

اندازه گیری و مطالعه تغییرات رادیواکتیویته و استر نسیم ۹۰

آب و اندازه گیری رادیواکتیویته هوا

نوشته :

زهره عابدین زاده

مرکز اتمی دانشگاه تهران

مقدمه : از زمان شروع آزمایشهای اتمی و در نتیجه انتشار مواد رادیواکتیو مصنوعی در جو و سطح زمین مطالعات دانشمندان فیزیک و شیمی برای بررسی چگونگی انتشار این ذرات که محققاً خطراتی برای موجودات زنده در بردارد آغاز گردید. ازین دانشمندانیکه مطالعات عمیق در این زمینه انجام داده اند می توان بعنوان مثال لیبی (۱) را ذکر کرد و نتایج حاصل از تحقیقات او را در مورد چگونگی ریزش مواد رادیواکتیو پس از انفجارات اتمی بشرح زیر خلاصه کرد .

چنانچه انفجارهای اتمی در سطح زمین انجام گیرد و در صورتیکه قدرت بمب منفجر شده معادل یک مگاتن باشد آلودگی از تروپوسفر تجاوز نکرده و با نیمه عمری در حدود ۲ تا ۳ روز بسطح زمین میرسند. ولی در صورت افزایش قدرت تخریبی بمب، امکان انتشار ابر قارچی شکل حاوی مواد رادیواکتیویته منطقه استراتوسفر نیز زیاد بوده و محاسبه نشان میدهد که خاکسترهای اتمی حاصل با نیمه عمری در حدود ۷ سال بطور یکنواخت به تروپوسفر ریزش خواهند کرد و پس از رسیدن به تروپوسفر متناسب با شرایط جوی بسطح زمین ریزش خواهد کرد . با توجه باینکه آزمایشهای اتمی انجام شده اکثراً در نیم کره شمالی بوده و ایران از نظر موقعیت جغرافیائی خاص خود که در ۱۰ ر ۲ تا ۶ درجه عرض شمالی قرار گرفته احتمال ریزش مواد رادیواکتیو زیاد میباشد. بنابراین اندازه گیری و مطالعه تغییرات رادیواکتیویته آب و هوا خواه از نقطه نظر بهداشت و سلامت مردم و خواه از نقطه نظر جمع آوری اطلاعات راجع به چگونگی ریزش این مواد حائز اهمیت فراوان میباشد .

باتوجه بانکه احتمال بوجود آمدن هسته های ^{90}Sr : $T_{\frac{1}{2}} = 28$ (سال نیمه عمر)

منتشر کننده ذره β^- (0.544 Mev) زیاد می باشد (۲) و با توجه به تشابه زیادیکه بین یونهای Sr^{++} , Ca^{++} از نظر شیمیائی و بیولوژیکی وجود دارد (۳) و (۴) جذب ^{90}Sr توسط حیوانات و گیاهان کاملاً عملی بوده (۵) و بعلت تشبیت در استخوانها فوق العاده خطرناک می باشد. بنابراین جای تعجب نیست که توجه بسیاری از دانشمندان شیمی و بیولوژی را در کلیه نقاط جهان بخود جلب کرده باشد.

اندازه گیری و بررسی تغییرات ^{90}Sr در آبهای جاری و باران و برف تهران و حومه از یکطرف و اکتیویته کلی هوا - خاک و آب از طرف دیگر بمدت یکسال در مرکز اتمی دانشگاه تهران مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج حاصل ضمن توضیح تکنیکهای مربوطه از نظر میگذرد.

روش کار :

۱ - آب : در آبهای حاصل از باران (برای جمع آوری آن از ظروف مخروطی شکل از آهن سفید با سطح دهانه یکمتر مربع که بدنه داخلی آن از ورقه پلی اتیلن پوشیده شده استفاده می گردد) یا آبهای جاری قبل از اندازه گیری ^{90}Sr اندازه گیری اکتیویته کلی مواد محلول و غیر محلول در آب لازم بنظر میرسد. برای انجام اینکار مواد غیر محلول در حجم معینی از آب را (در صورت امکان ۱۰ لیتر) توسط کاغذ صافی بدون خاکستر جدا نموده و در کیسول سوزانده (در حرارت 250°C) و ۱۰۰ میلی گرم آنرا در پشتک کوچکی از فولاد زنگ نزن قرار میدهیم و برای تشبیت آن یک میلی لیتر از محلول بنزنی سیلیکون (۰.۴ گرم در لیتر) بان اضافه نموده . پس از تبخیر اکتیویته آنرا بادستگاه شمارند β و γ (EAR ۶۲۰) ساخت فرانسه اندازه گیری مینمائیم .

برای اندازه گیری اکتیویته کلی مواد محلول در آب ۱۰۰ میلی لیتر آنرا در حرارت ۸۰ تا ۹۰ درجه تبخیر و سپس در پشتک کوچکی از فولاد زنگ نزن ریخته و پس از تبخیر کامل اکتیویته کلی آن بوسیله دستگاه شمارش فوق اندازه گیری میگردد .

برای اندازه گیری ^{90}Sr که در حال تعادل با ^{90}Y می باشد ^{90}Y از اثر دزنتگراسیون ^{90}Sr با تشعشعات β حاصل میشود و نیمه عمر آن در حدود ۶ ساعت است که منتشر کننده به β با انرژی (0.544 Mev) ^{90}Y می باشد میتوان با اندازه گیری ^{90}Y بی بمقدار ^{90}Sr برد روشی را که برای جدا کردن ^{90}Y مورد استفاده قرار گرفته است همان است که M. Jezequeul, H. Francois از آن استفاده نموده اند. (۶) و (۷) بدین منظور ۲ لیتر آب کاملاً زلال را در بشر دولیتری ریخته و بان مقداری نیترات آمونیوم و استرانسیم بترتیب معال

پنج میلی گرم اتریم و ده میلی گرم استرانسیم اضافه مینمائیم سپس ۳ میلی لیتر آمونیاک غلیظ ($d=0.91$) بان افزوده تا جوشش کامل محلول، در اینحالت ۱۰۰ میلی لیتر کربنات سدیم یک ملکول در لیتر بان میافزائیم. رسوبی ایجاد میشود که برای کامل شدن آن مایع را بمدت سپس حرارت را قطع کرده و بشر را حداقل دو ساعت بحال خود گذاشته تا رسوب تشکیل شده کاملاً ته نشین شود و سپس رسوب را بوسیله سانتریفوژ کردن جدا مینمائیم. رسوب را در ۲۰ میلی لیتر HCl ($d=1.16$) حل نموده و با آب مقطر آنرا به حجم ۵۰ سانتی متر مکعب میرسانیم سپس محلول را بوسیله آمونیاک به $pH=8$ میرسانیم و ده سانتی متر مکعب آنرا برداشته و با ۲۰ میلی لیتر محلول بنزنی اورتونئویل تری فلئوراستون (T.T.A) (۱۲ گرم در لیتر) مخلوط و پس از ۵ دقیقه تکان دادن فاز اورگانیک را جدا کرده و در پشتک کوچک از فولاد زنگ نزن تبخیر مینمائیم و سپس با دستگاه شمارنده β و γ EAR ۶۲۰ ساخت فرانسه مقدار اکتیویته ^{90}Y را اندازه گیری مینمائیم و با تصحیح زمان مقدار ^{90}Sr را در لحظه جدا شدن از ^{90}Y محاسبه مینمائیم.

۲ - هوا: برای سنجش رادیواکتیویته موجود در هوا که ناشی از انفجارات اتمی در جو و عناصر رادیواکتیو موجود در سطح زمین میباشد عملیات زیر را انجام میدهم.

۲۰۰ متر مکعب هوا را از یک کمپرسور Alup ساخت آلمان با سطح مکش ۲۱۲۲۶ سانتی متر مربع و دبی ۱۴ لیتر در دقیقه در مدت ۴ ساعت از روی یک کاغذ صافی بارانمان ۵٪ میگذرانیم. سپس قسمتی از آنرا (۲۸۳۳ سانتی متر مربع) در دستگاه سنجش رادیواکتیو فوق الذکر قرار داده و مشتقات رادون (نیمه عمر گاز رادون ۳۸۳ روز است که در حال تعامل با مشتقات خود میباشد با اندازه گیری مشتقات آن میتوان مقدار گاز فوق را تعیین نمود) را اندازه گیری مینمائیم. و برای سنجش اکتیویته مخصوص هوا که مربوط به عناصر رادیواکتیو با نیمه عمر نسبتاً طولانی میباشد. عمل شمارش را پس از ۵ روز (پس از این شدت اکتیویته تقریباً ثابت میشود) تکرار میکنیم.

نتایج:

۱ - آب: نتایج حاصل از میزان رادیواکتیویته کلی آب باران و جاری منطقه تهران و میزان ^{90}Sr آن بر حسب کوری بر متر مکعب در جدول (۱) و (۲) گنجانیده شده است که نکات زیر در آن جلب توجه میکند.

الف - اندازه گیری اکتیویته آب در زمانهای مختلف یک افزایش تدریجی را در طول زمستان ۵ نشان میدهد.

جدول شماره ۱

اكتیویته کلی و ^{90}Sr درآب باران

تاریخ نمونه گیری	اكتیویته کلی برحسب cie/m^2	اكتیویته ^{90}Sr برحسب cie/m^2
۴۰/۹/۱۹	2×10^{-6}	$1/20 \times 10^{-8}$
۴۰/۹/۲۵	$2/9 \times 10^{-6}$	—
۴۰/۹/۳۰	$2/7 \times 10^{-6}$	—
۴۰/۱۰/۳	$1/9 \times 10^{-6}$	$1/2 \times 10^{-8}$
۴۰/۱۰/۱۵	$2/1 \times 10^{-6}$	$1/3 \times 10^{-8}$
۴۰/۱۰/۲۵	$1/9 \times 10^{-6}$	$1/2 \times 10^{-8}$
۴۰/۱۱/۳	$2/8 \times 10^{-6}$	—
۴۰/۱۱/۱۵	$1/3 \times 10^{-6}$	$1/3 \times 10^{-8}$
۴۰/۱۱/۲۱	$1/5 \times 10^{-6}$	$1/1 \times 10^{-8}$
۴۰/۱۱/۲۶	$2/2 \times 10^{-6}$	$1/4 \times 10^{-8}$
۴۰/۱۲/۲	$9/5 \times 10^{-7}$	$9/2 \times 10^{-9}$
۴۱/۱/۳۰	$2/7 \times 10^{-6}$	$1/48 \times 10^{-8}$
۴۱/۲/۱	3×10^{-6}	$2/2 \times 10^{-8}$
۴۱/۲/۲	$9/5 \times 10^{-7}$	$1/7 \times 10^{-8}$
۴۱/۲/۴	$2/6 \times 10^{-6}$	$2/4 \times 10^{-8}$
۴۱/۲/۷	$1/4 \times 10^{-6}$	—
۴۱/۲/۹	$1/4 \times 10^{-6}$	$1/4 \times 10^{-8}$

جدول شماره ۲

اكتیویته کلی و استرونیسیم ^{90}Sr درآب دریند

تاریخ نمونه گیری	اكتیویته کلی برحسب cie/m^2	اكتیویته ^{90}Sr برحسب cie/m^2
۴۰/۹/۱۵	1×10^{-8}	$1/4 \times 10^{-9}$
۴۰/۱۰/۹	$1/32 \times 10^{-8}$	$11/3 \times 10^{-9}$
۴۰/۱۱/۱	$1/5 \times 10^{-8}$	$1/35 \times 10^{-9}$
۴۰/۱۱/۲۱	$1/8 \times 10^{-8}$	$1/7 \times 10^{-9}$
۴۰/۱۲/۱۹	$1/9 \times 10^{-8}$	$1/75 \times 10^{-9}$

— اکتیویته آب باران محسوساً ثابت و مدار متوسط آن در حدود :

$$2 \times 10^{-6} \text{ cie/m}^3 \left(\frac{\text{کوری}}{\text{مترمکعب}} \right)$$

که $\frac{1}{200}$ اکتیویته آنرا ^{90}Sr تشکیل میدهد .

آبهای جاری مانند آب رودخانه کرج نیز مورد مطالعه قرار گرفته که اکتیویته آن در فواصل آبان . ۴ تا خرداد ۱ و متغیر و در اواصل آذرماه . ۴ دارای ماکزیممی معادل $2/0 \times 10^{-8} \text{ cie/m}^3$ بوده است در اردیبهشت ماه ۱ و اکتیویته آن بمقدار قابل ملاحظه ای تنزل کرده است .

آب رودخانه ای که بسد کرج منتهی میشود نیز مورد مطالعه قرار گرفته و اکتیویته آن نشان میدهد هر قدر به دریاچه نزدیکتر میشویم کمتر میگردد بطوریکه مقدار آن از $0/3 \times 10^{-7} \text{ cie/m}^3$ در نزدیکی گچسار (. ۴ کیلومتری دریاچه) به $2/0 \times 10^{-8} \text{ cie/m}^3$ در محل دریاچه تنزل نموده است .

آب قناتها و آب چاهها بین 10^{-12} cie/m^3 تا 10^{-11} cie/m^3 بوده است .

جدول شماره ۳

اکتیویته سشتقات رادون در هوا

تاریخ	اکتیویته بر حسب cie/m^3
تیر ۱۳۴۰	$6/2 \times 10^{-10}$
» مرداد	$6/4 \times 10^{-10}$
» شهریور	7×10^{-10}
» مهر	$7/6 \times 10^{-10}$
» آبان	9×10^{-10}
» آذر	$9/8 \times 10^{-10}$
» دی	$9/6 \times 10^{-10}$
» بهمن	$9/1 \times 10^{-10}$
» اسفند	9×10^{-10}
فروردین ۱۳۴۱	$7/6 \times 10^{-10}$
» اردیبهشت	7×10^{-10}
» خرداد	6×10^{-10}
» تیر	6×10^{-10}
» مرداد	600×10^{-10}

۲ - هوا : تغییرات اکتیویته کلی هوای تهران در فاصله تیر . ۴ تا پایان شهریور ۱۳۴۰ برحسب کوری بر متمرکز در جدولهای ۳ و ۴ نشان داده شده است . بطوریکه ملاحظه میشود مقدار آن تا مهرماه ۱۳۴۰ بتدریج افزایش یافته و از این تاریخ سرعت افزایش بمقدار فوق العاده زیاد بالا رفته است که میتوان آنرا نتیجه رسیدن خاکستر رادیواکتیو ناشی از آزمایشهای اتمی آمریکا و شوروی در ماههای شهریور - مهر - آبان دانست ولی نزول اکتیویته در فاصله ماههای دی و بهمن نتیجه بارندگی نسبتاً شدید و مداومی بوده که در این مدت در تهران جریان داشته است . بطوریکه در همین زمان اکتیویته مواد غیر محلول در آب باران نسبت به ماههای قبل فوق العاده افزایش یافته بود . از اوائل اسفندماه . ۴ مجدداً بعزت عدم بارندگی در تهران اکتیویته مخصوص هوا رو بفزونی گذاشت و این افزایش تا پایان همین ماه ادامه داشت بطوریکه مقدار متوسط آن به $3/1 \times 10^{-11} \text{ cie/m}^3$ رسیده است و سپس به تدریج قوس نزولی را طی و در اوایل فروردین و اوائل اردیبهشت ۱۳۴۰ بعزت یک سری بارندگی های شدید و همراه آلودن ذرات رادیواکتیو با خود میزان رادیواکتیویته ویژه هوا فوق العاده کاهش یافته که همزمان با افزایش اکتیویته مخصوص آب باران بوده است .

جدول شماره ۴

اکتیویته کلی هوا (بدون رادون)

تاریخ	اکتیویته هوا برحسب cie/m^3
تیر ۱۳۴۰	$1/5 \times 10^{-12}$
» سرداد	$2/1 \times 10^{-12}$
» شهریور	$2/6 \times 10^{-12}$
» مهر	$2/8 \times 10^{-12}$
» آبان	1×10^{-11}
» آذر	2×10^{-11}
» دی	$2/8 \times 10^{-11}$
» بهمن	$1/9 \times 10^{-11}$
» اسفند	$3/1 \times 10^{-11}$
۱ تا ۲۰ فروردین ۱۳۴۱	$2/5 \times 10^{-11}$
» ۱۰ تا ۲۰ اردیبهشت	1×10^{-11}
» ۱۰ تا ۳۰ »	1×10^{-11}
» خرداد	7×10^{-12}
» تیر	$5/1 \times 10^{-12}$
» مرداد	$4/5 \times 10^{-12}$
» شهریور	4×10^{-12}

نتایج کلی

از بررسی مطالعات در زمینه اندازه گیری آبهای باران و قسمتی از آبهای مشروب و همچنین هوای تهران نتایج زیر حاصل شده است .

۱ - اکتیویته کلی آبهای باران در فصول مختلف متفاوت بود و مقدار ماکزیمم آن در اول اردیبهشت ۱۳۴۱ ۳×10^{-6} cie/m^۳ ملاحظه شده است که میتوان آنرا نتیجه رسیدن خاکستر حاصل از انفجارات اتمی امریکا و شوروی به فضای تهران دانست .

۲ - اکتیویته مربوط به ^{۹۰}Sr در آبهای باران تا $۲/۴ \times 10^{-۸}$ cie/m^۳ نیز رسیده است (۱ - ۴ اردیبهشت ۱۳۴۱) و این مقدار از حد مجاز ۸×10^{-۷} cie/m^۳ کمتر بوده است .

۳ - اکتیویته کلی آبهای قنات و چاههای تهران فوق العاده کم ($10^{-1۲}$ cie/m^۳) و اکتیویته ^{۹۰}Sr در این آبها غیر قابل سنجش بوده است .

۴ - اکتیویته آب رودخانه کرج در اثر بارندگی فصلی متغیر بوده و مقدار آن هر قدر که بطرف دریاچه نزدیکتر میشود کمتر میگردد .

۵ - هوای تهران در سال ۱۳۴۱ بعلمت آزمایشهای اتمی امریکا و شوروی به مقدار نسبتاً زیاد به مواد رادیواکتیو آلوده گشته و بعلمت خشکی هوای این منطقه ریزش این مواد بسطح زمین در مواقع عادی بتأنی صورت میگیرد ولی نزول باران و افزایش رطوبت موجب تجمع و انحلال ذرات فوق و در نتیجه ریزش سریع آنها میگردد .

منابع

- (1) Health Physics Journal Volume 1(1958)
- (2) Service de controles des radiation et de genie radioactif PA/59-069 LF/SK cours physiques elementaire des piles. Fev (1959)
- (3) J. GOVAERTS. Introduction à la chimie nucleaire.
- (4) H,R.Rosenthal, Science 126-1957-699. uptake of calcium-54 and strontium-90 from water by fresh-water fishes.
- (5) H.G. Jones, Document A.E.R.E. Spar/6(1955). Some factors influenciang the gastro-intestinal absorption of Strontium in ratts.
- (6) H.Francois et Melle M. Jezequel Determination du ⁹⁰Sr et ⁹⁰Y dans l'eau de mer (1961)
- (7) H.FRANCOIS,M.JEZEQUEL Bull. CEBEDEAU 50 269(1960).