

بررسی و تعیین میزان رادیوآکتیویته عنصر سزیم - ۱۳۷ و پیامدهای زیست محیطی آن در آب و خاک دریاچه شورابیل

دکتر علی احد زاده^۱، دکتر فریبا اسفندیاری درآباد^۲

چکیده:

دریاچه شورابیل در محدوده شهر اردبیل و نسبت به شهر، در بلندی قرار گرفته و به صورت یک حوضه بسته رسوبی در یک ناودیس نامتقارن کم عمق، در کوهپایه‌های جنوب شهر اردبیل قرار دارد. این دریاچه به عنوان یکی از اکوسیستم‌های حساس موجود در استان اردبیل با خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، اکولوژیکی و بیولوژیکی خاص و منحصر به فرد به شمار می‌آید. یکی از عوامل بالقوه زیانبار زیست محیطی، پرتوهای یون ساز می‌باشند که می‌تواند ناشی از منابع طبیعی با منشاء کیهانی و مواد پرتوزای طبیعی موجود در پوسته زمین و نیز منابع مصنوعی شامل مواد پرتوزای مصنوعی، دستگاه‌های پرتوساز و یا حادثه در رآکتور باشند. عنصر سزیم-۱۳۷ یکی از مواد رادیو اکتیو مصنوعی است - که در حالت عادی در طبیعت یافت نمی‌شود- و در اثر حادثه چرنوبیل در محیط پراکنده و کشورهای مشترک المنافع، اروپای شرقی و احتمالاً قسمت‌هایی از استان اردبیل را نیز تحت تأثیر قرار داده است. بنا به اهمیت موضوع با نمونه‌برداری از آب و خاک اطراف دریاچه شورابیل، احتمال وجود این ماده بررسی و مقدار آن با استفاده از دستگاه گاما اسپکترومتر با دقتور نیمه هادی ژرمانیم خالص با رعایت کلیه شرایط و استانداردهای مرتبط IAEA و ASTM در آزمایشگاه جابر ابن حیان سازمان انرژی اتمی ایران، اندازه گیری گردید که نتایج بدست آمده دلیل بر وجود عنصر سزیم در خاک اطراف دریاچه شورابیل که می‌تواند ناشی از حادثه چرنوبیل باشد و دلیل عدم وجود این عنصر در آب بوده و مقدار آن در آب دریاچه همواره کمتر از حد تشخیص دستگاه می‌باشد.

کلید واژه‌ها: دریاچه شورابیل، سزیم-۱۳۷، آلودگی، حادثه چرنوبیل.

مقدمه:

موقعیت شورابیل در نقشه جغرافیایی استان اردبیل:

استان اردبیل با مساحتی بالغ بر ۱۷۹۵۳ کیلومتر مربع، در مختصات جغرافیایی ۴۲ و ۳۹ تا ۴۵ و ۳۷ عرض شمالی و ۵۵ و ۴۸ تا ۰۳ و ۴۷ طول شرقی که ۱/۰۹ مساحت کل کشور ایران را تشکیل داده در شمال فلات ایران قرار دارد.

در این میان تالاب شورابیل در جنوب شهر اردبیل و در محدوده آن واقع شده است. در شکل شماره ۱ موقعیت استان، شهرستان اردبیل و دریاچه شورابیل در محدوده کشور ایران نشان داده شده است.



شکل شماره ۱: نقشه موقعیت استان، شهرستان اردبیل و دریاچه شورابیل در کشور ایران

مشخصات و مختصات جغرافیایی دریاچه شورابیل

مختصات جغرافیایی:

۳۶ و ۱۷ و ۴۸ - ۱۵ و ۱۶ و ۴۸ طول شرقی

۱۳ و ۱۱ و ۳۸ - ۱۲ و ۲۴ و ۳۸ عرض شمالی

وسعت و گنجایش:

حداکثر مساحت تالاب شورابیل در صورت انباشت آب، بالغ بر ۲۵۰ هکتار می باشد. با توجه به نوسانات آب، احتمال کاهش سطح تالاب تا حد طبیعی (۱۲۰ هکتار) وجود دارد. گنجایش تالاب شورابیل در بالاترین میزان، چهارده میلیون متر مکعب برآورد گردیده که حداکثر عمق آن در این وضعیت ۲۱ متر تعیین شده است. حجم آب تالاب در حد پایین ترین مقدار ۲/۰۲ میلیون متر مکعب و بیشترین عمق در این شرایط ۷ متر می باشد.

توپوگرافی:

دریاچه شورابیل نسبت به شهر اردبیل در بلندی قرار دارد و پیرامون آن را تپه های کم ارتفاع فرا گرفته است. ارتفاع دریاچه در وضعیت طبیعی ۱۳۶۳/۵ متر از سطح دریای آزاد می باشد و در صورت انباشتگی آب تا حد ماکزیمم، این ارتفاع به ۱۳۷۰ متر افزایش می یابد. شیب عمومی دریاچه جنوبی - شمالی است. شیب بستر دریاچه نیز به پیروی از شیب عمومی حوضه آبخیز جنوبی - شمالی بوده و دریاچه در ناحیه مرکزی به عمیق ترین حد خود می رسد که حداکثر ۲۱ متر تعیین شده است.

ارتفاع بلندترین نقطه حوضه آبخیز این عرصه آبی ۱۷۵۰ متر از سطح دریای آزاد می باشد که به تپه ای واقع در شمال روستای زیوه مربوط است. در نقشه های توپوگرافی دریاچه شورابیل در وضعیت طبیعی به شکل یک دانه لوبیا است که خمیدگی آن به سوی شمال می باشد. این خمیدگی می رساند که کناره های شمالی آن دچار فرسایش شدید شده است. از نقاط مرتفع پیرامون دریاچه، تپه ای است که در غرب دریاچه با دامنه های پرشیب دیده می شود.

بررسی اجمالی پرتو افشانی در منطقه شورابیل

یکی از عوامل بالقوه زیانبار زیست محیطی، پرتوهای یون ساز می باشد که ناشی از منابع طبیعی با منشاء کیهانی و مواد پرتوزای طبیعی موجود در پوسته زمین و نیز منابع مصنوعی شامل مواد پرتوزای مصنوعی و دستگاه های پرتوساز می باشند. به طور طبیعی در برخی از نقاط جهان و در سطح و عمق چندین متری زمین سه نوع ماده رادیواکتیو موجود است. مواد رادیواکتیویته آلفا دهنده، بتا دهنده و گاما دهنده. یک هسته نمی تواند همزمان با بیش از تابش یک نوع دز تجزیه شود. مواد رادیو اکتیویته طبیعی در نتیجه متلاشی شدن پی در پی تجزیه می گردند. منابع طبیعی پرتو یون ساز نظیر آلفا، بتا، نوترون ها و فوتون های گاما از بدو خلقت کره زمین در آن وجود داشته و دارند و طی قرون متمادی کاهش ناچیزی پیدا کرده و بخش اعظم پرتوگیری آنان، ناشی از مواد پرتوزای موجود در پوسته زمین است.

پرتو افشانی در آب و لجن دریاچه شورابیل:

بالا بودن میزان گوگرد در آب دریاچه شورابیل، علت استفاده درمانی از آب و لجن این دریاچه، جهت درمان بیماری های پوستی می باشد. بنا به بررسی های بعمل آمده، آنالیز گل دریاچه با روش های رونتگن اسپکتورال، وجود ریز عناصر وانادیوم، مولیبدن، باریم و استرانسیوم را ثابت کرده است. وجود این عناصر دلالت به وجود مواد رادیواکتیو مانند اورانیوم، رادیم و توریم است. در این بررسی مشخص گردید که آب دریاچه دارای گاز رادون نیز می باشد.

پرتو افشانی هسته ای در اطراف دریاچه شورابیل:

بر اساس نتایج به دست آمده، اندازه پرتو افشانی هسته ای در اطراف دریاچه شورابیل نشان داد که میزان اشعه پراکنی هسته ای در این اراضی بیش از حد معمول آن (در حدود ۶۶-۳۰ میکروروننگن در ساعت) می باشد. پژوهش های اولیه آنان نشان داد که ماده پرتو افشان گل خاکستری - سفید مخصوص بوده و گل مذکور شکل گرد را دارد و به سهولت می تواند توسط باد از جایی به جایی دیگر منتقل شده و ارگاز های تنفسی افرادی را که در اطراف دریاچه واقع هستند را آلوده نماید. بدیهی است منشا این گردها، مواد آتشفشانی سبلان می باشد که قسمت بزرگی

از اراضی استان را در اواخر دوران سوم و اوایل دوران چهارم زمین شناسی پرکرده و دشت‌های پربرکت اردبیل و مغان بر روی آن بوجود آمده است. این محصول آتشفشانی در مدت زمان تاریخی، تبدیل به بنتانیت شده و دارای خواص رادیواکتیویته گردیده است.

بررسی خاک‌های اطراف شورابیل از نظر مواد رادیواکتیو:

نتایج اندازه‌گیری پرتوافشانی خاک‌های منطقه شورابیل که در سه مرحله صورت گرفت. نشان داد که اگر چه آلودگی رادیواکتیو به مقدار خیلی کم در برخی از نقاط منطقه شورابیل وجود دارد، ولی سایر مکان‌ها و محیط اطراف آن کاملاً از نظر رادیواکتیو سالم می‌باشند. همچنین نتایج آزمایشگاهی نشان داد که استرانسیوم به مقدار بسیار زیادی در قشر بالای خاک‌های خاکستری - قهوه‌ای منطقه شورابیل وجود دارد و مقدار آن ۳۵۰۰ میلی‌گرم در یک کیلوگرم تعیین شده است. قشرهای پایین این خاک‌ها هم در یک کیلوگرم خاک، حدود ۳۵۰۰ - ۱۵۲۰ میلی‌گرم استرانسیوم دارند. لازم به ذکر است که استرانسیوم دارای خواص پرتوافشانی می‌باشد. برای مثال استرانسیوم ۹۰ از خواص پرتوافشانی برخوردار است و مدت پرتوافشانی ذرات آن هزاران سال بوده و این عنصر را خطرناک می‌کند. استرانسیوم در ترکیب گیاهان علوفه‌ای به تعداد زیادی تجمع می‌یابد. در بین این گیاهان خارشتر بیش از دیگران، استرانسیوم را در بافت‌های خود جمع می‌کند. این عنصر و به خصوص ایزوتوپ‌های آن با توده گیاهی به ارگانیزم حیوانات راه یافته و از همین راه به بدن انسان وارد می‌گردد. عناصر طبیعی و مصنوعی دارای خاصیت رادیواکتیو در خاک‌های اطراف دریاچه شورابیل مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفتند.

روش بررسی:

با توجه به هدف کلی تحقیق، که بررسی و تعیین میزان رادیواکتیویته عنصر سزیم-۱۳۷ و پیامدهای زیست محیطی آن در آب و خاک دریاچه شورابیل را مد نظر دارد، این مقاله بر محورهای اساسی عملیات میدانی و تجزیه و تحلیل نهایی به شرح زیر استوار می‌باشد:

مطالعات میدانی:

به منظور شناسایی وضعیت موجود دریاچه شورابیل و برای سنجش مقدار عنصر سزیم-۱۳۷، تعداد ۵ ایستگاه برای محیط آب و ۴ ایستگاه برای محیط خاک دریاچه شورابیل به شرح جدول شماره ۱ و شکل شماره ۲ در گستره دریاچه مشخص و مختصات جغرافیایی آن‌ها به وسیله GPS تعیین گردید.

جدول شماره ۱: موقعیت ایستگاه های آب

ایستگاه	موقعیت	طول و عرض جغرافیایی
No 1	ورودی دریاچه - روبروی کتابخانه مرکزی	38°- 12'- 59" North 48°- 17'- 35" East
No 2	روبروی پارک بازی	38°- 12'- 35" North 48°- 16'- 44" East
No 3	وسط دریاچه	38°- 12'- 45" North 48°- 16'- 49" East
No 4	ورودی کانال آب	38°- 12'- 35" North 48°- 16'- 18" East
No 5	روبروی نمایشگاه و مجتمع اقامتی کوثر	38°- 12'- 25" North 48°- 16'- 47" East

جدول شماره ۲: موقعیت ایستگاه های خاک

ایستگاه	موقعیت	طول و عرض جغرافیایی
Soil No 11	ورودی شورابیل - جنب هتل	38°- 13'- 03" North 48°- 17'- 32" East
Soil No 12	جنب پارک بازی	38°- 12'- 1.3" North 48°- 17'- 41.5" East
Soil No 13	جنب کانال ورودی آب	38°- 12'- 35.9" North 48°- 16'- 13.8" East
Soil No 14	روبروی دانشگاه محقق اردبیلی	38°- 12'- 2.6" North 48°- 16'- 33.3" East



شکل شماره ۲: نقشه موقعیت ایستگاه های آب و خاک
(شماره های ۵ - ۱ - مربوط به نمونه های آب و شماره های ۱۴ - ۱۱ مربوط به نمونه های خاک می باشد)

مرحله انتقال و اندازه گیری نمونه ها از نظر رادیواکتیویته :

تعداد ۵ نمونه آب و ۴ نمونه خاک به منظور تعیین میزان اکتیویته عنصر ^{137}Cs - به آزمایشگاه جابر ابن حیان سازمان انرژی اتمی ایران منتقل و با استفاده از دستگاه γ اسپکترومتر مدل HPGe با دکتور ژرمانیم ، مورد سنجش قرار گرفت. بدین ترتیب که پس از آماده سازی و انتقال نمونه ها به ظروف مخصوص اندازه گیری اکتیویته عناصر حجم ظرف مخصوص نمونه های آب ۲۵۰ سی سی و نمونه های خاک ۵۰۰ سی سی گنجایش دارد -توسط کارشناسان و مسئولین آزمایشگاه اسپکترومتری هسته ای با رعایت کلیه شرایط و استانداردهای مرتبط IAEA و ASTM مورد تعیین نوع و سنجش میزان رادیواکتیویته قرار گرفتند.

سزیم:

سزیم یک فلز قلیایی است و رفتار آن در بدن مشابه سدیم و پتاسیم بوده و خاصیت جابجایی با آن ها را دارد و پس از جابجایی، باعث ایجاد اختلال حواس و عدم تعادل در انسان شده و در نهایت باعث سرطان معده می گردد. سزیم از طریق کلیه، همراه با ادرار از بدن دفع و مجدداً ممکن است وارد زنجیره غذایی شود . مهم ترین کاربرد سزیم در طبیعت به عنوان عنصر ردیاب است، زیرا این عنصر به صورت طبیعی وجود ندارد (به دلیل نیمه عمر کوتاه حدود ۳۰ سال) و به همین جهت می تواند به عنوان سال پایه در اندازه گیری فرسایش مورد استفاده قرار گیرد. در جریان حادثه نیروگاه هسته ای چرنوبیل در تاریخ ۲۶ آوریل ۱۹۸۶، حدود 2×10^{18} بکرل ذرات رادیواکتیو و عمدتاً سزیم - ۱۳۷ تا فاصله ۱۰۰۰ کیلومتر پراکنده گردید.

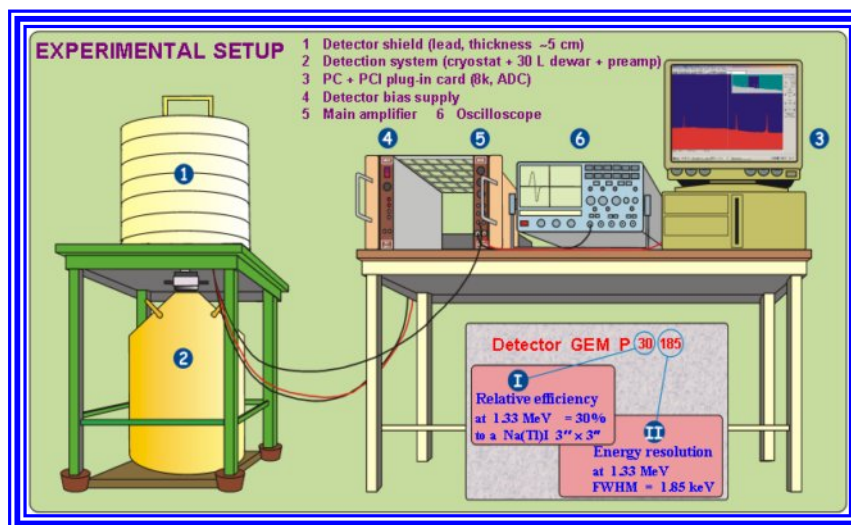
مرحله اندازه‌گیری نمونه‌ها :

پس از انتقال نمونه‌ها به محل آزمایشگاه ، مرحله آماده سازی نمونه‌ها شروع می‌شود که در مرحله نخست ، در نمونه برداری خاک ، مش نمونه دقیقا کنترل و الک می‌شود (از مش بندی ۲۰۰ میکرومتر استفاده می‌شود). سپس عمل یکنواخت سازی صورت گرفته و نمونه های خاک در ظروف (مارینالی Marinaly) که ظرفیت آن ۵۰۰ گرم است - جهت شمارش به دستگاه منتقل شده و با اضافه کردن Label و ثبت تاریخ نمونه‌سازی و نمونه‌برداری ، مکان نمونه‌برداری ، کد نمونه‌برداری ، با دستگاه گاما اسپکترومتر ، عمل شمارش انجام می‌گیرد.

در نمونه های آب بر اساس استانداردهای ASTM و EPA که در مورد نمونه‌های خاک نیز دقیقا رعایت می‌گردد پس از رقیق سازی و افزودن اسید نیتریک به منظور حذف میکروارگانسیم ها و کنترل PH نمونه ، به مدت ۲۱ تا ۲۴ روز جهت به تعادل رسیدن رادیوم با بیسموت و جلوگیری از تبدیل شدن رادیوم به گاز رادون ، نمون ها به صورت ایزوله نگهداری می‌شوند و سپس در ظرف های ۲۵۰ CC برای اندازه‌گیری به دستگاه گاما اسپکترومتر منتقل می‌شوند.

در دستگاه گاما اسپکترومتر که شکل ۳ نمائی از آن را نشان می‌دهد ، نمونا ها در محفظه دتکتور گذاشته شده و دستگاه تنظیم می‌گردد . از زمان شمارش ؛ شماره و نام فایل ثبت می‌شود ، سپس به مدت ۱۲ تا ۲۴ ساعت ، بسته به نوع و غلظت عناصر رادیواکتیو ، شمارش آغاز می‌گردد.

پیک های عناصر مورد اندازه‌گیری بر روی مونیتر ، نوع و میزان آن‌ها را مشخص می‌کنند. مثلا سزیم ۱۳۷ در پیک ۶۶۱ keV ، میزان شمارش را نشان می‌دهند . برای اندازه‌گیری طیف انرژی از اشعه‌های گامای ساطع شده در دامنه انرژی بین ۵۰ keV تا ۳۰۰۰ keV استفاده می‌شود. داده های خام از PC دریافت و تجزیه و تحلیل به عمل آمده و پاسخ های نهایی استخراج می‌گردد .



شکل شماره ۳: نمائی از دستگاه گاما اسپکترومتر با دتکتور ژرمانیم خالص

نتایج رادیو آکتیویته ایستگاههای محیط آب و خاک دریاچه شورابیل :

مقادیر رادیوآکتیویته اندازه گیری شده برای عنصر سزیم-۱۳۷، با نمونه برداری از ایستگاههای آب و خاک، اندازه گیری گردید که نتایج به شرح جدول ۳ و ۴ و شکل شماره ۴ می باشد.

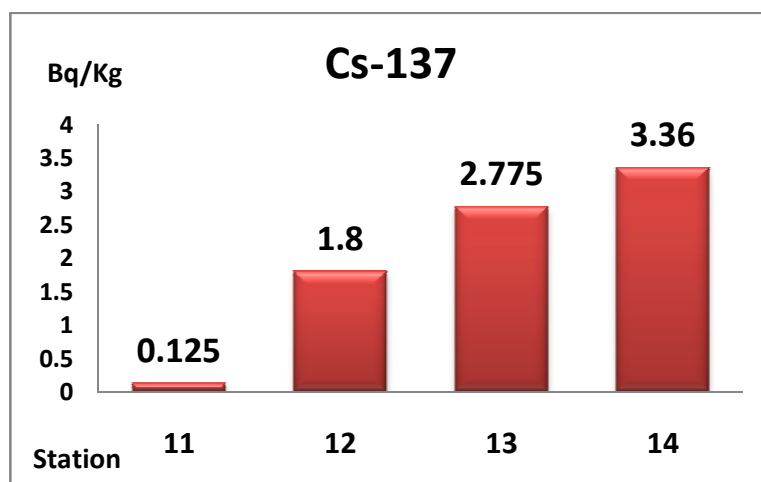
جدول ۳: مقادیر رادیوآکتیویته عنصر سزیم ۱۳۷ در ایستگاههای آب

Station Element	1	2	3	4	5	Standard
Cs-137 Bq/kg	>LLD	>LLD	>LLD	>LLD	>LLD	IAEA-6-375

LLD = کمتر از حد تشخیص دستگاه

جدول ۴: مقادیر رادیوآکتیویته عنصر سزیم ۱۳۷ در خاک دریاچه شورابیل

Station Element	11 (soil)	12 (soil)	13 (soil)	14 (soil)	Standard
Cs-137 Bq/kg	3.36 ± 15%	2.775 ± 15%	1.8 ± 15%	0.125 ± 15%	IAEA-Soil -6-375



شکل شماره ۴: نمودار مقادیر رادیوآکتیویته عنصر سزیم ۱۳۷ در خاک دریاچه شورابیل

بحث و نتیجه‌گیری در مورد میزان اکتیویته نمونه‌های آب :

با ایجاد تغییرات کلی در اکوسیستم طبیعی دریاچه شورابیل و تبدیل آن از وضعیت آب شور به آب شیرین و همچنین افزایش گنجایش آن ، با در نظر گرفتن تحقیقات قبلی می توان گفت :
میزان غلظت عنصر مورد بررسی، کاهش مشهودی داشته و در نمونه‌های آب هیچ گونه غلظتی از عنصر سزیم - ۱۳۷- که جزو مواد رادیواکتیو مصنوعی است - مشاهده نشده و در تمامی موارد از حد تشخیص دستگاه گاما اسپکترومتر آزمایشگاه جابر ابن حیان سازمان انرژی اتمی ایران، پایین تر بوده است. پس می توان گفت که بقایایی از حادثه چرنوبیل و یا هر پدیده غیر طبیعی دیگر در آب منطقه دریاچه شورابیل دیده نمی شود.
با در نظر گرفتن این مسئله که اکثریت استفاده کنندگان از محیط طبیعی و گردشگری دریاچه به صورت فصلی و هفتگی در محیط حضور یافته و افراد ساکن و شاغل درصد پایین را تشکیل می دهند ، در این صورت به علت عدم استمرار حالت تابش مواد رادیواکتیو و در معرض قرار گرفتن مستمر آن ، خطرات نگران کننده‌ای وجود ندارد ولی با این حال بایستی در پرورش آبزیان و استفاده غذایی از آب دریاچه شورابیل با دقت بیشتری برخورد کرد.

بررسی میزان اکتیویته نمونه‌های خاک:

در بررسی میزان رادیواکتیو نمونه‌های خاک می توان گفت:
مقدار سزیم - ۱۳۷- که یک ماده رادیواکتیو غیر طبیعی است و حضور آن می تواند ناشی از حادثه چرنوبیل باشد، بین ۰/۱۲۵ تا ۳/۳۶ بکرل بر کیلوگرم متغیر است. تفاوت این نتایج مربوط به اختلاف ارتفاع ایستگاه‌ها می باشد که این اختلاف ارتفاع تا ۲۰ متر هم می رسد.

منابع:

- 1- Ardabil State Province website, 2011. [.http://www.ostan ar.ir/portal/Home](http://www.ostan ar.ir/portal/Home).
- 2- Parivand, yagoob, 2001. A View in the Ecological Situation of Ardabil Province”, Islamic Azad University of Ardabil press, 176 P.
- 3- EsfandiariDarabad ,Fareba, 2007. Topographical situation of Ardabil region.Final report of research project. (in Persian), PP.66-68.
- 4- GhannadiMaragheh , M .2003. Nuclear Chemistry and Radio Chemistry, publication of Iran 's atomic energy organization. PP. 173-179.
- 5- Khodabakhsh ,Rasool,1999 . “Investigating the soils around Shoorabil for determining their radioactivity”.Uremia University. PP .9 -13.
- 6-.Shakoori ,Behrooz ; Aalighadr , Mortaza,1997 . “The study of natural resources of radioactive substance in Ardabil” Second Seminar of environment Sanitary. PP. 84 – 88.
- 7- Bayat, Iraj,2008.”Pollution Water”,North Tehran Branch Iran, PP.133-134.
- 8- Kamali ,Aliakbar,1996 . “Determining the Degree of Activity in Cesium 137 and 134, Plumb 210, and Radium 226 with Radiometric. MS Thesis , Method, Technique and Science Faculty, North Tehran Brunch. 151 P.
- 9- KarimiNejad , Mahdi,1995. “The study and recognition of Radionuclide From Chernobyl atomic explosion”. MA Thesis . PP. 27- 35.
- 10- Debertain , K ; Helmer , R G,1988. Gamma- and X-Ray Spectrometry with Semiconductor Detectors. North-Holland , Amsterdam. 341 P.