هیدروژئومورفولوژی، شماره‌ی ۱۶، پاییز ۱۳۹۷، صص ۷۹-۶۱

وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۰۸ تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۱۵

بررسی‌تأثیر تغییرکاربری اراضی و اقلیم بر رواناب حوضه‌ی آبخیز با استفاده از مدل SWAT (مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی گرین)

مهین نادری[۱]

علیرضا ایلدرمی[*۲]

حمید نوری[۳]

سهیلا آقابیگی امین[۴]

حسین زینی‌وند[۵]

چکیده

تغییر کاربری اراضی و تأثیر پدیده‌ی تغییر اقلیم بر فرآیندهای هیدرولوژیکی و رواناب سطحی حوضه‌ی آبخیز می‌تواند به مدیریت چالش‌های منابع آب و برنامه‌ریزی صحیح و مدیریت حوضه‌های آبخیز کمک نماید. در این تحقیق به منظور بررسی اثر تغییر کاربری اراضی و تغییر اقلیم بر رواناب، مدل SWAT مورد استفاده قرار گرفت. برای پیش‌بینی کاربری اراضی حوضه‌ی گرین از تصاویر ماهواره لندست سال‌های ۱۹۸۶، ۲۰۰۰، ۲۰۱۴، مدل مارکوف و CA مارکوف استفاده و نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۲۰۴۲ پیش‌بینی شد. ریز مقیاس نمایی داده‌های بارش و دما نیز توسط مدل SDSM انجام شد و خروجی‌های مدل HADCM3 جهت پیش‌بینی اقلیم آتی حوضه‌ی گرین استفاده گردید. با توجه به ضریب نش ساتکلیف و ضریب تعیین به دست آمده در مرحله واسنجی (به ترتیب برابر با ۰/۵۹ و۰/۶۰) و مرحله‌ی اعتبارسنجی (به ترتیب

۱ـ دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ایران.

۲ـ دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ایران (نویسنده مسئول).

E-mail:ildoromi@gmail.com

۳ـ استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ایران.

۴ـ استادیار گروه منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

۵ـ دانشیار گروه منابع طبیعی، دانشکده‌ی منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه لرستان، ایران.

برابر با ۰/۶۶ و ۰/۶۷) این مدل دارای کارایی قابل قبولی در پیش‌بینی متغیرهای مورد بررسی در حوضه‌ی آبخیز مورد مطالعه است. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد با ثابت ماندن روند تغییرات دوره‌ی پایه در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۴ این منطقه شاهد افزایش ۲/۲۸ درصدی مساحت جنگل و کاهش ۲/۰۷ درصدی مساحت مرتع تا سال ۲۰۴۲ نسبت به سال ۲۰۱۴ خواهد بود و همچنین مشاهده می‌شود که در اکثر ماه‌های سال در دوره‌ی آتی میانگین بارش ماهانه دارای روند کاهشی و میانگین دما دارای روند افزایشی خواهد بود. نتایج بیانگر این موضوع است که تغییر کاربری اراضی در دوره‌ی آتی با کاهش مساحت مرتع و اراضی بدون پوشش و افزایش مساحت اراضی جنگلی و همچنین تغییر اقلیم تحت سناریوهای A2 و B2 موجب کاهش میزان رواناب می‌گردد. در نهایت نتایج نشان داد کاهش میزان رواناب در دوره ۲۰۴۲ تا ۲۰۵۰ نسبت به دوره‌ی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ در اثر تغییر اقلیم (بارش و دما) بیشتر از میزان کاهشی است که در اثر تغییر کاربری اراضی ایجاد می‌شود.

کلمات کلیدی: تغییر اقلیم، حوضه‌ی گرین، رواناب، کاربری اراضی، مدل SWAT.

مقدمه

در یک اکوسیستم طبیعی ایجاد تغییر در شرایط محیطی آن اکوسیستم، بر پاسخ‌های هیدرولوژی مانند جاری شدن سیلاب و میزان فرسایش و رسوب منطقه تأثیرگذار است (سیکا[1] و همکاران، ۲۰۰۳). یکی از مدل‌های مورد استفاده به منظور بررسی اثر تغییر کاربری اراضی و تغییر اقلیم بر رواناب مدل SWAT[2] است، مدل SWAT یک شبیه‌ساز هیدرولوژیکی و یک مدل زمان پیوسته و نیمه‌توزیعی مکانی با پایه فیزیکی است که توسط جف آرنولد[3] در سال ۱۹۹۹ برای سرویس تحقیقات کشاورزی آمریکا تهیه شده و از آن زمان به طور پیوسته در حال توسعه بوده است. درک رابطه‌ی بین تغییرات کاربری اراضی و عوامل به وجودآورنده‌ی آن و اثرات ثانوی آن بر رژیم هیدرولوژیکی، اطلاعات

1- Sika
2- Soil and Water Assessment tools
3- Jeff Arnold

ضروری برای برنامه‌ریزی استفاده از زمین و مدیریت پایدار منابع طبیعی فراهم می‌کند (پالامولینی[1]، ۲۰۱۱). از طرف دیگر تغییر اقلیم و افزایش گرمایش جهانی باعث گسترش خشکسالی‌ها و تداوم آنها شده و این تغییر باعث توزیع غیریکنواخت بارش می‌شود و بر منابع آب تأثیر می‌گذارد. بررسی میزان و روند تغییرات ایجاد شده و اثر آن بر فرایندهای هیدرولوژیکی حوضه، راه‌گشای پیش‌بینی وضعیت تغییرات در آینده و ارایه برنامه‌های کاراتر در زمینه‌ی توسعه‌ی پایدار منابع آب حوضه است (باتروس[2] و همکاران، ۲۰۰۴). ساخت سد گرین در حوضه‌ی گرین و خطر پر شدن مخزن سد از رسوبات و کاهش عمر مفید آن به دلیل وقوع سیلاب‌های فصلی و تأثیری که کاربری اراضی حوضه و تغییر اقلیم بر این امر دارد، دلیل انتخاب این منطقه برای تحقیق حاضر بوده است. هدف از انجام این تحقیق بررسی تغییرات کاربری اراضی و اقلیم حوضه‌ی آبخیز مورد مطالعه و تعیین میزان اثر این تغییرات بر میزان رواناب این حوضه‌ی آبخیز در جهت مدیریت بهتر آن است. مطالعات مختلفی در راستای این تحقیق در نقاط مختلف جهان انجام شده است از جمله لی[3] و همکاران (۲۰۰۷)، در حوضه‌ای واقع در غرب آفریقا با استفاده از مدل SWAT تحقیقی انجام داده و نشان دادند که تغییر مناطق با کاربری جنگل، مرتع و بوته‌زار به اراضی کشاورزی و یا مناطق شهری باعث تغییر شرایط هیدرولوژی طبیعی در یک حوضه‌ی آبخیز می‌شود و نتیجه این تغییر به صورت افزایش در حجم رواناب سطحی، کاهش تغذیه‌ی منابع آب زیرزمینی و آب پایه‌ی رودخانه‌ها می‌باشد. استیل[4] و همکاران (۲۰۰۸) نیز تأثیر تغییر اقلیم را بر هیدرولوژی جریان رودخانه با استفاده از مدل گردش عمومی ECHAM5 و سناریوی انتشار A1B، بررسی کردند. در این تحقیق از مدل مفهومی بارش رواناب HBV-Light برای بررسی وضعیت جریان در دوره‌ی آتی ۲۰۱۰ تا ۲۰۶۰ استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که بارش زمستانه و تابستانه به ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد و میزان دبی هم تحت تأثیر تغییر

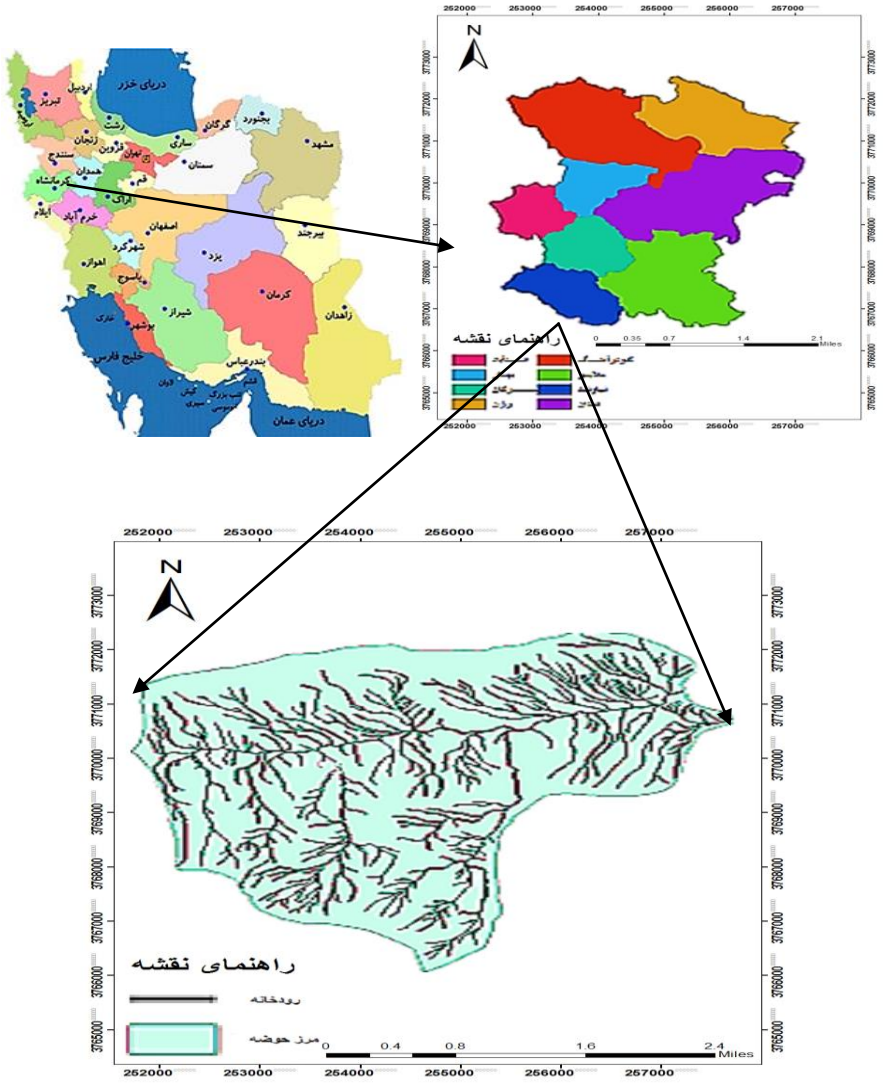
1- Palamuleni
2- Bathurst
3- Li
4- Steele

اقلیم، تغییر خواهد کرد. بالوچ[1] و همکاران (۲۰۱۳)، اثرات کاربـری اراضی و تغییر اقلیم را بر رژیم جریان آب رودخانه‌ی نام نام در حوضه‌ی آبخیز کویسگیز در ترکیه بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که با گسترش شهرنشینی تغییر شدید در میزان، فرکانس و مدت زمان جریان ایجاد شده است. ثانی‌خانی و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از مدل LARS-WG به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر رواناب حوضه‌ی آبخیز آجی‌چای در استان آذربایجان‌شرقی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در این منطقه میزان بارش کاهش و دما افزایش می‌یابد و برای شبیه‌سازی اثرات تغییر اقلیم بر رواناب از مدل هوشمند برنامه‌ریزی بیان ژن با استفاده از الگوهای ورودی مختلف استفاده کردند و نتایج حاکی از کاهش قابل توجه میزان رواناب حوضه بودند. همچنین ایزدی و همکاران (۱۳۹۲)، کاربرد مدل SWAT را در شبیه‌سازی دبی رودخانه‌ی شیرین‌دره بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که مدل SWAT قادر به شبیه‌سازی روان‌آب بوده و قادر است زمان دبی پیک را به خوبی شناسایی کند.

منطقه‌ی مورد مطالعه

حوضه‌ی آبخیز سد گرین در استان همدان و در دامنه‌ی رشته‌کوه‌های زاگرس واقع شده است. این محدوده شامل حوضه‌ی رودخانه سراب گاماسیاب تا محل سد مخزنی گرین است، و مساحت آن تا محل سد گرین ۲۲ کیلومترمربع است، حوضه‌ی گرین عمدتاً کوهستانی بوده و دامنه‌ی تغییرات ارتفاعی آن از ۱۸۳۳/۹ تا ۳۴۲۹/۸۲ متر از سطح دریای آزاد است. ارتفاع متوسط در حوضه‌ی گرین حدود ۲۴۴۹ متر، شیب متوسط آن ۵۰/۷۱ درصد و طول آبراهه‌ی اصلی آن ۸/۴۲۵ کیلومتر است (شکل ۱).

1- Baloch

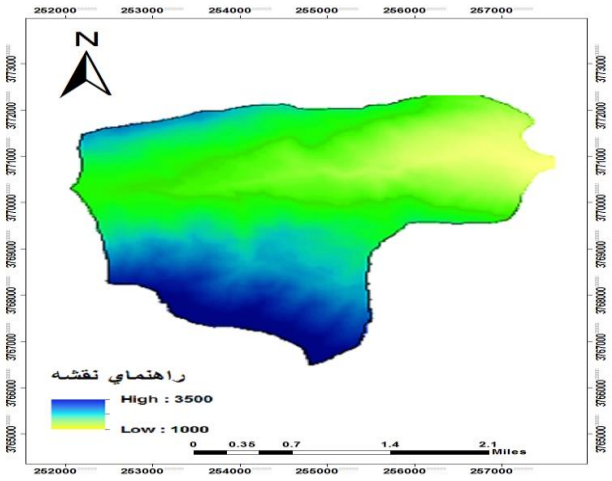


شکل (۱) موقعیت حوضه‌ی گرین در استان همدان و در ایران

مواد و روش

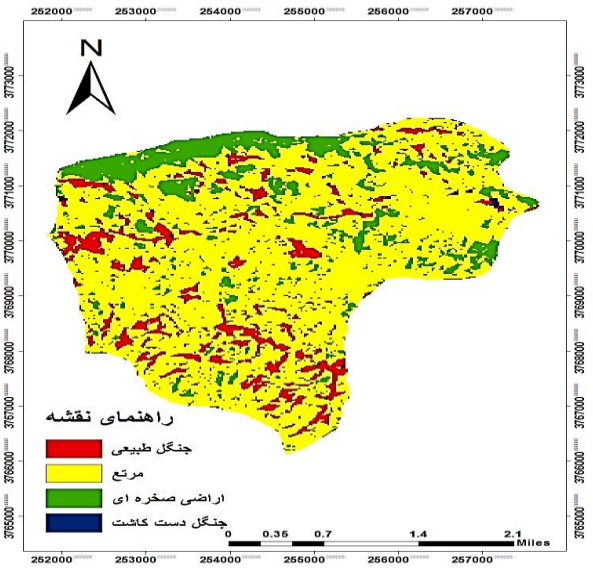
ـ داده‌های مورد نیاز مدل

داده‌های ورودی مدل SWAT شامل داده‌های اقلیمی و هیدرولوژیکی (بارش روزانه، دمای حداقل و حداکثر، رطوبت نسبی، سرعت باد، نقطه‌ی شبنم و تابش خورشیدی) است، که در این تحقیق از آمار ده ساله مربوط به ایستگاه سینوپتیک نهاوند استفاده شد. همچنین، نقشه‌های توپوگرافی، مدل ارتفاعی رقومی (DEM)، خاکشناسی و کاربری اراضی نیز به عنوان ورودی‌های مدل مورد نیاز است. نقشه‌ی مدل ارتفاعی رقومی (DEM) با استفاده از نقشه‌ی توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ حوضه‌ی گرین، استخراج گردید (شکل ۲).

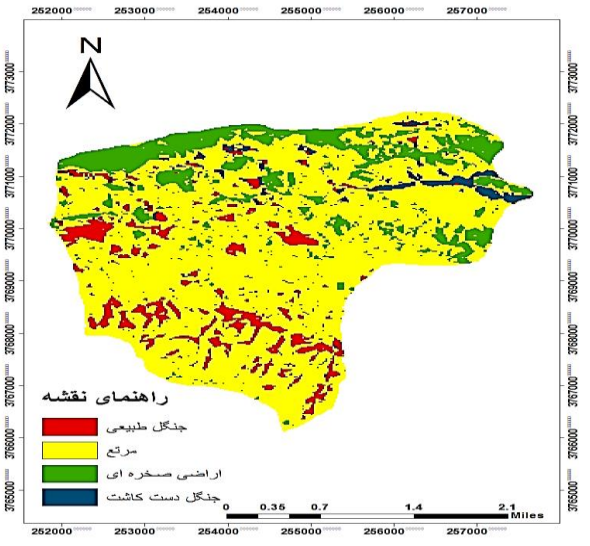


شکل (۲) نقشه‌ی DEM حوضه‌ی گرین

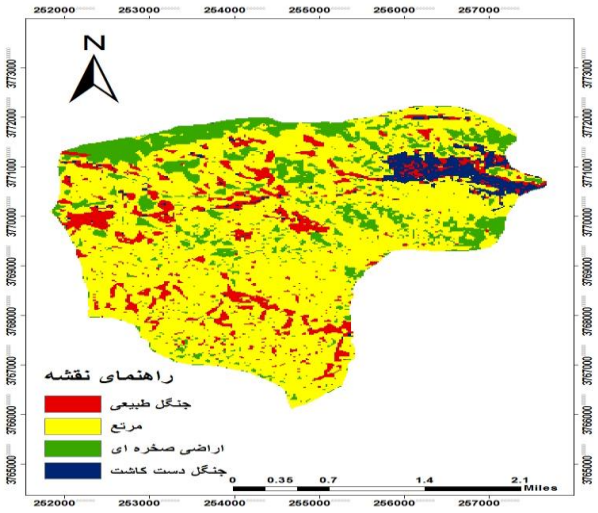
نقشه‌ی کاربری اراضی حوضه را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و با توجه به نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۱۳۸۹ که از اداره‌ی منابع طبیعی همدان تهیه گردید، به دست آمد. به این منظور از تصاویر ماهواره لندست و نرم‌افزار ENVI استفاده گردید (شکل ۳).



شکل (۳) نقشه های کاربری اراضی حوضه‌ی گرین، نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۱۹۸۶

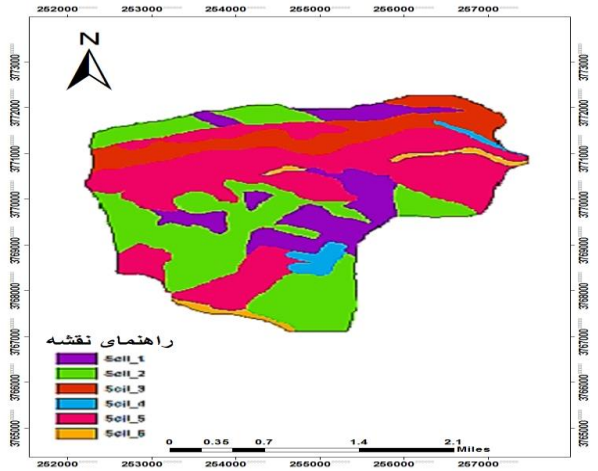


ادامه‌ی شکل (۳) نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۲۰۰۰



ادامه‌ی شکل (۳) نقشه‌ی کاربری اراضی حوضه‌ی گرین (۲۰۱۴)

اطلاعات خاکشناسی منطقه، که براساس واحدهای اراضی منطقه، در ۲۰ پلی‌گون و در ۶ کلاس طبقه‌بندی شده است، از اداره کل منابع طبیعی استان همدان تهیه گردید (شکل ۴).



شکل (۴) نقشه‌ی خاکشناسی حوضه‌ی گرین

ـ واسنجی و اعتبارسنجی

واسنجی و اعتبارسنجی مدل SWAT در نرم‌افزار SWAT CUP صورت گرفت. در این تحقیق از آمار سال۲۰۰۲ تا ۲۰۰۷ برای واسنجی و سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰ جهت اعتبارسنجی مدل استفاده گردید. برای آماده کردن مدل SWAT CUP ابتدا باید پارامترهای مورد نیاز برای واسنجی به مدل معرفی گردد. پارامترهای مورد استفاده برای واسنجی دبی از یک مجموعه ۲۴ تایی از پارامترهای رواناب با حدود اولیه مشخص انتخاب گرفت (وینشل و همکاران، ۲۰۰۷).

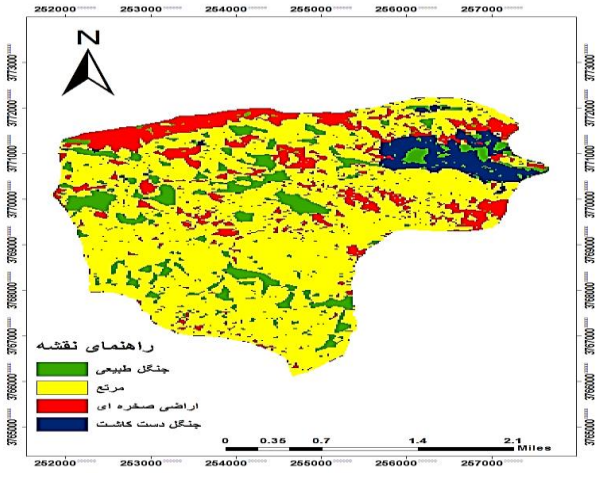
ـ معیارهای عملکرد مدل

ارزیابی نتایج واسنجی توسط معیارهای R^2، فاکتور R، فاکتور P و NS[1] صورت می‌گیرد. به منظور تعیین درجه حساسیت پارامترهای جریان در مدل SWAT با استفاده از برنامه SUFI2 در نرم‌افزار SWAT CUP حساسیت‌سنجی برای ۲۴ پارامتر انتخابی صورت گرفت، با استفاده از نتایج حساسیت‌سنجی در مورد حذف پارامترهایی که دارای درجه حساسیت کمتری هستند، از فرآیند واسنجی تصمیم‌گیری می‌شود. با توجه به معیارهای P-Value و T-Stat حساسیت پارامترها مشخص می‌شود.

ـ پیش‌بینی نقشه‌ی پوشش اراضی

با استفاده از نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۱۹۸۶، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ که در مراحل قبل تهیه شد و مدل زنجیره‌ی مارکوف و فیلتر CA مارکوف نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۲۰۴۲ (شکل ۵) نیز تهیه گردید.

1- Nash Satklif



شکل (۵) نقشه‌ی کاربری اراضی حوضه‌ی گرین در سال ۲۰۴۲

ـ پیش‌بینی اقلیم آینده‌ی حوضه‌ی گرین

در این تحقیق از خروجی‌های مدل Hadcm3 جهت پیش‌بینی اقلیم آتی گرین استفاده شد. در این تحقیق از روش آماری SDSM به منظور ریزمقیاس کردن خروجی مدل‌های گردش عمومی جو استفاده گردید.

ـ بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر رواناب

از مدل SWAT در محدوده پارامترهای واسنجی شده، جهت شبیه‌سازی رواناب ناشی از تغییرات اقلیمی حوضه‌ی گرین تحت دو سناریو A2 و B2 استفاده شد. به این منظور پیش‌بینی‌های مدل‌های GCM برای متغیرهای اقلیمی تحت سناریوهای A2، که در برگیرنده‌ی تقویت نیروهای جمعیتی منطقه‌ای با تأکید بر ارزش خانواده‌ها و رسوم خانوادگی، رشد زیاد جمعیت و وابستگی کمتر به پیشرفت سریع اقتصادی است و B2 که در آن به راه‌حل‌های منطقه‌ای برای تقویت مسائل اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیست تأکید می‌شود، پس از ریزمقیاس‌سازی به فرمت مدل SWAT تبدیل گردید و مدل برای

سناریوهای مورد نظر اجرا شد و سپس نتایج حاصل از اجرای مدل با سناریوهای مختلف و نتایج حاصل از اجرای مدل با شرایط اقلیمی زمان حال، مورد مقایسه قرار گرفت.

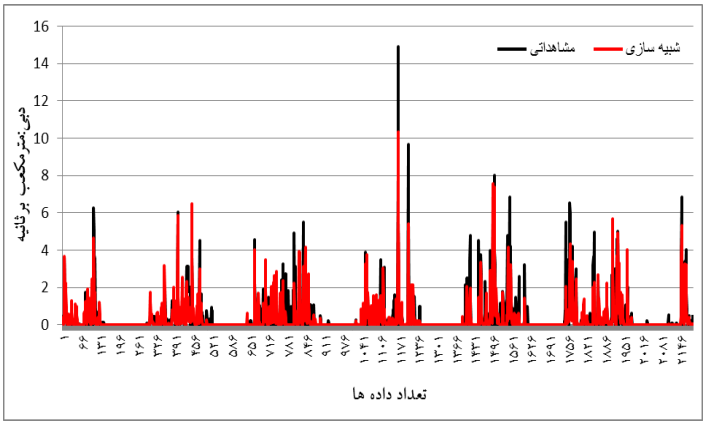
بحث و نتایج

ـ نتایج واسنجی مدل SWAT

نتایج واسنجی مدل برای دبی روزانه در دوره‌ی ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۷ در نمودار مربوط به مقایسه‌ی مقادیر دبی مشاهداتی و شبیه‌سازی شـده در شکل (۶) نشان داده شده است. با توجه به نتایج شاخص های آماری در جدول (۱) شاخص NS برابر ۰/۵۹ و فاکتور P و فاکتور R به ترتیب برابر ۰/۴۷ و ۰/۰۳ به دست آمده و ضریب تعیین (R^2) برای دبی‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده برابر ۰/۶۰ است. بر این اساس نتایج به دست آمده در مرحله‌ی واسنجی تأیید گردیدند.

جدول (۱) نتایج آماره‌های مربوط به واسنجی مدل برای دبی روزانه

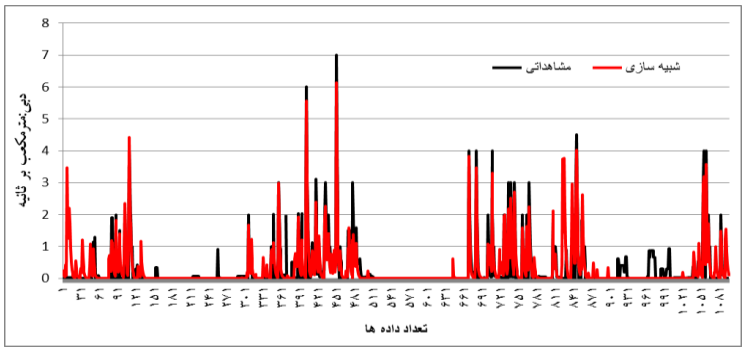
NS	R^2	R-factor	P_factor	MSE	bR2
۰/۵۹	۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۴۷	۰/۳۹	۰/۳۶



شکل (۶) مقایسه‌ی مقادیر دبی مشاهداتی و شبیه‌سازی شده برای دوره‌ی واسنجی در حوضه‌ی گرین

ـ نتایج اعتبارسنجی مدل SWAT

مرحله‌ی اعتبارسنجی به منظور بررسی درستی انتخاب پارامترها در دوره‌ی واسنجی، برای دوره‌ی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰ انـجام گرفت. شـکل (۷) نتایج اعـتبارسنجی و جدول (۲) نتایج مربوط به شاخص‌های آماری را نشان می‌دهد. مقدار فاکتور P کمتر از دوره‌ی واسنجی بوده که نشان‌دهنده‌ی عدم قطعیت بیشتر مدل در این مرحله است، مقدار ضریب NS و R2 در این مرحله بیشتر از مرحله‌ی واسنجی است و مقدار فاکتور R نیز کمتر از یک بوده که شبیه‌سازی نسبتاً خوب دبی در این مرحله را بیان می‌کند. با توجه به مقدار ضریب نش ساتکلیف و ضریب تعیین رواناب به دست آمده در مرحله‌ی واسنجی و اعتبارسنجی و بر اساس شاخص کیفی کارایی مدل SWAT در حوضه‌ی گرین در طبقه قابل پذیرش قرار می‌گیرد. عموماً اگر شاخص نش- سانکلیف بیشتر از ۰/۷۵ باشد مدل عالی و کامل و اگر بین ۰/۳۶ تا ۰/۷۵ باشد، رضایت‌بخش و اگر کمتر از ۰/۳۶ باشد غیرقابل قبول فرض می‌شود با توجه به اینکه ضریب نش ساتکلیف برای حوضه‌ی گرین در مرحله‌ی واسنجی و اعتبارسنجی به ترتیب برابر ۰/۵۹ و ۰/۶۶ به دست آمده است، نتایج به دست آمده رضایت‌بخش بوده و مدل SWAT توانایی شبیه‌سازی رواناب سطحی در حوضه‌ی گرین را دارد.



شکل (۷) مقایسه‌ی مقادیر دبی مشاهداتی و شبیه‌سازی شده برای دوره‌ی اعتبارسنجی در حوضه‌ی گرین

جدول (۲) نتایج آماره‌های مربوط به اعتبارسنجی مدل برای دبی روزانه در حوضه‌ی گرین

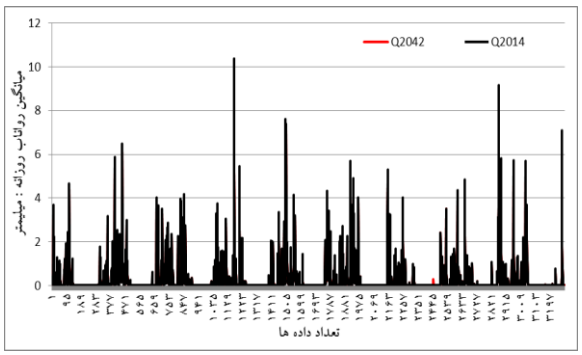
NS	R^2	R-factor	P_factor	MSE	bR2
۰/۶۶	۰/۶۷	۰/۰۴	۰/۳۹	۰/۱۶	۰/۵۱

ـ اثر تغییر کاربری اراضی بر رواناب

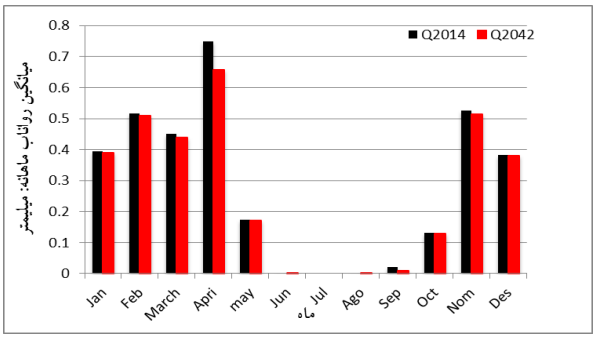
نتایج حاصل از تأثیر تـغییر کاربـری اراضی بر رواناب در شـکل (۸) و (۹) آمده است. با توجه به این نمودارها مشاهده می‌شود که در دوره‌ی ۲۰۴۲ تا ۲۰۵۲ در حوضه‌ی مورد مطالعه میزان رواناب خروجی حوضه نسبت به دوره‌ی ۲۰۰۰ تا۲۰۱۰ کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه در این مرحله از اجرای مدل تمام ورودی‌های مدل غیر از کاربری اراضی ثابت در نظر گرفته شده است می‌توان این کاهش رواناب را ناشی از افزایش مساحت اراضی جنگلی و کاهش مساحت اراضی بدون پوشش دانست. به طور کلی با افزایش کاربری جنگل به علت افزایش میزان نفوذپذیری و آب‌گذری به آبخوان سطحی و عمیق و افزایش تبخیر و تعرق واقعی مقدار رواناب سطحی کاهش یافته است.

جدول (۳) مساحت کاربری اراضی (کیلومتر) سال ۲۰۱۴ و ۲۰۴۲

	جنگل طبیعی	جنگل دست‌کاشت	اراضی مرتعی	اراضی صخره‌ای (بدون پوشش)
۲۰۱۴	۲/۳۵	۰/۸۲	۱۴/۶۳	۳/۲۴
۲۰۴۲	۲/۵۹	۱/۰۵	۱۴/۱۹	۳/۲۰



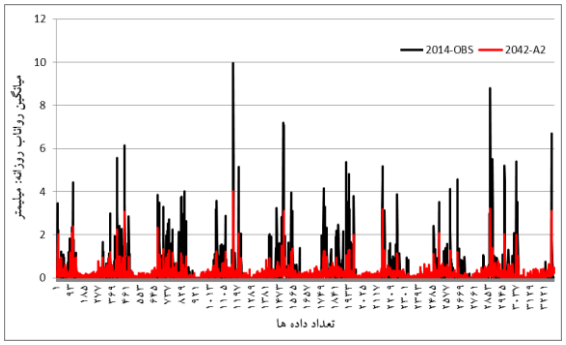
شکل (۸) اثر تغییر کاربری اراضی برمیزان رواناب (مقایسه‌ی دوره‌ی ۲۰۰۰تا۲۰۱۰ با دوره‌ی ۲۰۴۲ تا ۲۰۵۲)



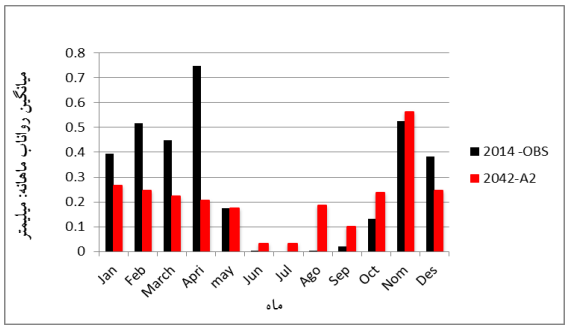
شکل (۹) اثر تغییر کاربری اراضی برمیزان رواناب (مقایسه‌ی دوره‌ی ۲۰۰۰تا۲۰۱۰ با دوره‌ی ۲۰۴۲ تا ۲۰۵۲)

ـ اثر تغییر اقلیم بر رواناب

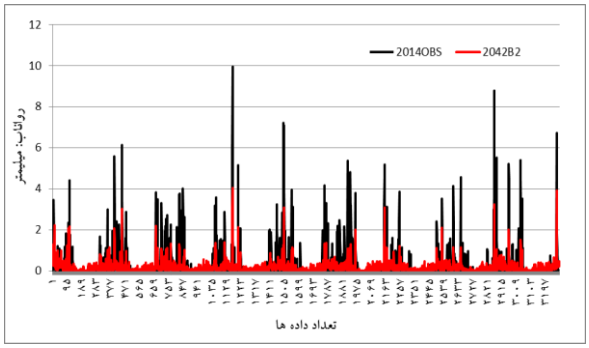
نتایج حاصل از تأثیر تغییر اقلیم بر رواناب در اشکال ۱۰ تا ۱۳ نشان داده شده است که حوضه‌ی مورد مطالعه در دوره‌ی ۲۰۴۲ تا ۲۰۵۲ نسبت به دوره‌ی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ شاهد کاهش رواناب خواهد بود. می‌توان این کاهش میزان رواناب را ناشی از افزایش دما و به دنبال آن افزایش میزان تبخیر و کاهش میزان بارندگی دانست. با توجه به نتایج مربوط به دما، بارندگی و رواناب ماهانه دوره‌ی آتی مشاهده می‌شود که در ماه‌هایی که میزان بارندگی کاهش و دما افزایش یافته میزان رواناب در دوره‌ی آتی نیز کاهش می‌یابد.



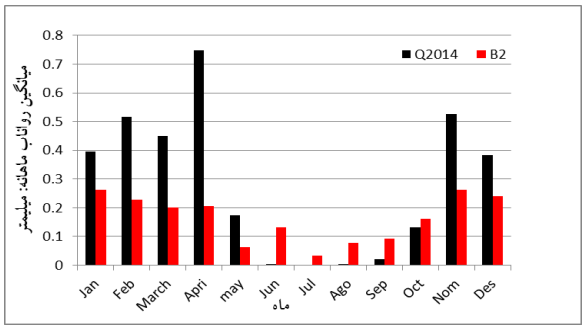
شکل (۱۰) اثر تغییر اقلیم برمیزان رواناب (مقایسه‌ی دوره‌ی ۲۰۰۰تا۲۰۱۰ با دوره‌ی ۲۰۴۲ تا ۲۰۵۲سناریو A2)



شکل (۱۱) اثر تغییر اقلیم برمیزان رواناب (مقایسه‌ی دوره‌ی ۲۰۰۰ تا۲۰۱۰ با دوره‌ی ۲۰۴۲ تا ۲۰۵۲ سناریو A2)



شکل (۱۲) اثر تغییر اقلیم برمیزان رواناب (مقایسه‌ی دوره‌ی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ با دوره‌ی ۲۰۴۲ تا ۲۰۵۲ سناریو B2)



شکل (۱۳) اثر تغییر اقلیم برمیزان رواناب (مقایسه‌ی دوره‌ی ۲۰۰۰ تا۲۰۱۰ با دوره‌ی ۲۰۴۲ تا ۲۰۵۲ سناریو B2)

ـ مقایسه‌ی اثر تغییر کاربری اراضی و اثر تغییر اقلیم در دوره‌ی آتی

با توجه به شکل (۳) مشاهده می‌شود که تغییر کاربری اراضی در دوره‌ی آتی با کاهش مساحت مرتع و اراضی بدون پوشش و افزایش مساحت اراضی جنگلی موجب کاهش میزان رواناب می‌شود و تغییر اقلیم نیز تحت سناریوهای A2 و B2 موجب کاهش میزان رواناب می‌گردد. همچنین مشاهده می‌شود اثر تغییر کاربری اراضی بر کاهش میزان رواناب در دوره‌ی آتی در مقایسه با اثر تغییراقلیم تحت سناریوهای A2 و B2 کمتر بوده و تغییر اقلیم رواناب را به میزان بیشتری کاهش خواهد داد که با نتایج آلاوی و همکاران (۲۰۱۳) و بالوچ و همکاران (۲۰۱۳) مبنی بر تأثیر بیشتر کاربری اراضی بر کاهش دبی مغایرت دارد. از دلایل عمده‌ی این مغایرت می‌توان به تفاوت در شدت تغییر کاربری اراضی و همچنین وسعت اراضی تغییر یافته نسبت داد به‌طوری‌که با توجه به کوهستانی بودن منطقه در حوضه‌ی گرین نسبت به سایـر مناطق که دارای زمین‌های مسطح با کاربری‌های کشاورزی می‌باشند می‌تواند چنین نتیجه‌گیری را بیان نماید که اثر تغییر اقلیم در حوضه‌ی سد گرین نسبت به تغییر کاربری اراضی به شکل محدود به دلیل کوهستانی بودن بیشتر است.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر رواناب حوضه‌ی گرین بیانگر کاهش میزان رواناب به صورت روزانه و ماهانه در این حوضه‌ی است. افـزایش مساحت جنگل و کاهش مساحت مرتع و اراضی بدون پوشش در دوره‌ی آتی یکی از دلایل این مسئله است. همچنین نتایج بررسی اثر تغییر اقلیم بر رواناب حوضه‌ی گرین بیانگر کاهش میزان رواناب به صورت روزانه و ماهانه در این حوضه‌ی آبخیز است. باتوجه به اینکه در هر دو سناریو A2 و B2 میانگین ماهانه دما به خصوص در ماه‌های اول و آخر سال دارای روند افزایشی بوده و میزان بارندگی نیز در بهار و زمستان کاهش یافته، می‌توان این کاهش میزان رواناب را ناشی از افزایش دما که به دنبال آن تبخیر نیز افزایش می‌یابد

و کاهش میزان بارش در این حوضه دانست. با توجه نتایج به دست آمده، مشاهده می‌شود که میانگین رواناب ماهانه در ماه‌هایی که کاهش بارش، ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، آپریل، می و دسامبر کاهش یافته است و در ماه‌هایی که افزایش میزان بارندگی پیش‌بینی شده است مثل ماه‌های ژون، جولای آگوست و سپتامبر میزان رواناب نسبت به دوره‌ی حاضر افزایش خواهد یافت. همچنین مشاهده می‌شود که اثر تغییر کاربری اراضی بر کاهش میزان رواناب در دوره‌ی آتی در مقایسه با اثر تغییراقلیم تحت سناریوهای A2 و B2 کمتر بوده و تغییر اقلیم رواناب را به میزان بیشتری تحت تأثیر قرار داده و کاهش رواناب بیشتر تحت تأثیر تغییر اقلیم است. این نتایج با مطالعه‌ی آلاوی و همکاران (۲۰۱۳) در حوضه‌ی یورسرن در دره‌ی کوه‌های آلپ و بالوچ و همکاران (۲۰۱۳) در حوضه‌ی آبخیز کویسگز در ترکیه مغایرت دارد. با توجه به اطلاعات به دست آمده از این پیش‌بینی‌ها می‌توان در جهت مدیریت درست حوضه‌ی گرین و اتخاذ تدابیر مدیریتی درست و متناسب با شرایط این حوضه‌ی و جلوگیری از تغییرات نا مناسب کاربری اراضی و کاهش خسارات ناشی از پدیده‌ی تغییر اقلیم اقدام کرد.

منابع

ـ ایزدی، محدثه؛ اژدری، خلیل؛ اخوان، سمیرا و صمد امامقلی‌زاده (۱۳۹۲)، **کاربرد مدل SWAT را در شبیه‌سازی دبی رودخانه‌ی شیرین‌دره، اولین همایش ملی چالش‌های منابع آب و کشاورزی**، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان، صص ۷-۱.

ـ ثانی‌خانی، هادی؛ دین‌پژوه، یعقوب؛ پوریوسف، سعید؛ زمانزاده قویدل، سروین و بهاره صولتی (۱۳۹۲)، **بررسی اثرات تغییر اقلیم بر رواناب حوضه‌های آبخیز (مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی آبخیز آجی‌چای در استان آذربایجان‌شرقی)**، نشریه‌ی آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، شماره‌ی ۲۷ (۶)، صص۱۲۳۴-۱۲۲۵.

-Alaoui, A; Willimann, E; Jasper, K; Felder, G; Herger, F; Magnusson, J and Weingartner, R. (2014), **Modelling the effects of land use and climate changes on hydrology in the Ursern Valley**, Switzerland, Hydrol. Process, No. 28, PP.3602–3614.

-Arnold J.G, Srinivasan R, Muttiah R.S, Williams J.R., (1999), **Large area hydrologic modeling and assessment part I: model development**, Journal of the American Water Resource Association, No. 34 (1): PP.73-89.

-Li, K.Y., M.T. Coe, N. Ramankutty & R. De Jong. (2007), **Modeling the hydrological impact of land-use change in West Africa**, Journal of Hydrology, No. 337, PP.258-268.

-Palamuleni, L.G., P.M. Ndomba & H.J. Annegarn (2011), **Evaluating land cover change and its impact on hydrological regime in Upper Shire river catchment, Malawi**, Journal of Regional Environmental Change, No. 11(4), PP.845-855.

-Sikka, A.K., Sarma, J., Sharda, S.V.N., Samraj, P. & Akashmanam, S. (2003), **Low Flow and High Flow Responses to Converting Natural Grassland in to Blugeum (*Eucalyptus Globules*) in Nilgiris Watersheds of South India**, J. of hydrol, No. 270, PP.12-26.

-Steele- Dunne, S., P. Lynch, R. McGrath, T. Semmler, SH. Wang, J. Hanafin and P. Nolan., (2008), **The impacts of climate change on hydrology in Ireland**, J. Hydrol, No. 356, PP.28-45.

-Xu, Z.X., F.F, Zhao., J.Y, Li. (2009), **Response of streamflow to climate change in the headwater catchment of the Yellow River basin**, Quaternary International, No. 208: PP.62-75.