



ردیابی عناصر سزیم-۱۳۷ و سرب-۲۱۰ در خاکهای شصت کلاته استان گلستان جهت

مطالعات فرسایش خاک

نیلوفر بابانژاد^۱، فرشاد کیانی^۱، عبدالمجید ایزدپناه^{۲*}، فرید اصغری زاده^۳

۱- گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

۲- دانشگاه گلستان

۳- سازمان انرژی اتمی ایران

چکیده:

جهت بررسی میزان هدررفت خاک در منطقه شصت کلاته استان گلستان از روش ایزوتوپی سزیم-۱۳۷ و سرب-۲۱۰ استفاده گردید. اندازه گیری سزیم-۱۳۷، ۱۰۷ نمونه و اندازه گیری سرب-۲۱۰، ۵ نمونه انجام شد. نتایج بیانگر آلودگی برخی نمونه ها به سزیم-۱۳۷ را نشان داد در حالی است که هیچ یک از نمونه های مورد بررسی به سرب-۲۱۰ آلوده نبودند. نتایج نشان داد که میزان توزیع سزیم-۱۳۷ بر اساس ویژگی های خاک متفاوت است و بنابراین در انتخاب نقطه مرجع جهت اندازه گیری میزان فرسایش خاک و دوری از خطای بالا، باید ویژگی های موثر بر این عنصر شناخته شده و جهت انتخاب نقاط شاهد استفاده گردد.

واژگان کلیدی: سزیم-۱۳۷، سرب-۲۱۰، گاما اسپکترومتر

مقدمه:

اولین مقالات در مورد استفاده از رادیونوکلیدهای ریزشی برای تخمین هدر رفت خاک توسط منزل (۱۹۶۰) منتشر شدند. در این مطالعات معلوم شد که میزان استرانسیم-۹۰ در روان آب کرت های متاثر از فرسایش بیش از کرت های شاهد (دست نخورده) است. پس از آن رگوسکی و تامورا (۱۹۶۵) رادیوسزیم-۱۳۷ را در کرت های آزمایشی اندازه گیری نمودند و دریافتند که بین تلفات خاک و تلفات سزیم-۱۳۷ رابطه نمایی وجود دارد. علاوه بر آن این دو محقق در مطالعات خود گزارش نمودند که ۹۹ درصد انتقال سزیم-۱۳۷ در خاک بدون پوشش، ناشی از فرسایش خاک بوده است و فرسایش خاک عامل اصلی جابجایی خاک می باشد و به همین دلیل رادیوسزیم-۱۳۷ می تواند به عنوان ابزاری برای تخمین میزان جابجایی خاک به کار رود. اخیراً در مطالعات فرسایش خاک از بسیاری از رادیونوکلیدهای مصنوعی گسیلنده گاما مانند ¹⁹⁸Au، ⁵⁹Fe، ¹³⁴Cs، ⁵¹Cr، ⁴⁰Sc، ¹³⁷Cs استفاده شده است. به علاوه رادیونوکلیدهای ²¹⁰Pb، ⁷Be نیز جهت بررسی میزان فرسایش خاک به کار رفته اند.

مواد و روش ها:

حوضه آبخیز شصت کلاته، در نزدیکی شهرستان گرگان در محدوده ده کیلومتری جنوب غربی این شهرستان، بین عرض شمالی ۳۸' ۱۴" تا ۳۶' ۱۶" و طول شرقی ۵۸' ۱۴" تا ۵۴' ۳۶" واقع شده است. وسعت این حوضه در حدود ۱۳۴۷۸/۵ هکتار می باشد. پس از بررسی منطقه، از نقاط مختلف

حوضه به طور تصادفی در کاربری جنگلی و زراعی حدود ۱۰۰ نمونه از اعماق ۰ تا ۱۰۰ سانتی متر خاک برداشته شد که پس از هواخشک و کوبیده شدن، از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. سپس در ظروف پلاستیکی یک کیلوگرمی (مارینلی) قرارداد شد و جهت گاما اسپکترومتری به آزمایشگاه سازمان انرژی اتمی در تهران منتقل شد. روش های مختلفی جهت تعیین فعالیت گاما در نمونه های خاک و رسوب وجود دارد. بهترین روش، تکنیک طیف سنجی سطوح پایین گاما با استفاده از آشکارسازهای ژرمانیوم با خلوص بالا می باشد. در آنالیز نمونه های خاک برای تعیین اکتیویته سزیم-۱۳۷ باید فعالیت نمونه ها با توجه به نیمه عمر و سرعت واپاشی رادیوایزوتوپ مذکور تصحیح شود. تصحیح فعالیت همه نمونه ها با توجه به یک تاریخ (مبدأ زمانی) انجام می گیرد. در غیر این صورت به علت وجود فاصله زمانی نسبتاً طولانی بین آنالیز نمونه ها تغییرات کاذب بین اکتیویته نمونه ها وجود خواهد داشت. جهت شمارش نمونه ها ظروف مارینلی حاوی نمونه ها را روی آشکارساز قرار می دهیم. زمان شمارش به بازده شمارش، پرتو زایی رادیونوکلئید مورد نظر و دیگر رادیونوکلئیدهای موجود در نمونه بستگی دارد. معمولاً نمونه ها را بین ۵۵ تا ۲۰ هزار ثانیه می شمارند اگر بهره آشکارساز پایین باشد زمان شمارش را می توان تا ۸۰۰۰۰ ثانیه افزایش داد. به منظور از بین بردن خطای ناشی از زمان و وزن نمونه، زمان شمارش و وزن نمونه را برای تمام نمونه ها ثابت در نظر گرفته می شود. سطح شمارش زمینه محیطی که ممکن است در مواد پوشش یا در محیط اطراف وجود داشته باشد در اندازه گیری نمونه ها اهمیت فراوان دارد. در این تحقیق در مراحل مختلف شمارش نمونه ها، شمارش زمینه نیز انجام شد که هیچ گونه اثری از سزیم-۱۳۷ در محیط مشاهده نشد. شمارش پرتو گامای سرب-۲۱۰ پس از قرار دادن نمونه های آماده شده در ظروف مارینلی، و به تعادل رسیدن نمونه ها، انجام می شود. (سرب-۲۱۰ یک رادیونوکلئید طبیعی از سری واپاشی اورانیوم-۲۳۸ (با نیمه عمر 4.5×10^9 سال) است. از فروپاشی اورانیوم-۲۳۸ طی یک زنجیره رادیونوکلئیدی، رادن-۲۲۶ (با نیمه عمر ۱۶۰۰ سال) به وجود می آید. رادن-۲۲۶ بعد از فروپاشی تبدیل به رادن-۲۲۲ (با نیمه عمر ۳/۸۳ روز) می شود. قسمتی از رادن گازی تشکیل شده موجود در خاک به جو منتشر شده که در آنجا در اثر فروپاشی تبدیل به ایزوتوپ های با نیمه عمر کوتاه شده و نهایتاً تولید بیسموت-۲۱۴ (با نیمه عمر ۱۹/۸ دقیقه) و سپس سرب-۲۱۰ (با نیمه عمر ۲۲/۳ سال) می کند).

نتایج:

میزان پرتو زایی سزیم-۱۳۷ در برخی از نقاط مورد مطالعه، در جدول ۱ ارائه شده است. در نمونه های مورد بررسی جهت اندازه گیری سرب-۲۱۰، قله $46/6 \text{ KeV}$ که بیانگر حضور رادیوایزوتوپ مذکور می باشد، مشاهده نگردید. در طی این تحقیق تلاش گردید تا با به کارگیری روش هسته ای (سزیم-۱۳۷ و سرب-۲۱۰) میزان هدررفت خاک منطقه برآورد گردد. نمودار ۱ توزیع سزیم-۱۳۷ را در نیمرخ های مورد مطالعه نشان می دهد. بر طبق



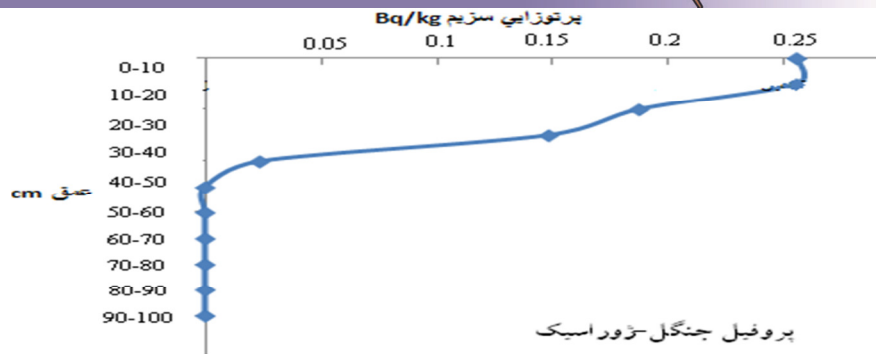
آنچه از نمودار ۱ برمی آید، سزیم-۱۳۷ از سطح تا عمق ۴۰ سانتی متر در این خاکها پیشروی نموده است. نتایج حاصل از اندازه گیری لایه به لایه سزیم-۱۳۷ در این نیمرخ به وضوح بیانگر پایداری و عدم بهم خوردگی این نقطه می باشد چرا که توزیع سزیم-۱۳۷ با عمق به صورت نمایی کاهش می یابد. این نکته با اظهارات والینگ و کوپین (۱۹۹۱) و زانگ و همکاران (۱۹۹۰) مطابقت دارد. توزیع سزیم-۱۳۷ در نیمرخ (جنگل-ژوراسیک) با افزایش عمق به طور نمایی کاهش می یابد.

جدول (۱)، موجودی کل سزیم-۱۳۷ در نمونه ها مورد مطالعه

| کاربری / سازند | عمق | پرتوزایی سزیم | وزن خاک (kg) | موجودی کل سزیم |
|------------------|-------|--|--------------|-------------------|
| | | Bq/kg <td>>2mm</td> <td>Bq/m²</td> | >2mm | Bq/m ² |
| جنگل (ژوراسیک) | ۰-۱۰ | ۰/۰۵۱۰۷ | ۱/۲ | ۶/۳۹ |
| | ۱۰-۲۰ | ۰/۰۳۷۴۵ | ۱/۱۵ | ۴/۴۹ |
| | ۲۰-۳۰ | ۰/۰۲۹۶۵ | ۱/۱۸ | ۳/۷ |
| | ۳۰-۴۰ | ۰/۰۰۴۴۲ | ۱/۵۲ | ۰/۷۴۵ |
| | ۴۰-۵۰ | ND | ۰/۸۷۷ | ND |
| | ۵۰-۶۰ | ND | ۰/۹۲۴ | ND |
| | ۶۰-۷۰ | ND | ۰/۶۸۷ | ND |
| | ۷۰-۸۰ | ND | ۰/۷۸۵ | ND |
| | ۸۰-۹۰ | ND | ۰/۶۴۷ | ND |
| ۹۰-۱۰۰ | ND | ۰/۷۹۸ | ND | |
| کشاورزی (کواترن) | ۰-۱۰ | ۰/۰۳۰۶۷ | ۱/۰۵ | ۳/۳۵ |
| | ۱۰-۲۰ | ND | ۰/۹۶۲ | ND |
| | ۲۰-۳۰ | ND | ۰/۹۸۵ | ND |
| | ۳۰-۴۰ | ND | ۱/۵۶ | ND |
| | ۴۰-۵۰ | ۰/۰۶۸۰۹ | ۱/۲۸ | ۹/۰۷۸ |
| | ۵۰-۶۰ | ND | ۰/۹۳۲ | ND |
| | ۶۰-۷۰ | ND | ۰/۶۵۸ | ND |
| | ۷۰-۸۰ | ND | ۰/۷۵۹ | ND |
| | ۸۰-۹۰ | ND | ۰/۶۹۴ | ND |
| ۹۰-۱۰۰ | ND | ۰/۸۶۹ | ND | |

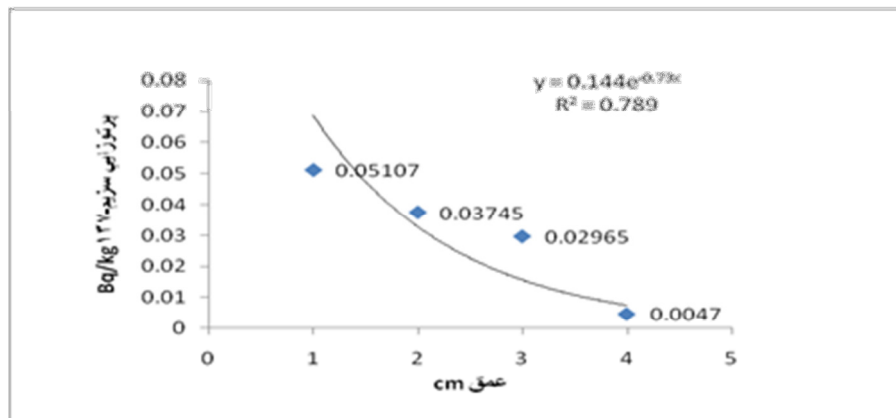
ادامه جدول (۱) ، موجودی کل سزیم-۱۳۷ در نمونه های مورد مطالعه

| کاربری / سازند | عمق | پرتوزایی سزیم Bq/kg | وزن خاک (kg) >۲mm | موجودی کل سزیم Bq/m ² |
|------------------------|--------|------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| کشاورزی ۲ (کواترنر) | ۰-۱۰ | ۰/۰۱۶۴ | ۱/۴۵ | ۲/۴۷۷۱ |
| | ۱۰-۲۰ | ۰/۰۲۹۳۷ | ۱/۱ | ۳/۳۶۵۴ |
| | ۲۰-۳۰ | ۰/۰۴۲۳ | ۰/۹۸۴ | ۴/۳۳۵۷ |
| | ۳۰-۴۰ | ۰/۲۴۴۱ | ۰/۹۷۶ | ۲۴/۷۸۱۲ |
| | ۴۰-۵۰ | ND | ۰/۹۶۵ | ND |
| | ۵۰-۶۰ | ND | ۱/۰۲ | ND |
| | ۶۰-۷۰ | ND | ۰/۸۶۹ | ND |
| | ۷۰-۸۰ | ND | ۱/۱۵ | ND |
| | ۸۰-۹۰ | ND | ۱/۲۵ | ND |
| | ۹۰-۱۰۰ | ND | ۰/۹۵۷ | ND |
| جنگل (کواترنر) | ۰-۱۰ | ۰/۰۴۴۲۶ | ۱/۱۴ | ۵/۲۵۶ |
| | ۱۰-۲۰ | ۰/۲۲۸۴۴ | ۱/۳۵ | ۳۲/۱۲۵ |
| | ۲۰-۳۰ | ۰/۲۱۴۴۸ | ۱/۰۸ | ۲۴/۱۲ |
| | ۳۰-۴۰ | ND | ۰/۸۹۶ | ND |
| | ۴۰-۵۰ | ND | ۰/۷۸۹ | ND |
| | ۵۰-۶۰ | ND | ۰/۶۸۹ | ND |
| | ۶۰-۷۰ | ۰/۰۱۰۱۸ | ۰/۵۶۲ | ۰/۵۵۷ |
| | ۷۰-۸۰ | ND | ۰/۶۸۹ | ND |
| | ۸۰-۹۰ | ND | ۰/۸۷۵ | ND |
| | ۹۰-۱۰۰ | ND | ۰/۷۸۹ | ND |



نمودار ۱- نحوه توزیع سزیم-۱۳۷ در نیمرخ ژوراسیک

نتایج رگرسیونی توزیع سزیم-۱۳۷ در نیمرخ ژوراسیک در نمودار ۲ ارائه گردیده است. همان‌طور که از این نمودار برمی‌آید نفوذ سزیم-۱۳۷ با افزایش عمق به طور نمایی کاهش می‌یابد. که با نتیجه والینگ و کوبین (۱۹۹۱) و زانگ و همکاران (۱۹۹۰) مطابقت دارد.



نمودار ۲- نتایج رگرسیونی توزیع سزیم-۱۳۷ در نیمرخ ژوراسیک

همان‌گونه که از نتایج و جداول برمی‌آید نوع کاربری اراضی (جنگل و کشاورزی) و نوع سازند زمین‌شناسی (ژوراسیک و کواترنر) بر میزان توزیع نمایی سزیم-۱۳۷ تاثیر داشته و در تعیین نقطه مرجع و شاهد جهت اندازه‌گیری میزان فرسایش، نوع سازند زمین‌شناسی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر توزیع سزیم موثر بوده و تخمین میزان فرسایش را تحت تاثیر قرار می‌دهند.

بر اساس نتایج بدست‌آمده میزان سزیم-۱۳۷ اندازه‌گیری‌شده در نمونه‌ها مبین انتقال خاک بوده‌است و به این طریق میزان فرسایش و رسوب در منطقه محاسبه گردید. شایان ذکر است که این روش بسیار دقیق و سریع بوده و قادر به تخمین میزان فرسایش و رسوب خاک توسط تمام فرایندها و در بلندمدت می‌باشد.

میزان فرسایش در حوضه آبخیز شصت کلاته با این روش ۳۳ تن در هکتار در سال و میزان رسوب ۵۸ تن در هکتار در سال به دست آمد.

سپاسگزاری:

با تشکر و قدردانی از زحمات مسولین و کارشناسان آزمایشگاه سازمان انرژی اتمی (تهران) که در پیشبرد این تحقیق صمیمانه همکاری نمودند.

منابع:

- 1- Menzel, RG. 1960. Transport of Strantium-90 in runoff, SCI 131:499-500.
- 2- Rogowski, A.S., and., Tamura, T. 1965. Movement of ¹³⁷Cs by runoff, erosion and infiltration on the alluvial Captina silt loam. Health Physics 11: 1333-1340.
- 3- Rogowski, A. S., and Tamura, T. 1970. Erosional behaviour of caesium-137, Health Physics. 18: 467-477
- 4- Tamura, T. 1964. Selective sorption reaction of cesium with mineral soils. Nucl. Saf. 5: 262-268.
- 5- Walling, D. E., and Quine, T. A., 1990. Calibration of caesium-137 measurements to provide quantitative erosion rate data. Land Degradation and Rehabilitation. 2: 161-175.