

اندازه گیری اورانیوم در ادرار و هوا

زهره عابدین راده - حسین غفوریان - ایرج بیات

گروه شیمی ، دانشکده علوم و مرکز تحقیقات هسته‌ای سازمان انرژی اتمی
تهران - ایران

خلاصه

در مراکزی که با اورانیوم کار می‌شود به منظور جلوگیری از آلودگی داخلی بدن باید اقداماتی انجام گیرد. زیرا این عنصر بوسیله یکی از راه‌های تنفسی، گوارشی یا زخم وارد بدن شده و بعد از ورود به گردش خون با توجه به نیمه عمر بیولوژیکی طولانی در محل‌هایی مانند استخوان و غیره جایگزین می‌شود. با آزمایش ادرار، مدفوع و خون می‌توان به موقع از آلودگی داخلی بدن مطلع شد. در این کار تحقیقاتی روش سریعی برای اندازه‌گیری مقدار اورانیوم در هوای نقاط مختلف شهر تهران و ادرار اشخاص مختلف با استفاده از روش فلوریمتری ارائه شده است.

مقدار متوسط اورانیوم در ادرار کارکنان مرکز تحقیقات هسته‌ای و افراد معمولی تقریباً " مساوی و برابر 7 ± 31 میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. میزان اورانیوم اندازه‌گیری شده در هوای نقاط مختلف شهر تهران بین 4 ± 105 نانوگرم در مترمکعب تا 6 ± 110 نانوگرم در مترمکعب نوسان داشت.

مقدمه

شناسایی و اندازه‌گیری سریع میزان اورانیوم در بدن و محل کار بمنظور حفظ جان افراد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است بدین منظور تحقیقات متعددی در باره تعیین اورانیوم در ادرار انجام شده است. Ezkins et al (۱۹۶۸) (۲)، J.A. Miller (۱۹۶۴) (۳)، C. Testa (۱۹۶۹) (۴)، P.E. Putler (۱۹۶۵) (۵) و روش‌هایی نیز برای جداسازی اورانیوم، نپتونیم و پلوتونیوم در نمونه‌های بیولوژیکی نیز وجود دارد (۶) (۷).

متدهائی که معمولاً برای تعیین اورانیوم استفاده می‌شود عبارتست از رسوب دهی با استفاده از کاربیر (۲) و (۴) و یا استفاده از جداسازی بوسیله حلال (۶) (۷) یا بوسیله تعویض یون (۸) و یا استفاده از روش فلوریمتری است (۹) البته باید متذکر شد که انتخاب روش بستگی به ایزوتوپ اورانیومی دارد که باید مورد آزمایش قرار گیرد. بوسیله روش الفاسپکتروسکوپی می‌توان ایزوتوپ وارد شده به بدن را تعیین نمود (۹) با روش فلوریمتری می‌توان تا حدود ۵ میکروگرم اورانیوم در یک لیتر ادرار را تعیین کرد. در این کار تحقیقاتی با توجه به آنکه ایزوتوپ‌های طبیعی اورانیوم مورد نظر بوده است روش فلوریمتری برای تعیین اورانیوم موجود در ادرار و هوا استفاده شده است.

روش آزمایش

۱- تعیین مقدار اورانیوم در ادرار

یکی از روش‌های مناسب برای تعیین اورانیوم روش فلوریمتری است (۹). در این روش اورانیوم را بوسیله عمل استخراج از ادرار جدا ساخته و اورانیوم را روی قرص Na/LiF قرار داده و بعد از ذوب شدن و سرد شدن مستقیماً "بوسیله دستگاه فلوریمتری اندازه‌گیری می‌نمایند .

این روش از نظر حساسیت و ارزانی بسیار خوب ولی از نظر فاکتور زمان مناسب بنظر نمی‌رسد . برای رفع این اشکال از محلول مدل ادرار بدون اورانیوم استفاده گردید مدل ادرار شامل NaCl ، K_2SO_4 ، CaCl_2 ، MgCl_2 ، NaH_2PO_4 است که در اسید نیتریک حل گردیده بود .

بمنظور به دست آوردن تأثیر خاموش‌کنندگی فلورسانس عناصر متشکله ادرار ، مدل ادرار را بطریق افزایشی روی قرص‌های Na/LiF اضافه کرده و مقدار حساسیت فلورسانس اندازه‌گیری گردید . هم‌چنین آزمایش‌هایی با مقادیر مختلف مدل ادرار و مقدار مساوی اورانیوم انجام گرفت که نتایج آنها در جدول ۱ و شکل ۱ نشان داده شده است . لازم به توضیح است که دستگاه فلوریمتری مورد استفاده از نوع F.P.D.T. و دتکتور فتومولتی‌پلیکاتور نوع AVP ۱۵۰ بوده است و قرص‌های ذوب شامل Na/LiF بوده که دارای ۹۸ درصد NaF و ۲ درصد از LiF بوده است .

برای اندازه‌گیری نمونه‌ها مقدار ۰/۲ میلی‌لیتر از نمونه ادرار ۲۴ ساعته در جام پلاتینی ریخته و بعد از تبخیر و قرار دادن قرص Na/LiF مانند دستورالعمل ذکر شده عمل اندازه‌گیری انجام گرفت .

محاسبه مقدار خالص اورانیوم

مقدار فلورسانس نمونه‌های استاندارد که به آن اورانیوم اضافه شده است از مقدار فلورسانس نقطه صفر که شامل مدل ادرار است کم کرده و مقدار خالص فلورسانس را برای اورانیوم به دست می‌آوریم . و منحنی مقدار اورانیوم را بر حسب شدت فلورسانس رسم می‌کنیم .

برای نمونه‌ها نیز همیشه مقدار فلورسانس مدل ادرار را از مقدار فلورسانس نمونه کم کرده و از روی منحنی ، مقدار اورانیوم خالص را به دست می‌آوریم .

۲- تعیین اورانیوم در هوا

تعداد ۷ نمونه از نقاط مختلف شهر تهران که محل‌های آن در جدول شماره ۲ آورده شده جمع‌آوری و مقدار اورانیوم آن به وسیله روش فلوریمتری تعیین شد .

بمنظور سنجش اورانیوم در آتمسفر مقدار ۷۲ مترمکعب هوا را از کاغذ صافی نوع میلی پور EHWP 04700 بوسیله کمپرسور مدل 0522-G21DX Gast HARBOR با دبی ۴۰ لیتر در دقیقه عبور داده شده است . لازم به توضیح است که تمام نمونه‌ها در بهار در روزهای صاف و بدون باد گرفته شده است . سپس کاغذ صافی را بمنظور سنجش اورانیوم در بشری بوسیله اسید نیتریک و پرکلریک حل نموده در ضمن تبخیر به آن اسید اضافه نموده تا مواد آلی از بین برود .

حرارت دادن را تا از بین رفتن بخارات اسید پرکلریک ادامه می‌دهیم. سپس محتوی بشر را در کروزه پلاتینی خالی کرده بوسیله اسید نیتریک و اسید فلوریدریک و اسید پرکلریک تا بدست آمدن محلول کاملاً " روشن حرارت داده و سپس محلول را تا نزدیک خشک شدن تبخیر کرده و سپس آنرا به حجم می‌رسانیم و با روش فلوریمتری میزان اورانیوم را با توجه به منحنی استاندارد تعیین می‌نمائیم.

بحث و نتیجه گیری

با مقایسه دو منحنی الف و ب شکل شماره ۱ اثر مواد معدنی ادرار خوبی در افزایش نقطه صفر دستگاه فلوریمتری مشخص شده و بخاطر این اثر برای تعیین نقطه صفر در اندازه‌گیری اورانیوم بجای استفاده از قرص Na/LiF خالی از مقدار معادل مدل ادرار که بدون اورانیوم بود استفاده کردیم و این نمونه بعنوان نقطه صفر برای محاسبات در نظر گرفته شد. بنابراین در آزمایشگاهی که صرفاً " با اورانیوم طبیعی سروکار دارند می‌توان روش فلوریمتری را بعنوان یک روش مناسب برای کنترل افرادی که در مراکز هسته‌ای که با اورانیوم طبیعی سروکار دارند توصیه نمود. بخصوص آنکه از نظر سهولت کار و سرعت نیز بسیار خوب می‌باشد.

هر چند ۷ محل اندازه‌گیری اورانیوم در نقاط مختلف شهر تهران قرار دارند و از بسیاری لحاظ باید یکدیگر متفاوتند ولی میزان اورانیوم آنها تقریباً " مشابه و بین 4 ± 105 تا 6 ± 110 نانوگرم بر مترمکعب متغیر است و با توجه به مقدار مجاز اورانیوم در هوا که $0/2$ میلی‌گرم اورانیوم طبیعی بر مترمکعب (۱۰) می‌باشد مقدار اورانیوم موجود در هوای تهران خیلی کمتر از مقدار ماکزیمم مجاز می‌باشد.

بعلاوه مقدار اورانیوم موجود در ادرار ۹ نمونه اشخاص سالم اندازه‌گیری گردیده و برای هر نمونه ادرار ۵ بار آزمایش شده و میانگین آنها و اختلاف از میانگین محاسبه گردیده است.

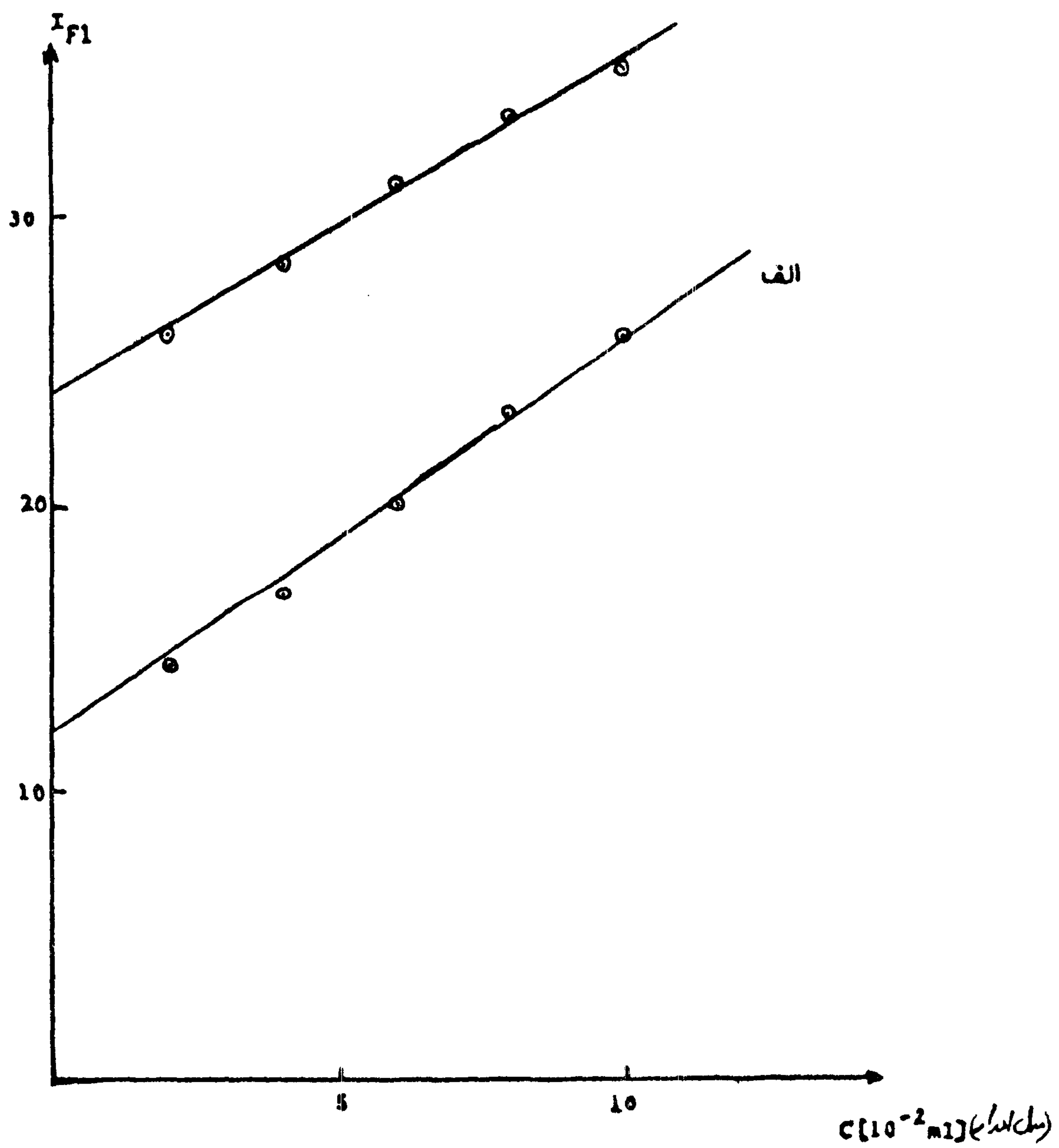
هم‌چنین مشاهده شد که میزان اورانیوم موجود در ادرار کارکنان مرکز تحقیقات 7 ± 31 و افراد معمولی 9 ± 32 میکروگرم بر لیتر می‌باشد که نداشتن اختلاف دو گروه حاکی از اینست که هیچگونه آلودگی داخلی در مورد کارکنان مشاهده نشده است.

میانگین شدت فلورسانس مدل ادرار با اورانیوم	میانگین شدت فلورسانس مدل ادرار	مقدار مدل ادرار اضافه شده. بر حسب میلی لیتر
۲۶	۱۴	۲%
۲۸	۱۷	۴%
۳۱	۲۰	۰/۵۶
۳۴	۲۳	۸%
۳۵	۲۶	۰/۱

جدول شماره ۱ - مقدار فلورسانس مدل ادرار و مدل ادرار با اورانیوم.

مقدار اورانیوم برحسب (مترمکعب / نانوگرم)	محل نمونه برداری از هوا
۱۰۵ + ۴	قلهک
۱۰۷ + ۵	آریاشهر
۱۰۹ + ۸	تهران پارس
۱۰۶ + ۵	میدان امام خمینی
۱۱۰ + ۶	دخانیات
۱۰۷ + ۶	کارگر (امیرآباد سابق)
۱۰۵ + ۴	میدان شوش

جدول شماره ۲ - مقدار اورانیوم اندازه گیری شده در هوای نقاط مختلف تهران .



شکل ۱ - اثر مواد موجود در ادرار در نقطه صفر فلورسانس

- 1- Schieferdecker H. (1967) "Zur Frdge der Toxizitat des urans und der Tran-
suranelement", Externer Bericht
- 2- Eakins etal. (1968) AERE-AM 103,
- 3- Miller J.A. (1964) Biggerstaff G.E., KY-429
- 4- Testa C. (1969) RT/PROT (69) 44,
- 5- Putler P.E. (1965) Anal. chem. 37 p. 340.
- 6- Butler F.E, (1965) Health Phys., 15,p.19
- 7- Renley C.L. (1965) CONF - 651008, p.1
- 8- Silker W.B. (1965) Health Phys. 11 p. 965
- 9- Widua L., schieferdecker (1974) "Fluorimetrische Routinebestimmung von
Uran in urinproben" Z.Anal.chem. 270, p. 12
- 10-Safety series No. 43 (1976) "Standards" P.15