Original Article

بررسی غلظت گاز رادن در خانه های مسکونی تبریز

غلامحسن حدادی

استادیار، گروه فیزیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی فسا

چکیده

زمینه: استنشاق گاز رادن و ذرات حاصل از استحاله آن یکی از عوامل سرطان دستگاه تنفسی می باشد، وجود رادیوم رادیواکتیو در مصالح ساختمانی بکار رفته در ساختمان و استحاله آن به گاز رادن باعث افزایش غلظت این گاز در خا نه های مسکونی می شود. با توجه به این موضوع اندازه گیری غلظت این گاز در هوای محیط های بسته از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این مطالعه، غلظت گاز رادن در خانه های مسکونی تبریز اندازه گیری شده است.

مواد و روش ها: در این پژوهش تعداد ۱۹۶ دستگاه دزیمتر گاز رادن به مدت ۶ ماه در طبقات مختلف منازل مسکونی قرار داده شد و پس از آن با روش خورش الکتروشیمیایی میانگین تعداد ردپاها در پلیمرها محاسبه و از طریق آن غلظت گاز رادن در هوای این منازل تعیین گردید. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات از روش آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی استفاده گردید.

نتایج: بر اساس یافته های این مطالعه میانگین گاز رادن به ترتیب در ساختمان های بتونی ۱۶ ±۲۵، آجری ۱۶±۲۹ و در ساختمان های با مصالح خشت و گل ۴۰ ±۷۰ بکرل بر متر مکعب بوده است. میانگین غلظت این گاز در منازل مسکونی تبریز ۲۵ ±۳۹ بکرل در هر متر مکعب هوا محاسبه گردید، که دز موثر آن برای ریه ها ۰/۹۷ میلی سیورت می باشد.

نتیجه گیری: یافته های این مطالعه و مقایسه آن ها با مقادیر اندازه گیری شده در سایر مناطق نشان می دهد که شهرستان تبریز جزء مناطق با پرتوزایی طبیعی محسوب می شود.

کلمات کلیدی: گاز رادن، سرطان دستگاه تنفسی، دزیمتری

مقدمه

یکی از عواملی که در شرایط کنترل نشده می تواند سلامتی انسان را در معرض خطر قرار دهد پرتوهای یونساز می باشد. این پرتوها می توانند ناشی از منابع طبیعی مثل پرتوهای کیهانی و مواد پرتوزای طبیعی موجود در پوسته زمین یا از منابع مصنوعی ساخت بشر مثل دستگاه های پرتوساز مورد استفاده در پزشکی و صنعت و مواد پرتوزای مصنوعی باشد (۱-۴). مقدار پرتوگیری انسان از منابع طبیعی حدود ۲/۴ میلی سیورت تخمین زده می شود که ۱/۳ میلی سیورت آن ناشی از گاز رادن – ۲۲۲ می باشد (۱). استنشاق گاز رادن، پس از سیگار به عنوان دومین عامل ایجاد سرطان دستگاه تنفسی شناخته شده است (۵-۶).

این ماده در سال ۲۰۰۵ از طرف سازمان بهداشت جهانی جزء مواد سرطان زا طبقه بندی و معرفی شده است (۴). لذا اندازه گیری میزان غلظت این گاز در منازل مسکونی، جهت محاسبه پرتوگیری سالیانه افراد از ذرات آلفای این ماده رادیواکتیو یک اقدام اولیه و اساسی در جهت ارتقاء سلامت افراد جامعه می باشد. رادن یک گاز نادر پرتوزای طبیعی (رادیواکتیو) با عدد اتمی ۸۶ و وزن مخصوص ۹/۷۳ گرم بر لیتر می باشد این گاز از استحاله رادیوم - ۲۲۶ تولید می شود (۴-۵). مقدار رادیوم در سنگ های بازالتی کم از استحاله رادیوم - ۲۲۶ تولید می شود (۴-۵). مقدار رادیوم در سنگ های گرانیتی زیاد و در سنگ های بازالتی کم می باشد. حاصل استحاله این

نویسنده مسئول: فسا دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تلفن: ۰۹۱۲۵۰۱۰۳۴۹
فاکس: ۰۷۳۱ ـ ۲۲۲۷۰۹۱ Email: ghadadi@gmail.com

گاز به فلز پولونیم یک ذره آلفا می باشد. فلز پولونیم نیز بر اثر استحاله، ذره آلفا ساطع می کند. این زنجیره نهایتاً به سرب پایدار ختم می شود. این گاز بی رنگ و بدون بو بوده و از نظر شیمیایی خنثی است (۴-۶). ارتباط استنشاق این گاز و سرطان تنفسی به اثبات رسیده است (۷-۱۰).

در صورتی که سنگ های حاوی این ماده در مصالح ساختمانی مسکونی بکار رفته باشد این گاز به داخل هوای تنفسی راه یافته و به پولونیوم استحاله می یابد. این ماده رادیواکتیو جدید به صورت فلز بوده و با عمل بازدم از ریه ها خارج نمی شود در نتیجه، ذرات آلفای ساطع شده ازهسته اتم های این ماده می توانند به سلول های بافت پوششی برنش ها آسیب برسانند. دانشمندان حدس می زنند که ۱۴٪ - ۳٪ کل سرطان های ریه در اروپا ناشی از استنشاق گاز رادن می باشد. زندگی به مدت طولانی در محیط با غلظت رادن ۱۰۰ بکرل در هر متر مکعب هوا شانس ابتلا به سرطان ریه را به میزان ۱۶٪ افزایش می دهد (۴). غلظت این گاز در محیط های بسته و فاقد تهویه به مراتب بیشتر از هوای آزاد می باشد و مقدار آن در هوای داخل ساختمان ها بستگی به نوع خاکی که ساختمان بر آن بنا شده، نوع مصالح ساختمانی و وضعیت آب و هوای منطقه دارد. بسیاری از کشورهای جهان طی طرح های جامع و طولانی مدت اندازه گیری ها و مطالعات گسترده ای در این زمینه انجام داده اند (۷-۱۳). در ایران نیز تاکنون در شهرهای رامسر - تهران - بابلسر - گناباد و یزد اندازه گیری این گاز انجام گرفته است (۱۵-۱۸). شهرستان رامسر با میانگین $^{-3}$Bqm ۵۷۸ یکی از شهرهای با پرتوزایی بالا گزارش شده است (۱۶-۱۷). موقعیت جغرافیایی کوهستانی، وجود چشمه های آب گرم در اطراف شهرستان تبریز و همچنین وضعیت آب و هوای این شهر که باعث بسته ماندن پنجره منازل در بیشتر ایام سال و در نتیجه تهویه نامناسب آن ها می شود ضرورت انجام این مطالعه را نشان می دهد. هدف از انجام این مطالعه، تعیین میزان غلظت گاز رادن در هوای منازل مسکونی شهرستان تبریز و محاسبه مقدار دز موثر ناشی از پرتو دهی محصولات استحاله این گاز به دستگاه تنفسی می باشد.

مواد و روش ها

انتخاب خانه های مسکونی: معیار انتخاب منازل، نوع ساختمان و محل قرار گرفتن آن ها در سطح شهر بوده است و با توجه به نقشه شهر سعی گردید که توزیع دزیمترها به صورت یکنواخت در سطح شهر انجام شود.

اطلاعاتی از قبیل آدرس، نوع ساختمان، نوع مصالح ساختمانی کف و دیوارها، سال ساخت و تعداد افراد ساکن، در پرسش نامه هائی که به همین منظور تهیه گردیده بودند یادداشت گردید. دزیمتر مورد استفاده از نوع غیر فعال حالت جامد (SSNTDs) بوده که در سازمان انرژی اتمی ایران طراحی و ساخته شده است. فاکتورهای مربوط به آن مثل حجم اتاقک، کالیبراسیون و روش آشکارسازی اثر ذرات آلفا در مطالعات قبلی سهرابی و همکاران انتشار یافته است (۱۸-۲۱). بخش اصلی این دزیمتر، یک پلیمر به ابعاد ۳×۳ سانتی متر می باشد. این پلیمر که به عنوان آشکارساز داخل اتاقک دزیمتر تعبیه شده است از جنس پلی کربنات (CR-39) با ضخامت ۲۵۰ میکرومتر می باشد. در اثر برخورد ذرات آلفا که در استحاله تجزیه گاز رادن ایجاد می شوند در زنجیره پلیمری شکست هایی ایجاد می شود، این شکستگی ها اصطلاحاً " ردپای " ذرات آلفا نامیده می شوند. پس از جمع آوری اطلاعات مربوط به منازل مسکونی، تعداد ۱۹۶ دزیمتر در بین ساختمان های ۱۰ منطقه شهرداری تبریز توزیع و نصب گردید. بر اساس نوع مصالح ساختمانی و نسبت آن ها، به ترتیب ۱۰۰ دزیمتر در ساختمان های آجری، ۸۰ دزیمتر در ساختمان های بتونی و ۱۶ دزیمتر در ساختمان های خشتی قرار گرفتند. محل استقرار دزیمترها در فاصله ۳۰ سانتیمتری از کف اتاق خواب یا نشیمن تعیین گردید. در ساختمان های چند طبقه در هر طبقه از ساختمان یک دزیمتر قرار داده شد. پس از مدت ۶ ماه نسبت به جمع آوری دزیمترها و انتقال آن ها به آزمایشگاه دزیمتری سازمان انرژی اتمی ایران اقدام

گردید. جهت انجام دزیمتری، پلیمرها که قسمت حساس به ذرات آلفای آشکار ساز محسوب می شوند، از آشکار ساز خارج گردیدند. با قرار دادن این پلیمرها به مدت ۳ ساعت در یک محلول مناسب شیمیایی شامل ۴۵٪ آب به علاوه۴۰٪ الکل اتیلیک و ۱۵٪ پتاس در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد تحت اختلاف پتانسیل ۸۰۰ ولت با فرکانس ۲ کیلو هرتز، ردپاهای میکروسکوپی ذرات آلفا بزرگ و قابل بررسی بوسیله میکروسکوپ نوری گردیدند. این عمل " خورش الکتروشیمیایی " (Electrochemical Etching) نامیده می شود. مطالعات قبلی سهرابی و همکاران شرایط فوق را به عنوان شرایط بهینه برای آشکارسازی ردپای ذرات آلفا بر روی پلیمرها تعیین نموده اند (۱۹- ۲۱). پس از اتمام عمل " خورش الکتروشیمیایی" و ظاهر شدن ردپای ذرات آلفا روی پلیمرها، پلیمرها توسط میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفتند. تعداد ردپا در هر پلیمر سه بار شمارش و میانگین تعداد ردپاها به عنوان تعداد شمارش در یک میدان در نظر گرفته شدند و پس از کسر تعداد ردپاهای زمینه مقدار غلظت گاز رادن با استفاده از فرمول زیرتعیین گردیدند.

در این فرمول N تعداد ردپاها در یک سانتی متر مربع و K ضریب حساسیت دزیمتر (نسبت تعداد رد پا به غلظت گاز رادن) و T مدت زمان پرتو گیری دزیمتر در خانه های مسکونی می باشد.

$$\text{غلظت گاز رادن} = \frac{N}{K.T}$$

به منظور کالیبره کردن و تعیین ضریب حساسیت دزیمترها تعداد ۲۰ عدد از آن ها را در محیط های با غلظت مشخص گاز رادن قرار دادیم و پس از شمارش رد پاهای ایجاد شده و تعیین پاسخ دزیمتر، ضریب حساسیت پلیمرها $\frac{Track/cm^2}{Bq.m^{-3}.day}$ ۰/۰۵ محاسبه گردید.

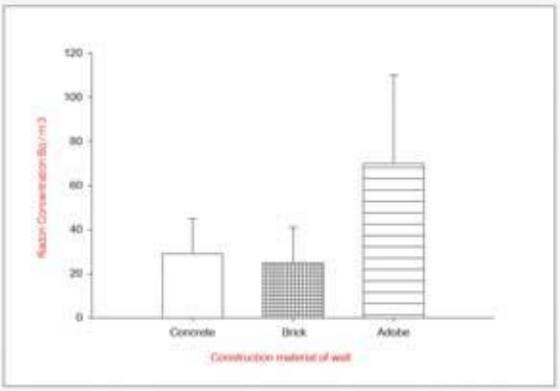
نتایج بدست آمده با استفاده از بسته نرم افزاری گراف پد و روش آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. مقادیر $P<0.05$ به عنوان تفاوت معنی دار پذیرفته شدند.

نتایج

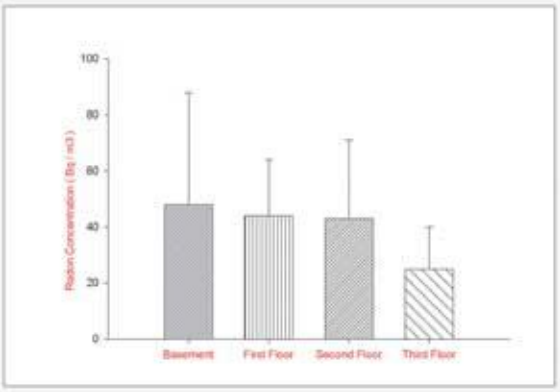
از میان ۱۹۶ آشکارساز مطالعه شده تعداد شمارش ۲ عدد از آن ها کمتر از پایین ترین حد آشکارسازی پلیمرها (شمارش زمینه) بوده است. میزان متوسط غلظت گاز رادن به ترتیب در ساختمان های بتونی۱۶ ± ۲۵ و در ساختمان های آجری ۱۶ ± ۲۹ و در ساختمان های با مصالح خشت و گل ۴۰ ±۷۰ بکرل بر متر مکعب بوده است (نمودار ۱). غلظت گاز رادن در طبقات مختلف، طبقه زیر زمین ۴۰ ±۴۸، طبقه اول ۲۰ ±۴۴، طبقه دوم ۲۸ ±۴۳ و طبقه سوم ۱۵ ±۲۵ بکرل بر متر مکعب بوده است (نمودار ۲). مقایسه ساختمان ها با توجه به جنس مصالح بکار گرفته شده نشان دهنده تفاوت معنی دار ($P<0.05$) غلظت گاز رادن در بین ساختمان های با مصالح خشت و بتون می باشد. ساختمان های با مصالح بتون و آجر و همچنین خشت و آجر تفاوت معنی داری با یکدیگر نشان نمی دهند. تفاوت غلظت این گاز در هوای زیر زمین و طبقه سوم ساختمان ها معنی دار می باشد ($P<0.05$) در حالی که غلظت این گاز در بین سایر طبقات تفاوت معنی داری نشان نمی دهد.

میانگین غلظت گاز رادن در خانه های مسکونی تبریز ۳۹Bqm^{-3} با انحراف معیار ۲۵ Bqm^{-3} محاسبه گردید.

جهت محاسبه پرتوگیری سالیانه برنش ها و بافت پوششی ریه ها از فاکتور تبدیل ۲۵μ sva^{-1} به ازای هر بکرل در متر مکعب هوا که توسط انتشارات کمیته علمی سازمان ملل متحد درباره پرتوهای یونیزان پیشنهاد شده، استفاده گردید. این فاکتور با در نظر گرفتن این نکته که هر فرد ۸۰٪ وقت خود را در محیط بسته می گذراند و با در نظر گرفتن "غلظت در حال تعادل رادن و عناصر دختر آن" (EEC=.0.4) محاسبه شده است (۲-۲۱). با ضرب نمودن متوسط غلظت گاز رادن در ضریب تبدیل فوق، نشان داده می شود که دز موثرسالیانه برنش ها و بافت پوششی ریه ها ۰/۹۷ میلی سیورت می باشد.



نمودار ۱: مقایسه غلظت گاز رادن در منازل با مصالح ساختمانی مختلف



نمودار۲: مقایسه میزان گاز رادن درطبقات مختلف خانه های مسکونی تبریز

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که میزان متوسط غلظت گاز رادن در هوای خانه های مسکونی شهرستان تبریز $^{-3}$۲۵Bqm ±۳۹ بوده است. اندازه گیری های انجام شده توسط سهرابی و همکاران نشان می دهد که میانگین غلظت این گاز در رامسر در دو بار اندازه گیری به ترتیب $^{-3}$۶۷۷ Bqm ±۵۶۶ و $^{-3}$۶۷۷ Bqm ±۳۰۴ بوده است. مقایسه این نتایج با نتایج مطالعه ما نشان دهنده اختلاف معنی دار غلظت این گـاز در شهرستـان تبریـز و رامسـر می باشد. رامسر یکی از مناطق با پرتوزایی طبیعی بالا محسوب می شود (۱۶-۱۷). میانگین غلظت این گاز در تهران ۸۴ ±۶۸، بابلسر ۳۵ ±۸۳، گناباد ۳۱ ±۷۹ و یزد $^{-3}$۱۳۷/۳۶±۱۴۹/۴۸Bqm گزارش شده است. تعداد خانه های مورد بررسی، به ترتیب در دو بار اندازه گیری رامسر ۸۵ و ۴۷۳، در تهران ۸۰، در بابلسر ۱۴، گناباد ۲۷ و در یزد ۸۴ خانه بوده است (۱۵-۱۸). در بین کشورهای مختلف جهان کمترین غلظت مربوط به استرالیا با غلظت متوسط ۱۱ بکرل در متر مکعب هوا و بیشترین مقدار مربوط به مکزیک با غلظت متوسط ۱۴۰بکرل در متر مکعب هوا گزارش شده است (۴-۱۴).

کمیسیون بین المللی حفاظت پرتوی حداکثر غلظت قابل قبول برای خانه های نوساز را $^{-3}$۲۰۰Bqm پیشنهاد نموده است (۲۲) و مقدار میانگین این گاز در مناطق با پرتوزای طبیعی $^{-3}$۴۰ Bqm گزارش شده است (۴). با مقایسه این مقدار با میزان اندازه گیری شده در مطالعه حاضر می توان نتیجه گیری کرد که شهرستان تبریز جزء مناطق با پرتوزایی طبیعی می باشد. از آن جا که منبع اصلی گاز رادن در هوای داخل ساختمان، مصالح ساختمانی می باشد، می توان گفت که احتمالاً میزان عنصر رادیواکتیو رادیم که منبع تولید رادن می باشد در خاک این منطقه از کشور در حد طبیعی می باشد. البته اثبات این موضوع مستلزم بررسی های بیشتر از نظر سنجش میزان رادیم در خاک و مصالح ساختمانی می باشد. برای تأیید قطعی این موضوع بایستی میزان پرتوهای یونیزان در هوای آزاد این منطقه نیز اندازه گیری شود.

مقایسه غلظت این گاز در طبقات مختلف ساختمان ها نشان داد که مقدار گاز در هـوای منـازل واقـع در طبقـات سوم تفاوت معنی داری با مقدار آن در طبقه زیـر زمـین ساختمان هـا دارد ($p<0.05$). زیـر زمـین سـاختمان هـا حاوی بیشترین غلظت گاز بوده اند. مطالعه قبلی سـهرابی در شهرستان رامسر نیز نشان داد که میزان غلظت این گاز در طبقه اول بین یک تا ده برابـر بیشـتر از غلظـت آن در طبقه دوم می باشد (۲۱). علت این تفاوت آن است که گاز رادن با چگالی ۹/۷۳ گرم بر لیتر نسبت بـه هـوا یـک گـاز سنگین محسوب می شود و تمایل دارد که به طرف پایین حرکت کند. دلیل دوم این که طبقه زیر زمـین بـه وسـیله

خاک های اطراف محصور شده است که منبع اصلی ورود رادن به داخل هوای محیط می باشند. در نتیجه هوای طبقات زیر زمین دارای غلظت بیشتری از گاز رادن نسبت به طبقات بالایی می باشند.

مقایسه غلظت متوسط این گاز با توجه به نوع مصالح ساختمانی نشان داد که تفاوت در بین ساختمان های بتونی و ساختمان های خشت وگلی معنی دار می باشد. علت این موضوع را می توان چنین بیان کرد که بتون به صورت فشرده بوده و اجازه نمی دهد که رادن به راحتی از آن خارج شده و وارد هوای محیط گردد. علاوه بر این، بیشتر ساختمان های بتونی نوساز بوده و دیوارهای آن ها به وسیله رنگ و یا کاغذ دیواری پوشیده شده بود در حالی که خشت فشردگی خیلی کمی داشته و دارای خلل و فرج زیاد می باشد و غالب این دیوارها دارای پوشش گچ و بدون رنگ بوده اند و از طرفی گچ حاوی مقدار نسبتاً زیادی رادیم به عنوان عنصر مادر رادن می باشد. با توجه به این که برد ذرات آلفا در مواد جامد در حد چند میکرون می باشد (۸-۱۳)، رنگ آمیزی مناسب و یا استفاده از کاغذ دیواری می تواند به میزان زیادی پرتو گیری ساکنین منازل را کاهش دهد.

نتیجه گیری

با توجه به این موضوع که هیچ حد آستانه ای که کمتر از آن ریسک خطر ابتلا به سرطان وجود نداشته باشد، تعریف نگردیده است و حتی غلظت های کم این گاز در هوای تنفسی نیز می تواند خطرناک باشد، استفاده از مصالح ساختمانی بتونی و همچنین عدم استفاده از طبقات زیر زمین جهت سکونت و بنا کردن واحدهای مسکونی با فاصله از سطح زمین، می تواند کمک موثری به کاهش این خطر بنماید.

همچنین از آن جا توده مردم آگاهی چندانی درباره خطر این گاز ندارند، لزوم آگاه سازی مردم به‌وسیله‌وسایل ارتباط جمعی و مدیریت های بهداشت ضروری می باشد.

تشکر و قدردانی

از کارکنان محترم امور حفاظت در برابر اشعه و آزمایشگاه دزیمتری ذرات باردار سازمان انرژی اتمی ایران که امکانات انجام این طرح را در اختیار گذاشته اند و سرکار خانم زگردی کارشناس آمار داتشگاه علوم پزشکی فسا که در تجزیه و تحلیل آماری داده ها همکاری نموده اند تشکر و قدردانی می شود.

References

1. UNSCEAR. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. United Nations, New York: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 1988.
2. UNSCEAR. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. United Nations, New York UNSCEAR1.1993
3. UNSCEAR. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. United Nations , New York United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2000.
4. WHO. handbook on indoor radon- a public health perspective. Geneva: World Health Organization 2009.
5. Schmid K, Kuwert T, Drexler. Radon in indoor spaces. An understimated risk factor for lung cancer in environmental medicine. Dtsch Arztebl Int. 2010;107(11):181-6.
14. Menzler S. Population attributable fraction for lung cancer due to residential radon in Switzerland and Germany. Health Phys. 2008;95:179-89
15. Hendry J H, Simon S L, Wojcik A, Sohrabi M, Burkart W, Cardis E, Laurier D, Tirmarche M and Hayata I. Human exposure to high natural background radiation: what can it teach us about radiation risks? J. Radiol. Prot. 2009; 29 A29-A42.
16. Bouzarjomehri F, Ehrampoosh MH. Radon level in dwellings basement of Yazd-Iran. Iran J Radiat Res. 2008;6(3):141-4.
17. Ghiassi-nejad M, Mortazavi J, Camron J, Niroomandrad A, Karam P. Very high background radiation areas of Ramsar. . Health Physics. 2002;82:87-93
18. Sohrabi M. Recent Radiological Studies of High Level Natural Radiation Areas of Ramsar : High

6. Budasky D, Maurica A, Robkin, Stadon. Indoor Radon and its Hazards. : University of Washington Press 1987.
7. Thompson RE, Nelson DF, Popkin J, Popkin Z. Case-control study of lung cancer risk from residential radon exposure in Worcester County, Massachusetts. Health Phys. 2008;94:228-41.
8. Fabricant J. Radon and lung cancer :The BEIR IV Rrport Health physics 1990;59(1):89-97
9. Krewski D, Lubin JH, Zielinski JM, Alavanja M, Catalan VS, Field RW, et al. Residental radon and risk of lung cancer: a combined analysis of 7 North American case- control studies. Epidemiology. 2005;16(2):137-45.
10. Pukkala E, Martinsen JI, Lynge E, Gunnarsdottir H, Sparén P, Tryggvadottir L, et al. Occupation and Cancer. Follow up of 15 million people in five Nordic countries. Acta Oncol 2009;48(5):646-790
11. Sandler DP, Weinberg CR, Shore DL. Indoor radon and lung cancer risk in Connecticut and Utah. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A 2006;69:633-54.
12. Catelinois O, Rogel A, Laurier S, Billon S, Hemon P. Lung cancer attributable to indoor radon exposure in France: Impact of the risk models and uncertainty analysis. Environmental Health Perspectives. 2006 114:1361-6
13. Lubin Jay H. Estimating Rn – Induced lung cancer in the united states Health phys 1989;57 (3): 417- 27.
Level of natural Radiation High Level of natural Radiation 1990 3-7 November; ramsar, Iran; 1990.
19. Sohrabi M, Solaymanian AR. Indoor radon level measurement in some regions of Iran. Nucl Tracks Radiation Meas 1988;15:613-6
20. Sohrabi M, Esmaili A.R. New public dose assessment of elevated natural radiation areas of ramsar (Iran) for epidemiological studies. International congress series. 1225 (2002) 15-24.
21. Sohrabi M, Babapouran M. New public dose assessment from internal and external exposures in low and elevated level natural radiation areas of ramsar, Iran. International congress series 1276 (2005)169-174.
22. Sohrabi M, Solaymanian AR. Some characteristics of the AEOI passive radon diffusion dosimeter. International Journal of Radiation Applications and Instrumentation Part D Nuclear Tracks and Radiation Measurements. 1988;15(1-4):605-8
23. Sohrabi M. New developments on electrochemical etching processes at the atomic energy organization of Iran. Radiation Measurements. 1999;31:115-20
24. Sohrabi M. A New Multi-Chamber Electrochemical Etching System Approach for Rapid Characteristics Response Studies in Polymeric Dosemeters. Radiation Protection Dosimetry. 1985;12(1):55-9.
25. ICRP. ICRP Publication 69. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 3.Ingestion Dose Coefficients. New York.: Pergamon Press 1995.

Original Article

Assessment of Radon Level in Dwellings of Tabriz

Haddadi Gholamhassan

Assistant prof. of medical physics, Dept. of Medical Physics, Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Fras, Iran

Abstract

Background & Objectives: Indoor radon gas (^{222}Rn) has been recognized as one of the causes of lung cancer. The presence of radioactive radium in the construction & materials in the buildings its changes in contact with radon gas may lead to increase level of radon gas in the residential houses. In this regards, indoor radon measurement is important. This study was conducted to determine radon concentration in Tabriz houses.

Materials & Methods: In this study, 196 radon diffusion dosimeters were left in different floors of houses constructed with different materials such as cement (betony), heated brick & clay with raw brick at every floor for 6 months. The "electrochemical etching" method was applied to detect "alpha tracks" on the polymers of dosimeters and based on number of these tracks, radon concentration was determined.

Results: This study showed that average radon concentration were $39Bqm^{-3}$ in the houses. At different floors & different construction material the average effective dose equivalent of lung tissue was $0.97msvy^{-1}$.

Conclusion: Based on these results, it can be concluded that, the indoor radon levels in the Tabriz houses are within acceptable range.
There is no conflict of interest in this study.

Keywords: Radon-222, Lung cancer, Dosimetery

Corresponding author: Haddadi Gholamhassan, Dept. of Medical Physics, Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Fars, Iran.
Tel: 0731-2220994-6
Fax: 07312227091
E-mail: ghadadi@gmail.com