

ارتباط بین میزان بارندگی و نفوذ ^{137}Cs در خاک

رضا پورایمانی^۱؛ مرضیه مظلوم؛ محمدرضا زارع

گروه فیزیک، دانشکده ی علوم، دانشگاه اراک، صندوق پستی ۳۸۱۵۶-۸۷۹

چکیده

مناطق شش گانه اراک، دلیجان، شازند، هندودر، مالک آباد و امرآباد واقع در استان مرکزی روی یک شیب بارانی قرار دارند. نمونه برداری از خاک این نواحی از عمق های ۵، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ سانتیمتری صورت گرفته است. روش استاندارد ی که برای نمونه برداری از خاک مورد استفاده قرار گرفته است روش سامان یافته دایره ای بوده که با توجه به امکانات بهترین شیوه تشخیص داده شد.

میزان فعالیت ^{137}Cs موجود در این نمونه ها با استفاده از سیستم های طیف نگاری پرتوهای گاما متشکل از آشکارسازهای HPGe تعیین شده است. نمودار میزان فعالیت ^{137}Cs بر حسب عمق خاک برای این ۶ منطقه و نیز نمودار فعالیت ^{137}Cs بر حسب میزان بارندگی رسم شده است.

واژگان کلیدی: آشکارساز HPGe ، کالیبراسیون انرژی، کالیبراسیون بازدهی، فعالیت ویژه، ^{137}Cs

مقدمه

جذب نوترون توسط هسته های سنگین نظیر اورانیوم ^{235}U و پولوتونیوم ^{239}Pu در اکثر موارد منجر به شکافت آنها میگردد که در این صورت هسته سنگین به هسته های سبکتر تبدیل میگردد که به پاره های شکافت معروفند. تعداد پاره های شکافت بسیار متنوع و دارای نیم عمرهای گوناگونی هستند این ایزوتوپ ها به دلیل پرتوزا بودن برای محیط زیست خطرناک بوده و تحت شرایط خاصی جدا سازی و نگهداری میشوند زباله های هسته ای همواره یکی از مسائل مهم استفاده از انرژی هسته ای است که در موارد خرابی و انفجارات عمدی هسته ای به صورت غبار هسته ای وارد اتمسفر کره زمین شده و توسط بادهای و نزولات جوی مناطق وسیعی از محیط زیست ما را آلوده میکنند. بعضی از پاره های شکافت مانند ^{90}Sr و ^{137}Cs دارای نیم عمر طولانی بوده و بعد از گذشت سالها هنوز مقدار قابل ملاحظه ای از آن در خاک و بیوسفر موجود است. [1,2,3,4]

پس از حادثه چرنوبیل، و نیز تست های خیلی زیاد سلاح های هسته ای و حوادث هسته ای دیگر همراه با ریزش مواد پرتوزا، ^{137}Cs نیز وارد محیط زیست شد. میانگین آن در پوسته کره زمین $3\mu\text{gg}^{-1}$

¹r-pourimani@araku.ac.ia

تخمین زده شده است. [2,3,4,5]. یکی از روش های ورود این عنصر به درون خاک انتقال توسط بارندگی های جوی است. وارد شدن آب به داخل خاک را نفوذ گویند. مقدار نفوذ از یک نقطه به نقطه دیگر بسیار متغیر است زیرا سرعت نفوذ آب در خاک بستگی به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دارد. آب به هنگام نفوذ در خاک انواع مواد معدنی، شیمیایی و نیز رادیونوکلئیدهای طبیعی و مصنوعی از جمله ^{137}Cs را به درون خاک انتقال می دهد. آب پارامتر اصلی در مطبوع کردن هوا برای زندگی بشر است و در همه جای کره زمین یافت می شود. استفاده بهینه از آن به عنوان یک امتیاز در دنیای توسعه یافته تلقی می گردد و از آنجا که اطلاع دقیق از میزان بارندگی و شرایط آب و هوایی یک منطقه مستلزم ایجاد ایستگاههای هوا شناسی با صرف هزینه بالایی است یافتن روش ساده تر برای اطلاع از چگونگی وضعیت بارندگی و آب و هوایی یک منطقه کمک شایانی به فعالیت های کشاورزی و سدسازی و صنعتی خواهد کرد [5,6]. کار های مشابه که در سایر نقاط جهان انجام گرفته است عبارتند از اندازه گیری ^{137}Cs در کشور اکراین و صربستان که نمودار فعالیت آن بر حسب عمق خاک در مرجع [5] و [7] آمده است.

روش کار:

نمونه برداری

هر چه تعداد نمونه ها بیشتر و و بانیجه تعداد اندازه گیری هاهم بشتر باشند نتایج به دست آمده مسلما دقیقتر و مطمئن تر خواهند بود. در این بررسی، نمونه ها از ۶ ایستگاه باران سنجی سازمان هوا شناسی استان مرکزی تهیه شدند که در هر استگاه ۶ نمونه از عمق های ۵، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ سانتی متر تهیه شد. که در نهایت ۳۰ نمونه برای آنالیز نهایی آماده گردید.

آماده سازی نمونه ها

نمونه های جمع آوری شده به مدت ۱۲ ساعت در کوره در دمای 160°C قرار گرفته اند تا کاملاً خشک شوند. به منظور بدست آوردن نمونه های کاملاً همگن و با چگالی یکنواخت، ابتدا نمونه ها توسط آسیاب فکی خرد شده، سپس نمونه ها وارد آسیاب گلوله ای سیاره ای شده تا کاملاً پودر شوند. مرحله بعد شامل مش بندی نمونه است، ابتدا نمونه ها با مش شماره ۱۰ و سپس با مش شماره ۵۰ الک شده تا نمونه ها در پایان کاملاً ریز دانه و یکنواخت باشند. سپس نمونه ها رابه منظور طیف نگاری در ظروف مخصوص مارینلی و نگین قرار دادیم.

اندازه گیری فعالیت ویژه

اندازه گیری طیف های نمونه های مختلف توسط دو آشکارساز HPGe هم محور از نوع p با بازده های نسبی 38.5% و 55% صورت گرفته است. قدرت تفکیک انرژی این آشکارسازها به ترتیب 1.95keV و 1.8keV برای پرتو گامای ^{60}Co با انرژی 1332.520 keV است. اندازه گیری و محاسبه فعالیت ویژه ^{137}Cs طی مراحل زیر انجام گرفته است

الف- کالیبراسیون بازدهی آشکارسازها

برای اندازه گیریهای دقیق فعالیت هسته های پرتوزا، شناخت منحنی بازده مطلق آشکارسازها در شرایط شمارش برای پیکربندیهای مختلف چشمه - آشکارساز مورد نیاز است. دقیق ترین نوع تعیین بازدهی برای آشکارسازهای ژرمانیومی که برای طیف نگاری پرتو گاما بکار برده می شوند، بر اساس اندازه گیری تجربی مستقیم است.

بازده تجربی در انرژی E_i برای یک مجموعه معینی از شرایط اندازه گیری با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\varepsilon_i = \frac{N_i}{P_n(E_i).A_n.T} \quad (1)$$

که در آن N_i شمارش خالص زیر پیک تمام انرژی متناظر با انرژی E_i ، A_n فعالیت هسته پرتوزای گسیل کننده ی فوتون E_i ، $P_n(E_i)$ احتمال گسیل فوتون E_i و T زمان شمارش می باشد [2].

ب- ساخت چشمه استاندارد خاکی ^{137}Cs در پی کربندی ظروف مارینلی و نگیل

در این روش، مقدار معینی از ^{137}Cs مایع به مقدار معینی از Al_2O_3 اضافه می شود. این کار با غرق آب کردن Al_2O_3 در این محلول اکتیو و آب مقطر انجام می پذیرد. پس از خشک کردن Al_2O_3 اکتیو در کوره، آن را با ماتریکس اصلی که خاک می باشد در ظرف جداگانه ای با هم مخلوط می کنیم و پس از اطمینان از همگنی و توزیع یکنواخت Al_2O_3 اکتیو در ماتریکس اصلی، به ظرف مارینلی منتقل می گردد. در این روش Al_2O_3 اکتیو و ماتریکس خاکی در یک ظرف شیشه ای کاملاً تمیز، بدون تخلخل و با لبه ها و گوشه های گرد (به منظور حفظ اطلاعات مربوط به اکتیویته نشاندار شده در ماتریکس) با هم مخلوط می شوند. مهمترین مزیت این ظرف شیشه ای پی-رکس این است که همگنی و توزیع یکنواخت Al_2O_3 اکتیو در ماتریکس خاک به خوبی دیده می شود. ساخت نمونه استاندارد خاکی در پی کربندی ظرف نگیل کاملاً شبیه به ساخت نمونه های استاندارد خاکی مارینلی می باشد. تنها تفاوتی که میان این دو روش ساخت وجود دارد، نحوه مخلوط کردن نمونه شاهد اکتیو در ماتریکس خاک می باشد. ساخت نمونه با پی کربندی نگیل بدلیل حجم کم خاک (حدود ۳۰۰cc) و

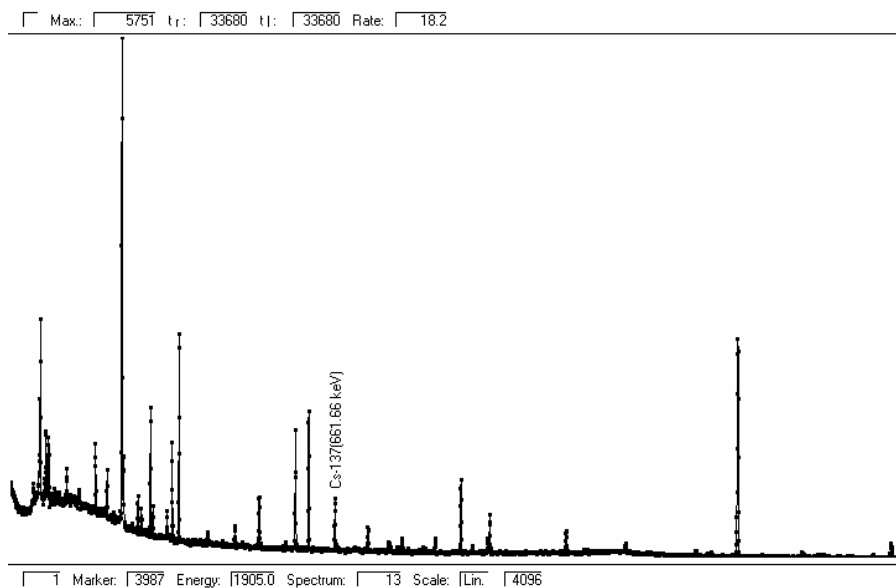
ساختار هندسی ساده آن راحت تر بوده و برای همگن سازی آن کافی است نمونه چند مرتبه به صورت دستی و تکان های شدیدی هم زده شود.

ج - کالیبراسیون انرژی

برای انجام کالیبراسیون انرژی در سیستم های آشکارسازی موجود از چشمه های استاندارد نقطه ای ^{241}Am و ^{152}Eu استفاده کردیم.

د- محاسبه و نتایج

طیف گیری و محاسبه سطح خالص زیر پیک به کمک دو نرم افزار Akwin, Lsrmb انجام گرفته است. سرانجام برای هر نمونه میزان فعالیت ^{137}Cs بر حسب بکرل بر کیلوگرم بدست آمده است



شکل (۲): طیف نمونه خاک عمق ۱۵ سانتیمتر با آشکارساز ۳۸.۵٪

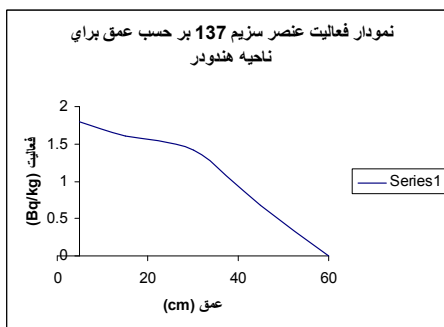
برای هر منطقه در یک عمق بخصوص ^{137}Cs دارای بیشترین میزان فعالیت بود که در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱) میزان بیشینه فعالیت ویژه ^{137}Cs در مناطق مورد مطالعه

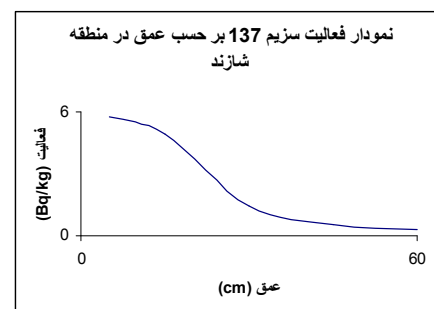
فعالیت منطقه	عمق (cm)	فعالیت (Bq/kg)
دلیجان	۴۵	1.67 ± 0.1110
هندودر	۵	1.79 ± 0.1702
امرآباد	۵	4.45 ± 0.1699
مالک آباد	۱۵	4.9 ± 0.2655
اراک	۴۵	4.72 ± 0.1698
شازند	۵	5.75 ± 0.2147

بحث و نتیجه گیری

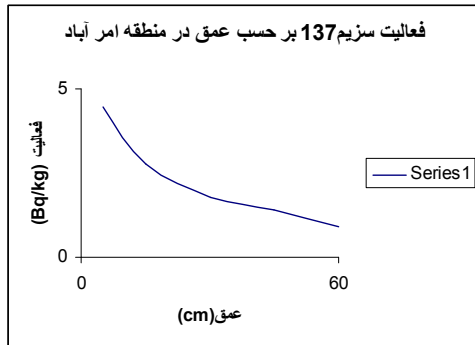
در ۶ نمودار زیر با ثابت گرفتن میزان بارندگی چگونگی فعالیت ویژه ^{137}Cs با تغییرات عمق خاک رسم شده است. تفاوت در نحوه نفوذ ^{137}Cs به نوع و چگالی خاک هر منطقه بر می گردد.



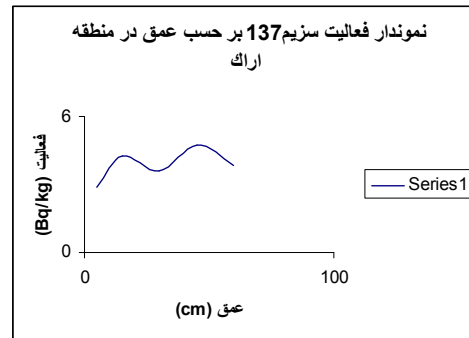
نمودار (۲)



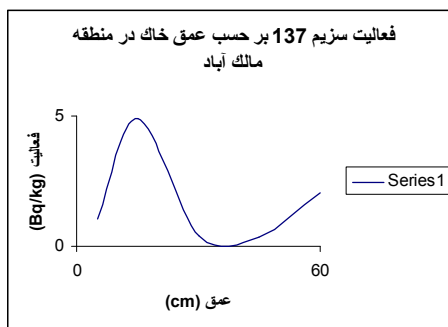
نمودار (۱)



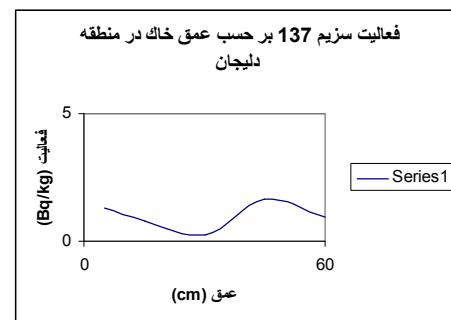
نمودار (۴)



نمودار (۳)

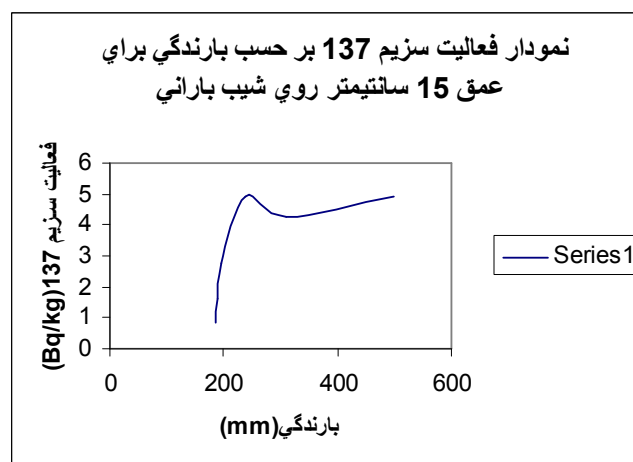


نمودار (۶)



نمودار (۵)

در ادامه کار با با ثابت گرفتن عمق خاک نمودار فعالیت ^{137}Cs بر حسب بارندگی برای ۵ عمق نمونه برداری شده رسم شده است که یکی از نمودارها در زیر آورده شده است. در بیشتر نمودارها با افزایش میزان بارندگی فعالیت ^{137}Cs در عمق نیز افزایش پیدا می کند که نشان دهنده آن است که در اعماق این همخوانی بین نفوذ ^{137}Cs در خاک و نفوذ آب در آن به مراتب بیشتر از نواحی سطحی خاک است. اما در برخی موارد بخصوص در عمق ۵ سانتیمتر استثنائاتی وجود دارد که به جنس خاک منطقه و نفوذ آب به درون آن و نیز ضریب هدایت هیدرولوژیکی خاک مربوط می شود.



نمودار (۷)



References:

- [1]-Ch.Schmitt, J.Bartel, K.Pomorski, Fission Fragment Mass Distribution and Particle Evaporation at Low Energy, 24 Jun 2002.
- [2]-I.Vukanac, D.Palioric, et all, Retrospective estimation of the concentration of Pu in air sample at the Belgerade site following the Chernobil accident, 8 December 2005
- [3]- J.Moraeau, K.Heyde, " The nuclear fission process" CRC Press (1991) 238
- [4]- R.moller, J.R.Nix , " Nucl. Data Table 59" 185 (1995)
- [5]-Dr.rer.nat, On The Human Radiation Exposure as Derived from the analysis of natural and Man Made Radionuclides in Soil, 2004.
- [6]-Amin Alizadeh, Principles of Applied Hydrology, Ferdowsi University of Mashhad, 1382.
- [7]-D.Krstic, D.Nikezic, N.Stevanovic, M.Jelic, Vertical Profile of ^{137}Cs in soil, University of Kragujevac Faculty of Science, Serbia and Montenegro, 29 March 2004.
- [8]- M. Ahangari , Thesis of Ms " Measurement of radionuclide in soil samples and water samples in and around hot spring of Mahallat" Arak University Dep. of Physics 2006