



## تعیین میزان پرتوزایی کل آلفا و بتای چشمه‌های آب منطقه جنوب غربی دریای خزر با دو روش شمارنده سنتیلاسیون مایع و EPA 900

صدیقه جوزائی<sup>۱\*</sup>، مسعود وهابی مقدم<sup>۱</sup>، مرتضی علی آبادی<sup>۲</sup>، سیما حافظی<sup>۲</sup>، علی عطاری لر<sup>۲</sup>، سعیده حسینی<sup>۲</sup>  
۱- دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، صندوق پستی: ۳۴۸۹، رشت - ایران  
۲- بخش بررسی محیط مدیریت حفاظت در برابر اشعه، سازمان انرژی اتمی، صندوق پستی: ۴۴۹۴-۱۴۱۵۵، تهران - ایران

**چکیده:** مواد پرتوزای طبیعی و مصنوعی از دسته آلاینده‌هایی هستند که در اکوسیستم‌های طبیعی از جمله منابع آبی یافت می‌شوند و تعیین وجود این دسته از مواد در آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بررسی پرتوزایی آلفا و بتای کل از جمله سنجش‌های مطرح در نمونه‌های آب می‌باشد. به این منظور، تعدادی از چشمه‌های آب معدنی منطقه جنوب غربی دریای خزر به وسیله تکنیک جدید شمارنده سنتیلاسیون مایع با تفکیک کننده آلفا و بتا مورد آنالیز قرار گرفت. برای اندازه‌گیری نمونه‌ها، دستگاه شمارنده Wallac-Quantulus 1220، ویال‌هایی از جنس پلی اتیلن با حجم ۲۰ ml و مایع سنتیلاسیون Optiphase Hisafe 3 مورد استفاده قرار گرفت. مدت شمارش برای هر یک از نمونه‌ها ۵۰۰ دقیقه تعیین شد. کمترین حد آشکارسازی در این روش برای آلفا و بتای کل به ترتیب برابر  $5.36 \text{ mBq l}^{-1}$  و  $22.26 \text{ mBq l}^{-1}$  است. همچنین برای تعدادی از نمونه‌ها، داده‌های حاصل از تکنیک جدید LSC با روش EPA 900 مقایسه شد.

**واژه‌های کلیدی:** چشمه‌های آب، پرتوزایی، آلفا کل، بتا کل، آشکارساز سنتیلاسیون مایع، EPA 900

## Gross Alpha and Beta Measurements of Spring Waters in Southwest Caspian Region by LSC and EPA 900 Methods

S. Jowzaee<sup>1\*</sup>, M. Vahabi Moghaddam<sup>1</sup>, M. Aliabadi<sup>2</sup>, S. Hafezi<sup>2</sup>, A. Attarilar<sup>2</sup>, S. Hosseini

1- Faculty of Science, University of Guilan, P.O. Box: 3489, Rasht - Iran

2- Division of Radioecology, National Radiation Protection Department, AEOI, P.O. Box: 14155-4494, Tehran - Iran

**Abstract:** Determination of natural and man-made radionuclide inventories in water resources is of great importance. Gross  $\alpha$  and  $\beta$  measurements are usually carried out as part of such studies. These paper reports measurements performed on water samples from springs in the southwest of caspian region by liquid scintillation method using Wallac-Quantulus 1220 system, 20ml polyethylene vials and Optiphase Hisafe 3 cocktail. With a counting time of 500min, the MDL for gross  $\alpha$  and  $\beta$  measurements are 5.36 and 22.26  $\text{mBq l}^{-1}$ , respectively. Measurements by EPA 900 technique have also been applied for some samples and the results are compared.

**Keywords:** Water Springs, Radioactivity, Gross Alpha, Gross Beta, Liquid Scintillation Detector EPA 900

\*email: ajowzaee@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۵/۲۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۶/۱۲/۱۱



## ۱- مقدمه

آب یکی از مهمترین منابع محیط زیست بوده و بررسی آلاینده‌های پرتوزا در آن همواره مورد توجه سازمان‌های جهانی و ملی است. پرتوگیری دراز مدت از هسته‌های پرتوزای موجود در آب آشامیدنی ممکن است خطر ابتلا به سرطان را افزایش دهد [۱]. از اینرو تعیین میزان پرتوزایی آلفا و بتای کل به منظور تخمین خطرات ناشی از پرتوگیری در نمونه‌های آب صورت می‌گیرد. بررسی آلفا و بتای کل در آب آشامیدنی و مقایسه آن با حدود پیشنهادی تعیین شده توسط سازمان‌های جهانی و ملی، روشی غیرمستقیم برای ارزیابی میزان پرتوگیری جامعه می‌باشد. سپس برای اندازه‌گیری‌های دقیقتر، توزیع هر یک از هسته‌های پرتوزای شرکت‌کننده در پرتوزایی نمونه‌ها بررسی می‌شود. مقادیر قابل قبول توصیه شده برای آب‌های آشامیدنی از سوی سازمان بهداشت جهانی (WHO) برای پرتوزایی آلفا و بتای کل به ترتیب برابر  $1 \text{ Bq l}^{-1}$  و  $0.1 \text{ Bq l}^{-1}$  می‌باشد [۲].

روش‌های متفاوتی برای تعیین پرتوزایی آلفا و بتای کل در آب وجود دارد که از جمله آنها می‌توان روش‌های EPA 900 و ASTM D 1890, 1943 و ISO 9696, 9697 را نام برد. اما با کمک دستگاه شمارنده سنتیلاسیون مایع (LSC) به همراه تکنیک تفکیک آلفا و بتا ( $\alpha/\beta$ )، تعیین سریع و ساده پرتوزایی آلفا و بتای کل نمونه‌های آب امکان‌پذیر می‌باشد. در این پژوهش، میزان پرتوزایی آلفا و بتای کل تعدادی از چشمه‌های منطقه جنوب غربی دریای خزر به وسیله تکنیک LSC صورت گرفت و نتایج بدست آمده با روش EPA 900 مقایسه شد.

## ۲- روش کار

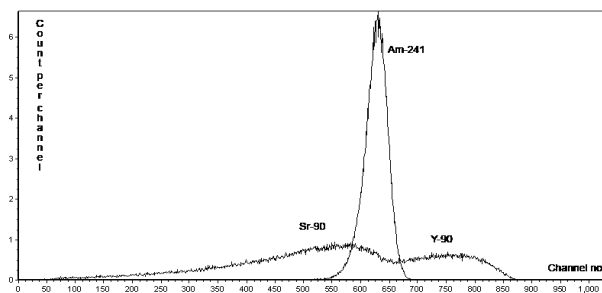
بررسی آلفا و بتای کل، ایده‌ای دربارهٔ موجودی هسته‌های پرتوزای گسیلنده آلفا و بتای نمونه در اختیار قرار می‌دهند. بنابراین همواره پیش از بررسی سایر هسته‌های پرتوزا، تعیین پرتوزایی آلفا و بتای کل نمونه صورت می‌گیرد.

دستگاه LSC با بهره‌گیری از تکنیک تفکیک  $\alpha/\beta$  امکان آنالیز همزمان آلفا و بتا را برای هر نمونه فراهم می‌سازد. به این منظور ابتدا باید پارامتر آنالیز شکل پالس (PSA) دستگاه در یک وضعیت بهینه تنظیم گردد. این PSA بهینه به کمک دو نمونه استاندارد محتوی گسیلنده آلفا و بتای خالص در وضعیتی که

طیف‌های آلفا و بتا دارای کمترین مقدار تداخل بودند، انتخاب شد [۲ و ۳].

طی نمونه‌برداری، نخست به منظور جلوگیری از پلیمریزاسیون و از دست رفتن هسته‌های پرتوزا در ظروف نمونه‌گیری، نمونه‌های آب تهیه شده به وسیلهٔ HCl تا pH حدود ۲ اسیدی شدند. برای افزایش حساسیت و کاهش مدت شمارش، نمونه‌های آب با تبخیر کند تا ۱۰ بار تغلیظ شدند. در این مرحله، pH نمونه‌ها به حدود ۱،۵ کاهش یافته و تمام رادن موجود در آب آزاد گردید [۴]. پس از رسیدن به دمای اتاق، ۸ml آب با ۱۲ml مایع سنتیلاسیون نوع Optiphase Hisafe 3 در ویال ۲۰ml پلی‌اتیلنی مخلوط و تکان داده شد تا همگن شود، سپس به مدت ۵۰۰ دقیقه در دستگاه LSC مورد شمارش قرار گرفت. به منظور کالیبراسیون، نمونه استاندارد در شرایط مشابه با نمونه‌های اصلی آماده شد که در آن آب مقطر به وسیلهٔ HCl در pH حدود ۱،۵ تنظیم شد و مقادیر مشخصی از محلول‌های استاندارد گسیلنده آلفا و بتا خالص شامل  $^{241}\text{Am}$  و  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  به آن اضافه شد. برای تعیین تابش زمینه نیز ۸ml آب مقطر در pH حدود ۱،۵ تنظیم شد و در نهایت پس از افزودن ۱۲ml مایع سنتیلاسیون نوع Optiphase Hisafe 3 به هر یک از این دو نمونه و ایجاد مخلوطی همگن، هر کدام به مدت ۵۰۰ دقیقه در دستگاه LSC مورد شمارش قرار گرفت [۵]. طیف مربوط به نمونه استاندارد در شکل ۱ نمایش داده شده است.

تعدادی از این نمونه‌ها با روش EPA 900 نیز مورد آنالیز قرار گرفتند. در این روش، حجم مشخصی از نمونه آب اسیدی شده برای اندازه‌گیری آلفا و بتا روی یک صفحه فولادی مسطح (Planchet) تبخیر شد، سپس رسوب نازک و خشک باقیمانده به وسیلهٔ شمارنده تناسبی به مدت ۱۰۰۰۰-۵۰۰۰ ثانیه مورد شمارش قرار گرفت [۶]. نتایج بدست آمده از روش شمارنده سنتیلاسیون مایع با نتایج روش EPA 900 مقایسه شدند.



شکل ۱- طیف آلفا و بتای نمونه استاندارد با  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  و  $^{241}\text{Am}$ .

### ۳- یافته‌ها و بحث

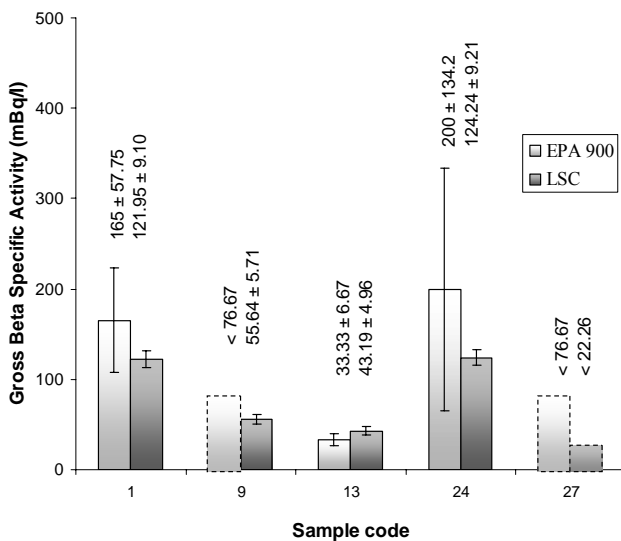
تعدادی از چشمه‌های آب معدنی منطقه جنوب غربی دریای خزر که بر اساس مطالعات بعمل آمده، دبی مداوم سالانه داشته و در مقام مقایسه، احتمال استفاده از آنها بیشتر بوده است در مسیرهای ماسال، دیلمان و اشکورات، انتخاب و نمونه‌های آب جمع‌آوری شده در محل، اسیدی و برای آنالیز به آزمایشگاه منتقل شدند و پس از آماده‌سازی، به کمک دستگاه LSC مدل Quantulus 1220 و شمارنده تناسبی مدل FHT 770T مورد شمارش قرار گرفتند. برخی از پارامترهای مطرح شده در روش LSC در جدول ۱ ثبت شده است.

نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌های آب برای تعیین موجودی آلفا و بتا کل به وسیله هر دو روش، به ترتیب در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. با توجه به نتایج به دست آمده و مقایسه صورت گرفته، توافق و هماهنگی خوبی بین روش LSC و روش

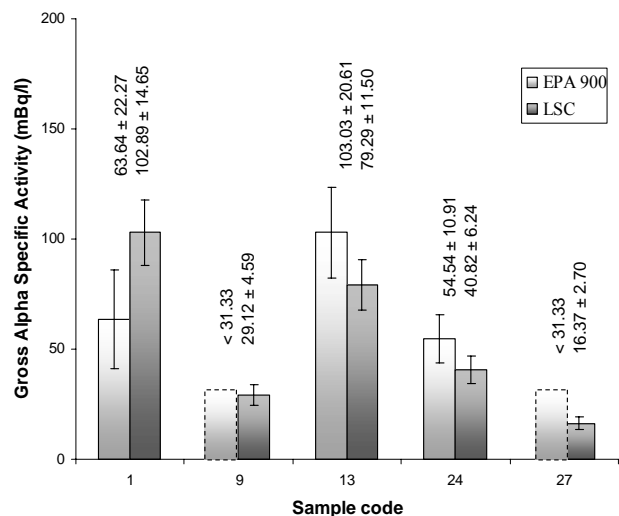
سنتی و متداول EPA 900 مشاهده می‌شود. از طرفی، داده‌های حاصل نشان می‌دهد که روش شمارنده سنتیلاسیون مایع بطور ساده‌تر و سریع‌تر پاسخگوی آنالیزهای مورد نظر برای نمونه‌های آب بوده و با استفاده از آن با دقت و حساسیت کافی، سنجش‌ها صورت می‌گیرند (کمترین حد آشکارسازی برای آلفا و بتای کل به ترتیب،  $5.36 \text{ mBq l}^{-1}$  و  $22.26 \text{ mBq l}^{-1}$ ). همچنین بدلیل آنکه در روش EPA 900، تهیه رسوب با ضخامت کم و یکنواخت بسیار مشکل بوده و از حدود اندازه‌گیری مناسبی برخوردار نمی‌باشد، همچنین بدلیل خطای فراتر در نتایج، در موارد بسیاری که نیاز به بررسی نمونه‌هایی با پرتوزایی کم است این روش، جوابگو نخواهد بود. بنابراین روش LSC گزینه مناسبتری برای تعیین میزان پرتوزایی آلفا و بتا کل نمونه‌های آب می‌باشد.

جدول ۱- پارامترهای مطرح شده در روش LSC

کانال / پنجره اندازه گیری	تأثیر زمینه (cpm)	بازده (%)	MDA ( $\text{mBq l}^{-1}$ )	حجم نمونه (ml)	زمان اندازه‌گیری (min)
Gross Alpha	$\alpha$	98	5.36	80	500
Gross Beta	$\beta$	82	22.26	80	500



شکل ۳- نمودار مقایسه نتایج میزان پرتوزایی بتای کل به دو روش LSC و EPA 900



شکل ۲- نمودار مقایسه نتایج میزان پرتوزایی آلفا کل به دو روش LSC و EPA 900



## References:

1. USEPA (United States Environmental Protection Agency), "Ground Water & Drinking Water, Radionuclides in Drinking Water," <http://www.epa.gov/safewater/standard/pp/radnucl.html>.
2. M. Forte, R. Rusconi, S. Bellinzona, G. Sgorbati, "Natural radionuclides monitoring in lombardia drinking water by liquid scintillation technique," Proc. Symp. Firenze (2002).
3. M. Villa, G. Manjon, M. Garcia-Leon, "Study of color quenching effects in the calibration of liquid scintillation counters: the case of  $^{210}\text{Pb}$ ," Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A **496**, 413-424 (2003).
4. R. Rusconi, A. Azzellino, S. Bellinzona, M. Forte, R. Gallini, G. Sgorbati, "Assessment of drinking water radioactivity content by liquid scintillation counting: set up of high sensitivity and emergency procedures," J. Analytical and Bioanalytical Chemistry, **379** (2), 247-253 (2004).
5. J.I. Davila Rangel, H. Lopez del Rio, B.L. Rodriguez, M. Solache-Rios, "Gross alpha and beta radioactivity in drinking water from Zacatecas and Guadalupe cities, Mexico," J. Radioanalytical and Nuclear Chemistry, vol. **247**(2), 425-428 (2001).
6. U.S. EPA National Exposure Research Laboratory, EPA 900, "Gross alpha and gross beta radioactivity in drinking water," (1980).

## ۴- نتیجه‌گیری

شیوه شمارش سنتیلاسیون مایع، روشی سریع و ساده برای آنالیزهای مطرح در نمونه‌های آب شامل سنجش آلفا و بتای کل، رادن، رادیوم و اورانیوم بوده و می‌تواند بطور گسترده برای آنالیز نمونه‌های محیطی آب مورد استفاده قرار گیرد. این روش نیاز به آماده‌سازی خاصی نداشته و می‌توان تعداد زیادی از نمونه‌ها را در زمان کوتاهی مورد آنالیز قرار داد. این ویژگی‌ها سبب شده‌اند که این تکنیک برای بررسی‌های گسترده محیطی بسیار مناسب باشد و در آینده برای آنالیزهای دقیق‌تر بخش‌های مختلف منطقه مورد استفاده قرار گیرد.