



بررسی اثر پارامترهای محیطی بر غلظت گاز پرتوزای رادن در عمق

۷۰ سانتی متری خاک با استفاده از روش فعال در شهرستان رامسر

قاضلی کر، ماهرخ^(۲،۳) - برادران، سماه*^(۱،۳) - ماجدی، سید محمد^(۲) - موذن، مرضیه^(۳) - جعفری زاده،

منصور^(۱،۳)

^۱ پژوهشکده رآکتور و ایمنی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، تهران، ایران

^۲ دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

^۳ دفتر حفاظت در برابر اشعه، مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور، تهران، ایران

چکیده:

در این پژوهش سعی بر آن است که بررسی جامعی از تأثیر پارامترهای محیطی بر غلظت رادن ۲۲۲ در عمق خاک انجام پذیرد، بدین منظور هم‌زمان با اندازه‌گیری پارامترهای محیطی شامل دما و رطوبت هوا، دما، رطوبت و pH خاک، غلظت رادن در عمق ۷۰ سانتی متری به روش فعال و کوتاه مدت و با استفاده از دستگاه RAD7 در چهار فصل سال اندازه‌گیری شده است. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SPSS تحلیل آماری شد. تجزیه و تحلیل داده‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تغییر فصول تأثیر معناداری بر فرآیند انتشار گاز رادن از خاک دارد. پارامترهای دما و رطوبت هوا بیشترین تأثیر را بر غلظت رادن در عمق خاک داشته است.

کلمات کلیدی: پارامترهای محیطی - رادن ۲۲۲ - روش فعال - RAD7 - عمق خاک

مقدمه:

بر اساس گزارش کمیته علمی اثرات پرتوهای اتمی سازمان ملل متحد (UNSCEAR 2008) ۴۸ درصد مقدار پرتوگیری سالانه مردم از پرتوهای طبیعی مربوط به رادن می‌باشد. پایدارترین و فراوان‌ترین ایزوتوپ گاز رادن Rn-222 با نیمه عمر حدود ۳/۸ روز و گسیل دهنده پرتو آلفا است [۱].

منشأ رادن از زنجیره واپاشی اورانیوم موجود در پوسته زمین می‌باشد. منابع پرتوگیری از گاز رادن شامل خاک، آب چاه، رادن موجود در هوا و مصالح ساختمانی است. مهم‌ترین منشأ گاز رادن، منابع خاک و پس از آن منابع آب زیرزمینی، چشمه‌های آب گرم و آب‌های سطحی می‌باشد. خاک‌های سست و شنی مهم‌ترین راه نفوذ رادن به سطح زمین بوده، در حالی که خاک سفت و فشرده رسی مانع از جریان آن می‌شود.

انتشار رادن از زمین به جو بستگی به تخلخل خاک، رطوبت محیط، دانسیته پوسته زمین، رطوبت خاک یا کانی، فراوانی اورانیوم در پوسته زمین و شرایط محیطی شامل دمای محیط، فشار هوا، بارندگی و جریان هوا دارد [۲].



از آنجائی که در حدود نیمی از پرتوگیری افراد از منابع پرتوزای طبیعی مربوط به استنشاق گاز رادن موجود در نواحی مسقف بوده و عامل اصلی ورود گاز رادن به نواحی مسقف، رادن موجود در خاک می‌باشد، لذا غلظت گاز رادن موجود در عمق خاک می‌تواند به عنوان شاخصی جهت تعیین پرتوزایی به حساب آید [۳]. علاوه بر آن، بهتر است جهت بررسی رادن در محیط بسته، اندازه‌گیری مقدار غلظت رادن در خاک نیز به عنوان اطلاعات پایه و تکمیلی انجام گردد.

در کتاب میانجی و برادران به عوامل تأثیرگذار در آهنگ انتشار رادن از زمین به جو و همچنین روش‌های اندازه‌گیری رادن در هوا، آب و خاک اشاره شده است. نتایج این تحقیق بیانگر این است که افزایش دما به تدریج موجب کاهش فشردگی خاک، به ویژه در لایه‌های بسیار سطحی که می‌توانند به راحتی از تغییر شرایط محیطی تأثیر بپذیرند می‌شود. کاهش فشردگی امکان آزاد شدن راحت‌تر گاز رادن به محیط را فراهم می‌آورد و این به نوبه خود بر لایه پایین‌تر خاک اثر می‌گذارد و آهنگ انتقال گاز رادن از آن لایه به لایه بالایی افزایش می‌یابد. در کل افزایش دمای سطح خاک موجب انبساط هوای داخل خاک و در نهایت افزایش آزاد شدن رادن به محیط می‌شود. همچنین رطوبت خاک یا کانی اثر زیادی در آزادسازی رادن از خاک دارد [۲].

مونیکا مولر و دیگران در پژوهش خود به بررسی تغییرات روزانه و فصلی غلظت گاز رادن در خاک در شهر براتیسلاوا کشور اسلواکی پرداخته‌اند. نتایج تحقیق آن‌ها حاکی از آن است که با افزایش دمای محیط میزان غلظت رادن کاهش می‌یابد به طوری که در تابستان شاهد کمترین میزان غلظت رادن و در زمستان شاهد بیشترین میزان غلظت رادن در خاک خواهیم بود. به علاوه بارش باران و بالا رفتن میزان رطوبت خاک نیز می‌تواند باعث افزایش غلظت رادن در خاک گردد [۴].

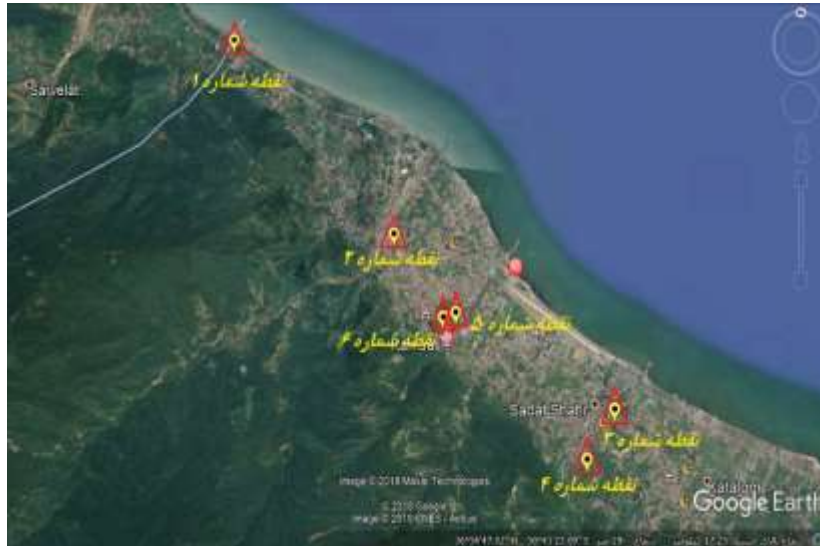
هیچ مقدار استاندارد جهانی برای رادن خاک وجود ندارد زیرا میزان رادن در خاک به شرایط زمین‌شناسی و شرایط محیطی منطقه بستگی دارد [۵].

روش کار :

در این پژوهش از روش اندازه‌گیری فعال و کوتاه مدت در چهار فصل سال استفاده شده است. برای اندازه‌گیری غلظت رادن موجود در عمق خاک به روش فعال از دستگاه RAD7 ساخت کمپانی DURRIDGE و براساس راهنمای استاندارد آن دستگاه استفاده شده است.

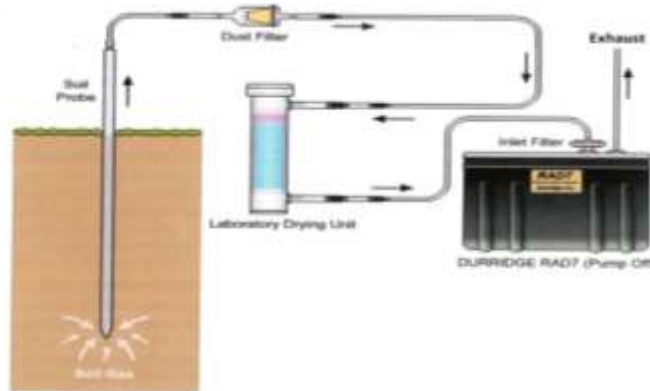
برای اندازه‌گیری دما و رطوبت هوا و خاک از ترمومتر و هیگرومتر دیجیتال مدل KT-905 و برای اندازه‌گیری pH خاک از pH متر آنالوگ محصول کمپانی TFA – DOSTMANN مدل ۴۸,۱۰۰۰ استفاده گردید. دمای محیط، دمای خاک، رطوبت و pH خاک در ساعت‌های خاصی از روز در نقاط منتخب اندازه‌گیری گردید.

در این تحقیق شش نقطه ثابت برای انجام اندازه‌گیری‌های غلظت گاز رادن انتخاب شد. برای ثبت موقعیت مکانی نقاط مورد اندازه‌گیری از دستگاه جی‌پی‌اس مارک Garmin مدل GpsMap 62S استفاده شده است. موقعیت جغرافیایی این نقاط در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.



شکل شماره ۱- موقعیت جغرافیایی نقاط مورد اندازه‌گیری در Google Earth

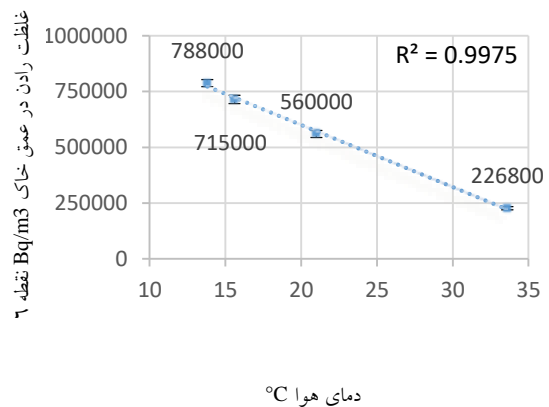
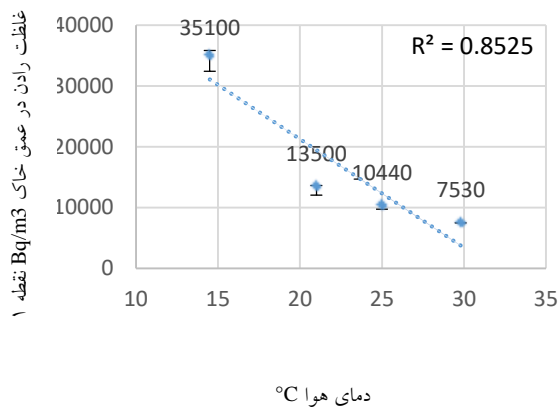
در محل مورد نظر مختصات جغرافیایی مشخص، یادداشت و جهت اندازه‌گیری‌های فصول بعدی در دستگاه GPS مارک شد. مطابق شکل شماره ۲، نوک پروب دستگاه RAD7 را تا عمق ۷۰ سانتی‌متر در خاک فرو برده و اطراف آن را به دقت آب‌بندی شد تا هوای اطراف سطح خاک روی اندازه‌گیری تأثیر نگذارد. شیر کنترل آب و گیج خلاء را وصل نموده و پس از حصول اطمینان از آب‌بندی اتصالات در مقابل نفوذ هوا، یک سر لوله پلاستیکی را به سر گیج و سر دیگر به استوانه خشک‌کن وصل شد. اندازه‌گیری رادن در خاک با پروتکل Grab انجام گرفت. هوا از انتهای پروب از مسیر خشک‌کن و فیلتر ورودی به سمت محفظه اندازه‌گیری مکش شده و طبق این پروتکل طی یک دوره نیم ساعته شمارش انجام گردید، بدین ترتیب که پمپ دستگاه ۵ دقیقه کار کرده، ۵ دقیقه مکث کرده و ۴ سیکل ۵ دقیقه‌ای شمارش صورت گرفت. گزارش خلاصه داده‌ها توسط چاپگر دستگاه چاپ و توسط نرم افزار دستگاه اصلاح و ثبت گردید.



شکل شماره ۲: شماتیک نحوه اتصال متعلقات دستگاه RAD7 جهت اندازه‌گیری رادن در عمق خاک [۶]
در حین اندازه‌گیری با دستگاه RAD7، رطوبت و دمای هوا، رطوبت و دمای خاک و همچنین pH خاک، اندازه‌گیری و ثبت گردید.

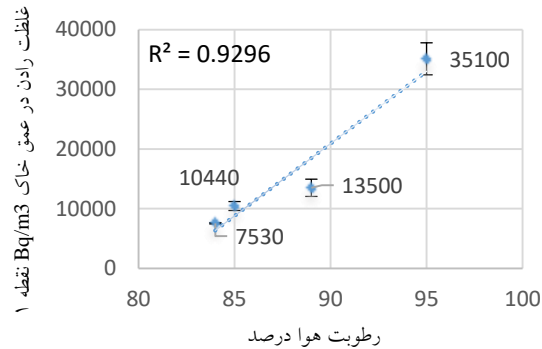
نتایج:

در تمامی نقاط با افزایش دمای هوا، مقدار غلظت رادن در عمق ۷۰ سانتیمتری خاک کاهش پیدا کرد. مطابق شکل ۳، رابطه منفی قوی بین دمای هوا و مقدار غلظت رادن در عمق خاک مشاهده شد.



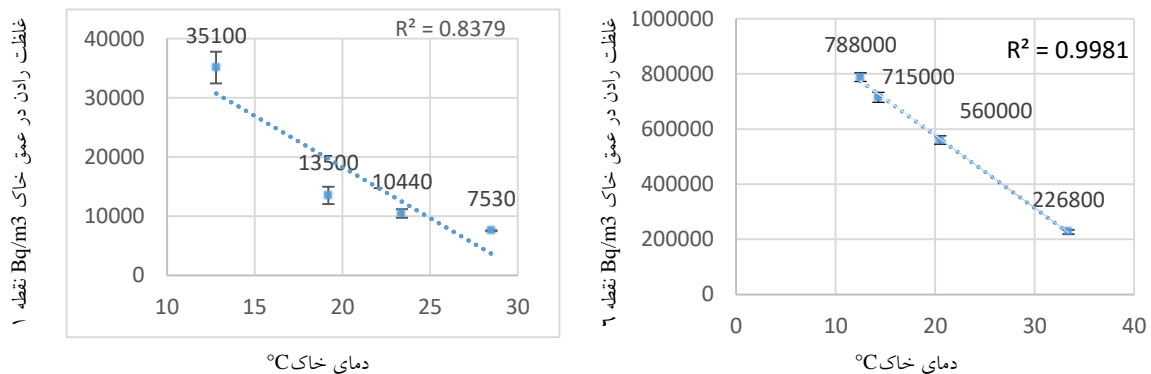
شکل شماره ۳ - تأثیر پارامتر دمای هوا بر میزان غلظت رادن در عمق خاک در چهار فصل نقاط ۱ و ۶

در تمامی نقاط با افزایش رطوبت هوا، مقدار غلظت رادن در عمق ۷۰ سانتیمتری خاک افزایش پیدا کرد. مطابق شکل ۴ رابطه مثبت قوی بین رطوبت هوا و مقدار غلظت رادن در عمق خاک مشاهده شد.



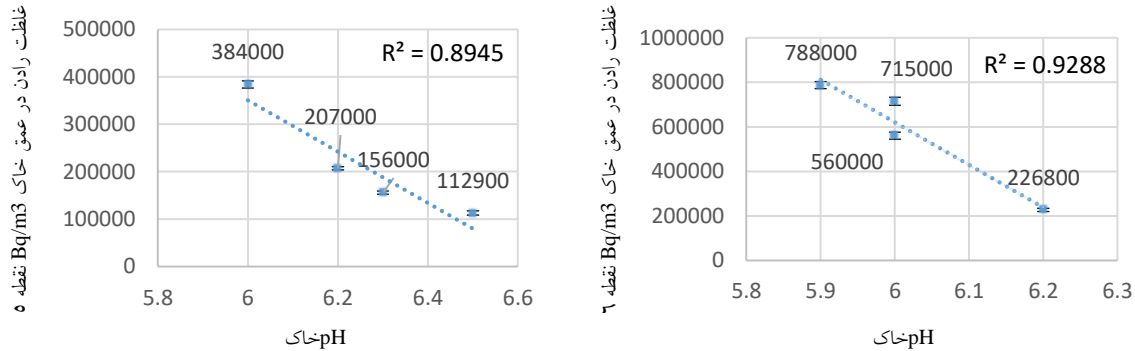
شکل شماره ۴ - تأثیر پارامتر رطوبت هوا بر میزان غلظت رادن در عمق خاک در چهار فصل نقطه ۱

در تمامی نقاط با افزایش دمای خاک، مقدار غلظت رادن در عمق ۷۰ سانتیمتری خاک کاهش پیدا کرده است. مطابق شکل ۵ رابطه منفی قوی بین دمای خاک و مقدار غلظت رادن در عمق خاک مشاهده شد.



شکل شماره ۵ - تأثیر پارامتر دمای خاک بر میزان غلظت رادن در عمق خاک در چهار فصل نقاط ۱ و ۶

در تمامی نقاط با افزایش میزان رطوبت خاک، مقدار غلظت رادن در عمق ۷۰ سانتیمتری خاک افزایش یافته است. رابطه مثبت ضعیفی بین رطوبت خاک و مقدار غلظت رادن در عمق خاک مشاهده شد. مطابق شکل ۶ رابطه منفی قوی بین pH خاک و مقدار غلظت رادن در عمق خاک مشاهده شد.



شکل شماره ۶ - تأثیر پارامتر pH خاک بر میزان غلظت رادن در عمق خاک در چهار فصل نقاط ۵ و ۶

بحث و نتیجه گیری :

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با کاهش دمای هوا، غلظت رادن در عمق خاک افزایش یافته است، به عبارت دیگر با کاهش دما و کاهش انتشار رادن به محیط، به علت تجمع رادن در عمق خاک، غلظت آن افزایش پیدا کرده است. بنابراین میزان غلظت رادن در عمق خاک از فصل پاییز با آغاز سرد شدن سطح زمین شروع به افزایش می‌نماید. در فصل تابستان با گرم و خشک شدن و افزایش جریان هوا، پمپاژ هوا به سطح خاک بیشتر شده و میزان نفوذ پذیری رادن به کمترین مقدار خود می‌رسد.

با توجه به اقلیم منطقه مورد بررسی، مجاورت آن با دریا، وجود رطوبت بسیار بالای هوا و میزان بالای بارش در منطقه، تأثیر پارامتر رطوبت هوا بر غلظت رادن در عمق خاک نیز قابل توجه بوده است. در فصول پر باران با افزایش رطوبت هوا، جرم بر حجم یا چگالی هوا بیشتر شده است این عامل با اثرگذاری روی فشار هوا و افزایش آن، باعث افزایش غلظت رادن در هوای خاک می‌گردد. در حالی که افت فشار باعث کاهش غلظت رادن می‌شود. همچنین با افزایش رطوبت هوا، ضریب انتشار رادن کاهش یافته و همین امر باعث افزایش غلظت آن در عمق خاک شده است.

مشاهده شد که با افزایش دمای خاک، مقدار غلظت رادن در عمق ۷۰ سانتیمتری خاک کاهش پیدا کرده است. افزایش دمای خاک، باعث کاهش فشردگی خاک و افزایش نفوذپذیری و تخلخل آن شده است، افزایش نفوذپذیری خاک باعث انتشار بیشتر رادن در هوا شده و در نتیجه غلظت آن در عمق خاک کاهش یافته است.



در این پژوهش مشاهده شد که افزایش میزان رطوبت خاک باعث افزایش غلظت رادن در آن می‌گردد، این امر ناشی از پر شدن خلل و فرج مابین ذرات خاک توسط مولکول‌های آب می‌باشد. در فصول بارانی (زمستان و بهار) به دلیل ایجاد لایه ای از آب روی سطح خاک، نفوذپذیری رادن کاهش می‌یابد. همانطور که در بالا ذکر شد، غلظت رادن در عمق خاک رابطه مثبت ضعیف با رطوبت خاک دارد، از طرفی در فصول مرطوب و بارانی به علت شسته شدن کاتیونهای بازی، خاک میل به اسیدی شدن پیدا می‌کند. بنابراین رابطه مثبت بین غلظت رادن در عمق خاک با کاهش pH (اسیدی شدن) خاک قابل انتظار بوده است.

مراجع :

- 1- UNSCEAR; United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations. The General Assembly with Scientific Annex. New York: United Nation Publication, 2008.
- ۲- میانجی، فریدون. و برادران، سمانه، رادن‌سنجی در ارزیابی‌های محیطی، نشر آرنه، تهران، صفحه ۳۶-۳۲، ۱۳۹۵.
- 3- Korany, K. A., et al., Depth and Seasonal Variations for the Soil Radon-Gas Concentration Levels at WadiNaseib Area, Southwestern Sinai, Egypt, J. Phys. Chem. Biophys, 3 (4), 2013.
- 4- Monika Mullerova, Karol Holy and Martin Bulko, Daily and Seasonal Variations in Radon Activity Concentration in the Soil Air. Radiation Protection Dosimetry, Vol. 160, No. 1-3, pp.222-225, 2014.
- 5- Asumadu-Sakyi, A.B, Preliminary Studies on Geological Fault Location Using Solid State Nuclear Track Detection, Research Journal of Environmental and Earth Sciences, 3(1), pp27, 2011.
- 6- Durrige Company Inc, SOIL GAS PROBE. In-Ground Radon Detection Accessory for the RAD7: User Manual, Bedford, MA, US, pp.8, 2019