Journal of Environment and Water Engineernig
ISSN: 2476-3683

مجله محیط زیست و مهندسی آب
شاپک : ۲۴۷۶-۳۶۸۳

برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز زیارت گرگان با استفاده از سزیم[۱۳۷]

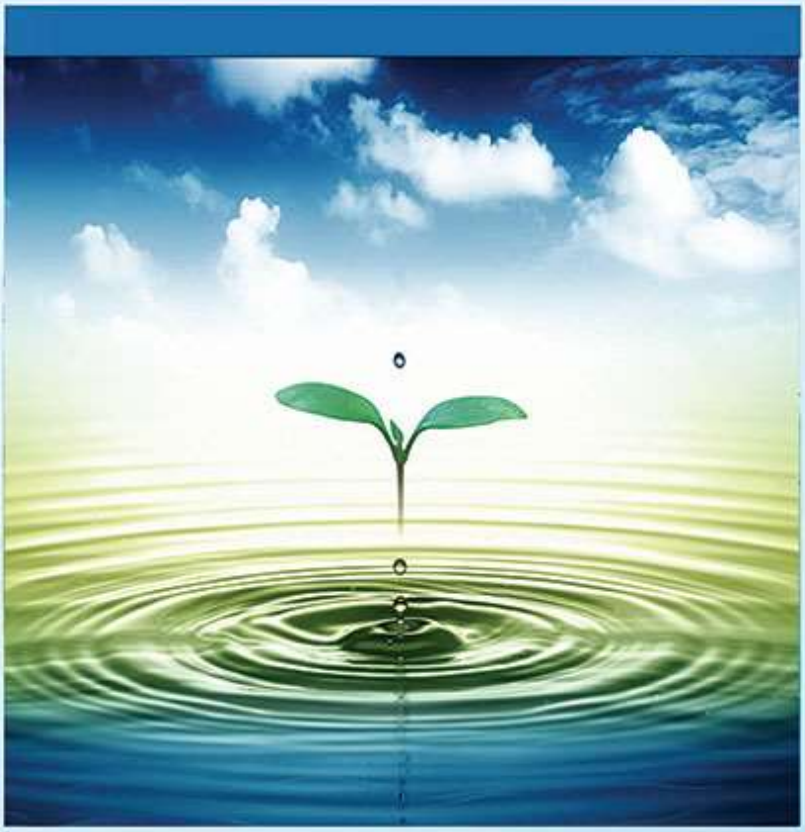
کاظم نصرتی، سعیده جلالی، محمدرضا زارع و لقمان شیرزادی

دوره ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۱۱۸ - ۱۰۹

Vol. 3(2), Summer 2017, 109 – 118

Estimation of Erosion and Sediment in Gorgan Ziarat Watershed Using Cs^{137}

Nosrati K., Jalali S., Zare M. R. and Shirzadi L.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

نحوه ارجاع به این مقاله: نصرتی ک.، جلالی س.، زارع م. ر. و شیرزادی ل. (۱۳۹۶). برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز زیارت گرگان با استفاده از سزیم[۱۳۷]. محیطزیست و مهندسی آب، جلد۳، شماره ۲، صفحات: ۱۱۸ – ۱۰۹.

How to cite this paper: Nosrati K., Jalali S., Zare M. R. and Shirzadi L. (2017). Estimation of erosion and sediment in Gorgan Ziarat Watershed using Cs^{137}. J. Environ. Water Eng., 3(2), 109 – 118.

برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز زیارت گرگان با استفاده از سزیم[۱۳۷]

کاظم نصرتی*[۱]، سعیده جلالی[۲]، محمدرضا زارع[۳] و لقمان شیرزادی[۴]

[۱] دانشیار، گروه جغرافیا، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
[۲] کارشناسی‌ارشد، گروه ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
[۳] استادیار، گروه فیزیک کاربردی، دانشکده علوم کاربردی، دانشگاه مالک اشتر، اصهان، ایران
[۴] دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: Knosrati@gmail.com

تاریخ دریافت: [۱۳۹۵/۰۷/۱۷] تاریخ پذیرش: [۱۳۹۶/۰۱/۲۲]

چکیده

بوم‌سازگان جنگل‌های هیرکانی به‌عنوان یکی از ذخیره‌گاه‌های جانوری و گیاهی در دهه‌های اخیر مورد تغییر کاربری غیراصولی و درنتیجه تخریب شدید واقع‌شده است. استفاده از رادیونوکلوئید ریزشی، به‌خصوص عنصر سزیم[۱۳۷] یکی از روش‌های قابل‌اعتماد در تعیین فرسایش خاک است. هدف از این پژوهش، برآورد نرخ فرسایش خاک در ارتفاعات جنگل‌های هیرکانی با استفاده از عنصر رادیواکتیو سزیم [۱۳۷] در حوزه آبخیز زیارت است. به این منظور ابتدا میزان موجودی عنصر سزیم[۱۳۷] در سه کاربری جنگل، مرتع و کشاورزی محاسبه شد. سپس با استفاده از مدل توازن جرمی II برای مناطق کشاورزی و مدل انتقال و پخش برای مناطق غیر کشاورزی میزان فرسایش و رسوب هرکدام از کاربری‌ها مشخص شد. هم‌چنین با استفاده از آزمون آماری تحلیل واریانس (ANOVA) تأثیر کاربری اراضی بر نرخ فرسایش و رسوب و ذخیره کربن آلی بررسی شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، میانگین موجودی سزیم [۱۳۷] در کاربری‌های جنگل، مرتع و کشاورزی به ترتیب ۵۷۵، ۲۸۶ و ۲۵۸ بکرل بر مترمربع است. اراضی کشاورزی با میزان ۳۹/۸ و اراضی جنگلی با ۵/۲ تن در هکتار در سال، به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین میزان نرخ فرسایش را به خود اختصاص دادند. همچنین، همبستگی مثبت بین نرخ فرسایش و رسوب و ذخیره کربن آلی وجود دارد. نتایج این تحقیق می‌تواند در راستای مدیریت پایدار حوزه آبخیز زیارت مورداستفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تخریب منابع طبیعی، جنگل‌های هیرکانی، فرسایش و رسوب، مواد رادیواکتیو

۱- مقدمه

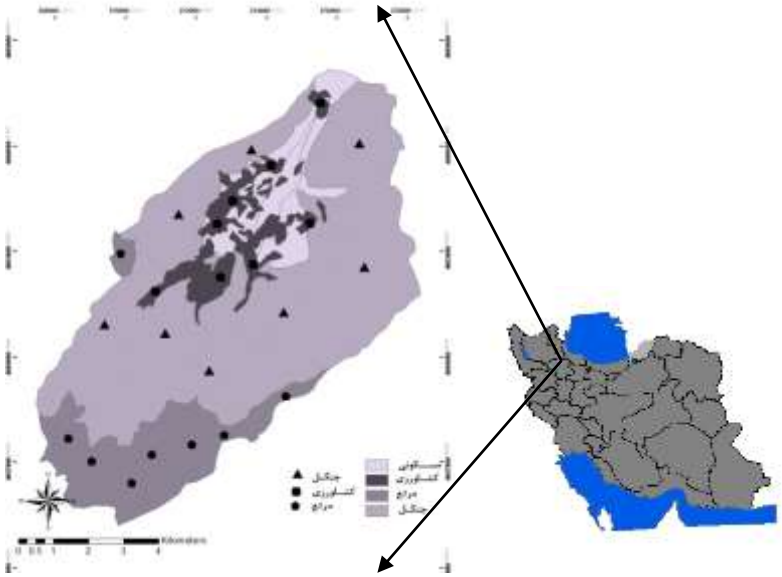
فرسایش و رسوب خاک از فرآیندهای طبیعی هستند، اما با دخالت انسان از طریق جنگل‌زدایی، چرای بیش‌ازحد و فعالیت‌های کشاورزی بی‌رویه تشدید می‌شوند. فرسایش خاک تشدیدی و تخریب اراضی از مشکلات اساسی برای توسعه و حفاظت محیط‌زیست هستند. به دست آوردن اطلاعات کمّی معتبر از سرعت و وسعت جهانی فرسایش خاک جهت برنامه‌ریزی و مدیریت حوزه‌های آبخیز امری ضروری است (Zapata 2003). استفاده از فناوری‌های هسته‌ای در محاسبه فرسایش و به‌ویژه برای توصیف هدر رفت خاک یک ابزار اقتصادی و سریع است. سزیم[۱۳۷] یک رادیوایزوتوپ مصنوعی با نیمه عمر ۳۰/۱۲ سال است. این عنصر در نتیجه انفجارهای هسته‌ای که در سال‌های ۱۹۷۰-۱۹۵۰ به‌وجود آمده و همراه با بارش باران وارد خاک شد. سزیم [۱۳۷] به‌سرعت جذب ذرات ریز افق خاک سطحی ازجمله ذرات رس و ماده آلی خاک می‌شود (McHenry Walling and Ritchie 1990; Quine and 1993). تحرک سزیم[۱۳۷] در خاک به‌صورت شیمیایی و بیولوژیکی بسیار اندک بوده و فقط به‌صورت فیزیکی همراه ذرات کلوییدی در خاک جابه‌جا می‌شود. پراکنش مجدد آن اصولاً همراه با تحولات فیزیکی در خاک نظیر فرسایش و شخم است. هم‌چنین به علت نیمه‌عمر طولانی و نگهداری آن در لایه سطحی می‌تواند به‌عنوان یک ردیاب مناسب برای تعیین جابه‌جایی خاک از طریق فرسایش آبی یا فرسایش بادی در ۴۰ سال اخیر مورداستفاده قرار گیرد (Wu and Tiessen 2002). رادیونوکلوییدهای ریزشی، مخصوصاً سزیم[۱۳۷] از دهه ۱۹۷۰ در کمّی‌کردن جابه‌جایی ذرات خاک به‌کار گرفته‌شده است (Zapata 2002). مقادیر فرسایش و رسوب برآورد شده توسط این رادیونوکلوییدها به‌طور موفقیت‌آمیزی در مقابل روش‌های سنتی (پین و پلات‌های فرسایشی، مدل‌سازی فرسایش و رسوب ارزیابی‌شده است. (Ritchie et al. 2008; Wallbrink et al. 2002; Schuller et al. 2006. در این زمینه Murat and Ichedf (2015) با استفاده از سزیم[۱۳۷]، فرسایش و رسوب را در اراضی کشاورزی واقع در منطقه سالیهی در غرب ترکیه اندازه‌گیری کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که در بین مدل‌های مختلف، مدل تعادل جرم، نتایج دقیق‌تری از میزان فرسایش و رسوب ارایه می‌دهد. Nosrati et al. (2015) نقش اجزای مختلف دامنه و کاربری اراضی در نرخ فرسایش با استفاده از سزیم[۱۳۷]، در حوزه آبخیز نجی- کردستان را با استفاده از مدل پخش و انتشار بررسی کردند. بر اساس نتایج آنان، بیشترین نرخ فرسایش در بخش شانه دامنه و در کاربری جنگل و کشاورزی به ترتیب ۶/۴۳ و ۴۰/۳ تن در سال فرسایش دارد. Afshar et al. (2010) نیز با همین روش نرخ ناخالص فرسایش را در غرب ایران بررسی کردند و میزان فرسایش را ۲۹/۸ تن در هکتار گزارش دادند. Gellis (2010) با استفاده از همین روش، میزان فرسایش در اراضی کشاورزی و مرتعی را محاسبه کرد و به این نتیجه رسید که میزان فرسایش در اراضی کشاورزی بیشتر از مراتع است.

Asadi et al. (2010) در حوزه آبخیز طاسران، در موقعیت‌های مختلف شیب، با استفاده از روش سزیم[۱۳۷]، فرسایش و رسوب را محاسبه کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که موقعیت شیب مرکب، شیب یکنواخت و پای شیب بیش‌ترین میزان فرسایش و رسوب را دارا بود. نتایج مطالعه Wang et al. (2008) نشان دادند سزیم[۱۳۷] می‌تواند به‌عنوان ابزاری مناسب در بررسی الگوهای مکانی توزیع مجدد خاک در مناطق مرتفع در چین مورداستفاده قرار گیرد. Ritchie et al. (2007) از سزیم[۱۳۷] به‌عنوان ابزاری برای تشخیص توزیع مکانی خاک و کربن آلی در یک زمین‌نما استفاده کردند. فرسایش خاک و تولید رسوب از مهم‌ترین مشکلات اساسی در حوزه‌های آبخیز ایران به شمار می‌رود. طی تغییر کاربری اراضی در ایران بین سال‌های ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۲ نرخ فرسایش ۸۰۰ درصد افزایش پیداکرده است (Nosrati et al. 2011). در سال‌های اخیر حوزه آبخیز زیارت، استان گلستان، در اثر تغییر کاربری از جنگل به کشاورزی، احداث ویلا و جاده مورد تخریب شدید واقع‌شده است. فرسایش خاک و تولید رسوب و آلودگی رودخانه زیارت به‌عنوان منبع تأمین‌کننده آب شرب شهرستان گرگان ازجمله آثار زیان‌بار تغییرات در این حوضه است. با توجه به اهمیت حوزه آبخیز زیارت از لحاظ بوم‌شناسی و ضرورت حفظ و حراست از جنگل‌های هیرکانی، هدف از این پژوهش برآورد نرخ فرسایش و رسوب و بررسی تأثیر تغییر کاربری در این حوضه است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- معرفی منطقه

حوزه آبخیز زیارت با مساحت ۷۷/۹ کیلومترمربع و محیط ۴۰/۵۱ کیلومتر در استان گلستان، جنوب شهرستان گرگان و بین مختصات ۵۴ درجه، ۲۳ دقیقه و ۵۳ ثانیه تا ۵۴ درجه، ۳۱ دقیقه و ۱۱ ثانیه طول جغرافیایی و ۳۶ درجه و ۳۶ دقیقه و ۵۱ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه و ۵۹ ثانیه عرض جغرافیایی قرارگرفته است. اقلیم آن معتدل تا سرد کوهستانی است. بیش‌ترین میزان بارندگی در فصول سرد سال با میانگین ۵۳۱/۲۵ میلی‌متر و بیشینه رطوبت به ۷۵ درصد می‌رسد. بلندترین ارتفاعات ۳۰۲۰ متر از سطح دریا و کمترین نقطه با ارتفاع ۷۵۶/۴ متر است. در منطقه موردمطالعه ۴ نوع کاربری اراضی شامل جنگل با مساحت ۵/۶ کیلومترمربع، مرتع ۲ کیلومترمربع، کشاورزی ۱/۳ کیلومترمربع و مناطق مسکونی ۱/۱ کیلومترمربع وجود دارد. (Pazuhab (2008, Sharge



شکل ۱- نقشه کاربری اراضی و نقاط نمونه‌برداری حوزه آبخیز زیارت

۲-۲- نمونه‌برداری و تجزیه آزمایشگاهی

برای محاسبه آهنگ فرسایش و رسوب حوزه‌های آبخیز با استفاده از سزیم[۱۳۷]، لازم است سطح مرجعی به‌عنوان منطقه‌ای که از بدو ورود رادیوایزوتوپ به خاک تا زمان نمونه‌برداری، تحت تأثیر فرایندهای فرسایش و رسوب‌گذاری نبوده باشند، مشخص شود (Zapata, 2003). He and Walling (1997) مکان‌هایی را پیشنهاد کرده‌اند که کم‌ترین شیب را داشته و نزدیک به حوزه آبخیز بوده و هیچ‌گونه فرسایش و رسوبی نداشته باشند. بدیهی است مقدار رادیوسزیم موجود در این نقاط بیانگر کل رادیوسزیم ریزش شده در منطقه، از شروع آزمایش‌های هسته‌ای تا زمان نمونه‌برداری است. با توجه به پرس‌وجوهای محلی و بازدید میدانی محدوده سفید چشمه در حدود یک کیلومتری حوضه به‌عنوان سطح مرجع در نظر گرفته شد. نمونه‌ها از ۳ کاربری جنگل، مرتع و کشاورزی و در عمق ۱/۵ متری و با استفاده از ابزار رینگ اندازه‌گیری شدند. هم‌چنین تعداد ۱۹ نمونه از کاربری‌های جنگل، مرتع

و کشاورزی از عمق صفر تا پنج سانتی‌متری با استفاده از بیلچه تمیز و استوانه برداشته شدند. نمونه‌ها به‌مدّت ۲۴ ساعت با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس در داخل کوره قرار داده تا کاملاً خشک شوند. سپس با استفاده از آسیاب فکّی کاملاً خردشده، از الک شماره ۵۰ (۰/۲ میلی‌متر)، عبور داده و برای مرحله بعد، آماده شدند. ۸۵۰ گرم از نمونه‌های عبور داده‌شده از الک درون ظروف مارینلی قرارگرفته و درنهایت جهت طیف‌نگاری به آزمایشگاه طیف‌نگاری دانشگاه مالک اشتر منتقل شدند. در سیستم طیف‌نگاری ۳۸/۵ درصد، طیف‌نگاری با استفاده از نرم‌افزار تحت ویندوز AKWIN انجام می‌شود. این نرم‌افزار فاقد امکانات کافی برای آنالیز طیف‌ها است. بنابراین پس از طیف‌گیری، اطلاعات فایل‌های طیف‌گیری به‌صورت فایل‌هایی با قالب خواندن به‌وسیله نرم‌افزار OMN/GAM تبدیل می‌گردد. در سیستم طیف‌نگاری ۵۵ درصد، طیف‌نگاری و آنالیز با استفاده از نرم‌افزار تحت ویندوز SrmBSI انجام شد. هم‌چنین میزان کربن آلی نمونه‌ها با استفاده از روش والکی بلاک[1] اندازه‌گیری شد (Balddock and Skjemstad 2008). برای اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری نمونه‌ها با استفاده از رینگ با حجم مشخص برداشت و در کوره خشک و در نهایت وزن شدند و بر اساس نسبت وزن به حجم، وزن مخصوص ظاهری تعیین شد.

۲-۳- فرسایش و رسوب و ذخیره کربن آلی

پس از اندازه‌گیری فعالیت سزیم[2] ($Bq\ kg^{-1}$) جهت محاسبه فرسایش و رسوب به موجودی سزیم[3] ^{137} در نمونه خاک نیاز است. برای انجام این کار با استفاده از رابطه (۱) می‌توان میزان موجودی سزیم (Bqm^{-2}) بکرل بر مترمربع، خاک را محاسبه کرد.

$$CPI = \sum_{i=1}^{N} Ci.Bi.Di.10^{3} \qquad (۱)$$

در این رابطه CPI میزان موجودی سزیم در خاک، بکرل بر مترمربع (Bqm^{-2})، Ci فعالیت سزیم در خاک، بکرل بر کیلوگرم ($Bq\ kg^{-1}$)، Bi وزن مخصوص خاک، گرم بر سانتی‌مترمربع ($grcm^{-3}$) و Di عمق نمونه‌برداری، متر (m) است. به‌منظور برآورد فرسایش و رسوب فعالیت سزیم^{137} نقاط شاهد با درصد سزیم باقی‌مانده نقاط موردمطالعه مقایسه می‌شود. جایی‌که فعالیت سزیم نمونه‌های خاک کم‌تر از فعالیت پروفیل شاهد باشد، نشان‌دهنده فرسایش است. افزایش سزیم نمونه‌های خاک نسبت به پروفیل شاهد، بیانگر انتقال خاک به محل نمونه‌برداری و رسوب‌گذاری است. پس از محاسبه میزان موجودی سزیم^{137} در منطقه مرجع و منطقه موردمطالعه و مقایسه آن‌ها باهم و نقاط فرسایش، انتقال و ته‌نشست مشخص گردید. جهت تبدیل موجودی سزیم^{137} به آهنگ جا-به‌جایی ذرات خاک، با توجه به این‌که نمونه‌برداری در منطقه موردمطالعه در ۳ کاربری جنگل، کشاورزی و مرتع صورت گرفته و با توجه به اطلاعات اولیه موجود، از دو مدل تبدیل استفاده شد. مدل تبدیل تعادل جرمی II1 برای ناحیه کشاورزی و مدل پخش و انتقال برای ناحیه غیر کشاورزی، با استفاده از برنامه نرم‌افزاری Radiocale انجام شد (Walling and He 1990) . با توجه به رابطه (۲) ذخیره کربن آلی اندازه‌گیری شد.

$$SOCD = ((1-\theta_i) \times P_i \times C_i \times T_i / 10) \qquad (۲)$$

در این رابطه SOCD ذخیره کربن آلی (تن در هکتار) $t\ ha^{-1}$، p_i وزن مخصوص ظاهری خاک، مگاگرم بر مترمربع (Mgm^{-3})، C_i غلظت کربن آلی در خاک (گرم بر کیلوگرم) ($g\ kg^{-1}$) و T عمق نمونه‌برداری (cm) سانتی‌متر مربع در مترمربع می‌باشند.

[1] Walkely- Black method
[2] CS activity
[3] CS inventory

۲-۴- تحلیل آماری

با استفاده از آزمون تحلیل واریانس تأثیر کاربری اراضی بر فرسایش و رسوب و ذخیره کربن آلی بررسی شد. آزمون در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و فرض برابری میانگین‌ها درصورتی‌که مقدار P کم‌تر از ۰/۰۵ باشد، پذیرفته نخواهد شد؛ و برعکس اگر مقدار P بیش‌تر از ۰/۰۵ باشد، فرض برابری میانگین‌ها پذیرفته خواهد شد.

۳- یافته‌ها و بحث

۳-۱- میزان فعالیت سزیم^{۱۳۷} و ذخیره کربن آلی

با توجه به روش‌های اندازه‌گیری فعالیت سزیم^{۱۳۷} و ذخیره کربن آلی که در بخش بالا اشاره شد، میزان این عناصر در جدول (۱) نشان داده شده است. بر این اساس، فعالیت سزیم ^{۱۳۷} کاربری جنگل و کشاورزی با میانگین ۵۷۵ و ۲۵۸ بکرل بر مترمربع و ذخیره کربن آلی در کاربری جنگل و کشاورزی با میانگین ۱۶۱ و ۹۹ تن در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را به خود اختصاص دادند.

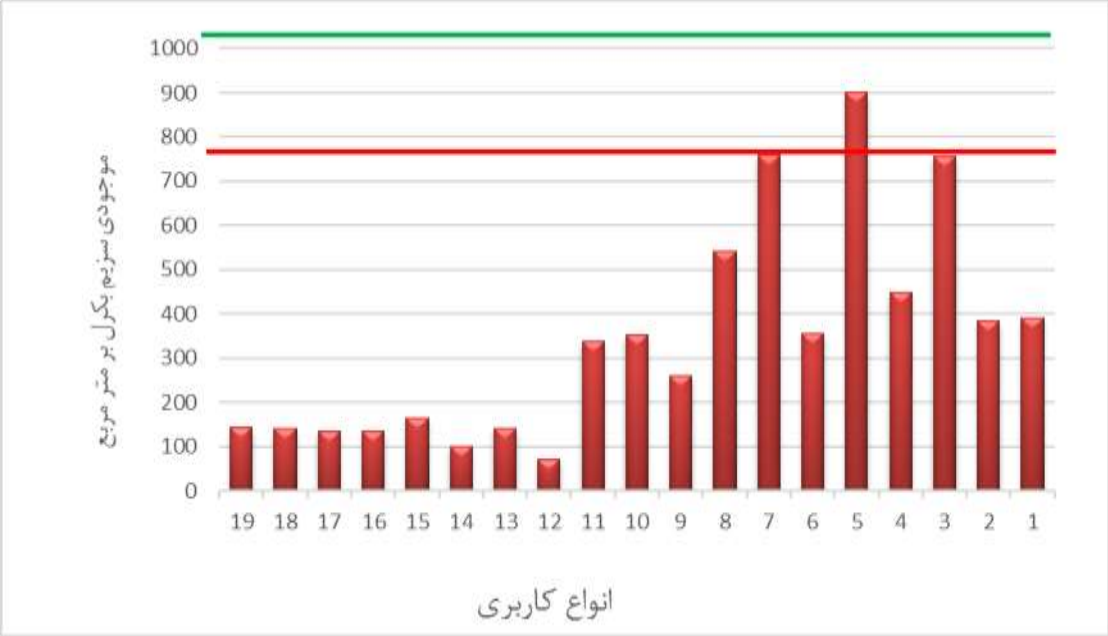
جدول شماره ۱- انواع کاربری‌ها و میزان سزیم و کربن آلی موجود در هر کاربری

جنگل				کشاورزی				مرتع			
ردیف	سزیم ۱۳۷	ذخیره کربن	وزن مخصوص	ردیف	سزیم ۱۳۷	ذخیره کربن	وزن مخصوص	ردیف	ذخیره کربن	سزیم ۱۳۷	وزن مخصوص
۱	۳۹۲	۱۶۸	۱/۱۲	۸	۵۴۰/۸	۹۰	۱/۲۸	۱۵	۱۶۴/۴	۵۶۰/۸	۱/۰۲
۲	۳۸۴	۱۴۰	۱	۹	۲۵۸/۴	۹۴/۸	۱/۳۶	۱۶	۱۳۵/۵	۳۶۷/۶	۱/۰۴
۳	۷۸۵/۷	۱۴۵	۰/۹۷	۱۰	۳۵۲/۸	۸۲/۹	۱/۱۲	۱۷	۱۳۵	۲۱۰/۶	۱/۰۸
۴	۴۴۹/۷	۱۶۸/۳	۱/۲	۱۱	۳۳۸/۹	۹۵/۶	۱/۴	۱۸	۱۴۰	۱۴۴/۵	۰/۸۹
۵	۹۰۰	۱۶۵/۳	۱/۱۶	۱۲	۷۳	۸۵/۴	۱/۲۷	۱۹	۱۴۳	۱۵۰/۸	۰/۸۴
۶	۳۵۷/۴	۱۵۷/۵	۰/۸۴	۱۳	۱۴۲	۱۰۹/۴	۱/۱				
۷	۷۵۹/۸	۱۸۸/۸	۰/۹۳	۱۴	۱۰۲	۱۴۰/۲	۱/۲۴				

ذخیره کربن آلی: تن بر هکتار($t\ h^{-1}$) ، سزیم ۱۳۷: بکرل بر مترمربع ($Bq\ m^{-2}$)، وزن مخصوص ظاهری: گرم بر سانتی‌متر مکعب ($g\ cm^{-3}$)

۳-۲- نرخ فرسایش و هدر رفت خاک

با توجه به الگوی جابه‌جایی محاسبه‌شده، همان‌طور که در شکل (۲) نشان داده‌شده است، درصورتی‌که فعالیت سزیم^{۱۳۷} در نمونه پایین‌تر از ۷۴۴/۷۴۶ بکرل بر مترمربع قرار گیرد، منطقه جزو منطقه فرسایش (خط قرمز) و درصورتی‌که در محدوده ۷۴۴/۷۴۶ تا ۲۳۵۵/۰۵۴ بکرل بر مترمربع قرار گیرد جزو منطقه انتقال و درصورتی‌که بالاتر از ۲۳۵۵/۰۵۴ بکرل بر مترمربع قرار گیرد جزو منطقه ته‌نشست یا رسوب‌گذاری (خط سبز) است.



شکل ۲- نمودار موقعیت نقاط نسبت به موجودی سزیم در منطقه مرجع

نتایج مربوط به محاسبه فرسایش و رسوب هرکدام از کاربری‌ها در جدول (۲) نشان داده‌شده است. با توجه به محاسبات صورت گرفته بر اساس مدل‌های تعادل جرمی و پخش و انتشار، در بین کاربری‌ها، نرخ فرسایش خالص در کاربری کشاورزی ۳۹/۸- تن در هکتار در سال نسبت به اراضی جنگلی با فرسایش خالص ۵/۲- و مرتع با فرسایش خالص ۵/۹- بسیار بیش‌تر است. نسبت تحویل رسوب در کاربری کشاورزی با نرخ ۹۶ درصد نسبت به اراضی جنگلی ۱۹ درصد و مرتع ۳۲ درصد هم حاکی از آن است که بخش بزرگی از خاک فرسایش یافته مربوط به کاربری کشاورزی است. این نتیجه با مطالعه Nosrati et al. (2015) و Gellis (2010) مطابقت دارد. هم‌چنین بر اساس نتیجه به‌دست‌آمده از مطالعه Khajavi et al. (2013) در ۸۴۰ رقم اندازه‌گیری شده سزیم[۱۳۷] در ۳۱ سایت پژوهشی، در بین کاربری‌های اراضی، کاربری کشاورزی بالاترین آهنگ را داشته و در مقایسه با اراضی جنگلی افزایش ۴۰۰ تا ۵۰۰ برابری داشته است.

جدول ۲- جدول آهنگ جابه‌جایی ذرات خاک

کاربری	مقدار فرسایش کل (ton/ha/yr)	مقدار فرسایش خالص (ton/ha/yr)	نسبت تحویل رسوب (درصد)
جنگل	-۷	-۵,۲	٪۱۹
کشاورزی	-۴۲/۶	-۳۹,۸	٪۹۶
مرتع	-۶/۴	-۵/۹	٪۳۲

۳-۴- تأثیر کاربری اراضی بر فرسایش و رسوب و ذخیره کربن آلی

بر اساس نتایج تحلیل واریانس صورت گرفته در داده‌های سزیم[۱۳۷] و ذخیره کربن آلی، اطلاعات به‌دست‌آمده از جدول (۳)، نشان می‌دهد که کاربری اراضی بر متغیر سزیم [۱۳۷] در سطح معنی‌داری ۰/۰۱۲ درصد تأثیرگذار بوده است. بدین معنی که موجودی عنصر مذکور تحت تأثیر کاربری اراضی تغییر می‌کند و نوع کاربری بر موجودی آن به‌طور مستقیم تأثیرگذار است. این نتیجه در

مورد کربن آلی در سطح معناداری ۰۰۰ /۰ درصد نیز صدق می‌کند و حاکی از ارتباط مستقیم و معنادار ذخیره کربن آلی و نحوه کاربری اراضی است. این نتیجه بامطالعه Shirzadi (2014) مطابقت دارد.

جدول ۳- تحلیل واریانس سزیم ۱۳۷ تحت تأثیر کاربری‌های اراضی

متغیر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری*
سزیم ۱۳۷	۴۴۱۲۱۲	۲	۲۲۰۶۰۶	۵/۸۵۹	۰/۰۱۲
ذخیره کربن آلی	۱۳۵۸۲	۲	۶۷۹۱	۲۱/۳۵۷	۰/۰۰۰

*سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵

بر اساس نتایج حاصل از بررسی نوع و میزان رابطه دو متغیر فوق در حوزه آبخیز زیارت، با ضریب همبستگی پیرسون (r= ۰/۵۳۲)، در سطح معناداری ۰/۰۵ درصد، می‌توان گفت سزیم^{۱۳۷} و کربن آلی رابطه مستقیم و نسبتاً قوی دارند. بر این اساس، با افزایش مقدار سزیم^{۱۳۷} در حوضه، مقدار ذخیره کربن آلی افزایش پیدا می‌کند و برعکس. این نتیجه با یافته‌های، Nosrati et al. (2014)، یعنی وجود همبستگی مثبت و معنادار (r= ۰/۰۴۷) در اراضی کشاورزی، بین دو متغیر فوق و Mabit et al. (2008) مبنی بر همبستگی مثبت معنادار بین ذخیره کربن آلی و سزیم ^{۱۳۷} در ذرات ماسه، مطابقت دارد.

۴-نتیجه‌گیری

آگاهی از فرآیندهای جابجایی و توزیع مجدد ذرات خاک ناشی از فرآیندهای فرسایشی مختلف، یکی از ابزارهای مدیریتی در مقیاس‌های متعدد از پلات تا حوزه آبخیز در مدیریت فرسایش و رسوب محسوب می‌شود. دقیق‌ترین روش دسترسی به این فرایندها، استفاده از رادیونوکلوئیدهای ریزشی (^{137}Cs,^{7}Be,$^{210}Pb_{ex}$) است که جابجایی ذرات خاک را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد. موقعیت خاص اکولوژیکی حوزه آبخیز زیارت و اهمیت حفظ جنگل‌های هیرکانی به‌عنوان یکی از ذخایر زیست‌گاهی کره زمین و تغییرات ناصحیح کاربری اراضی سبب لزوم پژوهش در حوضه مذکور شد. لذا برای نخستین بار در این منطقه، عنصر رادیونوکلوئیدی سزیم^{۱۳۷} و کربن آلی اندازه‌گیری و اثر تغییرات کاربری با استفاده از آزمون‌های آماری بررسی شد. بر اساس محاسبات، نتایج زیر به‌دست آمد.

۱- میزان موجودی سزیم^{۱۳۷} کاربری جنگل و کشاورزی با میانگین ۵۷۵ و ۲۵۸ بکرل بر مترمربع برآورد شد. ذخیره کربن آلی در کاربری جنگل و کشاورزی با میانگین ۱۶۱ و ۹۹ تن در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار است. ارقام به‌دست‌آمده نقش مهم جنگل‌ها را در حفظ و بقای خاک نشان می‌دهد.

۲- بین نرخ فرسایش خالص ۳۹/۸- تن در هکتار در سال، در کاربری کشاورزی و اراضی جنگلی و مرتعی با فرسایش خالص ۵/۲ و ۶/۴- تفاوت قابل‌توجهی دیده می‌شود.

۳- نرخ تحویل رسوب در جنگل، کشاورزی و مرتع به ترتیب ۱۹، ۹۶ و ۳۲ درصد بوده که حاکی از نقش قابل‌توجه عملیات کشاورزی و مراتع در پدیده رسوب زایی حوضه است.

۴- بر اساس آزمون تحلیل واریانس انجام‌شده، نوع کاربری اراضی بر متغیر سزیم^{۱۳۷} در سطح معنی‌داری ۰/۰۱۲ به‌طور مستقیم تأثیرگذار است. همچنین نوع کاربری اراضی در میزان ذخیره کربن آلی در سطح معناداری ۰۰۰ /۰ تأثیر مستقیم دارد.

در حوزه آبخیز زیارت، اراضی کشاورزی علی‌رغم وسعت کم (مساحت تقریبی ۱/۳ کیلومترمربع)، بیشترین سهم را در فرسایش خاک و رسوب به خود اختصاص داده است. با توجه به بازدیدهای میدانی، کشت محصولات در جهت شیب و نزدیکی اراضی کشاورزی به رودخانه و عملیات خاک‌ورزی نادرست و غیراصولی عامل تشدید دهنده نرخ فرسایش و رسوب است. پیشنهاد می‌گردد با توجه به حساسیت حوضه، از سایر عناصر رادیواکتیویته همچون سرب[۲۱۰] جهت مطالعات منشأیابی و برآورد فرسایش و رسوب در بازه‌های زمانی طولانی‌تری انجام گردد. با توجه به موقعیت قرارگیری حوضه در محدوده کوهستانی، میزان موجودی سزیم[۱۳۷] در قسمت‌های مختلف دامنه اندازه‌گیری شود. همچنین طرح‌های جامع میان‌مدت و بلندمدت در رابطه با میزان رسوب رودخانه و تغییر مسیر ایجادشده براثر جاده‌سازی و عملیات نادرست کشاورزی تدوین و اجرا گردد.

References

Afshar F. A., Ayoubi S. and Jalalian A. (2010). Soil redistribution rate and its relationship with soil organic carbon and total nitrogen using 137 Cs technique in a cultivated complex hill slope in western Iran. J. Environ. Radioact., 101(8), 606-614.

Asadi A., Shahoi S., Asadi A. and Shahsavar A. (2010). Using Cs137 for estimation of soil erosion and sediment in soils of Tasran catchment of Cabodarahang. J. Eng. Watershed Manag., 3(2) 94-101. [In Persian]

Gellis A. (2010). Agricultural soil erosion rates for the Linganore Creek watershed in the piedmont physiographic province of the Cheaspeake watershed. 2nd Joint Federal Interagency Conference, Las Vegas, NV, June 27- July 1.

He Q. and Walling, D. E. (1997). The distribution of fallout 137 Cs and 210 Pb in undisturbed and cultivated soils. J. Appl. Rad. Isotopes, 48(5), 677-690.

Khajavi E. Arabkhedri, M. Mahdian, M.H and Shadfar, S. (2015). Investigation of water erosion and soil loss values with using the measured data from Cs-137 method and experimental plots in Iran. J. Watershed Manag., 6(11), 1-11[In Persian].

Mabit, L. Benmansour, M. and Walling, D. (2008). Comparative advantages and limitations of the fallout radionuclides 137 Cs, 210 Pb ex and 7 Be for assessing soil erosion and sedimentation. J. Environ. Radioact., 99(12), 1799-1807.

Murat. S. M. and Ichedf M, (2015). Application of Cs137 technique for evaluation of erosion and deposition rates within cultivated fields of Salahi region, Western Turkey. J. Rad. Res. Appl. Sci., 8(4) 477-482.

Nosrati K. Haddadchi A. Zare M. R. and Shirzadi, L. (2015). An evaluation of the role of hillslope components and land use in soil erosion using 137 Cs inventory and soil organic carbon stock. Geoderma, 243, 29-40.

Nosrati K. Feiznia S. Van Den Eeckhaut, M. and Duiker S. W. (2011). Assessment of soil erodibility in Taleghan Basin, Iran, using multivariate statistics. J. Phys. Geog., 32(1), 78-96.

Pazhohab Shargh. (2000). Report of repose to Ziarat watershed. Available at: http://pazhouhab.com/index.

Ritchie, J. C. and Ritchie, C. A. (2008). Bibliography of publications of 137Cs studies related to erosion and sediment deposition. http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?docid=17939

Ritchie J. C. and Mc Carty, G. W. Venteries, E. R and Kaspar, T. C. (2007). Soil and soil organic carbon redistribution on the landscape. J. Geomorphol., 89, 163-171

Ritchie J. C. and McHenry, J. R. (1990). Application of radioactive fallout cesium-137 for measuring soil erosion and sediment accumulation rates and patterns: a review. J. Environ. Qual., 19(2), 47-2425.

Wu R. and Tiessen, H. (2002). Effect of land use on soil degradation in Alpine grassland soil Chine. Soil Sci. Soc.: Am. J., 66, 1648-1655

Shirzadi L. (2014). Effect of domans on soil erosion in Nechi catchment, M.Sc. Dissertation, Shahid Beheshti University 86pp. [In Presrsian].

Skjemstad. J. O., Baldock, J. A. (2008). Total and organic carbon. In: Carter, M. R. Gregorich Group, Boca Raton pp. 225- 237

Schuller P., Iroumé. A., Walling. D. E., Mancilla H. B., Castillo A. and Trumper, R. E. (2006). Use of Beryllium-7 to Document Soil Redistribution following Forest Harvest Operations. J. Environ. Qual., 35, 1756-1763

Wallbrink. P. J., Belyaev. V., Golosov. V. N., Sidorchuk. A. S. and Murray. A.S. (2002). Use of radionuclide, field based and erosion modeling methods for quantifying rates and amounts of soil erosion processes. CIRO land and water consultancy report.

Walling D. E. and He Q. (1999). Improved models for estimating soil erosion rates from cesium-137 measure. J. Environ. Qual., 28(2), 611-622.

Walling D. E, and Quine, T. A. (1993). Use of Cs-137 as a tracer of erosion and sedimentation. Handbook of the application of Cs-137 technique in the high altitude area of the Qingai-Tibet plateau of Chine. J. Environ. Geol, 53, 1743-1449

Zapata F. (2003). The use of environmental radionuclides as tracers in soil erosion and sedimentation investigations: recent advances and future developments. Soil Tillage Res., 69(1), 3-13.

Zapata F. (2002). Handbook for the Assessment of Soil Erosion and Sedimentation Using Environmental Radionuclides. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Estimation of Erosion and Sediment in Gorgan Ziarat Watershed using Cs^{137}

Kazem Nosrati[*1], Saeede Jalali[2], Mohammad Reza Zare[3] and Logman Shirzadi[4]

[1] Associate Prof., Department of Geography, Faculty of Earth science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[2] M.Sc., Department of Geomorphology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[3]Assist Prof., Department of Applied Physics, Faculty of Applied Sciences, Malek Ashtar University, Esfahan Branch, Esfahan, Iran
[4]PhD Scholar, Department of Geomorphology., Faculty of Earth science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

***Corresponding author:** knosrati@gmail.com

Received: October 8, 2016 Accepted**:** October 14, 2017

Abstract:

As one of the fauna and flora reservation sites, hyrcanian forest ecosystems have experienced sever destruction during recent decades because of the improper land uses. Use of fallout radionuclide, particularly Cs^{137}, is one of the trusty methods in soil erosion rate. The purpose of this research was to estimate soil erosion rate in Hyrcanian forest heights in Ziarat catchment using radioactive element Cs^{137}. Therefore, first Cs^{137} inventory was calculated in three land uses including forest, rangeland, and cultivate lands. After that, the erosion and sedimentation rates for each land use were determined using mass balance II model for cultivate areas and intuition and diffusion model for uncultivated area. The impact of land use on the soil erosion and sedimentation rate and organic carbon storage were investigated using ANOVA. The research found that the annual Cs^{137} inventory estimated was 575, 286, and 258 Bq/m^2 in the forest, rangeland, and cultivate lands respectively. The maximum and minimum erosion rate had occurred in cultivated land by 39.8 and forest land by 5.2 ton/ha/y respectively. In addition, there was a positive correlation between erosion and sediment rate and organic carbon storage. The findings of this research can be used for sustainable management of Ziarat Catchment.

Keywords: Natural Resources Destruction; Hyrcanian Forests; Erosion and Sediment; Radioactive Material.