2022, Vol.9, No.2, Pages 109 to 114
Journal of Water and Sustainable Development

سال نهم، شماره ۲، ۱۴۰۱، صفحات ۱۰۹ تا ۱۱۴
نشریه آب و توسعه پایدار

Article Type: Case Study

نوع مقاله: مطالعه موردی

Assessment and Measurement of Radioactivity in Drinking Waters in Hormozgan Province

H. Ranjbar[1*], R. Bagheri[2], N. Salek[3], S. Vosoughi[2]

1,3- Associate Professor and Assistant Professor in Nuclear Fuel Cycle Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute (NSTRI), Tehran, Iran. 2-Assistant Professor in Radiation Application Research Schoo, Nuclear Science and Technology Research Institute (NSTRI), Tehran, Iran

*(Corresponding Author Email: hranjbar@aeoi.org.ir)

Received: 02-01-2022 Revised: 21-02-2022
Accepted: 03-04-2022 Available Online: 21-09-2022

ارزیابی و اندازه‌گیری میزان رادیواکتیویته آب‌های شرب استان هرمزگان

حسن رنجبر[1*]، رضا باقری[2]، نفیسه سالک[3]، سارا وثوقی[2]

۱و۳- به ترتیب دانشیار و استادیار پژوهشکده چرخه سوخت هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، تهران، ایران. ۲- استادیار پژوهشکده کاربرد پرتوها، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، تهران، ایران.

*(نویسنده مسئول، E-Mail: hranjbar@aeoi.org.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۲/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۱۴ تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۶/۳۰

Abstract

Investigation and monitoring of drinking water pollution is an important parameter for public health and environmental health studies and it is necessary to study it from different aspects. One of the most important aspects is to study the presence of various radionuclides in the water that emit alpha, beta, and gamma rays when their nuclei decay. The aim of this study was to investigate the radiological quality of water by measuring the concentration of gross alpha and beta activity in water resources of Hormozgan province. For this purpose, screening of 30 water samples from different water sources of Hormozgan province was performed by liquid scintillation method using a 1220 Quantulus liquid scintillation counter (LSC). The results of the analysis showed the activity concentration of gross alpha ranges from 48 mBq/l to 296 mBq/l with a mean of 166.2 mBq/l. the activity concentration of gross beta in the samples ranged from 65 mBq/l to 729 mBq/l with a mean of 460.3 mBq/l. The results showed that the gross alpha and beta radioactivity concentration in all waters was lower than the standard limit of the World Health Organization (WHO) and the Institute of Standards and Industrial Research of Iran, which is 500 mBq/l and 1000 mBq/l, respectively also waters are radiologically healthy.

Keywords: Natural Radioactivity, Gross Alpha, Gross Beta, Liquid Scintillation.

چکیده

بررسی و نظارت بر آلودگی آب آشامیدنی پارامتر مهمی برای دستیابی به سطح بهینه بهداشت عمومی و محیط به شمار می‌رود و لازم است از جنبه‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد. یکی از جنبه‌های بسیار مهم، بررسی رادیواکتیوته آب می‌باشد که با اندازه‌گیری میزان پرتوزایی آلفا و بتای کل آب انجام می‌شود. هدف از این تحقیق، تعیین کیفیت آب از منظر مواد پرتوزا در سطح میزان آلفا و بتای کل آب در منابع آب استان هرمزگان است. بدین منظور غربالگری ۳۰ نمونه از منابع مختلف آب استان هرمزگان با روش سنتیلاسیون مایع با استفاده از شمارنده سوسوزن مایع (LSC) مدل ۱۲۲۰ Quantulus انجام شد. نتایج، پرتوزایی آلفا کل را از mBq/l ۴۸ تا mBq/l ۲۹۶ و با میانگین mBq/l ۱۶۶/۲ نشان دادند. پرتوزایی بتای کل در نمونه‌ها از mBq/l ۶۵ تا mBq/l ۷۲۹ و با میانگین mBq/l ۴۶۰/۳ بدست آمدند. با توجه به دستورالعمل استاندارد ملی ایران برای کنترل خطرات پرتوزایی در آب، میزان آلفای کل نمونه‌های آب شرب استان هرمزگان از بالاترین حد پیشنهادشده یعنی mBq/l ۵۰۰، کمتر هستند و همچنین پرتوزایی بتای کل نمونه‌ها کمتر از مقدار پیشنهادی mBq/l ۱۰۰۰ هستند.

واژه‌های کلیدی: پرتوزایی طبیعی، آلفا کل، بتا کل، سنتیلاسیون مایع.

HomePage: https://jwsd.um.ac.ir

How to cite this article: Ranjbar H., Bagheri R., Salek N. and Vosoughi S. 2022. Assessment and Measurement of Radioactivity in Drinking Waters in Hormozgan Province. Journal of Water and Sustainable Development, 9(2): 109-114. doi: http://dx.doi.org/10.22067/jwsd.v9i2.2201.1114

مقدمه

نظارت بر میزان پرتوزایی طبیعی در آب آشامیدنی پارامتر مهمی برای مطالعات بهداشت عمومی است، که ارزیابی میزان پرتوگیری رادیواکتیو افراد جامعه از طریق مصرف آب را امکان‌پذیر می‌کند. وجود رادیوایزوتوپ‌ها در آب آشامیدنی سبب به خطر افتادن سلامتی به علت قرار گرفتن در معرض پرتوگیری داخلی انسان در اثر واپاشی رادیوایزوتوپ‌های جذب شده در بدن از طریق بلع می‌شود (WHO، ۲۰۱۱).

میزان پرتوزایی طبیعی در آب به خصوصیات زمین‌شناسی محل برداشت آن بستگی دارد. این عناصر پرتوزا در آب‌ها عمدتاً از رادیوایزوتوپ‌های زنجیره‌های واپاشی طبیعی اورانیوم-۲۳۸، توریوم-۲۳۲ و پتاسیم-۴۰ موجود در خاک و سنگ بستر ایجاد می‌شود. برخی از رادیوایزوتوپ‌ها، به دلیل واکنش آب زمین با خاک و سنگ بستر، به راحتی در آب حل می‌شوند که این امر به ترکیب کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی خاک و سنگ، شرایط اکسیداسیون و زمان ماند آب زمین در خاک و سنگ بستر، بستگی دارد. در نتیجه این رادیوایزوتوپ‌های منتقل شده در آب‌ها می‌توانند از طریق آب‌های آبیاری و منابع آب از طریق چاه‌های آب زیرزمینی وارد زنجیره غذایی شوند. حتی مقادیر کمی از عناصر پرتوزا بلعیده شده یا استنشاق شده ممکن است اثرات مخربی ایجاد کند و می‌تواند به یک خطر جدی برای سلامتی تبدیل شود. از آنجاییکه مصرف رادیوایزوتوپ‌ها در آب آشامیدنی باعث قرار گرفتن در معرض پرتوی داخلی انسان می‌شود، لذا تعیین میزان غلظت رادیوایزوتوپ‌های آب‌های مصرفی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Turhan و همکاران، ۲۰۱۳).

پارامترهای کیفیت آب مصرفی که توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) توصیه شده است، دستورالعمل‌های کلی است. بنابراین، کشورهای مختلف استانداردهای کیفیت آب خود را برای تأمین اولویت‌های ملی با در نظر گرفتن الزامات اقتصادی، فنی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی خود و البته با توجه به حدود استانداردهای بین‌المللی تعیین می‌کنند (Labidi و همکاران، ۲۰۱۰).

مطابق استاندارد و یا آیین‌نامه‌های موجود (WHO، ۲۰۱۱؛ استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳، ۱۳۸۸)، حدود مجاز غلظت رادیوایزوتوپ‌ها در آب آشامیدنی را به صورت کلی (یعنی تمام رادیوایزوتوپ‌ها) و نه به صورت جزئی (یعنی هر رادیوایزوتوپ) تعیین و توصیه می‌کنند؛ زیرا فرآیند تعیین غلظت هر تک-رادیوایزوتوپ در آب آشامیدنی زمان‌بر و گران است. یک روش عملی‌تر، استفاده از روش غربالگری بدون توجه به شناسایی رادیوایزوتوپ‌های خاص به صورت کلی که با عنوان آلفا و بتای کل معرفی می‌شوند، است. اندازه‌گیری غلظت اکتیویته آلفا و بتای کل به عنوان یک روش غربالگری اولیه برای مشخص شدن اینکه آیا آنالیز بیشتری مربوط به رادیوایزوتوپ خاص لازم است یا نه، مناسب است. همچنین، از اکتیویته آلفا و بتای کل می‌توان برای تشخیص تغییرات در ویژگی‌های رادیولوژی منابع آب آشامیدنی استفاده کرد. به طور کلی، سطح غربالگری یا حد میزان اکتیویته آلفا و بتای کل به ترتیب ۵۰۰ mBq/l و ۱۰۰۰ mBq/l توصیه شده است (WHO، ۲۰۱۱). اگر غلظت اکتیویته آلفا و بتای کل در یک نمونه‌ی آب از هیچ یک از این مقادیر فراتر نرود، دیگر اقدامی برای شناسایی و تعیین اکتیویته رادیوایزوتوپ‌های دیگر به صورت اختصاصی لازم نیست.

در ایران، معیارهای پرتوزایی برای کیفیت آب آشامیدنی توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تعیین می‌شود. مطابق سند نهایی استاندارد ملی ایران، آنالیز اختصاصی رادیوایزوتوپی برای نمونه‌های آب آشامیدنی فقط زمانی نیاز است که مقادیر غلظت اکتیویته آلفا و بتای کل به ترتیب بیش از ۵۰۰ mBq/l و ۱۰۰۰ mBq/l باشد (استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳، ۱۳۸۸). رادیوایزوتوپ‌های اصلی و مهم ساطع‌کننده آلفا در سری واپاشی طبیعی اورانیوم-۲۳۸ عبارتند از اورانیوم-۲۳۴، توریم-۲۳۰، رادیم-۲۲۶ پولونیم-۲۱۰ که نهایتاً به محصول پایدار سرب-۲۰۶ ختم می‌شود. رادیوایزوتوپ‌های مهم ساطع‌کننده بتا سرب-۲۱۰ و رادیم-۲۲۸ و همچنین پتاسیم-۴۰ هستند.

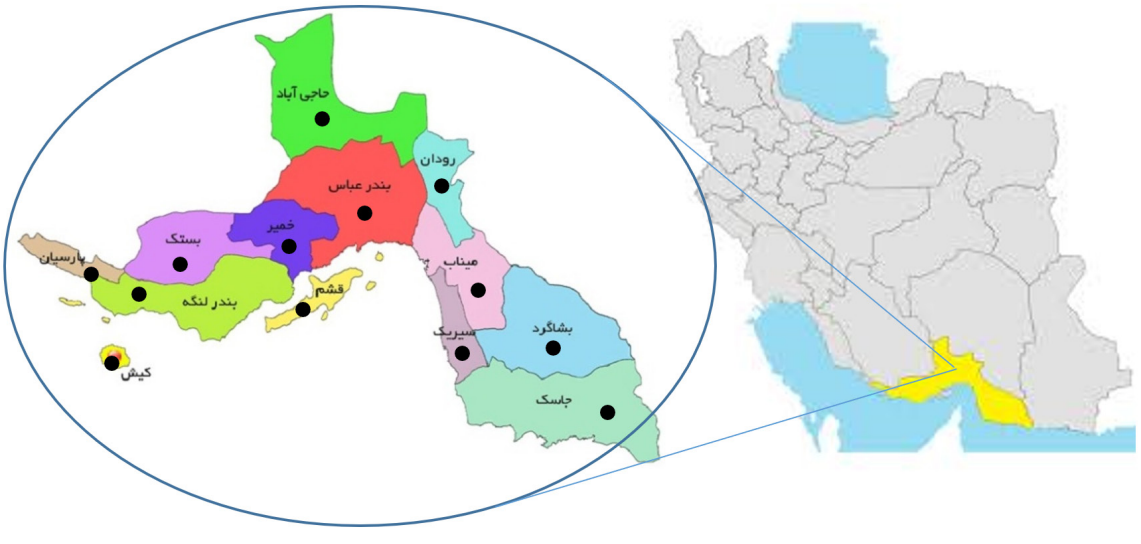
تاکنون، مطالعات زیادی در مورد میزان پرتوزایی در نمونه‌های مختلف آب جمع‌آوری شده از برخی از شهرهای ایران انجام شده است که می‌توان به اندازه‌گیری پرتوزایی طبیعی در آب‌های آشامیدنی چابهار استان سیستان و بلوچستان (Hosseini، ۲۰۱۴)، اندازه‌گیری پرتوزایی آلفا و بتای کل در آب‌های استان گیلان (Abbasi و Mirekhtiary، ۲۰۱۷)، بررسی پرتوزایی طبیعی آب آشامیدنی استان کرمانشاه (Parhoudeh و همکاران، ۲۰۱۹)، اندازه‌گیری آلفا و بتای کل در آب‌های شهر تهران (Ranjbar و Tabasi، ۲۰۲۱)، ارزیابی میزان پرتوزایی آب‌های آشامیدنی شهر شیراز و چشمه‌های استان فارس (Mehdizadeh و همکاران، ۲۰۱۳) و بررسی مواد پرتوزا رادون و رادیوم در رودها و آب شرب منطقهٔ رامسر (Pourhabib و همکاران، ۲۰۱۱) اشاره کرد. این‌گونه فعالیت‌ها در کشورهای دیگر نیز انجام شده است، مانند اندازه‌گیری میزان پرتوزایی آلفا و بتای کل در نمونه‌های آب کشور ترکیه (Turhan، ۲۰۲۰) و کشور برزیل (Mingote و همکاران، ۲۰۱۹).

با این وجود هیچ اطلاعات سیستماتیک در مورد میزان پرتوزایی منابع آب شرب استان هرمزگان در تحقیقات موجود نمی‌باشد. لذا هدف از این تحقیق، اندازه‌گیری غلظت اکتیویته آلفا و بتای کل در نمونه‌های آب جمع‌آوری شده از منابع آب استان هرمزگان برای اولین بار به منظور اطمینان از عدم خطر پرتوزایی ناشی از مصرف این نمونه‌های آب است.

مواد و روش

• منطقه مورد مطالعه

استان هرمزگان با جمعیت حدود یک میلیون و هشتصد هزار نفر، چهاردهمین استان کشور از نظر جمعیت است. این استان در حدفاصل بین مختصات جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. این استان با مساحتی در حدود ۷۰ هزار کیلومتر مربع، نهمین استان کشور بر پایه مساحت است. مهمترین ویژگی مشهود اقلیمی استان هرمزگان به دلیل قرار گرفتن آن در منطقه فوق حاره‌ای، هوای گرم آن است. از ویژگی‌های آب و هوایی استان هرمزگان، یک فصل طولانی گرم و یک فصل کوتاه خنک است. میزان بارش‌های جوی استان هرمزگان که از مناطق گرم و خشک ایران است و دارای آب و هوای مشابه نواحی بیابانی می‌باشد، فوق العاده اندک است. با هماهنگی کارشناسان اداره آب و فاضلاب ۳۰ نمونه از آب چاه شهرهای بندرعباس، حاجی‌آباد، بندرلنگه، پارسیان، بشاگرد، قشم و میناب و... که بیشترین خانوار را تحت پوشش خود داشتند، انتخاب و نمونه‌برداری شدند. محل نمونه‌برداری آب‌های مورد ارزیابی در شکل (۱) ارائه شده است.



شکل ۱- محل نمونه‌برداری آب‌های مورد ارزیابی

• فرآیند اندازه‌گیری تجربی

برای اندازه‌گیری میزان پرتوزایی آلفا و بتای کل در نمونه‌های آب از روش سنتیلاسیون مایع با استفاده از شمارنده سوسوزن مایع (LSC)[1] مدل Quantulus ۱۲۲۰ استفاده شد. اندازه‌گیری با این دستگاه یکی از دقیق‌ترین و بهترین روش‌های شمارش ذرات گسیلنده آلفا و بتا در نمونه‌های آب است. اندازه‌گیری همزمان ذرات آلفا و بتا موجود در نمونه یکی از ویژگی‌های منحصر بفرد این روش و دستگاه است. از امتیازات و برتری‌های دیگر شمارش نمونه با شمارنده سوسوزن مایع، اندازه‌گیری غلظت رادیوایزوتوپ‌های با اکتیویته بسیار کم و ناچیز، اندازه‌گیری همزمان ذرات آلفا و بتا موجود در نمونه، بازده عالی برای رادیوایزوتوپ‌های بتازای پرانرژی و بازده نزدیک به ۱۰۰ درصد برای رادیوایزوتوپ‌های آلفازا است.

برای آماده‌سازی نمونه‌های آب جهت اندازه‌گیری میزان پرتوزایی آلفا و بتای کل آن، از روش سنتیلاسیون مایع و مطابق با آزمون ISO-11704 که روش استاندارد برای این موضوع است، استفاده می‌شود (ISO 11704، ۲۰۱۰). مطابق این سند استاندارد پس از تعیین منابع آب مورد هدف، ۳۰ نمونه آب در بطری‌های پلاستیکی ۱/۵ لیتری برای ارسال به آزمایشگاه شناسایی و مشخصه‌یابی رادیونوکلیدهای پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای جمع‌آوری می‌گردد. برای جلوگیری از رسوب رادیوایزوتوپ‌های احتمالی در آب به دیواره ظروف، جلوگیری از هرگونه فعالیت بیولوژیکی میکروارگانیسم‌ها و همچنین جلوگیری از تشکیل کلوئید، مقدار معینی اسید نیتریک ۶۰٪ به هر ظرف نمونه برای رسیدن PH آن به حدود ۲، اضافه می‌شود. برای افزایش دقت اندازه‌گیری رادیواکتیوته در آب، ۲۵۰ میلی‌لیتر از هر نمونه در داخل بشر ریخته می‌شود و سپس آن را بر روی هیتر استیرر[2] قرار می‌دهیم تا اینکه با روش تبخیر ملایم تا مرحله خشک شدن تغلیظ گردند. سپس مواد باقیمانده در

بشر با ۱۰ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر، شسته می‌شود و به ویال مخصوص ۲۰ میلی‌لیتری دستگاه شمارنده سنتیلاسیون مایع منتقل و ۱۰ میلی‌لیتر مایع سنتیلاتور[۳] OptiPhase HiSafe3 به آن اضافه می‌گردد.

پس از آماده‌سازی نمونه‌ها مطابق با استاندارد، هر نمونه دوبار و به مدت ۲۴۰ دقیقه با شمارنده سوسوزن مایع شمارش می‌شود و از میانگین شمارش‌ها برای تعیین میزان پرتوزایی استفاده می‌گردد.

کمترین حد آشکارسازی

با توجه به مقادیر بسیار پایین اکتیویته در آب، شاخصه مهمی که دقت این روش را نشان می‌دهد، مفهوم حداقل اکتیویته قابل تشخیص (MDA)[۴] است. برای اطمینان از اینکه مقادیر اندازه‌گیری‌شده، قابل استناد است یا خیر، MDA برای آلفا و بتای کل از معادله (۱) محاسبه شد که مقدار آن به ترتیب ۰/۰۲۵ Bq/L و ۰/۰۳۵ Bq/L بدست آمد (Currie، ۱۹۶۸).

$$MDA = \frac{2.71 + 4.65\sqrt{N_B \times T}}{\varepsilon \times V \times T \times 60} \quad (۱)$$

نتایج و بحث

نتایج حاصل از محاسبه و اندازه‌گیری میزان پرتوزایی آلفا و بتای کل در نمونه‌ها در جدول (۱) مشاهده می‌شود. مقادیر بیان‌شده در این جدول با استفاده از معادله (۲) و میانگین شمارش نمونه‌ها بدست آورده شد.

$$A_{\alpha/\beta} = \frac{N_s - N_b}{\varepsilon \times V \times 60} \quad (۲)$$

در معادله (۲)، Ns شمارش نمونه و Nb شمارش زمینه بر حسب شمارش در دقیقه، ε بازده آشکارسازی، V حجم نمونه بر حسب لیتر و ۶۰ ضریب تبدیل واپاشی در دقیقه به واپاشی در ثانیه است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد غلظت آلفای کل در بازه ۴۸ mBq/l تا ۲۹۶ mBq/l قرار می‌گیرد و میانگین آن mBq/l ۱۶۶/۲ است. همچنین غلظت بتای کل در نمونه‌ها از mBq/l ۶۵ تا ۷۲۹ mBq/l و با میانگین ۴۶۰/۳ mBq/l اندازه‌گیری شد.

علت اختلاف غلظت‌های اندازه‌گیری شده نمونه‌ها این است که میزان پرتوزایی طبیعی در آب، به خصوصیات زمین‌شناسی محل برداشت آن بستگی دارد. این عناصر پرتوزا در آب‌ها عمدتاً از رادیوایزوتوپ‌های زنجیره‌های واپاشی طبیعی اورانیوم-۲۳۸، توریوم-۲۳۲ و پتاسیم-۴۰ موجود در خاک و سنگ بستر ایجاد می‌شود. برخی از رادیوایزوتوپ‌ها، به دلیل واکنش آب زیرزمینی با خاک و سنگ بستر، به راحتی در آب حل می‌شوند که این امر به ترکیب کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی خاک و سنگ، شرایط اکسیداسیون و زمان ماند آب زیرزمینی در خاک و سنگ بستر بستگی دارد (Dinh Chau و همکاران، ۲۰۱۱). در نتیجه میزان رادیوایزوتوپ‌های محلول در آب و به طبع آن میزان پرتوزایی نمونه‌ها با هم اختلاف دارند، هرچند این تفاوت‌ها ناچیز باشند.

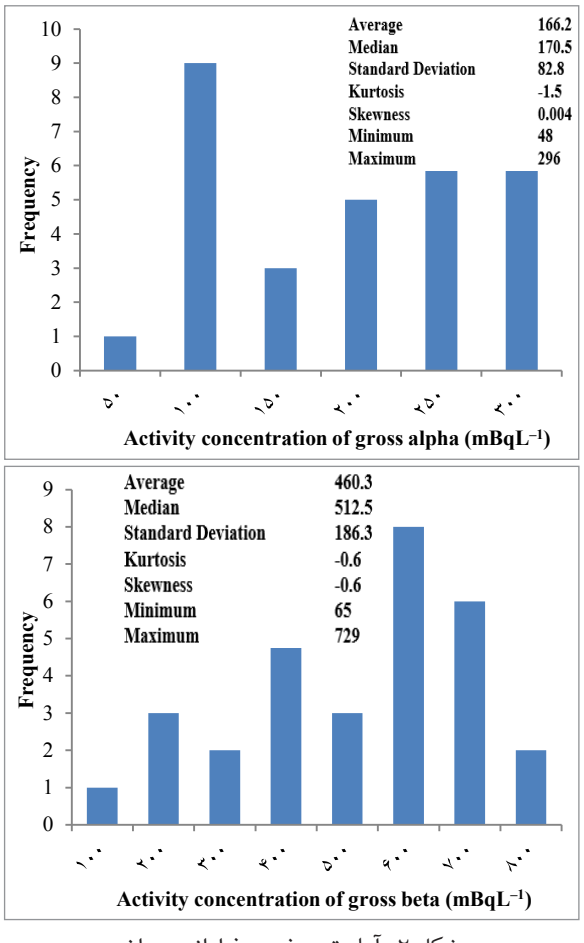
جدول ۱- غلظت اکتیویته آلفا و بتای کل در نمونه‌های آب

Sampling code	pH	Gross alpha (mBq L-1)	Gross beta (mBq L-1)
BDW 1	۷٫۴	۶۸	۱۷۸
BDW 2	۷٫۱	۱۳۵	۳۳۶
BDW 3	۷٫۳	۱۷۳	۶۳۴
BDW 4	۷٫۲	۲۱۰	۴۸۲
BDW 5	۷٫۸	۲۷۷	۶۵
BDW 6	۷٫۵	۶۸	۵۲۹
BDW 7	۷٫۶	۷۹	۳۱۱
BDW 8	۷٫۸	۲۰۳	۵۹۲
BDW 9	۷٫۲	۲۸۱	۶۸۲
BDW 10	۷٫۴	۵۵	۲۶۳
BDW 11	۷٫۲	۲۴۴	۵۸۱
BDW 12	۷٫۵	۴۸	۴۲۱
BDW 13	۷٫۴	۱۱۳	۶۱۱
BDW 14	۷٫۳	۱۶۱	۷۰۱
BDW 15	۷٫۵	۱۸۷	۵۰۲
BDW 16	۷٫۶	۹۱	۱۵۳
BDW 17	۷٫۷	۲۳۵	۴۶۴
BDW 18	۷٫۲	۲۶۰	۷۲۹
BDW 19	۷٫۶	۵۹	۳۷۹
BDW 20	۷٫۵	۱۴۲	۵۵۷
BDW 21	۷٫۳	۱۹۶	۶۰۳
BDW 22	۷٫۳	۶۴	۱۰۵
BDW 23	۷٫۸	۱۶۸	۳۸۹
BDW 24	۷٫۱	۲۶۹	۶۷۳
BDW 25	۷٫۵	۸۵	۳۸۱
BDW 26	۷٫۴	۲۷۲	۵۲۳
BDW 27	۷٫۶	۲۹۶	۵۴۱
BDW 28	۷٫۴	۲۲۴	۲۲۷
BDW 29	۷٫۳	۲۴۹	۶۴۴
BDW 30	۷٫۵	۷۴	۵۵۳

میانگین پرتوزایی آلفا و بتای کل در نمونه‌های آب استان هرمزگان به ترتیب ۱۶۶ mBq/l و ۴۶۰ mBq/l بدست آمد که این پارامترها در استان تهران ۱۳۷/۵ mBq/l و ۱۸۴/۷ mBq/l

و در استان گیلان ۵۲ mBq/l و ۱۱۰ mBq/l و در کشور اسپانیا ۵۴۲ mBq/l و ۲۲۳۱ mBq/l و در کشور ترکیه ۸۸ mBq/l و ۳۰۵ mBq/l و در کشور ایتالیا ۱۸۴ mBq/l و ۲۰۷ mBq/l گزارش شده است.

آمار توصیفی اساسی مانند حداقل، حداکثر، میانگین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی غلظت اکتیویته آلفا و بتای کل در نمونه‌های آب در شکل (۲) ارائه شده است.



شکل ۲- آمار توصیفی و فراوانی میزان پرتوزایی نمونه‌های آب استان

در علم آمار چولگی یا Skewness معیاری از تقارن یا عدم تقارن تابع توزیع می‌باشد. برای یک توزیع کاملاً متقارن چولگی صفر و برای یک توزیع نامتقارن با کشیدگی به سمت مقادیر بالاتر از میانه، چولگی مثبت و برای توزیع نامتقارن با کشیدگی به سمت مقادیر کوچکتر از میانه، مقدار چولگی منفی است. نتایج این تحقیق و چولگی منفی داده‌ها نشان می‌دهد که تعداد داده (نمونه) بیشتری از مقدار میانگین وجود دارد.

اهمیت ویژه به نظارت پرتوزایی در آب و تعیین میزان غلظت رادیوایزوتوپ‌های آب‌های مصرفی، به دلیل مضر بودن آلودگی مربوط به مواد پرتوزا است (حتی اگر مانند نتایج این تحقیق مقادیر آن پایین باشد)، زیرا مواد پرتوزا علاوه بر واردن کردن صدمه به سلامت، خطر ابتلا به برخی از سرطان‌ها را افزایش می‌دهد، حتی اگر مقادیر کمی از عناصر پرتوزا بلعیده یا استنشاق شود.

همه کشورهای جهان استانداردهای کیفیت آب خود را با توجه به الزامات و اولویت‌های ملی خود و با توجه به حدود توصیه شدهٔ استانداردهای بین‌المللی تعیین می‌کنند. با توجه به دستورالعمل استاندارد ملی ایران برای کنترل خطرات رادیولوژیکی در آب غلظت آلفای کل از بالاترین حد پیشنهادشده یعنی ۵۰۰ mBq/l کمتر هستند و همچنین غلظت بتای کل کمتر از مقدار پیشنهادی برای بتا یعنی ۱۰۰۰ mBq/l هستند. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهد که غلظت بتای کل بیشتر از غلظت آلفای کل در نمونه‌هاست.

نتیجه‌گیری

از آنجاییکه در منابع و تحقیقات موجود هیچ اطلاعات مکتوبی در مورد میزان پرتوزایی منابع آب شرب استان هرمزگان یافت نشد، برای اولین بار به منظور اطمینان از عدم خطر پرتوزایی ناشی از مصرف این نمونه‌های آب، تحقیق و مطالعه حاضر انجام پذیرفت. با توجه به ویژگی اقلیمی استان هرمزگان و اهمیت تأمین آب شرب سالم برای عموم مردم، ۳۰ نمونه آب از منابع مختلف آب استان هرمزگان مورد بررسی و اندازه‌گیری میزان پرتوزایی قرار گرفت. بدین منظور برخلاف اکثر تحقیقات دیگران که از روش طیف‌سنجی گاما و یا شمارنده‌های تناسبی برای اندازه‌گیری پرتوزایی استفاده می‌کنند، از روش سنتیلاسیون مایع با استفاده از شمارنده سوسوزن مایع (LSC) مدل ۱۲۲۰ Quantulus که یکی از دقیق‌ترین و بهترین روش‌های شمارش همزمان ذرات گسیلنده آلفا و بتا در نمونه‌های آب است، استفاده شد. با توجه به الزامات و توصیه‌های استانداردهای بین‌المللی و ملی، ابتدا غربالگری اولیه برای اندازه‌گیری آلفا و بتای کل انجام می‌شود تا مشخص شود که غلظت آن‌ها زیر حد مجاز هست یا خیر؛ سپس اگر میزان پرتوزایی بیش از حد مجاز باشد، بررسی غلظت رادیوایزوتوپ‌ها به صورت تکی باید انجام بگیرد. نتایج آنالیز، غلظت آلفا کل را از ۴۸ mBq/l تا ۲۹۶ mBq/l و با میانگین ۱۶۶/۲ mBq/l نشان دادند. غلظت بتای کل در نمونه‌ها از ۶۵ mBq/l تا ۷۲۹ mBq/l و با میانگین ۴۶۰/۳ mBq/l بدست آمدند. هرچند نتایج نشان دادند که میزان پرتوزایی آلفا و بتای کل همه آب‌ها از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) و موسسه استاندارد ملی ایران که به ترتیب ۵۰۰ mBq/l و ۱۰۰۰ mBq/l است پایین‌تر است، ولی لازم است سازمان و متولیان نظارت بر بهداشت و

سلامت مردم جهت کنترل و پایش آب آشامیدنی، غربالگری و اندازه‌گیری‌های پرتوزایی را به طور مستمر و مداوم انجام دهند و تنها به نتایج این تحقیق اکتفا نشود.

پی‌نوشت

1-Liquid Scintillation Counter
2-Heater Stirrer
3-LSC Cocktail
4-Minimum Detectable Activity

منابع

استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳. ۱۳۸۸. آب آشامیدنی - ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. تجدیدنظر پنجم.

Abbasi A. and Mirekhtiary F. 2017. Gross alpha and beta exposure assessment due to intake of drinking water in Guilan, Iran. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 314(2): 1075-1081.

Currie L.A. 1968. Limits for qualitative detection and quantitative determination. Application to radiochemistry. Analytical chemistry, 40(3): 586-593.

Dinh Chau N., Dulinski M., Jodlowski P., Nowak J., Rozanski K., Sleziak M. and Wachniew P. 2011. Natural radioactivity in groundwater–a review. Isotopes in Environmental and Health Studies, 47(4): 415-437.

Hosseini SA. 2014. Measurement of natural radioactivity in Chahbahar–Sistan and Blouchestan in Iran. ISMJ, 17(2): 207-214.

ISO 11704:2010 Water Quality-Measurement of gross alpha and beta activity concentration in non-saline water-Liquid scintillation counting method.

Labidi S., Mahjoubi H., Essafi F. and Ben-Salah R. 2010. Natural radioactivity levels in mineral, therapeutic and spring waters in Tunisia. Radiation Physics and Chemistry. 79(12): 1196-1202.

Mehdizadeh S., Faghihi R., Sina S. and Derakhshan S. 2013. Measurements of natural radioactivity concentration in drinking water samples of Shiraz city and springs of the Fars province, Iran, and dose estimation. Radiation protection dosimetry, 157(1): 112-119.

Mingote R. M., Nogueira R. A. and Da Costa H. F. 2019. Gross alpha and beta activities in drinking water from Goiás state. Brazil. Brazilian Journal of Radiation Sciences, 7(3).

Parhoudeh M., Khoshgard K., Zare M.R. and Ebrahiminia A. 2019. Natural Radioactivity Level of 226Ra, 232Th, and 40K Radionuclides in Drinking Water of Residential Areas in Kermanshah Province, Iran using Gamma Spectroscopy. Iranian Journal of Medical Physics, 16(1): 98-102.

Pourhabib Z., Binesh A. and Mohammadi S. 2011. A study on heavy radioactive pollution: Radon and Radium in streams and drinking water of Ramsar region by measured Prassi system. Iranian Journal of Physics Research, 11(4): 397-403.

Ranjbar H. and Tabasi M. 2021. Evaluation of natural radioactivity in Tehran's water using the gross alpha and beta measurements. Journal of Applied Research in Water and Wastewater, 8(2): 129-132.

Turhan Ş. 2020. The natural radioactivity in drinking water by gross alpha and beta measurements and radiological quality assessment. Radiochimica Acta, 108(6): 491-498.

Turhan Ş., Özçıtak E., Taşkın H. and Varinlioğlu A. 2013. Determination of natural radioactivity by gross alpha and beta measurements in ground water samples. Water research, 47(9): 3103-3108.

WHO. 2011. Guidelines for Drinking-water Quality, fourth ed., WHO Library Cataloguing-in-Publication Data NLM classification: WA 675, Geneva.