تعیین دز مؤثر رادن ۲۲۲ دریافت شده از طریق آب لوله‌کشی در گروه‌های مختلف سنی در شهر بندرعباس

دکتر کاووس دیندارلو [۱] دکتر عبدالحسین مدنی [۲] یدالله فخری [۳]

[۱] استادیار گروه بهداشت محیط، [۲] دانشیار گروه اپیدمیولوژی، [۳] دانشجوی دکترای بهداشت محیط، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی در ارتقای سلامت، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان

مجله طب پیشگیری سال دوم شماره دوم تابستان ۹۴ صفحات ۳۲-۲۴

چکیده

مقدمه: *رادن ۲۲۲ عنصر رادیواکتیو طبیعی با نیمه عمر ۳/۸ روز، بی‌رنگ و بی‌بو با انحلال‌پذیری بالا در آب می‌باشد. حضور رادن ۲۲۲ در آب آشامیدنی می‌تواند از طریق استنشاق یا خوردن باعث خطر سرطان ریه یا معده در بلند مدت در انسان کند. گروه‌های مختلف سنی دارای حساسیت مختلفی نسب به خطرات گاز رادن ۲۲۲ می‌باشند.*

روش ها: *در این مطالعه توصیفی مقطعی، غلظت رادن ۲۲۲ در ماه خرداد سال ۱۳۹٤ از ۸ منطقه شهر بندرعباس در ٤۸ نمونه آب لوله‌کشی توسط دستگاه پرتابل رادن سنج ۲۲۲ مدل RTM1688-2 مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. دز مؤثر دریافتی ناشی از خوردن آب آشامیدنی لوله‌کشی در گروه‌های مختلف سنی نیز توسط معادله UNSCEAR شده محاسبه شد.*

نتایج: *نتایج نشان داد دامنه و میانگین غلظت رادن ۲۲۲ به ترتیب ۳۸٤ Bq/m^3-۸۷/٦ و ۷۰ Bq/m^3 ±۲۳٤/٤ می‌باشد. میانگین دز مؤثر دریافتی گروه‌های سنی مردان بالغ، زنان بالغ، کودکان و اطفال به ترتیب ۰/۰۰۰۷ ±۰/۰۰۲٤، ۰/۰۰۰۵ ±۰/۰۰۱۸، ۰/۰۰۰۲ ±۰/۰۰۰۷ و ۰/۰۰۰۳ ±۰/۰۰۱ mSv/y می‌باشد. ترتیب دز مؤثر دریافتی در گروه‌های سنی مختلف؛ مردان بزرگسال > زنان بزرگسال > اطفال > کودکان می‌باشد.*

نتیجه‌گیری: *دز مؤثر دریافتی همه گروه‌های سنی به ویژه گروه سنی بزرگسالان کمتر از حد استاندارد (0.1mSv/y) از این رو نیازی به تصفیه رادن ۲۲۲ آب آشامیدنی شهر بندرعباس نمی‌باشد.*

کلیدواژه‌ها: *غلظت رادن۲۲۲، آب لوله‌کشی، دز مؤثر، گروه سنی*

نویسنده مسئول:
یدالله فخری
مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی در ارتقای سلامت، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان
بندرعباس - ایران
تلفن: ۹۲۱٦۷۳۷۲٤٥ ۹۸+
پست الکترونیکی:
Ya.fakhri@gmail.com

دریافت مقاله: ۹۴/۳/۱۰ اصلاح نهایی: ۹۴/۳/۲۴ پذیرش مقاله: ۹۴/۵/۲۶

مقدمه:

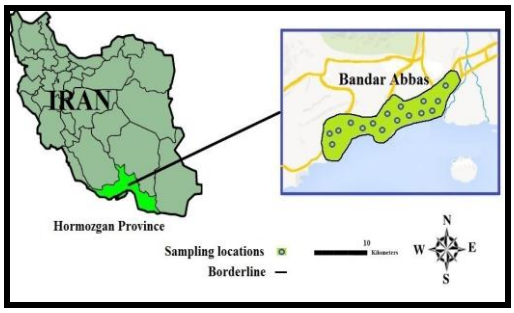
رادن ۲۲۲ عنصر رادیواکتیو طبیعی با نیمه عمر ۳/۸ روز، بی‌رنگ و بی‌بو می‌باشد که با انتشار پرتو آلفا در هنگام واپاشی، می‌تواند در دراز مدت باعث بروز سرطان ریه، خون و معده در افراد شود (۱،۲). رادن انحلال‌پذیری بالایی در آب دارد (ضریب شکست مول؛ $۱/۲۵ \times ۱۰^{-5}$ در دمای ۳۷ °C)، رادن ۲۲۲ نود برابر بیشتر از نئون و هلیم انحلال پذیری دارد (۳). رادن ۲۲۲ محصولات اصلی و نهایی واپاشی در زنجیره اورانیوم ۲۳۸ می‌باشند که می‌تواند از منابع مختلف مانند آبهای سطحی و زیرزمینی، خاک، سنگ‌های آذرین (گرانیت) و رسوبی منتشر شوند (٤،٥). افراد به طور مداوم از طریق استنشاق هوا و خوردن آب آشامیدنی در معرض مواجهه داخلی یا خارجی با مواد رادیواکتیو به ویژه رادن ۲۲۲ می‌باشند (٦،۷). پرتو آلفا به دلیل قدرت یونیزاسیون بالا، از نظر پرتوگیری داخلی در درجه اول خطر نسبت به سایر پرتوها قرار دارد (۸). هنگامی که فرد آب حاوی رادن ۲۲۲ را مصرف می‌کند، پرتو آلفای منتشره در هنگام واپاشی آن، باعث آسیب به DNA سلول‌های داخلی معده

می‌گردد. از طرفی می‌تواند از طریق نفوذ به دیواره معده وارد جریان خون و سپس در تمام بدن منتشر شود (۱۱-۹).

تخمین زده شده است که ۸۹٪ و ۱۱٪ از خطر سرطان به ترتیب مربوط به استنشاق گاز رادن۲۲۲ آب و خوردن آب حاوی رادن ۲۲۲ می‌باشد (۱۰). به دلیل تماس بیشتر آبهای زیرزمینی با سنگ‌های بستر آذرین (گرانیت) و بسترهای رسوبی، غلظت مواد رادیواکتیو در این آبها می‌تواند بیشتر از آبهای سطحی باشد (۱۴-۱۲). همچنین غلظت رادن ۲۲۲ در منابع آبهای زیرزمینی ۲ تا ۳ برابر بیشتر از سایر مواد رادیواکتیو می‌باشد (۱۵). مطالعات نشان داده است، مصرف آبهای حاوی غلظت بالای رادن ۲۲۲، باعث افزایش دز مؤثر دریافتی و به دنبال آن افزایش سرطان ریه و معده در افراد می‌گردد (۱۶). سازمان بهداشت جهانی و کمیته اروپا، دز مؤثر سالانه ناشی از رادن ۲۲۲در اثر مصرف آب آشامیدنی را ۰/۱ mSv/y اعلام کرده است (۱۷). این مقدار جدا از دز دریافتی دیگر مواد رادیواکتیو آب (^{3}H، ^{222}Rn، ^{40}K) می‌باشد (۱۸). بسیاری از مطالعات غلظت رادن ۲۲۲ در آب آشامیدنی بطری شده و آب لوله‌کشی مورد اندازه‌گیری قرار گرفته است (۱۹-۳،۲۱). سرانه مصرف آب آشامیدنی ساکنین شهر بندرعباس به علت شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب، بالا می‌باشد. از این رو، در این تحقیق تلاش شد دز مؤثر دریافتی در گروه‌های سنی اطفال، کودکان و مردان و زنان بزرگسال محاسبه و با حدود استاندارد مقایسه گردید.

روش کار:

شهر ساحلی بندرعباس (مرکز استان هرمزگان) در جنوب کشور ایران (۲۷°۱۱´۵۳"N و ۵۴°۲۲´۷"E) و در ارتفاع ۹ متری از سطح دریا واقع شده است (شکل شماره ۱) (۲۲).



شکل شماره ۱- نواحی جمع‌آوری نمونه‌های آب شبکه توزیع در شهر بندرعباس

آب و هوای این شهر گرم و مرطوب و جمعیت آن به علت رشد تجاری روز به روز در حال افزایش است (۲۳).

در مطالعه توصیفی مقطعی، با توجه به مطالعات مشابه در ماه خرداد سال ۱۳۹٤ از ۸ منطقه شهر بندرعباس که شامل منطقه ۳۳ (محله چاهستانی)، منطقه ۲۹ (محله شاه‌حسینی) منطقه ۱۷ (خیابان شهید جعفری)، منطقه ۸ (اسلام‌آباد)، منطقه ۹ (جهانبار)، منطقه ۳۷ (خواجه عطا)، منطقه ٦٤ (شهرک توحید) و منطقه ٤١ (زیبا شهر)، ٤٨ نمونه آب ۱/۵ لیتری جمع‌آوری شد (هر منطقه ٦ نمونه در دو نقطه متفاوت) (۲٤،۲۵). در نهایت طبق دستورالعمل EPA در دمای ٤ تا ٦°C برای اندازه‌گیری به آزمایشگاه دانشکده بهداشت علوم پزشکی تهران منتقل شد (۲٦).

با توجه به تأثیر دما بر میزان انتشار رادن ۲۲۲ از آب، قبل از اندازه‌گیری دمای تمام نمونه‌ها یکسان و به ۱۲°C رسانده شد (۲۷،۲۸). اندازه‌گیری غلظت رادن ۲۲۲ توسط دستگاه رادن ۲۲۲سنج مدل RTM1688-2 ساخت شرکت Sarad کشور آلمان مورد انجام شد (شکل شماره ۲). حساسیت این دستگاه در ۱۵۰ دقیقه اندازه‌گیری مداوم ٦/۵ Counts /min×KBqm^{-3} می‌باشد (۲۹). حساسیت بالا به همراه آنالیز طیف سنجی آلفا، منجر به زمان پاسخ‌دهی کوتاه حتی در غلظت‌های پایین می‌شود. اندازه‌گیری غلظت رادن ۲۲۲ نمونه‌های آب طبق دستورالعمل اندازه‌گیری ارئه شده توسط شرکت Sarad انجام شد. همچنین میانگین ۲ ساعته غلظت رادن ۲۲۲ برای همه نمونه‌ها ثبت و مورد آنالیز قرار گرفت (۳۰).

شکل شماره ۲- اندازه‌گیری غلظت رادن ۲۲۲ توسط دستگاه رادن سنج مدل RTM1688-2

از آنجایی که بین زمان نمونه‌گیری و اندازه‌گیری غلظت رادن ۲۲۲ فاصله وجود داشت. از این رو، نیاز به اصلاح غلظت رادن ۲۲۲ ناشی از تجزیه بود. مقدار غلظت رادن ۲۲۲ در زمان نمونه‌گیری را می‌توان از طریق معادله ۱ محاسبه کرد؛

معادله۱: $C_t=C_0e^{-\lambda t/60}$

در این معادله C_t؛ غلظت رادن ۲۲۲ در زمان اندازه‌گیری (Bq/m^3)، C_0 غلظت رادن ۲۲۲ در زمان نمونه‌گیری، λ؛ ثابت تجزیه رادن ۲۲۲ ($0/007542h^{-1}$) و t؛ اختلاف زمانی بین زمان نمونه‌گیری با اندازه‌گیری (h) می‌باشد (۳۱).

جهت تعیین دز مؤثر دریافتی سالانه ناشی از نوشیدن آب حاوی رادن ۲۲۲از معادله کمیته علمی بین‌المللی تأثیر تابش‌های اتمی (UNSCEAR) استفاده شد (۳۲).

معادله۲: $E=K\times G\times C\times T\times 1000$

در این معادله E؛ دز مؤثر دریافتی سالیانه بر حسب mSv/y، K؛ ضریب تبدیل غلظت ^{222}Rn به دز مؤثر (Sv/Bq)، G؛ آب مصرفی روزانه (l/d)، C؛ غلظت رادن ۲۲۲ (Bq/l)، T؛ دوره مصرف آب (۳۶۵ روز) و ۱۰۰۰ ضریب تبدیل Sv به mSv می‌باشد. ضریب K برای مردان و زنان بزرگسال (۶۵-۱۷ سال)، کودکان (۱۴-۴ سال) و اطفال (کمتر از ۲ سال) به ترتیب 10^{-9} Sv/Bq ×۱۸ ، 10^{-9} Sv/Bq ×۲۶ و 10^{-9} Sv/Bq ×۳۵ (۲۶،۳۳).

بسیاری از مطالعات نشان داده است مقدار آب مصرفی افراد، کمتر از ۲ لیتر در روز می‌باشد که در گروه‌های سنی مختلف متفاوت می‌باشد. آب مصرفی روزانه افراد وابسته به شرایط آب و هوایی، فعالیت فیزیکی، فرهنگ، اقتصاد و غیره می‌باشد. از آنجایی که اطلاعاتی در مورد مقدار دقیق آب مصرفی روزانه در گروه‌های مختلف سنی شهر بندرعباس وجود نداشت. از این رو، از سرانه آب مصرفی EPA در مناطق آب و هوای گرم مرطوب (خطای آماری ۵٪) استفاده شد. آب مصرفی روزانه در گروه‌های سنی مردان بزرگسال، زنان بزرگسال، کودکان و اطفال به ترتیب ۲/۷۲۳، ۲/۱۲۹، ۰/۴۳۱ و ۰/۳۲۷ l/p-d می‌باشد (۳۴).

برای تعیین تفاوت دز مؤثر دریافتی گروه‌های مختلف سنی و دز مؤثر با حد استاندارد از آزمون T-test توسط نرم‌افزار SPSS 16 استفاده شد. همچنین P<۰/۰۵ به عنوان سطح معنی‌دار (α=۵%) انتخاب گردید.

نتایج:

میانگین غلظت رادن ۲۲۲ در ۴۸ نمونه آب لوله‌کشی شهر بندرعباس در جداول شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است.

میانگین غلظت رادن ۲۲۲ در لحظه نمونه‌گیری در مناطق ۳۳ برابر ۲۴۰/۷ و ۹۷/۸، در منطقه ۲۹ برابر ۱۴۸/۹ و ۱۸۱/۸ در منطقه ۱۷ برابر ۲۲۵/۷ و ۲۲۵ و در منطقه ۸ برابر ۱۳۹/۹ و ۲۷۰/۹ می‌باشد (جدول شماره ۱).

میانگین غلظت رادن ۲۲۲ در لحظه نمونه‌گیری در مناطق ۹ برابر ۲۰۴/۷ و ۲۷۴/۱، منطقه ۳۷ برابر ۳۴۱/۴ و ۳۶۲/۴، منطقه ۶۴ برابر ۲۰۹/۶ و ۲۵۱و در منطقه ۴۱ برابر ۲۵۷/۱ و ۲۸۷/۴ می‌باشد (جدول شماره ۲).

دامنه و میانگین غلظت رادن ۲۲۲ به ترتیب Bq/m^3 ۳۸۴- ۸۷/۹ و Bq/m۳ ۷۰/۱±۲۳۲/۴ است.

میانگین دز مؤثر دریافتی گروه‌های سنی مردان بالغ، زنان بالغ، کودکان و اطفال به ترتیب ۰/۰۰۰۷±۰/۰۰۲۴، ۰/۰۰۰۵±۰/۰۰۱۸، ۰/۰۰۰۲±۰/۰۰۰۷ و mSv/y ۰/۰۰۰۳±۰/۰۰۱ می‌باشد (جدول شماره ۳).

جدول شماره ۱- میانگین غلظت رادن ۲۲۲ آب لوله‌کشی در مناطق ۱۷، ۲۹، ۳۳ و ۸ شهر بندرعباس

شماره نمونه	مناطق	میانگین ۲ ساعته رادن (Bq/m^3)	میانگین	اختلاف زمان (h)	غلظت در لحظه نمونه‌گیری	میانگین در هر ناحیه
۱	۳۳	۱۵۷	۱۵۳	۷۵/۶	۲۴۴/۲	۲۴۰/۷
۲		۱۵۲		۷۷/۶	۲۳۹	
۳		۱۵۰		۷۹/۶	۲۳۸	
۴		۶۶	۵۹	۸۱/۶	۱۰۶	۹۷/۸
۵		۶۱		۸۳/۶	۹۹	
۶		۵۰		۹۶	۸۷	
۷	۲۹	۸۵	۸۳	۹۸/۱	۱۵۰/۷	۱۴۸/۹
۸		۸۳		۱۰۰/۱	۱۴۸	
۹		۸۱		۱۰۲/۲	۱۴۷	
۱۰		۱۰۴	۹۶	۱۰۴/۲	۱۹۱	۱۸۱/۸
۱۱		۱۰۰		۱۰۶/۳	۱۸۶	
۱۲		۸۵		۱۱۹	۱۶۸	
۱۳	۱۷	۱۱۸	۱۱۰	۱۲۱/۱	۲۳۹	۲۲۵/۷
۱۴		۱۱۱		۱۲۳/۱	۲۲۷/۸	
۱۵		۱۰۱		۱۲۵/۲	۲۰۹	
۱۶		۱۱۵	۱۰۴	۱۲۷/۲	۲۴۱	۲۲۵
۱۷		۱۱۱		۱۲۹/۳	۲۳۶	
۱۸		۸۶		۱۴۲	۱۹۷	
۱۹	۸	۶۶	۶۰	۱۴۳	۱۵۲	۱۳۹/۹
۲۰		۵۹		۱۴۵	۱۳۷	
۲۱		۵۵		۱۴۶/۵	۱۲۹/۴	
۲۲		۱۲۳	۱۰۹	۱۴۹	۲۹۳	۲۷۰/۹
۲۳		۱۱۸		۱۵۰/۵	۲۸۴	
۲۴		۸۶		۱۷۲	۲۳۴	

جدول شماره ۲- میانگین غلظت رادن ۲۲۲ آب لوله‌کشی در مناطق ۹، ۳۷، ۶۴ و ۴۱ شهر بندرعباس

شماره نمونه	مناطق	غلظت میانگین ۲ ساعته رادون (Bq/m^3)	میانگین	اختلاف زمان (h)	غلظت در لحظه نمونه‌گیری	میانگین در هر ناحیه
۱	۹	۹۲	۸۶	۱۴۷	۲۱۷	۲۰۴/۷
۲		۸۵		۱۴۸/۵	۲۰۲	
۳		۸۱		۱۵۰	۱۹۴	
۴		۱۲۴	۱۰۳	۱۵۱/۵	۳۰۰/۴	۲۷۴/۱
۵		۱۲۱		۱۵۳	۲۹۵	
۶		۶۴		۲۱۶	۲۲۶	
۷	۳۷	۹۸	۹۵	۲۱۷/۵	۳۴۹	۳۴۱/۴
۸		۹۵		۲۱۹	۳۴۱	
۹		۹۲		۲۲۰/۵	۳۳۳	
۱۰		۱۰۵	۹۶	۲۲۲	۳۸۴	۳۶۲/۴
۱۱		۱۰۳		۲۲۳/۵	۳۸۰	
۱۲		۸۰		۲۳۹	۳۲۳	
۱۳	۶۴	۵۳	۵۱	۲۴۰/۵	۲۱۶	۲۰۹/۶
۱۴		۵۱		۲۴۲	۲۰۹	
۱۵		۴۹		۲۴۳/۵	۲۰۳	
۱۶		۶۰	۵۸	۲۴۵	۲۵۱	۲۵۱
۱۷		۵۸		۲۴۶/۵	۲۴۴	
۱۸		۵۶		۲۶۱	۲۵۷/۲	
۱۹	۴۱	۵۷	۵۵	۲۶۲/۵	۲۶۴	۲۵۷/۱
۲۰		۵۵		۲۶۴	۲۵۷	
۲۱		۵۳		۲۶۵/۵	۲۴۹	
۲۲		۶۸	۵۹	۲۶۷	۳۲۳	۲۸۷/۴
۲۳		۶۴		۲۶۸/۵	۳۰۷	
۲۴		۴۵		۲۸۰/۵	۲۳۱/۶	
۱		۸۶/۱				۲۳۲/۴
میانگین						
انحراف معیار		۲۹/۱				۷۰/۱

جدول شماره ۳- دز مؤثر دریافتی گروه‌های مختلف سنی ناشی از رادن ۲۲۲ آب لوله‌کشی

گروه سنی	غلظت رادن ۲۲۲ (Bq/m^3)	G (m^3/d)	K (Sv/Bq)	دز مؤثر (mSv/y)
بالغین (مردان)	۲۳۲/۴±۷۰/۱	۰/۰۰۲۷۸۷	۱×۱۰^{-۸}	۰/۰۰۲۴±۰/۰۰۰۷
بالغین (زنان)	۲۳۲/۴±۷۰/۱	۰/۰۰۲۱۲۹	۱×۱۰^{-۸}	۰/۰۰۱۸±۰/۰۰۰۵
کودکان	۲۳۲/۴±۷۰/۱	۰/۰۰۰۴۳۱	۲×۱۰^{-۸}	۰/۰۰۰۲±۰/۰۰۰۷
اطفال		۰/۰۰۰۳۲۷	$۵ \times ۱۰^{-۸}/۳$	۰/۰۰۱±۰/۰۰۰۳

بحث و نتیجه‌گیری:

ترتیب دز مؤثر دریافتی در گروه‌های سنی مختلف؛ مردان بزرگسال> زنان بزرگسال> اطفال> کودکان می‌باشد. از سرانه مصرف آب در گروه سنی کودکان نسبت به اطفال بیشتر می‌باشد یا وجود بیشتر بود ضریب تبدیل، دز مؤثر در این گروه (کودکان) بیشتر می‌باشد. به علت مصرف بیشتر آب در گروه سنی بزرگسالان (مردان بزرگسال؛ ۲/۷۲۳l/d و زنان بزرگسال؛ ۲/۱۲۹l/d)، دز مؤثر دریافتی سالانه این گروه، بیشتر از گروه سنی اطفال و کودکان می‌باشد. از آنجایی که بین دز مؤثر دریافتی گروه سنی مردان بزرگسال و زنان بزرگسال $P=۰/۲۴$

بدست آمد، می‌توان گفت اختلاف معنی‌دار بین میانگین دز مؤثر این دو گروه وجود ندارد (P>۰/۰۵). همچنین P=۰/۲ نیز نشان دارد اختلاف معنی‌دار بین میانگین دز مؤثر دریافتی گروه‌های سنی کودکان و اطفال نیز وجود ندارد. P=۰/۰۳ بین میانگین دز مؤثر دریافتی کودکان با مردان بزرگسال و P=۰/۰۱۹ کودکان با زنان بزرگسال نشان داد، اختلاف معنی‌دار بین میانگین دز مؤثر دریافتی کودکان با مردان و زنان بزرگسال وجود دارد. همچنین P=۰/۰۲۱ بین میانگین دز مؤثر اطفال با مردان بزرگسال و P=۰/۰۲۲ بین اطفال با زنان بزرگسال نشان داد، اختلاف معنی‌دار بین میانگین دز مؤثر دریافتی اطفال با دز مؤثر دریافتی مردان و زنان بزرگسال وجود دارد. این تفاوت معنی‌دار بین گروه سنی کودکان و اطفال با گروه سنی مردان و زنان بزرگسال ناشی از مصرف پایین‌تر آب آشامیدنی می‌باشد. این بیشتر بودن دز مؤثر دریافتی گروه‌های سنی کودکان و اطفال نسبت به بزرگسال ناشی از بیشتر بودن ضریب تبدیل می‌باشد. دز مؤثر دریافتی همه گروه‌های سنی مورد مطالعه کمتر از حد استاندارد WHO می‌باشد. حتی در حداکثر غلظت رادن۲۲۲ (۳۸٤ Bq/m^3) نیز دز مؤثر دریافتی بسیار کمتر از 0/1 mSv/y می‌باشد.

در مطالعه‌ای که توسط من و همکارانم در مورد دز مؤثر رادن ۲۲۲ آبهای بطری شده در گروه‌های مختلف سنی انجام شده، دز مؤثر در همه گروه‌های سنی بیشتر از دز مؤثر رادن ۲۲۲ آب لوله‌کشی شهر بندرعباس مشاهده شد (۱۹). این بیشتر بودن غلظت رادن ۲۲۲ می‌تواند ناشی از مخلوط بودن آب زیرزمینی (چاه‌های دشت میناب و شمیل) با سطحی (دریاچه استقلال میناب) آب لوله‌کشی شهر بندرعباس باشد. از آنجایی که غلظت رادن ۲۲۲ آبهای سطحی کمتر از آب زیرزمینی می‌باشد، از این رو مخلوط کردن آب سطحی با زیرزمینی می‌تواند در بسیاری از موارد غلظت رادن ۲۲۲ را کاهش دهد (۱٦). میانگین دز مؤثر دریافتی برای گروه‌های سنی بزرگسال و کودکان در مطالعه Somlai و همکاران به ترتیب (1/13– 20/3) (88/7 و µSv/y (2/26–177) 40/6 می‌باشد. دز مؤثر دریافتی در مطالعه Somlai و همکاران به علت بیشتر بودن غلظت رادن ۲۲۲ آب لوله‌کشی بسیار بیشتر از مطالعه ما می‌باشد (۱۸).

دز مؤثر دریافتی ناشی از نوشیدن آب لوله‌کشی در مطالعه Binesh و همکاران در شهر مشهد نیز به علت بیشتر بودن غلظت رادن بیشتر از مطالعه ما بود (0/04mSv/y) (۳۵).

بیشترین و کمترین دز مؤثر دریافتی به ترتیب مربوط به گروه سنی مردان بالغ و کودکان می‌باشد. غلظت رادن ۲۲۲ و دز مؤثر دریافتی همه گروه‌های سنی به ویژه بزرگسالان بسیار کمتر از حدود استاندارد (0/1mSv/y) می‌باشد. از این رو نیازی به تصفیه گاز رادن ۲۲۲ در تصفیه‌خانه آب بندرعباس نمی‌باشد.

سپاسگزاری:

منابع

References

1. Colmenero Sujo L, Montero Cabrera M, Villalba L, Rentería Villalobos M, Torres Moye E, García León M, et al. Uranium-238 and thorium-232 series concentrations in soil, radon-222 indoor and drinking water concentrations and dose assessment in the city of Aldama, Chihuahua, Mexico. Journal of Environmental Radioactivity. 2004;77(2):205-19.
2. Smith BJ, Zhang L, Field RW. Iowa radon leukaemia study: a hierarchical population risk model for spatially correlated exposure measured with error. Statistics in medicine. 2007;26(25):4619-42.
3. Ahmad N, Jaafar MS, Alsaffar MS. Study of radon concentration and toxic elements in drinking and irrigated water and its implications in Sungai Petani, Kedah, Malaysia. Journal of Radiation Research and Applied Sciences. 2015.
4. Oner F, Yalim H, Akkurt A, Orbay M. The measurements of radon concentrations in drinking water and the Yeşilırmak River water in the area of Amasya in Turkey. Radiation protection dosimetry. 2009;133(4):223-6.

5. Kam E, Bozkurt A. Environmental radioactivity measurements in Kastamonu region of northern Turkey. Applied Radiation and Isotopes. 2007;65(4):440-4.

6. M.Rožmaric, Rogic M, Benedik L, M.Štrok. Natural radionuclides in bottled drinking waters produced in Croatia and their contribution to radiation dose. Science of the Total Environment. 2012;437:53-60.

7. Radiation UNSCotEoA. UNSCEAR 2000. Sources and effects of ionizing radiation. 2000;2.

8. Hamanaka S, Shizuma K, Wen X-q, Iwatani K, Hasai H. Radon concentration measurement in water by means of α liquid-scintillation spectrometry with a PERALS spectrometer. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. 1998;410(2):314-8.

9. Organization WH. Guidelines for drinking-water quality: recommendations: World Health Organization; 2004.

10. Oner F, Yalim H, Akkurt A, Orbay M. The measurements of radon concentrations in drinking water and the Yeşilirmak River water in the area of Amasya in Turkey. Radiation protection dosimetry. 2009:ncp049.

11. Saeid Motesaddi YF, Ali Alizadeh, Seyed Mohsen Mohseni, Saeedeh Jafarzadeh. Effective dose of Radon222 and thoron220 in the indoor air of Genow hot springs of Bandar Abbas. Advances in Environmental Biology. 2014;8:453-9.

12. Rangela JD, H. Lopez del R!ıoa, Garc!ıaa FM, Torresa LQ, Villalbab M, Sujob LC, et al. Radioactivity in bottled waters sold in Mexico. Applied Radiation and Isotopes. 2002;56:931-6.

13. Ali N, Khan E, Akhter P, Khan F, Waheed A. Estimation of mean annual effective dose through radon concentration in the water and indoor air of Islamabad and Murree. Radiation protection dosimetry. 2010;141(2):183-91.

14. Akawwi E. Radon-222 Concentrations in the Groundwater along Eastern Jordan Rift. Journal of Applied Sciences. 2014;14(4):309-16.

15. Forte M, Rusconi R, Cazzaniga MT, Sgorbati G. The measurement of radioactivity in Italian drinking waters. Microchemical Journal. 2006;85 98–102.

16. Rožmarić M, Rogić M, Benedik L, Štrok M. Natural radionuclides in bottled drinking waters produced in Croatia and their contribution to radiation dose. Science of the Total Environment. 2012;437:53-60.

17. Somlai K, Tokonami S, Ishikawa T, Vancsura P, Gáspár M, Jobbágy V, et al. 222Rn concentrations ofwater in the Balaton Highland and in the southern part of Hungary, and the assessment of the resulting dose. Radiation Measurements. 2007:491 – 5.

18. Somlaia K, Tokonamib S, Ishikawab T, Vancsurac P, Gáspárc M, Jobbágyd V, et al. 222Rn concentrations ofwater in the Balaton Highland and in the southern part of Hungary, and the assessment of the resulting dose. Radiation Measurements. 2006;42:491- 5.

19. Fakhri Y, Mahvi AH, Langarizadeh G, Zandsalimi Y, Amirhajeloo LR, Kargosha M, et al. Effective Dose of Radon 222 Bottled Water in Different Age Groups Humans: Bandar Abbas City, Iran. Global Journal of Health Science. 2015;8(2): 64.

20. Erdogan M, Manisa K, Tel F. The Measurment of radon activity concentrations in tap water in some dwellings of konya province-Turkey. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences. 2015;10(1):273-8.

21. Fakhri Y, Madani A, Moradi KM, Mirzaei M. Determination concentration of Radon222 in Tap drinking water; Bandar Abbas City, Iran.

22. Darvishsefat AA, Tajvidi M. Atlas of protected areas of Iran: Ravi; 2006.

23. Center IS. Iran Statistical Year Book. Tehran; 2000.

24. Kralik C, Friedrich M, Vojir F. Natural radionuclides in bottled water in Austria. Journal of environmental radioactivity. 2003;65(2):233-41.

25. Somlai J, Horváth G, Kanyár B ,Kovacs T, Bodrogi E, Kavasi N. Concentration of 226Ra in Hungarian bottled mineral water. Journal of environmental radioactivity. 2002;62(3):235-40.

26. Binesh A, Mohammadi S, Mowlavi A, Parvaresh P. Evaluation of the radiation dose from radon ingestion and inhalation in drinking water. Int J Water Resour Environ Eng. 2010;2(7):174-8.

27. Ishikawa T, Tokonami S, Yoshinaga S, Narazaki Y. Airborne and waterborne radon concentrations in areas with use of groundwater supplies. Journal of radioanalytical and nuclear chemistry. 2005;267(1):85-8.

28. Somlai K, Tokonami S, Ishikaw T, Vancsur P, Gáspár M, Jobbágy V, et al. 222Rn concentrations of water in the Balaton Highland and in the southern part of Hungary, and the assessment of the resulting dose. Radiation Measurements. 2007;42:491-5.

29. Ursulean I, Coretchil L, ChirutaI, Virlan S, editors. Estimation of indoor radon concentrations in residential houses and mines in the Republic of Moldova. Paper presented at the First East European Radon Symposium–FERAS; 2012.

30. GmbH S. Application note AN-003_EN: Measurement of the Radon concentration of water samples June 2007. Available from: www.sarad.de.

31. Jalili-Majareshin A, Behtash A, Rezaei-Ochbelagh D. Radon concentration in hot springs of the touristic city of Sarein and methods to reduce radon in water. Radiation Physics and Chemistry. 2012;81(7):749-57.

32. Somlai J, G. Horva´th, Kanya´r B, Kova´cs T, Bodrogi E, Ka´va´si N. Concentration of 226Ra in Hungarian bottled mineral water. Journal of Environmental Radioactivity 2002;62:235-40.

33. Somlai K, Tokonami S, Ishikawa T, Vancsura P, Gáspár M, Jobbágy V, et al. 222Rn concentrations ofwater in the Balaton Highland and in the southern part of Hungary, and the assessment of the resulting dose .Radiation Measurements 2007;42 : 491 – 5.

34. Agency EP. stimated Per Capita Water Ingestion and Body Weight in the United States–An Update. October, 2004: 40-5.

35. Binesh A, Mowlavi A, Mohammadi S. Estimation of the effective dose from radon ingestion and inhalation in drinking water sources of Mashhad, Iran. Iranian Journal of Radiation Research. 2012;10(1):37-41

Effective dose of Radon 222 received by tap water in different age groups in Bandar Abbas city

K. Dindarloo, PhD [1] A.H. Madani, PhD [2] Y. Fakhri, PhD Student [3]

Assistant Professor Department of Environmental Health [1], Associate Professor Department of Epidemiology [2], PhD Studnt of Environmental Health [3], Social Determinants in Health Promotion Research Center, Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran.

(Received 31 May, 2015 Accepted 17 Aug, 2015)

ABSTRACT

Introduction: Radon 222 is a colorless and odorless natural radioactive element with high solubility in water with 3.825 days half-life. The presence of Radon 222 in drinking water can lead to lung or stomach cancers through inhalation or ingestion in the long term. Different age groups have different sensitivity to the risks of Radon 222. The aim of this study was to evaluate the effective dose of Radon 222 received by tap water in different age groups in Bandar Abbas city.

Methods: In this cross-sectional study, the concentration of Radon 222 of 8 regions of Bandar Abbas city in 48 samples of tap drinking water was measured by portable Radon meter RTM1688-2 in June 2015. The received effective dose by tap drinking water was also calculated in different age groups by UNSCEAR equation.

Results: The range and mean concentration of Radon 222 is 87.6-384 Bq/m^3 and 234.4±70 Bq/m^3, respectively. The mean of the received effective dose in the age groups of adult men, adult women and children and infants was 0.0024±0.0007, 0.0018±0.0005, 0.0007±0.0002 and 0.001±0.0003 mSv/y, respectively. The order of the received effective dose in different age groups was adult men>adult women>infants>children.

Conclusion: The effective received dose of all age groups particularly adults is less than the standard limit (0.1 mSv/y), therefore there is no need for treatment of water for removal of Radon 222 in the Bandar Abbas city.

Correspondence:
Y. Fakhri, PhD Student.
Social Determinants in Health Promotion Research Center, Hormozgan University of Medical Sciences.
Bandar Abbas, Iran
Tel:+98 9216737245
Email:
Ya.fakhri@gmail.com

Key words: Concentration of Radon 222, Tap Water, Effective Dose, Age Group