

# اندازه‌گیری غلظت گاز رادون هوای شهر رامسر با استفاده از آشکارسازهای آلفاگارد و RAD7 و مقایسه نتایج به دست آمده

داریوش رضایی<sup>۱</sup>، علی بهرامی سامانی<sup>۲</sup>، مهدی عشورنژاد<sup>۱\*</sup>

۱. دانشگاه محقق اردبیلی، گروه فیزیک

۲. پژوهشکده هسته‌ای تهران

## چکیده:

گاز رادون یکی از مهمترین عناصر رادیواکتیو است که از واپاشی اورانیوم و رادیوم طبیعی موجود در زمین متصاعد میشود. با توجه به اینکه تعداد ذرات آلفای گسیل شده در زنجیره واپاشی گاز رادون زیاد است و ذره آلفا یکی از خطرناکترین ذرات حاصل از واپاشیها به حساب می‌آید، به همین علت اندازه‌گیری دقیق گاز رادون موجود در طبیعت بسیار ضروری است. بر اساس گزارش سال ۲۰۰۰ کمیته علمی سازمان ملل متحد در مورد تشعشعات اتمی شهر ساحلی رامسر از بیشترین سطح پرتوزایی زمینه در بین تمامی مناطق مسکونی دنیا برخوردار است. هدف از این تحقیق اندازه‌گیری غلظت گاز رادون هوای شهر رامسر با استفاده از دو آشکارساز RAD7 و آلفاگارد و مقایسه نتایج به دست آمده است. نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان می‌دهد که دستگاه RAD7 مقدار دقیقتر و بیشتری از این گاز را نسبت به آلفاگارد آشکارسازی می‌کند و لذا بهتر است از این دستگاه برای سنجش گاز رادون استفاده شود.

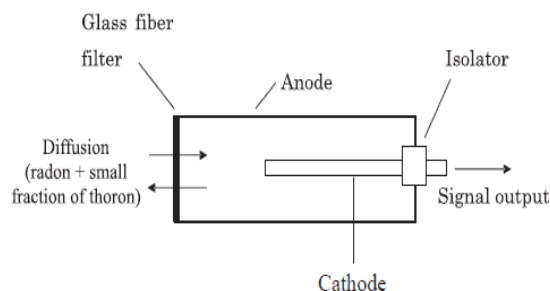
**کلمات کلیدی:** رادون، آلفاگارد، RAD7، رامسر

## مقدمه:

گاز رادیواکتیو رادون حاصل از واپاشی اورانیوم، در حال حاضر در همه سنگها و خاکها، به طور معمول از ۱ تا ۴ PPM (قسمت بر میلیون) غلظت دارد. رادون دارای ۲۷ ایزوتوپ است که از  $^{200}\text{Rn}$  شروع و به  $^{226}\text{Rn}$  ختم می‌شود که همه آنها ناپایدارند و بعد از یک سری واپاشیها با نیمه عمرهای مختلف می‌توانند به حالت پایدار تبدیل شوند. از همه این ایزوتوپها تنها  $^{219}\text{Rn}$ ،  $^{220}\text{Rn}$  و  $^{222}\text{Rn}$  در طبیعت تولید می‌شوند. نیمه عمر  $^{220}\text{Rn}$  که تورون نامیده می‌شود ۵۵/۳ ثانیه است و از واپاشی توریوم  $^{232}\text{Th}$  حاصل می‌شود.  $^{222}\text{Rn}$  که گاز رادون نامیده می‌شود با نیمه عمر ۳/۸۲ روز حاصل واپاشی اورانیوم  $^{238}\text{U}$  است. رادون و تورون به طور طبیعی در خاک، هوا و آب یافت می‌شوند (۱). شهر رامسر در میان رشته کوه‌های البرز و دریای مازندران در شمال ایران واقع شده است. بر اساس گزارش سال ۲۰۰۰ کمیته علمی سازمان ملل متحد (UNSCEAR<sup>۱</sup>) در مورد تشعشعات اتمی شهر ساحلی رامسر از بیشترین سطح

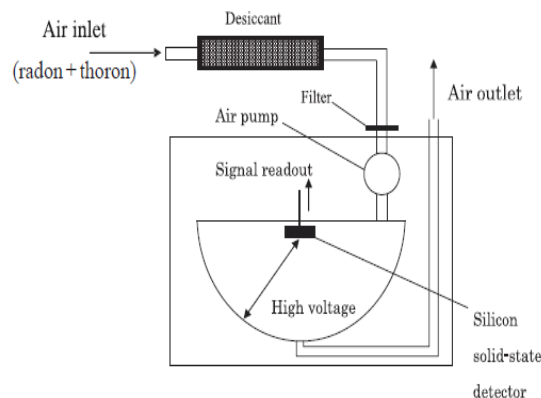
پرتوزایی زمینه در بین تمامی مناطق مسکونی دنیا برخوردار است. بر اساس آخرین تحقیقات انجام شده توسط سازمان انرژی اتمی ایران تابش زمینه بالا در مناطقی از شهر رامسر عمدتاً به علت وجود مقادیر خیلی بالای  $^{226}\text{Ra}$  و محصولات واپاشی آن است که توسط چشمه های آب گرم به سطح زمین می آیند. دومین دلیل میزان تابش بالا، رسوبات تراورتن با غلظت بالای توریم است (۲).

ابزارهای مختلفی برای اندازه گیری گاز رادون وجود دارند که متداولترین آنها استفاده از آشکارسازهای RADV و آلفاگارد است (۳). دستگاه آلفاگارد (شکل ۱) یک سیستم اندازه گیری قابل حمل است که می تواند با استفاده از سنسورهای جامع و یکپارچه خود همزمان علاوه بر اندازه گیری غلظت رادون، دمای محیط، رطوبت و فشار هوا را نیز اندازه گیری کند و برای اندازه گیری پیوسته گاز رادون با غلظت بین ۲ تا  $2000000 \left(\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}\right)$  مناسب است (۴). از معایب دستگاه آلفاگارد این است که ساطع کننده های آلفا را بدون تمییز دادن انرژی آنها آشکارسازی می کند به این معنی که فرقی میان گاز تورون ( $^{220}\text{Rn}$ ) و رادون ( $^{222}\text{Rn}$ ) قائل نمی شود و هر دو را با هم آشکارسازی کرده و نتیجه را به عنوان گاز رادون ( $^{222}\text{Rn}$ ) نشان می دهد.



شکل ۱. شماتیک دستگاه آلفاگارد (۴)

یکی دیگر از وسایل پرکاربرد اندازه گیری گاز رادون دستگاه RADV (شکل ۲) است. RADV یک آشکارساز حالت جامد نیمه هادی (معمولاً سیلیکون) است که مستقیماً پرتوهای آلفا را به سیگنال الکتریکی تبدیل می کند (۵). از مزایای دستگاه حالت جامد، استحکام آن و توانایی تعیین الکترونیکی انرژی هر ذره آلفاست. بنابراین چون انرژی آلفای ساطع شده از واپاشی گاز تورون با انرژی آلفای ساطع شده از گاز رادون با هم متفاوتند بنابراین گاز تورون ( $^{220}\text{Rn}$ ) و گاز رادون ( $^{222}\text{Rn}$ ) را به صورت مجزا از هم آشکارسازی می کند. در سیستم RADV فیلتر ۰.۴۵ میکرومتری از ورود دختران گاز رادون و تورون به درون سیستم RADV جلوگیری می کند (۶).



شکل ۲. شماتیک دستگاه RAD7 (۴)

### روش اندازه‌گیری:

در این تحقیق غلظت گاز رادون در ۶ نقطه متفاوت هوای شهر رامسر توسط دو آشکارساز آلفاگارد و RAD7 به صورت همزمان اندازه گرفته شدند. تمام اندازه‌گیریها بین ساعت‌های ۱۰ صبح الی ۱۹ شب و در فصل تابستان انجام گرفتند. برای اندازه‌گیری غلظت گاز رادون در هر نقطه، دو آشکارساز به طور همزمان به مدت یک ساعت مداوم و در شرایط کاملاً یکسان شروع به اندازه‌گیری کردند. در هر نقطه دستگاه آلفاگارد حدود ۲۰ سانتیمتر بالای سطح زمین قرار داشت و در ۶ دوره زمانی ۱۰ دقیقه‌ای و در حالت diffusion غلظت گاز رادون را اندازه می‌گرفت. در پایان هر دوره زمانی ۱۰ دقیقه‌ای، دستگاه میزان گاز رادون، رطوبت، دما و فشار هوای محیط را بر روی صفحه نمایش خود نشان می‌داد. سپس میانگین غلظت ۶ دوره به عنوان غلظت گاز رادون نقطه مورد نظر حساب شد. دستگاه RAD7 هم در ۳ دوره زمانی ۲۰ دقیقه‌ای غلظت گاز رادون را در هر نقطه اندازه می‌گرفت. هوای محیط به وسیله پمپ آشکارساز بعد از عبور از محفظه حاوی رطوبت گیر وارد آشکارساز شده و غلظت گاز رادون بر حسب بکرل بر متر مکعب اندازه‌گیری می‌شد. بلورهای کلسیوم سولفات که توانایی جذب رطوبت را دارند به عنوان عامل رطوبت گیر مورد استفاده قرار گرفتند. سپس داده‌های اندازه‌گیری شده توسط پورت RS۲۳۲ جهت آنالیز و بررسی توسط نرم افزار capture.win به کامپیوتر انتقال داده شدند.

### نتایج:

غلظت‌های اندازه‌گیری شده توسط دو دستگاه در جدول شماره یک آمده است. با توجه به جدول دستگاه RAD7 در نمونه‌های شماره ۱، ۳، ۴، ۵ و ۶ مقدار بیشتری گاز رادون نسبت به دستگاه آلفاگارد آشکارسازی کرده و فقط در نمونه شماره ۲ مقدار کمتری را نسبت به آلفاگارد اندازه‌گیری کرده است.

جدول ۱. نتایج اندازه‌گیری رادون بر حسب بکرل بر متر مکعب

شماره نمونه	مکان نمونه برداری	دستگاه آلفاگارد (رادون + تورون)	دستگاه Radv	
			تورون	رادون
۱	خاک سفید	۴۷.۰	۷.۹	۱۶۱.۰
۲	سفید تمشک	۳۸.۴	۰.۰	۲۴.۹
۳	ابریشم محله	۳۳.۶	۱۰.۷	۲۶.۰
۴	سخت سر	۶۲.۸	۰.۰	۶۵.۰
۵	محیط اطراف آب گرم	۲۷.۸	۲۰.۹	۳۸.۰
۶	طالش محله فتوک	۱۴.۳	۰.۰	۱۶.۴

### نتیجه‌گیری:

با توجه به اینکه تعداد ذرات آلفای گسیل شده در زنجیره واپاشی گاز رادون زیاد است و ذره آلفا یکی از خطرناکترین ذرات حاصل از واپاشیها به حساب می‌آید لذا این گاز به عنوان یکی از گازهای رادیواکتیو خطرناک به حساب می‌آید، به همین علت اندازه‌گیری دقیق گاز رادون موجود در طبیعت بسیار ضروری است. دو دستگاه آلفاگارد و RADV از وسایل پرکاربرد در اندازه‌گیری گاز رادون هستند. با توجه به نتایج این تحقیق دستگاه RADV مقدار دقیقتر و بیشتری از این گاز را نسبت به آلفاگارد آشکارسازی می‌کند و لذا بهتر است از این دستگاه برای سنجش گاز رادون به خصوص در مکانهایی که اندازه‌گیری دقیق این گاز ضروری است استفاده شود.

### منابع:

- عباس‌نژاد، احمد. اهمیت زیست محیطی گاز رادون-۲۲۲ و اهمیت توجه به آن در ایران. مجله علوم و فنون هسته‌ای. ۱۳-۱۷، ۲۶- (۱۳۸۱).
- Ghiassi-nejad, M. Health Physics, ۸۲(۱), ۸۷.(۲۰۰۰)
- Ishikawa, T. Effects of Thoron on Radon Detector of pulse ionization chamber type Radiation Protection Dosimetry, Vol. ۱۰۸, No. ۴, ۳۲۷-۳۳۰.(۲۰۰۴).
- User Manual Portable Radon Monitor ALPHAGUARD. Genitron Instruments GmbH, Germany (۱۹۸۸).
- Jalili, A., Behtash, A., Rezaei, D. Radon concentration in hot springs of the touristic city of Sarein and methods To reduce radon in water. Volume ۸۱, Issue ۷, p. ۷۴۹-۷۵۷ (۲۰۱۲).
- Durridge Company Inc. RadV radon Detector. In: User Manual (ver.V.۰), Bedford, MA, United States (۲۰۰۰).