Arch

مقاله کامل علمی- پژوهشی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و هفتم، شماره ششم، ۱۳۹۹
۱۳۷-۱۵۲
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2020.17763.3331

برآورد ارزش اقتصادی نقش پوشش گیاهی در کنترل فرسایش خاک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کچیک)

***راضیه فارسی[۱]، حسن یگانه[۲]، محسن حسینعلی‌زاده[۳] و مژگان السادات عظیمی[۲]**

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه مدیریت مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار گروه مدیریت مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشیار گروه آبخیزداری و مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: حفظ و نگه‌داری خاک و جلوگیری از رخداد و تشدید فرسایش از مهم‌ترین کارکردهای اکوسیستم‌های طبیعی به حساب می‌آید. این موضوع به ویژه در مناطق پرشیب و کوهستانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اکوسیستم‌های طبیعی یکی از منابع مهم اقتصادی برای بسیاری از کشورهای درحال توسعه است که با تولید کالاها و خدمات به توسعه مناطق و جوامع کمک می‌کنند. کارکرد حفاظت خاک نیز همانند بسیاری از دیگرکارکردهای اکوسیستم‌ها، فاقد بازاری برای تعیین ارزش است. این مطالعه در سال ۱۳۹۸ با هدف بررسی نقش اکوسیستم طبیعی منطقه کچیک در کنترل فرسایش خاک و تعیین ارزش اقتصادی حفاظت خاک براساس کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها: به منظور برآورد کمی میزان فرسایش خاک، از مدل RUSLE که ورودی‌های آن شامل عامل فرسایندگی باران، عامل فرسایش‌پذیری خاک، عامل طول و درجه شیب، عامل پوشش گیاهی و عامل کارهای حفاظتی است از محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. برای محاسبه ارزش اقتصادی کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک، میزان نگه‌داشت خاک و محتوای عناصر غذایی خاک شامل ازت، فسفر و پتاسیم منطقه، برآورد شد و ارزش اقتصادی آن با رویکرد هزینه‌جایگزین محاسبه شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از فرسایش خاک با روش RUSLE نشان داد دامنه فرسایش خاک در منطقه بین ۰ تا ۲۳۹/۲ تن در هکتار در سال متغیر بوده و میانگین آن برابر ۷/۹٤ تن در هکتار در سال برآورد شد. ارزش عناصر اصلی حفظ شده در خاک کل حوضه برابر ۹/۲۱ میلیارد ریال در سال بوده و ارزش هر هکتار اکوسیستم منطقه کچیک برابر ۲/۵۵ میلیون ریال در سال برآورد شد. هم‌چنین تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از فرسایش در نرم‌افزار IDRISI Selva نشان داد، عامل طول و درجه شیب با ضریب همبستگی ۹۳ درصد و ضریب تبیین (R^2) ۰/۸۷ بیش‌ترین تأثیر را در برآورد فرسایش سالانه خاک داشته است.

* مسئول مکاتبه: raziye_2@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری: نتیجه این پژوهش بیان می‌کند ارزش به‌دست آمده در هر هکتار جنگل ۳/۳۹، مرتع ۲/۸٤ و دیم‌زار ۲/۱٦ میلیون ریال در سال است که نشان‌دهنده ارزش بیش‌تر اکوسیستم مراتع نسبت به اراضی دیم‌زار است. با توجه به اثرات مثبت پوشش گیاهی، لزوم توجه ویژه به پوشش گیاهی مرتعی و جنگلی به‌منظور کاهش فرسایش خاک احساس می‌شود و پیشنهاد می‌شود برنامه‌های بیولوژیکی و حفاظت خاک به‌منظور کاهش خسارات فرسایش خاک در قسمت‌های با حساسیت فرسایش بالا در منطقه صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: ارزش حفظ حاصلخیزی، حفاظت خاک، حوزه آبخیز کچیک، RUSLE

مقدمه

خاک یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی هر کشور است. امروزه فرسایش خاک به عنوان خطری برای رفاه انسان و حتی برای حیات او به شمار می‌آید. در مناطقی که فرسایش کنترل نمی‌شود خاک‌ها به‌تدریج فرسایش یافته، حاصلخیزی خود را از دست می‌دهند. بنابراین نباید مسأله حفاظت و حراست خاک را کوچک و کم‌اهمیت شمرد. امروزه حفاظت خاک و مبارزه با فرسایش از ضروری‌ترین اقدامات هر کشور است (۳۵). به‌هرحال فرسایش پدیده‌ای دائمی است و همیشه وجود خواهد داشت، ولی درصورتی‌که میزان خاک تشکیل‌شده بیش‌تر باشد، بحرانی نیست. هنگامی میزان فرسایش کم‌تر از میزان تشکیل خاک یا برابر آن است که ویژگی‌های خاک مانند بافت، عمق و حاصلخیزی آن در طول زمان ثابت بماند (۳۵). زیان‌های اقتصادی ناشی از فرسایش خاک در عرصه تولید کشاورزی و سایر جنبه‌های زندگی ایجاب می‌کند که هزینه‌های آن برآورد شود. تعیین معیار هزینه فرسایش خاک چندین فایده دارد: نخست، به شناخت ارزش خاک که عنصر اصلی تأمین‌کننده غذاست کمک می‌کند تا جایگاه ویژه آن در برنامه‌ریزی‌های کلان اقتصادی (ملی) شناخته شود. دیگر آن‌که، در تخصیص اعتبار برای حفظ محیط‌زیست (خاک) که در بخش اقتصاد خرد، تصمیم‌گیری می‌شود نقش خود را نشان می‌دهد. به همین دلیل آگاهی از همه هزینه‌های فرسایش خاک در تصمیم‌گیری‌هایی که به سرمایه‌گذاری در زمینه حفاظت خاک و تولید محصولات کشاورزی مربوط می‌شود ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است (۱۷). سه عنصر نیتروژن (N)، فسفر (P) و پتاسیم (K)، از عناصر بسیار مهم در فرآیند حاصلخیزی خاک محسوب می‌شود. درواقع میزان مواد آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم، ازجمله متغیرهایی است که بر میزان تولید علوفه تأثیر به‌سزایی می‌گذارند (۱۵). تشکیل یک سانتی‌متر خاک بر اساس آمار بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ سال است (۱۳) و در برخی مطالعات این عدد بین ٤۰۰ تا ۱۰۰۰ سال برای زمین‌های مختلف متغیر است. از طرفی کارکرد خاک در تولید محصولات کشاورزی در جهت امنیت غذایی و جلوگیری از فرسایش خاک نقش مهمی را ایفا می‌کند. با توجه به مطالب بیان شده توجه به کارکرد خاک دارای اهمیت است. خدمات اکوسیستمی اغلب ارزش بسیار زیادی دارند، ولی به‌ندرت در بازارها معامله می‌شوند (۷). از طرفی به‌علت نبود امکان محاسبه کمی و دقیق در تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌های کلان، توجه کافی به آن نمی‌شود (۱۲). طبق لایحه حفاظت از خاک (۲۰۱٦) سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور مکلف است با همکاری بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، سازمان حفاظت محیط‌زیست و وزارت جهاد کشاورزی، نحوه محاسبه ارزش اقتصادی منابع خاک و هزینه‌ها و خسارات ناشی از آلودگی و تخریب خاک در اکوسیستم‌های مختلف در حساب‌های ملی را تهیه و به تصویب هیئت‌وزیران برساند. دستگاه‌های اجرائی موضوع ماده (۵) قانون

www.SID.ir

Archive of SID

مدیریت خدمات کشوری مکلف‌اند مطابق مقررات مالی دولت و در مبادله موافقت‌نامه‌ها اعتبارات لازم جهت پیشگیری یا جبران خسارت ناشی از آلودگی و یا تخریب خاک را پیش‌بینی کنند. در سال‌های اخیر، فرسایش خاک و تولید رسوب به خاطر اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی آن یکی از مهم‌ترین مشکلات مشترک در سراسر جهان و به خصوص حوزه‌های آبخیز ایران است. بنابراین بیش‌تر پژوهشگران از روش غیرمستقیم شامل مدل‌های فرسایش و رسوب برای برآورد فرسایش و رسوب استفاده می‌نمایند (۳٤). زریهون و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای فرسایش خاک را با استفاده از مدل[1] RUSLE در اتیوپی مورد ارزیابی قرار دادند، یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که متوسط فرسایش خاک در منطقه موردمطالعه ٤۹ تن در هکتار در سال می‌باشد (٤٤). فایس و همکاران (۲۰۱۹) مطالعه‌ای با هدف برآورد هدررفت خاک با مدل RUSLE برای اولویت‌بندی کنترل فرسایش در حوضه کلانی در سریلانکا انجام گرفت نتایج یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که میزان فرسایش سالانه در این حوضه بین ۰ تا ۱۰۳/۷ تن در هکتار در سال تغییر می‌کند و میانگین فرسایش ۱۰/۹ تن در هکتار در سال برآورد شد. هم‌چنین حدود ۷۰ درصد از حوضه موردمطالعه شدت فرسایش کم تا متوسط را شامل می‌شوند (کم‌تر از ۱۲ تن در هکتار در سال) (۲۸). محمدی و همکاران (۲۰۱۸) برآورد مکانی و زمانی فرسایش خاک با استفاده از مدل RUSLE و سری‌های زمانی ماهواره لندست در حوضه مندرجان اصفهان را موردبررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که مقدار فرسایش خاک در سال‌های ۱۹۹٤، ۱۹۹۹، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۵ به‌ترتیب بین ۰/۰۰۱ تا ۲۳۳، ۰/۰۰۱ تا ۲۹۷، ۰/۰۰۱ تا ۲۳۱ و ۰/۰۰۱ تا ۲۱۵ تن در هکتار در سال به‌دست آمد. هم‌چنین عامل پستی‌وبلندی در منطقه با ضریب همبستگی ۸۰ درصد بیش‌ترین تأثیر را در برآورد میزان فرسایش سالانه خاک توسط مدل RUSLE داشته است (۲۹). الوندی و همکاران (۲۰۱۹) با مطالعه‌ای در آبخیز بنکوه حوضه رودخانه حبله‌رود میزان فرسایش خاک را با استفاده از مدل RUSLE بین ۰/۰۰۰۵ تا ۳۳/٤۹ تن در هکتار در سال به‌دست آوردند (۲). سان و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی خدمات حفاظت از خاک در فلات تبت پرداختند. میانگین فرسایش حاصل از مدل RUSLE در استپ‌های کوهستانی، چمن‌زارهای آلپی و اکوسیستم‌های جنگلی به‌ترتیب برابر $۲/۱۹\times۱۰^{۹}$، $۲/۱٦\times۱۰^{۹}$ و $۲/۷۲\times۱۰^{۷}$ تن در هکتار در سال و ارزش اقتصادی حفظ مواد مغذی خاک، و کاهش از دست رفتن زمین‌های بایر و سود اقتصادی از کاهش رسوبات به‌ترتیب برابر $۱/۹۸\times۱۰^{۸}$، $۲/۵۵\times۱۰^{۱۲}$ و $۷/٤٤\times۱۰^{٤}$ یوان می‌باشد (۳۹). بارانیان کبیر و همکاران (۲۰۱٦) در پژوهشی تأثیر اقتصادی تبدیل مراتع خوب و ضعیف به دیم‌زار را از نظر کارکردهای حفظ آب و خاک در بخشی از منطقه فریدون‌شهر اصفهان را بررسی نمودند. روش هزینه جایگزین برای برآورد ارزش اقتصادی کارکردهای حفظ آب‌وخاک در هر کاربری بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که ارزش اقتصادی کارکرد حفظ آب‌وخاک هر هکتار از مرتع خوب و ضعیف در مقایسه با دیم‌زار نیز به‌ترتیب حداقل ۲۰/۳۸ و ۱۳/۱۹ میلیون ریال در سال بیش‌تر بوده است که معادل منفعت اقتصادی سالانه عدم تبدیل هر هکتار مرتع است (۵). ازآن‌جاکه هدف پژوهش حاضر بررسی نقش اکوسیستم‌های طبیعی منطقه کچیک در کنترل فرسایش و برآورد ارزش اقتصادی این کارکرد است کارکرد حفظ عناصر و حاصلخیزی خاک موردتوجه قرار گرفت. این کارکرد از طرق مختلف مانند کاهش مخارج کوددهی منافعی را برای جامعه ایجاد می‌کند که ارزش اقتصادی این کارکرد در تحقیق حاضر بررسی می‌شود.

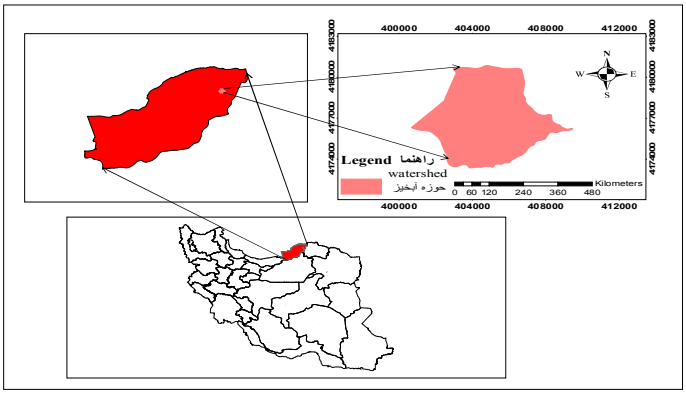
1- Revised Universal Soil Loss Equation

www.SID.ir

Archive of SID

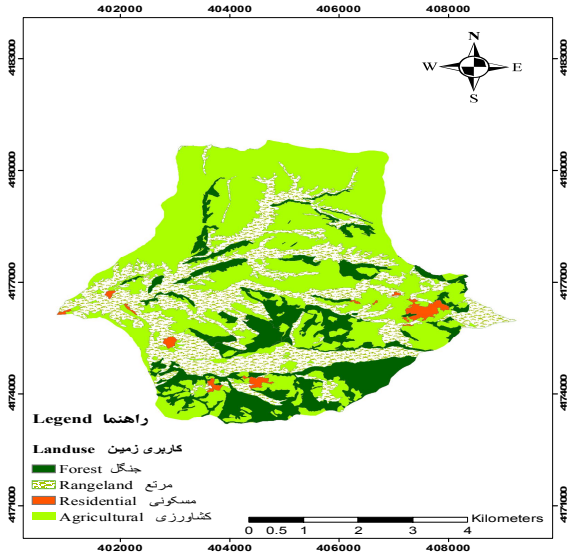
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه موردمطالعه: حوزه آبخیز کچیک دارای مساحتی حدود ۳٦۰۰ هکتار است که خود زیرحوزه کوچکی از آبخیز چنارلی بوده و آبخیز چنارلی نیز یکی از زیرحوزه‌های چندگانه حوزه آبخیز گرگان‌رود محسوب می‌گردد. این حوزه ازنظر تقسیمات سیاسی از توابع شهرستان مراوه‌تپه بوده و در شمال‌شرق استان گلستان و در مختصات جغرافیایی به‌طول ″۱۵ ′٤۲ °۳۷ تا ″۲۵ ′٤٦ °۳۷ شرقی و عرض‌های ″۱۰ ′۵۲ °۵۵ تا ″۵۲ ′۵۷ °۵۵ شمالی واقع شده است. طبق آخرین نقشه کاربری تهیه شده مساحت مرتع ۱۰۷۳ هکتار، جنگل ٦٦۹ هکتار، زراعت ۱۸۰۰ هکتار و مسکونی ۵۳ هکتار برآورد شده است (شکل ۲). حداکثر ارتفاع ۱۲٦٤ متر، حداقل ٦۲۰ متر و متوسط ارتفاع ۷۹۵ متر است. متوسط بارندگی در این حوضه ٤۸۲ میلی‌متر است. براساس روش دومارتن این حوضه دارای اقلیم نیمه‌خشک و براساس روش آمبرژه دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد است. گیاهان بوته‌ای و علفی به‌ترتیب از گونه‌های غالب در جنوب و شمال حوزه آبخیز هستند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز کچیک در استان گلستان، ایران.

Figure 1. Geographical location of Kechik watershed in Golestan province, Iran.



شکل ۲- نقشه کاربری زمین حوزه آبخیز کچیک.

Figure 2. Landuse map of Kechik watershed.

www.SID.ir

Archive of SID

برآورد میزان فرسایش در سطح حوضه: روش‌های متعدد برآورد فرسایش هم‌چون SWAT، MPSIC، EPM و WetSpa وجود دارد. در این مطالعه مدل تجدیدنظر شده جهانی فرسایش خاک[1] به‌منظور برآورد فرسایش خاک موردمطالعه قرار گرفت. این مدل پایه و اساس تعداد زیادی از مدل‌های فرسایش است (مانند ANGPS، ANSWERS، EPIC، SWAT). به‌طورکلی مدل RUSLE روشی شاخص با عواملی است که نشان می‌دهد اقلیم، خاک، توپوگرافی و پوشش گیاهی چگونه بر فرسایش تأثیر می‌گذارند (۲٤). معادله RUSLE تابعی از۵ فاکتور ورودی شامل فرسایندگی باران، فرسایش‌پذیری خاک، طول و درجه‌ی شیب، مدیریت پوشش گیاهی و عملیات حفاظتی است. فرسایش خاک در منطقه موردمطالعه براساس مدل RUSLE با استفاده از رابطه ۱ در محیط ArcGIS 10.2 محاسبه شد (٤۱).

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (1)$$

که در آن، A میانگین هدررفت خاک در واحد سطح (t ha year) است، R فاکتور فرسایندگی باران ($MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ year^{-1}$)، K فاکتور فرسایش‌پذیری خاک ($t\ ha\ h\ MJ^{-1}\ ha^{-1}\ mm^{-1}$)، LS طول و درجه شیب، C فاکتور مدیریت پوشش گیاهی، P فاکتور اقدامات حفاظتی است. فاکتورهای LS، C و P بدون واحد هستند.

فاکتور فرسایندگی باران (R): فرسایندگی باران به‌صورت قدرت تراکمی باران در بروز فرسایش تعریف می‌شود. ازآن‌جایی‌که نمودار بارندگی و داده‌های تفصیلی رگبار (شدت بارندگی) به‌ندرت در ایستگاه‌های هواشناسی موجود می‌باشند، اغلب از مقادیر متوسط بارندگی ماهیانه و سالیانه، جهت برآورد فاکتور R در مدل‌های USLE و RUSLE استفاده می‌شود (۳ و۳٦). از رابطه ۲ شاخص اصلاح‌شده فورنیه (MFI) برای تمامی ایستگاه‌ها، محاسبه، سپس با جایگذاری این شاخص در رابطه ۳ که توسط رنارد و فریموند (۱۹۹٤) برای مناطق فاقد داده‌های تفصیلی رگبار (شدت بارندگی) پیشنهاد شده است، مقدار فاکتور (R) برای ایستگاه‌های شاخص برآورد شد (۳٦). برای انجام این پژوهش، داده‌های بارش از دوره آماری ۸ ساله (۲۰۱۸-۲۰۱۱) ایستگاه‌های باران‌سنجی (ایستگاه‌های آق‌امام، کچیک و کلیماتولوژی) موجود در منطقه استفاده شد.

$$MFI = \frac{\sum_{i=1}^{n12} P_i^2}{P} \quad (2)$$

که در آن، P_i متوسط بارندگی (mm) در ماه i ام و P متوسط بارندگی سالانه (mm) است. در این روش مجذور بارندگی هرماه در هرسال محاسبه‌شده و با تقسیم مجموع آن‌ها به بارندگی همان سال، مقدار شاخص اصلاح‌شده فورنیه سال یاد شده به‌دست آمده است. برای به‌دست آوردن شاخص متوسط ایستگاه از مقادیر شاخص یادشده در طول دوره آماری میانگین‌گیری شده است.

$$R = (۰/۰۷۳۹۷ \times MFI^{۱/۸٤۷}) \quad MFI < ۵۵ \quad (3)$$

$$R = (۹۵/۷۷ - ٦/۰۸۱ \times MFI + ۰/٤۷۷ \times MFI^{۲}) \quad MFI \geq ۵۵$$

1- RUSLE

www.SID.ir

Archive of SID

فاکتور فرسایش‌پذیری خاک (K): در پژوهش حاضر ۱۵ نمونه خاک در داخل حوضه برداشت شد و سپس ویژگی‌های بافت، نفوذپذیری، ساختمان و مقدار ماده آلی خاک استخراج گردید. بنابراین پس از به‌دست آوردن ویژگی‌های خاک از طریق رابطه ٤ مقدار فرسایش‌پذیری خاک برحسب تن در هکتار بر مگاژول بر میلی‌متر به‌دست آمد. که در این رابطه، M با استفاده از رابطه زیر برآورد می‌شود:

$$M= (\text{درصد رس} - ۱۰۰) \times (\text{درصد سیلت} + \text{درصد شن}) \quad (٤)$$

که در آن، OM درصد ماده آلی خاک، S کلاس ساختمان خاکدانه‌ها، P کلاس نفوذپذیری خاکدانه‌ها هستند (٤٠ و ٤٣).

$$K = \frac{2.1\times10^{-4}(12-OM)\,M^{1.14}+3.25(S-2)+(2.5)(P-3))}{7.59\times100} \quad (٥)$$

فاکتور طول و درجه شیب (LS): برای به‌دست آوردن عامل توپوگرافی ابتدا نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس (۱:۲۵۰۰۰) در محیط Arcmap از زیرمجموعه GIS رقومی گردید، سپس مدل رقومی ارتفاع ۳۰ متری (١٦) استخراج شد. تابع Fill بر روی DEM قبل از استفاده جهت استخراج فاکتور LS اجرا شد. فاکتور LS نیازمند نقشه‌های تجمع جریان و شیب است (۱۳) که هر دو از DEM ۳۰ متری منطقه و با توجه به رابطه ٦ ارائه‌شده توسط مور و بورچ (۱۹۸٦) به‌دست آمد (۳۰).

$$LS = \left(\text{Flow Accumulation grid} \times \frac{\text{Cell Size}}{22.13}\right)^{0.4} \left(\frac{\text{Sin(slope grid)}\times0.01745}{0.0896}\right)^{1.3} \quad (٦)$$

که در آن، Flow Acuumulation تجمع جریان به‌سمت بالای شیب برای هر سلول، cell size اندازه سلول‌های شبکه (در این مطالعه ۳۰ متر) و slope شیب به‌دست آمده از نقشه شیب هستند. از عدد ۰/۰۱۷٤٥ برای تبدیل واحد به رادیان در سیستم GIS استفاده شد.

فاکتور پوشش گیاهی (C): پرکاربردترین معیار رویش گیاه، شاخص تفاضل پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)[1] که با استفاده از فناوری GIS به‌دست می‌آید. برای تعیین این عامل از باندهای قرمز و مادون‌قرمز تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ سنجنده OLI/ TIRS تاریخ ۲۵- APR- ۲۰۱۸ با شماره ردیف و گذر به‌ترتیب ۳٤ و ١٦٢ استفاده شد. بدین‌صورت که ابتدا در محیط GIS مقدار NDVI محاسبه می‌گردد سپس با توجه به لایه NDVI ایجاد شده و با استفاده از رابطه ۷ نقشه عامل C که مقادیر آن بین صفر تا یک تغییر می‌نماید، تهیه شد. فاکتور پوشش گیاهی (C) با استفاده از شاخص NDVI و رابطه ۷ به‌دست‌آمده می‌آید (۲۵).

$$C = \frac{(1-NDVI)}{2} \quad (٧)$$

1- Normalized difference vegetation index

www.SID.ir

Archive of SID

فاکتور عملیات حفاظت خاک (P): منظور از کارهای حفاظتی، کشت روی خطوط تراز، کشت نواری و تراس‌بندی است. هرچه مقدار این عامل کم‌تر باشد، کارهای حفاظتی مؤثرتر و هدررفت خاک کم‌تر است (۳۸). اگرچه اقدامات حفاظتی از جمله تراس‌بندی در بعضی مناطق حوضه موردمطالعه اجراشده است اما به‌دلیل سطح ناچیز آن در کل حوزه آبخیز کچیک، مقدار عامل P برای حوضه موردمطالعه برابر با یک در نظر گرفته می‌شود.

پس از محاسبه میزان فرسایش خاک، با استفاده از مدل RUSLE، میزان خاک حفظ‌شده با در نظر گرفتن حداکثر هدررفت خاک طبق رابطه ۸ محاسبه می‌شود:

$$\text{Sediment Retention} = RKLSP - RKLSCP \quad (۸)$$

ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک: فرسایش خاک سبب شسته شدن و هدررفت خاک‌های سطحی که دربردارنده بخش عمده مواد آلی و غیرآلی خاک، ازجمله عناصر نیتروژن (N)، فسفر (P) و پتاسیم (K) است می‌شود و حاصلخیزی خاک را کاهش می‌دهد. متقابلاً کنترل و کاهش فرسایش سبب حفظ حاصلخیزی این خاک‌ها می‌شود. پس از تعیین واحدهای کاری و میزان فرسایش با روش RUSLE در واحدهای کاری و تعیین میزان خاک حفظ‌شده توسط اکوسیستم‌ها، مرحله بعدی برآورد میزان عناصر اصلی غذایی موجود در خاک است. در این پژوهش، ارزش اقتصادی حفظ حاصلخیزی خاک مبتنی بر ارزش مقادیر ازت، فسفر و پتاسیم به عنوان سه عنصر تعیین‌کننده حاصلخیزی خاک در اثر فرسایش می‌باشد تا از این راه هزینه خسارت ناشی از رخداد فرسایش خاک تعیین شود. ازاین‌رو، برای محاسبه مقدار عناصر غذایی مذکور در خاک‌های منطقه در محدوده موردبررسی از نمونه‌گیری به روش تصادفی- طبقه‌بندی‌شده استفاده گردید. موقعیت هر واحدکاری با استفاده از GPS روی زمین مشخص شد. سپس از خاک سطحی (با توجه به عمق و افق A در منطقه تا عمق ۳۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری شد) (٤ و۱۷). در هر واحدکاری سه نمونه و درمجموع ٤٥ نمونه گرفته شد و مقادیر نیتروژن (N)، فسفر (P) و پتاسیم (K) آن‌ها اندازه‌گیری شد.

استفاده از روش هزینه جایگزین را می‌توان ناشی از آن دانست که در استفاده از روش‌های ترجیحات آشکارشده (بیان‌شده)، با توجه به برخی اریب‌های آن‌ها در کشورهای درحال‌توسعه و وابستگی شدید نتایج به بیانات پاسخ‌دهندگان و هم‌چنین بیگانه بودن افراد با این روش‌ها در کشورهایی که سابقه چندانی در ارزش‌گذاری ندارند احتمال بروز خطا زیاد است (۳۹ و ۲٦). مزایای روش هزینه جایگزین عبارت‌اند از: ۱- براساس داده‌های مشاهده‌پذیر از رفتار واقعی و تقریباً کم‌هزینه، ۲- در صورت برخورداری از فرضیات مشخص، کران پایین تمایل به پرداخت را مشخص می‌کند، ۳- معیار سودمند در صورت مواجه با محدودیت‌های اجتماعی در استفاده از محیط‌زیست (۷، ۱۱ و ۲۳). برای تعیین ازت کل در نمونه‌های خاک از دستگاه کجلدال (۱۸)، فسفر از دستگاه اسپکتروفتومتر و روش اولسن و پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر و روش استات آمونیوم (۱۸) استفاده شد. با برآورد هزینه‌های لازم برای جایگزین کردن عناصر ازدست‌رفته خاک (N,P,K) در زمین می‌توان به برآورد ارزش اقتصادی خاک در اکوسیستم‌های مرتعی پرداخت. به‌عبارت‌دیگر، با اندازه‌گیری تغییرات پدید

www.SID.ir

Archive of SID

آمده در مقادیر ازت، فسفر و پتاسیم که به‌علت برنامه‌های مدیریتی بروز می‌کند و لزوم بازگرداندن همان مقدار مواد غذایی به خاک از طریق مقادیر برابر کودهای شیمیایی قابل‌مبادله در بازار، تصویری از ارزش خاک در اختیار قرار خواهد گرفت. برای جبران کمبود خاک ازنظر کودهای ازت، فسفات و پتاسیم

(۹)

که در آن، Dun مقدار عنصر u ازدست‌رفته در سال nام، S میزان خاک حفظ‌شده (تن در هکتار در سال)، Mn درصد هریک از عناصر موردنظر در خاک است.

(۱۰)

با در نظر گرفتن قیمت کودهای جانشین برای جبران عناصر ازدست‌رفته خاک، ارزش اقتصادی

(۱۱)

که در آن، P_K , P_P , P_N به‌ترتیب قیمت کودهای جانشین برای عناصر پتاسیم، فسفر و نیتروژن و V

به‌ترتیب کودهای اوره $CO(NH4)_2$، منوفسفات آمونیوم $NH_4H_2PO_4$ و سولفات پتاسیم $K2SO_4$ موردتوجه قرار گرفت (٦). پس از تعیین مقدار خاک حفظ‌شده در واحدهای موردبررسی، کل مواد غذایی (N,P,K) از دست رفته خاک به‌دلیل فرسایش در سال N ام (۱۳۹۸) با استفاده از رابطه ۹ به‌دست آمد.

$$Dun = S \times Mn$$

جمع کل نابودی مواد غذایی در سال n ام، از رابطه ۱۰ برآورد شد:

$$An = DnN + DnP + DnK$$

عناصر با استفاده از رابطه ۱۱ برآورد شد (۱۹).

$$V = (P_N D_N + P_P D_P + P_K D_K)$$

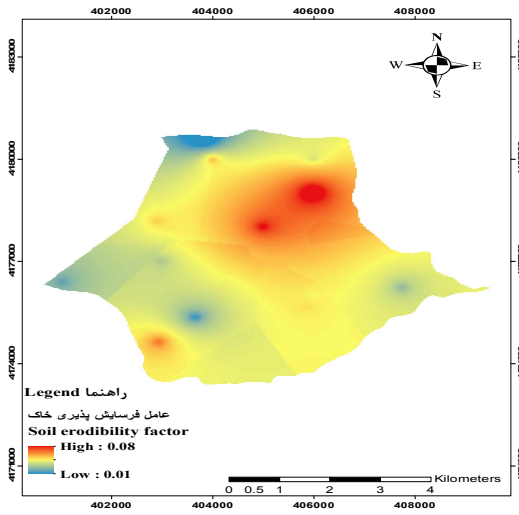
ارزش اقتصادی کل عناصر است (٦).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از فرسایش: نتایج این مطالعه به‌صورت نقشه عوامل مؤثر در فرسایش خاک به کمک مدل RUSLE به‌ترتیب شامل نقشه‌های عامل فرسایندگی باران (R)، فرسایش‌پذیری خاک (K)، طول و درجه شیب (LS)، عامل پوشش گیاهی (C) و عامل کارهای حفاظتی (P) در شکل‌های ۳ تا ٦ ارائه شد. مقدار عامل فرسایندگی باران برای این حوضه بین ۱۰۷/۲ تا ۱۲۰/۹ ($MJmmha^{-1}h^{-1}y^{-1}$) متغیر است که در نواحی شمالی حوضه بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده است (شکل ۳). در شکل ٤ میزان فرسایش‌پذیری خاک در حوضه موردمطالعه قابل‌بررسی است. براساس نتایج تجزیه ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی، خاک‌های موردمطالعه دارای سه نوع بافت سیلتی لوم، لوم و سیلتی کلی است و مقادیر محاسبه‌شده شاخص فرسایش‌پذیری خاک از ۰/۰۱ تا ۰/۰۸۷ ($t\ ha\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$) متغیر است. عامل طول و درجه شیب در شکل ۵ نشان داده‌شده است مقادیر این عامل بین ۰ تا ۱۵۹/٤ تغییر می‌کند. عامل پوشش گیاهی بین ۰/۰۷ تا ۰/٤٤ متغیر است که در مناطقی از حوضه که پوشش کم‌تر است، مقدار این عامل بیش‌تر و در مناطقی که پوشش گیاهی کم‌تری دارد مقدار عامل C بیش‌تر است (شکل ٦).

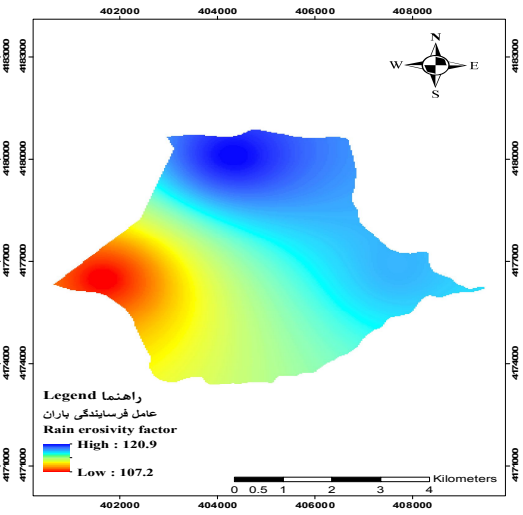
www.SID.ir

Archive of SID



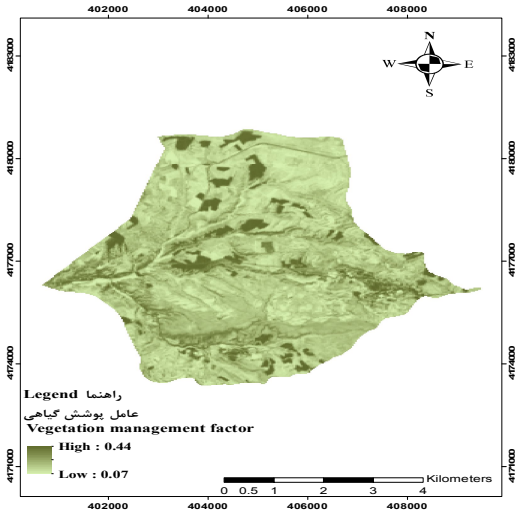
شکل ٤- عامل فرسایش‌پذیری خاک.

Figure 4. Soil erodibility factor.



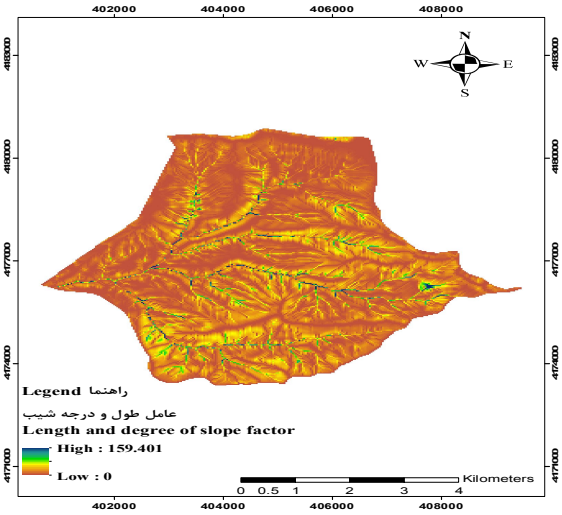
شکل ۳- عامل فرسایندگی باران.

Figure 3. Rain erosion factor.



شکل ٦- عامل پوشش گیاهی.

Figure 6. Vegetation cover factor.



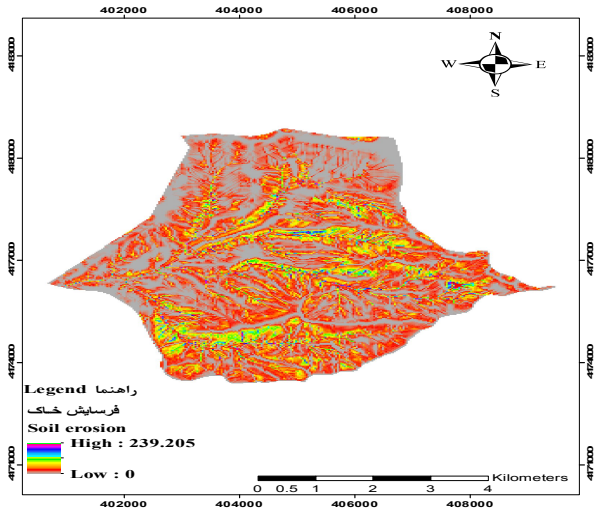
شکل ٥- عامل طول و درجه شیب.

Figure 5. Length and degree of slope factor.

پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی به‌عنوان ورودی‌های مدل، تلفیق لایه‌ها در نرم‌افزار Arc GIS 10.2 و با استفاده از تابع Raster calculator صورت گرفت و درنهایت نقشه فرسایش خاک برحسب تن در هکتار در سال تهیه گردید. بر این اساس فرسایش خاک در حوزه آبخیز کچیک بین ۰ تا ۲۳۹/۲ تن در هکتار در سال متغیر بود و با استفاده از دستور Zonal Statistics در Arc GIS 10.2 متوسط آن برابر ۷/۹٤ تن در هکتار در سال برآورد شد (شکل ۷).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- فرسایش سالانه خاک حوزه‌آبخیز کچیک با مدل RUSLE.

Figure 7. Annual Erosion of Kechik Watershed with RUSLE Model.

بررسی تأثیر عوامل مؤثر بر میزان فرسایش خاک: به‌منظور تجزیه‌وتحلیل همبستگی بین عوامل مؤثر در فرسایش خاک، با استفاده از نرم‌افزار IDRISI Selva بین عوامل رگرسیون گرفته شد؛ بنابراین هدررفت سالانه خاک به‌عنوان متغیر وابسته و عوامل فرسایندگی باران، فرسایش‌پذیری خاک، طول و درجه شیب، پوشش گیاهی به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. طبق نتایج عامل طول و درجه شیب با ضریب همبستگی ۹۳ درصد و ضریب تبیین (R^2) ۰/۸۷ بیش‌ترین تأثیر را در برآورد میزان فرسایش سالانه خاک توسط مدل را داشته است. نتایج حاصل از بررسی ضرایب رگرسیونی خطی بین عوامل ورودی و خروجی مدل در جدول ۱ ارائه شد.

جدول ۱- روابط رگرسیونی بین میزان هدررفت خاک و عوامل دخیل در مدل RUSLE.

Table 1. Regression relationships between soil loss rate and factors involved in RUSLE model.

عامل‌های مدل RUSLE RUSLE Model Factors	رابطه رگرسیونی Regression relation	ضریب همبستگی (r) Correlation coefficient	ضریب تبیین (R^2) Coefficient of Determination
R	Y= 0.02 + 0.063X	0.45	0.20
K	Y= 0.02 + 146.12X	0.46	0.21
LS	Y= 0.003 + 1.27X	0.93	0.87
C	Y= 0.16 + 37.86X	0.50	0.60

نتایج ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک: همان‌طور که پیش‌تر به آن اشاره شد، هزینه هدررفت عناصر مغذی خاک با برآورد مقادیر کمی خاک حفظ‌شده و عناصر مغذی قابل‌محاسبه است. به این منظور، مقادیر هدررفت عناصر اصلی مغذی خاک (N, P, K) برحسب گرم در کیلوگرم اندازه‌گیری شد. همان‌طور که نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد. میانگین عناصر اصلی مغذی حفظ‌شده خاک در اراضی جنگلی با ٦٧٦٣/٠٤، اراضی مرتعی ٥٤٦٠/٢٨ و اراضی زراعی ٣٢٠٨/٨٤ کیلوگرم در هکتار برآورد شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقادیر عناصر مغذی در واحدهای کاری.

Table 2. Nutrient values in units work.

عناصر غذایی حفظ شده (کیلوگرم در هکتار) Preserved nutrients ($kg.ha^{-1}$)	میانگین عناصر (گرم در کیلوگرم) Mean Elements ($gr.kg^{-1}$)			میانگین خاک حفظ شده (تن در هکتار در سال) Average soil Preserved ($t\ ha^{-1}\ y^{-1}$)	مساحت (هکتار) Area (ha)	واحد کاری Unit works
	پتاسیم Ptasium	فسفر Phosphours	ازت Nitrojen			
30741.24	0.384	0.0087	2.05	37.56	34.94	1
544.084	0.338	0.0020	2.4	1.90	104.0	2
6558.19	0.278	0.0047	1.75	33.37	96.66	3
8747.75	0.405	0.0014	1.2	15.47	351.8	4
775.57	0.153	0.0011	0.6	16.08	63.93	5
66.45	0.342	0.0020	0.4	7.06	12.64	6
45711.60	0.325	0.0078	3	40.30	340.3	7
8780.09	0.414	0.0021	1.3	45.08	113.4	8
17570.26	0.14	0.0014	0.5	28.06	975.8	9
4054.50	0.209	0.0038	2.1	33	53.11	10
14611.69	0.436	0.0072	3	34.26	123.8	11
19443.85	0.337	0.0035	2.5	36.19	189.1	12
297.31	0.229	0.0016	0.32	30.03	17.98	13
38196.75	0.207	0.0026	1.46	34.78	57.49	14
7303.62	0.451	0.0023	1.06	29.34	64.43	15
4520.62	0.31	0.0035	1.57	28.16		میانگین Average

با در نظرگرفتن قیمت کودهای شیمیایی مورد استفاده برای بازگرداندن حاصلخیزی از دست رفته بدون احتساب یارانه، قیمت تعزیراتی هر کیلو کود اوره (۸٤۰۰) ریال، کود منوفسفات آمونیوم (۲۸۰۰۰) ریال و قیمت بازاری کود سولفات پتاسیم (۱۰۰۰۰۰) ریال در سال پایه ۱۳۹۸ در نظر گرفته شد (اداره جهاد کشاورزی استان گلستان، ۱۳۹۸). ارزش کل مواد مغذی حفظ شده ۹/۲۱ میلیارد ریال در مجموع ۳٦۰۰ هکتار مساحت حوضه و ۲/۵۵ میلیون ریال برای هر هکتار در سال برآورد گردید. ارزش اقتصادی حفظ حاصلیزی خاک به تفکیک هر کاربری در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- ارزش اقتصادی کاربری‌ها.

Table 3. Economic value of land-uses.

ارزش اقتصادی هر هکتار (میلیون ریال) Economic value of each hectar (million Rials)	ارزش کل اقتصادی (میلیون ریال) Total of economic value (milion Rials)	مساحت (هکتار) Area (ha)	کاربری Landuse
3.39	2274	669	جنگل Forest
2.84	3047.48	1073	مرتع Rangeland
2.16	3889.89	1800	دیم‌زار Dry land
2.79	3070.45		میانگین Average

www.SID.ir

Archive of SID

فرسایش خاک به‌خصوص در کشورهای درحال توسعه، روند افزایشی دارد، فرسایش باعث از بین رفتن خاک‌های کشاورزی، فقیر شدن ظرفیت تولیدی خاک‌ها و آلودگی آب‌های طبیعی در اثر رسوب‌گذاری می‌شود و مخاطرات زیست‌محیطی را به وجود می‌آورد. بنابراین ارزیابی صحیح پدیده فرسایش خاک می‌تواند برای مدیران به‌منظور ایجاد استراتژی‌ها و برنامه‌ها جهت کنترل فرسایش مفید و سودمند باشد. با توجه به نتایج حاصل از برآورد فرسایش خاک به روش RUSLE مقدار فرسایش خاک در حوضه بین صفر تا ۲۳۹/۲ تن در هکتار در سال متغیر بوده و متوسط فرسایش کل در حوضه ۷/۹٤ تن در هکتار در سال برآورد گردید. سلیم فرگی (۲۰۱۱) مقدار متوسط فرسایش خاک در این حوضه را ۱۲/۵۸ تن در هکتار در سال برآورد کرد (۳۷). کاویان و همکاران (۲۰۱٦) مقدار فرسایش خاک را در حوزه آبخیز تالار بین ۰ تا ۹۲/۰۱ برآورد کردند (۲۰). خورسند و همکاران (۲۰۱٦) در حوزه آبخیز معرف خامسان و نژادافضلی و همکاران (۲۰۱۸) را در حوزه آبخیز دهکهان (جنوب کرمان) متوسط فرسایش خاک را به‌ترتیب ۱۸/۵۳ و ۵۰ تن در هکتار در سال به‌دست آوردند (۲۲ و ۳۲). در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک لسی استان گلستان، آهک و سیلت نقشی اساسی در فرسایش‌پذیری و پایداری خاکدانه‌ها دارد. پایداری خاکدانه و نفوذپذیری دو ویژگی فیزیکی بسیار مهم خاک از نظر فرسایش‌پذیری است که تحت‌تأثیر ماده آلی و آهک قرار می‌گیرند. ویژگی‌های خاک موجب افزایش پایداری خاکدانه یا نفوذپذیری خاک و یا هر دو شوند، نقش مهمی در کاهش فرسایش‌پذیری خواهند داشت (۲۱). بررسی تأثیر عوامل موثر بر میزان فرسایش خاک به‌وسیله رگرسیون خطی نشان داد که بیش‌ترین ضریب تبیین (۸۷/۵۵ درصد) مربوط به فاکتور طول و درجه شیب می‌باشد که با نتایج سلیم فرگی (۲۰۱۱)، محمدی و همکاران (۲۰۱٦) با ضریب همبستگی ٦٦ درصد و نژادافضلی و همکاران (۲۰۱۸) با ضریب تبیین ۹٦ مطابقت دارد (۳۷، ۳۲ و ۲۹). با توجه به پژوهش‌های انجام شده میزان عناصر حفظ شده در خاک در اراضی زراعی نسبت به بقیه کاربری‌ها کم‌تر می‌باشد که با نتایج حاصل از پژوهش نیکنهاد قرماخر و مارامایی (۲۰۱۱)، قزل‌سفلو و همکاران (۲۰۱۱)، عباسی و همکاران (۲۰۱٦) مطابق است (۱، ١٤ و ۳۳). باتوجه به بررسی‌ها نتایج حاصل از ارزش اقتصادی کل کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک ۹/۲۱ میلیارد ریال است که کاربری جنگل، مرتع و کشاورزی به‌ترتیب بیش‌ترین تا کم‌ترین ارزش اقتصادی را دارا می‌باشد. موسوی و همکاران (۲۰۱۱) ارزش اقتصادی کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک را ۸۹۱۵۲ هزار ریال در سال، یگانه و همکاران (۲۰۱٦) ۷۹٦/۹ میلیون ریال در سال، بستان و همکاران (۲۰۱۸) ٤٤٦٨٤۹۰۰۰۰ میلیون ریال در سال، دگروت و همکاران (۲۰۱۲) ٤٤ دلار در هکتار در سال و کاستانزا و همکاران (۱۹۹۷) ۲۹ دلار در هکتار در سال با استفاده از رویکرد هزینه جایگزین به‌دست آوردند (۳۱، ٤۲، ۸، ۱۰ و ۹). دلیل اختلاف در ارزش‌های به‌دست‌آمده با توجه به شرایط اقلیمی، پوشش گیاهی و فیزیوگرافی مناطق مختلف متفاوت است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان می‌دهد ارزش مراتع نسبت به دیم‌زار در کارکرد حفظ حاصلخیزی بیش‌تر است که عمدتاً در کاربری زراعی کشت و کار دائمی و عملیات شخم عمدتاً نقش مهمی در هدررفت مواد مغذی دارند. با توجه به اثرات مثبت پوشش گیاهی، لزوم توجه ویژه

www.SID.ir

Archive of SID

به پوشش گیاهی مرتعی و جنگلی به‌منظور کاهش فرسایش خاک احساس می‌شود و پیشنهاد می‌شود برنامه‌های بیولوژیکی و حفاظت خاک به‌منظور کاهش خسارات فرسایش خاک در قسمت‌های با حساسیت فرسایش بالا در منطقه صورت گیرد.

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از دانشکده مرتع و آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان سپاسگزاری می‌گردد.

داده‌ها و اطلاعات

این مقاله استخراج‌شده از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد می‌باشد که در سال ۹۷ و ۹۸ جهت تحقیقات میدانی در حوضه کچیک و جهت انجام آزمایش‌ها و کارهای نرم‌افزاری در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شده است.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافعی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

منابع

1. Abbasi, M. 2016. Effects of land use, slope and rainfall intensity on runoff, sediment and nutrients in loess lands of Kechik watershed, Golestan Province. Ph.D. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Pp: 118-124.
2. Alvandi, E., Sadoddin, A., and Sheikh, V.B. 2019. Predicting the impacts of management activities on surface runoff characteristics and soil erosion in the Bonekooh Watershed – Hablehroud River-Iran. J. Water Soil Cons. 26: 1. 27-48. (In Persian)
3. Arkhi, S., and Niyazi, Y. 2010. Investigation of GIS and RS Application for Estimation of Soil Erosion and Sediment Load Using the RUSLE Model (Case Study: Upstream Basin of Ilam Dam). J. Water Soil Cons. 17: 2. 1-27. (In Persian)
4. Bakhtiari, F., Panahi, M., Karami, M., Ghoddusi, J., Mashayekhi, Z., and Pourzadi, M. 2009. Economic valuation of soil nutrients retention function of Sabzkouh forests. Iran. J. For. 1: 1. 69-81. (In Persian)
5. Baraniyan Kabir, A., Mousavi, S.A., Bashari, H., Mesdaghi, M.R., and Basiri, M. 2016. Economic Consequences of Rangeland Use Change to Dryland from Water and Soil Conservation Functions. Applied Ecology. 6: 2. 27-40. (In Persian)
6. Bishop, J.T. 1999. Valuing Forests, A review of methods and applications in developing countries. Environmental Economics Programme, International Institute for Environment and Development (IIED), 56p.
7. Bostan, Y., Fatahiardakani, A., Fehresti Sani, M., and Sadeghinia, M. 2018. A Pricing Model for Value of Gas Regulation Function of Natural Resources Ecosystems (Case Study: Sheikh Musa Rangeland, Mazandaran Province, Iran). J. Range. Sci. 8: 2. 186-200.
8. Bostan, Y., Fatahi Ardakani, A., Sadeghiniya, M., and Fehresti Sani, M. 2018. Estimating the Economic Value of Soil and Aquatic Regulatory Functions of Rangeland Ecosystems (Case Study: Sheikh Moussa Rangeland Ecosystem of Babol). Range. Sci. J. 12: 4. 464-480. (In Persian)
9. Costanza, R.R., Groot, P., Sutton, S., van der Ploeg, S., Anderson, I., Kubiszewski, S. Farber and Turner, R. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change. 26: 152-158.
10. De Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., and Willemen, L. 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning. management and decision making. Ecol Complex. 7: 260-272.

www.SID.ir

Archive of SID

11. Fatahi Ardakani, A. 2013. The principles of economic valuation of natural resources. Ardakan University Press, 364p. (In Persian)
12. Fatahi, A., Bostan, Y., and Arab, M. 2016. The Comparison of Methods of Discrere Payment Vehicle (Dichotomous Choice) in Improving the Quality of the Environment (a case study of air pollution in Tehran). Third International Conference on Engineering, Science and Technology. Pp: 1-13.
13. Foster, G., and Wischmeier, W. 1974. Evaluating irregular slopes for soil loss prediction. Transactions of the ASAE. 17: 2, 305p.
14. Ghezelsoflou, A. 2011. Risk and Damage Evaluation of Soil and N, P, K Erosion in Chehel Chai Watershed of Golestan Province. Master thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
15. Gulati, A., and Rai, S.C. 2014. Cost estimation of soil erosion and nutrient loss from a watershed of the Chotanagpur Plateau, India. J. Curr. Sci. 106: 1-5.
16. Hengl, T. 2006. Finding the right pixel size. Computers & Geosciences. 32: 9. 1283-1298.
17. Hosseini, S.S., and Ghorbani, M. 2006. Economic of soil erosion. Mashhad University Press, 126p. (In Persian)
18. Jackson, M.L. 1967. Soil chemical analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersy, USA, 521p.
19. Jin, K., Cornelis, W.M., Gabriels, D., Baert, M., Wu, H.J., Schiettecatte, W., Cai, D.X., Deneve, S., Jin, J.Y.,Hartmann, R., and Hofman, G. 2009. Residue cover and rainfall intensity effects on runoff soil organic carbon losses. Catena. 8: 81-86.
20. Kavian, A., Mohammadi, M., Falah, M., Gholami. L., and Omidvar, E. 2016. Application of RUSLE Model to Determine Spatial Distribution of Soil Loss Risk. Ecohydrology. 3: 4. 669-680. (In Persian)
21. Khormai, H., Kiani, F., and Khormali, F. 2016. Evaluation of Soil Erodibility Factor (k) for Loess Derived Landforms of Kechik Watershed in Golestan Province. J. Water Soil. 30: 6. 2078-2086. (In Persian)
22. Khorsand, M., Khaledi Darvishan, A. and Gholamali Fard, M. 2016. Comparison of the RUSLE Model Annual Loss Estimation Results with Data from Nails and Erosion Plots in Khamsan Watershed. Ecohydrology. 3: 4. 669-680. (In Persian)
23. King, N.A. 2007. Economic valuation of environmental goods and services in the context of good ecosystem governance. Water Policy 9. 2: 51.67.
24. Kumar, T. 2010. Physically-based spatially distributed rainfall runoff modeling for soil erosion estimation PhD Thesis. Institute of Hydraulic Engineering, university of Stuttgart, Stuttgart.
25. Lin, C.Y. 1997. A study on the width and placement of vegetated buffer strips in a mudstonedistributed watershed. J. China Soil Water Cons. 3: 250-266.
26. Mahdavi, M. 2009. Applied hydrology. Tehran University Press, 342p. (In Persian)
27. Mobarghei, N., and Sharzei, Gh. 2007. Analysis of survey base methods in ecosystem services valuation and introduce more appropriate methods to achieve reliable result especially in developing countries. International conference of "Re-inventing Sustainability: A Climate for Change" 3rd- 6th July, Noosaville, Australia. Pp: 13-15.
28. Mohamed Fayas, C., and Shantha Abeysingha, N. 2019. Soil loss estimation using rusle model toprioritize erosioncontrol in KELANI riverbasinin SriLanka. International Soil and Water Conservation Research. 7: 19. 130-137.
29. Mohammdi, Sh., Karimzadeh, H., Pourmanafi, S., and Soltani Koubae, S. 2018. Spatial and temporal estimation of soil erosion using RUSLE model and Landsat satellite time series (Case study: Mandarjan, Isfahan). Iran. J. Natur. Resour. 71: 3. 759-774.

www.SID.ir

Archive of SID

30. Moore, I.D., and Burch, G.J. 1986. Physical basis of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation. Soil Sci. Soc. Amer. J. 50: 5. 1294-1298.
31. Mousavi, S.A., Arzani, H., Sharzei, Gh., Azarnivand, H., Farahpoor, M., Estefani, A., Alizadeh, E., and Nazari Samani, A. 2011. Economic valuation of rangeland coverage on soil conservation (case study: Middle Taleghan watershed). J. Iran Natur. Resour. 67: 2. 317-331. (In Persian)
32. Nezhadafzali, K., Shahrokhi, M., and Bayatani, F. 2018. Assessment soil erosion using RUSLE model and identification the most effective factor in Dekhan watershed basin of southern Kerman. J. Natur. Environ. Hazard. 8: 20. 21-38. (In Persian)
33. Niknahad Gharmakher, H., and Maramaei, M. 2011. Effects of land use changes on soil properties (Case Study: the Kechik catchment). J. Soil Manage. Sust. Prod. 1: 2. 81-96. (In Persian)
34. Pajouhesh, M., Kaviani, A., Givi, J., and Davoudian Dehkordi, A.R. 2017. Estimating of the amount of soil loss using universal soil loss equation in the Jonghan watershed. J. Water Soil Cons. 24: 3. 299-306. (In Persian)
35. Refahi, H. 2000. Soil erosion by water & conservation. Tehran University Press, 551p. (In Persian)
36. Renard, K.G., and Freimund, J.R. 1994. Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. J. Hydrol. 157: 287-306.
37. Salim Fargi, F. 2011. Assessing spatial distribution of soil erosion hazard using distributed USLE model in Kechik Watershed, Golestan, Iran. Master thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
38. Shirazi, M.A., and Boersma, L. 1984. A unifying quantitative analysis of soil texture. Soil Sci. Soc. Amer. J. 48: 142-147.
39. Sun, J., Liu, Y., Zhou, T., Liu, G., and Wang, J. 2018. Soil conservation service on the Tibetan Plateau.1984–2013. Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh. 1: 7. 1-7.
40. Tucker, C.J. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sensing of Environment. 8: 127-150.
41. Wischmeier, W.H., and Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses A guide to conservation planning.
42. Yeganeh, H., Azarnivand, H., Saleh, I., Arzani, H., and Amirnejad, H. 2016. Estimating the economic value of soil conservation function (Case study: Taham watershed, Zanjan province). Iran. J. Range Des. Res. 23: 1. 161-176. (In Persian)
43. Zabihi, M., Sadeghi, S.H.R., and Vafakhah, M. 2015. Spatial analysis of rainfall erosivity index patterns at different time scales in Iran. Watershed Engineering and Management. 7: 4. 442-457.
44. Zerihun, M., Mohammedyasin, M., Demeke Sewnet, A., and Lakew, M. 2018. Assessment of soil erosion using RUSLE, GIS and remote sensing in NW Ethiopia. Geoderma Regional. 8: 17.

www.SID.ir

Arc

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Research Full Paper

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 27(6), 2021
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2020.17763.3331

Estimating the economic value of the role of vegetation in controlling soil erosion (Case Study: Kechik Watershed)

***R. Farsi[1], H. Yeganeh[2], M. Hoseinalizadeh[3] and M.S. Azimi[2]**

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Rangeland Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

[2]Assistant Prof., Dept. of Rangeland Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

[3]Associate Prof., Dept. of Watershed and Desert Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 03.02.2020; Accepted: 09.15.2020

Abstract

Background and Objectives: Preservation of soil and prevention of occurrence and intensification of erosion are the most important functions of natural ecosystems. This issue is especially important in steep and mountainous areas. Natural ecosystems are among the important economic resources for many developing countries that contribute to the development of regions and communities by producing goods and services. Soil conservation function, like many other ecosystem services, lacks a market to determine the value. This study was conducted in 2019 with the aim of investigating the role of natural ecosystem in Kechik area in controlling soil erosion and determining the economic value of soil protection based on soil fertility maintenance function.

Materials and Methods: In order to estimate soil erosion quantitatively, the RUSLE model, which inputs include rain erosion factor, soil erodibility factor, length and degree of slope factor, vegetation factor and protective operations factor, was used in GIS environment. To calculate the economic value of soil fertility maintenance function, soil retention and soil nutrient content including nitrogen, phosphorus and potassium in the area were estimated and its economic value was calculated using the alternative cost approach.

Results: The results of soil erosion by RUSLE method showed that the range of soil erosion in the region varied from 0 to 239.2 tons per hectare per year and its average was estimated at 7.94 tons per hectare per year. The value of the main elements preserved in the soil of the whole basin was equal to 9.21 billion Rials per year and the value of each hectare of the region's ecosystem was estimated at 2.55 million Rials per year. Also, the analysis of erosion data in IDRISI Selva software showed that the factor of length and degree of slope had the greatest effect on estimating annual soil erosion (R^2=0.87).

Conclusion: The result of this study states that the value obtained per hectare of forest is 3.39, rangeland 2.84 and dry land 2.16 million Rials per year, which shows the more value of rangeland ecosystem than dry lands. Due to the positive effects of vegetation, the need for special attention to rangeland and forest vegetation to reduce soil erosion is felt and it is recommended that biological and soil protection programs performed to reduce soil erosion damage in areas with high erosion sensitivity in the region.

Keywords: Economic value, Kechik watershed, RUSLE, Soil protection

* Corresponding Author; Email: raziye_2@yahoo.com

www.SID.ir