Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۹، شماره ۵۴، زمستان ۱۳۹٤، صفحات ۸۱-۶۱

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۲/۱۰ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۰/۱۲/۱۰

ارزیابی و پیش‌بینی خطر فرسایش خاک در حوضه سراسکندچای با استفاده از مدل USLE و GIS

مریم بیاتی خطیبی[۱]

چکیده

فرسایش خاک یکی از مهم‌ترین مسائل محیطی در دنیا بوده که عامل مهم بروز خسارات بزرگ اقتصادی و تهدید جدی برای توسعه پایدار محسوب می‌شود. در مقیاس حوضه‌ای، عوامل متعددی در زمینه‌سازی و تشدید فرسایش دخیل هستند. در فرسایش خاک توسط رواناب‌ها عوامل داخل حوضه‌ای مانند خاک، توپوگرافی، تراکم زهکشی والگوی کاربری نقش مهمی ایفا می‌کنند. در مناطق نیمه‌خشک وضعیت فرسایش خاک در محیط‌های کوهستانی و در سطح زمین‌های شیب‌دار که در معرض بارندگی سنگین هستند به‌مراتب بحرانی‌تر است. محدوده مورد مطالعه به‌عنوان یک منطقه کوهستانی نیمه‌خشک واقع در دامنه‌های شرقی کوهشتان سهند (شمال غرب ایران) خاک تحت فرسایش شدید آبی قرار گرفته است. در این محدوده- به‌عنوان یک محدوده کشاورزی و دامپروی مهم کشور- آثار این فرسایش به‌صورت خندق‌ها و شیارها در بخش‌های مختلف مشاهده می‌شود. برای بررسی علل و عوامل فرسایش آبی و برآورد و پیش‌بینی محدوده‌های تحت خطر فرسایش از مدل USLE استفاده و از تکنیک GIS بهره‌گیری شده است. در این مدل که اساس آن پارامترهای توپوگرافی، کاربری، بارندگی و نوع خاک است، ترکیب پارامترهای مورد ذکر در فرسایش آبی مورد تحلیل قرارگرفته است و در نهایت محدوده‌های تحت خطر پهنه‌بندی شده است. نتایج این بررسی‌ها نشان می‌دهد که در بین عوامل مورد بررسی، طول وشیب دامنه به‌عنوان عوامل توپوگرافی، نقش اصلی در فرایند فرسایش ایفا می‌کنند. در محدوده مورد مطالعه، طول دامنه، نوع و

۱ـ استاد دانشگاه تبریز. Email:m_bayati@tabrizu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

الگوی فرسایش را تعیین می‌کند. در بخش‌هایی که طول دامنه افزایش یافته، دخندق های عمیق تشکیل گردیده است. در این محدوده‌ها اگر در خاک درصد سیلت نیز یابد، فرسایش خطی تشدید شده است. نقشه پهنه‌بندی خظرفرسایش نشان می‌دهد که شیب‌های منتهی به دشت‌های سیلابی از پتانسیل بالایی برای فرسایش آبی برخوردارند.

واژگان کلیدی: فرسایش خاک، فرسایش خطی، پهنه‌بندی خطرفرسایش، USLE، سراسکندچای، دامنه‌های شرقی سهند.

مقدمه

فرسایش خاک یکی ازمهم‌ترین مساله محیطی در دنیا بوده که باعث بروز خسارات بزرگ اقتصادی گردیده و تهدید جددی برای توسعه پایدار محسوب می‌شود. در حدود ۸۵٪ از برهنگی خاک با فرسایش خاک عجین شده و تشدید فرسایش خاک بعد از جنگ جهانی دوم باعث کاهش ۱۷درصدی در تولید محصولات و موجب خسارات محیطی گردیده است (واعظی و همکاران[۲]، ۲۰۰۸: ۴۱۴). به‌همین دلایل، جلوگیری از فرسایش خاک یکی از عوامل مهم در مدیریت زمین و حفظ یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی است. پیش‌بینی فرسایش خاک و ارزیابی عوامل اصلی فرسایش در محیط، اولین قدم در انتخاب روش‌ها و راهـبردهای مناسب برای کنترل فرسایش خاک است. فرسایش آبی یکی از مهم‌ترین نشانه‌های برهنگی محیطی است و نوع تشدید شده آن در محیط‌های نیمه‌خشک به‌صورت شیارهای متراکم و خندق‌های عمیق خودنمایی می‌کند (دوماس و همکاران[۳]، ۲۰۱۰: ۵۱۹ و بسکو و همکاران[۴]، ۲۰۰۹: ۵۰). در نواحی نیمه‌خشک با توجه به ویژگی‌های حاکم، شدت فرسایش به‌مراتب بیش‌تر از سایر محدوده‌های جغرافیایی است. در این نواحی، ارتباط مشخصی بین بارندگی، تراکم پوشش گیاهی و نوع کشت با میزان و نوع فرسایش وجود

2- Veazi et al.
3-Dumas et al.
4- Beskow et al.

www.SID.ir

Archive of SID

دارد (مارکوز[5]، ۲۰۰۷: ۱۶۲). در محدوده‌های مذکور، فرسایش خطی از نوع تشدید شده که می‌تواند منابع انبوهی از خاک را به‌همراه داشته باشد، در اثر ترکیب نقش عوامل مختلف، مانند عوامل توپوگرافی، نوع کاربری، نوع خاک و بارندگی می‌تواند صورت گیرد و یا تشدید گردد. مدلی که با چنین ترکیبی فرسایش خطی را محاسبه می‌کند، مدل جهانی فرسایش است. با استفاده از معادله مذکور می‌توان محدوده‌های تحت فرسایش خطی در محدوده‌های نیمه‌خشک را شناسایی نمود. مدل فرسایش جهانی (USLE) یکی از این مدل ها است که برای ارزیابی فرسایش سطوح شیب‌دار طراحی شده است (کینل[6]، ۲۰۰۰: ۳۳۱).

با توجه اهمیت حفاظت خاک و همچنین اهمیت بررسی و تعیین حساسیت خاک در مقابل عوامل فرسایندگی محققان مختلف از ابعاد مختلف سعی نموده‌اند عوامل فرسایش را شناسایی و مدل‌هایی را برای ارزیابی خاک ارائه دهند (شمشاد و همکاران[7]، ۲۰۰۸؛ چی[8]، ۲۰۰۸؛ آسروالد و همکاران[9]، ۲۰۰۹؛ مانرت و گابریل[10]، ۲۰۰۰). ارائه مدل‌های مختلف در این رابطه، از نتایج چنین تلاش‌هایی است.

با عنایت به حساسیت منطقه از نظر فرسایش و محسوب شدن منطقه به‌عنوان یک محدوده کشاورزی و دامپروی مهم در منطقه شمال غرب ایران، دراین مقاله سعی شده است با استفاده از معادله جهانی فرسایش، بخش‌های حساس به فرسایش شناسایی شود.

موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های حوضه سراسکندرچای

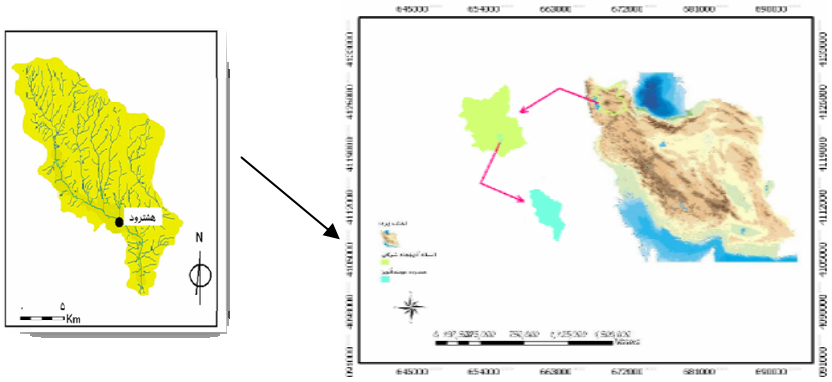
حوضه سراسکندرچای با وسعت ۲۱۶/۷۹ کیلومترمربع در بخش شمالی حوضه بزرگ قرنقوچای قرار گرفته است (شکل ۱). این حوضه به‌عنوان یکی از زیرحوضه‌های قرنقوچای، از حوضه‌های مهم دامنه‌های شرقی کوهستان سهند می‌باشد.

5- Marques
6- Kinnell
7- Shamshad et al.
8-Chi et al.
9- Auerswald et al.,
10- Mannart & Gabrils

www.SID.ir

Archive of SID

رودخانه سراسکندر در عرصه‌های نسبتاً وسیع و ناهموار مناطق کوهستانی و تپه ماهوری به‌صورت جریان‌های حاصل از ذوب برف و جریان چشمه‌های واقع در محل تماس رخساره‌های سنگی و رسوبی تراوا با واحدهای نفوذناپذیر از طریق شبکه آبروهای فرعی و اصلی به خارج تخلیه می‌گردد. حضور طبقات ناتراوای مارنی، گچی، نمکی و گل سنگی در بین لایه‌های مقاوم آهکی، ماسه سنگی، کنگلومرای و... هم‌چنین بسته شدن شبکه شکستگی‌ها و سیستم‌های درز و شکاف بر روی واحدهای فوق، موجب کاهش نفوذپذیری نسبی رخنمون‌های سنگی و رسوبی در حوضه گردیده است. متاثر از این ویژگی اغلب رواناب‌ها و مسیل‌های جاری بر سطح آن‌ها از استعداد طغیانی بالا تا متوسطی برخوردارند. آبرفت‌های کواترنرومارن‌های میوسن بخش اعظم این حوضه را تشکیل می‌دهند و اغلب چنین سازندهایی تحت فرسایش آبی شدید قرار گرفته‌اند. حضور خندق‌های عمیق در روی این سازندها حاکی از مقاومت کم آنها در مقابل جریان رواناب هستند. آندزیت‌ها و داسیت‌ها و گرانیت‌ها از جمله واحدهای سنگی هستندکه در بخش‌های شرقی و شمال غربی حوضه در بخش نسبتاً محدودی گسترده شده‌اند.



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی حوضه سراسکندرچای

مواد و روش‌ها

مـعادله جهانی فرسایش، ازمعادلات مهمی است که عمدتاً برای بررسی فرسایش خطی در

www.SID.ir

Archive of SID

محدوده منطقه‌ای و محلی، به‌ویژه در محدوده‌های کوهستانی نیمه‌خشک طراحی و به کار گرفته می‌شود (تراهوا و همکاران[11]، ۲۰۰۹: ۲۲۹؛ سبه‌کاور و هافیرکا[12]، ۲۰۰۸: ۱۸۸؛ پلاسانی و همکاران[13]، ۲۰۰۸: ۳۸۰ و اروسوال و همکاران[14]، ۲۰۰۹: ۱۸۴). این معادله یک ابزار مفید برای ارزیابی پتانسیل فرسایش آبی، به‌ویژه فرسایش خطی در محدوده‌های شیب داراست. معادله مذکور برای فرسایش خطی در حوضه‌هایی که تحت کاشت و یا نظام مدیریت خاص هستند، طراحی شده است (ژولین، ۱۳۸۷). به لحاظ اعتبار این معادله در محاسبه فرسایش، در این مقاله نیز برای بررسی پتانسیل فرسایش خطی در دامنه‌های حوضه سراسکندرچای استفاده شده است (رابطه ۱) .

$$E=RK(LS)CP \qquad \text{رابطه (۱)}$$

رابطه ۱ (معادله E و یا USLE) معادله جهانی فرسایش را ارائه می‌دهد. معادله مذکور به‌عنوان معادله جهانی فرسایش، میزان اتلاف خاک از یک سطح را حاصلضرب شش عامل مختلف در نظر می‌گیرد. این عامل عبارتند از: *R ضریب فرسایش‌پذیری باران، K ضریب فرسایش‌پذیری خاک، L ضریب طول حوضه، S ضریب شیب حوضه، ضریب مدیریت بهره‌برداری و p ضریب عملیات حفاظتی خاک است.* در این مقاله عوامل و ضرایب مذکوربرای حوضه به‌ترتیب زیر محاسبه و نتایج حاصل موردتحلیل قرارگرفته است.

الف- محاسبه عوامل توپوگارفی

در معادله جهانی فرسایش، پارامترهای توپوگرافی سهم برجسته‌ای در تعیین میزان فرسایش دارند به‌همین دلیل دو پارامتر شیب و طول دامنه در آن دخیل داده شده‌اند. در این معادله، طول و شیب دامنه به‌صورت زیر محاسبه شده است:

طول دامنه یک عامل توپوگرافی وتأثیرگذار در میزان فرسایش است. طول شیب نشان دهنده مقدار فرسایش از شیبی به طول مفروض نسبت به طول استاندار (۲۲/۱ متر) است، عامل طول شیب (L) را می‌توان با رابطه زیر بیان نمود:

11- Terrahova et al.,
12- Cebecauer and Hfierka
13- Pelacani et al.,
14- Auerswall et al.

www.SID.ir

Archive of SID

$$L=[\lambda /22.13]^m$$ رابطه (۲)

L = (بی بعد)عامل طول شیب ،(m) λ = طول شیب پارامتر خاک برحسب متر و m= نمایی است که در رابطه با نسبت فرسایش شیاری (که عامل آن جریان است) به فرسایش بین شیاری می‌باشد (که عامل آن برخورد قطرات باران است)که مقدار آن برای شیب‌های ۵ درصد و بیش‌تر برابر ۰/۵، برای شیب‌های ۵-۳ درصد برابر ۰/۴، برای شیب‌های ۳-۱ درصد برابر ۰/۳ و برای شیب های کمتر از ۱ درصد برابر ۰/۲می‌باشد.

به‌طور کلی هریک از عوامل شیب و درجه شیب را می‌توان به‌طور جداگانه ارزیابی نمود و برای هر یک مقدار عددی مستقل مشخص نمود ولی از نظر کاربردی طول شیب و درجه شیب را باهم در نظر می‌گیرند و با علامت LS نشان می‌دهند. عامل درجه شیب نشان دهنده مقدار فرسایش از شیب مفروض نسبت به شیب استاندار (۹درصد) بوده وبا رابطه زیر قابل محاسبه است (رابطه ۳).

$$E=0.43+0.3s+0.043s^2$$ رابطه (۳)

برای محاسبه شیب در هر سلول از معادله زیر استفاده شده است:

$$S=-1.5+17/(1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)})$$ رابطه (۴)

در این معادله S شیب دامنه و θ شیب در هر سلول به درجه است. این معادله از معادلات کاربردی است و در هر محدوده‌ای می‌تواند به‌کار رود.

$$\theta= \max \tan^{-1} (h_i-h_j)/D$$ رابطه (۵)

D = فاصله بین مرکز پیکسل‌ها، (h_i-h_j) اختلاف ارتفاع پیکسل‌ها بین مرکز وکناره پیکسل‌ها است.

برای محاسبه طول دامنه از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$L=(\lambda /22.13)^m$$ رابطه (۶)

λ= طول دامنه به متر و m توانی است که از ۰/۳ برای شیب‌های بیش‌تر از ۱۰ ٪ تا ۰/۶ برای شیب‌های بیش‌تر از ۱۰ ٪ متغیر می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

ترکیب شیب و طول دامنه در معادله نهایی، تحت عنوان LS است که از رابطه (۷) قابل محاسبه است که در این مقاله از آن استفاده شده است :

$$LS=(\lambda/22.1)^{m} (0.43+0.35s+0.043s^{2})$$ رابطه (۷)

λ= طول شیب بر حسب متر و S =شیب به درصد

در این مقاله از روش DEM برای استخراج داده‌های طول و شیب دامنه استفاده شده است. با استفاده از نقشه‌های ۵۰۰۰۰ :۱ توپوگرافی محدوده مورد مطالعه، خطوط منحنی میران و مسیر رودخانه‌ها رقومی و رسترایز شده وبطورخطی انترپولیتد شده است. نقاط ارتفاعی از چندین نقطه تثبیت و تصحیح شده است.

ب ـ محاسبه عمل فرسایندگی باران (R)

بارندگی و عامل رواناب نشان‌دهنده دو ویژگی یک رگبار است که تعیین‌کننده فرسایش‌پذیری آن است. تحقیقات نشان داده است که تلفات خاک در۳۰ دقیقه اولیه بارش رخ می‌دهد.

$$R=1/N\Sigma(E\times I_{30})$$ رابطه (۸)

ضریب R شاخصی است که به انرژی سینیتیکی باران بستگی دارد و با حداکثر شدت باران‌های ۳۰ دقیقه‌ای همبستگی نزدیک نشان می‌دهد. به‌طور تیپیک عامل فرسایش‌زایی باران، کل انرژی رگبارها را با حداکثر شدت بارش ۳۰ دقیقه‌ای محاسبه می‌کند (I_{30}-mm/h). عامل بارندگی درواقع همان شاخص فرسایش ویشمایر (شاخص EI_{30}) است (رابطه۹).

$$EI=0.3(\Sigma pi/p)^{1.93}$$ رابطه (۹)

pi =میانگین بارندگی ماهانه(به میلی متر) وp =ممیانگین بارندگی سالانه (به میلی متر)

www.SID.ir

Archive of SID

پ ـ محاسبه عامل فرسایش‌پذیری خاک (K)

عامل K در معادله جهانی فرسایش که منعکس‌کننده ویژگی‌های خاک در مقابل فرسایش است، در واقع نشان‌دهنده تأثیر رگبار در ویژگی‌های خاک و در میزان فرسایش است. عامل فرسایش‌پذیری خاک با اندازگیری مستقیم و از نظیرسازی‌ها به‌دست می‌آید. به‌علت این که این نوع داده‌ها همیشه قابل دسترس نیستند، پیش‌بینی‌ها براساس ویژگی‌های خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک رابطه کلی براساس ۲۲۵ داده‌های جهانی منتشر شده به‌دست آمده و مقدار K از این داده‌ها و براساس نظیرسازی‌ها به‌دست آمده است.

رابطه (۱۰) $K=7.594[0.0034+0.0405.e^{[-1/2[(\log Dg + 1.659)/0.7101]2]}]$

Dg میانگین ژئومتریک قطر ذرات (به میلی متر) که به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

رابطه (۱۱) $Dg=e\,[\sum fi\ .\ln mi]$

i ترکیبات بافت خاک :ماسه رس وسیلت، fi درصد ذرات ماسه ،رس وسیلت و mi میانگین حسابی ذرات

در رابطه فرسایش جهانی، دومین عامل فرسایش K است که میزان آن از ۰/۰۳ برای انواع خاک‌های مقاوم به فرسایش تا ۰/۶۹ برای خاک‌های مستعد به فرسایش متفاوت است. ضریب K تـوصیف‌کننده فرسایش‌پذیری ذاتی خاک است و برحسب تن در هـکتار بیان می‌شود. عواملی مانند توزیع دانه‌بندی، بافت و مقدار مواد آلی قابلیت فرسایش‌پذیری خاک را کنترل می‌کنند (ژولین، ۱۳۸۷: ۷۸). در این مقاله برای محاسبه عامل K از نقشه‌های خاک و لیتولوژی و داده‌های مربوط به نوع خاک‌های نمونه‌برداری شده توسط سازمان آب منطقه‌ای استفاده شده و مقادیر K محاسبه و اطلاعات حاصل در جدول (۱) درج گردیده و برای تبدیل اطلاعات به یک لایه نقشه، با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS به فرمت رستر تبدیل گردیده سپس نقشه میزان K برای محدوده تهیه گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱) مقدار K درحوضه سراسکندرچای

ردیف	مقدار K برای زیرحوضه سراسکندرچای
۱	۰/۲۲
۲	۰/۳۰
۲	۰/۰۲
۴	۰/۳۲
۵	۰/۲۸
۶	۰/۰۴
۷	۰/۲۰
۸	۰/۳۲
۹	۰/۰۷
۱۰	۰/۱۷
۱۱	۰/۲۶
۱۲	۰/۱۳
۱۳	۰/۰۴

ت- محاسبه تأثیرکاربری (C)

در این مقاله، برای محاسبه مقدار c از مقادیر جدول (۲) استفاده شده است. فاکتور c در واقع مربوط به عامل کاربری اراضی است و برای به‌دست آوردن این عامل در زیرحوضه‌ای مانند سراسکندرچای نیاز به وجود تصویر ماهواره‌ای از محل‌های مربوط است که در این تحقیق و در حوضه سراسکندرچای برای به‌دست آوردن c، ازتصویر ماهواره‌ای ETM+ سال ۲۰۰۰ استفاده شده است. در نهایت با استخراج ۵ کلاس (بایر، مرتع، محدوده درختان، مزرعه وکشت ردیفی) کاربری اراضی به‌دست آمد و با استفاده از جدول مربوط به عامل c (جدول) برای هرحوضه به‌دست آمد و با استفاده از نرم افزار ArcGIS9.3 تبدیل به رستر گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

عامل P می‌تواند در صورت نبود اطلاعات کافی در مورد نحوه مدیریت اراضی از معادله حذف شود (هارتچر وهمکاران[۱۵]، ۲۰۰۸: ۳۷۱). در این تحقیق نیز به‌علت نبود اطلاعات کافی، P محاسبه نشده است. در نهایت با استفاده از لایه‌های به‌دست آمده که همگی در فرمت رستر بوده‌اند. فرسایش حوضه با توجه به فرمول USLE=KRLSCP در نرم‌افزار AcrGIS 9.3 لایه‌ها درهم ضرب گردیده و درنهایت نقشه‌های نهایی به‌دست آمده است.

جدول (۲) مقدار c برای انواع کاربری‌ها در حوضه سراسکندرچای

عامل c	کاربری زمین
۰/۱۸	کشت ردیفی
۰/۰۵	مراتع
۰/۰۱	محدوده درختان
۰/۰۳	محدوده های بدون پوشش گیاهی
۰/۰۴	مزارع

یافته‌ها و بحث

فرسایش خاک از مسائل جدی است که در اثرکشت مفرط، برهنگی خاک، وقوع رگبارهای شدید و تغییرات کاربری و تغییرات آب وهوایی و به‌طور کلی تحت تأثیر عوامل متعدد تشدید می‌گردد (آموره، ۲۰۰۴: ۲۹۳). در دهه‌های اخیر مدل‌های زیادی به‌منظور تحلیل و کمی کردن نقش عوامل متعدد در فرسایش ارائه شده است. از آنجائی که پدیده فرسایش بسیار پیچیده بوده و نحوه و شدت آن به پارامترهای زیادی بستگی دارد. با توجه به این‌که داده‌های میدانی برای تحلیل فرسایش کافی نیستند و به داده‌های زیاد فضایی و زمانی نیاز است تا براساس آن‌ها بتوان در مورد فرسایش در محدوده ویژه اظهار نظر نمود. با توجه به این که در معادلات ارائه شده نمی‌توان تمامی پارامترهای دخیل در فرسایش را گنجاند، به نظر می‌رسدکه علاوه از تحلیل عوامل مورد محاسبه، با تکیه بر تجربیات و مشاهدات میدانی و داده‌های جمع‌آوری شده می‌توان تحلیل درستی را در مورد فرسایش ارائه داد. به

15 -Hartcher et al.,

www.SID.ir

Archive of SID

همین دلیل در این مقاله نیز سعی شده، علاوه از تحلیل نتایج حاصل از نقشه نهایی ،به تحلیل نقش پارامترهای مختلف به‌همراه نتایج حاصل از مشاهدات میدانی اشاره گردد.

طبق نقشه پهنه‌بندی فرسایش خطی که برای حوضه سراسکندرچای تهیه شده است، می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمودکه بخش‌های دامنه‌ای حوضه مذکورتحت فرسایش خطی خیلی شدید قرار گرفته‌اند (جدول۳) هر چند که این بخش‌ها در حوضه فقط ۹ درصد سطح را اشغال کرده‌اند، اما بیش‌ترین مواد را در اختیار آب‌های جاری قرار می‌دهند. معمولاً در این محدوده‌ها، خندق‌های عمیق و شیارهای پرتراکم تشکیل می‌گردند. دامنه‌های منتهی به آبراهه‌ها و هم‌چنین مشرف به دشت‌های سیلابی در طبقه فرسایش شدید، قرار گرفته‌اند. در حوضه مذکور ۵ درصد سطح حوضه در ین طبقه قرارگرفته است. این محدوده درست در بالای طبقه قبلی قرار گرفته است. محدوده‌هایی که در طبقه مربوط به فرسایش متوسط قرارگرفته در حدود ۸ درصد سطح حوضه را تشکیل می‌دهند و مربوط به محدوده‌هایی هستند که از شیب قابل ملاحظه‌ای برخوردار نیستند.

جدول (۳) طبقه‌بندی شدت فرسایش در حوضه سراسکندرچای

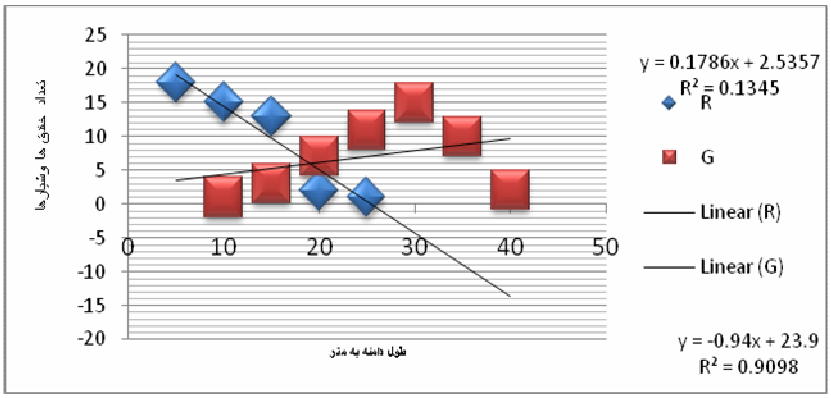
طبقه	میزان فرسایش به تن در هکتار در سال	درصد مساحت تحت اشغال	توصیف
۱	۱۰۳۳/۸۶-۲۰/۹۲	۶۷	خیلی ضعیف
۲	۲۴۳۲/۲۲-۱۰۳۳/۸۶	۱۱	ضعیف
۳	۵۱۸۰۶/۵۶-۲۴۳۲/۲۲	۸	متوسط
۴	۱۱۳۲۰/۴۴-۵۱۸۰۶/۵۶	۵	شدید
۵	۲۹۳۷۴/۱۷-۱۱۳۲۰/۴۴	۹	خیلی شدید

در حوضه سراسکندچای، محدوده‌هایی که در طبقه فرسایش ضعیف و خیلی ضعیف قرار گرفته‌اند، ۷۷ درصد سطح حوضه را تشکیل می‌دهند. معمولاً ارتفاعات عاری از پوشش گیاهی و ارتفاعات سنگی که فاقد رسوبات آبرفتی ضخیم و خاک‌های تشکیل یافته بر روی آن‌ها هستند، علائمی از فرسایش درسطح خود را نشان نمی‌دهند.

www.SID.ir

Archive of SID

انطباق نقشه شیب با نقشه پهنه‌بندی شدت فرسایش برای هر دو زیرحوضه حاکی از آن است که در بخش‌هایی که شیب افزایش می‌یابد شدت و میزان فرسایش نیز افزایش می‌یابد. فرسایش شیاری در دامنه‌هایی باطول ۱۸ متر شروع و تا دامنه‌هایی با طول ۳۵ متر ادامه می‌یابد. در دامنه‌های طولانی‌تر از مقدار آستانه‌های ارائه شده، معمولاً فرسایش شیاری را نمی‌توان مشاهده نمود (شکل۴). بررسی‌های میدانی در حوضه سراسکندرچای نشان می‌دهد که در دامنه‌های پرشیب و با طول کم، معمولاً فرسایش شیاری حاکم است. در دامنه‌های طولانی و تا حدی کم شیب خندق‌های عمیق تشکیل شده‌اند. نمونه‌برداری‌های زمینی و بررسی از روی نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی حاکی از این است که بین طول دامنه و تشکیل شیارها و خندق ها رابطه وجود دارد (شکل ۲). در حوضه سراسکندرچای بین طول دامنه و تعداد خندق‌های تشکیل شده بر روی شیب‌ها رابطه خطی نیست (R^2=0.134). به‌عبارت دیگر، تعداد خندق‌ها در محدوده مورد مطالعه در دامنه‌هایی به‌طول مشخص (تا حدود ۳۰ متر) افزایش و در دامنه‌های طولانی‌تر تعداد آن‌ها کاهش می‌یابد (شکل ۲). رابطه بین تعداد شیارها و طول دامنه خطی است (R2=0.909) و معمولاً در محدوده مورد مطالعه چنین پدیده‌هایی در روی دامنه‌هایی با طول کم‌تر تشکیل یافته‌اند.



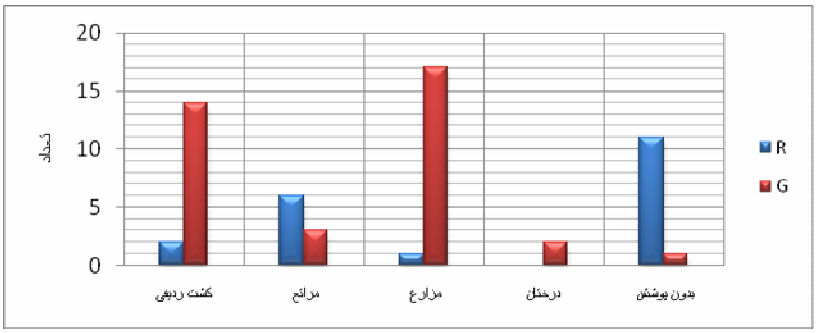
شکل (۲) رابطه طول دامنه با فرسایش و رابطه بین تعداد خندق‌ها و شیارها با طول دامنه (R معرف شیارها و G معرف خندق‌ها)

www.SID.ir

Archive of SID

تحلیل نقشه بارش و R و تطبیق آن‌ها با نقشه فرسایش نهایی، حاکی از این است که در بخش‌هایی که میزان بارش افزایش یافته است، بر میزان فرسایش نیز افزوده شده است. در محدوده مورد مطالعه به‌عنوان یک محدوده نیمه‌خشک و کوهستانی، تأثیر بارش بر فرسایش از بعد دیگری نیز قابل بحث است. در محدوده مورد مطالعه، و در دامنه‌های بی‌حفاظ مخصوصاً در ماه‌هایی ازسال که دامنه‌ها هنوز به‌طور کامل تحت پوشش گیاهی نیستند، بارندگی‌های رگباری و تمرکز آن‌ها در سطوح دامنه‌ها و پای دامنه‌ها، به تشکیل خندق‌های عمیق منجر می‌شود. به‌عبارت دیگر در محدوده‌هایی که زمینه برای تمرکز بارش‌های رگباری فراهم می‌گردد، فرسایش خطی تشدید می‌گردد.

تطبیق نقشه نهایی شدت فرسایش و نقشه نوع کاربری حاکی از این است که در محدوده‌هایی که کشت به‌صورت ردیفی صورت می‌گیرد، شدت فرسایش بیش‌تر است. مشاهدات میدانی نیز تأییدکننده نتایج به‌دست آمده است (شکل۹). مراتع با پوشش تنک در طبقه بعدی قرار دارند. چرای مفرط در این محدوده‌ها، باعث شده است که اشکال مربوط به فرسایش خطی بیش‌تر مشاهده شود.



شکل (۳) تعداد شیارها (R) و خندق‌ها (G) در روی انواع کاربری‌ها در حوضه سراسکندرچای

در زیرحوضه‌های مورد مطالعه، ماسه سنگ‌هایی با سیمان سیلیسی بسیار مقاوم‌تر از ماسه سنگ‌های با سیمان کلسیتی در مقابل فرسایش هستند. کنگلومراهای مقاوم و سیمانته با درجه پیوستگی بالا که به‌صورت توده‌هایی مستقل و با طبقات متوسط و ضخیم لایه در

www.SID.ir

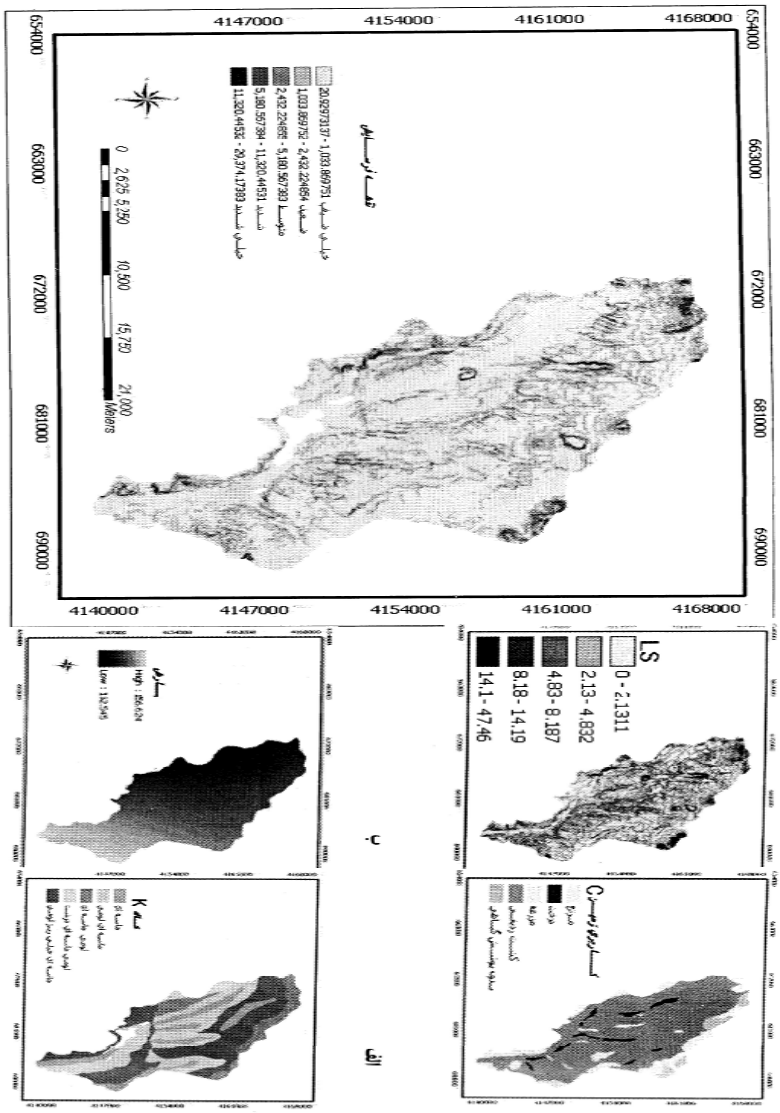
Archive of SID

بین سایر نهشته‌ها گسترش دارند در مقابل فرسایش تا حدی مقاوم هستند. این نوع کنگلومراها در بخش‌های میانی حوضه مورد مطالعه، گسترش دارند. روانه‌های گلی، روانه‌های خاکستری آتشفشانی از دیگر نهشته‌های رسوبی و آذرآواری هستند که در سطح حوضه پراکنده شده‌اند و از حساسیت بالا نسبت به فرسایش، به‌ویژه فرسایش خطی برخوردارند. این سنگ‌ها در مقابل هوازدگی و سایر اشکال فرسایشی متداول در منطقه به‌سرعت تخریب و محصولات تخریبی به اقتضای شرایط هیدرودینامیکی، توپوگرافی به اشکال مختلف جابه‌جا می‌شوند. در حوضه مورد مطالعه، سازندهای سطحی مربوط به میوسن از نفوذپذیری نسبتاً پایینی برخوردارند. در این محدوده میزان تراکم زهکشی بسیاربالا است.رسوبات مربوط به کواترنر که اغلب محدوده دشت‌های سیلابی را تشکیل می‌دهد از میزان نفوذپذیری بالا برخوردارند (جدول۵). سازندهای مربوط به ژوراسیک و پلیوسن از نفوذپذیری نسبتاً بالا برخوردار هستند. میزان تراکم زهکشی بر روی آن‌ها نسبتاً پایین است. در حوضه سراسکندرچای تراس‌های آبرفتی مربوط به کواترنردارای نفوذپذیری بالاهستند. سازندهای مربوط به میوسن که متشکل از داسیت، خاکسترهای آتشفشانی، مارن و سیلستون و... هستند دارای نفوذپذیری متوسط تا پایین می‌باشند.

با توجه به اهمیت نوع و بافت خاک در فرسایش خطی، نمونه‌های خاکی که برای بررسی و انتخاب محل مناسب برای ایجاد سد و بندها توسط محققان سازمان آب منطقه‌ای تهیه شده است (جدول ۶)، مورد استفاده و بررسی قرارگرفته است. این نمونه‌ها از بخش‌های مختلف حوضه تهیه شده‌اند و به‌طورکلی معرف ویژگی خاک‌ها در محدوده‌های تهیه شده هستند.

www.SID.ir

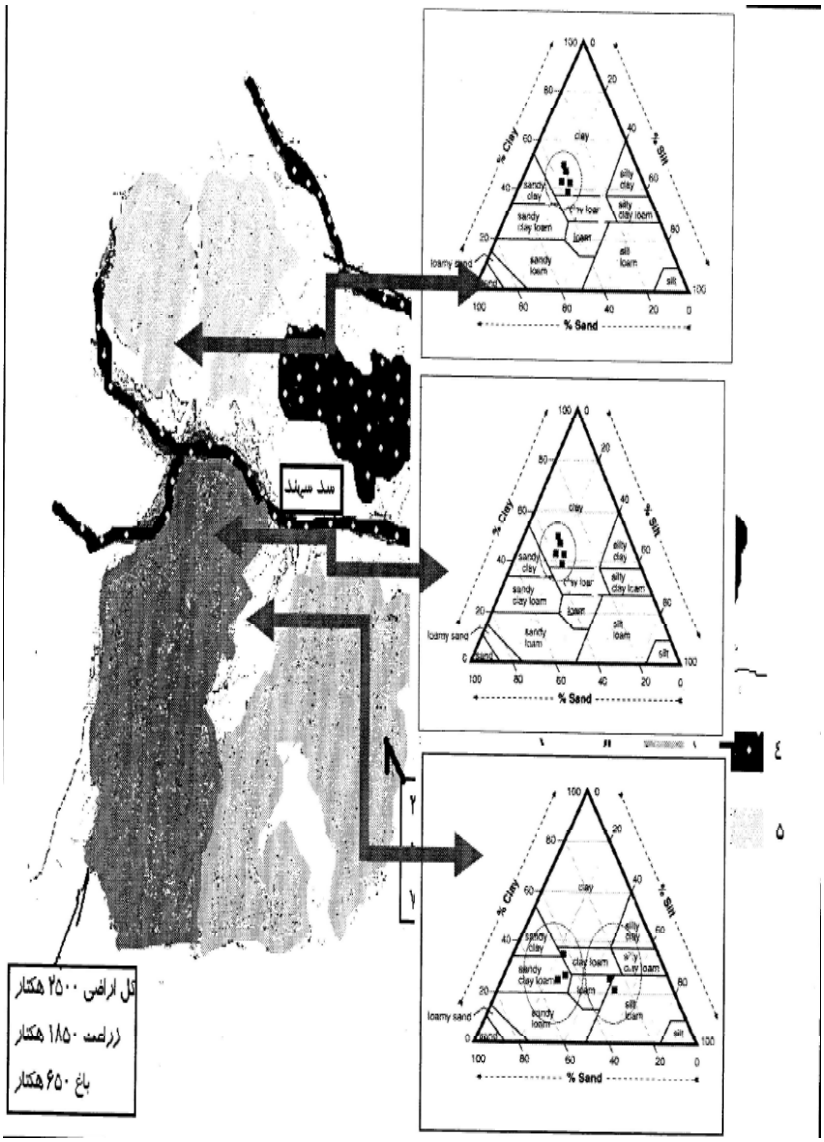
Archive of SID



شکل (۴) پهنه‌بندی خطر فرسایش خاک در حوضه سراسکندرچای (در این شکل) الف) کاربری زمین، ب) 1s ت) میزان k پ) بارش ی) پهنه‌بندی نهایی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۵) نوع خاک و محل نمونه‌های تهیه شده از بخش‌های مختلف محدوده‌های مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۵) درجه نفوذ پذیری واحدهای سنگی در محدوده حوضه سراسکندرچای

دوره	خصوصیات سنگ‌شناسی		درجه نفوذپذیری نسبی افزایش نفوذپذیری ←				
	علائم	نوع سنگ	۱	۲	۳	۴	۵
کوانرنر	QT2	پادگانه‌های آبرفتی نسبتاً قدیمی					
میوسن	M^{P1}_3	خاکسترهای آتشفشانی، همراه با سنگ‌های آذرآواری، کنگلومرا، ماسه سنگ و شیل					
	M^d1	داسیت					
	M^b1	بازالت، آندزیت					
	M^m3	مارن و سیلستون					
	Q	آبرفت های جدید					
	Ap	آپلیت					
	Gr	گرانیت					
ائوسن	E^v1	ریولیت					

جدول (۶) مشخصات افق های خاک در نقطه نزدیک بخش خروجی سراسکندرچای

		درصد ذرات خاک			
عمق	افق	شن	سیلت	رس	گراول
۲۰-۰	AP	۲۴	۲۰	۵۶	-
۳۵-۲۰	BW1	۲۲	۲۲	۵۶	-
۶۰-۳۵	BW2	۲۲	۲۰	۵۶	-
۸۵-۶۰	BSS1	۲۶	۱۶	۵۸	-
۱۲۰-۸۵	BSS2	۲۰	۱۶	۵۸	-

در خاک‌های سری ۳، - فرسایش آبی کم تا زیاد، زهکشی طبیعی مناسب تا نسبتاً مناسب و مواد تشکیل‌دهنده رسوبات آبرفتی است و نوع خاک‌های سری ۳ رسی لومی، شنی لومی وسیلتی لومی است. در این نوع سری، -فرسایش آبی کم تا زیاد، زهکشی طبیعی نسبتاً مناسب، مواد تشکیل‌دهنده رسوبات آبرفتی نوع خاک‌ها شنی رسی و رسی لومی است.

نتیجه‌گیری

فـرسایش خاک در حوضه مورد مـطالعه از عـمده‌ترین مسائلی است که نه تنها خاک سطوح

www.SID.ir

Archive of SID

شیب‌دار را هر روز فقیرتر می‌کند، بلکه مواد زیادی را تحویل رودخانه‌ها می‌کند. با توجه به گسترش سازندهای سطحی حساس به فرسایش و حضور عوامل تشدیدکننده آن در محدوده مورد مطالعه، مانند تغییرات اقلیمی، کاربری‌های غیراصولی و تشدید شده، و حضور و دخالت عوامل متعدد باعث شده است، انواع فرسایش خطی، به‌ویژه فرسایش شیاری و خندقی بیش‌تر دیده شود. فرایند جدایش مواد از سطوح دامنه‌ها و نهشته شدن آنها در دره‌ها و دشت‌های سیلابی که به‌عنوان فرایند رودخانه‌ای در مرکز مطالعات ژئومورفولوژیکی قرار گرفته است، یک فرایند جدی و بررسی عوامل تشدیدکـننده آن قابل تعمق بیش‌تری است. ویژگی‌های خاک‌ها اعم از میزان نفوذپذیری، درصد رس، سیلت و ماسه یکی از مهم‌ترین عامل تاثیرگذار در فرسایش شیاری و خندقی در محدوده مورد مطالعه است. نتایج حاصل از مطالعات و بررسی نمونه‌های خاک تهیه شده و هم‌چنین مشاهدات میدانی از محدوده‌های تحت فرسایش شدید، نشان می‌دهد در بخش‌هایی از حوضه که مواد سازنده از نفوذپذیری پایینی برخوردار بوده‌اند، میزان فرسایش بیش‌تر است. در حوضه سراسکندرچای هم‌چنین، بررسی‌ها حاکی از این است که، در پای دامنه‌های طولانی‌تر با آبرفت‌های ضخیم، خندق‌های بسیار عمیق تشکیل شده‌اند، در حالی که در سطح دامنه‌های کوتاه و با شیب زیاد، شیارهای متراکم تشکیل شده‌اند.

کشت ردیفی از نحوه کشت معمول در سطوح شیب‌دار حوضه مورد مطالعه است. در پای چنین کشت‌هایی خندق‌های عمیق تشکیل شده‌اند که با توسعه دیواره انتهایی آن‌ها خاک‌های قابل کشت محدوده‌های شیب‌دار به پایین تخلیه و در نهایت در اختیار آب‌های جاری قرار می‌گیرند. با عنایت به این که فرسایش خندقی یـک منبع عمده تولید رسوب در نواحی نیمه‌خشک است و با توجه به این که در این نواحی، فرسایش خندقی ۸۰–۵۰ درصد تولید رسوبات توسط چنین فرسایشی صورت می‌گیرد بنابراین، توجه به این نوع فرسایش چه از جنبه تلف شدن خاک‌های با ارزش محدوده‌های شیب‌دار کوهستانی و چه از جنبه مشکل رسوبات رودخانه ای از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین با توجه به چنین حساسیت‌ها به‌نظر می‌رسد که باید به نحو اصولی درمقابل تشدید فرسایش آبی تدابیری اتخاذ شود و از آتش سوزی سطوح دامنه‌ها که زمینه را به تمرکز رواناب‌ها مساعد می‌سازد جلوگیری گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

ـ گزارش مطالعات خاکشناسی تفصیلی دقیق باغات پایاب سد سهند هشترود (۱۳۸۴)، شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان‌شرقی و اردبیل.

– مطالعات خاکشناسی نیمه‌تفصیلی دقیق اراضی پایاب سد خرمدرق (۱۳۸۴)، شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی و اردبیل.

–ژولین، پ. (۱۳۸۷)، «***مکانیک رودخانه‌ها***»، ترجمه محمد جعفرزاده، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

–Amorea, E., Modicaa, C., Nearingb, M., Santoroa, V. (2004), "Scale effect in USLE and WEPP application for soil erosion computation from three Sicilian basins", ***Journal of Hydrology***, 293: 100–114.

-Auerswald, K., Fiener, P., Dikau, R. (2009), "Rates of sheet and rill erosion in Germany-A meta-analysis', ***Geomorphology,*** 111:182–193.

-Beskow, S., Mello, C., Norton, L., Curi, M., Viola, M., Avanzi, J. (2009), "Soil erosion prediction in the Grande River Basin, Brazil using distributed modeling", ***Catena,*** 79:49–59.

-Chi, Z., Yao, Z., Shen, S., Hiroyuki, N., Haruyoshi, I., Peng, C., Jun, F. (2008), "Development of GIS-based FUSLE model in a Chinese fir forest sub-catchment with a focus on the litter in the Dabie Mountains", China, ***Forest Ecology and Management***, 255: 2782–2789.

-Cohena, M., Shepherdb, M., Walsh, M., (2005), "Empirical reformulation of the universal soil loss equation for erosion risk assessment in a tropical watershed", ***Geoderma***, 124:235–252.

-Dumas, P., Printemps, J., Mangeas, M., Luneau, G. (2010), "Developing erosion models for integrated coastal zone management: A case study of The New Caledonia west coast", ***Marine Pollution Bulletin***, 61:519–529

-Fu, G., Chen, S., McCool, D. (2006), "Modeling the impacts of no-till practice on soil erosion and sediment yield with RUSLE, SEDD, and ArcView GIS", ***Soil & Tillage Research***, 85:38–49.

www.SID.ir

Archive of SID

-Kinnell, P. (2000), "AGNPS-UM: applying the USLE-M within the agricultural non point source pollution model", ***Environmental Modelling & Software***, 15: 331–341.

-Lin, C., Lin, W., Chou, W. (2002)," Soil erosion prediction and sediment yield estimation:the Taiwan experience", ***Soil & Tillage Research,*** 68:143–152.

-Lin, W., Tsai, J., Lin, G., Huang, P. (2008), "Assessing reforestation placement and benefit for erosion control: A case study on the Chi-Jia-Wan Stream", Taiwan, ***Ecological Modeling***, 2 1 1: 444–452.

-Lufafaa, A., Tenywaa, M., Isabiryeb, M., Majaliwaa, M., Woomer, P. (2003), "Prediction of soil erosion in a Lake Victoria basin catchment using a GIS-based UniversalSoil Loss model", ***Agricultural Systems***, 76: 883–894.

-Mannaerts, C., Gabriels, D. (2000), "A probabilistic approach for predicting rainfall soil erosion losses in semiarid areas", ***Catena***, 40:403–420.

-Marques, M., Bienes, R., Jiménez, L., Rodríguez, R. (2007), "Effect of vegetal cover on runoff and soil erosion under light intensity events", Rainfall simulation over USLE plots, ***Science of the Total Environment***, 378: 161–165.

-Pelacani, S., Märke, M., Rodolfi, G. (2008), "Simulation of soil erosion and deposition in a changing land use: A modelling approach to implement the support practice factor", ***Geomorphology***, 99: 329–340

-Ranieria, S., Liera, Q., Sparoveka, G., Flanagan, D. (2002), "Erosion database interface (EDI): a computer program for georeferenced application of erosion prediction models", ***Computers & Geosciences***, 28: 661–668.

-Shamshad, A., Azhari, M., Isa, M., Hussin, W., Parida, B. (2008), "Development of an appropriate procedure for estimation of RUSLE EI30 index and preparation of erosivity maps for Pulau Penang in Peninsular Malaysia, ***Catena"***, 72:423-432.

www.SID.ir

Archive of SID

-Terranova, O., Antronico, L., Coscarelli, L., Iaquinta, P. (2009), "Soil erosion risk scenarios in the Mediterranean environment using RUSLE and GIS: An application model for Calabria (southern Italy)", ***Geomorphology***, 112: 228–245

-Vaezi, A., Sadeghi, SH., Bahrami, H., Mahdian, M. (2008), "Modeling the USLE K-factor for calcareous soils in northwestern Iran", ***Geomorphology***, 97: 414–423

-Zhou., W. & Bingfang, W. (2008), "Assessment of soil erosion and sediment delivery ratio using remote sensing and GIS: a case study of upstream Chaobaihe River catchment, north China", ***International Journal of Sediment Research***, 23: 167-173.

www.SID.ir