

اندازه گیری سزیوم - ۱۳۷ پایه در غرب ایران و رابطه آن با بارندگی سالانه

سید صابرشاهویی و حسین خالدیان^{۱*}

چکیده

بعضی از مواد پرتوزا مانند سزیوم -۱۳۷ در طبیعت وجود ندارند. این مواد از طریق آزمایش‌های هسته‌ای دهه‌های ۷۰-۱۹۶۰ میلادی پس از وارد شدن به جو فوقانی همراه با بارندگیها به سطح زمین آن رسیده و جذب رسها و ذرات ریز خاک شده‌اند. مطالعات و تحقیقات گذشته نشان داده اند که اندازه این مواد در خاک بستگی به میزان بارندگی دارد. بیشتر جابجایی آنها همراه با نقل و انتقال ذرات خاک تنها هنگام فرسایش صورت می‌پذیرد. بنابراین، با سنجش اندازه این مواد در خاک امکان بررسی فرایند فرسایش و رسوبگذاری فراهم می‌شود. از آنجا که دست یابی به نقاط شاهد برای تعیین سزیوم مرجع کاری دشوار و پرهزینه است، با بدست آوردن رابطه واسنجی سزیوم -۱۳۷ پایه با بارندگی برای مناطقی که اندازه بارندگی آنها مشخص است، می‌توان سزیوم -۱۳۷ مرجع را محاسبه و مقدار هدر رفت خاک را برآورد کرد. در این تحقیق اقدام به اندازه گیری سزیوم -۱۳۷ در ایستگاههای هواشناسی نواحی غرب ایران شده است. نیمرخ خاک در مجاورت ایستگاه های هواشناسی موردنظر حفر و نمونه‌های خاک لایه به لایه برداشت شدند. نمونه‌های خاک کوچک تر از ۲ میلی متر قطر جداسازی و با دستگاه سنجشگر ژرمانیوم سزیوم -۱۳۷ آنها اندازه‌گیری شد. بیشترین اندازه سزیوم -۱۳۷ مشاهده شده مرجع در ایستگاه هواشناسی مریوان به دست آمده است که ۲۸۹۵ بکرل بر مترمربع می‌باشد. رابطه تغییرات اندازه بارش سالانه (P) برحسب میلیمتر و موجودی سزیوم -۱۳۷ (A) برحسب بکرل بر متر مربع طبق معادله $A = 0.08818 P^{1/1.976}$ بدست آمده است که با $R^2 = 0.88$ در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار می‌باشد.

واژه های کلیدی: سزیوم -۱۳۷، مواد پرتوزا، بارندگی، فرسایش خاک

مقدمه

قرار گیرد. کمبود آمار به ویژه در مورد مطالعات فرسایش خاک، باعث می‌شود که طراحی سازه‌ها و اجرای طرحهای کاشتن گیاهان حفاظت کننده خاک همواره با مشکل مواجه گردد، بطوریکه عموماً از روشهای تجربی استفاده می‌شود. بنابراین، برای رفع این مشکلات می‌توان با سهولت بیشتری از داده های سزیوم مرجع استفاده، و اندازه فرسایش خاک را در مناطق مختلف برآورد کرد. فعالیتهای تحقیقاتی انجام گرفته طی سالیان گذشته در کشور های مختلف با استفاده از خواص سزیوم -۱۳۷ در فرسایش خاک بیانگر این است که اندازه بارندگی و میزان مواد پرتوزای موجود در خاک (از جمله سزیوم -۱۳۷) رابطه مستقیم دارند. Walling و Quine (۱۹۹۳) عنوان نموده است که میزان سزیوم -۱۳۷ در ارتباط با اندازه بارندگی در آن محل است. شاهویی (۱۳۷۵) برای ناحیه گرگان، که بارندگی سالانه آن ۶۰۰ میلیمتر است، اندازه کل سزیوم را ۳۳۰۰ بکرل بر متر مربع

منشأ سزیوم -۱۳۷ آزمایشهای هسته‌ای دهه‌های ۷۰-۱۹۶۰ میلادی است. حادثه نیروگاه چرنوبیل در اکراین در تاریخ ۲۶ آوریل ۱۹۸۶ نیز باعث شد مقداری مواد پرتوزا وارد جو زمین گردد. از آنجا که خاکسترهای این انفجار وارد چرخه بزرگ آبی نشد، سطح گسترش آن در ایران محدود به نواحی شمالی بوده و اندازه آن در دیگر مناطق کشور چندان قابل توجه نیست. این ماده پرتوزا ابتدا در جو زمین وارد شده سپس جریان هوا و کنش و واکنش ابرها آن را در لایه تروپوسفر پخش می‌کند. بارندگی باعث انتقال آن به زمین شده و پس از قرار گرفتن در خاک جذب رسها، مواد آلی و دیگر ذرات کلوئیدی موجود در خاک می‌شود. بنابراین، میزان مواد پرتوزا در هر نقطه تابع اندازه بارندگی آن محل می‌باشد، که با سنجش آن و ترسیم معادله تغییرات سزیوم -۱۳۷ بر حسب بارندگی می‌تواند برای مناطق دارای آمار بارندگی دراز مدت مورد استفاده

۱- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه کردستان، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان

*- وصول: ۸۳/۶/۱۰ و تصویب: ۸۳/۱۰/۲۴

ایستگاههای مذکور گردید و سپس با استفاده از ابزاری که جهت اجرای این برنامه طراحی و ساخته شده نمونه‌های خاک در سطح ۴۰۰ سانتی‌متر مربع بصورت لایه به لایه، در لایه های ۱۰-۵ سانتی متری، جمع آوری و پس از خشک کردن، توزین و عبور از الک ۲ میلی‌متری به آزمایشگاه بخش و اندوگراف سازمان انرژی اتمی انتقال داده شد. سپس با استفاده از دستگاه طیف سنج گاما از نوع HPG¹ با بازده ۸۵ درصد اقدام به سنجش اندازه مواد پرتوزای موجود در خاک گردید. زمان شمارش بستگی به شدت فعالیت ماده پرتوزای مربوطه دارد^۲. پس از آن میزان فعالیت سزیوم-۱۳۷ موجود در خاک در روی نمودار مربوطه (شکل پیوست ۲) بر روی کانال ۶۶۲ keV (کیلوالکترون ولت) محاسبه و میزان سزیوم ۱۳۷ تصحیح نشده با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

(رابطه ۱)

$$UCSS = AP \times (10^0) / (T \times DE)$$

$UCSS^3 =$ اندازه کل سزیوم تصحیح نشده (برحسب میلی بکرل^۴) در نمونه فرعی

$Ap^5 =$ سطح اوج منحنی سزیوم -۱۳۷ (۶۶۲ الکترون ولت) در نمونه فرعی

$T =$ زمان شمارش (ثانیه)

$DE^6 =$ ضریب کارایی سنجشگر

پس از آن با استفاده از رابطه زیر میزان کل سزیوم تصحیح شده نسبت به زمان محاسبه شد:

$$CCSS = UCSS \times e^{kt} \quad (\text{رابطه ۲})$$

$CCSS^7 =$ اندازه سزیوم تصحیح شده (میلی بکرل)

$UCSS =$ اندازه سزیوم تصحیح نشده

$e =$ پایه لگاریتم طبیعی ($e = 2.7172$)

$k =$ ثابت تجزیه پرتوزا ($k = \ln 2 / t_0$)

$t_0 =$ نیمه عمر سزیوم - ۱۳۷ (۳۰/۱۷ سال)

$t =$ نسبت فاصله زمانی بین نمونه برداری و تجزیه نمونه تقسیم بر سال (بر حسب روز)

بدست آورده است. خالدیان (۱۳۷۴)، برای حوزه سد قشلاق سنندج، اندازه کل سزیوم -۱۳۷ را ۲۳۸۹ بکرل بر مترمربع محاسبه کرده است. مصباح (۱۳۷۴)، برای ناحیه بردکن در استان فارس، با بارندگی سالانه ۴۴۵ میلیمتر، اندازه کل سزیوم -۱۳۷ را ۲۱۶۱ بکرل بر مترمربع بدست آورده است. یوسف کلافی (۱۳۷۳) برای منطقه قزوین، اندازه کل سزیوم -۱۳۷ را ۳۳۷ بکرل بر کیلوگرم خاک بدست آورده است.

بطور کلی پژوهشهای صورت گرفته کم و بیش ارتباط بین میزان مواد پرتوزا و اندازه بارندگی سالانه را مشخص می‌کنند. اما تحقیقات کاملی که بتواند این همبستگی را در یک منطقه بخصوص کشور ارائه دهد صورت نگرفته است. دلایل استفاده از سزیوم -۱۳۷ در مطالعات فرسایش عبارتند از:

۱- نیمه عمر آن کوتاه است (حدود ۳۰/۱۷ سال) بنابراین در دوره مورد نظر مطالعه فرسایش و رسوب قابل بررسی است.
۲- هسته اتم سزیوم امواج گاما ساطع می‌کند. این خاصیت اتم های سزیوم امکان اندازه‌گیری و ثبت اشعه ساطع شده را به وسیله سنجشگر فراهم نموده، در محور انرژی بر روی ۶۶۲ کیلو الکترون ولت از سایر مواد پرتوزا قابل تفکیک است.

۳- سزیوم -۱۳۷ منشا طبیعی ندارد، درصد بسیار اندکی از آن جذب گیاه می‌شود و مورد شستشوی داخلی قرار می‌گیرد، بنابراین کاهش آن در مقایسه با سزیوم مرجع تنها در ارتباط با جابجایی و فرسایش خاک می‌باشد. گرچه Furmann و همکاران (۲۰۰۳) جذب سزیوم با غلظت ۸/۷-۰/۳ بکرل بر گرم و اثر دفع آلودگی ریشه ۵ نوع گیاه از تیره cruciferae را گزارش کرده‌اند. اما غلظت به کار برده شده حدود ۲۰۰ برابر غلظت متعارف در خاک بوده و بنابر این در کمپلکس جذب ریشه که از قوانین تبادل یونی تبعیت می‌کند جذب و تبادل صورت می‌گیرد اما در شرایط متعارف تأثیری ندارد.

منطقه مورد مطالعه

محل مورد مطالعه ناحیه غرب ایران است که بخشهایی از استانهای کردستان، آذربایجان غربی، همدان و کرمانشاه را در بر می‌گیرد. شکل ۱ موقعیت منطقه و جدول ۱ مشخصات ایستگاههای هواشناسی مورد مطالعه در این تحقیق را نشان می‌دهد.

مواد و روشها

در این تحقیق پس از انتخاب محل‌های مورد نظر که بخشی از ایستگاههای هواشناسی شهرهای غرب ایران واقع در استانهای آذربایجانغربی، کردستان، کرمانشاه و همدان می‌باشد، اقدام به حفر نیمرخ در مجاورت

¹ - High purity germanium

^۲- زمان شمارش در این طرح حداقل ۶۰۰۰۰ ثانیه و حداکثر ۱۰۰۰۰۰ ثانیه بوده است

3- Un Corrected Cesium of Sub- Sample

۴ - میلی بکرل در سیستم SI پرتوزایی ناشی از یک تجزیه بر ثانیه است.

میزان آن معادل $\frac{1}{7.3 * 10^{13}}$ کوری است

5-Peak Area

6- etector Efficiency

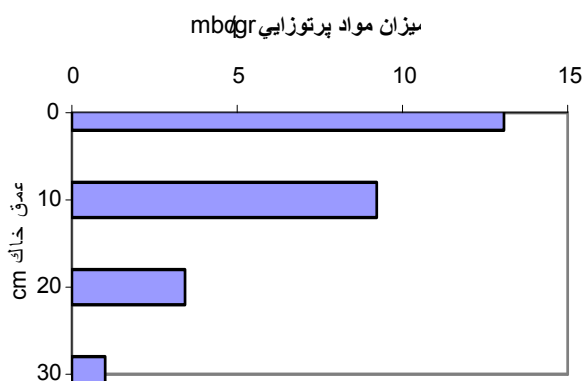
7-Corrected Cesium of Sub- Sample



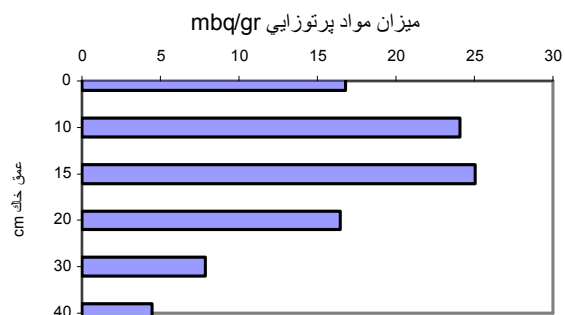
شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در نواحی غربی ایران

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی منطقه مورد مطالعه

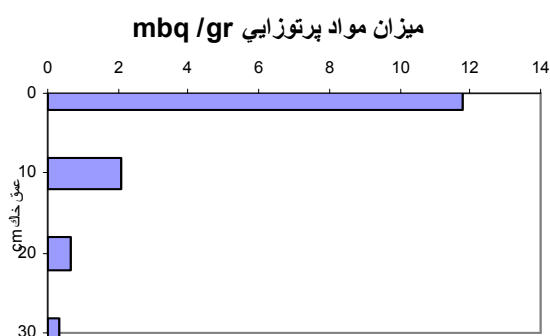
عرض جغرافیایی		طول جغرافیایی		ارتفاع از سطح دریا (متر)		نوع ایستگاه هواشناسی	میانگین بارندگی درازمدت (mm)	نام ایستگاه هواشناسی
درجه	دقیقه	درجه	دقیقه	دریا				
۳۶	۴۰	۴۵	۰۸	۱۴۵۵/۰		سینوپتیک	۶۷۳/۲	پیرانشهر
۳۶	۰۹	۴۵	۳۰	۱۶۷۰/۰		سینوپتیک	۸۱۸/۱	سردشت
۳۴	۵۱	۴۸	۳۲	۱۶۰۰/۰		سینوپتیک	۶۰۱/۰	بانه
۳۶	۱۵	۴۶	۱۶	۱۵۲۲/۸		سینوپتیک	۵۲۰/۰	سقز
۳۵	۳۱	۴۶	۱۲	۲۱۴۲/۰		سینوپتیک	۴۸۹/۹	زرینه اوباتو
۳۵	۵۳	۴۷	۳۷	۱۲۸۷/۰		سینوپتیک	۹۷۴/۴	مریوان
۳۵	۲۰	۴۷	۰۰	۱۳۷۳/۴		سینوپتیک	۶۵۶/۰	فرودگاه سنندج
۳۴	۳۴	۴۶	۴۹	۱۷۵۰/۰		باران سنجی	۲۷۰/۰	دهگلان
۳۵	۱۰	۴۷	۴۸	۱۹۰۶/۰		سینوپتیک	۳۵۱/۵	قروه
۳۴	۱۷	۴۷	۰۷	۱۳۲۲/۰		سینوپتیک	۴۵۰/۸	فرودگاه کرمانشاه
۳۴	۴۷	۴۸	۰۷	۱۶۰۰/۰		باران سنجی	۳۰۰/۰	اسد آباد همدان
۳۴	۰۴	۴۶	۵۵	۱۷۴۹/۰		سینوپتیک	۳۰۰/۸	فرودگاه همدان



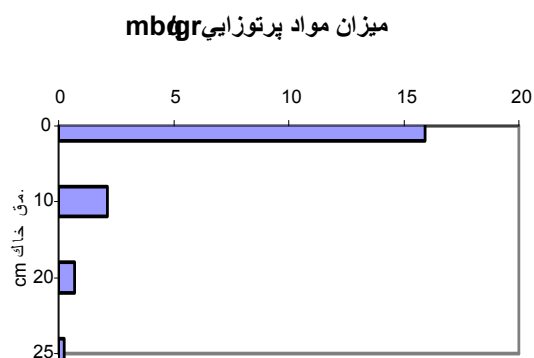
توزیع سزیوم ۱۳۷- در نیمرخ خاک (ایستگاه کرمانشاه)



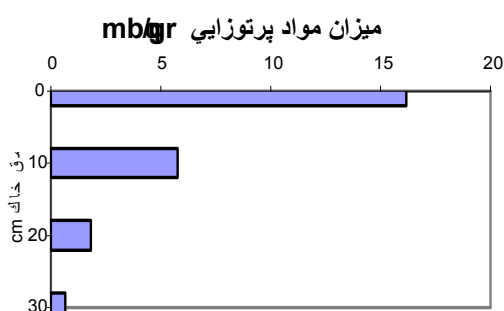
توزیع سزیوم ۱۳۷- در نیمرخ خاک (ایستگاه مریوان)



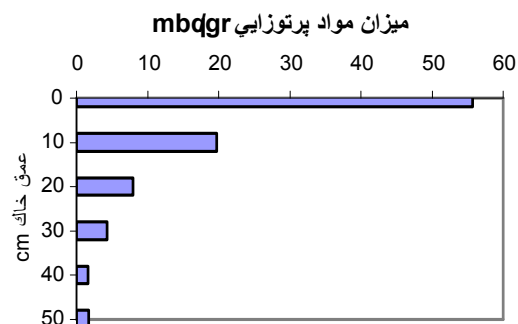
توزیع سزیوم ۱۳۷- در نیمرخ خاک (ایستگاه دهگلان)



توزیع سزیوم ۱۳۷- در نیمرخ خاک (ایستگاه زرینه)



توزیع سزیوم ۱۳۷- در نیمرخ خاک (ایستگاه اسد آباد)

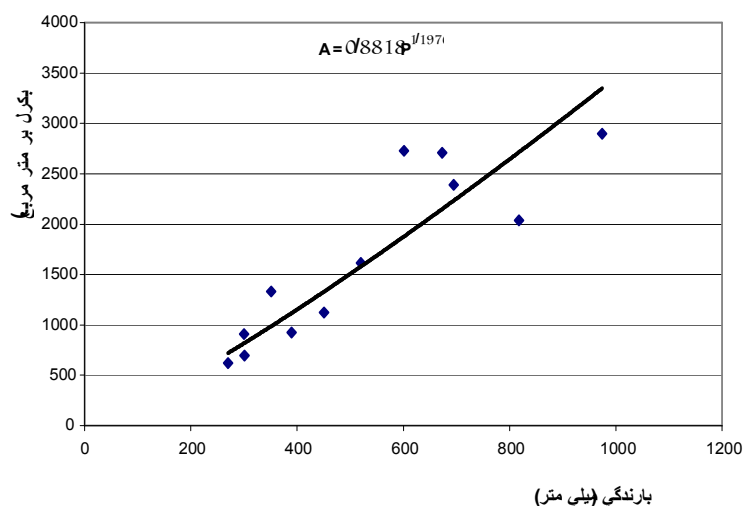


توزیع سزیوم ۱۳۷- در نیمرخ خاک (ایستگاه بانه)

شکل ۲- توزیع سزیوم ۱۳۷- در نیمرخ خاک برخی ایستگاههای هواشناسی

جدول ۳- توزیع پرتوزایی سزیوم و بارندگی متوسط ایستگاههای هواشناسی مورد اندازه گیری

نام ایستگاه	بارندگی سالانه (mm)	پرتوزایی Cs-۱۳۷ (بکرل بر متر مربع)
اسد آباد	۳۰۰/۰	۹۰۸
بانه	۶۰۱/۰	۲۷۲۷
پیرانشهر	۶۷۳/۲	۲۷۰۹
زرینه	۳۸۹/۹	۹۲۳
سردشت	۸۱۸/۱	۲۰۳۷
سقز	۵۲۰/۰	۱۶۱۴
سنندج	۶۵۶/۰	۲۳۸۹
کرمانشاه	۴۵۰/۸	۱۱۲۲
دهگلان	۳۷۰/۰	۶۲۱
قروه	۳۵۱/۵	۱۳۳۰
مریوان	۹۷۴/۴	۲۸۹۵
همدان	۳۰۰/۸	۶۹۶



شکل ۳- رابطه تغییرات اندازه پرتوزایی سزیوم -۱۳۷ و ارتفاع بارندگی در غرب ایران

تقدیر و تشکر

واندوگراف سازمان انرژی اتمی به خاطر همکاری آنها تشکر می‌شود. همچنین از آقای مهندس آرش اسماعیل نسب، که فعالیت ارزشمندی را در نمونه برداری خاک داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود. از سرکار خانم نصرتی بابت همکاری در تنظیم مقاله سپاسگزارم.

مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان کردستان نقش مهمی در تامین هزینه و اجرای این تحقیق داشته است، بدینوسیله از دست اندرکاران محترم آن مرکز تقدیر و تشکر می‌شود. از کارکنان آزمایشگاه

فهرست منابع:

۱. شاهیوی، ص. ۱۳۷۵. چهره های مختلف تخریب اراضی در حوزه آبخیز گرگان رود و اثر آن بر خصوصیات خاک و کاهش توان تولید. پایان نامه دکترای خاک شناسی دانشگاه تهران.
۲. خالدیان، ح. ۱۳۷۴. کاربرد سزیوم -۱۳۷ در مطالعات فرسایش خاک، کنفرانس منطقه ای مدیریت منابع آب. دانشگاه صنعتی اصفهان.
۳. یوسف کلافی، س. ۱۳۷۳. استفاده از سزیوم -۱۳۷ در اندازه گیری فرسایش سطحی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.
۴. مصباح، ح. ۱۳۷۴. بررسی فرسایش و رسوب حوزه بردکن استان فارس با استفاده از کاربرد سزیوم -۱۳۷ و مدل EPM . پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
5. Fuhrmann, M., Lasat, M., Stephen, E., Jay, C. and Leon, K. 2003. Uptake and release of Cs-137 by five plant species as influenced by soil amendment in field experiments, *Journal of Environmental Quality*, 32(6): 2272-2279.
6. Walling, D.E and Quine, T.A. 1993. Use of Cs-137 as a tracer of erosion and sedimentation: Handbook for Application of the Cs-137 Technique, Department of Geography, University of Exeter.

