

## اندازه گیری میزان تراکم گاز رادون در آبهای منطقه تویسرکان و برآورد دز مؤثر سالانه

قاسم سوری

همدان، دانشگاه پیام نور

چکیده:

یکی از منابع طبیعی پرتوزا گاز رادون  $Rn^{222}$  می باشد که در اثر واپاشی  $Ra^{226}$  از زنجیره  $U^{238}$  تولید می گردد. بر اساس آخرین اطلاعات ارائه شده توسط کمیته علمی سازمان ملل در زمینه اثرات پرتوهای اتمی (UNSCEAR 2000) استنشاق گاز رادون و دختران آن از جمله مهمترین عوامل طبیعی پرتوگیری انسان از منابع طبیعی پرتوزا می باشد به طوریکه از مجموع  $2/4$   $msv$  (میلی سیورت) دز مؤثر سالیانه (متوسط جهانی) از منابع طبیعی پرتوزا در حدود  $1/2$   $msv$  آن متعلق به گاز رادون و دختران آن می باشد.

نوسانات سطوح محلول در آب به دلیل خطرات ناشی از تشعشعات ساطع شده، قابل توجه است زیرا بررسیها حاکی از آن است که قرار گرفتن در معرض گاز رادون برای مدت طولانی خطر ابتلا به سرطان ریه را افزایش می دهد. میزان رادون در آبهای زیرزمینی و چشمه ها بیشتر از آبهای جاری است. اگر آب در معرض هوای آزاد قرار گیرد؛ بالاخص

وقتی به هم بخورد، رادون آب به مقدار زیادی از آن خارج می شود. در این مقاله، میزان تراکم گاز رادون برحسب  $Bq/L$  در آب چاهها و چشمه های منطقه تویسرکان با استفاده از روش اتاقت لوکاس با استفاده از دستگاه سبک و قابل حمل (SFLENAmod5s) "PRASSI" اندازه گیری شده است. نتایج نشان می دهد تراکم رادون در چهار نمونه از

آبهای این منطقه بیشتر از  $10^{10} Bq/L$  که همان حد مجاز تعیین شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا است، می باشد. در مواردیکه غلظت بالا می باشد، بهتر است سیستمی برای ساکن نگه داشتن و در معرض هوا قرار دادن آب نصب شود تا رادون و فرآورده های حاصل از واپاشی آن در هوا پراکنده و مشکل آلودگی رادون رفع شود.

کلمات کلیدی:

آب آشامیدنی سالم، گاز رادون، سیستم "PRASSI"، منطقه تویسرکان

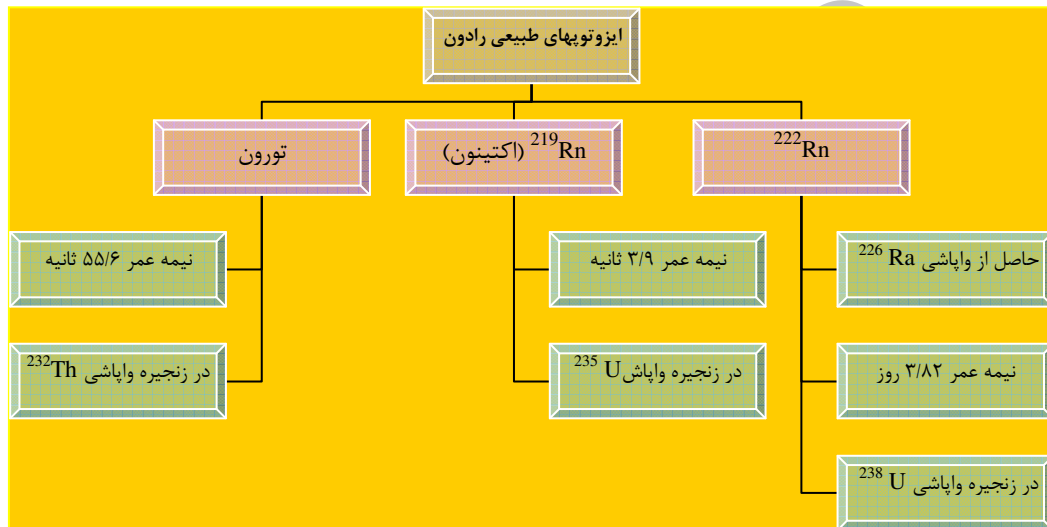
### ۱- مقدمه

رادون با علامت شیمیایی Rn گازی بی رنگ، بی بو، بی اثر و سنگین است؛ که برای سلامتی بسیار مضر است.  $Rn^{222}$  از واپاشی سری طبیعی  $U^{238}$ ,  $Rn^{220}$  از واپاشی سری طبیعی  $Th^{232}$  تولید می شود. با توجه به شکل ۱ که ایزوتوپهای طبیعی رادون را معرفی نموده است باید دانست که بطور میانگین در هر  $10^{11}$  مولکول هوا یک مولکول رادون وجود دارد و در هر یک مایل مربع از خاک به عمق ۶ اینچ، یک گرم رادیوم وجود دارد که به رادون تجزیه شده است. این عنصر دارای ۲۰ ایزوتوپ و پایدارترین آن  $Rn^{222}$  که نیمه عمر آن  $3/8$  روز بوده و در پرتو در مانی نیز کاربرد دارد. این گاز هنگامی که تا زیر نقطه انجماد سرد می شود رنگ فسفری درخشانی دارد که در درجه حرارت پایین تر به رنگ زرد و در دمای معمولی به رنگ قرمز مایل به نارنجی تبدیل می شود. این عنصر در سال ۱۹۰۰ توسط ارنست رادرفورد

و فردریچ ارن کشف شد. حدود ۵۰٪ پرتوگیری طبیعی افراد ناشی از گاز رادون است و سالانه افراد زیادی در اثر ابتلا به سرطانهای دستگاه گوارشی و تنفسی از بین می‌روند؛ فقط در ایالات متحده سالانه این رقم ۲۱۰۰۰ نفر است.

## ۲- رادون در آب و خطرات آن

رادون علاوه بر تنفس از راه آب مثل خوردن، آشامیدن و استحمام وارد بدن می‌شود که در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. میزان رادون موجود در آبهای زیرزمینی و کم تحرک، به ویژه در چاههای عمیق بیشتر است. در ایالات متحده امریکا میزان فوت ناشی از سرطان به واسطه رادون موجود در آب شرب را در مجموع (سالانه) ۱۸۰ نفر تخمین زده‌اند.



شکل ۱: ایزوتوپهای طبیعی رادون و مشخصات آنها



شکل ۲: روشهای ورود رادون به بدن از طریق آب

لازم به ذکر است که اگر فقط ۴۰٪ تا ۵۰٪ رادون آبها قبل از ورود به خانه‌ها کاهش یابد، آمار مبتلایان به سرطانهای دستگاه تنفسی و گوارشی به ۳۰ تا ۳۵ درصد کاهش یافته که در کاهش هزینه‌های درمانی در دراز مدت بسیار حائز اهمیت است.

با توجه به اینکه یکی از آلودگیهای آبها آلودگی هسته‌ای ناشی از رادون می‌باشد و در کیفیت آب آشامیدنی تأثیر بسزایی دارد و گزارشات اخیر در مورد احتمال آلودگی آبها در شهرستان تویسرکان و افزایش سرطان ریه، نویسندگان را بر آن داشت تا میزان غلظت گاز رادون این منابع آبی را توسط دستگاه PRASSI اندازه‌گیری نمایند.

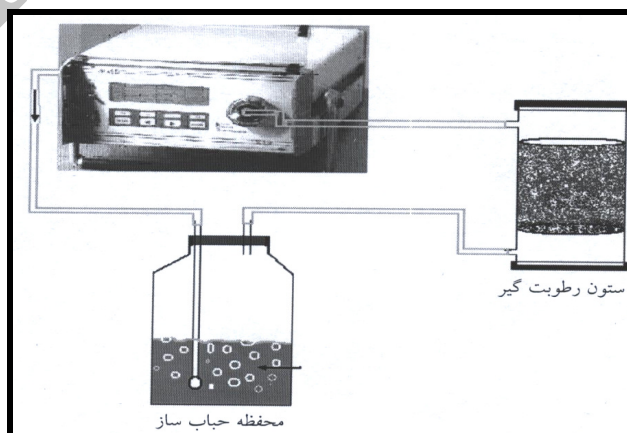
### ۳- اندازه‌گیری رادون در نمونه‌های آب

با توجه به اینکه میزان رادون در آب چشمه‌ها و چاههای عمیق مخصوصاً در آب سفره‌های زیرزمینی بیشتر است. از طرفی هر چه آب جنبانده شود یا غلط بخورد میزان رادون موجود در آن کاهش می‌یابد، بنابراین نمونه‌های آب از ورودی چشمه‌ها و از پایین‌ترین عمق در فاصله ۲۵ سانتی‌متری از سطح آزاد آب در شرایط فشار معکوس جمع‌آوری و در حداقل زمان ممکن با سرد نگه داشتن آن به محل اندازه‌گیری منتقل گردیدند (شکل ۳).



شکل ۳: چگونگی نمونه‌برداری از ابهای منطقه تویسرکان

در این تحقیق از سیستم PRASSI مدل 5S برای تعیین غلظت گاز رادون در آب استفاده شده است. این سیستم ویژگیهای خاص و فوق‌العاده‌ای برای تعیین غلظت رادون در آب و هوا دارد که دارای حساسیت بالا، ظرفیت بالای حافظه، زمان کوتاه پاسخ و صفحه نمایش بزرگ LCD است که قادر به نشان دادن نمودار تراکم رادون می‌باشد. در شکل ۴ طرح و روش اندازه‌گیری رادون در نمونه آب با دستگاه PRASSI نشان داده شده است. این دستگاه دارای یک آشکارساز از نوع سلولهای سو سوزن (Ag) به حجم  $1830 \text{ cm}^3$  است، و برای نوعی از اندازه‌گیری که باید در چرخه بسته صورت گیرد، مناسب می‌باشد. چرخه پمپ PRASSI با سرعت ثابت سه لیتر در هر دقیقه به منظور اخذ جواب در نمونه آب عمل می‌کند.



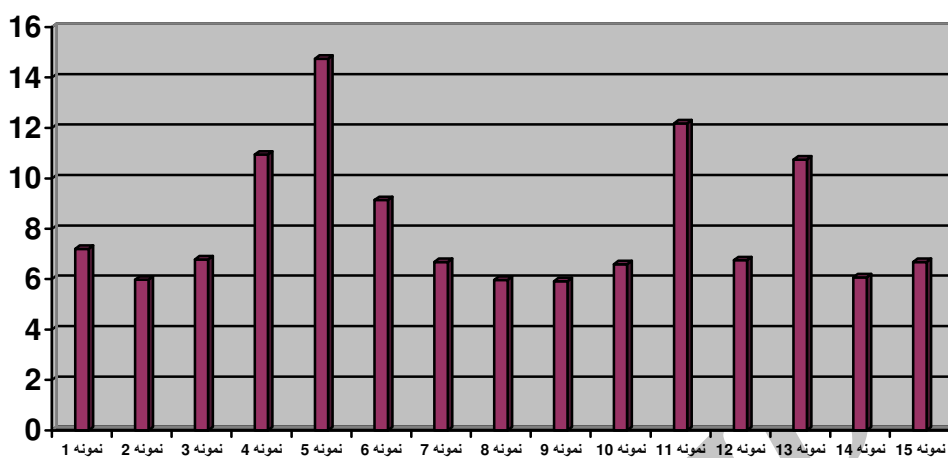
شکل ۴: دستگاه PRASSI mod 5S و اتصالات آن

#### ۴- بحث و نتایج

در این پژوهش غلظت گاز رادون در ۱۵ نمونه از آبهای منطقه تویسرکان اندازه گیری شده است. در جدول شماره ۱ میزان تراکم گاز رادون در هر نمونه برحسب  $\frac{Bq}{L}$  درج شده است، همچنین در شکل ۵ نمودار هیستوگرام غلظت گاز رادون موجود در نمونه های مختلف رسم شده است. نتایج نشان می دهد که میزان رادون در چهار نمونه آب بیشتر از  $\frac{Bq}{L}$  ۱۰ می باشد.

جدول ۱: نتایج اندازه گیری گاز رادون موجود در نمونه های آب منطقه تویسرکان

شماره نمونه	آب نمونه مورد آزمایش	زمان برداشت	زمان اندازه گیری	ضریب تصحیح	$Bq$ ( $lit$ ) Qparssi
۱	آب شرب شهرک قائم گرفته شده از شیر آب	۱۰:۳۵	۱۴:۱۵	۱/۰۳۳	$7/1952 \pm / 0.04$
۲	آب شیر داخل منزل (جوشانده)	۱۲:۱۰	۱۶:۴۶	۱/۰۳۵	$5/9712 \pm / 0.04$
۳	آب شرب داخل شهر	۱۲:۱۵	۱۷:۰۵	۱/۰۳۷	$6/776 \pm / 0.04$
۴	آب خروجی چاه مبارک آباد	۱۲:۲۰	۱۷:۴۰	۱/۰۴۱	$10/9424 \pm / 0.04$
۵	آب شرب شهر سرکان	۱۱:۳۵	۱۵:۰۵	۱/۰۲۷	$14/7408 \pm / 0.04$
۶	آب خروجی قنات امامزاده ناصر(ع)	۱۱:۴۰	۱۵:۰۰	۱/۰۲۶	$9/11424 \pm / 0.04$
۷	آب شرب شهرک طالقانی	۱۱:۵۰	۱۴:۵۰	۱/۰۲۳	$6/6720 \pm / 0.04$
۸	آب شرب شهر فرسج	۱۱:۵۷	۱۵:۳۰	۱/۰۲۷	$5/96 \pm / 0.04$
۹	آب سراب شهرک امامزاده زید(ع)	۱۱:۵۵	۱۵:۴۵	۱/۰۲۷	$5/9152 \pm / 0.04$
۱۰	آب قنات شهرک فرهنگیان ۱۰ متری، ورودی قنات، عمق ۱۰cm	۱۲:۰۰	۱۵:۴۵	۱/۰۲۹	$6/5824 \pm / 0.04$
۱۱	آب سد مخزنی سرابی	۱۲:۰۵	۱۵:۵۰	۱/۰۲۹	$12/1843 \pm / 0.04$
۱۲	آب شرب محله اسلام آباد	۱۱:۴۴	۱۶:۳۷	۱/۰۳۸	$6/7456 \pm / 0.04$
۱۳	آب قنات امامزاده عبدالله شهر سرکان، ورودی قنات، عمق ۲۰cm	۱۱:۵۱	۱۵:۵۵	۱/۰۳۱	$10/7456 \pm / 0.04$
۱۴	آب شرب شهرک نیروی انتظامی	۱۱:۳۹	۱۷:۱۵	۱/۰۴۳	$6/0624 \pm / 0.04$
۱۵	آب شرب شهرک شهدا	۱۱:۳۹	۱۶:۵۴	۱/۰۴۱	$6/6752 \pm / 0.04$



شکل ۵: نمودار هیستوگرام گاز رادون موجود در نمونه‌های آب منطقه تویسرکان

به منظور محاسبه دز جذبی مؤثر سالیانه فرض بر این بود که هر ساکن منطقه تویسرکان روزانه ۲/۵ لیتر آب مصرف کند. با استفاده از نتایج بدست آمده در بررسی میزان رادون آب شهر جده در عربستان و نیز جدول شماره ۱ و محاسبات مربوط به دز مؤثر معده و ریه، مقادیر ضریب تبدیل مربوط به معده و ریه به ترتیب ۲/۶۲۸ و ۲/۷۹ محاسبه گردید. با به کار بردن این ضرایب، دز مؤثر موجود در نمونه‌های آب منطقه تویسرکان مطابق جدول شماره ۲ محاسبه گردید.

جدول ۲: دز جذبی مؤثر سالیانه ناشی از رادون

دز مؤثر سالیانه بر حسب $(\mu Sv y^{-1})$			مقدار گاز رادون بر حسب $\frac{Bq}{Ll}$	شماره نمونه
تمام بدن	ریه	معده		
۳۸/۴۸۳۶	۲۰/۰۷۴۷	۱۸/۹۰۸۹	۷/۱۹۵۲	۱
۳۲/۳۵۱۹	۱۶/۶۵۹۶	۱۵/۶۹۲۳	۵/۹۷۱۲	۲
۳۶/۷۲۱	۱۸/۹۰۹۵	۱۷/۸۱۱۵	۶/۷۷۷۶	۳
۵۹/۲۸۵۸	۳۰/۵۲۹۲	۲۸/۷۵۶۶	۱۰/۹۴۲۴	۴
۷۷/۸۰۲۴	۴۰/۰۶۴۴	۳۴/۷۳۸۰	۱۴/۳۶	۵
۴۹/۵۳۳۴	۲۵/۵۰۲۷	۲۴/۰۲۶۲	۹/۱۴۲۴	۶
۳۶/۱۴۸۸	۱۸/۶۱۴۸	۱۷/۵۳۴۰	۶/۶۷۲	۷
۳۲/۲۹۱۲	۱۶/۶۲۸۴	۱۵/۶۶۲۸	۵/۹۶	۸
۳۲/۰۴۸۵	۱۶/۵۰۳۴	۱۵/۵۴۵۱	۵/۹۱۵۲	۹
۳۵/۶۶۳۳	۱۸/۳۶۴۸	۱۷/۲۹۸۵	۶/۵۸۲۴	۱۰
۶۷/۷۴۸۴	۳۳/۹۹۳۹	۳۳/۷۵۴۵	۱۲/۱۸۴۳	۱۱
۶۷/۷۴۸۴	۳۳/۹۹۳۹	۳۳/۷۵۴۵	۱۲/۱۸۴۳	۱۲
۳۶/۵۴۷۶	۱۸/۸۲۰۲	۱۷/۷۲۷۴	۶/۷۴۵۶	۱۳
۵۸/۲۱۹۶	۲۹/۹۸۰۲	۲۸/۲۳۹۴	۱۰/۷۴۵۶	۱۴
۳۲/۸۴۵۹	۱۶/۹۱۴۰	۱۵/۹۳۱۹	۶/۰۶۲۴	۱۵

## ۵- نتیجه گیری

با توجه به این که حدود ۵۰٪ پرتوگیری طبیعی افراد ناشی از گاز رادون است، که یکی از علل اصلی مرگ سالانه افراد به علت ایجاد سرطانهای دستگاه تنفسی و گوارشی است، و با توجه به اینکه بیشترین درصد رادون از طریق آشامیدن آب و تنفس کردن به ویژه موقع استحمام کردن و ... وارد بدن انسان می شود، اندازه گیری گاز رادون در آبهای زیرزمینی منطقه تویسرکان انجام شده است.

نتایج این پژوهش نشان می دهد که تراکم گاز رادون در چهار نمونه از منابع آب مورد استفاده مردم، بیشتر از حد تعیین شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا،  $10 \frac{Bq}{Lit}$  می باشد (نمونه های ۴ و ۵ و ۱۱ و ۱۳)؛ ولی مقدار آنها خیلی بالا نیست و خطر جدی از نظر رادون موجود در آب مردم منطقه را تهدید نمی کند. لذا به خاطر توجه بیشتر به سلامت عمومی جامعه و کاهش خطرات ناشی از آن، پیشنهاد می گردد که آبهای قابل شرب مدتی در استخرهای رو باز نگهداری شده و یا حداقل از آبشارها برای جنباندن آب جهت خروج گاز رادون عبور داده شود.

## ۶- منابع

- 1-Web Gam, 1992, exposure to radon radiation protection dosimetry, vol 42 no.3,
- 2- Nturk et al., 1996, Radon Activity concentration in the Ground and its correlation whit the water of the soil, APP. Radiate. Isot, 43:344-381
- 3- P.korhonen et al., 2000, Behavior of Radon progenies and particle during Room Depressurization, Atmosphere Environment. 34: 2343-2348.
- 4-Rent et al., 1996, radon-222concentration in water and the exposure of the public Irpa proceeding, Vienna.
- 5-psycians Guide for radon (EPA).wwwepa.org, 2003
- 6- R.Halonen et al., 2001, Indoor radon concentrations caused by constration materials in 23 Work places, the science of the Total Environment 272:143-145
- 7- D.Ghosh et al., 2004, Measurement of Alpha Radioactivity in Arsenic contaminated tube well Drinking water using cR-39 Detector , Radiation Measurement, 38:19-22
- 8-A.Tayyebet al., 1998, A study on the Radon concentrations in water in Jeddah (Saudi Arabia) and the Associated Health effects, J. Environment. Radioactivity, 38:97-104