نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیستم، شماره پنجم، ۱۳۹۲
http://jwsc.gau.ac.ir

تعیین مناطق بحرانی تولید رسوب در آب‌خیز چهل‌چای استان گلستان با استفاده از مدل SWAT

***اکرم عارفی‌اصل[۱]، علی نجفی‌نژاد[۲]، فرشاد کیانی[۳] و عبدالرسول سلمان‌ماهینی[۴]**

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]دانشیار گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۳۰

چکیده

حوزه آب‌خیز چهل‌چای استان گلستان در شمال ایران به‌دلیل کوهستانی و پرشیب بودن و تبدیل اراضی جنگلی به اراضی زراعی دیم به‌شدت مورد تخریب قرار گرفته است. این امر ضرورت انجام مدیریتی جامع و همه‌سونگر را فراهم می‌کند. از جمله بخش‌های ضروری در مدیریت حوزه‌های آب‌خیز آگاهی از وضعیت فرسایش و رسوب بخش‌های مختلف آب‌خیز است. در این مطالعه سعی شد با استفاده از مدل SWAT که براساس مطالعات مختلف کارایی خوبی را در بررسی هیدرولوژی و مدیریت حوزه‌ها نشان داده است میزان و توزیع مکانی تولید رسوب این حوزه بررسی شود. نتایج نشان داد ۱٤/٦٤ درصد از اراضی حوزه در اراضی زراعی دیم واقع در شیب‌های ۵۰-۸ درصد قرار دارد. این اراضی با متوسط رسوب بیش از ۲۵ تن در هکتار در سال بحرانی‌ترین وضعیت تولید رسوب را در حوزه دارد بنابراین در اولویت مدیریت و انجام اقدامات حفاظتی قرار می‌گیرد. مدل SWAT متوسط وزنی رسوب دامنه و رسوب خروجی از حوزه را به‌ترتیب ۹/٦۲ و ۷/۷۱ تن در هکتار در سال برآورد کرد. با توجه به کارایی مدل در تعیین اراضی بحرانی فرسایش و رسوب، پیشنهاد می‌شود از آن در بررسی اثرات اقدامات مدیریتی استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: آب‌خیز چهل‌چای استان گلستان، رسوب، مناطق بحرانی، مدل SWAT

* مسئول مکاتبه: aarefia.6587@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

کمی‌کردن فرسایش خاک، از جمله مواردی است که در تمام بخش‌های مختلف پروژه‌های هیدرولوژیکی، هیدرولیکی و به‌ویژه طرح‌های مدیریت جامع منابع آب و خاک و توسعه آب‌خیز، ضروری است (صادقی، ۲۰۱۰). در کشور ما بیش‌تر حوزه‌های آب‌خیز، به‌ویژه حوزه‌های آب‌خیز کوهستانی، بدون ایستگاه‌های اندازه‌گیری به تعداد کافی هستند که هر گونه برنامه‌ریزی عمرانی و مدیریتی را با مشکل و یا حتی شکست مواجه می‌کند. برای مقابله با این مشکل، عقیده بر این است که شبیه‌سازی پدیده‌های هیدرولوژی در حوزه‌های آب‌خیز می‌تواند راه‌حل بهینه‌ای باشد (رستمیان، ۲۰۰۶). مدل‌سازی توزیعی، ابزاری مفید برای شناسایی مناطق مستعد فرسایش است. سیستم اطلاعات جغرافیایی قابلیت تحلیلی مدل‌های هیدرولوژی را افزایش داده است (نارامانگام، ۲۰۰۸). از جمله این مدل‌ها، مدل نیمه‌توزیعی SWAT[1] است که برای سرویس تحقیقات کشاورزی ایالات متحده به‌منظور بررسی اثر اقدامات مدیریتی تهیه شده است (نیچ و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعات متعددی در کشورهای مختلف با استفاده از مدل SWAT صورت گرفته است. بیرهانو و همکاران (۲۰۰۷)، عباسپور و همکاران، (۲۰۰۷)، گرین و همکاران (۲۰۰۷)، بارلوند و همکاران (۲۰۰۷)، گسیس و یوناس (۲۰۰۸)، فلاین و ونلیو (۲۰۰۹)، فوله و مولا (۲۰۰۹)، ونلیو (۲۰۰۹)، کیم و همکاران (۲۰۱۰)، تایبه و بیوکت (۲۰۱۰)، شاپ و همکاران (۲۰۱۰)، بینج و همکاران (۲۰۱۰) و لوئی (۲۰۱۰) از جمله کسانی هستند که پژوهش‌های جالب‌توجهی به کمک این مدل انجام داده‌اند. در این میان، افرادی نیز به مطالعه جزیی‌تر فرسایش و رسوب به کمک این مدل پرداختند. میشرا و همکاران (۲۰۰۷)، ندومبا و همکاران (۲۰۰۸)، پندی و همکاران (۲۰۰۹) و داگوپاتی و همکاران (۲۰۰۹)، پژوهش‌گرانی هستند که با استفاده از مدل SWAT و ملاحظه تأثیر پوشش و کاربری‌های موجود بر رواناب و بار رسوب زیرحوزه‌های متفاوت، منابع فرسایش از نظر مکانی و زیرحوزه‌های بحرانی را شناسایی نمودند و آن را برای اولویت‌بندی اقدامات کنترلی و مدیریت آب‌خیزهای مورد مطالعه خود به‌کار بردند. پژوهش‌گران ایرانی نیز در زمینه‌های فرسایش و رسوب از آن بهره برده‌اند. از جمله، سعادتی و همکاران (۲۰۰۶) در حوزه کسیلیان؛ و رستمیان (۲۰۰۶) در حوزه بهشت‌آباد، دبی و رسوب را با مدل SWAT بررسی نمودند. عمانی و همکاران (۲۰۰۷) در آب‌خیز قره‌سو، نقشه فرسایش زیرحوزه‌ها، پتانسیل فرسایش خاک و نواحی حساس به فرسایش را تعیین کردند. طالبی‌زاده و همکاران (۲۰۱۰) دو روش SWAT و شبکه عصبی را در برآورد بار رسوب حوزه کسیلیان به‌کار برده و بر توانایی بیش‌تر مدل SWAT در

1- Soil and Water Assessment Tool (s)

www.SID.ir

برآورد مقادیر بالای رسوب اشاره نمودند. با توجه به مطالعات صورت گرفته مدل SWAT کارایی مطلوبی در بحث فرسایش و رسوب داشته است بنابراین می‌تواند ابزار مناسب برای انجام این مطالعه باشد. از آن‌جا که کوهستانی و پرشیب بودن و گسترش شدید تبدیل اراضی جنگل به زراعت زمینه را برای نابودی خاک و کاهش حاصل‌خیزی فراهم نموده است، تعیین مناطق بحرانی فرسایش و رسوب و تعیین اولویت اراضی به‌منظور اعمال مدیریت ضروری به‌نظر می‌رسد. هدف از این مطالعه تعیین این اراضی با استفاده از مدل SWAT است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه: حوزه آب‌خیز چهل‌چای در جنوب‌شرق استان گلستان، با مساحتی حدود ۲۵ هزار هکتار در بین طول‌های جغرافیایی شرقی ۵۵ درجه و ۲۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۵۵ درجه و ۳۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه و عرض‌های جغرافیایی شمالی ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۵۵ درجه و ۲۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه قرار گرفته است. شیب متوسط حوزه حدود ۳۷ درصد و دارای حداقل و حداکثر ارتفاع حدود ۱۹۰ و ۲۵۵۵ متر از سطح دریا است. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی حوزه چهل‌چای و ایستگاه‌های هیدرومتری و هواشناسی و کاربری‌های اراضی در محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بارش متوسط حوزه در ایستگاه لزوره طی سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۰۱، ۸۴۸ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت ماهانه آن ۱۸ درجه سانتی‌گراد است. مهم‌ترین شکل فرسایش در حوزه سطحی و شیاری است و انواع دیگر فرسایش مانند خندق و زمین‌لغزش در بعضی نقاط زیرحوزه‌ها به‌صورت محدود دیده می‌شود (مهندسین مشاور رواناب، ۲۰۰۵).

شکل ۱- موقعیت حوزه، ایستگاه‌های هواشناسی و انواع کاربری اراضی در حوزه آب‌خیز چهل‌چای استان گلستان.

www.SID.ir

معرفی مدل SWAT: مدل SWAT مدلی مفهومی، نیمه‌توزیعی، پیوسته زمانی و مجموعه‌ای از معادله‌های ریاضی و فرمول‌های تجربی در مقیاس حوزه است. شبیه‌سازی هیدرولوژی آب‌خیز را در دو فاز زمینی و فاز روندیابی انجام می‌دهد. حجم‌های رواناب سطحی را برای هر واحد پاسخ هیدرولوژیک[1] (بخش‌هایی از زیرحوزه که از نظر کاربری، خاک و شیب همگن هستند) با استفاده از روش شماره منحنی یا گرین- امپت و مقادیر روزانه یا زیرروزانه داده دما و بارش شبیه‌سازی می‌کند. پیش‌بینی نرخ اوج رواناب با استفاده از روش استدلالی اصلاح شده و زمان تمرکز زیرحوزه با فرمول مانینگ (کانالی و دامنه‌ای) محاسبه می‌شود. اطلاعات بیش‌تر در مورد هیدرولوژی مدل SWAT را می‌توان از (نیچ و همکاران، ۲۰۱۰) ملاحظه نمود. مدل، فرسایش و بار رسوب را برای هر واحد پاسخ هیدرولوژیک با استفاده از MUSLE (ویلیامز، ۱۹۹۵) (رابطه ۱) تخمین می‌زند.

$$sed = ۱۱/۸ \times (Q_{surf} \times q_{peak} \times area_{hru})^{۰/۵۶} \times K \times C \times P \times LS \times CFRG \qquad (۱)$$

که در آن، sed: بار رسوب در روز معین (تن)، Q_{surf}: حجم رواناب سطحی (میلی‌متر در هکتار)، q_{peak}: نرخ رواناب اوج (مترمکعب بر ثانیه)، $area_{hru}$: مساحت واحد پاسخ هیدرولوژیک (هکتار)، K: فاکتور فرسایش‌پذیری خاک (۰/۰۱۳ تن در مترمربع در ساعت)، C: فاکتور مدیریت و پوشش، P: فاکتور عملیات حفاظتی، LS: فاکتور توپوگرافی و CFRG: فاکتور قطعات درشت است. زمانی‌که برف در یک واحد وجود دارد SWAT: بار رسوب را با استفاده از رابطه ۲ حساب می‌کند که در آن: sed: بار رسوب در یک روز (تن)، sed´: بار رسوب محاسبه شده با MUSLE (تن) و SNO: محتوای آب برف (میلی‌متر) است.

$$sed = \frac{sed'}{\exp\left[\frac{۳ \times sno}{۲۵/۴}\right]} \qquad (۲)$$

مدل، رسوب جریان جانبی و آب زیرزمینی سهیم در کانال اصلی را به‌صورت رابطه ۳ محاسبه می‌کند:

$$sed_{lat} = \frac{(Q_{lat} + Q_{gw}) \times area_{hru} \times conc_{sed}}{۱۰۰۰} \qquad (۳)$$

1- HRU: Hydrologic Response Unit

Archive of SID
www.SID.ir

که در آن، sed_{lat}: بار رسوب در جریان جانبی و آب زیرزمینی (تن)، Q_{lat}: جریان جانبی برای روز معین (میلی‌متر)، Q_{gw}: آب زیرزمینی در روز معین (میلی‌متر)، $area_{hru}$: مساحت واحد پاسخ هیدرولوژیک (کیلومترمربع) و $conc_{sed}$: غلظت رسوب در جریان جانبی و آب زیرزمینی (میلی‌گرم در لیتر) است. انتقال رسوب در شبکه کانال تابعی از دو فرایند تخریب و ته‌نشست است که به‌طور هم‌زمان شبیه‌سازی می‌شود. حداکثر مقدار رسوب ($conc_{sed,ch,mx}$) که می‌تواند از یک قسمت آبراهه انتقال یابد بر حسب کیلوگرم در لیتر مطابق رابطه ٤ است، که در آن، c_{sp} و spexp مقادیر منطقه‌ای و $v_{ch,pk}$ سرعت اوج کانال (متر بر ثانیه) هستند.

$$conc_{sed,ch,mx} = C_{sp} \times V_{ch,pk}^{spexp} \qquad (٤)$$

مقدار شبکه‌ای ته‌نشست و تخریب رسوب در آبراهه به‌صورت رابطه ٥ و ٦ محاسبه می‌شود.

$$sed_{dep} = (conc_{sed,ch,i} - conc_{sed,ch,mx}) \times V_{ch} \qquad (٥)$$

$$sed_{deg} = (conc_{sed,ch,mx} - conc_{sed,ch,i}) \times V_{ch} \times K_{ch} \times C_{ch} \qquad (٦)$$

که در آن، sed_{dep}: مقدار رسوب ته‌نشست شده و sed_{deg}: رسوب ایجاد شده در آبراهه (تن)، $conc_{sed,ch,i}$: غلظت رسوب اولیه در آبراهه (کیلوگرم در لیتر یا تن در مترمکعب) و V_{ch}: حجم آب در آبراهه (مترمکعب)، K_{ch}: فاکتور فرسایش‌پذیری کانال و C_{ch}: فاکتور پوشش کانال است. سپس مقدار نهایی رسوب در آبراهه، sed_{ch} (تن) از رابطه ٧ به‌دست می‌آید که در آن $sed_{ch,i}$ مقدار رسوب معلق در آبراهه در شروع گام زمانی است.

$$sed_{ch} = sed_{ch,i} - sed_{dep} + sed_{deg} \qquad (٧)$$

در نهایت رسوب خروجی از آبراهه، sed_{out} (تن) از رابطه ٩ محاسبه می‌شود. که در آن، V_{out}: حجم جریان خروجی در گام زمانی (مترمکعب) است (نیچ و همکاران، ٢٠٠٥).

$$sed_{out} = sed_{ch} \times \frac{V_{out}}{V_{ch}} \qquad (٩)$$

Archive of SID

www.SID.ir

در این مطالعه از نسخه SWAT2009 استفاده شد. طبق راهنمای مدل (نیچ و همکاران، ۲۰۱۰) و با توجه به شرایط و داده‌های در دسترس، نقشه‌های کاربری اراضی، خاک و شیب و همچنین داده بارش و حداقل و حداکثر دمای روزانه مربوط به ۳ ایستگاه در محدوده مورد مطالعه به مدل معرفی شد (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات داده‌های ورودی به مدل SWAT.

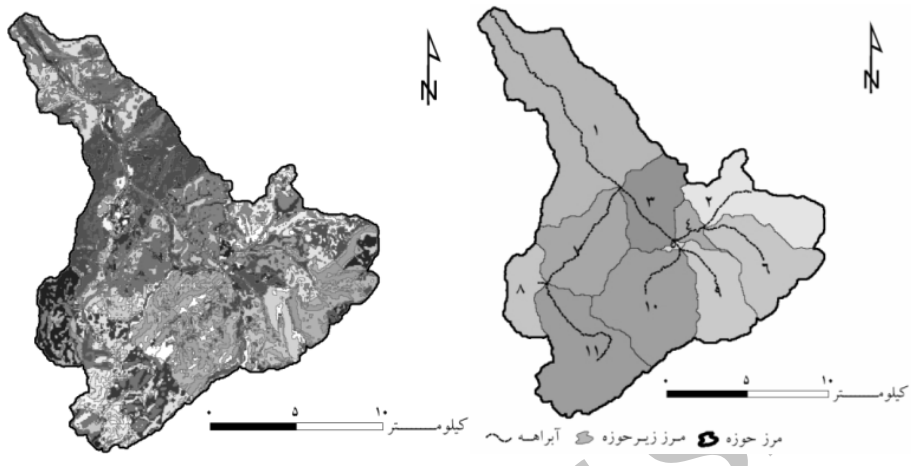
ردیف	لایه رقومی	خصوصیت	منبع
۱	مدل رقومی ارتفاع	اندازه سلول ۵۰ متر در ۵۰ متر	نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور
۲	شیب	٤ طبقه (۰-۸، ۸-۳۰، ۳۰-۵۰، >۵۰)	از مدل رقومی ارتفاع در ArcSWAT
۳	کاربری اراضی	۷ کلاس (مناطق مسکونی (۰/۹٤کیلومترمربع)، جنگل پهن‌برگ (۱٤۸/۸۵)، اگروفارستری (۰/۱٤)، زراعت دیم (۹۸/۹٦)، باغ (۰/۱۵)، مرتع (۱/۱)، تراسبندی (۱/٦))	از تصویر IRS سنجنده LissIII، مربوط به ۱۷ ژوئن سال ۲۰۰٦ با قدرت تفکیک ۲٤/۵ متری، پیمایش صحرایی، Google earth (بای و همکاران، ۲۰۱۰)
٤	خاک	۷ کلاس اجزاء اراضی (۱،۱،۱، ۱،۱،۲، ۱،۱،۳، ۱،۱،٤، ۱،۲،۱، ۱،۲،۲، ۱،۲،۳، ۹،۳،٤)	طرح جامع جنگلداری چندمنظوره، اداره کل منابع طبیعی استان گلستان (مهندسین مشاور روناب، ۲۰۰۵)
۵	بارش، حداکثر و حداقل دما	آمار روزانه سال‌های ۲۰۰۱-۲۰۰۹، سه ایستگاه لزوره، نراب و دوزین	شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان

مدل برای دبی متوسط روزانه و غلظت رسوب ایستگاه لزوره در خروجی آب‌خیز چهل‌چای طی دوره آماری ۲۰۰۵-۲۰۰۱ به کمک SUFI2 واسنجی و برای ۲۰۰۹-۲۰۰٦ اعتبارسنجی شد. نتایج با توجه به معیار ناش ساتکلیف ارزیابی گردید. پس از اطمینان از نتایج مدل، وضعیت فرسایش و رسوب در زیرحوزه‌ها و کاربری‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته و مناطق دارای بیش‌ترین اولویت حفاظتی تعیین شد.

نتایج و بحث

طی اجرای مدل نقشه زیرحوزه با ۱۱ زیرحوزه و نقشه واحدهای پاسخ هیدرولوژیک از تلفیق لایه‌های خاک، کاربری اراضی و شیب با ۳۳٤ واحد به‌دست آمد (شکل ۲).

www.SID.ir



شکل ۲- راست: مرز حوزه، زیرحوزه‌ها و شبکه آبراهه و چپ: نقشه واحدهای پاسخ هیدرولوژیک حوزه آب‌خیز چهل‌چای.

تابع هدف ناش ساتکلیف قبل از واسنجی مدل برای دبی متوسط روزانه برابر ۱/۳۲- و برای غلظت رسوب ۳/٤٤- به‌دست آمد. بنابر لزوم واسنجی مدل برای این حوزه و به‌منظور تسریع عملیات واسنجی از الگوریتم SUFI2 استفاده شد. جدول ۲ مقادیر ناش ساتکلیف به‌دست آمده از واسنجی و اعتبارسنجی مدل را نشان می‌دهد. موریاسی و همکاران (۲۰۰۷) مقادیر بین ۰ و ۱ را قابل پذیرش دانسته‌اند و گزا و ام‌سی‌کری (۲۰۰۸) نیز مقادیر بین ۰/۳٦ و ۰/۷۵ را رضایت‌بخش اعلام کردند. بنابراین نتایج مدل پس از واسنجی قابل‌قبول ارزیابی شد و می‌توان از آن در تحلیل فرسایش و رسوب حوزه استفاده کرد.

جدول ۲- مقادیر معیار ناش ساتکلیف به‌دست آمده از مقایسه مقادیر مشاهداتی دبی و غلظت رسوب با مقادیر شبیه‌سازی.

	واسنجی (۲۰۰۵-۲۰۰۱)	اعتبارسنجی (۲۰۰۹-۲۰۰٦)
دبی متوسط روزانه (مترمکعب بر ثانیه)	۰/۵	۰/٤
غلظت رسوب (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۷۱	۰/۹۲

مقادیر متوسط وزنی رواناب سطحی و رسوب به‌دست آمده از MUSLE خروجی مدل در سطح زیرحوزه‌ها و مقادیر دبی و متوسط وزنی رسوب ورودی و خروجی از کانال هر زیرحوزه با توجه به مساحت زه‌کش آن در جدول ۳ ارایه شده است. علاوه‌بر آن مقادیر رسوب متوسط وزنی هر یک از کاربری‌ها و کلاس‌های شیب منطقه در جدول ٤ آمده است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳- مقادیر متوسط وزنی رواناب، رسوب هر زیرحوزه و دبی و بار رسوب ورودی و خروجی کانال هر زیرحوزه.

زیرحوزه	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
مساحت (کیلومترمربع)	٦۳/۰۱	۲۲/۲٥	۱۷/٦	٤/۳٥	۰/٥	۲۲/۸٤	۲٥/۳	۱۰/٤	۱۷/۷	۳۳/۳٦	۳٤/۷
مساحت زه‌کش (کیلومترمربع)	۲٥۲	۲۲/۲٥	۱۱۸/٦	٤۹/٤۳	٥۱/٥۷	۲۲/۸٤	۷۰/۳۷	۱۰/۳۷	۱۷/٦۹	۳۳/۳٦	۳٤/۷
شیب متوسط زیرحوزه	۳۹/۰۱	۳۱/۷۹	٤۳/٤۱	۳۰/۷۹	۳۹/۲۳	٤٦/۷٥	۳۸/۹۱	۳۹/۲۲	٤٦/٥۸	۲۸/۳٥	۳۰/٦۸
طول کانال اصلی (کیلومتر)	۱٥/۸۱	٤/۲۷	٥/۱۲	۲/۳۱	۰/۷۲	۵/۱۹	۸/٥۹	۰/٦۲	٤	٤/۲٤	۸/۳٥
شیب کانال اصلی (درصد)	۲/۲	٤/٦	۳/۲	٥/۷	٦/۲	۸/۰	۳/٦	۷/٦	۱/۰	۷/۱	٦/۱
فاکتور فرسایش‌پذیری خاک	۰/۲۸	۰/۳٥	۰/۱۷	۰/۳۲	۰/۲٦	۰/۳۲	۰/۲٤	۰/۳۲	۰/۳٦	۰/۳۹	۰/۳۸
فاکتور طول و درجه شیب	٦/٦٦	٥/٤۲	۷/٦٤	٤/۹۷	٦/۸	۸/٤٥	٦/۵۹	٦/٦۲	۸/٥٤	٤/۳۸	٤/۹۸
درصد اراضی زراعی	۲۸/۳٥	٤٦/۱۳	۲۱/٤۷	٥۲/۷۱	۳۳/۸٤	۲۰/۱۰	٦۸/٥٤	٦/۸٥	۱۷/۲٤	٦۸/٥۹	٤٦/٦٤
درصد اراضی جنگلی	۷۱/٤۸	٤۹/۷٤	۷۸/٥۹	٤۷/۳٦	٦٦/۲۳	۷۹/۸۹	۳۰/۸۰	۹۳/۲۲	۸۲/٦۰	۲۷/۲۲	٤۹/٤۸
رواناب سطحی (میلی‌متر)	۱۳/۳۱	۱۰/۷٥	۱/۲۹	۹/۲۲	٥/۹۹	٥/۲	۸/۷٤	۱/۷	٤/۲۳	۰/۸٤	۰/٥۳
بار رسوب MUSLE (تن در هکتار در سال)	۱٤/۹٥	۱٤/۹٥	۱/٤	۱٥/۲٥	۱۱/٤۰	۱۲/۰۹	۲۰/٤۷	۲/۹۱	۹/٥٤	۱/۱٤	۰/٦٦
جریان خروجی از کانال (مترمکعب بر ثانیه)	۱/۳۹	۰/۱۳	۰/٤۷	۰/۷۷	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۲٤	۰/۰٤	۰/۰۸	۰/۰٤	۰/۰۳
بار رسوب ورودی به کانال (تن در هکتار در سال)	۹/۱۷	۱٤/۹٥	۷/٥٥	۱۳/٦٥	٤/۰۹	۱۲/۰۹	۸/۱۱	۲/۹۱	۹/٥٤	۱/۱٤	۰/٦٦
بار رسوب خروجی از کانال (تن در هکتار در سال)	۷/۷۱	۱٤/۹٤	۷/۱۸	۱۳/٤۰	٤/۰٤	۱۲/۰۹	۷/۳٦	۲/۹۱	۹/٤٤	۱/۱٤	۰/٦٦

www.SID.ir

جدول ٤- میزان فرسایش و رسوب در هر یک از کاربری‌های اراضی.

		مساحت (کیلومترمربع)	بار رسوب (MUSLE) (تن در هکتار در سال)	درصد اراضی واقع در هر کلاس رسوب (تن در هکتار)				
				<۲	۲-۵	۵-۱۵	۱۵-۲۵	>۲۵
شیب	زراعت دیم	۱۰۰/۷۲	۲۳/٤۱	٦/٤٤	۱۰/۲۹	٦/۰۹	۱/۸۸	۱٤/٦٤
	اگروفارستری	۰/۱٦	۰	۰/۰٦	۰	۰	۰	۰
	مسکونی	۰/۹۵	۱٦/۸	۰/۳۳	۰	۰	۰	۰/۰٤
	جنگل	۱٤۸/۹	۰/۳٤	۵۷/٤۸	۰/۲٤	۰/٦۸	۰/۷	۰
	باغ	۰/۱۳	۰	۰/۰۵	۰	۰	۰	۰
	مرتع	۱/۱۱	۰	۰/٤٤	۰	۰	۰	۰
	تراس دیم‌کاری	۱/۵۹	٤/۷۵	۰/٤٦	۰/۰۱	۰/۱٤	۰/۰۳	۰
درصد	۰-۸	۹/۸۲	۲/۳۹	۲/۵۳	۰/۲۸	۱/۰۹	۰	۰
	۸-۳۰	۸۵/۸۵	۹/۸٤	۱۳/۹۲	۹/۵۳	۲/۱۸	۰/۸۸	۷/۵٤
	۳۰-۵۰	۹۸/۸۹	۱۲/۳۹	۲۸/۷۰	۰/۷۳	۲/٦٦	۱/۰۲	٦/۱۳
	۵۰<	۵۷/٤۲	۵/۷٦	۲۰/۱۱	۰	۰/۹۸	۰/۷	۰/۹۹

با دقت در مقادیر ورودی و خروجی رسوب هر زیرحوزه به‌نظر می‌رسد ته‌نشست رسوب فرآیند غالب در کانال‌های حوزه است. بین این تفاوت‌ها و طول کانال ضریب همبستگی ۰/۸۳ وجود دارد که با توجه به تأثیر طول کانال بر مقادیر سرعت اوج کانال و مقادیر اوج جریان که در محاسبه‌های روندیابی رسوب مورد استفاده قرار می‌گیرد دور از انتظار نیست. با توجه به نتایج مدل به‌نظر می‌رسد هیچ‌یک از کانال‌های اصلی حوزه در وضعیت بحرانی قرار ندارد و ضرورتی به انجام اقدامات مکانیکی در مسیر جریان نیست و تعدیل به‌صورت طبیعی انجام می‌شود. اما در بحث رسوب دامنه، همبستگی بالایی (۸۸ درصد) بین رواناب سطحی و رسوب هر زیرحوزه وجود دارد. از طرفی هر دو متغیر بیش از سایر عوامل مؤثر، با میزان اراضی زراعی موجود در زیرحوزه و رطوبت پیشین خاک همبستگی (ضریب همبستگی ۲۱ و ۲۵ درصد) نشان داده‌اند. علاوه‌بر آن جدول ٤ نشان می‌دهد که مناطق زراعی بیش‌ترین تولید رسوب (۲۳/٤۱) را در حوزه دارد که با توجه به مساحت چشم‌گیر این اراضی در سطح حوزه باید بیش‌تر مورد توجه قرار گیرد. بررسی‌ها نشان می‌دهد ۵۰/۸ درصد از اراضی زراعی در کلاس شیب ۳۰-۸ درصد و ۳۷/۲ درصد از آن در شیب‌های ۵۰-۳۰ درصد واقع است. این امر معرف یکی از مخرب‌ترین اثرات تغییر کاربری جنگل به زراعت در حوزه است. میزان ۱٤/٦٤ درصد از اراضی حوزه در کلاس رسوب بیش از ۲۵ تن در هکتار قرار دارد که تمامی آن مربوط به اراضی با کاربری زراعت دیم و شیب ۵۰-۸ درصد است. پژوهش‌گرانی هم‌چون کیم و همکاران (۲۰۰۹) نیز بر نقش فوق‌العاده شیب تأکید کرده‌اند. عمانی و همکاران (۲۰۰۷) نیز با مقایسه بار رسوب واحدهای پاسخ هیدرولوژیک نشان

Archive of SID
www.SID.ir

داد که بیش‌ترین نواحی فرسایشی اراضی زراعی با شیب تند هستند، اما نواحی بزرگی به‌دلیل حذف پوشش گیاهی طبیعی و تبدیل اراضی مرتعی به کشت دیم، چرای بیش از حد و جنگل‌تراشی تحت‌تأثیر فرسایش تشدیدی هستند. مولا و فوله (۲۰۰۹) نشان دادند که مناطق کشاورزی بالادست، ١٤ درصد از کل بار رسوب سالانه را تشکیل می‌دهد. تایبه و بیوکت (۲۰۱۰) نیز بیان کردند که تولید رواناب سطحی به‌طور عموم در بخش‌هایی از حوضه، دارای خاک رسی سنگین با ظرفیت نفوذ پایین اراضی کشاورزی و شیب بیش از ۲۵ درصد، بالا بود. بنابراین نتایج مدل بر لزوم انجام مدیریتی اصولی بر اراضی زراعی حوزه توجه دارد. هر چند به‌دلیل وابستگی شدید مردم منطقه به زراعت نمی‌توان به احیای جنگل در کل منطقه پرداخت اما با وجود شیب بالای حوزه شاید بتوان با گسترش باغ‌کاری و اگروفارستری که قبلاً نیز در برخی قسمت‌های حوزه انجام شده است، میزان فرسایش را تعدیل نمود.

نتیجه‌گیری

اجرای مدل SWAT در حوزه آب‌خیز چهل‌چای نشان داد سالانه حدود ۹/٦۲ تن در هکتار رسوب در سطح حوزه ایجاد می‌شود و میزان ۷/۷۱ تن در هکتار رسوب از خروجی حوزه در محل ایستگاه لزوره خارج می‌گردد. بررسی‌ها نشان داد اراضی زراعی دیم دارای شیب متوسط بیش از ۳۰ درصد با اشغال بیش از ۳۹ درصد عمده مناطق رسوب‌زایی در حوزه را تشکیل می‌دهد و نیازمند اعمال مدیریتی متمرکز در انتخاب کاربری مناسب و نحوه انجام آن است. پیشنهاد می‌شود کاربری‌های باغ‌کاری و اگروفارستری که قبلاً نیز در بخش‌هایی از حوزه به‌کار رفته است در ترکیب با تراس‌بندی برای بهبود وضعیت فعلی اجرا شود و نسبت به انجام قرق و احیای جنگل در اراضی با شیب بیش از ۵۰ درصد اقدام گردد. مدل SWAT توانست اراضی بحرانی فرسایش و رسوب در حوزه را شناسایی کند. پس با توجه به کارایی مدل SWAT در این حوزه پیشنهاد می‌شود اثر اعمال این اقدامات به‌وسیله مدل مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان برنامه‌ریزی آگاهانه‌تری برای کنترل و حفاظت از اراضی حوزه در برابر فرسایش داشت.

منابع

1.Abbaspour, K.C., Yang, J., Maximov, I., Siber, R., Bogner, K., Mieleitner, J., Zobrist, J., and Srinivasan, R. 2007. Modeling hydrology and water quality in the pre-alpine/alpine Thur watershed using SWAT. J. Hydrol. 333: 413-430.

2.Bai, M. 2011. Ecological impact Augury of vegetation management scenarios, Chehelchai watershed. MSc thesis of range and watershed management Faculty, Gorgan University, 182p. (In Persian)

Archive of SID
www.SID.ir

3.Barlund, I., Kirkkala, T., Malve, O., and Kamari, J. 2007. Assessing SWAT model performance in the evaluation of management actions for the implementation of the water framework directive in a finish catchment. Environ. Model. Softw. 22: 719-724.
4.Binh, P.D., Wu, C.C., and Hsieh, S.C. 2010. Land Use Change Effects on Discharge and Sediment Yields of Song Cau Catchment in Northern Vietnam. Pp: 75, In: Book of abstract of international SWAT conference, Seoul, Korea.
5.Birhanu, B.Z., Ndomba, P.M., and Mtalo, F.W. 2007. Application of SWAT model for mountainous catchment. Catch. Lake Res. Pp: 182-187.
6.Daggupati, P., Sheshukov, A., Douglas Mankin, K.R., Barnes, P.L., and Devlin, D.L. 2009. Field-scale Targeting of cropland sediment yields using Arc SWAT. P 76-83, In: Twigg, K., C, Swyden and R, Srinivasan (eds), Proceeding of the international SWAT conference, Texas. A&M University.
7.Flynn, K., and Van Liew, M. 2009. Validation of the SWAT model for sediment prediction in a mountainous snowmelt-dominated catchment. P 68-75, In: Twigg, K., C, Swyden and R, Srinivasan (eds), Proceeding of the international SWAT conference, Texas. A&M University.
8.Folle, S.M., and Mulla, D.J. 2009. Modeling upland and channel sources of sediment in the Le Sueur river watershed, Minnesota. P 223-228, In: Twigg, K., C, Swyden and R, Srinivasan (eds), Proceeding of the international SWAT conference, Texas. A&M University.
9.Gessese, A., and Yonas, M. 2008. Prediction of sediment inflow to Legedadi reservoir using SWAT watershed and CCHE1D sediment transport models. Nile Basin Water Engine. Sci. Mag. 1: 65-74.
10.Geza, M., and Mc Cray, J.E. 2008. Effects of soil data resolution on SWAT model stream flow and water quality predictions. J. Environ. Manage. 88: 393-406.
11.Green, C.H., Arnold, J.G., Williams, J.R., Haney, R., and Harmel, R.D. 2007. Soil and water assessment tool hydrologic and water quality evaluation of poultry litter application to small scale sub watershed in Texas. T. ASABE. 50: 4. 1199-1209.
12.Kim, C.G., Park, W., Yoo, D., Kim, N.W., Engel, B.A., Kim, S.J., Kim, K.S., and Lim, K.J. 2009. Development of a SWAT patch for better estimation of sediment yield in steep sloping watersheds. J. Amer. Water Resour. Assoc. 45: 4. 963-972.
13.Kim, C.G., Kim, N.W., and Park, S.W. 2010. Using SWAT for estimating impact of sediment and pollutant export in the Chungju Dam watershed, Korea. P 29, In: Book of abstract of international SWAT conference, Seoul, Korea.
14.Loi, K.N. 2010. Assessing the impacts of land use/ land cover changes and practices on water discharge and sedimentation using SWAT: case study in Dong Nai watershed Vietnam. P 30, In: Book of abstract of international SWAT conference, Seoul, Korea.
15.Mishra, A., Kar, S., and Singh, V.P. 2007. Prioritizing Structural management by quantifying the effect of land use and landcover on watershed runoff and sediment yield. Water Resour. Manag. 21: 1899-1913.

Archive of SID
www.SID.ir

16.Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van liew, M.W., Bingener, R.L., Harmel, R.D., and Veith, T.L. 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. Transactions of the ASABE. 50: 3. 885-900.
17.Naramangam, S. 2008. Modeling the impacts of agricultural management practices on water quality in the little Miami River Basin. PhD Dissertation in Geography. University of Cincinati, 217p.
18.Ndomba, P.M., Mtalo, F.W., and Killingtveit, A. 2008. A guid SWAT model application on sediment yield modeling in Pangani river basin: Lesson Learnt. J. Urban Environ. Engin. 2: 2. 53-62.
19.Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Srinivasan, R., and Williams, J.R. 2010. Soil and water assessment tool, input/output documentation, version 2009. Texas Water resources institute technical report. No: 365. 604p.
20.Omani, N., Tajrishy, M., and Abrishamchi, A. 2007. Modeling of a river basin using SWAT model and SUFI-2. P 21, In: 4th International SWAT Conference, Book of abstract, Institute for water education, Delft, Netherlands.
21.Pandey, V.K., Panda, S.N., Pandey, A., and Sudhakar, S. 2009. Evaluation of effective management plan for an agricultural watershed using AVSWAT model, remote sensing and GIS. Environ. Geol. 56: 993-1008.
22.Rostamian, R. 2006. Assessment of runoff and sediment in Beheshtabad watershed, Northern Karun by SWAT2000. M.Sc. Thesis of irrigation and drainage Faculty, Isfahan University of technology, 192p. (In Persian)
23.Runoff Consulting Engineers. 2005. Multi-objective forestry project, Chehel chai watershed. Department of Agriculture of Gorgan and Gonbad, Golestan, Iran, 2: 52. (In Persian)
24.Saadati, H., Gholami, Sh.A., Sharifi, F., and Ayyoubzadeh, S.A. 2006. Assesment of land use change impact on surface runoff simulation model. Iran. J. Natur. Resour. 59: 2. 301-313. (In Persian)
25.Sadeghi, S.H.R. 2010. Study and measurement of water erosion. Tarbiat Modares University Press, 195p. (In Persian)
26.Shope, C.L., Bartsch, S., Ruidisch, M., and Arnold, S. 2010. Simulating water quantity and quality and sediment transport under varying land use and climatic conditions in a monsoonal driven watershed. P 68, In: Book of abstracts, International SWAT conference, Seoul, Korea.
27.Talebizadeh, M., Morid, S., Ayyoubzadeh, S.A., and Ghasemzadeh, M. 2010. Uncertainty Analysis in Sediment Load Modeling Using ANN and SWAT Model. Water Resour. Manage. 24: 1747-1761.
28.Tibebe, D., and Bewket, W. 2010. Runoff and soil erosion estimation using the SWAT model in the Keleta watershed, Ethiopia. Land Degrad. Dev. Published online < http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ldr.1034/abstract>.
29.Van Liew, M.W. 2009. Stream flow, sediment and nutrient simulation of the Bitterroot watershed using SWAT. P 377-384, In: Twigg, K., C, Swyden and R, Srinivasan (eds), Proceeding of the international SWAT conference, Texas. A&M University.

Archive of SID
www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(5), 2013
http://jwsc.gau.ac.ir

Identification of critical sediment production regions yield in Chehelchai watershed using SWAT model

***A. Arefi Asl[1], A. Najafinejad[2], F. Kiani[3] and A. Salmanmahiny[4]**

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Associate Prof., Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [4]Associate Prof., Dept. of Environmental, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 01/21/2012; Accepted: 10/22/2013

Abstract

Chehelchai watershed in Golestan Province, northeast of Iran, covers steep slopes in a mountainous region and has been facing forest cover change to dry farming leading to accelerated soil erosion. This necessitates a holistic management approach to the watershed and to this end, we need good estimation of soil erosion and sedimentation. The aim of this study is application of SWAT- which has performed well in similar studies- for modeling erosion distribution over the entire watershed. Our results indicated rainfed agriculture comprising 14.64% of the watershed and located on slopes 8-50% steep is producing the highest average weighted amount of erosion and sediments (25 tons per hectares). Hence, the rainfed agriculture is considered as the highest priority for management practices. The average weighted erosion and sediment yield were estimated at 9.26 t $ha^{-1}y^{-1}$ using the SWAT model. The sediment leaving the watershed was estimated at 7.71 t $ha^{-1}y^{-1}$ using the model. Based on the reasonable results we obtained from the application of the model concerning location and mount of erosion, we recommend its application to manage Chehelchai Watershed for erosion and sedimentation control.

Keywords: Critical regions, Sedimentation, SWAT, Chehelchai watershed

* Corresponding Author; Email: aarefia.6587@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir