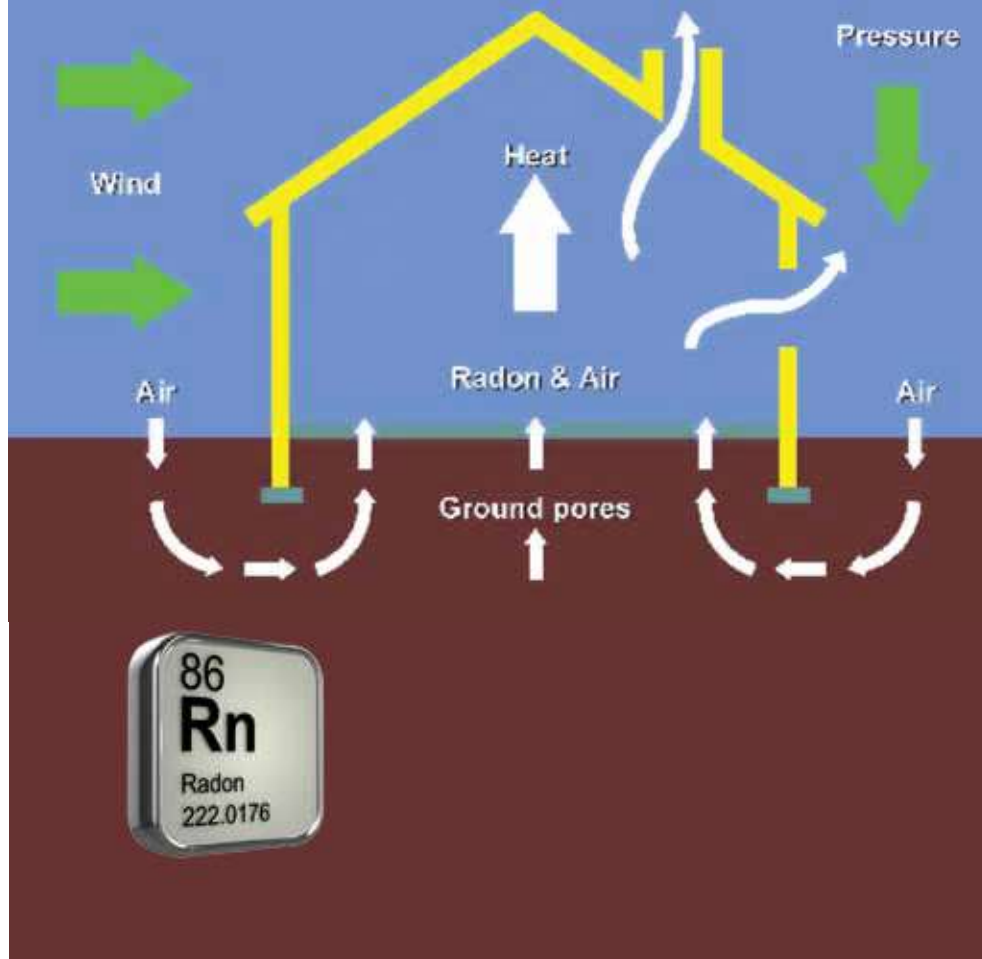




دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشکده محیط زیست

گاز رادن و اثرات بهداشتی آن



گاز رادن و اثرات بهداشتی آن

مقدمه‌ای بر گاز رادن

گاز رادن یکی از مهمترین عوامل خطر محیطی می‌باشد که سلامت انسان را تهدید می‌کند. هر فرد سالانه بطور میانگین $2/8$ میلی سیورت پرتو دریافت می‌کند که حدود 85% آن ناشی از منابع طبیعی است؛ همچنین حدود 60% از کل دوز پرتوهای طبیعی ناشی از ایزوتوپ‌های رادن می‌باشد. رادن یک گاز پرتوزای طبیعی، بدون رنگ، بو و مزه است. از محصولات واپاشی سری اورانیم (238) تولید می‌شود و بطور طبیعی ~~از ایزوتوپ رادن () وجود دارد که عبارتند از 219 (اکتینن)، 220 (تورن) و 222 که عمدتاً رادن نامیده می‌شود. اکتینن داری نیم عمر بسیار کوتاهی است (حدود ۳ ثانیه) و در مقایسه چشمگیری به داخل هوا منتشر نمی‌شود. تورن در داخل منازل نیز گزارش شده است و حدود 4% از کل میزان دوز دریافتی پرتوها را در انسان به خود اختصاص می‌دهد. رادن (222) مهمترین ایزوتوپ رادن است که نگرانی‌های زیادی درباره آن وجود دارد. رادن یکی از اصلی‌ترین عوامل پرتوزای یونساز در پرتوگیری عمومی می‌باشد. رادن مهمترین منبع پرتوی یونساز در بین دیگر منابع طبیعی به شمار می‌رود.~~

رادن به ذرات پرتوزای دیگری تجزیه می‌شود که می‌توانند از طریق تنفس وارد بدن شوند. استنشاق محصولات حاصل از تجزیه رادن با افزایش ریسک سرطان‌های دستگاه تنفسی بخصوص سرطان ریه در ارتباط است. اغلب رادن تنفس شده قبل از اینکه تجزیه شود و بافت‌ها و دستگاه تنفسی را پرتو دهد می‌کند از طریق هوای بازدمی خارج می‌شود. به هر حال رادن به شکل ذرات بسیار ریز جامد پرتوزا نظیر پلونیوم-۲۱۸ (دختران رادن) که به ذرات هوا برد و معلق در هوا می‌چسبند تجزیه می‌شود. این ذرات حاوی مواد رادیواکتیو ممکن است در هوا معلق و یا بر روی سطوح رسوب کنند. زمانیکه این ذرات وارد دستگاه تنفسی شوند با انتشار ذرات آلفا سطح برونش‌ها در ریه را پرتو دهد می‌کنند و این پدیده ممکن است ریسک ابتلا به سرطان ریه را افزایش دهد.



گاز رادن و اثرات بهداشتی آن

منابع انتشار گاز رادن در محیط

رادن در هوای آزاد بطور معمول در هوا پخش می‌شود در حالیکه در محیط‌های بسته نظیر ساختمان‌ها، معادن و غارها ممکن است تجمع یابد. رادن هوای داخل، عمدتاً ناشی از گاز خاک کف ساختمان و مقدار کمی نیز ناشی از انتشار گازهای موجود در آب خانگی و مصالح ساختمانی است. بنابراین بیشترین غلظت گاز رادن در طبقات زیرزمین و زیر همکف است و در واقع در طبقات سوم و بالاتر، غلظت گاز رادن بسیار پایین است. اغلب منابع آب قبل از استفاده تحت تأثیر فرآیندهای تصفیه آب قرار می‌گیرند که سبب حذف رادن از آب می‌شوند اما در سیستم‌های کوچک تأمین آب و شبکه‌های خصوصی که دارای سیستم‌های بسته هستند بعلت اینکه زمان کافی جهت تجزیه رادن وجود ندارد غلظت رادن در آنها بیشتر است. در چنین شرایطی گاز رادن در زمان استحمام و دیگر فعالیت‌های خانگی وارد هوای داخل می‌شود. همانطور که در شکل ذیل آورده شده است به طور کلی راه‌های ورود رادن به ساختمان‌ها و منازل شامل موارد زیر است:



اثرات بهداشتی متناسب به گاز رادن

مطالعات نشان داده‌اند که مواجهه با رادن در منازل مسکونی، سبب افزایش ریسک سرطان ریه می‌شود و حدود ۳ تا ۱۴ درصد از کل سرطان‌های ریه متناسب به رادن

گاز رادن و اثرات بهداشتی آن

می‌باشد. براساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، رادن پس از سیگار دومین عامل سرطان ریه است و در افراد سیگاری، بیشتر سبب سرطان ریه می‌شود و در افراد غیرسیگاری اولین عامل سرطان ریه است.

راه‌های جلوگیری از ورود رادن به منازل مسکونی و کاهش آن

اصولاً جلوگیری و کاهش سطح رادن در هوای داخل منازل مسکونی نیازمند دانش فنی - مهندسی و مهارت‌های خاصی می‌باشد. با توجه به اینکه ورود گاز رادن به داخل منازل مسکونی عمدتاً از طریق نشت آن از زمین و دیوارها به داخل منازل مسکونی صورت می‌گیرد راه‌های کاهش رادن در منازل مسکونی به دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شود: (۱) جلوگیری از ورود گاز رادن به داخل منازل مسکونی (۲) کاهش گاز رادن در هوای داخل منازل مسکونی که در ادامه هر کدام از این دو روش تشریح شده است.

الف) جلوگیری از ورود رادن به داخل منازل مسکونی

برای جلوگیری از ورود گاز رادن به داخل منازل مسکونی باید به پارامترهای زیر توجه خاصی شود:

- استفاده از چاهک رادن: اگر ساختمان دارای کف بتنی یک تکه‌ای باشد، می‌توان با ایجاد چاهک رادن در زیر کف بتنی، گاز رادن جمع‌شده در زیر ساختمان را مستقیماً به بیرون هدایت کرد (این روش برای منازل مسکونی دارای سطوح رادن بیشتر از ۱۲۰۰ بکرل در متر مکعب بسیار مناسب و کارآمد می‌باشد).

- آب‌بندی کف و دیوارهای ساختمان‌ها: برای آب‌بندی کف و دیوارهای ساختمان‌ها باید از موادی از قبیل سیمان، رنگ و یا ورقه‌های پلاستیکی برای جلوگیری از نفوذ گاز رادن به داخل ساختمان استفاده کرد (این روش برای منازل مسکونی دارای سطوح رادن در محدوده ۴۰۰-۵۰۰ بکرل در متر مکعب بسیار مناسب و کارآمد می‌باشد).

گاز رادن و اثرات بهداشتی آن

- افزایش تهویه در زیرزمین ساختمان‌ها: در صورتیکه ساختمان دارای زیرزمین باشد، می‌توان با افزایش میزان تهویه در زیرزمین از تجمع گاز رادن در زیرزمین و منزل مسکونی جلوگیری کرد (این روش برای منازل مسکونی دارای سطوح رادن تا ۷۰۰ بکرل در متر مکعب بسیار مناسب و کارآمد می‌باشد).

- استفاده از قلوه سنگ بجای شن درشت‌دانه در طراحی و ساخت پی ساختمان: در این روش از قلوه سنگ‌های تمیزی به قطر کمتر از ۲ سانتی‌متر و به ارتفاع تقریبی ۴ اینچ (حدود ۱۰ سانتی‌متر) در کف ساختمان که فونداسیون بتنی بر روی آن بنا خواهد شد، استفاده می‌شود. این لایه، جابجائی راحت‌تر هوا و گازهای خروجی از خاک و هدایت آن‌ها به لوله‌ی خروجی را فراهم می‌نماید.

- استفاده از مواد کاهش دهنده سرعت گاز رادن خاک: قبل از اینکه بتن فونداسیون ریخته شود از یک لایه ورق پلی‌اتیلنی ۶ میلی‌متری برای پوشش قلوه سنگ‌ها استفاده می‌شود و از این لایه همچنین می‌توان برای درزبندی محل ورود لوله‌ها به ساختمان استفاده کرد. این پوشش به عنوان یک مانع اولیه برای گاز خروجی از خاک بوده و باعث مسدود نمودن تمام سوراخ‌ها، ترک‌ها و شکستگی‌هایی که ممکن است بعداً در بتن بوجود آید، می‌شود.

- لوله‌ی تهویه شکل: این لوله از جنس پی وی سی بوده و به گونه‌ای در داخل قلوه سنگ‌ها و در محل‌های نفوذ گاز قرار داده می‌شود که بتوان گاز رادن را بعد از خروج از خاک براحتی و بدون هیچ مقاومتی از طریق این اتصال وارد لوله تخلیه کرد که شامل اجزای ذیل می‌باشد:

- لوله‌ی سوراخ‌دار: یک لوله‌ی ۳ یا ۴ اینچی سوراخ‌دار بطور افقی در داخل قلوه سنگ‌ها و قسمت‌هایی که خیزش گاز رادن اتفاق می‌افتد قرار داده می‌شود که با اتصال به لوله‌ی شکل باعث ورود گاز رادن از زیر ساختمان به سیستم تهویه گاز رادن می‌گردد.

- لوله‌ی تهویه: یک لوله پی وی سی ۳ یا ۴ اینچی می‌باشد که با اتصال به لوله‌ی

گاز رادن و اثرات بهداشتی آن

در زیر بتون کف ساختمان و در داخل قلوه سنگ‌ها، به طور عمودی تا ارتفاع ۱۲ اینچی پشت بام ادامه داشته و معمولاً به فاصله‌ی حداقل ۱۰ فوت از پنجره‌ها و ساختمان‌های مجاور قرار می‌گیرد. این لوله به طور مستقیم گاز رادن خروجی از خاک را به بیرون از ساختمان هدایت می‌نماید.

- محافظ پشت‌بام: یک تکه ورق فلزی و یا پلاستیکی را دور تا دور لوله‌ی تهویه و در محل خروج لوله از پشت‌بام طوری قرار می‌دهند، که از ورود آب باران و نیز نشتر احتمالی گاز رادن به بیرون و وارد شدن آن به داخل ساختمان جلوگیری به عمل آورد.

ب) کاهش رادن در هوای داخل منازل مسکونی

در این روش که اساس آن غیرفعال سازی گاز رادن وارد شده به داخل ساختمان بوده است، برخلاف روش اول اغلب به‌سادگی گاز رادن وارد شده به داخل ساختمان را از ساختمان‌ها خارج می‌سازند. برای کاهش گاز رادن در هوای داخل منازل مسکونی باید به نکات زیر توجه خاصی شود:

- بوجود آوردن فشار مثبت در ساختمان‌ها: برای این کار می‌توان فشار هوای داخل ساختمان را توسط یک فن با مکش هوا از بیرون و دمیدن آن به داخل ساختمان بالا برده و از نفوذ گاز رادن به داخل ساختمان جلوگیری کرد (این روش برای منازل مسکونی دارای سطوح رادن تا ۷۰۰ بکرل در متر مکعب بسیار مناسب و کارآمد می‌باشد)؛ در انگلستان نتایج مطالعات نشان داده است که استفاده از یک فن با دبی ۵۰ لیتر در ثانیه در منزلی که غلظت گاز رادن در آنها حدود ۷۵۰ بکرل در متر مکعب بوده است سبب کاهش غلظت رادن به کمتر از ۲۰۰ بکرل در متر مکعب شده است (البته باید توجه نمود در مناطقی که غلظت آلاینده‌های هوای آزاد (بیرون از خانه) بالا است و در اکثر روزهای سال غلظت آلاینده‌ها بالاتر از حد استاندارد یا رهنمودی باشد سبب افزایش غلظت آلاینده‌های هوا در هوای داخل می‌شود).

گاز رادن و اثرات بهداشتی آن

- اصلاح سیستم تهویه ساختمان: برای کاهش نفوذ گاز رادن از کف و دیوارهای ساختمان می‌توان سیستم تهویه را اصلاح نمود (این روش برای منازل مسکونی دارای سطوح رادن پایین‌تر از ۴۰۰ بکرل در متر مکعب بسیار مناسب و کارآمد می‌باشد).

منابع:

- ۱- مرورساختاریافته مطالعات ملی پایش رادن، ۱۳۹۴. پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران.
- 2- Appleton JD. Radon in air and water: Springer; 2013.
- 3- WHO (World Health Organization). 2009. Handbook on indoor radon: a public health perspective.