



استفاده از روشهای رادیوشیمیایی جهت جداسازی اورانیوم و توریم در آبزیان خلیج فارس از نظر کنترل آلودگیهای مواد رادیواکتیو در محیط زیست

دکتر ایرج بیات^۱ - مهندس الهه ابراهیم پورنوری^۲ - مهندس ویدا شهبام^۱

۱- واحد پسمانداری - سازمان انرژی اتمی ایران

۲- دانشکده علوم و فنون دریایی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

کلمات کلیدی: اورانیوم - توریم - روش رادیوشیمیایی - خلیج فارس

چکیده:

در مقاله حاضر میزان عناصر رادیواکتیو اورانیوم و توریم ($Th-232, U-234, U-238$) در پنج نوع از آبزیان اقتصادی خلیج فارس در محدوده آبهای حوزه بندرعباس اندازه گیری شدند. فرآیند جداسازی ایزوتوپهای اورانیوم و توریم در نمونه های ماهی براساس روشهای تبادل یونی (از نوع تبادل آنیونی) با استفاده از رزینهای $Dowexl-x8$ به فرم Cl^- جهت جداسازی اورانیوم و رزین $Dowexl-x8$ به فرم نیترات جهت جداسازی توریم انجام گرفت و پس از عمل کرد الکتروذپوزیت نمونه ها توسط دستگاه آلفا - اسپکتروسکوپی شمارش شدند. گستره تغییرات غلظت برای ایزوتوپهای $U-234, U-238$ به ترتیب زیر هستند:

$$U-234 : 0.172 - 2.16 \text{ Bq/Kg} , U-238 : 0.16 - 1.18 \text{ Bq/Kg}$$

و برای $Th-232$ مقادیر بدست آمده زیرحد شناسایی بود. از طرفی در این اندازه گیریهای سعی شد تا میزان تجمع این عناصر بطور تقریبی در سه سن متفاوت از هرنوع ماهی بررسی شود (مسن ، میانسال ، جوان). که در نتیجه بعلت نیمه عمر بالای این ایزوتوپها تقریباً میزان غلظت در نمونه های مسن بیشتر از نمونه های میانسال و جوان بود و در نهایت گستره بدست آمده پس از مقایسه با داده های آژانس بین المللی انرژی اتمی و بررسیهای مشابه زیرحد مجاز تشخیص داده شد و هیچگونه آلودگی نسبت به این عناصر در آبزیان مورد بررسی وجود نداشت و مقادیر بدست آمده در حد طبیعی بود.

مقدمه

در حدود ۷۵٪ از سطح کره زمین توسط اقیانوسها و دریاها و سایر منابع آبی پوشیده شده است و دریا یکی از با ارزش ترین منابع آبی مورد استفاده بشر در زمینه های مختلف از جمله: صنایع غذایی، پروتئینی، نفتی، معدنی و غیره میباشد. دریاها و اقیانوسها گذشته از یک منبع غذایی و انرژی مهم و استفاده از آنها در امور ترابری بعنوان محل تخلیه زباله و فاضلاب و سبب نیز مورد توجه قرار میگیرند که هر یک از این فعالیت ها می بایست تحت کنترل و نظارت دولت و مجامع بین المللی انجام پذیرد.

بسیاری از کشورها در حال حاضر، کنترل خاصی بر روی تخلیه زباله ها و فاضلاب و پسمانها و سایر مواد آلوده کننده اعمال میکنند اما رشد روزافزون جمعیت و توسعه همه جانبه و همگام بایشرفت تکنولوژی جدید نیاز برای استفاده از دریاها و اقیانوسها جهت تخلیه سبب صنایع مختلف، لجن، فاضلاب شهری، ضایعات ناشی از لایروبی بنادر و رودخانه ها را افزایش میدهد و به همان نسبت آلودگی ناشی از این منابع به داخل دریاها و اقیانوسها افزایش می یابند. انسان تولیدکننده آلاینده های بسیار متنوعی است که به موازات تولید و رها سازی این مواد آلاینده طیف وسیعی از مواد شیمیایی آلی و معدنی، عناصر کم مقدار و عناصر رادیواکتیو و سمی بطور مستقیم و غیر مستقیم وارد محیط های آبی می شود و در نهایت باعث اختلال در توازن و تعادل زیستی اکوسیستم و آبزیان میگردد و در نتیجه انسان بامصرف محصولات غذایی آلوده دچار انواع بیماریها و اختلالات فیزیولوژیکی و بیولوژیکی و از آن جمله جهش ژنتیکی و نهایتاً مرگ میشود.

و در این میان یکی از مهمترین و خطرناکترین آلوده کننده های محیط زیست مواد رادیواکتیو هستند این مواد با ایجاد آلودگیهای داخلی حیات موجودات زنده را مورد تهدید قرار می دهند و باعث ایجاد اختلال در زندگی جانداران میشوند. و از طرفی باتوجه به اهمیت ویژه ای که منطقه خلیج فارس از لحاظ استراتژیکی و رفت و آمدهای بین المللی دارا میباشد لذا لازم است تا آزمایشاتی مقدماتی در مورد بررسی میزان مواد رادیواکتیو بر روی پارامترهای زیستی و غیر زیستی در این منطقه انجام بگیرد. و اجرای پروژه اخیر بر روی چند نوع از آبزیان منطقه زمینه ای بود جهت به تحقق رسیدن پروژه های بعدی که میبایست هر چند گاه انجام پذیرد.

آزمایشات

مراحل انجام این پروژه تحقیقاتی بترتیب زیر است:

۱- نمونه برداری

۲- آماده سازی نمونه

۳- جداسازی به روش تبادل یونی

۴- الکترودیپوزیت

۵- تعیین به روش طیفسنجی آلفا

روش کار

پس از انجام نمونه برداری از چند نوع آبی منطقه خلیج فارس جهت آماده سازی نمونه ابتدا نمونه گوشت ماهی کاملاً خرد شده سپس در آون تحت حرارت ۲۰۰-۱۰۰ درجه سانتی گراد بطور مقدماتی خشک شدند.

بعد این نمونه ها تحت حرارت ۷۰۰-۵۰۰ درجه سانتی گراد درون ظرف پلاتینی در کوره خاکستر میگردند نمونه خاکستر شده جهت هضم در HCL ۱:۱ حل میشود و تیکه هضم نمونه بطور کامل انجام پذیرفت ۰/۱ میلی لیتر استاندارد **U-232** به نمونه اضافه میشود. و نمونه در آخر در مقدار کمی از اسید کلریدریک ۸ مولار حل میشود. در این مرحله نمونه کاملاً آماده است تا از ستون تبادل یونی عبور داده شود.

جداسازی اورانیم

نمونه ای که به آن **U-232** اضافه شد (جهت شناسایی ایزوتوپهای **U-234, U-238**) را از ستون تبادل آنیونی **DOWEX1-X8** به فرم CL^- (۲۰۰-۱۰۰) که قبلاً با اسید کلریدریک ۸ مولار به تعادل رسیده عبور میدهیم. در نتیجه ایزوتوپهای اورانیم بر روی رزین فیکس میشوند و عناصر مزاحم از جمله توریم از ستون خارج میشود که این نمونه جهت جداسازی در مرحله بعد جمع آوری میشود.

سپس اورانیم توسط ۸۰ میلی لیتر HCL ۱-۰/۱ مولار از روی رزین شسته میشود و نمونه مذکور جهت عمل الکترودیپوزیت تا نزدیک خشک شدن حرارت داده میشوند.

جداسازی توریم

در این مرحله نمونه ای را که در مرحله قبل جمع آوری شده بود جهت جداسازی ایزوتوپ توریم از ستون آنیونی **DOWEX1-X8** به فرم NO_3^- عبور میدهیم که قبل از اینکار ابتدا رزین را با مخلوط متانل ۹۰٪ حجمی و اسید نیتریک ۵ نرمال ۱۰٪ حجمی به تعادل میرسانیم و بعد نمونه

را از رزین عبور می دهیم سپس مجدداً باید رزین را با ۳۰۰-۱۰۰ میلی لیتر مخلوط متانل ۹۰٪ حجمی و اسید نیتریک ۵ نرمال ۱۰٪ حجمی شستشو دهیم و در آخر توریم با ۱۰۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۱ نرمال از روی رزین شسته میشود و برای عمل آنکترودپوزیت مانند اورانیم آماده میشود.

الکترو دپوزیت

الکترو دپوزیت روشی است جهت تهیه نمونه هائیکه قبل از شمارش بروش طیف سنجی آلفا میبایست آماده گردند.

دستگاه الکترو دپوزیت شامل یک سل الکترو لیز است و همچنین دارای آند پلازمینی، کاتد و صفحه فولادی ضد زنگ به قطر ۵ میلی متر میباشد. مدت زمان عمل الکترو دپوزیت ۱ ساعت در شدت جریان ۱/۲ آمپر و $PH = 2 - 3$ که در طول عملیات الکترو دپوزیت PH مرتباً میبایست کنترل شود.

بعد از انجام عمل الکترو دپوزیت دیسک یا صفحه فولادی ضد زنگ با آب واتانل ۹۸٪ شستشو داده میشود. سپس توسط هیتر مادون قرمز تحت حرارت ۲۰۰-۱۵۰ درجه سانتی گراد خشک میشود.

در این مرحله نمونه کاملاً جهت شمارش توسط دستگاه اسپکترومتر- آلفا آماده لست.

دستگاه طیف سنجی آلفا

این دستگاه مجهز به دتکتور نیمه هادی **Surface Barrier** یا دتکتور سیلیسیم با مانع سطحی است همچنین دارای یک آنالیزور مولتی کانال و یک ریز پردازنده برای پردازش داده ها است. این دتکتور بصورت دیسک نازکی از سیلیکون که یک ورقه طلا در بالای آن قرار گرفته است ساخته میشود و لذا مورد استفاده در آنها در حدود ۲۰۰-۱۰۰ ولت است.

آنالیزور مورد استفاده از نوع ۴۰۹۵ کانال میباشد حد شناسایی با این دستگاه ۶-۱۰ تا ۱۶-۱۰ گرم/گرم است.

دستگاه آلفا اسپکترومتر را میتوان بر اساس انرژی ذره آلفا کالبره کرد جهت کالیبراسیون دقیق استفاده از چند نمونه استاندارد با انرژیهای متنوع الزامی است که در پروژۀ حاضر جهت کالیبراسیون از استانداردهای **Am-241**, **Pu-239**, **Cm-252** استفاده شد. حداقل زمان شمارش نمونه ۲۴ ساعت است و برای نمونه های بیولوژیکی مدت زمان شمارش ۴۸ ساعت است.

جداول زیر میزان اکتیویته اورانیوم را برحسب Bq/Kg و همچنین غلظت آنرا برحسب Kg/Kg در نمونه‌های ماهی در منطقه خلیج فارس نشان می‌دهد.

جدول شماره ۱

نمونه‌های ماهی سرخو	میزان اکتیویته (A) برحسب Bq/Kg		غلظت Kg/Kg	
	U-۲۳۸	U-۲۳۴	U-۲۳۸	U-۲۳۴
۱	$1/25 \pm 0/25$	$2 \pm 0/14$	1×10^{-7}	$8/6 \times 10^{-12}$
۲	$1/1 \pm 0/014$	$2/6 \pm 0/28$	$8/8 \times 10^{-8}$	$1/3 \times 10^{-11}$
۳	$1/02 \pm 0/07$	$2/2 \pm 0/12$	$8/2 \times 10^{-8}$	$9/5 \times 10^{-12}$

جدول شماره ۲

نمونه‌های ماهی پال اسبی	میزان اکتیویته (A) برحسب Bq/Kg		غلظت Kg/Kg	
	U-۲۳۸	U-۲۳۴	U-۲۳۸	U-۲۳۴
۱	$1/6 \pm 0/33$	$1/3 \pm 0/022$	$1/3 \times 10^{-7}$	$5/6 \times 10^{-12}$
۲	$0/6 \pm 0/37$	$1/5 \pm 0/1$	$5/7 \times 10^{-8}$	$6/5 \times 10^{-12}$
۳	$1/2 \pm 0/05$	$1/3 \pm 0/022$	$9/6 \times 10^{-8}$	$5/6 \times 10^{-12}$

جدول شماره ۳

نمونه های ماهی حلوا سفید	میزان اکتیویته (A) بر حسب Bq/Kg		غلظت Kg/Kg	
	U-۲۳۸	U-۲۳۴	U-۲۳۸	U-۲۳۴
	۱	$1/8 \pm 0/14$	$2/1 \pm 0/24$	$1/5 \times 10^{-7}$
۲	$1/6$	$1/0.2 \pm 0/51$	$1/2 \times 10^{-7}$	$2/22 \times 10^{-12}$
۳	$1/2 \pm 0/14$	$1 \pm 0/26$	$1/1 \times 10^{-7}$	$2/3 \times 10^{-12}$

جدول شماره ۴

نمونه های ماهی شویده	میزان اکتیویته (A) بر حسب Bq/Kg		غلظت Kg/Kg	
	U-۲۳۸	U-۲۳۴	U-۲۳۸	U-۲۳۴
	۱	$1/6 \pm 0/25$	$1/0.6 \pm 0/25$	$1/3 \times 10^{-7}$
۲	$1/1 \pm 0/1$	$1 \pm 0/14$	$8/8 \times 10^{-8}$	$2/3 \times 10^{-12}$
۳	$1/0.2 \pm 0/15$	$1/0.1 \pm 0/0.5$	$8/2 \times 10^{-8}$	$5/6 \times 10^{-12}$

جدول شماره ۵

نمونه‌های ماهی هامور	میزان اکتیویته (A) بر حسب Bq/Kg		غلظت Kg/Kg	
	U-۲۳۸	U-۲۳۴	U-۲۳۸	U-۲۳۴
۱	$۱/۰۶ \pm ۰/۰۷$	$۱/۸ \pm ۰/۴$	$۸/۵ \times ۱۰^{-۸}$	$۷/۸ \times ۱۰^{-۱۲}$
۲	$۱ \pm ۰/۰۲۵$	$۱/۲ \pm ۰/۰۲$	۸×۱۰^{-۸}	$۵/۲ \times ۱۰^{-۱۲}$
۳	$۰/۸ \pm ۰/۱$	$۰/۷۲ \pm ۰/۳۶$	$۶/۴ \times ۱۰^{-۸}$	$۳/۱۲ \times ۱۰^{-۱۲}$

جدول زیر میزان بازیافت U-۲۳۲ استاندارد را در نمونه‌های ماهی نشان می‌دهد.

جدول شماره ۶

نمونه ماهی	بازیافت %	میانگین %
سرخو	۵۴-۴۸	۵۱
ریبون فیش (یال اسبی)	۶۷-۶۹	۶۸
حلوا سفید	۴۵-۶۰	۵۲/۲
شوریده	۵۴-۶۰	۵۷
هامور	۴۵-۶۴	۵۴/۵

نتیجه

نتایج بدست آمده از آنالیزها بر طبق طیفها وجداول انرژی مربوط به ایزوتوپهای اورانیم (U-234, U-238) نشانگر آن هستند که بطور معمول در نمونه های مسن میزان این عناصر بیشتر است زیرا این مواد نیمه عمر بالایی دارند و بنابراین در نمونه های مسن تجمع اشان بیشتر است. حدود اکتیویته بدست آمده در تمامی انواع ماهیان مورد بررسی در هر رده سنی تقریباً نزدیک بهم است و نتایج بدست آمده در مقایسه با استانداردهای جهانی سازمان انرژی اتمی در حد طبیعی و مجاز است و هیچگونه آلودگی را در ماهیان مورد بررسی نشان نمی دهد. محدوده تغییرات ایزوتوپهای اورانیم:

$$U-238 : 1/8 - 1/6 \text{ Bq/Kg} \quad , \quad U-234 : 2/6 - 0/6 \text{ Bq/Kg}$$

در مورد Th-232 نیز اندازه گیریهای لازم انجام شد منتها با توجه به طیفهای استاندارد توریم مقادیر توریم در آبزیان مورد نظر بسیار پائین بود و زیر حد شناسایی تشخیصی داده شد.

- [1] B. D. Stewart, J. Radioanal. Nucl. Chem. Letters, vol.137/3/p.213-217, 1989.
- [2] B. D. Stewart, J. W. Mcklveen, R. Glinski, J. Radioanal. Nucl. Chem, vol.123. p.121, 1988.
- [3] L. I. Shuktomova, I. G. Kochan, J. of. Radioanal. Nucl. Chem. Articles, vol.(129/p.245-250), 1987.
- [4] J. C. I. AUI, J. Radioanal. Nucl. Chem., vol.110/p.101, 1987.
- [5] Determination of Thorium and Uranium in Biological samples, J. of. Analytical Atomic Spectrometry, vol. 4, 1989.
- [6] J. Korkish., separatio of Thorium by Anion Exchange, J. Analytical chemistry vol.33/No.9/1961.