

ارزیابی پرتوزایی طبیعی در نمونه‌های خاک کناره‌های رودخانه دز در استان خوزستان

گلزاده حاجی علیانی، مهدی نصری نصرآبادی، سید مجتبی مستجاب الدعواتی

دانشکده علوم و فناوری‌های نوین، دانشگاه اصفهان، اصفهان

پست الکترونیکی: mnnasrabadi@ast.ui.ac.ir

(دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۳/۲۲؛ دریافت نسخه نهایی: ۱۳۹۳/۳/۱۲)

چکیده

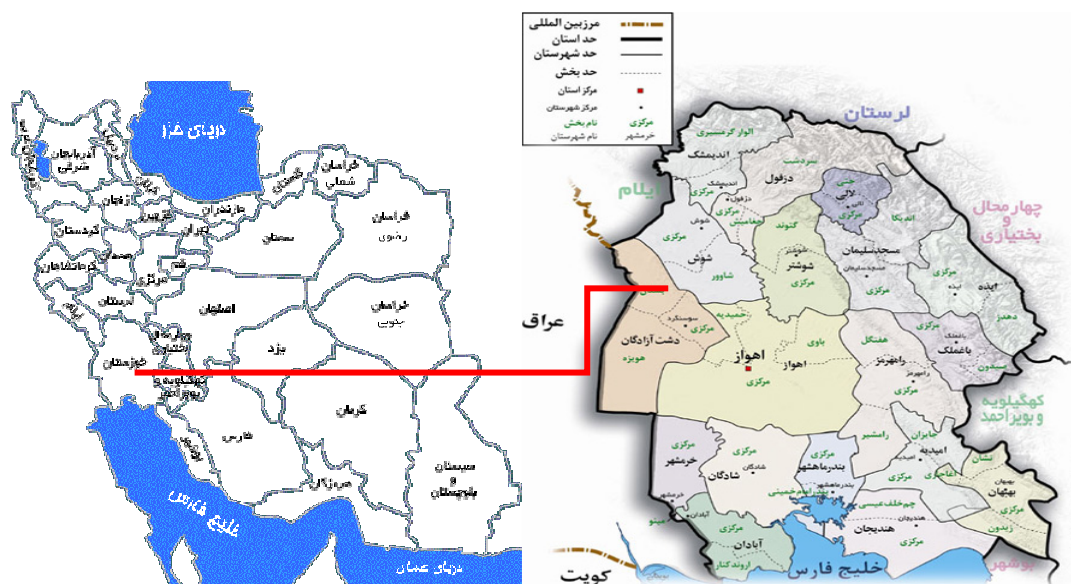
ویژگی‌های جغرافیایی هر منطقه جهان بر روی غلظت فعالیت مواد پرتوزای طبیعی نظیر اورانیوم، توریم و پتاسیم تأثیر می‌گذارد. در این پژوهش ۲۶ نمونه خاک از کناره‌های رودخانه دز- استان خوزستان با روش تصادفی جمع‌آوری و برای مراحل آماده‌سازی به آزمایشگاه منتقل شدند. با به‌کارگیری آشکارساز فوق خالص ژرمانیوم (HPGE) نوع P با بازدهی نسبی ۳۸٪ غلظت، فعالیت عناصر پرتوزا در هر نمونه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که گستره تغییرات غلظت فعالیت پرتوزایی ^{226}Ra ، ^{232}Th و ^{40}K به ترتیب در نمونه‌های خاک $15.97 - 32.87 \text{ Bqkg}^{-1}$ ، $33.85 - 8.04 \text{ Bqkg}^{-1}$ و $471.35 - 106.82 \text{ Bqkg}^{-1}$ بود، درحالی‌که مقادیر میانگین آنها به ترتیب 25.21 Bqkg^{-1} ، 19.71 Bqkg^{-1} و 15.97 Bqkg^{-1} بودند. نتایج آماری در سطح خطای ۵٪ نشان داد که مقادیر میانگین غلظت فعالیت این مواد پرتوزا کمتر از مقادیر میانگین غلظت فعالیت تعریف‌شده در جهان و ایران می‌باشند. نتایج حاصل از محاسبات مربوط به عوامل پرتو شناختی هیچ خطر پرتوزایی را برای منطقه مورد نظر پیش‌بینی نمی‌کند.

واژه‌های کلیدی: رودخانه دز، خوزستان، بیناب‌سنجی گاما، مواد پرتوزای طبیعی، فعالیت ویژه، خاک

۱. مقدمه

بر روی اندازه‌گیری غلظت آلاینده‌های پرتوزا در نمونه‌های محیطی مناطق مختلف جهان صورت گرفته است [۴-۱۸]. پژوهش حاضر با به‌کارگیری روش ساده، غیر مخرب و سریع بیناب‌سنجی گاما [۱۹] به مطالعه غلظت آلاینده‌های پرتوزا در کناره‌های رودخانه دز واقع در شمال استان خوزستان می‌پردازد. قابل ذکر است که رودخانه مذکور نقش اساسی در تأمین آب مورد نیاز در بخش‌های کشاورزی، صنعت و آب شرب این منطقه دارد که این امر بر اهمیت مطالعه کنونی می‌افزاید. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

غلظت مواد پرتوزای طبیعی نظیر اورانیوم، توریم و پتاسیم در نواحی مختلف جهان، تحت تأثیر ویژگی‌های جغرافیایی آن منطقه است و تأثیر انکارناپذیر پرتوزایی آنها بر محیط‌زیست، ارزیابی آلاینده‌های رادیواکتیو را به مسئله‌ای حیاتی تبدیل کرده است [۲۰]. رودخانه‌ها که یکی از مهمترین منابع آب شیرین و منبع انرژی‌های تجدیدپذیر هستند، از طریق هوازدهی سنگ‌های پوسته‌ای بر روی زمین، بارش و منابع آب زیرزمینی به آلاینده‌های پرتوزا آلوده می‌گردند [۳]. امروزه مطالعات گسترده‌ای



شکل ۱. (رنگی در نسخه الکترونیکی) منطقه مورد مطالعه.

۲. روش‌ها

۱.۲. نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها

برای بررسی غلظت عناصر پرتوزای طبیعی، ۲۶ نمونه خاک در عمق ۵ cm زیر سطح زمین از کناره‌های رودخانه‌دز- استان خوزستان برداشته شد. نقاط نمونه‌برداری به صورت تصادفی از دریاچه سد دز تا بند قیران، محل تلاقی رودخانه دز و رودخانه کارون، انتخاب شدند. برای انجام نمونه‌برداری و کلیه مراحل کار، دستورالعمل‌های آژانس بین‌المللی انرژی اتمی رعایت شده است [۲۰].

۲.۲. روش بیناب‌سنجی گاما

برای تجزیه کمی و کیفی نمونه‌ها از سیستم بیناب‌سنجی گاما با استفاده از آشکارساز فوق خالص ژرمانیوم - نوع P با بازدهی نسبی ۳۸٪ استفاده شد. نمونه‌های استاندارد IAEA-Soil-۶ و IAEA-RG-Set (شامل نمونه‌های ۱-RGK، ۱-RGU و ۱-RGTh) برای بررسی عناصر پرتوزای پتاسیم، رادیوم و توریم در نمونه‌های خاک مورد استفاده قرار گرفتند [۱۱]. فعالیت پرتوزایی توریم و رادیوم به ترتیب از دختر هسته‌های اکتینیوم ۲۲۸، سرب ۲۱۴ و پتاسیم ۴۰ با انرژی ۱۴۶۱ keV تعیین شدند [۲۱]. برای اعتبارسنجی نتایج، غلظت عنصر رادیوم

توسط نمونه‌های استاندارد IAEA-Soil-۶ و IAEA-RG-Set محاسبه گردید. در این پژوهش از نرم‌افزار OMNIGAM تحت ویندوز Das برای واکافت نمونه‌های خاک استفاده شد. پس از به دست آوردن فعالیت مواد پرتوزا و دیگر پارامترها، تجزیه و تحلیل آماری نتایج به کمک نرم‌افزار SPSS ۱۹ انجام گرفت.

۳. یافته‌ها

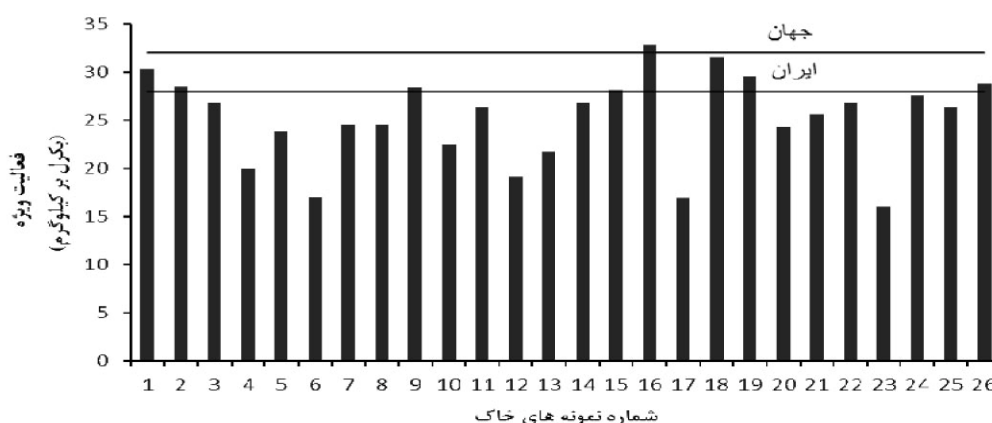
۳.۱. تعیین فعالیت ویژه عناصر پرتوزا در نمونه‌های محیطی خاک

در جدول ۱ مقادیر میانگین و گستره تغییرات فعالیت مواد پرتوزای مورد بررسی در منطقه مورد نظر به علاوه مقادیر آنها در مقیاس‌های جهانی و در ایران ارایه شده است [۱۷]. شکل‌های (۲ تا ۴) نمودارهای مقایسه‌ای فعالیت ویژه عناصر رادیوم، توریم و پتاسیم اندازه‌گیری شده در نمونه‌ها را با مقادیر میانگین فعالیت ویژه تعریف شده در جهان و ایران را نشان می‌دهد.

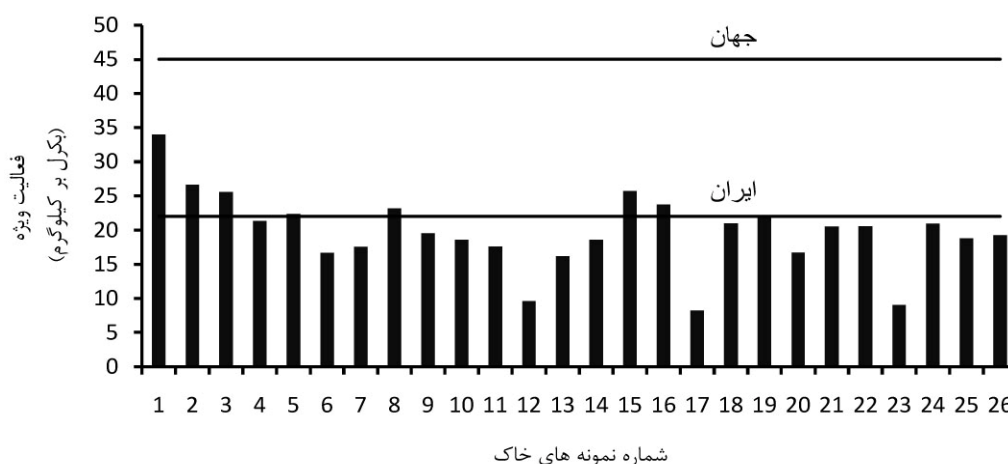
آزمون میانگین یک جامعه برای میانگین فعالیت ویژه رادیوم نشان داد که در سطح خطای ۵ درصد، نسبت به میانگین فعالیت جهانی و میانگین فعالیت برآوردشده در ایران اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

جدول ۱. مقایسه فعالیت عناصر پرتوزایی طبیعی در مقیاس‌های جهانی و در منطقه مورد مطالعه (Bqkg^{-1}).

عنصر پرتوزا	جهان		ایران		منطقه مورد مطالعه	
	میانگین	گستره تغییرات	میانگین	گستره تغییرات	میانگین	گستره تغییرات
اورانیوم (رادیوم)	۳۲	۱۷-۶۰	۲۸	۸-۵۵	25.21 ± 0.88	$15.94 \pm 0.22 - 32.87 \pm 0.52$
توریوم	۴۵	۱۱-۶۴	۲۲	۵-۴۲	19.71 ± 1.07	$8.04 \pm 0.46 - 33.85 \pm 1.34$
پتاسیم	۴۲۰	۱۴۰-۸۵۰	۶۴۰	۲۵۰-۹۸۰	289.57 ± 16.51	$106.82 \pm 3.72 - 471.35 \pm 10.08$



شکل ۲. نمودار مقایسه‌ای فعالیت ویژه رادیوم با مقادیر جهانی.

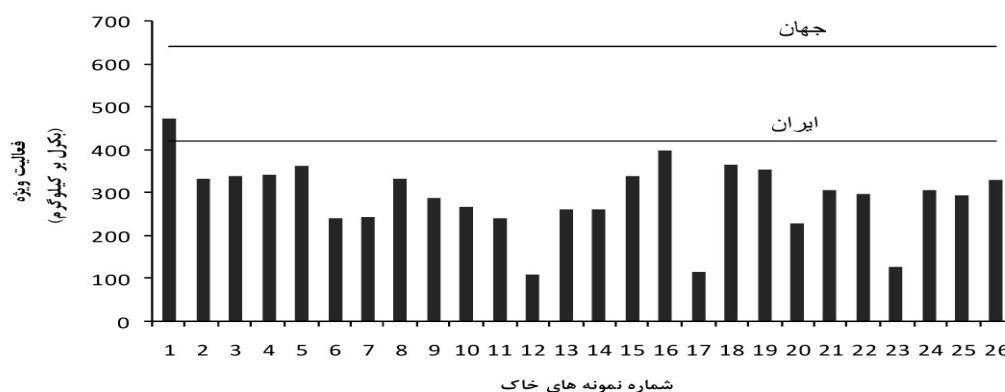


شکل ۳. نمودار مقایسه‌ای فعالیت ویژه توریوم با میانگین ایران.

مشاهده نمی‌شود.

همان طور که از شکل ۴ ملاحظه می‌شود برای همه نمونه‌ها، به جز نمونه ۱ فعالیت ویژه پتاسیم پایین‌تر از مقدار جهانی است و برای تمام نمونه‌ها نسبت به میانگین در نظر گرفته شده در ایران کمتر می‌باشد. همچنین در سطح خطای ۵٪

در ۳۱٪ از نمونه‌ها، مقدار بالایی از فعالیت توریوم نسبت به میانگین ایران مشاهده شد. در سطح معنی‌داری ۵٪، اختلافی بین مقدار میانگین فعالیت ویژه توریوم با مقدار میانگین جهانی وجود دارد درحالی‌که نسبت به میانگین فعالیت ویژه تعریف‌شده در ایران با سطح خطای ۱٪ تفاوت معنی‌داری



شکل ۴. نمودار مقایسه‌ای فعالیت ویژه پتاسیم با مقادیر جهانی.

جدول ۲. ضرایب همبستگی پیدا شده بین مواد پرتوزای طبیعی در نمونه‌ها.

پتاسیم		توریوم		رادیوم		
پیرسون	کای دو	پیرسون	کای دو	پیرسون	کای دو	
۰٫۷۶۹	۰٫۵۹	۰٫۷۲۶	۰٫۵۳	۱	۱	رادیوم
۰٫۹۳۷	۰٫۸۷	۱	۱			توریوم
۱	۱					پتاسیم

۳.۳. محاسبه پارامترهای رادیولوژیکی برای نمونه‌های خاک
به منظور ارزیابی خطرات تابش به خاطر وجود فعالیت مواد پرتوزای طبیعی در نمونه‌های مورد بررسی، پارامترهای مختلفی از قبیل میزان دز گامای جذب‌شده در هوا، فعالیت معادل رادیوم و شاخص خطر خارجی تعریف می‌شوند، که مطابق روابط زیر مقادیر آنها به دست می‌آیند [۲۲ و ۲۳].

$$Ra_{eq} = A_{Ra} + 1/43 A_{Th} + 0.077 A_K \quad (1)$$

$$D (nGy h^{-1}) = 0.462 A_{Ra} + 0.604 A_{Th} + 0.417 A_K \quad (2)$$

$$H_{ex} = A_{Ra}/370 + A_{Th}/259 + A_K/4810 \leq 1 \quad (3)$$

که در آن A_{Ra} ، A_{Th} و A_K به ترتیب فعالیت ^{226}Ra ، ^{232}Th و ^{40}K بر حسب $Bq kg^{-1}$ است. در معادله (۱) فرض می‌شود که $Bq kg^{-1}$ از رادیوم و $259 Bq kg^{-1}$ از توریوم و $4810 Bq kg^{-1}$ از پتاسیم میزان دز گامای مشابهی را ایجاد می‌کنند. مقادیر محاسبه شده پارامترهای پرتو شناختی در نمونه‌های جمع‌آوری شده در جدول ۳ آورده شده است.

فعالیت معادل رادیوم از 115.09 ± 7.19 تا $37.23 \pm 3.17 Bq/kg$ با مقدار میانگین $75.7 \pm 8.4 Bq/kg$ تغییر

نیز بین مقدار میانگین فعالیت تعریف‌شده جهانی اختلاف معناداری مشاهده می‌شود.

۲.۳. محاسبه رابطه پسرفت خطی بین فعالیت عناصر پرتوزای طبیعی

تعیین رابطه بین عناصر پرتوزا به پیدا کردن منابع مشترک از توزیع مواد پرتوزا و به محاسبه غلظت فعالیت یک عنصر از روی غلظت فعالیت عنصر دیگر کمک می‌کند [۱۸]. این روابط از آزمون پسرفت خطی توسط نرم‌افزار SPSS19 به دست آمده است و در جدول ۲ نتایج آن به صورت خلاصه آورده شده است.

با توجه به جدول ۲ می‌توان ضرایب همبستگی، کای دو^۱ و پیرسون^۲، خوبی بین عناصر پرتوزای طبیعی مشاهده کرد که علت پیدا شدن این ضرایب همبستگی بالا نیاز به تحقیقات زمین‌شناسی بیشتری دارد.

۱. q-Square

۲. Pearson

جدول ۳. عوامل پرتوشناختی در نمونه‌های جمع‌آوری شده از ساحل رودخانه دز.

H _{ex}	Doserate (nGy ⁻¹)	Ra _{eq} (Bqkg ⁻¹)	کد نمونه‌های خاک
۰٫۳۱	۵۴٫۱۴±۱٫۴۵	۱۱۵٫۰۹±۷٫۱۹	۱
۰٫۲۵	۴۳٫۰۸±۰٫۹۷	۹۲٫۰۸±۴٫۸۴	۲
۰٫۲۴	۴۱٫۸۳±۱٫۰۷	۸۹٫۱۹±۵٫۳۶	۳
۰٫۲۱	۳۶٫۳۳±۱٫۳۵	۷۶٫۷۱±۶٫۶۷	۴
۰٫۲۳	۳۹٫۶۴±۰٫۶۹	۸۳٫۷۳±۳٫۴۳	۵
۰٫۱۶	۲۷٫۹۲±۰٫۵۲	۵۹٫۳۲±۲٫۶۱	۶
۰٫۱۸	۳۲٫۰۲±۰٫۸	۶۸٫۲۶±۳٫۹۸	۷
۰٫۲۲	۳۹٫۰۳±۰٫۸۵	۸۲٫۹۸±۴٫۴۸	۸
۰٫۲۱	۳۶٫۹۳±۰٫۷	۷۸٫۴۸±۳٫۱۶	۹
۰٫۱۹	۳۲٫۷۶±۱٫۰۱	۶۹٫۶۶±۵٫۰۲	۱۰
۰٫۱۹	۳۲٫۷۵±۰٫۸۳	۶۹٫۸۷±۴٫۱۵	۱۱
۰٫۱۱	۱۹٫۰۸±۰٫۷۳	۴۱٫۰۶±۳٫۷۰	۱۲
۰٫۱۸	۳۰٫۸۴±۱٫۰۳	۶۵٫۳۱±۵٫۱۱	۱۳
۰٫۲۰	۳۴٫۴۳±۰٫۶۳	۷۳٫۳۶±۳٫۱۴	۱۴
۰٫۲۵	۴۲٫۵۹±۱٫۱۳	۹۰٫۸۴±۵٫۶۲	۱۵
۰٫۲۶	۴۶٫۰۲±۰٫۸۲	۹۷٫۲۳±۴٫۰۷	۱۶
۰٫۱۰	۱۷٫۴۴±۰٫۶۳	۳۷٫۲۳±۳٫۱۷	۱۷
۰٫۲۴	۴۲٫۴۴±۱٫۳۳	۸۹٫۵۷±۶٫۵۹	۱۸
۰٫۲۴	۴۲٫۵۹±۱٫۱۴	۸۸٫۰۱±۵٫۴۸	۱۹
۰٫۱۸	۳۰٫۸۱±۰٫۷۱	۶۵٫۷±۳٫۵۲	۲۰
۰٫۲۱	۳۶٫۸۳±۰٫۶۷	۷۸٫۲۰±۳٫۳۳	۲۱
۰٫۲۱	۳۷٫۰۸±۰٫۷۲	۷۸٫۸۴±۳٫۶۲	۲۲
۰٫۱۱	۱۸٫۳۱±۰٫۴	۳۹٫۱۲±۲	۲۳
۰٫۲۲	۳۸٫۰۹±۰٫۷۶	۸۰٫۹۴±۳٫۷۹	۲۴
۰٫۲۰	۳۵٫۷۸±۰٫۷۴	۷۵٫۸۳±۳٫۶۷	۲۵
۰٫۲۲	۳۸٫۶۱±۰٫۷۸	۸۱٫۵۳±۳٫۸۵	۲۶

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش توزیع آلاینده‌های پرتوزا در نوار ساحلی رودخانه دز در شمال استان خوزستان مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع ۲۶ نمونه خاک با به‌کارگیری اصول نمونه‌برداری استاندارد جمع‌آوری شدند. نتایج حاصل از فعالیت مواد پرتوزا در نمونه‌ها بیانگر این است که نزدیک ۳۰٪ از نمونه‌ها دارای فعالیت تورיום و رادیوم بالاتری نسبت به مقدار میانگین فعالیت تعریف‌شده در ایران بود. در مورد فعالیت پتاسیم تنها نمونه ۱ متعلق به دریاچه سد دز نسبت به میانگین فعالیت تعریف‌شده در جهان بیشینه غلظت را نشان داد که به نظر می‌رسد به ساختار زمین‌شناسی منطقه بستگی دارد. علت حضور این آلاینده‌های طبیعی به عوامل مختلفی از جمله رفتار ژئوشیمیایی عناصر، حضور صنایع و فعالیت‌های کشاورزی در منطقه، عوامل

می‌کند و برای همه نمونه‌ها مقادیر آن کمتر از مقدار بیشینه معرفی شده توسط ICRP^۱ می‌باشد (۳۷۰ Bq/kg). میزان دز گامای جذب شده برای منطقه مورد مطالعه از ۱۷/۴۴ تا 54.14 nGy h^{-1} تغییر می‌کند و مقدار میانگین آن (35.66 nGy h^{-1}) کمتر از مقدار میانگین تعریف‌شده در مقیاس جهانی (59 nGy h^{-1}) و در ایران (53 nGy h^{-1}) می‌باشد [۱۷]. میزان خطر تابش خارجی، پارامتر پرتوشناختی دیگری است که درصد خطرپذیری افراد را در منطقه نشان می‌دهد. میزان این پارامتر در نمونه‌های انتخاب‌شده منطقه مورد مطالعه از ۰/۱ تا ۰/۳۱ با مقدار میانگین ۰/۲ تغییر می‌کند که در تمام نقاط نمونه‌برداری کمتر از ۱ می‌باشد.

۱. International Commission on Radiological Protection

۱۷ و ۲۳ با مقادیر ۱۰ تا ۱۱ درصد مشاهده شد و به طور کلی با توجه به عوامل پرتوشناختی در منطقه مورد مطالعه، هیچ گونه خطر پرتوزایی دیده نشد.

زمین‌شناختی و زیست‌محیطی بر می‌گردد. بیشترین میزان خطر خارجی در نمونه‌های: ۱، ۲، ۱۵ و ۱۶ با مقادیر حداقل ۲۵٪ و حداکثر ۳۱٪ و کمترین میزان خطر خارجی در نمونه‌های: ۱۲،

مراجع

1. R C Ramola *et al.*, *Radiol Prot.* **28** (2008) 379.
2. N Damla, U Cevik, A I Kobya, B Ataksor, and U Isik, *Environ. Monit. Assess.* **160** (2010) 401.
3. V Ramasamy, S Senthil, V Meenakshisundaram, and V Gajendran, *Appl. Sci.* **20** (2009) 54.
4. X Lu, X Zhang, and F wang, *Environ. Geol.* **53** (2008) 1475.
5. I Bikit *et al.*, *Radiat. Measur.* **41** (2006) 477.
6. N Cukrov, M Mlakar, V Cuculic, and D Barisic, *Environ. Radioact.* **100** (2009) 497.
7. M Degerlier, G Karahan, and G Ozger, *Environ. Radioact.* **99** (2008) 1018.
8. M R Abdi, S Hassanzadeh, M Kamali, and H R Raji, *Mar. Pollut. Bull.* **58** (2009) 658.
9. H Faghihian, D Rahi, and M Mostajaboddavati, *Radioanal. Nucl. Chem.* **32** (2011) 1.
10. S Khoshbinfar and M Vahabi Moghaddam, *Radiat. Prot. Dosim.* **142** (2010) 332.
11. M R Abdi, M Kamali, and S Vaezifar, *Mar. Pollut. Bull.* **56** (2008) 751.
12. M R Abdi *et al.*, *Iran J. Sci. Tec.* **30** (2006) 259.
13. F Saghatchi *et al.*, *Radiat. Prot. Dosim.* **141** (2010) 86.
14. J Pourahmad *et al.*, *Environ Toxicology* **23** (2008) 583.
15. S Hafezi, J Amidi, and A Attarilar, *Iran. Radiat. Res.* **3** (2005) 85.
16. M R Abdi, H Faghihian, A hasanzadeh, M kamali, *Radioanal and Nucl. Chem.* **270** (2006) 319.
17. M Abbaspour *et al.*, *Radiat. Prot. Dosim.* **142** (2010) 187.
18. R Faghihi, S Mehdizadeh, and S Sina, *Radiat. Prot. Dosim.* **145** (2011) 66.
19. H Yucel, M Cetiner, and H Demirel, *Nucl. Inst. Meth. Phys. Research Sect.* **413** (1998) 74.
20. W Strasse, *IAEA-TECDOC-1415* **375** (2004) 1.
21. H Al-Sulaiti, N Alkhomashi, N AL-Dahan, M Al-Dosari, D A Bradley, *Nucl. Inst. Meth. Phys. Research* **652** (2011) 915.
22. M Hasan *et al.*, *Water Air Soil Pollut.* **219** (2010) 129.
23. R Mehra *et al.*, *Environ. Earth. Sci.* **59** (2009) 1159.