلاب رادون
- 3_ تهویه زیر سطح زمین از منفذهای زیر زمین و ترسیم راههای زیر زمینی در کف که هوای محتوای رادون را در اطراف ساختمان پراکنده کند.
- 4_ تهویه مناسب ساختمان هاش

5- استفاده از ماسک های جاذب گاز که حاوی کربن فعال هستند برای محیط های معدنی و صنعتی

6- وضع مقررات و ضوابط اجرایی در ارتباط با آلاینده های فضای بسته به ویژه رادون، فرمالدئید اکسید کربن و ازت

7- استفاده از برنامه های آموزشی بهداشت عمومی به منظور به حداقل رساندن مخاطرات و ارتقاء بخشیدن به ایمنی محیط های بسته

8- افزایش گزینه های تدبیری و پیگیری اجرای برنامه های ملی کاهش اثرات رادون

○ میزان بالای گاز رادون در آب های زیر زمینی نیازمند راهکارهایی است :

○ آب انبار غیر متحرک

○ آبشاری یا هوادهی حبابی چندگانه

○ حذف رادون از آب به وسیله کربن فعال

Essentials of medical geology ,olle selinus,

brain alloway and ...

Radon in home,

Enviromental geology : carla w , montgomery

○ رادون و پیش بینی زلزله و زهرا هادیان

○ اصول بهداشت محیط :مهندس حسن امیر بیگی

