Archive of SID

مجله سنجش و ایمنی پرتو، جلد ۸، شمارهٔ ٤، ویژه‌نامه پرتوهای یون‌ساز، ۱۳۹۸، صفحه ۲۳۷-۲٤٦
پنجمین کنفرانس ملی سنجش و ایمنی پرتوهای یون‌ساز و غیریون‌ساز (مهرماه ۱۳۹۷)
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰٦/۰۱، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۷/۰۱

مقایسه اندازه‌گیری غلظت گاز رادن معاصر و گذشته‌نگر در منازل مسکونی شهر رامسر با آشکارسازهای ردپای هسته‌ای حالت جامد

علیرضا آزادبر[۱]، سمانه برادران[۲*] ، محمدرضا کاردان[۲] و داریوش سرداری[۱]

[۱]گروه مهندسی هسته‌ای- پرتو پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
[۲]گروه ایمنی پرتویی، پژوهشکده راکتور و ایمنی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، تهران، ایران.
[*]تهران، سازمان انرژی اتمی ایران، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، کدپستی: ۱٤۳۹۹٥۱۱۱۳
پست‌الکترونیکی: sbaradaran@aeoi.org.ir

چکیده

منشاء گاز رادن زنجیره فروپاشی اورانیوم موجود در خاک زمین است که در فضا آزاد شده و از طریق شکاف‌های ساختمان به فضای داخلی خانه‌ها راه می‌یابد. این گاز از طریق تنفس می‌تواند وارد سیستم تنفسی شده و باعث بروز خطرات پرتویی گردد. تحقیقات انجام شده در سال‌های اخیر رادن را به عنوان دومین عامل ابتدا به سرطان ریه بعد از سیگار معرفی کرده است. غلظت دختران پرتوزای رادن در یک فضای بسته، کمیت مرتبط و مورد توجه محققین از نقطه نظر سلامتی می‌باشد. بنابراین اندازه گیری دقیق‌تر میزان غلظت گاز رادن در راستای ارزیابی میزان پرتوگیری مردم از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. هدف از این تحقیق اندازه‌گیری گاز رادن موجود در خانه‌های مسکونی شهر رامسر با دو روش معاصر و گذشته‌نگر و هم‌چنین مقایسه آن با اندازه گیری‌های قبلی انجام شده می‌باشد. جهت اندازه‌گیری غلظت رادن معاصراز روش غیرفعال با استفاده از اتاقک نفوذی گاز رادن و آشکارساز ردپای هسته‌ای حالت جامد و برای اندازه‌گیری غلظت گاز رادن گذشته‌نگر از فعالیت پلونیوم ۲۱۰ کاشته شده در اشیا شیشه‌ای استفاده شده است. آشکارسازهای ردپای هسته‌ای حالت جامد به کار رفته در این تحقیق پلی‌کربنات بوده که در دنیا برای روش گذشته‌نگر برای اولین بار از این نوع پلیمر استفاده شده است. میانگین غلظت اندازه‌گیری شده رادن معاصر حدود ٤۱٦ Bq/m^3 و رادن گذشته‌نگر حدود ۱۲۹۹ Bq/m^3 می‌باشد. اختلاف غلظت گاز رادن گذشته‌نگر با غلظت گاز رادن معاصر می‌تواند به تغییر در نرخ تهویه و تغییر غلظت آیروسل‌ها و نسبت سطح به حجم اتاق مرتبط باشد. با توجه به مقایسه نتایج بدست آمده با استانداردهای انجمن حفاظت محیط زیست آمریکا مشخص شد که ٤٥ درصد از خانه‌ها دارای غلظت گاز رادن بالاتر از۱٤۸ بکرل بر متر مکعب می‌باشد که لزوم اجرای روش‌هایی برای کاهش گاز رادن در این خانه‌ها حتمی است.

کلیدواژگان: رادن گذشته‌نگر، رادن معاصر، آشکارساز پلی‌کربنات، سرطان ریه.

Downloaded from rsm.kashanu.ac.ir at 13:00 +0330 on Wednesday December 9th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rsm.kashanu.ac.ir at 13:00 +0330 on Wednesday December 9th 2020

۱. مقدمه

منابع پرتوزای طبیعی عامل اصلی پرتوگیری بشر محسوب می‌شود و رادن به عنوان مهم‌ترین منبع پرتوزای طبیعی می‌باشد و با نماد شیمیایی ^{222}Rn نشان داده می‌شود[۱]. این عنصر گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌طعم است که چگالی آن هشت برابر هوا تخمین زده شده است[۲]. گاز رادن ۲۲۲ یکی از محصولات واپاشی اورانیوم ۲۳۸ است که به طور طبیعی در لایه‌های زمین موجود می‌باشد[۳ -٤]. غلظت این گاز در هوای آزاد اندک است اما در محیط بسته، غلظت و در نتیجه سطح اکتیویته آن افزایش می‌یابد و به سرعت تجزیه شده و باعث انتشار ذرات پر انرژی آلفا در محیط می‌شود[٥-٦]. استنشاق این ذرات صدمات جدی به ریه وارد نموده و باعث ایجاد بیماری‌های آمفیزم (بزرگی ریه) و فیبروزیس (ورم ریه) و درنهایت بروز سرطان ریه می‌شود[۷]. آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان در سال ۱۹۸۸ این گاز را به عنوان عامل سرطان ریه در انسان شناسایی کرد. هم‌چنین سازمان بهداشت جهانی رادن را پس از استعمال سیگار، به عنوان دومین عامل شیوع بروز سرطان ریه در انسان معرفی نموده است[۸]. در آمریکا سالانه حدود ۲۱۸۰۰ مرگ‌ومیر ناشی از گاز رادن اتفاق می‌افتد[۹].

از جمله عوامل مهم در میزان تجمع گاز رادن در منازل می‌توان به چاه‌های حفر شده در کف، مصالح ساختمانی مورد استفاده، ترک‌های نامرئی در دیوارها و کف زمین، منابع آبی و نوع بافت خاک پی و یا نزدیکی یا دوری از گسل‌های زیرزمینی اشاره کرد[۱۰].

سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) غلظت مجاز رادن در هوای داخل خانه را ۱٤۸ بکرل بر متر مکعب و سازمان جهانی بهداشت ۱۰۰ بکرل بر متر مکعب را به عنوان حد مجاز رادن در هوای داخل خانه در نظر گرفته‌اند[۱۱-۱۲]. مطالعات مربوط به غلظت گاز رادن در منازل مسکونی بسیار مهم می‌باشد، به‌طوری‌که در بسیاری از کشورها از جمله ایران به دلیل وجود مناطق با پرتوزایی طبیعی بالا همواره مورد توجه پژوهشگران بوده است. یکی از مناطق با پرتوزایی بالا در ایران برخی نقاط شهر رامسر واقع در شمال کشور می‌باشد که دلیل آن را می توان وجود چشمه‌های آب گرم حاوی رادیوم۲۲٦ دانست[۱۳].

مهم‌ترین راه برای اندازه‌گیری رادن درون فضاهای بسته روش‌های غیرفعال است که بر اساس آشکارسازهای ردپای هسته‌ای حالت جامد به خوبی توسعه پیدا کرده است و به طور گسترده استفاده می‌شود. بازه زمانی مناسب جهت اندازه‌گیری‌های غیرفعال طولانی‌مدت و غلظت گاز رادن معمولا بین ۳ تا ۱۲ ماه می‌باشد[۱٤]. اما با توجه به این‌که این زمان در مقایسه با میانگین طول عمر یک فرد بسیار کوتاه است ممکن است عواملی مانند تغییرات در معماری خانه‌ها و یا تغییر در عادات فرد در طی سال‌های زندگی در نظر گرفته نشده باشد.

بنابراین در این مطالعه علاوه بر اندازه‌گیری غلظت گاز رادن معاصر در شهر رامسر، غظت گاز رادن گذشته‌نگر نیز اندازه گیری شده و مقایسه‌ای با اندازه گیری‌های قبلی نیز انجام شده است.

۲. مواد و روش‌ها

رامسر یکی از شهرهای شمال ایران می‌باشد و در استان مازندران واقع می‌باشد. این شهر در حدود ۹ کیلومتر مربع مساحت داشته و جمعیت آن طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ بالغ

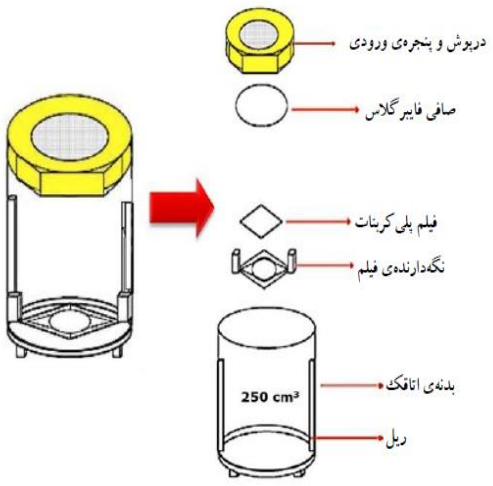
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rsm.kashanu.ac.ir at 13:00 +0330 on Wednesday December 9th 2020

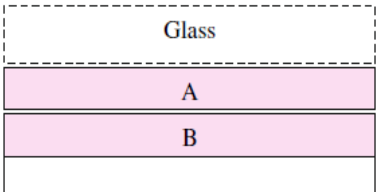
بر ۷٤۱۷۹ نفر می‌باشد. شهر رامسر از نظر جغرافیایی در ۳٦ درجه و ۵۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ٤۰ دقیقه شرقی قرار گرفته است و دارای آب‌وهوای معتدل و مرطوب می‌باشد. در این پژوهش، غلظت گاز رادن در ۱۹ واحد مسکونی مورد بررسی قرار گرفته است. اندازه گیری غلظت گاز رادن معاصر و گذشته‌نگر با استفاده از آشکارساز ردپای هسته‌ای حالت جامد انجام شد. در انجام این تحقیق به دلیل استقامت، استحکام، حساس بودن به ذرات باردار، در دسترس بودن و سهولت کاربرد از فیلم‌های پلی‌کربنات که یکی از آشکارسازهای ردپای هسته‌ای حالت جامد می‌باشد، استفاده گردید.

برای اندازه‌گیری غلظت گاز رادن معاصر این فیلم‌ها در قطعات ۲/۵×۲/۵ سانتیمترمربع برش داده شد و در انتهای اتاقک نفوذی گاز رادن قرار داده شد. شکل (۱) اجزای تشکیل دهنده اتاقک نفوذی گاز رادن را نشان می‌دهد. آشکارسازهای موردنظر به مدت ٦ ماه در زمستان و بهار در اتاق خواب و نشیمن و در ارتفاع ۵۰ تا ۹۰ سانتی‌متری از کف زمین، دور از پنجره و نور آفتاب نصب شد.



شکل(۱): اجزای اتاقک نفوذی گاز رادن[۱۵].

برای اندازه‌گیری غلظت گاز رادن گذشته‌نگر از روش مبتنی بر کاشت پلونیوم ۲۱۰ در سطوح شیشه‌ای از روش تله‌سطحی surface trap استفاده گردید [۱۷-۱٦]. در این روش آلفاهای ۵/۳ MeV ساطع شده از ^{210}Po کاشته شده روی شیشه روی فیلم‌های پلی‌کربنات ثبت می‌شود. اما محدوده ثبت انرژی در فیلم‌های پلی‌کربنات بین ۰/۵ تا ۲ MeV است بنابراین باید انرژی آلفای رسیده به پلی‌کربنات در محدوده ثبت انرژی با بالاترین بازدهی قرار گیرد. برای این منظور با استفاده از نرم‌افزار TRIM و همچنین آزمایشات تجربی تعداد و ضخامت لایه‌هایی از جنس فویل آلومینیومی که انرژی آلفاهای ۵/۳MeV ساطع شده از ^{210}Po را به بازه مناسب ثبت روی پلی‌کربنات برساند به دست آورده شد. تعداد چهار لایه آلومینیوم مایلار با ضخامت ۲٤ میکرومتر برای این کار در نظر گرفته شد. بعد از آماده‌سازی آشکارسازها (شکل (۲)، B آشکارساز پلی‌کربنات و A مربوط به چهار لایه فویل آلومینیوم)، روی سطوح شیشه‌ای انتخابی چسبانده شد. در انتخاب سطوح شیشه ای طول عمر آن‌ها را حداقل ۱۰ سال در نظر گرفتیم همچنین شیشه‌های انتخابی دارای سطحی بزرگ و در معرض جریان قوی هوا قرار نگرفته بودند.



شکل(۲): طریقه نصب آشکارساز گذشته‌نگر روی سطح شیشه.

پس از پایان شش ماه، آشکارسازها در داخل پوشش آلومینیومی قرار گرفته و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در مرحله بعد آشکارسازهای پلی‌کربنات در بین محفظه سلولی قرار گرفتند. در یک سمت محفظه سلولی محلول PEW که شامل درصد جرمی ٤۵٪ آب و ٤۰٪ الکل اتیلیک و ۱۵٪ پتاس می باشد و در سمت دیگر محفظه سلولی محلول اسیدکلریدریک ۳٪ ریخته شد. خورش الکتروشیمیایی تحت

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rsm.kashanu.ac.ir at 13:00 +0330 on Wednesday December 9th 2020

شرایط ولتاژ ۸۰۰ ولت، فرکانس ۲ کیلو هرتز، دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد و به مدت سه ساعت انجام گرفت. پس از سپری فرایند خورش ردپاهای ثبت شده روی فیلم شمارش شد.

با شمارش تراکم ذرات آلفای ثبت شده روی فیلم‌های پلی‌کربناتی که در انتهای اتاقک نفوذی گاز رادن قرار داشتند، میانگین غلظت گاز رادن معاصر در هوای داخل ساختمان از طریق رابطه(۱) بدست می آید.

$$C_{Rn(Contemporary)} = \frac{N_T - N_{T0}}{(t \times K)} \qquad (۱)$$

در این رابطه $C_{Rn(contemporary)}$، غلظت گاز رادن معاصر بر حسب بکرل بر متر مکعب و N_T تعداد ردپای ثبت شده روی فیلم پلی‌کربنات و N_{T0} تعداد ردپای زمینه بر حسب $Track/cm^2$ و t مدت زمانی که آشکارسازها در محل قرار گرفتند و k ضریب حساسیت نسبت به فیلم پلی‌کربنات می‌باشد و مقدار آن $track.cm^{-2}/(Bq.l^{-1}.day)$ ۱۳/۵۵ می باشد[۱۵] .

با شمارش ردپای ثبت شده روی فیلم‌های پلی‌کربنات که روی سطح شیشه چسبانده شده بودند، فعالیت اکتیویته پلونیوم ۲۱۰ بر حسب mBq/cm^2 در شیشه از طریق رابطه (۲) تعیین گردید.

$$A_{Po210} = \frac{N_T - N_{T0}}{(T \times K)} \qquad (۲)$$

در این رابطه N_T تعداد ردپای ثبت شده روی فیلم نصب شده روی شیشه برحسب $track/cm^2$ و N_{T0} ردپای زمینه روی فیلم پلی‌کربنات و T مدت زمانی است که آشکارساز روی شیشه نصب می شود و K فاکتور حساسیت پلونیوم ۲۱۰ نسبت به فیلم پلی‌کربنات است که توسط سازمان انرژی اتمی اندازه گیری و مقدار آن $(track / cm^2) / (mBq.h.cm^{-2})$ ۰/۰۶۴۵۶ گزارش شده است. با توجه به دانستن میزان فعالیت پلونیوم ۲۱۰ از طریق رابطه(۳) می توانیم غلظت گاز رادن گذشته‌نگر را بر حسب بکرل بر متر مکعب محاسبه نماییم [۱۴].

$$C_{Rn(\mathrm{Retrospective})} = \frac{245 \times A_{Po210}}{(1 - e^{-\lambda_{Pb210} \times t})} \qquad (۳)$$

در این رابطه A_{Po210} فعالیت پلونیوم۲۱۰ و واحد آن mBq/cm^2 می‌باشد. λ_{pb210} ثابت استحاله سرب ۲۱۰ که مقدار آن ۰/۰۳۱ بر سال و t مدت زمان عمر شیشه مورد استفاده بر حسب سال می‌باشد.

در نهایت داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار ORIGINE مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون تی مستقل و آنالیز واریانس با سطح معنی‌دار آماری $P< ۰/۰۵$ استفاده شد.

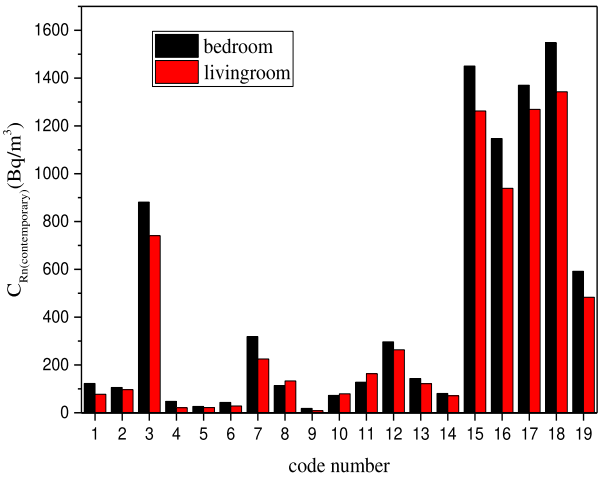
۳. بحث و نتایج

در مطالعه حاضر، ۱۹ ساختمان مسکونی در منطقه سادات محله شهر رامسر انتخاب گردید. در شکل (۳) نمودار مربوط به غلظت رادن معاصر در اتاق خواب و نشیمن نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد بیش‌ترین غلظت اندازه‌گیری گاز رادن معاصر Bq/m^3 ۱۵۴۷ و کم‌ترین آن Bq/m^3 ۱۸ می‌باشد. هم‌چنین با توجه به این‌که میانگین غلظت گاز رادن معاصر در اتاق خواب Bq/m^3 ۴۴۷ و در اتاق نشیمن Bq/m^3 ۳۸۶ بدست آمد(شکل(۳)) بنابراین به طور متوسط غلظت گاز رادن در اتاق خواب واحدهای مسکونی، بیش‌تر از غلظت گاز رادن در اتاق نشیمن بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rsm.kashanu.ac.ir at 13:00 +0330 on Wednesday December 9th 2020

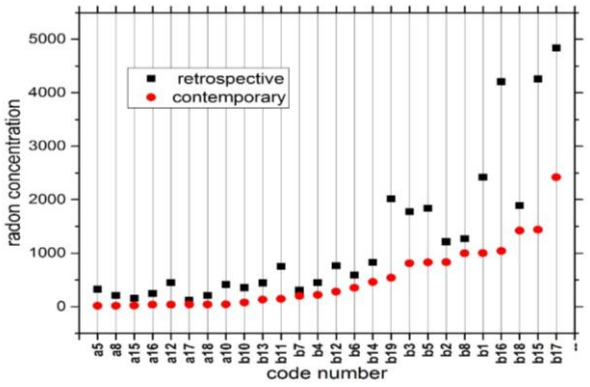


شکل(۳): غلظت گاز رادن معاصر دراتاق خواب و نشیمن در ۱۹ واحد مسکونی شهر رامسر.

در اندازه گیری غلظت گاز رادن گذشته‌نگر که از روش فعالیت پلونیوم ۲۱۰ کاشته شده در سطوح شیشه‌ای استفاده گردید. نتایج حاصل در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): غلظت گاز رادن گذشته‌نگر براساس فعالیت پلونیوم ۲۱۰ کاشته شده در سطوح شیشه‌ای.

کد واحد	فعالیت پلونیوم۲۱۰(mBq/cm^2)	غلظت رادن گذشته نگر(Bq/m^3)
۱	۲/۱۷	۲۴۲۰
۲	۱/۳۲	۱۲۱۴
۳	۱/۹۲	۱۷۷۳
۴	۰/۵۶	۴۴۳
۵	۰/۴۶	۳۰۴
۶	۰/۸۹	۵۹۱
۷	۲/۷۹	۱۸۴۰
۸	۲/۳	۱۲۶۶
۹	۰/۷۱	۳۷۹
۱۰	۰/۶۶	۳۵۲
۱۱	۱/۶۵	۷۵۱
۱۲	۱/۶۷	۷۶۰
۱۳	۰/۹۹	۴۴۱
۱۴	۱/۹۹	۸۲۴
۱۵	۱۰/۵۳	۲۲۶۱
۱۶	۱۰/۴	۲۲۱۰
۱۷	۱۱/۹۶	۲۸۲۴
۱۸	۵/۱	۱۸۸۸
۱۹	۶/۴۸	۲۰۱۶



شکل (۴) : مقایسه بین غلظت گاز رادن گذشته‌نگر با غلظت گاز رادن معاصر (Bq/m^3).

شکل (٤) مقایسه بین غلظت گاز رادن معاصر با غلظت گاز رادن گذشته‌نگر را نشان می‌دهد. میانگین غلظت گاز رادن گذشته‌نگر Bq/m^3 ۱۲۹۲ و میانگین غلظت گاز رادن معاصر در اتاق‌خواب Bq/m^3 ٤٤٧ و در اتاق نشیمن حدود Bq/m^3 ۳۸٦ می‌باشد. بنابراین غلظت گاز رادن گذشته‌نگر حدود ۳ برابر بیشتر از غلظت گاز رادن معاصر می‌باشد. این تغییرات ممکن است بدلیل تغییر در معماری داخل خانه‌ها یا تغییر انجام گرفته ناشی از بازسازی خانه‌ها، یا تغییر در وسایل مصرفی خانه‌ها مانند تغییر سیستم گرمایش از بخاری‌های گازی و یا نفتی به شوفاژ و یا حتی تغییر در عادات زندگی فردی باشد. البته محل قرار گرفتن اشیا شیشه‌ای داخل خانه‌ها هم روی غلظت گاز رادن گذشته‌نگر تاثیرگذار است زیرا گاهی اوقات شی در مکانی قرار می‌گیرد که آنجا فعالیت کاشت بیشتر

www.SID.ir

Archive of SID

صورت می‌گیرد. البته تغییر در پارامترهای اتاق مانند تغییر در غلظت و اندازه آیروسلهای توزیع شده، نرخ تهویه و نسبت سطح به حجم و سرعت نشست ذرات چسبیده و نچسبیده نیز می‌تواند تاثیرگذار باشد. به عنوان مثال سیگار کشیدن یک فرد باعث تغییر در غلظت و اندازه آیروسلهای توزیع شده خواهد شد. این که یک فرد سیگاری چند نخ در طی یک روز سیگار مصرف می‌نماید اهمیت دارد و یا تغییر در عادات مصرف نیز منجر به تغییر پارامترها خواهد شد.

جدول (۲) مروری بر اندازه‌گیری‌های غلظت گاز رادن در رامسر به روش های فعال و غیرفعال می باشد. سهرابی و سلیمانیان در سال ۱۹۸۸، با استفاده از اتاقک نفوذی گاز رادن به روش غیرفعال به مدت سه ماه غلظت گاز رادن در منازل مسکونی رامسر را حدود Bq/m^3 ۵۷۸ اندازه‌گیری کرده‌اند. باباپور در سال ۱۳۷۸ با استفاده از اتاقک نفوذی گاز رادن به روش غیرفعال به مدت شش ماه در فصل پاییز و زمستان غلظت گاز رادن در منازل مسکونی رامسر را حدود Bq/m^3 ٤١٢ برای فصل زمستان و Bq/m^3 ٥٤٦ برای فصل پاییز اندازه‌گیری کرده است. مطالعات عفاف و همکاران در سال ۲۰۱٤، با استفاده از اتاقک نفوذی گاز رادن و آشکار ساز پلی‌کربنات (به روش غیرفعال) در منازل مسکونی رامسر، میانگین غلظت گاز رادن در فصل سرد را Bq/m^3 ٤٤٩-٤٩٦ و برای فصل گرم Bq/m^3 ۳۲۵-۳۹۹ گزارش کرده است. مهدی‌پور و همکاران در سال ۲۰۱٤ رادن منازل مسکونی رامسر را با استفاده از دستگاه فعال پراسی (٢٤ ساعت در اتاق بدون تهویه) Bq/m^3 ١٦١٥ گزارش کرده‌اند. الله‌وردی و همکاران در سال ۲۰۱۵ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری SARAD به روش فعال، غلظت گاز رادن در منازل مسکونی رامسر را حدود Bq/m^3 ٤٦٥ اندازه‌گیری کرده‌اند

Downloaded from rsm.kashanu.ac.ir at 13:00 +0330 on Wednesday December 9th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rsm.kashanu.ac.ir at 13:00 +0330 on Wednesday December 9th 2020

جدول(۲): مقایسه اندازه گیری‌های انجام شده در رامسر و داده های بدست آمده در این تحقیق.

ردیف	عنوان	مجری/ نگارنده	سال انجام	محل اندازه گیری	روش اندازه گیری	مدت زمان اندازه گیری	میانگین غلظت (Bq/m^3)
۱	Indoor radon level measurements in some regions of Iran.	M. Sohrabi and Solaymanian (۱۸)	1988	منازل مسکونی رامسر	The AEOI passive radon diffusion dosimeter / polycarbonate		The mean radon levels in Ramsar, 578 Bq.m-3,
۲	پایان نامه = تعیین دز موثر مردم رامسر از استنشاق گاز رادن	باباپوران– سهرابی (۱۹)	۱۳۷۸	منازل مسکونی رامسر	The AEOI passive radon diffusion dosimeter / polycarbonate	٦ ماه	میانگین فصل پاییز: ٥٤٦Bq.m-3 میانگین فصل زمستان: ٤١٢Bq.m-3
۳	Measurement of Radon-222 in Soil Samples and Dwellings of Ramsar City Iran	M.J. Efaaf, et.al (۲۰)	2014	منازل مسکونی رامسر	The AEOI passive radon diffusion dosimeter / polycarbonate	٦ ماه	میانگین فصل سرد: 496/ 449 Bq.m-3 میانگین فصل گرم: 325/399 Bq.m-3
٤	Natural ventilation considerations for radon prone areas of Ramsar	L.A. Mehdipour et.al (۲۱)	2014	"	Active PRASSI	۲٤ ساعت در اتاق بدون تهویه	1615 ±516 Bq/m^3
٥	Assessment of Effective Dose Equivalent from Internal Exposure to 222Rn in Ramsar City	T.Allahverdi Pourfallah et .al (۲۲)	2015	"	Active SARAD Radon/Thoron Monitor		This study showed that indoor 222Rn concentration reached to 465 Bq/m3 in one of the selected regions (TaleshMahalleh) in early morning (5-8 a.m.).
٦	اندازه‌گیری گاز رادن **رادن معاصر و گذشته نگر** در منازل مسکونی رامسر (به روش غیر فعال)	آزادبر و همکاران	۱۳۹٦	"	The AEOI passive radon diffusion dosimeter / polycarbonate		متوسط غلظت میانگین اندازه گیری شده معاصر با روش غیر فعال حدود ٤١٦ Bq/m^3 و به روش گذشته نگر حدود ۱۲۹۹ Bq/m^3 می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

۳. نتیجه‌گیری

منابع پرتوزای طبیعی عامل اصلی پرتوگیری بشر محسوب می‌شود و رادن به عنوان مهم‌ترین منبع پرتوزای طبیعی محسوب می‌گردد. با توجه به این‌که سازمان بهداشت جهانی به افزایش ریسک ابتلا به سرطان ریه ناشی از استنشاق گاز رادن اذعان کرده است، اندازه‌گیری و پایش این گاز و تهیه نقشه جامع پرتوزایی رادن در کشور ضروری به نظر می‌رسد. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده این است که غلظت گاز رادن در ٤٥٪ منازل منطقه سادات محله شهر رامسر بیشتر از حد مجاز ارائه شده توسط سازمان حفاظت زیست آمریکا می‌باشد. لذا روش‌هایی جهت کاهش گاز رادن در منازل مسکونی این منطقه مانند تهویه مناسب و مصالح مقاوم در پی ریزی ساختمان‌ها، استفاده از دال‌های بتنی یک‌پارچه و کف‌سازی یک‌پارچه ضروری به نظر می‌رسد. هم‌چنین نتیجه دیگر این تحقیق نشان داد که غلظت گاز رادن گذشته‌نگر حدود ۳ مرتبه بیش‌تر از غلظت گاز رادن معاصر است که این اختلاف می‌تواند به دلیل عدم اندازه‌گیری پارامترهای مرتبط باشد. برای ارزیابی دقیق‌تر می‌توان عواملی مانند نسبت سطح به حجم اتاق با در نظر گرفتن وسایل موجود و اندازه‌گیری نرخ تهویه و اندازه گیری غلظت آیروسل‌ها نیز در نظر گرفته شود. هم‌چنین به پارامترهای سرعت نشست ذرات متصل شده و متصل نشده پلونیوم ۲۱۸ و پلونیوم ۲۱٤ توجه گردد و روش‌هایی برای اندازه‌گیری این پارامترها ارائه شود.

۴. قدردانی

از همکاری صمیمانه بخش حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی ایران که تامین‌کننده وسایل مربوط به اندازه‌گیری ردپاهای ثبت شده روی فیلم پلی‌کربنات بود تشکر و قدردانی می‌گردد.

Downloaded from rsm.kashanu.ac.ir at 13:00 +0330 on Wednesday December 9th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rsm.kashanu.ac.ir at 13:00 +0330 on Wednesday December 9th 2020

۵. مراجع

[1] Kh. Amgarou, PhD Thesis, "Long.Term Measurements of Indoor Radon and its Progeny in the Presence of Thoron Using Nuclear Track Detectors" A Novel Approach, April, 2002.

[2] NCRP, Environmental radiation Measurements. National Council on Radiation Protection and Measurement.NCRP No.50, Washington, 1976.

[3] NCRP, Evaluation of occupational and Environmental Exposures to Radon and Radon Daughters in the United States. NCRP report No.78, 1984 b.

[4] Health Risks of RADON and other Internally Deposited Alpha Emitter – BEIR IV. Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation Effects Research –Commission on Life Sciences – National Research Council ,1988.

[5] K. Verij-kazemi, N. Mansouri, F. Moattar, S.M. Khezri. Assessment of concentration and the annual effective dose of radon gas in imam hospital indoor air. J Health Res Comm. 2(2)(2016)1-8.

[6] B.P. Jelle. Development of a model for radon concentration in indoor air. Sci Total Environ J 416(2012)343-350.

[7] M. Tirmarche, J. Harrison, D. Laurier, E. Blanchardon, F. Paquet, J. Marsh. Risk of lung cancer from radon exposure: contribution of recently published studies of uranium miners. Annals of the ICRP. 41(2012)368-77.

[8] WHO, Handbook on Indoor Radon, A public Health Perspective, 2009.

[9] E. Gawetek, B. Drozdzowska, A. Fuch. Radon as a risk factor of lung cancer. PRZEGL Epidemiol. 71(2017) 90-98.

[۱۰] محمدجعفری، فرهاد. مولوی، علی اصغر. بینش، علیرضا. اندازه گیری گاز رادن و تورون در مجاور گسیلهای فعال شمال شرق ایران، مجله سنجش و ایمنی پرتو، جلد۲، شماره٤، (۱۳۹۳) ۳۳-۳۸.

[11] M.E. Kito, J.G. Green. Mapping the indoor radon potential in New York at the township level. Atmos. Environ. 42(34)(2007)8007-8014.

[12] A. Cucoş, C. Cosma, T. Dicu, et al. Trough investigations on indoor radon in Băiţa radon-prone area(Romania). Sci Total Environ J. 431(2012)78-83.

[13] K. Hadad, R. Doulatdar, S. Mehdizadeh, Indoor radon monitoring in Northern Iran using passive and active measurements. J Environ Radioactiv. 95(1)(2007)39-52.

[14] T. Dicu, S.E. Armencea, B. Burghele, C. Cosma, Retrospective Dosimetry of Radon Gas Based on The Activity of ^{210}Po in Glass Objects, Rom J Phys. 59(9-10)(2014),1067-1073.

[15] S.M. Hossini-Pooya, M. Taheri, F. Torabi-Nabil, M. Shamsaie-Zafarghandi. The response of radon diffusion chamber using a new calibration method and its results in an international intercomparison . J of Nuclear Sci and Tech. 65(2013)17-22.

[16] D. Nikezic, K.N. Yu, Modelling radon progeny behavior on surfaces and note on radon retrospective dosimetry. Radiat Prot Dosim, 82(2)(1999)141-146.

[17] R.S. Lively, E.P.Ney, surface radioactivity resulting from the deposition of Rn222 daughter products . Health phys. 52(1987) 411-415.

[18] M. Sohrabi and A.R. Solaymanian, Indoor radon level measurements in some regions of Iran, Int J Rad Appl Instrum,15(1988) 613-6.

[۱۹] مژگان باباپوران– پایان نامه کارشناسی ارشد– تعیین دز موثر مردم رامسر از استنشاق گاز رادن–دانشگاه امیر کبیر۱۳۷۸ .

[20] M.J. Efaaf, A. Samani, M.R. Kradan1,N. Rastkhah, M. Ghanadi, et al. Measurement of Radon-222 in Soil Samples and Dwellings of Ramsar City Iran, 8th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas, Prague, Czech Republic , September 1 - 5, 2014.

[21] L.A. Mehdipour, S.M.J. Mortazavi, E.B. Saion, H. Mozdarani, et al. Natural ventilation considerations for radon prone areas of Ramsar, Int J Radiat Res, 12(2014)- 69-74.

[22] T. Allahverdi Pourfallah1, S. M. Mousavi, M. Shahidi, Assessment of Effective Dose Equivalent from Internal Exposure to 222Rn in Ramsar City, Iran J Med Physic, 12(2015) 36-42.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rsm.kashanu.ac.ir at 13:00 +0330 on Wednesday December 9th 2020

www.SID.ir