



خطرات ناشی از تجمع گاز رادون و راههای جلوگیری و کاهش آن در ساختمانها

جوادر فیه گری نژاد | کارشناس ارشد مهندسی هسته ای و عضو هیئت علمی سازمان انرژی اتمی ایران

رضا روفه گری نژاد | دانشجوی دوره کارشناسی مهندسی برق دانشکده برق دانشگاه تبریز

چکیده

تجمع گاز رادون در مکانهای بسته، بویژه منازل مسکونی و محیط های کار و اثرات بیولوژیکی آن یکی از مسائلی است که در بسیاری از کشورهای پیشرفته جهان مورد ارزیابی منظم و مداوم قرار می گیرد. اما در ایران، علیرغم هشدار بعضی از کارشناسان به خطرات این گاز بعنوان دومین عامل بوجود آورنده سرطان ریه، به نظر می رسد که تاکنون به این مسئله توجه جدی و کافی مبذول نشده است. بنابراین کسب اطلاعات هرچه بیشتر در این زمینه و شناخت عوامل مؤثر بر پرتوگیری از آن ضروری به نظر می رسد. بویژه آنکه در ایران سالهاست مصالح ساختمانی و بخصوص انواع مختلف سنگها بدون کنترل و ارزیابی مورد استفاده قرار می گیرند. در این مقاله سعی شده است مطالبی راجع به گاز رادون و منابع تولید آن، اثرات بیولوژیکی و راههای کاهش آن در ساختمانها و غیره ارائه شود. با این امید که بتوان سطح دانش موجود در مورد گاز رادون را بالا برده و اهمیت پژوهش های علمی و عملی در این زمینه را نشان داد.

واژه های کلیدی: گاز رادون، پرتوزایی طبیعی، پرتوگیری، دز مؤثر و دز سالانه، واپاشی هسته ای

مقدمه

منابع پرتوزای طبیعی عامل اصلی در پرتوگیری بشر و موجودات زنده محسوب می شوند. این منابع بطور مستمر، بر دز مؤثر دریافتی انسان تأثیر گذاشته و وابسته به غلظت هسته های پرتوزای طبیعی و نحوه پرتوگیری از آنها، زیانهای را به همراه دارند که در این بین گاز رادون و محصولات واپاشی آن، بیشترین سهم را در پرتوگیری از پرتوهای طبیعی بعهده دارند.

طبق گزارش کمیته علمی اثر پرتوهای اتمی سازمان ملل "UNSCEAR" در سال ۲۰۰۰ میلادی، مقدار متوسط پرتوگیری (دز مؤثر) سالانه انسان از تمام منابع پرتوزای طبیعی در مناطقی با پرتوزایی زمینه حدود ۲/۴ میلی سیورت در سال برآورد شده است، که در حدود ۵۲ درصد یعنی بیش از نیمی از این پرتوگیری ناشی از استنشاق گاز رادون (یعنی حدود ۱/۲۵ میلی سیورت در سال) و مابقی مربوط به سایر منابع پرتوزای طبیعی می باشد [۱].

گاز رادون در طبیعت به دو حالت گاز موجود در هوا و گاز موجود در آب وجود دارد. وقتی گاز رادون در اتمسفر و هوای آزاد قرار می گیرد، غلظت آن بسیار کم است. اما وقتی در یک ساختمان محبوس گردد، غلظت و در نتیجه سطح اکتیویته آن افزایش می یابد. گاز رادون موجود در هوا از طریق استنشاق وارد بدن شده و در صورت بالا بودن مقدار آن در محیط های بسته، باعث ایجاد اثرات بیولوژیکی عمده ای در ساکنین آن ساختمان می گردد.

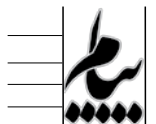
گاز رادون موجود در آب نیز از دو طریق آشامیدن (بلع) و نیز استنشاق در هنگام استحمام وارد بدن شده و جذب ارگانسمهای مختلف آن می گردد که با این عمل نیز امکان ایجاد عوارض مختلفی وجود دارد. هرچند که اثرات مضر ناشی از جذب و بلع رادون توسط آب و غذا در بدن هنوز بطور کامل شناخته نشده است ولی بر اساس مطالعات انجام شده توسط (UNSCEAR)، افزایش ابتلا به سرطان ریه از طریق استنشاق این گاز موضوع اثبات شده ای می باشد. بنابراین با ارائه مقدمه فوق مشخص می گردد که شناخت این گاز و راههای جلوگیری از خطرات آن دارای اهمیت بسیار زیادی می باشد. بطوریکه عدم توجه به آنها ممکن است سبب بروز خسارات جبران ناپذیری گردد.

رادون و منابع تولید آن در طبیعت:

رادون گاز رادیواکتیو شناخته شده ای است که از زوال طبیعی رادیوم و در حقیقت اورانیوم به عنوان هسته مادر آزاد می گردد. عبارتی دقیق تر اینگونه است: رادون از زنجیره واپاشی طبیعی وابسته به تشکیل زمین یعنی اورانیوم (۲۳۵ و ۲۳۸) و توریوم بوجود می آید که در این بین دو زنجیره واپاشی اورانیوم-۲۳۸ و توریوم-۲۳۲ نسبت به زنجیره واپاشی سووم مهم بوده و در نتیجه دارای بیشترین سهم در پرتوگیری انسان می باشد [۲].

بنابراین اولین منبع اصلی تولید گاز رادون، در درجه اول اورانیوم و سپس توریوم موجود در خاک و سنگ می باشد. بدین معنی که گاز رادون تولید شده توسط آنها در بسترهای زیرین زمین براحتی از میان خاکها به بالا نفوذ کرده و به فضای آزاد راه می یابد. مقدار متوسط اورانیوم در پوسته زمین برای سنگ ppm ۳ و برای خاک ppm ۲/۸ برآورد و در نتیجه، متوسط غلظت میانگین آن رادون پوسته زمین ppm ۲/۷ منظور می نمایند. اگرچه اورانیوم و به تبع آن رادیوم در تمام سنگها و خاکها وجود دارد، ولی مقدار آن از نقطه ای به نقطه دیگر و سنگی به سنگ دیگر متغیر می باشد. معمولاً میزان اورانیوم در سنگهای آذرین اسیدی مثل گرانیت، شیلهای سیاه و بعضی از سنگهای دگرگونی مثل گنایس و شیست بیشتر از سنگهای مختلف دیگر می باشد. بعنوان مثال مقدار متوسط آن در سنگ گرانیت که دارای غلظت بالای اورانیوم می باشد، حدود ppm ۴/۷ بوده و در بعضی از گرانیت ها به ppm ۴۰-۲۰ هم میرسد. بر عکس میزان اورانیوم در سنگهای آذرین بازی مثل بازالت، سنگهای رسوبی فاقد فسفاتها و بعضی از سنگهای دگرگونی مثل مرمر و کوارتز معمولاً اندک است. مثلاً مقدار متوسط اورانیوم در بازالت در حدود ppm ۰/۹ برآورد شده است [۳].

رادون از نظر فیزیکی گازی است خنثی که بی رنگ و نامرئی بوده و از گازهای نادر بشمار می آید، بنابراین قابلیت ترکیب آن با دیگر عناصر در شرایط آزمایشگاهی بسیار اندک بوده ولی به آسانی قابلیت انحلال در آب را دارد. از این رو گاز تولید شده در بسترهای سنگی زیرین زمین براحتی از میان خاک و سنگ های مختلف عبور کرده و وارد آبهای زیرزمینی می شود. و زمانیکه این آب به سطح زمین می رسد، معمولاً قسمت اعظم رادون آن



به سرعت در هوا آزاد شده و مقدار کمی از آن نیز وارد آبهای سطحی می‌گردد. از این جهت آب دریاها و اقیانوسها نیز بمقدار بسیار کمی رادون در هوا آزاد می‌سازند. بنابراین آنها بطور کلی وبویژه آبهای زیرزمینی، دومین منبع مهم انتشار گاز رادون بشمار می‌روند. منابع دیگر گاز رادون، نفت، گاز طبیعی، زغالسنگ و بعضی از صنایع بشری می‌باشند که نسبت به دو منبع مذکور از اهمیت کمتری برخوردار می‌باشند. از این رو عمده ترین منابع تولید و انتشار گاز رادون، معمولاً خاک، سنگ های پوسته زمین و آبهای زیرزمینی می‌باشند [۴].

بطور کلی عنصر رادون با عدد اتمی ۸۶ دارای ۲۷ نوع ایزوتوپ می‌باشد، که از رادون-۲۰۰ شروع و به رادون-۲۲۶ ختم می‌گردد. ولی از آنجائیکه اغلب آن‌ها ناپایدار می‌باشند، فرصت رسیدن به سطح زمین و تجمع در محیطهای بسته را پیدا نمی‌کنند. اما رادون-۲۲۲ با نیمه عمر ۳/۸۲ روز که محصول واپاشی اورانیوم-۲۳۸ می‌باشد، فرصت رسیدن به سطح زمین و تجمع در منازل و سایر محیطهای بسته را پیدا می‌کند.

منابع و راههای ورود گاز رادون به داخل ساختمانها: معمولاً ورود گاز رادون در ساختمانها از چند راه صورت گیرد:

(الف) خاک و سنگ های پوسته زمین در زیر ساختمان عموماً منبع اصلی تولید و ورود گاز رادون به محیط داخلی می‌باشد. میزان رادونی که از طریق خاک و سنگهای پوسته زمین وارد خانه‌ها می‌شود، بستگی به زمین شناسی منطقه دارد. بعضی از انواع گرانیت ها و شیل هاغنی از اورانیوم می‌باشند و در نتیجه مقدار فراوانی گاز رادون ایجاد میکنند [۵].

(ب) مصالح ساختمانی از عوامل دیگر ورود این گاز به داخل ساختمانها می‌باشند. چون اورانیوم و توریم در اغلب سنگ و خاکهایی که مصالح ساختمانی از آنها ساخته می‌شوند، وجود دارند. روی هم رفته، مصالح ساختمانی در محیط، آهنگ در را ۴۰ تا ۵۰ درصد افزایش می‌دهند [۶]. این نسبت به پارامترهای ساختاری منازل مسکونی (نوع مصالح، میزان کاربرد و نحوه بکارگیری آنها) بستگی دارد.

(ج) آب و بویژه آبهای زمینی از دیگر منابع تولید گاز رادون در داخل ساختمانها بشمار می‌روند. اگرچه منابع عمومی نیز معمولاً از آب های زیرزمینی استخراج می‌شوند ولی به علت تصفیه حای مقدار زیادی رادون نمی‌باشند [۷].

(د) گازهای طبیعی، نفت و زغالسنگ از جمله دیگر منابع تولید گاز رادون در داخل ساختمانها می‌باشند [۴].

اثرات گاز رادون بر سلامتی انسان: چون

رادون در محیط زیست به صورت گازی شکل می‌باشد، در نتیجه از راه تنفس وارد ریه انسان شده و با قرار گرفتن در کیسه های هوایی شش ها و تولید

ذرات آلفا به بافت ریه آسیب می‌رساند. بعلاوه موجب پرتوگیری قسمتهای دیگر داخلی بدن نیز می‌گردد. طولانی تر شدن مدت تنفس صدمات جدی به ریه وارد نموده و باعث ایجاد بیماری های آمفیوزم (بزرگی ریه) و Fibrosis (ورم ریوی) ویا در درنهایت احتمال بروز سرطان ریه را افزایش خواهد داد [۸]. وقتی تماس با رادون طولانی مدت باشد، احتمال بروز سرطان ریه قطعی بوده و سالها بعد از تماس علائم ابتلا به سرطان ظاهر می‌گردد [۹].

چون رادون بصورت محلول در آب نیز وجود دارد، لذا رادون موجود در آن نیز از دو طریق استنشاق گاز رادون هنگام استحمام و بلع آن در هنگام نوشیدن آب وارد بدن می‌گردد. جالب است بدانیم ۹۵٪ از کل پرتوگیری های بشر در داخل ساختمانها وبویژه منازل، ۴٪ در هوای آزاد و ۱٪ نیز از منابع آب های آشامیدنی اتفاق می‌افتد، که از این ۱٪ در صد آخری، ۸٪ آن مربوط به بلع (از طریق آشامیدن) و مابقی یعنی ۹٪ آن نیز مجدداً توسط استنشاق گاز رادون آزاد شده از آب در زمان دستشویی، استحمام و سایر موارد همچون شستشوی ظروف والبسه و غیره انجام می‌پذیرد [۱۰]. بطور کلی بعد از سیگار، استنشاق گاز رادون دومین عامل مرگ و میراز طریق سرطان ریه بوده، و در حدود ۵ تا ۱۵ درصد از کل سرطان های ریه از این طریق ایجاد می‌شوند. بعلاوه خطر مرگ از سرطان ریه از طریق رادون

برای سیگاری ها خیلی بیشتر از کسانی است که سیگار نمی‌کشند [۱۱]. اصولاً میزان یا غلظت گاز رادون در هوا را با مقدار فروپاشی آن برحسب بکرل در هر مترمکعب از هوا بیان می‌کنند. بعنوان مثال در گزارش ۱۹۸۸- UNSCEAR متوسط غلظت رادون در محیطهای باز سراسر جهان 3 m/Bq و در محیطهای بسته بر اساس کل جمعیت جهان 40 m/Bq می‌باشد [۱۲]. (لازم به یادآوریست که ارقام مذکور در کشورهای مختلف اندکی متفاوت می‌باشد) و براساس استاندارد ICRP (کمیته بین المللی حفاظت در برابر اشعه) حد بحرانی مقدار گاز رادون و میزان آن در هوا 1100 Bq/m^3 و ماکزیمم حدمجاز غلظت آن در هوا 147 Bq/m^3 می‌باشد [۱۱]. ریسک خطر سرطان ریه برای محیطی با آلودگی گاز رادون ۱۴۷ بکرل در هر مترمکعب با در نظر گرفتن میانگین طول عمر ۷۴ سال برای افراد غیرسیگاری بین ۱-۰/۵٪ و برای افراد سیگاری بین ۵-۴٪ می‌باشد.

چون رادون بصورت محلول در آب نیز وجود دارد، لذا رادون موجود در آن نیز از دو طریق استنشاق گاز رادون هنگام استحمام و بلع آن در هنگام نوشیدن آب وارد بدن می‌گردد.

عوامل مؤثر در آزاد سازی گاز رادون در داخل ساختمانها: مهمترین منبع گاز رادون، نشست آن از خاکهای پی ساختمانها می‌باشد. اصولاً نشست در پاسخ به نوسان فشار رخ می‌دهد. فشار پائین در داخل یک ساختمان (فشار منفی)، موجب خروج گاز رادون از خاکهای پی و نفوذ آن به داخل ساختمان می‌شود، بعضی از عوامل مؤثر در ایجاد فشار منفی و یا بطور کلی

ایجاد نوسان فشار داخل ساختمانها مختصراً به شرح زیر می‌باشند:

- دما با فشار منفی نسبت مستقیم داشته و گرم کردن و بالا بردن دمای هوای داخل ساختمان باعث افت فشار و در نتیجه ایجاد فشار منفی می‌گردد این پدیده اثر دودکش (Stack Effect) نامیده می‌شود [۶].
- وزش باد باعث ایجاد افت فشار منفی در سراسر بدنه ساختمان می‌گردد. این پدیده اثر کششی مسیریاد (Downwind Draft effect) نامیده می‌شود [۶].

- هوای مصرفی توسط بخاری، اجاق و مشعل و غیره و نیز تهویه مکانیکی یا هوای تخلیه شده به بیرون توسط خشک کن لباس، هواکش داخل آشپزخانه، حمام و دستشویی ویا اتاقک زیر شیروانی نیز باعث افت فشار و در نتیجه ایجاد فشار منفی گردیده و میزان آزادسازی گاز رادون را افزایش می‌دهد. این پدیده نیز بنام اثر خلا (Vacuum Effect) نامیده می‌شود [۶].

- علاوه بر عوامل مستقیم فوق الذکر، پارامترهای ذیل نیز بطور مستقیم و غیرمستقیم در آزاد سازی گاز رادون مؤثر می‌باشند:
- رطوبت و مقدار آب موجود در زمین نرخ

بطور کلی بعد از سیگار، استنشاق گاز رادون دومین عامل مرگ و میراز طریق سرطان ریه بوده، و در حدود ۵ تا ۱۵ درصد از کل سرطان های ریه از این طریق ایجاد می‌شوند.

آزادسازی رادون را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۶].

- ورود رادون به واسطه پسرقت، کاملاً به ساختار کف زمین بستگی دارد. حضور لایه های آبهای زیرزمینی یا خاکهای غیرقابل نفوذ، عاملی برای جلوگیری از خروج گاز رادون به سطح زمین می‌باشد. گسلها و شکستگیهای زمین یک مسیر مؤثر برای عبور دادن گاز رادون به طرف بالا و سطح زمین را فراهم می‌کنند [۶].
- با توجه به نفوذ گاز رادون از کف زمین، معمولاً غلظت آن در زیر زمین بیشتر بوده و با بالا رفتن طبقات و افزایش ارتفاع، از غلظت رادون نفوذی کاسته می‌شود.
- مقدار گاز رادون درون ساختمانها در شبانه روز و فصول مختلف و نیز طول و عرض جغرافیائی نیز فرق می‌کند. [۳].

راه های جلوگیری و کاهش گاز رادون در داخل ساختمانها: اصولاً جلوگیری و کاهش سطح رادون از ساختمانها نیازمند دانش فنی مهندسی و مهارت های خاصی بوده و با توجه به نشست آن از زمین و دیوارها به داخل خانه راههای کاهش رادون در داخل ساختمانها نیز، شامل دو دسته مانع کننده از ورود گاز رادون بدخل و خارج کننده گاز رادون جمع شده در ساختمان می‌باشند [۱۳]، که در اینجا دوی پیشنهاد بسیار جامع انتخاب شده و مورد بحث قرار می‌گیرد: پیشنهاد اول: این پیشنهاد شامل روشهای زیر می‌باشد: (شکل ۱) [۱۴]

۱- چاهک رادون: اگرخانه شما دارای کف بتنی یک تکه ای باشد، می توانید با ایجادچاهک رادون در زیرکف بتن، گاز جمع شده در زیرساختمان راستقیماً به بیرون هدایت نمائید (مناسب وایده آل برای سطوح رادون بیش از 3 m Bq / 1200).

۲- آب بندی کف ودیوارهای ساختمان: شما می توانیدکف ومحل اتصال کف به دیوار ساختمان را برای جلوگیری از نفوذ گازرادون باسیمان، رنگ ویاورقهای پلاستیکی آب بندی نمائید (مناسب برای سطوح رادون تا 3 m Bq / $500-400$).

۳- افزایش تهویه زیر کف ساختمان: در صورتیکه کف ساختمان شما خالی باشد، می توانید با افزایش میزان جریان هوای فضای خالی زیرکف ساختمان از تجمع میزان گاز رادون بکاهید (مناسب برای سطوح رادون تا 3 m Bq / 700).

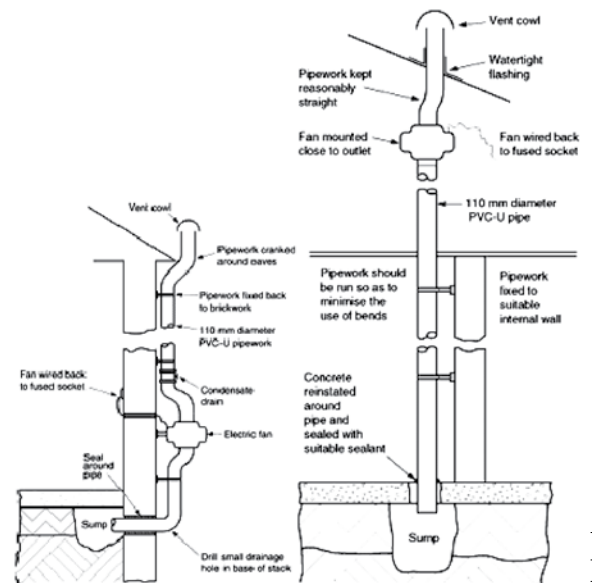
۴- نصب یک سیستم تنظیم فشارمثبت: می توانیدفشارهوای داخل ساختمان را با مکش هوا از بیرون ودمیدن آن به داخل توسط یک فن بالا برده ودرمقابل نفوذ گازرادون یک فشار مثبت ایجاد نمائید (مناسب برای سطوح رادون تا 3 m Bq / 700).

۵- اصلاح سیستم تهویه ساختمان: می توانید برای کاهش نفوذگازرادون از کف ودیوارهای ساختمان، روش تهویه فعلی آن را با ایجاد تغییرات مختصری بهبود و تکمیل نمائید(مناسب برای سطوح رادون پائین تر از 3 m Bq / 400).

پیشنهاد دوم: برخلاف موارد ذکر شده درپیشنهاد اول، روشهای استفاده شده دراین پیشنهاد، بر اساس اصل غیر فعال سازی گاز رادون بوده واغلب آنها نیز نیازی به نصب هواکش ودر نتیجه مصرف انرژی برق نداشته، وبسادگی گاز رادون نفوذی از زمین را از ساختمان هاخارج می سازند

[۱۵]. این پیشنهاد نیز شامل مراحل و یا روشهای زیر می باشد (شکل ۲) :

• قلمه سنگ: قلمه سنگهای تمیزی به قطر کمتر از ۲ و بیشتر از ۱ اینچ ویا بجای آن شن دانه درشت شسته ای را به ارتفاع تقریبی ۴ اینچ (حدود ۱۰ سانتیمتر) در تمام کف ساختمان که بتن کف فونداسیون بر روی آن بنا خواهد شد، قرار می دهند. این لایه، جابجائی راحت هوا وگاز های خروجی از خاک وهدایت آنها را به لوله خروجی در زیر



شکل ۱: جزئیات یک سیستم درونی و بیرونی چاهک رادون [۱۴]

بتن فراهم می نماید.

• کندکننده گازخاک: روی قلمه سنگ ویا شن های دانه درشت مذکوررا قبل از بتن ریزی با یک لایه ورق پلی اتیلنی ۶ میلی متری بطور کامل پوشانده ودورتا دور لوله ها، سیمها وسایردرزاها را نیز کاملاً با چندین لایه از این پوشش آب بندی می نمایند. این پوشش درحکم یک مانع اولیه برای گازخروجی ازخاک بوده، وباعث مسدودنمودن تمام سوراخها، ترکها وشکستگیهای می گردد، که ممکن است بعداً در بتن بوجود آید.

• لوله تهویه (T) شکل: اتصالی ساخته شده از یک لوله پی وی سی بشکل T راطوری درداخل قلمه سنگها ودرمحلهای نفوذ گاز قرار می دهند، که رادون بتواند، بعدازخروج ازخاک براحتی وبدون هیچ مقاومتی از طریق این اتصال وارد لوله تخلیه گردد.

• لوله سوراخ دار: یک لوله ۳ یا ۴ اینچی سوراخ داررا بطور افقی درداخل قلمه سنگها و در قسمتهای خیزشی گاز رادون طوری قرار می دهند، که با اتصال به لوله T باعث ورود گاز رادون از زیربه سیستم تهویه گردد.

• لوله تهویه: لوله تهویه، یک لوله پی وی سی ۳ یا ۴ اینچی می باشد، که با اتصال به لوله T در زیر بتون کف ودر داخل قلمه سنگها، بطور عمودی تا ارتفاع ۱۲ اینچی پشت بام ادامه داشته، ومعمولاً بفاصله حداقل ۱۰ فوت از پنجره ها و ساختمانهای همسایه قرار می گیرد. این لوله مستقیماً گاز رادون خروجی از خاک را به بیرون از ساختمان هدایت می نماید.

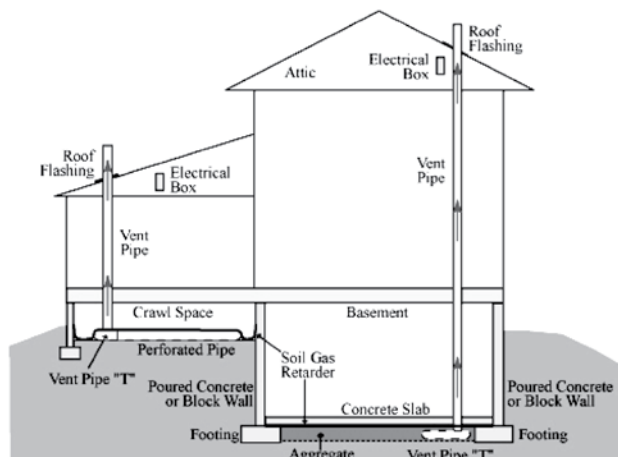
• جعبه اتصال برق: برای مواقع ضروری آتی جهت نصب پمپ مکش در نزدیکیهای سقف و لوله قرار می گیرد.

• محافظ پشت بام: یک تکه ورق فلزی ویا پلاستیکی دور تا دور لوله تهویه و در محل خروج لوله از پشت بام طوری قرار می دهند، که از ورود آب باران ونیز نشر احتمالی گاز رادون به بیرون جلوگیری به عمل آورد.

نتیجه گیری: شناخت و اندازه گیری گازرادون در محیط کار وزیست این رو حائز اهمیت است، که این گاز به عنوان یک عنصررادیواکتیو مهم تشعشع کننده ذرات آلفا محسوب می گردد. معمولاً تعداد ذرات آلفای گسیل شده در زنجیره واپاشی گاز رادون زیاد بوده وباتوجه باینکه ذره آلفا یکی ازذرات خطرناک حاصل از واپاشیهای

چون رادون در محیط زیست به صورت گازی شکل می باشد، در نتیجه از راه تنفس وارد ریه انسان شده و با قرار گرفتن در کیسه های هوایی شش ها و تولید ذرات آلفا به بافت ریه آسیب می رساند.

رادون در محیط زیست به صورت گازی شکل می باشد، در نتیجه از راه تنفس وارد ریه انسان شده و با قرار گرفتن در کیسه های هوایی شش ها و تولید ذرات آلفا به بافت ریه آسیب می رساند.



شکل ۲: جزئیات یک سیستم غیر فعال رادون [۱۵]

بطور کلی بعد از سیگار، استنشاق گاز رادون دومین عامل مرگ و میراز طریق سرطان ریه بوده، و در حدود ۵ تا ۱۵ درصد از کل سرطان های ریه از این طریق ایجاد می شوند.

گناباد و رامسر) نیز حکایت از وجود بیش از حد مجاز گاز رادون در داخل خانه ها را دارد [۳]. علاوه بر اینها، سالهاست که در کشور ما انواع مصالح ساختمانی بویژه سنگهای گرانیت مختلف و تراورتن در ساختمان سازی و تزئینات، و بخصوص در بخشهای داخلی ساختمان بطور غیر اصولی و نا صحیح به کار گرفته می شوند [۴].

بنابراین برنامه ریزی جهت بررسی و اندازه گیری میزان این گاز در محیطهای زیست و کار، کنترل و استفاده صحیح از مصالح ساختمانی بویژه انواع سنگها، موضوعی است که بایستی مورد توجه جدی قرار گیرد. بویژه آنکه ابزار اندازه گیری این گاز که یک نوع دزیمتر پاسیونفودی گاز رادون می باشد، در ایران توسط گروه پژوهش و توسعه خدمات دزیمتری نوترون و ذرات باردار امور حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی، ابداع و به تولید انبوه نیز رسیده، و نیازی به واردات آن نیز نمی باشد [۱۶].

مواد رادیواکتیو می باشد، لذا این گاز بعنوان یکی از گازهای رادیواکتیو خطرناک به حساب می آید به همین علت اندازه گیری غلظت آن در مناطق مسکونی به لحاظ ارتباط آن با پرتوگیری عامه مردم بسیار مهم بوده و یکی از وظایف سازمانهای حفاظت از محیط زیست ویا هر ارگانی که به نوعی با مواد رادیواکتیو و اثرات آنها بر روی انسانها سروکار دارند بشمار می آید.

نتایج بررسیهای به عمل آمده نشان می دهد خانه های مسکونی نقاط مختلف کشور ما از نقطه نظر گاز رادون مورد بررسی دقیق قرار نگرفته، و برآورد دقیقی از میزان پرتوگیری متوسط مردم در این رابطه وجود ندارد. این درحالیست که بسیاری از خانه های بعضی از مناطق کشور ما بر روی بسترهایی از سنگهای گرانیت و شیلپهای غنی از مواد آلی احداث شده اند، که از آن جمله به بعضی نواحی واقع در استانهای آذربایجان، زنجان و یزد می توان اشاره نمود. بعلاوه مطالعات محدود انجام گرفته در بعضی از مناطق کشور (تهران،

مراجع

۱. UNSCEAR, source and effect of ionizing radiation, United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation. Report to general assembly with annexes (۲۰۰۰)
- ۲- م. غیائی و م. کاتوزی، "دروس عمومی حفاظت در برابر اشعه" سازمان انرژی اتمی ایران، ۱۳۷۹
- ۳- ا. عباس نژاد، "اثرهای زیست محیطی گاز رادون و اهمیت توجه به آن در ایران" مجله علوم و فنون هسته ای، شماره ۲۶، صفحات ۳۱-۱۷، ۱۳۸۱
- ۴- ا. نخلی، "محیط زیست و گاز رادون" مجله انرژی هسته ای، شماره ۱۹، صفحات ۱۹-۱۲، ۱۳۷۶
- ۵- سایت: Geological Survey of Iran, North-East Territory، مقالات: آلودگی هوا در خانه
- ۶- م. غیائی، م. بیت اللهی و ن. فلاحیان "پرتوگیری از منابع طبیعی پرتو" سازمان انرژی اتمی ایران، ترجمه ضمیمه الف گزارش: UNSCEAR, source and effect of ionizing radiation, United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation. Report to general assembly with annexes (۱۹۹۳)
- تحت عناوین: "Exposures from Natural Sources of Radiation" & "Extractive Industries"
- ۸- "رادون" سایت اینترنتی: بانک داده های محیط زیست، ۱۳۸۶
۹. A physician's Guide-Radon, The health", ۱۹۹۳, United State Enviromental Protection Agency, Office of Air And radiation, EPA Document, sep, threat with a simple solution
۱۰. "Radon and Health", ۲۰۰۲, United State Enviromental Protection Agency, Office of Air And radiation Document, Information Sheet, Oct.
۱۲. UNSCEAR, source and effect of ionizing radiation, United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation. Report to general assembly with annexes (۱۹۸۸)
- ۱۳- ک. حداد و ع. آزادیر "اندازه گیری غلظت گاز رادون در شهرستان لاهیجان با استفاده از روشهای غیر فعال" مقاله ارائه شده به دومین کنفرانس فیزیک، شیراز، ۱۳۸۳

• فوق لیسانس مهندسی هسته ای و عضو هیئت علمی سازمان انرژی اتمی ایران، تلفن: ۰۹۱۴۳۱۳۲۵۹۸، ایمیل: javadrn@yahoo.com
 • دانشجوی ترم آخر مهندسی برق دانشکده فنی دانشگاه تبریز، تلفن: ۰۹۱۴۴۱۰۱۹۳۶، ایمیل: rn_reza@yahoo.com
 "United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation" - ۱