Archive of SID

اندازه گیری سزیوم ـ 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 جوفوقانی همراه با بارندگیها به سطح زمین آن رسیده و جذب رسها و ذرات ریز خاک شده‌اند. مطالعات و تحقیقات گذشته نشان داده اند که اندازهٔ این مواد در خاک بستگی به میزان بارندگی دارد. بیشتر جابجایی آنها همراه بانقل و انتقال ذرات خاک تنها هنگام فرسایش صورت می‌پذیرد. بنابراین، با سنجش اندازهٔ 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 اندازهٔ بارندگی آنها مشخص است، می توان سزیوم- ۱۳۷ مرجع را محاسبه و مقدار هدر رفت خاک را برآوردکرد. در این تحقیق اقدام به اندازه گیری سزیوم –۱۳۷ در ایستگاههای هواشناسی نواحی غرب ایران شده است. نیمرخ خاک در مجاورت ایستگاه های هواشتاسی موردنظر حفر و نمونه‌های خاک لایه به لایه برداشت شدند. نمونه‌های خاک کوچک تر از ۲ میلی متر قطرجداسازی و با دستگاه سنجشگر ژرمانیوم سزیوم- ۱۳۷ آنها اندازه‌گیری شد. بیشترین اندازهٔ سزیوم-۱۳۷ مشاهده شده مرجع در ایستگاه هواشناسی مریوان به دست آمده است که ۲۸۹۵ بکرل بر مترمربع می‌باشد. رابطهٔ تغییرات اندازهٔ بارش سالانه (P) برحسب میلیمتر وموجودی سزیوم-۱۳۷(A) برحسب بکرل بر متر مربع طبق معادلهٔ $A = ۰/۸۸۱۸ P^{۱/۱۹۷۶}$ بدست آمده است که با $R^۲ = ۰/۸۸$ در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار می‌باشد.

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

مقدمه

منشأ سزیوم–۱۳۷ آزمایشهای هسته‌ای دهه‌های، ۷۰– ۱۹۶۰ میلادی است. حادثهٔ 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 چرخهٔ بزرگ آبی نشد، سطح گسترش آن در ایران محدود به نواحی شمالی بوده و اندازهٔ آن در دیگر مناطق کشور چندان قابل توجه نیست. این ماده پرتوزا ابتدا درجو زمین وارد شده سپس جریان هوا و کنش و واکنش ابرها آن را در لایهٔ تروپوسفر پخش می کند. بارندگی باعث انتقال آن به زمین شده وپس 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 اندازهٔ بارندگی آن محل می‌باشد، که با سنجش آن وترسیم معادلهٔ تغییرات سزیم–۱۳۷ بر حسب بارندگی می‌تواند برای مناطق دارای آمار بارندگی دراز مدت مورد استفاده قرار گیرد. کمبود آمار به ویژه در مورد مطالعات فرسایش خاک، باعث می‌شود که طراحی سازه‌ها و اجرای طرحهای کاشتن گیاهان حفاظت کنندهٔ 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 سزیم 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 اندازهٔ 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 درارتباط با اندازهٔ بارندگی در آن محل است. شاهویی (۱۳۷۵) برای ناحیهٔ گرگان، که بارندگی سالانه آن ۶۰۰ میلیمتر است، اندازهٔ کل سزیوم را ۳۳۰۰ بکرل بر متر مربع

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: ۸۳/۱۰/۲٤

www.SID.ir

Archive of SID

بدست آورده است. خالدیان (۱۳۷٤)، برای حوزۀسد قشلاق سنندج، اندازۀ کل سزیوم –۱۳۷ را ۲۳۸۹ بکرل بر مترمربع محاسبه کرده است. مصباح (۱۳۷٤)، برای ناحیۀ بردکن در استان فارس، با بارندگی سالانه ٤٤٥ میلیمتر، اندازۀ کل سزیوم –۱۳۷ را ۲۱٦۱ بکرل بر مترمربع بدست آورده است. یوسف کلافی(۱۳۷۳) برای منطقۀ قزوین، اندازۀ 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 اندازۀ 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- نیمۀ عمر آن کوتاه است (حدود ۳۰/۱۷ سال) بنابراین در دورۀ 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 ٦٦۲ 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 تیرۀcruciferae 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 ایستگاههای مذکور گردید وسپس با استفاده از ابزاری که جهت اجرای این برنامه طراحی وساخته شده نمونه‌های خاک در سطح ٤۰۰ سانتی‌متر مربع بصورت لایه به لایه، در لایه های۱۰–۵ 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 نوعHPG[1] با بازدۀ ۸۵ درصد اقدام به سنجش اندازۀ مواد پرتوزای موجود در خاک گردید. زمان شمارش بستگی به شدت فعالیت ماده پرتوزای مربوطه دارد[2] . پس از آن میزان فعالیت سزیوم–۱۳۷ موجود در خاک در روی نمودار مربوطه (شکل پیوست ۲) بر روی کانال ^{kev} ٦٦۲ (کیلوالکترون ولت) محاسبه و میزان سزیوم ۱۳۷ تصحیح نشده با استفاده از رابطۀ زیر محاسبه **گردید**.

(رابطۀ ۱)

$$UCSS = AP\ (\times 10^{5})\ /(T \times DE)$$

$UCSS$[3] = اندازۀ کل سزیوم تصحیح نشده (برحسب میلی بکرل[4])درنمونه فرعی

Ap[5] = سطح اوج منحنی سزیوم –۱۳۷ (٦٦۲ الکترون ولت) درنمونه 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:

$$CCSS = UCSS \times e^{kt}$$ (رابطۀ ۲)

$CCSS$[7]= اندازۀ سزیوم تصحیح شده (میلی بکرل)

$UCSS$= اندازۀ سزیوم تصحیح نشده

e= پایه لگاریتم طبیعی (e =۲.۷۱۷۲)

k= ثابت تجزیۀ پرتوزا ($k= Ln\ 2/t_0$)

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

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

---

[1] - High purity germanium

۲- زمان شمارش در این طرح حداقل ٦۰۰۰۰ ثانیه و حداکثر ۱۰۰۰۰۰ ثانیه بوده است

3- Un Corrected Cesium of Sub- Sample

٤ – 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

www.SID.ir

Archive of SID

با تقسیم میزان سزیوم ۱۳۷ موجود در خاک به وزن نمونه ها میزان فعالیت سزیوم برای هر محل مشخص شد

CASS =CCSS/SSW (رابطهٔ ۳)

پس از رابطه زیر پرتوزایی در واحد سطح بدست آمد:

CIS=(CASS*CFW) /HSA (رابطه ٤)

CIS[1] = اندازهٔ سزیوم در واحد سطح(بکرل بر سانتی متر مربع)

CASS [2]= اندازهٔ فعالیت سزیوم در گرم

CFW[3]= وزن تصحیح شده ذرات زیر ۲ میلی متر(گرم) (ذرات درشت تر از ۲میلیمتر از نمونه اصلی حذف گردید)

HSA[4]= سطح نمونه برداری (سانتی متر مربع)

SSW[5]= وزن نمونه فرعی (گرم)

چگونگی توزیع سزیوم –۱۳۷ و کل ریزش آن در ایستگاههای هواشناسی مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است.

بحث و نتایج

با استفاده از محاسبه و توزیع عمقی سزیوم –۱۳۷ در نیمرخ خاک نقاط مورد مطالعه، سپس با اصلاح آن، داده ها اندازهٔ کل سزیوم– ۱۳۷در واحد سطح برای هر ایستگاه محاسبه گردید. نتایج بیانگر این است که ایستگاه مریوان با ۲۸۹۵ بکرل بر مترمربع بیشترین فعالیت ویژه را دارد. به همین ترتیب، ایستگاه بانه با ۲۷۲۷ بکرل بر مترمربع، و پیرانشهر با ۲۷۰۹ بکرل بر مترمربع، نیزمیزان سزیوم بالایی دارند. کمترین میزان موجودی سزیوم– ۱۳۷ در ایستگاه دهگلان اندازه گیری شده است که فقط ٦۲۱ بکرل بر مترمربع می باشد. پس از آن ایستگاههای فرودگاه همدان با ٦۹٦ بکرل بر مترمربع، اسد آباد با ۹۰۸ بکرل بر مترمربع و زرینه با ۹۲۳ بکرل بر مترمربع سزیوم کمتری دارند (جدول ۲) چگونگی توزیع سزیوم –۱۳۷ در لایه‌های مختلف نیمرخ خاک در ٦ ایستگاه نمونه در شکل ۲ آمده است، همانطوریکه مشاهده می‌شود منحنی‌ها در توزیع نمایی کاهنده بوده و از این واقعیت تبعیت می‌کنند که قسمت اعظم ریزش تا عمق ۱۵ سانتیمتری انتشار یافته است. این اصل بخصوص در ایستگاههای اسد آباد، دهگلان و زرینه که دارای بارندگی کمتری نسبت به سایر ایستگاهها هستند صادق است. در مورد ایستگاه مریوان بدلیل پوشش مرتعی و وجود ماده آلی و ریشه گیاه در عمق ۵ سانتیمتری مقدار سزیوم در این عمق استثنائا از عمق های ۱۰ و ۱۵ سانتیمتری کمتر بوده و بیانگر جذب کمتر سزیوم در این لایه است.

شکل ۳ همبستگی بین میزان سزیوم ۱۳۷ موجود در خاک (بر حسب بکرل بر متر مربع) و اندازهٔ بارندگی متوسط (برحسب میلی متر) را نشان می‌دهد، بین اندازه‌های سزیوم و بارندگی رابطهٔ کاملاً مستقیمی وجود دارد (۰/۹٤ =r). معادله بدست آمده برای منطقه مورد مطالعه عبارتست از:

$A=0/8818P^{1/1976}$

P= اندازهٔ بارندگی سالانه (mm)

A= پرتوزایی سزیوم–۱۳۷ (بکرل بر متر مربع)

بنابراین می‌توان با توجه به اندازهٔ بارندگی سالانه محل و استفاده از رابطه فوق به میزان سزیوم –۱۳۷در آن محل دست یافت. تحقیقات جامع تری در خصوص بدست آوردن رابطهٔ واسنجی میزان سزیوم–۱۳۷ و بارندگی در بقیه نقاط کشور لازم می‌باشد. همچنین توزیع طبیعی میزان سزیوم– ۱۳۷ در عمق خاک از دیگر نتایج بدست آمده است که بخوبی چگونگی و نحوه انتشار سزیوم–۱۳۷ را در نیمرخ خاک نشان می‌دهد. در مناطق مرتعی یا جنگلی کاملاً دست نخورده توزیع بشکل مثلثی می‌باشد که قاعده آن در سطح قرار دارد و نشان می‌دهد که اندازهٔ سزیوم در لایه های سطحی خاک بیشتر است و با افزایش از میزان آن کاسته می‌شود. در صورتی که در کشتزارها، به دلیل بر هم خوردن لایه های خاک، سزیوم بطور یکنواخت در نیمرخ توزیع گردیده است (شکل ۲ – ایستگاه مریوان).

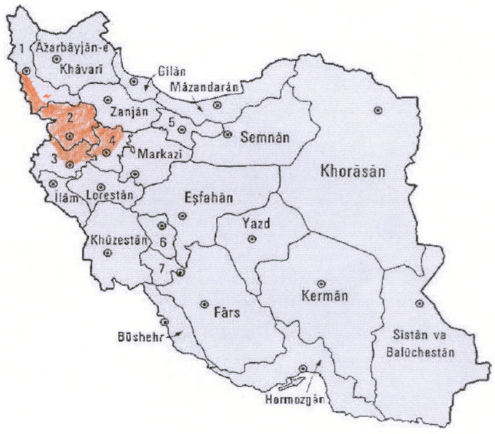
نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده، می‌توان دید که بین سزیوم– ۱۳۷ موجود در خاک و بارندگی سالانه رابطهٔ مستقیم وجود دارد. استفاده از این روش برای برآورد اندازهٔ پرتوزایی سزیوم–۱۳۷ درنقاط فاقد آمار، نواحی کوهستانی و دور افتاده، توصیه می شود، زیرا باعث صرفه جویی در وقت و هزینه شده و بدست آوردن داده‌های کافی برای مناطق فاقد آمار ممکن می گردد. ضرورت آن در طرح‌های مختلف اجرایی بخوبی مشهود است.

6-Cs Inventory of Sample
7- Cesium Activity of Sub- Sample
8-Corrected Fine Weight
9-Horizontal Sectional Area
10-Sub- Sample Weight

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در نواحی غربی ایران

جدول۱- مشخصات ایستگاههای هواشناسی منطقه مورد مطالعه

نام ایستگاه هواشناسی	میانگین بارندگی درازمدت(mm)	نوع ایستگاه هواشناسی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	طول جغرافیایی		عرض جغرافیایی	
				دقیقه	درجه	دقیقه	درجه
پیرانشهر	٦٧٣/٢	سینوپتیک	١٤٥٥/٠	٠٨	٤٥	٤٠	٣٦
سردشت	٨١٨/١	سینوپتیک	١٦٧٠/٠	٣٠	٤٥	٠٩	٣٦
بانه	٦٠١/٠	سینوپتیک	١٦٠٠/٠	٣٢	٤٨	٥١	٣٤
سقز	٥٢٠/٠	سینوپتیک	١٥٢٢/٨	١٦	٤٦	١٥	٣٦
زرینه اوباتو	٤٨٩/٩	سینوپتیک	٢١٤٢/٠	١٢	٤٦	٣١	٣٥
مریوان	٩٧٤/٤	سینوپتیک	١٢٨٧/٠	٣٧	٤٧	٥٣	٣٥
فرودگاه سنندج	٦٥٦/٠	سینوپتیک	١٣٧٣/٤	٠٠	٤٧	٢٠	٣٥
دهگلان	٢٧٠/٠	باران سنجی	١٧٥٠/٠	٤٩	٤٦	٣٤	٣٤
قروه	٣٥١/٥	سینوپتیک	١٩٠٦/٠	٤٨	٤٧	١٠	٣٥
فرودگاه کرمانشاه	٤٥٠/٨	سینوپتیک	١٣٢٢/٠	٠٧	٤٧	١٧	٣٤
اسد آباد همدان	٣٠٠/٠	باران سنجی	١٦٠٠/٠	٠٧	٤٨	٤٧	٣٤
فرودگاه همدان	٣٠٠/٨	سینوپتیک	١٧٤٩/٠	٥٥	٤٦	٠٤	٣٤

www.SID.ir

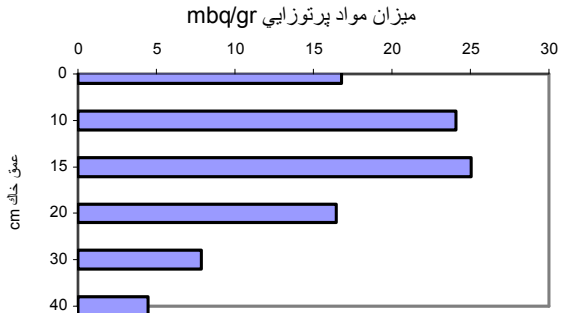
Archive of SID

www.SID.ir

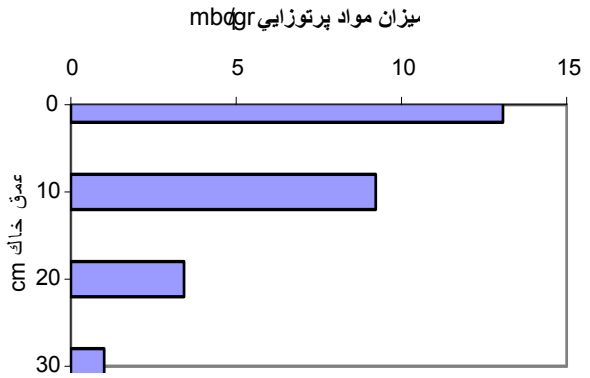
Archive of SID

www.SID.ir

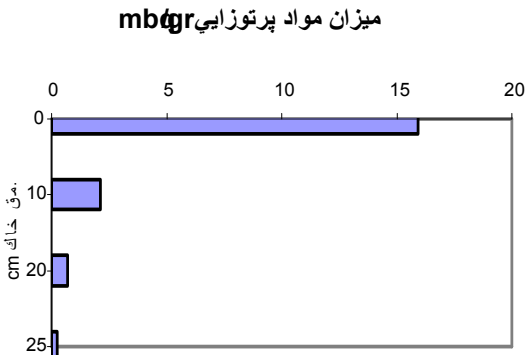
Archive of SID



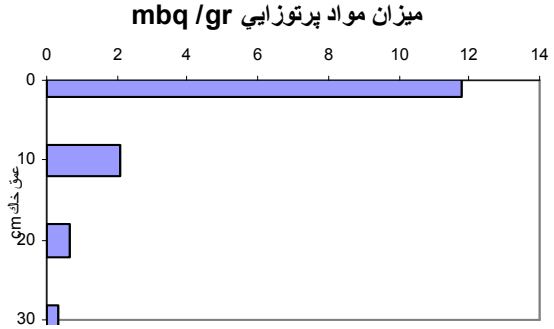
توزیع سزیوم ۱۳۷- در نیمرخ خاک (ایستگاه مریوان)



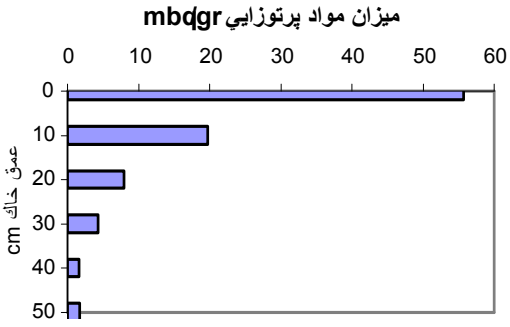
توزیع سزیوم ۱۳۷- در نیمرخ خاک (ایستگاه کرمانشاه)



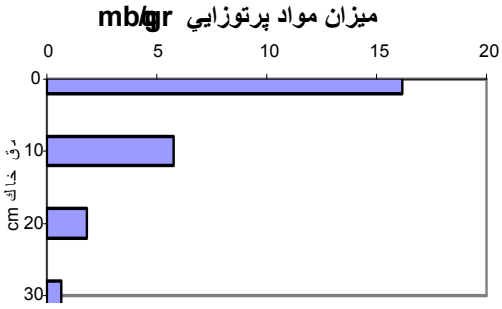
توزیع سزیوم ۱۳۷- در نیمرخ خاک (ایستگاه زرینه)



توزیع سزیوم ۱۳۷- در نیمرخ خاک (ایستگاه دهگلان)



توزیع سزیوم ۱۳۷- در نیمرخ خاک (ایستگاه بانه)



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

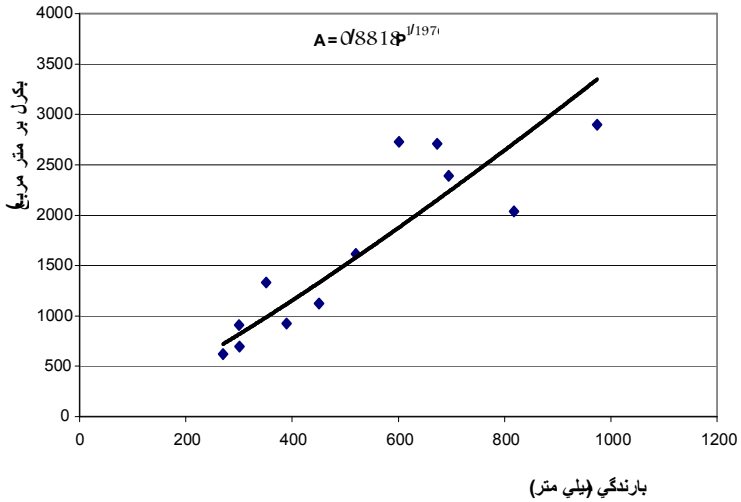
شکل ۲- توزیع سزیوم- ۱۳۷ در نیمرخ خاک برخی ایستگاههای هواشناسی

www.SID.ir

Archive of SID

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	۲۷۰/۰	۶۲۱
قروه	۳۵۱/۵	۱۳۳۰
مریوان	۹۷۴/۴	۲۸۹۵
همدان	۳۰۰/۸	۶۹۶



شکل ۳- رابطهٔ تغییرات اندازهٔ پرتوزایی سزیوم –۱۳۷ و ارتفاع بارندگی در غرب ایران

تقدیر و تشکر

مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان کردستان نقش مهمی در تامین هزینه واجرای این تحقیق داشته است، بدینوسیله از دست اندرکاران محترم آن مرکز تقدیر و تشکر می‌شود. از کارکنان محترم آزمایشگاه 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 وقدردانی می شود. از سرکار خانم نصرتی بابت همکاری در تنظیم مقاله سپاسگزارم.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع:

۱. شاهویی، 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.۱۳۷٤.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.

٤. مصباح،ح. ۱۳۷٤.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.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir