مجله علمی‌پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان

دورهٔ ۱۲، شمارهٔ ۱ (پیاپی ۳۸)، بهار ۱۴۰۲، صفحه ۷۳ـ۸۶

مقاله پژوهشی

شبیه‌سازی تأثیر سناریو بهبود وضعیت مراتع بر رواناب و رسوب در رودخانهٔ سرباز استان سیستان و بلوچستان

احسان حامدی[۱]، جواد چزگی[۲*]، حمزه نور[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۸ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۰**

چکیده

پوشش گیاهی مرتعی به‌صورت طبیعی مانند چتری بر روی زمین گسترده شده و حافظ آب، خاک و موجودات زنده است. تغییرات پوشش گیاهی باعث بهبود و یا خسارات جبران‌ناپذیری به منابع آب و خاک می‌شود. اطلاع از اثر تغییرات پوشش گیاهی بر مؤلفه‌های هیدرولوژیک آبخیز شامل دبی و رسوب پیش‌نیاز هرگونه برنامه‌ریزی مدیریتی در مقیاس آبخیز است. در این تحقیق برای بررسی تأثیر تغییرات پوشش گیاهی بر رواناب و رسوب در حوزهٔ آبخیز رودخانهٔ سرباز استان سیستان و بلوچستان از مدل هیدرولوژیکی SWAT و سناریوسازی بهبود وضعیت مرتع از ضعیف به متوسط استفاده شد. پس از تلفیق نقشه‌ها ۹۷ واحد پاسخ هیدرولوژیک و ۲۱ زیرحوضه به دست آمد. پس از آماده‌سازی داده‌های ورودی، مدل برای یک دورهٔ ۲۳ ساله از سال ۱۹۹۹تا ۲۰۲۱ واسنجی و صحت‌سنجی گردید. ابتدا مدل برای زمان حال و براساس داده‌های پایه اجرا گردید و در ادامه، سناریوی بهبود وضعیت مرتع اعمال گردید. نتایج آنالیز حساسیت نشان داده پارامترهای آلفا در جریان برگشتی و شمارهٔ منحنی بیشترین تأثیر را در واسنجی و صحت‌سنجی شبیه‌سازی داشته‌اند. نتایج به‌دست‌آمده از واسنجی رواناب با ضریب نش–ساتکلیف ۰/۷۶ و ضریب تبیین ۰/۸۶ و برای رسوب به‌ترتیب ۰/۵۳ و ۰/۵۸ به دست آمد که برای رواناب در طبقهٔ خوب و برای رسوب قابل قبول است. با اعمال سناریو بهبود پوشش مراتع از ضعیف به متوسط موجب کاهش بسیاری از پیک‌های اوج رواناب شده است. دبی سیل از ۱۸ متر مکعب در ثانیه در ماه ۷۵ به ۸ متر مکعب شده است؛ درکل میزان میانگین رواناب و رسوب به‌ترتیب در این تحقیق ۴۶/۸۸ و ۱۵/۵۳ درصد کاهش یافته و نشان از کارایی این سناریو برای کاهش رواناب و رسوب است.

کلیدواژه‌ها: شبیه‌سازی، وضعیت مرتع، دبی، رسوب، شهرستان سرباز.

---

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۲. استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، chezgi@birjand.ac.ir

۳. استادیار، بخش حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

* این مقاله برگرفته از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد دانشگاه بیرجند است.

DOI: 10.22052/DEEJ.2023.253674.1024

۱. مقدمه

تأثیر پوشش گیاهی در مقیاس آبخیز را می‌توان با استفاده از مدل هیدرولوژیکی ارزیابی آب و خاک بررسی کرد. تخریب پوشش گیاهی موجب فرسایش خاک و افزایش میزان ضریب رواناب منطقه خواهد شد. افزایش میزان رواناب در این عرصه‌ها بدین معنی است که از میزان نفوذ آب حاصل از بارندگی‌ها در خاک کاسته می‌شود و درنتیجه آب کمتری در اختیار و دسترس گیاهان قرار می‌گیرد؛ که این خود عامل دیگری در تغییر ترکیب پوشش گیاهی به شمار می‌رود. بدین‌ترتیب که گیاهانی که قبلاً به‌دلیل میزان بارندگی محل، در آنجا استقرار یافته بودند، با قرار گرفتن در محیطی خشک‌تر، قادر به ادامهٔ حیات نبوده و به‌تدریج جای خود را به گیاهانی می‌دهند که با میزان رطوبت کمتری سازگاری داشته باشند. واضح است که در چنین شرایطی دیگر گیاهان موجود معرف شرایط محیطی منطقه نبوده و به‌خصوص ازنظر بارندگی، شرایط خشک‌تری را نشان خواهند داد (عصاره و سیداخلاقی، ۲۰۰۹). انسان دخالت‌های گسترده‌ای را در اکوسیستم‌های طبیعی به عمل می‌آورد. پوشش گیاهی نخستین عضو از بخش زندهٔ اکوسیستم‌هاست که عکس‌العمل سریعی نشان می‌دهد و ترکیب آن به‌سرعت تغییر می‌یابد؛ به‌خصوص اگر این دخالت از طریق چرای سنگین دام باشد، پوشش گیاهی هم ازنظر کیفی و هم ازنظر کمی کاهش چشمگیری نشان می‌دهد. تغییر در فون منطقه، افزایش هرزاب و تشدید فرسایش خاک از عوارض بعدی است که به‌تدریج در این اکوسیستم‌ها ظاهر می‌گردد (فضلی و نور، ۲۰۱۷). اگر چنین وضعی همچنان ادامه پیدا کند، با تشدید فرسایش خاک و کاهش قدرت جذب و نگهداری آب آن، سال‌به‌سال از انبوهی و کیفیت پوشش گیاهی کاسته خواهد شد و درنتیجه هر سال سطح بیشتری از خاک عاری از پوشش گیاهی شده و در معرض فرسایش قرار خواهد گرفت. عواقب آن کاهش توان تولید بیولوژیک اکوسیستم خواهد بود که حداقل در کوتاه‌مدت، به‌طور طبیعی قابل ترمیم نخواهد بود. در این قبیل اکوسیستم‌ها، برای ترمیم پوشش گیاهی و فراهم نمودن زمینهٔ تقویت کیفی و کمی آن، لازم است که رژیم رطوبتی خاک در جهت مثبت تغییر یابد و با افزایش رطوبت خاک، امکان استقرار و رشد گونه‌های بومی مرغوب که قبل از تخریب در محل حضور داشتند، و یا گونه‌های مرغوب غیربومی دیگری که با شرایط محل سازگاری دارند، ایجاد گردد (خوشیار و همکاران، ۲۰۲۰). ازآنجاکه پوشش گیاهی عاملی اصلی حفاظت آب و خاک محسوب می‌شود، به‌دلیل تخریب آن، انجام عملیات احیای پوشش گیاهی به‌صورت تلفیقی از روش‌های بیولوژیکی و مکانیکی ضروری است. ازطرفی، یکی دیگر از مسائل مهم و اساسی در مدیریت حوزه‌های آبخیز و مهار سیلاب‌ها که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، درک اثرات متقابل و متفاوتی است که انجام عملیات اصلاحی و احیایی روی پاسخ حوضه نسبت به بارش دارد که با استفاده از مدل‌های هیدرولوژیک قابل بررسی است (نونیس[1] و همکاران، ۲۰۱۰)، بنابراین باید توجه داشت که توانایی کمی کردن اثرات سناریوهای مدیریت آبخیز بر مؤلفه‌های مختلف جریان پیش‌شرط استفاده از هر روشی در مدیریت جامع آبخیز است. لذا بدین منظور، استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی حوزهٔ آبخیز که توانایی شبیه‌سازی مجموعه‌ای از فرایندهای حاکم بر سامانهٔ آبخیز و درنتیجه اثرات مرتبط با هر سناریو لازم می‌باشد (نور و همکاران، ۲۰۱۷). مدل‌های یکپارچه[2] بدون در نظر گرفتن مشخصات مکانی عوامل مؤثر بر هیدرولوژی حوزهٔ آبخیز و تنها براساس مقادیر متوسط اطلاعات ورودی، اقدام به پیش‌بینی می‌نمایند. بنابراین به‌واسطهٔ عدم توانایی مدل‌های مذکور در محاسبهٔ تغییرات مکانی شرایط آبخیز قابلیت کاربرد در این زمینه را ندارند (فضلی و نور، ۲۰۱۷). ازسوی دیگر، مدل‌های توزیعی[3] ارائه‌شده در مقیاس رگبار به‌واسطهٔ عدم شبیه‌سازی اثر اقدامات آبخیزداری بر سری زمانی جریان رودخانه کمتر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. در این میان استفاده از مدل‌های پیوسته ازنظر زمانی و توزیعی در سطح حوزهٔ آبخیز توجیه بیش‌تری خواهد داشت (پاناگوپولوس[4] و همکاران، ۲۰۱۲). در این حالت، امکان ارزیابی اثر الگوی مکانی اقدامات آبخیزداری بر تغییرات زمانی هیدرولوژی رودخانه به‌صورت مناسبی وجود دارد.

1. Nunes
2. Lumped
3. Distributed
4. Panagopoulos

امروزه مدل‌های هیدرولوژیکی زیادی برای کمک به محاسبهٔ تخلیهٔ آب با دقت بیشتر، آسان‌تر و سریع‌تر از روش‌های سنتی اندازه‌گیری که نیاز به صرف هزینه و زمان زیاد دارند، وجود دارد. یکی از این مدل‌ها، مدل ارزیابی آب و خاک (SWAT[1]) است (گرگیج، ۲۰۱۸). مدل ارزیابی آب و خاک یک مدل جامع و کامل هیدرولوژیکی برای ارزیابی دبی جریان، میزان رسوب، عناصر غذایی و روش‌های مدیریتی است که به‌صورت گسترده در بسیاری از کشورها مورد استفاده قرار گرفته و در ایران نیز نتایج خوبی به دست داده است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

آقاخانی و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی با هدف شبیه‌سازی هیدرولوژیکی حوضهٔ آبخیز طالقان با استفاده از مدل SWAT پرداختند. کارایی مدل را با استفاده از شاخص‌های آماری نش- ساتکلیف (NS) و ضریب تعیین (R) مورد ارزیابی قرار گرفت. آنالیز حساسیت نشان داد که مدل نسبت به پارامترهای شمارهٔ منحنی (CN)، ضریب تبخیر خاک و ظرفیت آب قابل دسترس خاک دارای بیشترین حساسیت است. ضرایب (NS) و (R) در ایستگاه گلینک خروجی حوضه پس از کالیبراسیون به‌ترتیب برابر ۰/۸۴ و ۰/۸۷ و در صحت‌سنجی برابر ۰/۷۹ و ۰/۸۴ برآورد گردید که نتایج نشان‌دهندهٔ دقت مناسب شبیه‌سازی حوزهٔ آبخیز دارد.

واصل و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی از مدل ArcSWAT برای ارزیابی تأثیر مدیریت کشاورزی و حفاظتی بر رواناب سطحی و بار رسوب در حوضهٔ آبریز دشت بزرگ در استان خوزستان استفاده کردند. واسنجی و اعتبارسنجی جریان سطحی به‌ترتیب برای دوره‌های آماری ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۱ انجام شد. همچنین بار رسوب برای دوره‌های آماری ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۳ واسنجی و برای سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۹ اعتبارسنجی گردید. سناریوهای تناوب، مدیریت بقایا و خاک‌ورزی به‌عنوان سناریوهای مدیریت زراعی و سناریوهای تراس‌بندی، کنتوربندی، نوارهای بافر گیاهی، کشت نواری و آبراههٔ چمنی به‌عنوان سناریوهای مدیریت حفاظت اعمال شدند. نتایج ضرایب نش- ساتکلیف و تعیین برای واسنجی جریان سطحی ماهانه ۰/۷ و ۰/۷۲ و برای اعتبارسنجی ۰/۷۴ و ۰/۷۵ به دست آمد. این ضرایب برای هر دو مرحلهٔ واسنجی و اعتبارسنجی بار رسوب رضایت‌بخش نبود. اما مدل کارایی مناسبی در اولویت‌بندی مناطق بحرانی و شبیه‌سازی سناریوهای مدیریتی نشان داد. تفاوت در عرض آبراههٔ چمنی اثر معنی‌داری بر کاهش بار رسوب نداشت. سناریوهای تراس‌بندی و بافر گیاهی میزان رسوب را در سطح حوضه به‌ترتیب ۷۶ و ۶۲/۵ درصد کاهش دادند و مؤثرترین سناریو شناخته شدند.

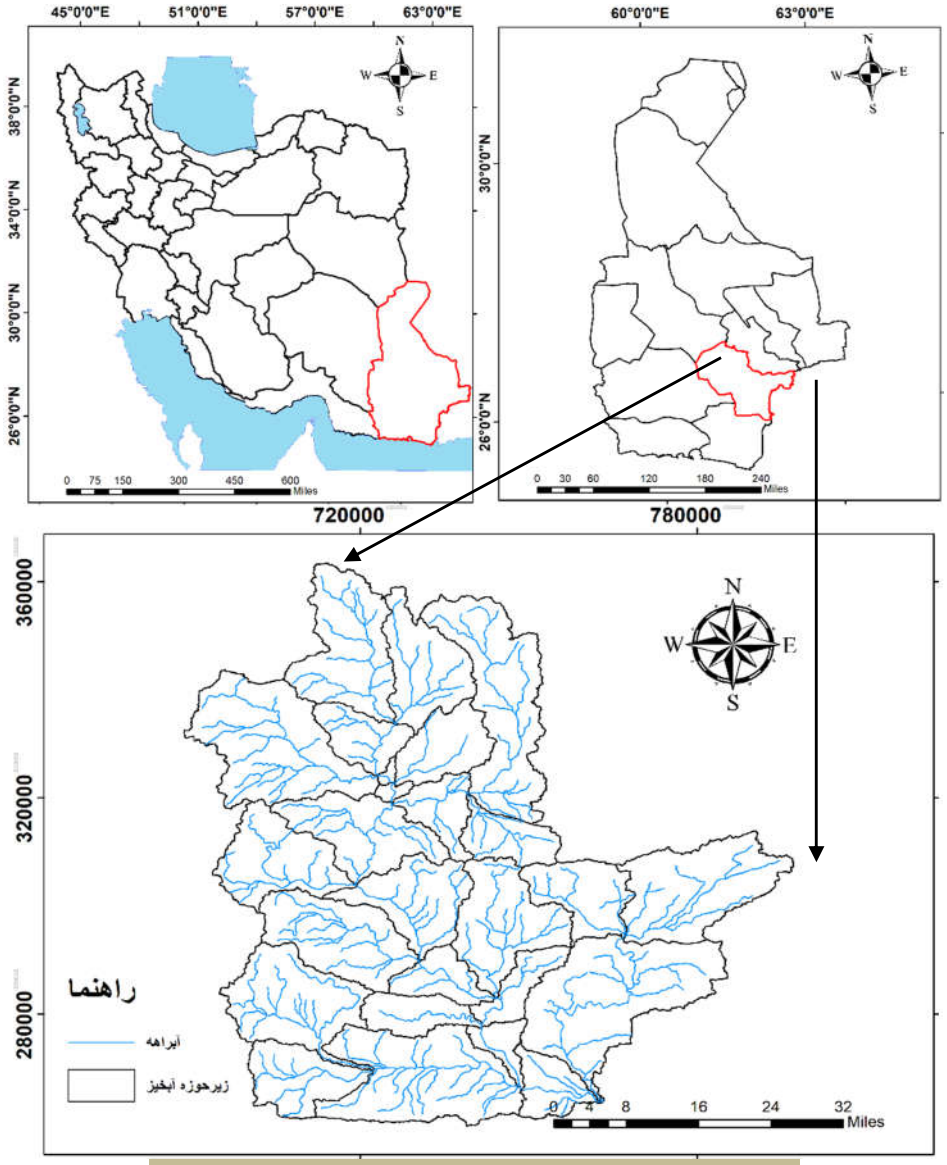
حوزهٔ آبخیز سرباز در جنوب استان سیستان و بلوچستان قرار گرفته که اکثر بارندگی‌های این حوضه به‌صورت رگبار و اتفاقی است و همواره موجب طغیان این رودخانه می‌شود و خسارت‌های زیادی را متوجه، مناطق مسکونی، راه‌ها و جاده‌ها و کشاورزان حاشیهٔ رودخانه می‌کند. بنابراین ارائهٔ روشی مناسب برای تخمین رواناب (سیلاب) و رسوب و کاهش خسارت‌های ناشی از سیل در حوضه ضرورت پیدا کرده است (گرگیج، ۲۰۱۸). در این تحقیق از مدل ارزیابی خاک و آب به‌دلیل توانایی بالا در شبیه‌سازی رواناب و رسوب استفاده شده است. در بسیاری از تحقیقات داخلی و خارجی دیگر از مدل SWAT استفاده شده که نتایج خوبی نشان داده است. بنابراین هدف اولیهٔ این تحقیق واسنجی و اعتبارسنجی مدل SWAT در حوزهٔ آبخیز سرباز بوده و در ادامه نیز اقدام به شبیه‌سازی اثر سناریوهای پوشش گیاهی بر مؤلفه‌های هیدرولوژیک حوضهٔ سرباز با استفاده از مدل واسنجی‌شدهٔ SWAT شد.

۲. مواد و روش‌ها

۲ـ۱. منطقهٔ مورد مطالعه

تحقیق حاضر در حوزهٔ آبخیز سرباز واقع در استان سیستان و بلوچستان انجام گرفته است. حوزهٔ آبخیز سرباز در قسمت‌های جنوبی استان سیستان و بلوچستان و در جنوب شرقی ایران در محدودهٔ بین ′۵۵ °۶۰ تا ′۳۳ °۶۱ طول شرقی و ′۲۸ °۲۶ تا ′۱۰ °۲۷ عرض شمالی واقع شده است و از زیرحوضه‌های دریای مکران محسوب می‌شود (شکل ۱). این حوضه از شمال به حوضهٔ آبخیز زابلی و هامون و جازموریان، از جنوب به حوضهٔ آبریز باهوکلات و از غرب به حوضهٔ آبریز قصر قند محدود می‌گردد. رودخانهٔ سرباز قسمتی از رودخانهٔ باهوکلات است.

1. Soil and Water Assessment Tool



شکل (۱): حوزهٔ آبخیز منطقهٔ مورد مطالعه در ایران و استان سیستان و بلوچستان

۲ـ۲. معرفی مدل SWAT

مدل SWAT مدلی در مقیاس حوزهٔ آبخیز است که Jeff Arnold و همکاران در سال ۱۹۹۸ برای سرویس تحقیقاتی کشاورزی آمریکا برای پیش‌بینی تأثیر روش‌های مدیریتی متفاوت بر جریان، رسوب، عناصر غذایی و بیلان مواد شیمیایی در حوضه‌هایی با کاربری اراضی، خاک و شرایط مدیریتی متفاوت برای دوره‌های زمانی طولانی ارائه کرده‌اند (آرنولد[1]، ۲۰۰۱). SWAT مدلی فیزیکی است که به‌جای ضمیمه کردن روابط رگرسیونی برای تشریح روابط بین متغیرهای ورودی و خروجی، نیازمند اطلاعاتی در مورد آب وهوا، مشخصات خاک، توپوگرافی، پوشش گیاهی و روش‌های مدیریت و کاربری اراضی در سطح حوزه است. فرایندهای فیزیکی مرتبط با حرکت آب، حرکت رسوبات، رشد گیاه، چرخهٔ مواد مغذی و مشابه آن در این مدل به‌طور مستقیم از روی پارامترهای ورودی شبیه‌سازی می‌شوند. مدل SWAT می‌تواند تغییرات در واکنش هیدرولوژیکی حوضه، کیفیت آب و فرسایش را مدل‌سازی کند و همچنین در تخمین اثرات تغییرات کاربری زمین و تنوع آب‌وهوا بر روی یک حوضه مناسب است. این مدل به‌منظور مدل‌سازی بهتر، حوضه را به چندین زیرحوضه و هر زیرحوضه را به چندین HRU[2] تقسیم می‌کند. HRU از ترکیب نقشهٔ کاربری اراضی، نقشهٔ خاک و نقشهٔ طبقات شیب حاصل

1. Arnold

2. Hydrologic response unit

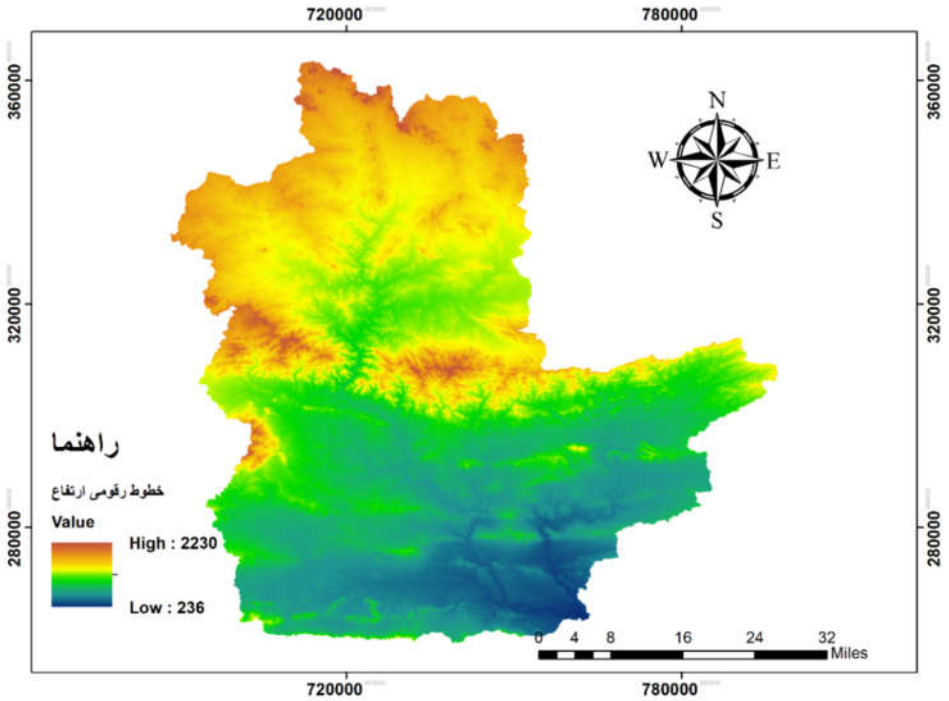
می‌شود. رواناب سطحی، رسوب، آب موجود در خاک و عناصر شیمیایی ابتدا در هر HRU و سپس در هر زیرحوضه و در آخر در کل حوضهٔ آبخیز محاسبه می‌شود (آرنولد و فوهرر[1]، ۲۰۰۵).

۲ـ۳. آماده‌سازی و اجرای مدل

پیش‌نیاز اجرای مدل آماده کردن ورودی‌ها در محیط برنامهٔ ArcSWAT مطابق با راهنمای مدل (نیچ[2] و همکاران، ۲۰۱۱) است. ابتدا نقشهٔ DEM منطقهٔ مورد مطالعه به مدل معرفی می‌شود؛ سپس با مشخص کردن نقطهٔ خروجی حوضهٔ آبخیز، زیرحوضه‌ها مشخص می‌شوند و مشخصات فیزیوگرافی آن‌ها محاسبه می‌شود. در گام بعدی برای تهیهٔ واحدهای پاسخ هیدرولوژی، نیازمند معرفی لایه‌های نقشهٔ کاربری اراضی، نقشهٔ خاک و نقشهٔ شیب منطقهٔ مورد مطالعه به مدل است. در مرحلهٔ پایانی داده‌های اقلیمی (بارش و دما) وارد مدل شده و مدل اجرا شد. مراحل به‌صورت ذیل است:

۲ـ۳ـ۱. تهیهٔ مدل رقومی ارتفاعی (DEM)

مدل رقومی ارتفاعی از مهم‌ترین اطلاعات مکانی مورد نیاز مدل SWAT است. با استفاده از DEM مشخصات فیزیوگرافی حوضه از قبیل تعداد، مساحت، شیب زیرحوضه‌ها و همچنین شبکهٔ جریان استخراج می‌شود. در این پژوهش از مدل رقومی ارتفاع با اندازهٔ سلول ۳۰ متر استفاده شده است. پس از تعریف نقشهٔ DEM منطقه برای مدل SWAT، لازم است محاسبات شبکهٔ آبراهه صورت گیرد. پس از آن تعیین زیرحوضه‌ها، نقاط کنترلی رواناب و نقطهٔ خروجی به مدل معرفی می‌شود. درنهایت، مدل محاسبات خصوصیات فیزیوگرافی را برای زیرحوضه‌ها انجام داده و برای انجام مراحل بعد ذخیره می‌شود (شکل ۲).

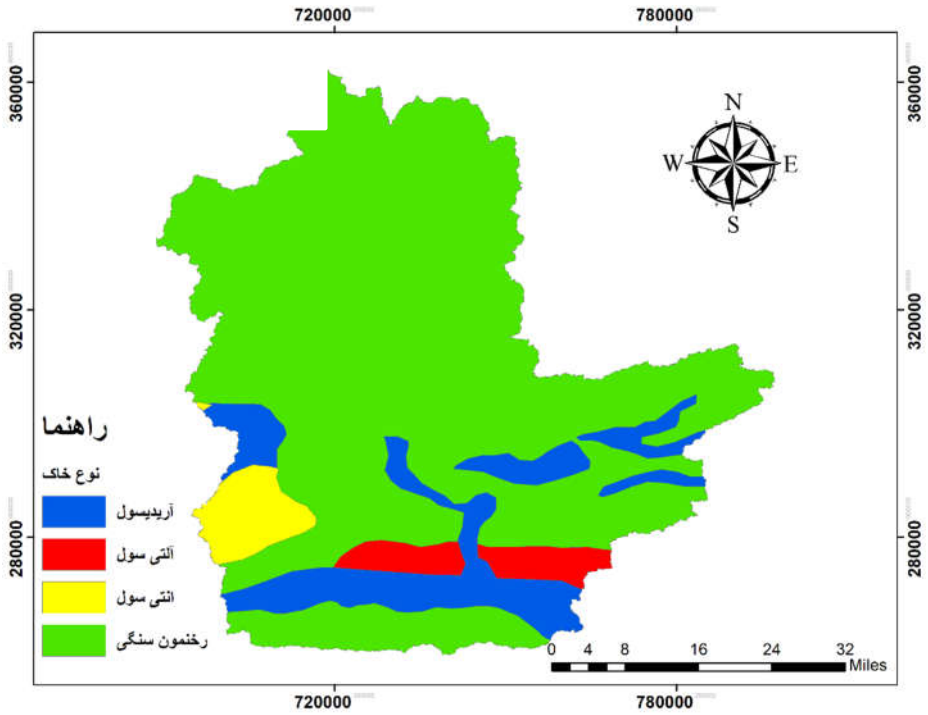


شکل (۲): نقشهٔ مدل رقومی ارتفاعی منطقهٔ مورد مطالعه (منبع: یافته‌های پژوهش)

۲ـ۳ـ۲. اطلاعات خاک‌شناسی

ابتدا اطلاعات توصیفی هر واحد خاک‌شناسی جداگانه وارد بانک داده‌های مدل می‌شود. بدین منظور برای هرکدام از تیپ‌های خاک‌شناسی، یک ردیف جداگانه در بانک اطلاعاتی مدل SWAT ایجاد و اطلاعات مربوط به هرکدام از لایه‌های مختلف خاک وارد می‌شود. در ادامه لازم است ارتباط بین واحدهای خاک (موجود در نقشه) و بانک اطلاعاتی مدل SWAT برقرار شود (شکل ۳).

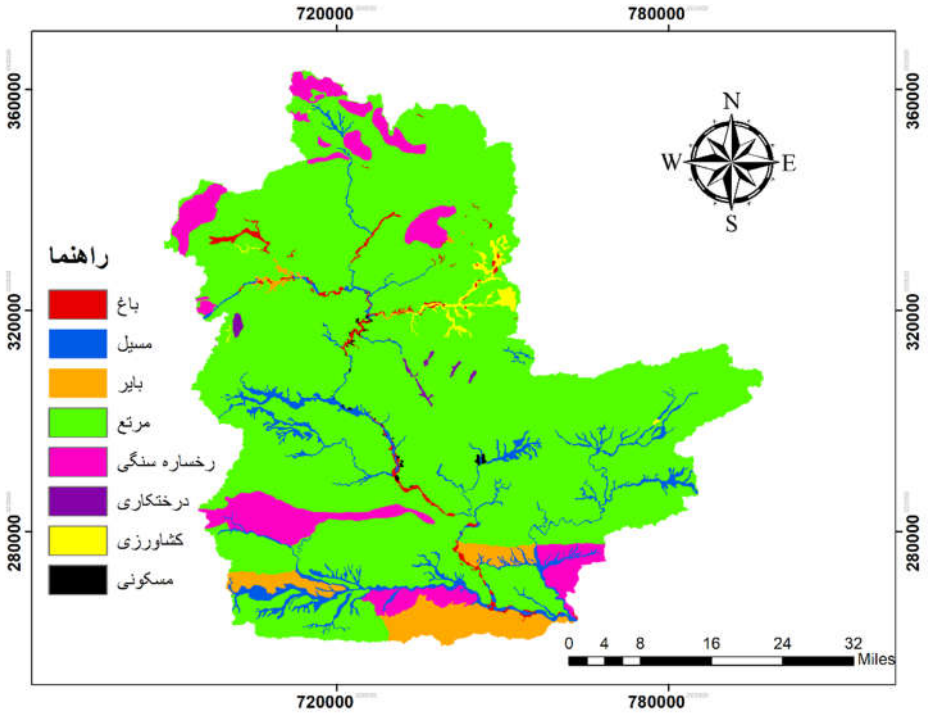
1. Arnold & Fohrer.
2. Neitsch



شکل (۳): نقشهٔ خاک منطقهٔ مورد مطالعه (منبع: یافته‌های پژوهش)

۲ـ۳ـ۳. نقشهٔ کاربری اراضی

مدل SWAT برای تهیهٔ واحدهای پاسخ هیدرولوژیک نیاز به نقشهٔ کاربری اراضی منطقه دارد. بدین منظور نقشهٔ کاربری اراضی براساس راهنمای مدل (نیچ و همکاران، ۲۰۱۱)، در کلاس‌های مختلف تهیه و کد مربوط به هر کاربری اراضی در جدول توصیفی بانک داده‌های مدل وارد شد (شکل ۴).



شکل (۴): نقشهٔ کاربری اراضی منطقهٔ مورد مطالعه (منبع: یافته‌های پژوهش)

۲ـ۳ـ۴. تهیهٔ واحدهای پاسخ هیدرولوژیک (HRU)

HRU از ترکیب نقشهٔ کاربری اراضی، نقشهٔ خاک و نقشهٔ

طبقات شیب حاصل می‌شود. رواناب سطحی، رسوب و عناصر شیمیایی ابتدا برای هر HRU و سپس هر زیرحوضه و در آخر برای کل حوضهٔ آبخیز محاسبه می‌گردد (آرنولد و فوهرر، ۲۰۰۵). که در این تحقیق پس از تلفیق سه نقشهٔ ۹۷ HRU و ۲۱ زیرحوضه به دست آمد.

۲ـ۳ـ۵. ورود اطلاعات اقلیمی

مدل SWAT برای شبیه‌سازی هیدرولوژی حوضه نیازمند داده‌های روزانهٔ بارش و دما در ایستگاه‌های درون و اطراف حوضه است (نیچ و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین، مرحلهٔ بعدی در شبیه‌سازی هیدرولوژی با مدل SWAT، ورود اطلاعات اقلیمی به‌صورت روزانه به مدل است. در این تحقیق از داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک سرباز به‌صورت روزانه استفاده گردید (جدول ۱).

جدول (۱): مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع
سرباز (کجدر)	سینوپتیک	۶۱° ۱۶′	۲۶° ۳۷′	۸۸۰
پیشین	هیدرومتری	۶۱° ۳۷′	۲۶°۰۷′	۲۵۷

۲ـ۳ـ۶. نهایی کردن ورودی‌های مدل

پس از ورود اطلاعات مورد نیاز مدل، بانک اطلاعاتی تکمیل و مدل برای شبیه‌سازی آبخیز آماده می‌شود. شایان ذکر است که دورهٔ گرم کردن مدل (Warm up)، واسنجی مدل (Calibration) و اعتبارسنجی (Validation) مد نظر قرار گرفت.

۲ـ۳ـ۷. واسنجی و اعتبارسنجی مدل SWAT

یکی از مراحل مهم و درعین‌حال زمان‌بر در مدل‌سازی هیدرولوژیک حوضه با استفاده از مدل SWAT، مرحلهٔ واسنجی آن است. در این تحقیق از بستهٔ نرم‌افزاری SWAT-CUP که توسط عباسپور و همکاران (۲۰۱۱) به‌منظور سهولت در واسنجی و اعتبارسنجی مدل SWAT ایجاد شده، استفاده گردید. یکی از الگوریتم‌های پرکاربرد در SWAT-CUP الگوریتم SUFI-2 است.

نرم‌افزار SWAT-CUP مقادیر شبیه‌سازی‌شده توسط مدل SWAT را دریافت کرده و با مقادیر مشاهداتی که توسط کاربر به این نرم‌افزار معرفی می‌شود، کالیبراسیون مدل را انجام می‌دهد. الگوریتم SUFI2 قادر است کالیبراسیون را با استفاده از معیارهای دقتی که در خود دارد، ارزیابی نماید (عباسپور و همکاران، ۲۰۱۵).

۲ـ۳ـ۸. ارزیابی دقت مدل SWAT در مرحلهٔ واسنجی و اعتبارسنجی

در این تحقیق کارایی مدل با مقایسه نمودن نتایج مشاهداتی و استفاده از معیار ضریب نش–ساتکلیف با استفاده از رابطهٔ (۱) مورد ارزیابی قرار گرفت:

$$CE=1-\frac{\sum_{t=1}^{n}\left(Obs_i-Sim_i\right)^2}{\sum_{t=1}^{n}\left(Obs_i-\overline{Obs}\right)^2} \quad (۱)$$

که در آن: Sim_i مقادیر متغیرهای شبیه‌سازی‌شده، $\mathbf{Obs_i}$ مقادیر متغیرهای مشاهداتی، $\overline{\mathbf{Obs}_i}$ مقدار متوسط متغیر مشاهداتی و n تعداد داده‌های نظیر در مقادیر جریان شبیه‌سازی‌شده و مشاهداتی هستند (نش و ساتکلیف[1]، ۱۹۷۰).

در این تحقیق، ابتدا برای زمان حال و براساس داده‌های پایه اجرا گردید، و در ادامه جهت تأثیر پوشش گیاهی بر دبی رواناب و رسوب از سناریو بهبود وضعیت مرتع از حالت ضعیف به متوسط استفاده گردید. منطقهٔ سرباز از مناطق کمتر توسعه‌یافتهٔ کشور است که تغییرات زیادی در کاربری اراضی انجام نشده که بشود تأثیر آن را بر دبی و رسوب سنجید و چون بالغ بر ۸۱٪ مراتع ضعیف است، سناریوی بهبود وضعیت مرتع انتخاب گردید؛ زیرا کاربری مرتع بیشترین تأثیر را در کاهش تخریب خاک و خاک‌ورزی و هدررفت آب در مقایسه با کاربری‌های دیگر دارد (خوشیار و همکاران، ۲۰۲۰؛ میری و همکاران، ۲۰۲۲).

۳. نتایج

پس از ساخت مدل و شبیه‌سازی حوزهٔ آبخیز توسط مدل SWAT، به‌منظور واسنجی و صحت‌سنجی از SWAT-CUP استفاده شد. قبل از واسنجی و صحت‌سنجی مدل پارامترهایی که تأثیر بیشتری بر دبی و رسوب ماهانهٔ حوضه داشتند، براساس مطالعات کتابخانه‌ای انتخاب گردیدند که این پارامترها با توجه با نتایج پژوهش‌ها و مطالعات صورت‌گرفتهٔ پیشین انتخاب شد و آنالیز حساسیت بر روی آن‌ها صورت گرفت. پس از انجام آنالیز حساسیت بر روی بیست پارامتر انتخابی ۱۰ پارامتر از

1. Nash & Sutcliffe

حساس‌ترین پارامترها برای مرحلهٔ واسنجی انتخاب گردیدند که در جدول (۲) نشان داده شده‌اند.

جدول (۲): پارامترهای انتخابی برای انجام مرحلهٔ واسنجی

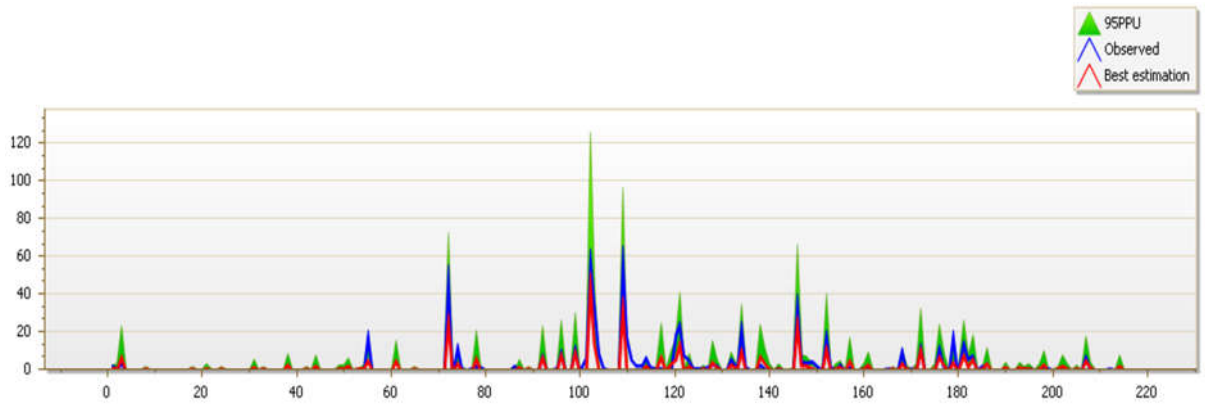
ردیف	پارامتر	توضیحات
۱	v_ALPHA_BF.gw	پارامتر آلفا در جریان برگشتی آب زیرزمینی
۲	r-CN2.mgt	شمارهٔ منحنی SCS اولیه برای شرایط رطوبتی متوسط
۳	r_SOL_AWC().sol	مقدار آب قابل دسترس (mm)
۴	v_CH_K2.rte	هدایت هیدرولیکی مؤثر بستر در کانال اصلی (mm/h)
۵	r_HRU_SLP.hru	شیب متوسط زمین در هر میلی‌متر
۶	v_GW_DELAY.gw	زمان تأخیر برای تغذیهٔ آبخوان (روز)
۷	v_GW_REVAP.gw	ضریب تبخیر آب زیرزمینی
۸	v_EPCO.hru	فاکتور جریان برداشت آب گیاه
۹	v-REVAPMN.gw	حداقل مقدار ذخیرهٔ آب در سفرهٔ کم‌عمق که برای شروع تبخیر آب زیرزمینی از طریق مویینگی یا تغذیهٔ سفرهٔ عمیق لازم است (mm).
۱۰	v_RCHRG_DP.gw	ضریب انتقال از سفرهٔ کم‌عمق به عمیق

پس از تهیهٔ پارامترهای حساس، مدل SWAT برای انجام واسنجی به مدت ۱۷ سال (۱۹۹۹ تا ۲۰۱۶) ضمن در نظر گرفتن دو سال برای Warmup (۱۹۹۷ تا ۱۹۹۹) با استفاده از داده‌های میانگین دبی و رسوب ماهیانهٔ ایستگاه پیشین واقع در خروجی حوضه با ۵۰۰۰ شبیه‌سازی در ۷ تکرار انجام گرفت که نتایج مطلوبی به دست آمد و در جدول (۳) نشان داده شده‌اند.

جدول (۳): نتایج واسنجی میانگین دبی ماهیانهٔ ایستگاه پیشین از ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۶

مؤلفهٔ هیدرولوژیک	NS	R2
FLOW-OUT	۰/۷۶	۰/۸۶
SED-OUT	۰/۵۳	۰/۵۸

نمودار میانگین دبی ماهیانهٔ مشاهداتی و شبیه‌سازی‌شدهٔ ایستگاه پیشین به‌ترتیب در نمودار (۱) نشان داده شده است.



نمودار (۱): نمودار میانگین دبی مشاهداتی و شبیه‌سازی‌شدهٔ ایستگاه پیشین حاصل از واسنجی از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۶ (منبع: یافته‌های پژوهش)

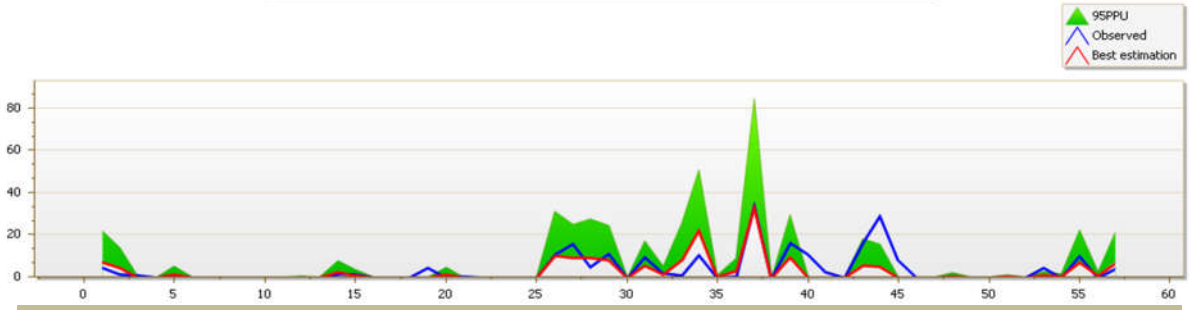
طبق طبقه‌بندی توصیفی ارائه‌شده توسط موریاسی[1] و همکاران (۲۰۰۷) مقدار معیار نش–ساتکلیف بین ۰/۷۵ تا ۱ در کلاس خیلی خوب، از ۰/۶۵ تا ۰/۷۵ در کلاس خوب و از ۰/۵۰ تا ۰/۶۵ در کلاس قابل قبول قرار دارد؛ که با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از واسنجی (۰/۷۶) در کلاس خیلی خوب قرار گرفته است.

پس از اتمام واسنجی، صحت‌سنجی مدل همانند دورهٔ واسنجی است، با این تفاوت که در صحت‌سنجی از دامنهٔ پارامترهای بهینه‌شده از مرحلهٔ واسنجی استفاده می‌گردد. این مرحله با طول دورهٔ آماری ۵ سال از سال ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۱ با استفاده از داده‌های میانگین دبی و رسوب ماهانهٔ ایستگاه پیشین انجام گرفت (نمودار ۲). نتایج به‌دست‌آمده در جدول (۴) نشان داده شده‌اند.

1. Moriasi

جدول (۴): نتایج صحت‌سنجی دبی ماهیانهٔ ایستگاه پیشین از سال ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۱

مؤلفهٔ هیدرولوژیک	NS	R^2
FLOW-OUT	۰/۵۶	۰/۵۸
SED-OUT	۰/۵۵	۰/۵۸

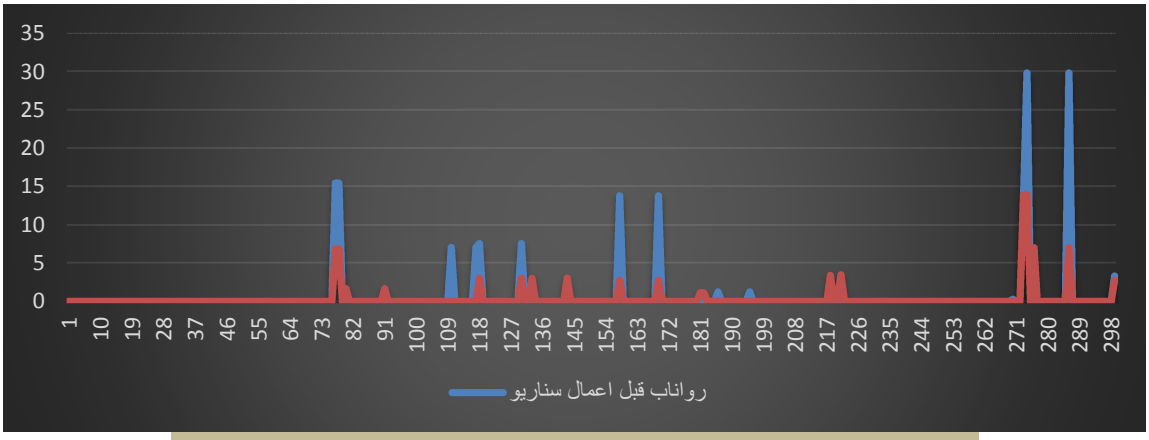


نمودار (۲): نمودار میانگین دبی و رسوب ماهیانهٔ مشاهداتی و شبیه‌سازی‌شده حاصل صحت‌سنجی از سال ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۱ (منبع: یافته‌های پژوهش)

پس از اجرای مدل در حالت شاهد و نتایج مورد قبول مدل برای سناریوسازی آماده می‌گردد؛ که در این تحقیق از سناریوی تغییر وضعیت مراتع ضعیف به مراتع متوسط برای کاهش رواناب و رسوب استفاده گردید.

۳ـ۱. سناریوی تغییر وضعیت مراتع تخریب‌شده به مراتع اصلاح‌شده برای کاهش رواناب

در این سناریو هدف بهبود پوشش مراتع ضعیف برای کاهش رواناب ازطریق افزایش میزان پوشش گیاهی است که با اعمال این سناریو به مدل موجب کاهش پیک‌های میانگین رواناب گردید که در نمودار (۳) نشان داده شده است.

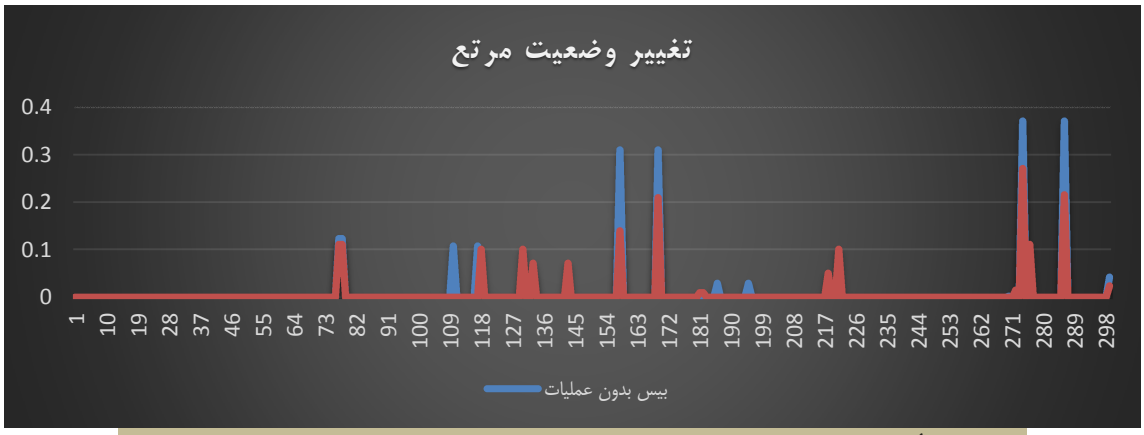


نمودار (۳): نقاط اوج رواناب قبل و بعد از اعمال سناریو بهبود پوشش مراتع (منبع: یافته‌های پژوهش)

با اعمال سناریو بهبود پوشش مراتع ضعیف به پوشش متوسط موجب کاهش بسیاری از پیک‌های اوج رواناب شده است. برای مثال دبی سیل از ۱۸ متر مکعب در ثانیه در اردیبهشت ۱۳۸۵ به ۸ متر مکعب شده است. درکل میزان میانگین رواناب سطحی در این تحقیق ۴۶/۸۸ درصد کاهش یافته و نشان از کارایی این سناریو برای کاهش دبی سیل است.

۳ـ۲. سناریوی تغییر وضعیت مراتع تخریب‌شده به مراتع اصلاح‌شده برای کاهش رسوب

با توجه به نمودار (۴) با اعمال سناریو بهبود پوشش مراتع ضعیف به مراتع متوسط پیک‌های اوج رسوب در نمودار کاهش یافته و میانگین رسوب در خروجی حوضه ۱۵/۵۳ درصد کاهش یافته که نمایانگر کاهش قابل توجهی از رسوب در حوضه است؛ بنابراین این سناریو به‌خوبی عمل کرده است.



نمودار (۴): تأثیر سناریوی تغییر وضعیت مراتع از مرتع ضعیف به مراتع متوسط بر رسوب (منبع: یافته‌های پژوهش)

۴. بحث و نتیجه‌گیری

امروزه اهمیت مطالعهٔ پوشش گیاهی و ارزیابی مرتع بر کسی پوشیده نیست و با توجه به نیاز روزافزون به کسب اطلاعات کامل‌تر و جزئی‌تر از اکوسیستم‌های مرتعی به‌منظور مدیریت آن‌ها، تنها بازدیدهای صحرایی برای اعمال تصمیم‌های منطقی به‌دلیل محدودیت‌های زمانی و به‌ویژه مالی کافی نیست و نمی‌تواند کل منطقه را پوشش دهد. در مناطق خشک و فراخشک ایران، با توجه به شرایط اقلیمی و همچنین عوامل انسانی از قبیل افزایش جمعیت، چرای مفرط دام از پوشش گیاهی موجود، برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی و توسعهٔ صنعتی و تغییر کاربری‌های اراضی، پدیدهٔ بیابان‌زایی در ایران رشد فزاینده‌ای دارد (عصاره و سید اخلاقی، ۲۰۰۹). بنابراین استفاده از مدل‌هایی که کل منطقه و تأثیر آن‌ها بر دبی و رسوب را بررسی کند مورد نیاز است؛ مدل SWAT که از تلفیق سه نقشهٔ پایهٔ کاربری اراضی، شیب و خاک، پهنه‌های پاسخ هیدرولوژیک را تهیه کرده و به‌صورت مکانی فرایند بارش رواناب را بررسی می‌کند، بسیار حائز اهمیت است؛ زیرا با داشتن یک ایستگاه هیدرومتری در خروجی حوضه، کل حوزهٔ آبخیز را در زمان کم و هزینهٔ پایین بررسی و آنالیز می‌کند. علاوه بر آن می‌توان سناریوهای مختلف ارائه داد و تأثیر آن را بر دبی سیل و رسوب بررسی کرد. در این تحقیق برای اعمال سناریوی تغییر وضعیت مراتع ضعیف به متوسط، از این مدل استفاده گردید. ابتدا داده‌های مورد نیاز گردآوری شد؛ پس از آماده‌سازی پارامترها و داده‌های ورودی، ضمن در نظر گرفتن دو سال برای گرم کردن مدل (Warm up) مدل برای یک دورهٔ ۱۷ ساله از سال ۱۹۹۹تا ۲۰۱۶ واسنجی شد و سپس طی یک دورهٔ پنج‌ساله از سال ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۱ صحت‌سنجی گردید؛ با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مدل SWAT در شبیه‌سازی حوزهٔ آبخیز سرباز به‌خوبی عمل کرده است که همراه با نتایج به‌دست‌آمده از عباسپور و همکاران (۲۰۰۷) در حوضهٔ تور سویس، فرامرزی و همکاران (۲۰۱۰) در زیرحوضهٔ وشمگیر گرگانرود و عظیمی و مهظری (۲۰۱۸) در حوضهٔ گرگانرود، نشان‌دهندهٔ این موضوع هستند که مدل SWAT قادر به شبیه‌سازی دبی چرخهٔ هیدرولوژی است و می‌توان از این مدل برای شبیه‌سازی و اعمال سناریوهای مختلف برای حوزه‌های آبخیز بزرگ با شرایط پیچیده و ناهمگن همچون حوزهٔ آبخیز سرباز با مساحت ۶۸۵۰ کیلومتر مربع به‌شرط داشتن داده‌های ورودی با دقت مناسب استفاده کرد.

برای آنالیز حساسیت ابتدا ۲۰ پارامتر مؤثر براساس مطالعات کتابخانه‌ای آماده و وارد مدل گردید که پس از آنالیز حساسیت ۱۰ پارامتر که بیشترین تأثیر را داشتند انتخاب شدند. نتایج آنالیز حساسیت نشان داد دو پارامتر آلفا در جریان برگشتی، شمارهٔ منحنی SCS اولیه برای شرایط رطوبتی متوسط و مقدار آب قابل دسترس به‌عنوان حساس‌ترین پارامتر به دست آمدند که از بین شمارهٔ منحنی SCS حساس‌ترین پارامتر شناخته شد که با نتایج پرویزی و همکاران (۲۰۲۲)، پردهانگ[1] و همکاران (۲۰۱۱) و رحمان و همکاران (۲۰۱۳) همخوانی دارد.

نتایج به‌دست‌آمده از واسنجی رواناب با ضریب نش–ساتکلیف ۰/۷۶ و ضریب تبیین ۰/۸۶ و برای رسوب به‌ترتیب

1 . Pradhanang

۰/۵۳ و ۰/۵۸ به دست آمد. طبق طبقه‌بندی توصیفی ارائه‌شده توسط موریاسی و همکاران (۲۰۰۷) مقدار معیار نش–ساتکلیف در مرحلهٔ واسنجی در کلاس خیلی خوب و در صحت‌سنجی قابل قرار گرفته است، که نشان از توانایی مدل در منطقهٔ مورد مطالعه است که با نتایج سایر تحقیقات انجام‌شده مطابقت دارد؛ ازجمله با تحقیقات پرویزی و همکاران (۲۰۲۲)، زارع گاریزی و همکاران (۲۰۱۵) و وانگ[1] و همکاران (۲۰۱۸) دقت مدل در شبیه‌سازی قابل قبول است.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مرحلهٔ صحت‌سنجی قابل قبول و نتایج به‌دست‌آمده با نتایج سایر پژوهشگران گرگیج (۲۰۱۸)، آقاخانی و همکاران (۲۰۱۸)، براتی و همکاران (۲۰۱۹) و زارع‌زاده مهریزی و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد.

در مراتع علوفهٔ قابل تعلیف دام، اولین منبع غذایی است که پس از ورود دام در مراتع مورد چرا قرار می‌گیرد. همچنین حفظ گیاه به‌معنی حفاظت از آب و خاک و درنهایت حفظ تعادل یک زیست‌بوم است. بر این اساس اغلب از مدل‌ها به‌منظور انتخاب و سناریوی برتر برای فهم پیچیدگی‌های سیستم استفاده کرده و در تصمیم‌گیری از آن‌ها استفاده می‌کنند (عظیمی و مهظری، ۲۰۱۸). در این تحقیق از سناریوی تغییر وضعیت مراتع ضعیف به متوسط و تأثیر آن بر دبی سیل و رسوب حوزهٔ آبخیز سرباز استفاده شد؛ نتایج نشان داد با اعمال سناریوی بهبود پوشش مراتع ضعیف به پوشش متوسط موجب کاهش بسیاری از پیک‌های اوج رواناب شده است. درکل، میزان میانگین رواناب سطحی در این تحقیق ۴۶/۸۸ درصد کاهش یافته و نشان از کارایی این سناریو برای کاهش دبی سیل است. همچنین پیک‌های اوج رسوب در نمودار (۴) کاهش یافته و میانگین رسوب در خروجی حوضه ۱۵/۵۳ درصد کاهش یافته که نمایانگر کاهش قابل توجهی از رسوب در حوضه است؛ بنابراین این سناریو به‌خوبی عمل کرده است و می‌تواند برای اجرا در منطقهٔ مورد مطالعه از گزینه‌های سازمان‌های مربوطه به‌ویژه ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان سیستان و بلوچستان قرار گیرد. برای بهبود وضعیت مرتع می‌توان با روش‌های مرتع‌داری مناسب ازجمله اصلاح و قرق این تغییر وضعیت را ایجاد کرد و باعث تداوم جریان دبی در دوره‌های خشک و کاهش خسارات سیل و از دست رفتن آب و خاک در منطقهٔ مورد مطالعه شد.

مراجع

1. Abbaspour, K. C. (2011) User Manual for SWAT-CUP, SWAT calibration and uncertainty analysis programs. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Eawag, Duebendorf, Switzerland, 103p.
2. Abbaspour, K. C., Yang, J., Maximov, I., Siber, R., Bogner, K., Mieleitner, J., Zobrist, J. & Srinivasan, R. (2007) Modeling hydrology and water quality in the pre-Alpine/Alpine Thur watershed using SWAT. Journal of Hydrology, 333(1): 413–430.
3. Abbaspour, K.C., Rouholahnejad, E., Vaghefi, S., Srinivasan, R., Yang, H., & Klove, B.A. (2015) Continental-scale hydrology and water quality model for Europe: calibration and uncertainty of a high-resolution large-scale SWAT model. J Hydrol 524:733–752. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.03.027
4. Aghakhani, M., Nasrabadi, T., & Vafainejad, A. (2018) Hydrological simulation of Taleghan watershed using SWAT model of environmental science and technology. 21(9), 147-159. doi: 10.22034/jest.2020.26325.3576. (In persian)
5. Arnold, J.G. (2001) Soil and water Assessment tool (Appendix A: Model fact sheets), http:// www. brc.tamus.edu/ SWAT /index. htm.
6. Arnold, J.G., & Fohrer, N. (2005) SWAT2000: Current Capabilities and Research Opportunities in Applied Watershed Modeling. Hydrological Processes, 19, 563-572. https://doi.org/10.1002/hyp.5611.
7. Asareh, M. H. & Akhlaghi, S. J. S. (2009) Strategic framework for developing and promoting natural resources research in I.R. Iran. Iranian Research Institute of Forest and Rangelands, 379p. (In persian)
8. Azimi, M., & Mahzari,S. (2018) Simulation of the effects different rangeland improvements scenarios on evapotranspiration of Gorganrud Watershed-Golestan. *25*(1), 129-139. doi: 10.22092/ijrdr.2018.116231. (In persian)
9. Barati, F., Hosseini, M., Sarmi, A., & Mokhtari, A. (2019) Simulation of hydrological balance of Eskandari watershed using SWAT model and SUFI algorithm. Iranian Journal of Watershed Science and Engineering. 14 (48): 90-99. (In persian)
10. Faramarzi, M., Yang, H., Schulin, R. & Abbaspour, K. C. (2010) Modeling wheat yield and crop water productivity in Iran: Implications of agricultural water management for wheat production. Journal of Agricultural Water Management, 97(1):1861–1875.

1. Wang

11. Fazli, S., & Noor, H. (2017) Simulation and Evaluation of Different Vegetation Cover Scenarios Effects on Soil Erosion. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, *11*(4), 562-571. (In persian)
12. Gorgij, K. (2018) Hydrological simulation of Sarbaz watershed using SWAT model. Master's thesis, Zabul University. 123 p. (In persian)
13. Khoshyar, F., Gh. Dianati Tilaki & Abedi, M. (2020) The effect of land management on soil fertility characteristics (Case study: Rangelands of Kohneh Lashak, Kojur, Mazandaran). Journal of Rangeland, 14(1): 25-36. (In persian)
14. Miri, M., A. Beheshti Ale Agha, S. & Aghabeigi, A. (2022) Comparison of protected rangeland with improved agricultural lands in generation of runoff and sediment (Case Study: The part of the Mereg river watershed, Kermanshah). Journal of Rangeland, 16(2): 510-523. (In persian)
15. Moriasi, D., Arnold, J., Van Liew, M., Bingner, R., Harmel, R., & Veith, T. (2007) Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. Transactions of the ASABE 50: 885– 900.
16. Nash, J., & Sutcliffe, J. (1970) River flow forecasting through conceptual models part I – a discussion of principles. Journal of Hydrology 10: 282– 290.
17. Neitsch, S.L., Williams, J.R., Arnold, J.G. & Kiniry, J.R. (2011) Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2009. Texas Water Resources Institute, College Station.
18. Noor, H., Fazli, S., Rostami, M., & Bagherian Kalat, A. (2017) Cost-effectiveness analysis of different watershed management scenarios developed by simulation–optimization model. Water Suply. Volume 17, Issue 5**.** 14p.
19. Nunes, A., C. Coelho, A. De Almeida & Figueiredo. A. (2010) Soil erosion and hydrological response to land abandonment in a central inland area of Portugal. Land Degradation and Development 21(3): 260-273.
20. Panagopoulos, Y., Makropoulos, C., & Mimikou, M. (2012) Decision support for diffuse pollution management. Environmental Modelling and Software 30: 57-70.
21. parvizi, S., Talebi, A., & Mandegar, A. (2022) Investigation of the water balance of Fakhrabad watershed using SWAT model. Journal of Arid Biome, 12(1), 21-33. doi: 10.29252/aridbiom.2022.16619.1852. (In persian)
22. Pradhanang, S.M., Anandhi, A., Mukundan, R., Zion, M.S., Pierson, D.C., Schneiderman, E.M., Matonse, A., & Frei, A. (2011) Application of SWAT model to assess snowpack development and streamflow in the Cannonsville watershed, New York, USA. Hydrological Processes 25: 3268– 3277.
23. Rahman, K., Maringanti, C., Beniston, M., Widmer, F., Abbaspour, K., & Lehmann, A. (2013) Streamflow modeling in a highly managed mountainous glacier watershed using SWAT: the upper Rhone River watershed case in Switzerland. Water Resources Management 27: 323– 339.
24. Vasel, L., Farrokhian Firouzi, A., & Khademalrasoul, A. (2023) The effect of agricultural and conservation management on surface runoff and sediment load in Dashte Bozorg catchment using the ArcSWAT model. Iranian Journal of Soil and Water Research, Iranian Journal of Soil and Water Research, 53 (12), 2809-2824. https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.352402.669409. (In persian)
25. Wang, W., Yujing Xie, Y., Xie, Mengfei Bi, M. Bi, Xiangrong Wang, X. Wang, Yi Lu, Y. Lu, Zhengyi Fan, & Fan. Z. (2018) Effects of best management practices on nitrogen load reduction in tea fields with different slope gradients using the SWAT model. Applied geography, 90, 200-213. doi: 10.1016/j.apgeog.2017.08.020
26. Zare Garizi, A., Talebi, A., & Faramarzi, M. (2016) Identification and prioritization of critical areas of soil erosion and sediment using SWAT model. *Watershed Engineering and Management*, *8*(4), 350-361. doi: 10.22092/ijwmse.2016.107183. (In persian)
27. Zarezadeh Mehrizi, Sh., Khorani, A., Bazarafshan, J., & Bazarafshan. A. (2016) Evaluating the effectiveness of SWAT model in simulating the runoff of Gamasiab watershed. Pasture and Watershed (Natural Resources of Iran), 70(4), 881-893. doi: 10.22059/jrwm.2018.243898.1174. (In persian)

Simulating the Influence of Rangeland Conditions Improvement on Sarbaz River's Discharge and Sedimentation

Ehsan Hamedi[1], Javad Chezgi[2*], Hamzeh Noor[3]

Received: 02/04/2023 Accepted: 31/05/2023

Extended abstract

Background and objectives: Protecting water, soil, and organisms, rangeland vegetation is naturally spread over the earth like an umbrella. On the other hand, vegetation changes either cause an improvement or irreparable damage to water and soil resources. Therefore, knowing the effect of vegetation changes on hydrological components of the watershed, including base and peak flow, is a prerequisite for any management planning at the watershed scale. However, the issue takes on particular significance in arid and semi-arid areas, where there is no sufficient quantitative data and the land cover and land use classes are widely dispersed. Therefore, this study sought to calibrate and validate a model for simulating runoff and sediment in the Sarbaz watershed using the soil and water assessment tools (SWAT). What follows presents a scenario concerning the simulation of the influence of improving rangeland vegetation on hydrological components of the Sarbaz basin using a recalibrated and validated model.

Methodology: This study used the SWAT hydrological model to investigate the effect of vegetation changes on discharge and sedimentation in the Sarbaz River watershed located in Sistan and Baluchistan province, enacting the scenario of improving rangeland conditions from poor to moderate. To this end, HRU was obtained from the combination of land use, soil, and slope class maps. Then, surface runoff, sediment, and chemical elements were calculated for each HRU, each sub-basin, and the watershed, respectively. On the other hand, ninety-seven hydrological response units were obtained based on digital height lines of 21 sub-basins after combining three maps. Then, following the preparation of the intended parameters and input data, the model was calibrated for 17 years from 1999 to 2016, and validated over a five-year period from 2017 to 2021. Finally, the model was implemented for the present time based on preliminary data, and then the scenario of improving the pasture conditions from poor to moderate was enacted to determine the influence of vegetation on runoff and sediment.

Results: The sensitivity analysis revealed that the alpha parameters in the return flow (v_ALPHA_BF) and the initial curve number of American soil conservation (CN-SCS) for medium humidity conditions exerted the greatest influence on the calibration and validation of the simulation. The results obtained from runoff calibration were found to be 0.76 Nash-Satkif coefficient and 0.86 explanation coefficient, and 0.53 and 0.58 for sediment, respectively, indicating acceptable rates for runoff (on a good floor) and sedimentation. Moreover, the results of the scenario concerning the improvement of pasture conditions from poor to moderate suggested a 46% and 15% reduction in the flood volume and total sediment, respectively, indicating the great influence of vegetation increase on Sarbaz River's stability.

1. M.Sc. student, Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand. Iran

2. Assistant Professor, Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand. Iran, chezgi@birjand.ac.ir

3. Assistant Professor, Department of Soil Conservation and Watershed Management, Khorasan Razavi Agricultural Research and Training Center, Agricultural Research, Training and Promotion Organization, Mashhad, Iran

DOI: 10.22052/DEEJ.2023.253674.1024

Conclusion: Preserving rangeland plants requires the protection of water and soil, and ultimately maintaining the balance of an ecosystem. However, quantifying the influence of vegetation on runoff and sediment requires modeling and simulation. Accordingly, the current study used water and soil assessment models to construct its intended scenarios. The area of poor pastures in the study area covers nearly 81% of the region. It should be noted that the status of the pastures could be improved through appropriate grazing methods such as modification and flooding, making the flow continue in dry periods and thus reducing the flood damage in the study area.

Generally, this study found that the average amount of surface runoff was decreased by 46.88%, indicating the effectiveness of the enacted scenario in reducing flood discharge. Moreover, the peaks of sediment in the diagram were decreased. Also, the average sediment was found to have decreased by 15.53% at the outlet of the basin, suggesting a significant reduction of sediment in the basin. Therefore, it could be argued that the scenario enacted in the current study worked well and that relevant organizations, especially the General Directorate of Natural Resources and Watershed Management of Sistan and Baluchistan province may play it out in the study area. Such a change could be made with suitable methods to improve the conditions of the pasture, including modification and flooding, leading to the continuation of the discharge flow in dry periods and the reduction in flood damage and loss of water and soil in the study area.

Keywords: Simulation, Rangeland Conditions, Scenario Construction, Discharge, Sediment, Sarbaz City.