نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۱۰، شماره ۳، ۱۳۹۷، صفحات ۴۲۱-۴۳۱

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 10, Issue 3, 2018, Pages 421-431
DOI: 10.22092/ijwmse.2017.102738.1072

مدل‌سازی ظرفیت‌های آبی حوزه‌های آبخیز استان مرکزی

مریم رستمی[۱]، فرود شریفی*[۲]، محمدحسین مهدیان[۳] و سمانه اروندی[۴]

[۱] دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیز-آب، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، [۲] دانشیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، [۳] استاد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران و [۴] دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۰۱

چکیده

امروزه کشور شاهد رشد و توسعه مدل‌های متعددی برای طراحی سامانه‌های تامین آب، برآورد سیل، مدیریت تخصیص و استفاده منابع آبی، مدیریت هرزآب‌ها و فاضلاب‌ها در مناطق شهری و مدیریت بوم‌سازگان‌های آبی است. شناخت ظرفیت‌های آبی و تقاضا برای آب از مولفه‌های اصلی تصمیم‌گیری برای مدیریت منابع، آبخیزها و پدیده‌هایی نظیرخشک‌سالی به شمار می‌رود. در فضای مدیریت منابع آب‌های سطحی و ریسک خشک‌سالی مناطق مختلف کشور، همچنان فقدان یک سامانه که تصمیم‌گیران را در اتخاذ تصمیمات درست و به موقع پشتیبانی کند، کاملاً مشهود است. برای ایجاد چنین سامانه‌ای، لازم است اقدامات اساسی در خصوص شناخت موضوع و ظرفیت‌های موجود کشور مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند. در این پژوهش، شبیه‌سازی در حوزه‌های آبخیز درجه هفت موجود در استان مرکزی واقع در منطقه اقلیمی نیمه‌خشک با استفاده از اطلاعات بارندگی، تبخیر و دبی و با کمک دو مدل AWBM و SFB انجام و تحلیل شد. استخراج پارامترهای فیزیکی مدل، تبدیل اطلاعات نقطه‌ای بارندگی به اطلاعات منطقه‌ای با استفاده از روش‌های مختلف و معمول، تحلیل اطلاعات تبخیر و محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و تجمیع اطلاعات به‌منظور شبیه-سازی هیدرولوژیکی حوزه‌های آبخیز درجه هفت و برآورد ظرفیت جریان‌های سطحی در این استان از اهداف اصلی این پژوهش محسوب می‌شود. نتایج محاسبه شده و به دست آمده برای واسنجی و اعتبارسنجی دو مدل AWB و SFB در تمامی زیرحوضه‌ها نشان داد که مدل AWBM می‌تواند شبیه‌سازی قابل قبولی نسبت به مدل SFB در شرایط استان مرکزی داشته باشد و مدل SFB با توجه به مقادیر ضریب تعیین و ضریب کارایی به هیچ وجه مناسب تشخیص داده نشد.

واژه‌های کلیدی: اقلیم نیمه‌خشک، ظرفیت‌های آبی، مدل‌های شبیه‌سازی هیدرولوژیکی، مدل‌های AWBM و SFB، مدیریت هرزآب‌ها

مقدمه

روش‌های متعددی برای برآورد رواناب حاصل از بارندگی در حوزه‌های آبخیز وجود دارد. یکی از این روش‌ها استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی است. مدل‌های هیدرولوژیکی این امکان را می‌دهند که با شبیه‌سازی فرایند بارش-رواناب، رواناب حاصل از بارندگی در حوضه‌هایی که جریان رودخانه اندازه‌گیری شده است یا حتی در حوضه‌های بدون آمار یا دارای آمار ناقص با کمینه زمان ممکن و کمترین هزینه

* مسئول مکاتبات: sharifi_f@scwmri.ac.ir

ارزیابی شود (Sharifi و همکاران، ۲۰۰۵). مسائل مربوط به مدل‌سازی به‌عنوان یک روش، در واقع مشکل‌ترین مسائل هیدرولوژی هستند و اغلب از نیاز انسان به کنترل رفتار سامانه‌های هیدرولوژیکی پویا و پیچیده سرچشمه می‌گیرند. اساسا مدل‌سازی در هیدرولوژی بر مبنای توسعه روابط بین پارامترهای اندازه‌گیری شده چرخه هیدرولوژی است که باید از آن‌ها برای حل مسائل علمی و فنی استفاده کرد. مدل‌های هیدرولوژی به‌عنوان ابزاری مهم در مطالعه اقلیم و فرایندهای هیدرولوژیکی قادر به شبیه‌سازی فرایندهای هیدرولوژیکی سطح زمین به‌منظور بهبود مدیریت منابع آب هستند. بنابراین، با توجه به لزوم نگرش سیستمی به حوزه‌های آبخیز و شرایط موجود، به‌خصوص عدم تجهیز مناسب حوضه‌ها و در نتیجه ناقص، ناکافی بودن و یا فقدان آمار، استفاده از مدل در حل مسائل حوزه‌های آبخیز اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. در این راستا، مدل‌هایی را باید به‌کار گرفت که بتوانند با استفاده از آمار موجود و وضعیت حوزه‌های آبخیز هر منطقه، ضمن اطمینان، دقت و کارایی، با صرف کمینه زمان ممکن بهترین نتایج خروجی را ارائه نماید. لازم به توضیح است گرچه مدل‌های زیادی وجود دارد، اما بیشتر آن‌ها به پارامترهایی نیاز دارد که در حوزه‌های آبخیز کشور اندازه‌گیری نمی‌شوند و یا خود مدل‌ها مناسب شرایط ایران نیستند.

رویکرد مدلسازی در سال ۱۹۶۰ با مدل حوزه آبخیز استانفورد آغاز شد. امروزه صدها مدل مبتنی بر مدلسازی تعادل آبی حوزه‌های آبخیز معرفی شده و همچنان هم ارائه می‌شود. دو کاربرد مهم مدل‌های بارش-رواناب، پیش‌بینی سیلاب و شبیه‌سازی فرایندهای هیدرولوژیکی است (Holz، ۲۰۰۱؛ Sharifi، ۱۹۹۷). در دهه‌های گذشته، مطالعات مختلفی بر روی مدل‌ها به‌وسیله محققین صورت گرفته که برخی از بررسی‌های مرتبط با پژوهش پیش رو در ادامه ارائه شده است.

Zarin و همکاران (۲۰۰۸)، در پژوهشی به ارزیابی مدل AWBM در تعدادی از زیرحوضه‌های بلوچستان جنوبی در استان سیستان و بلوچستان پرداختند. بدین منظور داده‌های روزانه بارش، رواناب و تبخیر و تعرق در حوضه‌های یادشده جمع‌آوری شدند. سپس، بارش‌های روزانه به‌کمک روش TPSS به‌صورت منطقه‌ای درآمده، دبی‌های روزانه جمع‌آوری شدند و بعد بارش‌های روزانه به دبی ویژه تبدیل شدند. در مرحله بعدی با استفاده از مدل و با بهینه‌سازی پارامترهای مدل میزان دقت و کارایی مدل در برآورد ضریب همبستگی بین رواناب مشاهده‌ای و برآوردی مورد ارزیابی قرارگرفت. Farzadian و همکاران (۲۰۰۹) شبیه‌سازی فرایند بارش-رواناب در حوضه معرف اروان با استفاده از مدل‌های AWBM و Sacramento را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان می‌دهد که مدل Sacramento با ضریب تعیین R^2 برابر با ۰/۶۵ در مقایسه با مدل AWBM با ضریب تعیین ۰/۴۰ از کارایی بهتری برای تخمین برخوردار بوده است.

Sharifi و Boyd (۱۹۹۴) مدل‌های بارش-رواناب سه پارامتره AWBM و SFB را در استرالیا مقایسه کرده، نتیجه گرفتند که مدل AWBM بهتر از مدل SFB رونا‌ب را شبیه‌سازی می‌کند. Ponce و Shetty (۱۹۹۵) از بارش سالانه و یک مدل بیلان آبی برای شبیه‌سازی تغییرات رواناب و آب پایه در چند حوضه آمریکا، آفریقا، کانادا و هند استفاده کردند. نتایج این بررسی‌ها نشان داد، آستانه شروع رواناب بستگی به اقلیم دارد و میزان آستانه در مناطق نیمه‌خشک بیشتر از مناطق نیمه‌مرطوب است و همچنین، بیشینه رواناب وابسته به شرایط اقلیم هر منطقه بوده، به‌طوری که میزان آن در مناطق نیمه‌خشک بیش از مناطق مرطوب فصلی است. Harremoes و Nielsen (۱۹۹۵) یک مدل ۱۷ پارامتره پیشرفته رواناب را با یک مدل ساده رگرسیون خطی یک پارامتره بارش-رواناب مقایسه کرده، نتیجه گرفتند که وقتی داده‌های مناسب برای مدل‌های پیچیده در اختیار نباشد، همیشه یک مدل ساده‌تر ترجیح داده می‌شود. موفقیت این الگوها به‌علت در نظر گرفتن رواناب ناشی از بارش و محاسبه مجموع آب ورودی با توجه به میزان هدررفت و ذخیره آب در یک حوضه می‌باشد. این امر با اقتباس از اصل بقای جرم، خطاهای بالقوه را محدود می‌کند (Boughton، ۲۰۰۴).

Avenel (۲۰۰۹)، ضمن تحقیقات خود در حوزه آبخیز Fitzory در استرالیا به بررسی مدل بارش

رواناب منطقه نیز پرداخت. او از مدل AWBM استفاده نمود و پارامترهای آن را تعیین و به فرضیات مدل و صحت‌سنجی آن پرداخت و موارد عدم قطعیت را نیز بررسی کرد و در نهایت به این نتیجه رسید که این مدل به‌علت سهل‌الوصول بودن پارامترهای ورودی کاراتر از سایر مدل‌ها می‌باشد. Boughton (۲۰۰۹)، از تدوین‌کنندگان مدل AWBM طی تحقیقی روشی جدید برای واسنجی مدل روزانه بارش-رواناب AWBM با استفاده از داده‌های ۱۸ حوزه آبخیز انجام داد و در نهایت به این نتیجه رسید که روش جدید واسنجی این مدل عاملی بالقوه برای تخمین رواناب از حوضه‌های بدون ایستگاه اندازه‌گیری بوده، خطای کمی دارد. Behmanesh و همکاران (۲۰۱۳)، در مطالعه‌ای دو مدل AWBM و SimHyd را در منطقه نازلوچای استان آذربایجان غربی با هم مقایسه کردند. در نهایت، نتایج نشان‌دهنده کارایی این دو مدل در منطقه مورد مطالعه بود. Salmani و همکاران (۲۰۱۴)، مدل‌های AWBM، Sacrament و Tank را برای شبیه‌سازی رواناب رودخانه اراز کوسه حوزه آبخیز گرگان‌رود مورد مقایسه و ارزیابی قرار دادند. ارزیابی دقت مدل‌ها با شاخص‌های آماری ضریب تبیین (R^2)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب کارایی نش-ساتکلیف (E_{NS}) نشان از موفقیت‌آمیز بودن تمامی مدل‌ها در شبیه‌سازی رواناب روزانه دارد. Rostami Kalaj و همکاران (۲۰۱۶) کارایی مدل‌های بارش-رواناب AWBM، Sacramento، SimHyd، SMAR و Tank را برای شبیه‌سازی رواناب خروجی در حوزه آبخیز نوده واقع در استان گلستان مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد، بهینه‌ساز جستجوی مستقیم در بین سایر بهینه‌سازها نتایج بهتری ارائه می‌کند. مدل AWBM با ضریب ناش ۰/۷۱ برای واسنجی و ۰/۶۳ برای دوره ارزیابی بهترین کارایی را در بین مدل‌ها نشان داد و مدل SMAR با ضریب ناش ۰/۴۱۷ و ۰/۳۳۸ به‌ترتیب برای دوره ارزیابی پایین‌ترین کارایی را داشت.

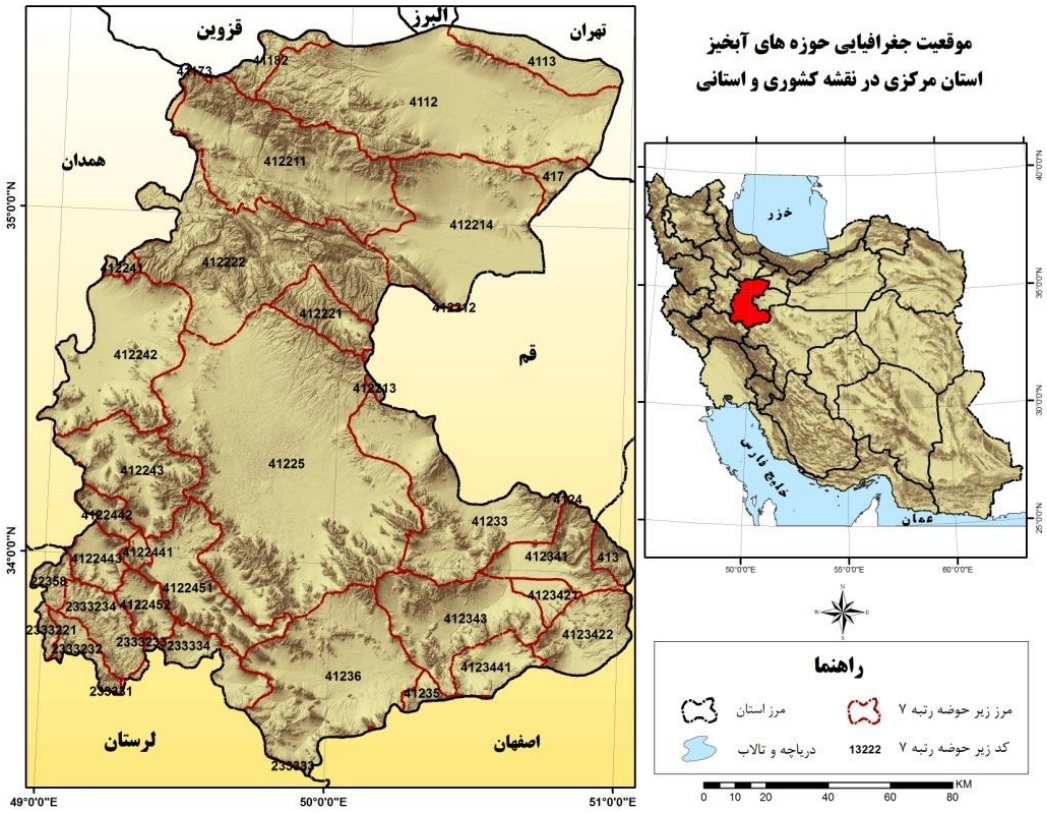
در پژوهش حاضر، شبیه‌سازی در حوزه‌های آبخیز موجود در سطح استان مرکزی واقع در بخش نیمه‌خشک کشور با کمک دو مدل AWBM و SFB انجام و تحلیل شده است. استفاده از این دو مدل با توجه به وجود اطلاعات مورد نیاز آن‌ها در این استان، در صورت مناسب تشخیص دادنشان می‌توانند برای استفاده در زیرحوضه‌های این استان توصیه شوند. استخراج پارامترهای فیزیکی مدل، تبدیل اطلاعات نقطه‌ای بارندگی به اطلاعات منطقه‌ای با استفاده از روش‌های مختلف و معمول، تحلیل اطلاعات تبخیر و محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و تجمیع اطلاعات به‌منظور شبیه‌سازی هیدرولوژیکی حوزه‌های آبخیز و برآورد ظرفیت جریان‌های سطحی در این استان از اهداف اصلی این پژوهش محسوب می‌شود. همچنین، اطلاعات خروجی به تفکیک حوزه‌های آبخیز (تا حوزه‌های آبخیز رتبه هفت) موجود در این استان ارائه خواهد شد. به‌طور کلی مدلسازی حوزه‌های آبخیز می‌توانند به تعیین عملیات آبخیزداری مناسب در حال و آینده کمک کرده، ابزاری برای بهینه‌سازی این عملیات به شمار می‌روند. با استفاده از مدل‌ها اثرات هر گونه عملیات توسعه‌ای در حوزه آبخیز قابل تشخیص بوده، در امر توسعه پایدار با رعایت مسائل اقتصادی-اجتماعی نقش مؤثری دارد. در حقیقت ارزیابی کمی شرایط و عملیات مدیریتی مورد استفاده بر خصوصیات هیدرولوژیک، ضمن صرفه‌جویی در زمان و هزینه، زمینه اجرای شیوه‌های مناسب‌تر و سازگارتر با شرایط آبخیز را فراهم می‌کند (Mostafazadeh و همکاران، ۲۰۱۰).

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های آب و هوایی و جغرافیایی استان مرکزی: استان مرکزی بخشی از فلات مرکزی ایران است که بین رشته کوه‌های البرز و زاگرس و در مجاورت کویر مرکزی بین ′۳۰ °۳۳ تا ′۳۵ °۳۵ عرض شمالی و ′۵۷ °۴۸ تا ′۰۰ °۵۱ طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است و استان‌های هم‌مرز آن شامل در شمال استان‌های تهران و قزوین در جنوب استان‌های اصفهان و لرستان در شرق استان‌های اصفهان و تهران و در غرب استان همدان هستند. مساحت کل استان مرکزی حدود ۲۹۱۵۲ کیلومتر مربع است از لحاظ ویژگی‌های توپوگرافی، ۳۳/۹۱ درصد مساحت آن را کوه‌ها و ۱۴/۹۳ درصد مساحت

آن را تپه‌ها و ۱۳/۷۶ درصد را فلات‌ها و مابقی را دشت‌ها تشکیل می‌دهد.

مرکز این استان شهر اراک و شهرستان‌های تابعه آن ساوه، خمین، محلات، سربند (شازند)، تفرش، دلیجان و آشتیان می‌باشد. شکل ۱، موقعیت استان مرکزی در کشور و حوزه‌های آبخیز تا رتبه هفت موجود در آن را نشان می‌دهد و جدول ۱ هم اطلاعاتی در خصوص زیرحوضه‌های موجود در این استان ارائه می‌کند.



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه درکشور

شبیه‌سازی به‌وسیله مدل AWBM: مدل AWBM که در سال ۱۹۹۳ به‌وسیله بوتون تکمیل شد، یکی از انواع مدل‌های بارش-رواناب است که قادر است رواناب را از بارش روزانه یا ساعتی محاسبه کند. کاربرد نتایج نوع روزانه مدل در مطالعات مدیریت و استحصال آب و نتایج نوع ساعتی برای محاسبات طراحی سیل است. این مدل با تقسیم اثر تغییرپذیری ظرفیت ذخیره حوضه به سه ظرفیت ذخیره (C1، C2 و C3) و برآورد سطوح هر یک از این ظرفیت ذخیره‌ها (A1، A2 و A3)، رواناب حاصل از هر یک از این سطوح را با استفاده از داده‌های روزانه بارش، دبی و تبخیر و تعرق و با کمک بهینه‌سازی پارامترهای آن در حوضه‌ها شبیه‌سازی می‌کند. نتایج حاصل از این مدل در مطالعات پیشین نشان داده که مدل از قابلیت بالایی در پیش‌بینی رواناب برخوردار است.

سه پارامتر این مدل عبارتند از، شاخص جریان پایه[1]، ثابت خشکیدگی روزانه جریان[2] و ظرفیت‌های ذخیره سطحی (c_1، c_2 و c_3) و سطوح متناظر با این ظرفیت‌ها (A_1، A_2 و A_3)، که مدل برای محاسبه این پارامترها از روش رگرسیون چند متغیره خودکار استفاده می‌کند (Boughton، ۲۰۰۲).

مدل برای شبیه‌سازی رواناب به داده‌های بارش روزانه، رواناب روزانه و ماهانه و تبخیر ماهانه در هر حوضه نیاز دارد. پوشه (فایل) ورودی داده‌ها برای استفاده در مدل تبدیل به چهار پوشه بارش روزانه

[1] Base Flow Index (BFI)
[2] Recession Constant (K)

(به‌صورت منطقه‌ای)، تبخیر ماهانه، رواناب روزانه (یا دبی روزانه به‌صورت دبی ویژه بر اساس رابطه (۱) و رواناب ماهانه می‌شود (Boughton، ۲۰۰۲).

$$Q_e = \frac{86.4Q}{A} \qquad (۱)$$

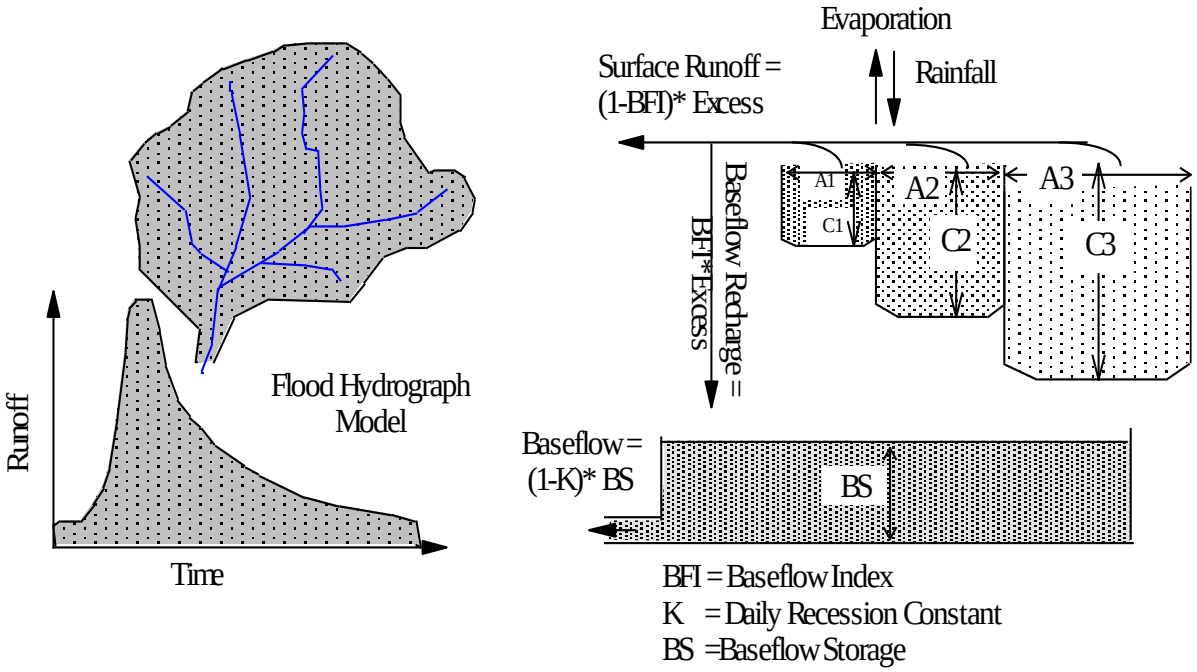
که در آن، Q_e دبی ویژه، Q دبی روزانه (مترمکعب بر ثانیه) و A مساحت حوضه بالادست (کیلومتر مربع) می‌باشد.

جدول ۱- مشخصات زیرحوضه‌های موجود در استان مرکزی

کد زیرحوضه	مختصات جغرافیایی		شیب (٪)	مساحت (km^2)	ارتفاع زیرحوضه (m)
	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی			میانگین
۴۱۳	۵۱/۵	۳۴/۵	۲۷/۷	۶۹۳۹/۸	۲۰۲۵
۴۱۱۲	۵۱/۱	۳۵/۴	۱۲/۰	۳۵۹۱	۱۸۸۹
۴۱۱۳	۵۱/۱	۳۵/۴	۷/۸	۱۳۳۵/۶	۱۴۵۱
۴۱۲۲۵	۴۹/۴	۳۴/۶	۲۰/۲	۵۴۹۱	۲۲۸۴
۴۱۲۳۳	۵۰/۹	۳۴/۶	۱۹/۴	۳۷۱۹/۸	۱۸۸۱
۴۱۲۳۶	۵۰/۳	۳۳/۷	۲۰/۱	۲۱۱۲/۶	۲۲۶۲
۴۱۲۲۱۱	۵۰/۲	۳۳/۰	۱۷/۸	۲۱۳۶/۶	۱۹۵۶
۴۱۲۲۱۴	۵۰/۹	۳۴/۸	۱۲/۲	۳۱۱۱/۴	۱۵۴۸
۴۱۲۲۲۱	۴۹/۹	۳۴/۹	۱۸/۰	۴۲۲/۸	۲۱۳۲
۴۱۲۲۲۲	۵۰/۱	۳۴/۹	۲۲/۰	۲۹۹۶/۶	۱۹۳۰
۴۱۲۲۴۳	۴۹/۲	۳۴/۴	۲۰/۳	۹۹۷/۴	۲۱۶۶
۴۱۲۳۴۱	۵۰/۳	۳۳/۶	۱۵	۵۸۹/۷	۱۸۹۵
۴۱۲۳۴۳	۵۰/۶	۳۴/۰	۱۳/۹	۱۱۷۳/۱	۲۰۵۲
۲۳۳۳۲۳۴	۴۸/۵	۳۵/۰	۱۰/۲	۴۳۶/۶	۲۳۰۹
۴۱۲۲۴۴۱	۴۹/۳	۳۴/۱	۱۸/۷	۷۳/۸	۲۱۸۱
۴۱۲۲۴۴۲	۴۹/۳	۳۴/۰	۱۸/۳	۱۷۲/۴	۲۲۷۳
۴۱۲۲۴۴۳	۴۹/۴	۳۳/۹	۱۵/۱	۲۹۶/۹	۲۳۲۴
۴۱۲۲۴۵۱	۴۹/۱	۳۳/۵	۱۵/۰	۹۰۴/۲	۱۸۸۳
۴۱۲۲۴۵۲	۵۰/۶	۳۴/۰	۱۹/۰	۲۶۷/۳	۲۴۳۱
۴۱۲۳۴۲۱	۵۰/۸	۳۳/۹	۵/۸	۱۷۳/۶	۱۷۶۷
۴۱۲۳۴۲۲	۵۰/۴	۳۳/۷	۱۴/۲	۱۶۰۳/۶	۲۴۱۳
۴۱۲۳۴۴۱	۵۰/۶	۳۳/۶	۷/۲	۴۲۲/۶	۲۰۷۴

شبیه‌سازی بارش و رواناب با استفاده از روش SFBM: مدل SFB رابطه‌ای ساده از بیلان آبی است که در واقع با اصلاحاتی روی مدل بوتون به‌دست آمده است. سه پارامتر در این مدل مورد استفاده قرار گرفته که شامل ظرفیت ذخیره سطحی (s)، میزان نفوذپذیری آب (F) و عامل دبی پایه (Q_b) است. این مدل دو نوع ذخیره رطوبت (شامل ذخیره سطحی و زیرزمینی) را با یکدیگر ترکیب می‌کند. ذخیره سطحی نشان‌دهنده رطوبت روی اندام‌های گیاهی (برگاب) و زهکشی لایه فوقانی خاک است و ذخیره زیرزمینی رطوبت (شامل آب ذخیره شده در سفره‌های زیرزمینی) می‌باشند که از مدل بوتون اقتباس شده‌اند. این مدل می‌تواند برای برآورد مقدار دبی در حوضه‌های دارای آمار و یا فاقد اندازه‌گیری مورد استفاده قرار گرفته و داده‌های بارندگی روزانه و تبخیر و تعرق پتانسیل را تجزیه و تحلیل نماید. این برنامه شامل مدل‌سازی بارش-رواناب روزانه بر اساس مدل SFB بوتون است و شیوه آن به این صورت است که

به‌دنبال روشی برای بهینه‌کردن پارامترهای مدل در هنگامی است که بارش و رواناب هم‌زمان موجود باشند.



شکل ۲- ساختار مدل AWBM2002

این برنامه بارش روزانه و تبخیر را به مقادیر جریان سیلاب با استفاده از پارامترهای بهینه شده تبدیل می‌کند و همچنین، مقادیر سیلاب را تخمین می‌زند. پارامترهای ورودی شامل آمار بارش روزانه (میلی‌متر)، تبخیر تشتک روزانه و یا تبخیرتعرق پتانسیل (میلی‌متر)، مقادیر پارامترهای S (۱۴۰-۱۰ میلی‌متر)، F (۷-۰/۵ میلی‌متر در روز) و B (۱- ۰)، ظرفیت ذخیره لایه فوقانی و تحتانی خاک (میلی‌متر)، ۵۰ درصد از S. برنامه مدل SFB به شش شاخه تقسیم می‌شود که هر شاخه توابعی مختلف از مدل را محاسبه می‌کند، بخش‌های شش‌گانه برنامه شامل تابع رطوبت، تابع رواناب سطحی، تابع دبی پایه، تابع رواناب کل، تابع خطی و تابع زهکشی لایه زیرین خاک است.

در این پژوهش به‌منظور ارزیابی مدل SFB از اطلاعات ایستگاه‌های موجود در زیرحوضه‌های استان مرکزی استفاده شد. داده‌های روزانه بارش، رواناب و تبخیر و تعرق در مدت زمانی حدودا ۲۰ ساله مد نظر قرار گرفت. سپس، بارش‌های روزانه به کمک روش TPSS به‌صورت منطقه‌ای درآمده و دبی‌های روزانه هم به‌صورت دبی ویژه محاسبه شدند. در نهایت، به کمک مدل و با بهینه‌سازی پارامترهای مدل میزان دقت و کارایی مدل در برآورد ضریب همبستگی بین رواناب مشاهده‌ای و برآوردی مورد ارزیابی قرار گرفت.

به‌طور کلی در بررسی و مطالعات هیدرولوژیکی اولین و اساسی‌ترین بخش، وجود اطلاعات پایه از جمله آمارهای هواشناسی، هیدرومتری، نقشه‌ها و مشخصات ایستگاه‌ها است. برای این منظور، آمار و اطلاعات اولیه ایستگاه‌های هیدرومتری موجود جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این راستا، نقشه‌های مورد نیاز حوضه‌ها و زیرحوضه‌های استان مرکزی که با نرم‌افزار GIS تهیه شده بود، مورد استفاده قرار گرفت. مراحل بعدی به شرح ذیل است.

۱- کنترل آمار ایستگاه‌ها و دسته‌بندی آن‌ها براساس سال‌های آماری، ۲- تطویل و تکمیل آمار رواناب ایستگاه‌ها، ۳- ایستگاه‌های هیدرومتری مورد استفاده با حوضه‌های کاری و ۴- انتخاب تابع هدف.

برای قضاوت در مورد دقت پیش‌بینی، معیارهای مختلفی می‌توان در نظر گرفت، ابتدا یک تابع هدف

تعریف می‌شود، این تابع می‌تواند مجموع خطای اندازه‌گیری و پیش‌بینی در یک دوره زمانی باشد. میزان دقت و صحت عمل مدل، با مقایسه مقادیر ماهانه ثبت شده حوضه (Qa) ودبی پیشگویی شده (Qe) سنجیده می‌شود. در زیر توابع هدف مورد استفاده در این پژوهش ارائه شده‌اند.

از توابع معمول مجموع مربعات خطا (SSQ) است که به‌نام روش کنترل مربعات نیز شناخته می‌شود. این تابع با روابط زیر ارائه می‌شود.

$$SSQ=4(Q_e-Q_a)^{**2} \quad (۲)$$

که در آن، Qe دبی برآورد شده مدل (متر مکعب بر ثانیه) و Qa دبی اندازه‌گیری شده (متر مکعب بر ثانیه) است. ضریب تعیین (R-sqr) معمولاً برای سنجش میزان همبستگی بین دو مقدار دبی اندازه‌گیری و برآورد شده به‌کار می‌رود و به شرح زیر است.

$$R\text{-}sqr=\begin{cases}4(Qa-Qa)^{**2}-4(Qa-Qes)^{**2}\}/\\ 4(Qa-Qa)^{**2}\end{cases} \quad (۳)$$

که در آن، Qe دبی برآورد شده مدل (متر مکعب بر ثانیه)، Qa دبی اندازه‌گیری شده مدل (متر مکعب بر ثانیه)، $\overline{Qa}$ میانگین دبی ثبت شده (متر مکعب بر ثانیه) و Qe^* رواناب برآورد شده که از خط همبستگی Qe, Qa به‌دست آمده است.

معیار دیگری به‌نام ضریب کارایی وجود دارد که از رابطه زیر به‌دست می آید.

$$E=\begin{cases}4(Qa-\overline{Qa})^{**2}-4(Qa-Qe)\}/\\ (Qa-Qe)^{**2}\end{cases} \quad (۴)$$

اگر میزان همبستگی بالا باشد، مقادیر E و D به یکدیگر نزدیک خواهند بود.

در این میان، تابع مجموع اختلافات (SSQ) بین مقادیر ماهانه اندازه‌گیری شده و برآورد شده به‌عنوان بهترین تابع برای مطالعه عملکرد مدل انتخاب شد.

نتایج و بحث

شبیه‌سازی بارش و رواناب با استفاده از روش‌های AWBM و SFB: پارامترهای ثابت فروکش جریان پایه (K)، شاخص جریان پایه (BFI)، ظرفیت‌های ذخیره سطحی و سطوح متناظر با ظرفیت ذخیره سطحی که در واقع پارامترهای مدل هستند، به‌وسیله مدل در حوزه‌های آبخیز مورد نظر محاسبه شده و در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به نتایج اعتبارسنجی هر دو مدل و اثبات مناسب‌بودن مدل AWBM نسبت به مدل SFB، شبیه‌سازی با استفاده از مدل AWBM انجام شد که پارامترهای به‌دست آمده از شبیه‌سازی در حوضه‌های موجود منطقه مورد مطالعه و مقایسه نتایج رواناب شبیه‌سازی و مشاهده‌ای در ستون‌های انتهایی جدول ۲ منعکس شده است.

در مجموع زیرحوضه‌های استان مرکزی، سطح A_1 مناطق با کمترین نفوذپذیری معادل ۸۱۲۵/۹ کیلومتر مربع، سطح A_2 مناطقی با نفوذپذیری متوسط معادل ۹۷۷۲/۳ کیلومتر مربع و سطح A_3 مناطقی با نفوذپذیری بیشینه معادل ۲۱۰۷۰/۲ کیلومتر مربع می‌باشد. در نتیجه بیشتر مساحت زیرحوضه‌های این استان از مناطقی با قابلیت نفوذ بیشینه پوشیده شده است. همان‌طور که به وضوح از جدول ۲ استنباط می‌شود، در زیرحوضه‌هایی چون ۴۱۱۲، ۴۱۱۳ و ۴۱۲۳۴۳ که A_3 بالاترین مقدار را دارد، مقادیر رواناب مشاهده‌ای و شبیه‌سازی شده کمترین میزان را دارا می‌باشند.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی تعداد مدل‌های ارائه شده در مناطق مرطوب بیش از مناطق خشک و نیمه‌خشک بوده است، چون در مناطق خشک فقط داده‌های ثبت شده سیلاب‌های فصلی و ناگهانی موجود است (Lang و همکاران، ۱۹۹۹). بنابراین پیشنهاد مدلی با دقت قابل قبول برای این مناطق مهم می‌کند. از طرفی با توجه به تعدد مدل‌های هیدرولوژیکی، انتخاب مناسب‌ترین مدل برای هر منطقه کاری دشوار است. مدل‌هایی که با در نظر گرفتن کمبود و نواقص آمار طولانی‌مدت و دقیق بتوانند نتایج قابل قبولی را ارائه دهند، می‌توانند به‌عنوان ابزاری قابل اتکا در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی مورد استفاده و بهره‌برداری قرار گیرند.

جدول ۲- پارامترهای واسنجی شده و نتایج اعتبارسنجی مدل در زیرحوضه‌های مورد مطالعه استان مرکزی

کد زیرحوضه	نتایج واسنجی مدل (پارامترهای بهینه مدل AWBM)													نتایج اعتبار سنجی		پارامترهای بهینه مدل SFB			نتایج اعتبار سنجی		پارامترهای دبی	
	K	BFI	A3	C3	A2	C2	A1	C1	Cave	R-sqr	E	B	F	S	R-sqr	E	SSQ	Q_{est}	Q_{act}
۴۱۳	۰/۹۹۸	۰/۷۳	۰/۲۲۲	۵۶۷	۰/۴۴۷	۴۸۸	۰/۳۳۱	۴	۳۴۵	۰/۸۵	۰/۴۲	۰/۷۲	۷/۵۶	۷۱/۷۰	۰/۱۴	-۰/۳۲	۵۹۹۶	۱۰۴۹	۱۱۷۰
۴۱۳	۰/۹۹۷	۰/۷۵	۰/۰۱۹	۲۱۰	۰/۷۸۱	۱۹۲	۰/۲	۵	۱۵۵	۰/۷۵	۰/۵۷	۰/۲۸	۹/۴۸	۴۳/۳۸	۰/۰۲	-۰/۸۲	۲۰۸۱	۴۴۷	۶۶۷
۴۱۱۲	۰/۹۹۸	۰/۰۱	۰/۸۸	۲۲۰	۰/۰۵۷	۱۸۰	۰/۰۶۵	۱۵۰	۲۱۳	۰/۹۹	۰/۸۹	۰/۰۰	۱/۶۰	۱۶/۰۰	۰/۰۱	-۰/۱۵	۱۰۴۰۸	۴۳	۴۱
۴۱۱۳	۰/۹۹۰	۰/۳۵	۰/۸۶	۲۴۵	۰/۱۳۲	۲۲۱	۰/۰۰۷	۵	۲۴۱	۰/۹۹	۰/۷۴	۲/۲۴	۳/۹۰	۵۹/۷۰	۰/۰۰	-۵/۲۶	۳۳۸	۳۵	۴۵
۴۱۲۲۵	۰/۲۶	۰/۱۴	۰/۳۴۱	۱۲۰	۰/۱۲۶	۵۸	۰/۵۵	۶	۶۹	۰/۹۷	۰/۶۴	۰/۱۰	۱/۲۹	۲۵/۹۲	۰/۰۵	۰/۰۵	۱۴۰۳۷۷	۳۰/۶	۱۹
۴۱۲۳۳	۰/۹۹۴	۰/۵۴۳	۰/۶۰۵	۲۴۰	۰/۳۳۴	۱۶۰	۰/۰۶۱	۱۰	۱۹۹	۰/۹۸	۰/۴۴	۰/۳۰	۷/۰۰	۱۲۲/۱۷	۰/۰۵	۰/۰۴	۳۲۳۱	۱۷۸	۲۶۷
۴۱۲۳۳	۰/۹۹۱	۰/۶۵۱	۰/۷۹۴	۱۴۰	۰/۱۷۵	۴۰	۰/۰۳۱	۲۰	۱۱۹	۰/۹۹	۰/۸۷	۰/۴۰	۵/۰۰	۱۱۱/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۸	۳۴۵۶	۲۸/۵	۲۹
۴۱۲۳۳	۰/۹۹	۰/۵۴۲	۰/۳۴۲	۲۰۰	۰/۵۳۸	۱۲۰	۰/۱۲	۲۰	۱۳۵	۰/۹۶	۰/۷۳	۰/۲۴	۴/۲۵	۹۸/۹۷	۰/۰۵	-۰/۰۷	۱۲۹۴	۳۳۵	۳۸۱
۴۱۲۳۶	۰/۹۹۴	۰/۴۷۴	۰/۳۰۸	۲۸۰	۰/۵۲۸	۲۴۰	۰/۱۶۴	۱۰	۲۱۵	۰/۹۶	۰/۵۶	۰/۵۲	۴/۷۰	۱۰۱/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۰	۸۲۹۳	۳۱۴/۶	۳۳۹
۴۱۲۳۶	۰/۹۹	۰/۵۶	۰/۶۷۴	۲۷۴	۰/۱۸۷	۱۹۳	۰/۱۳۹	۱۵	۱۶۶	۰/۹۷	۰/۸۵	۰/۱۸	۴/۸۳	۱۳۸/۲۹	۰/۰۱	-۰/۱۷	۱۰۷۳	۱۷۸	۱۸۸/۷
۴۱۲۲۱۱	۰/۹۸۸	۰/۶۳	۰/۴۲۸	۲۰۳	۰/۴۰۱	۱۴۰	۰/۱۷۱	۷	۱۴۴	۰/۹۴	۰/۷۵	۰/۴۰	۴/۰۰	۶۱/۶۶	۰/۰۷	-۰/۰۴	۳۵۲۰	۵۵۶	۵۸۴
۴۱۲۲۱۱	۰/۹۹۳	۰/۵۸	۰/۸۳۷	۴۳۳	۰/۰۲۶	۱۶۱	۰/۱۳۷	۲	۳۶۷	۰/۹۸	۰/۴۳	۱/۰۰	۵/۴۰	۵۶/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۵	۴۵۶۳	۹۸۴	۹۶۱
۴۱۲۲۱۴	۰/۹۸۱	۰/۵	۰/۹۱۸	۱۲۰	۰/۰۳۶	۴۰	۰/۰۴۶	۱۰	۱۱۲	۰/۹۹	۰/۹۲	۰/۱۶	۳/۸۷	۱۱۰/۲۰	۰/۰۰	-۰/۱۸	۷۱۸	۱۳۱	۱۵۲/۸
۴۱۲۲۲۱	۰/۹۹۴	۰/۴۶	۰/۱۴۹	۲۴۸	۰/۸۱۹	۱۸۶	۰/۰۳۲	۱۵	۱۹۰	۰/۹۷	۰/۷۴	۰/۳۷	۲/۹۶	۶۷/۴۱	۰/۴۳	۰/۴۳	۲۱۷۰	۳۳۷	۳۶۷
۴۱۲۲۲۲	۰/۹۷۸	۰/۵۸	۰/۷۴۳	۱۶۵	۰/۱۶۸	۱۲۴	۰/۰۸۹	۱۰	۱۴۴	۰/۹۹	۰/۶۲	۰/۲۷	۴/۰۴	۹۸/۱۸	۰/۲۰	۰/۱۶	۶۲۹	۱۸۱	۱۹۸
۴۱۲۲۲۲	۰/۹۹۶	۰/۶۲	۰/۸۵۳	۲۳۴	۰/۰۶۵	۱۳۲	۰/۰۸۲	۱۰	۲۰۹	۰/۹۹	۰/۳۱	۰/۲۰	۵/۳۰	۱۰۶/۴۸	۰/۰۵	۰/۰۶	۱۰۸۹	۲۲۰/۲	۲۵۲/۵
۴۱۲۲۲۲	۰/۹۹۸	۰/۵۹	۰/۵۰۲	۲۳۴	۰/۳۸۸	۱۵۲	۰/۱۱	۱۵	۱۷۷	۰/۹۸	۰/۶۵	۰/۲۵	۸/۵۵	۸۷/۳۸	۰/۰۷	۰/۰۱	۲۳۵۵	۳۲۶/۲	۳۴۳/۳
۴۱۲۲۴۳	۰/۹۹۴	۰/۵۹	۰/۷۰۵	۳۳۱	۰/۰۸۷	۳۱۰	۰/۲۰۸	۱۰	۲۶۲	۰/۹۶	۰/۴۲	۰/۳۵	۴/۸۱	۶۵/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۵	۱۱۲۵۱	۵۴۷	۵۶۷/۵
۴۱۲۳۴۱	۰/۵۷	۰/۳	۰/۳۷۵	۱۳۳	۰/۱۳۹	۶۴	۰/۵	۶	۷۴	۰/۸۶	۰/۳۹	۰/۲۱	۲/۷۷	۵۵/۶۳	۰/۱۳	۰/۰۷	۱۶۲	۱۲	۳
۴۱۲۳۴۳	۰/۹۹۲	۰/۶۲	۰/۸۶۱	۱۷۳	۰/۱	۱۱۱	۰/۰۳۹	۵	۱۶۰	۰/۹۷	۰/۷۶	۰/۳۳	۳/۰۶	۱۱۶/۰۰	۰/۱۳	۰/۰۳	۱۷۸	۶۰/۶	۵۸/۴
۲۳۳۳۲۳۴	۰/۹۹	۰/۵۹	۰/۳۳۹	۴۸۷	۰/۴۱	۳۳۵	۰/۲۲۳	۶	۲۹۲	۰/۹۹	۰/۵۹	۰/۹۱	۱۲/۵۰	۶۵/۹۸	۰/۱۴	-۰/۰۸	۶۱۵۶۲	۵۴	۶۵

ادامه جدول ۲- پارامترهای واسنجی شده و نتایج اعتبارسنجی مدل در زیرحوضه‌های مورد مطالعه استان مرکزی

کد زیرحوضه	نتایج واسنجی مدل (پارامترهای بهینه مدل AWBM)											پارامترهای بهینه مدل SFB			نتایج اعتبار سنجی		پارامترهای دبی	
	K	BFI	A3	C3	A2	C2	A1	C1	Cave	R-sqr	E	B	F	S	R-sqr	E	SSQ	Q_{est}	Q_{act}
۴۱۲۲۴۴۱	۰/۶۷	۰/۳	۰/۳۸۱	۱۳۵	۰/۱۴۱	۶۵	۰/۵۱	۴	۷۱	۰/۹۷	۰/۴۸	۰/۲۱	۲/۸۰	۵۶/۷۴	۰/۴۱	۰/۱۳	۵۶۳۲	۴۳	۳۱
۴۱۲۲۴۴۲	۰/۵۷	۰/۳	۰/۳۷۹	۱۳۴	۰/۱۴۲	۶۵	۰/۵	۶	۷۳	۰/۹۵	۰/۴۲	۰/۲۱	۲/۷۹	۵۶/۱۲	۰/۱۴	-۰/۰۴	۲۶۴۸۸۱	۹۱	۸۵
۴۱۲۲۴۴۳	۰/۹۷	۰/۴۷	۰/۳۲۵	۱۰۰	۰/۲۹۷	۶۰	۰/۳۷۷	۱۰	۵۹	۰/۸۹	۰/۷۱	۰/۷۴	۳/۳۰	۹۸/۰۰	۰/۱۵	۰/۰۴	۳۴۲۵۱۱	۶۴	۴۰
۴۱۲۲۴۵۱	۰/۵۸	۰/۳	۰/۳۴۷	۱۳۲	۰/۱۳۳	۶۴	۰/۵	۶	۶۹	۰/۸۸	۰/۵۶	۰/۲۱	۲/۷۵	۵۵/۲۶	۰/۰۸	۰/۰۵	۳۴۷۶۵	۱۹	۳۳
۴۱۲۲۴۵۲	۰/۵۷	۰/۳۱	۰/۵۷۵	۱۳۴	۰/۲۴	۶۵	۰/۱۷	۶	۸۰	۰/۹۹	۰/۴۸	۰/۲۱	۷/۸۹	۵۶/۰۱	۰/۰۵	۰/۴۹	۱۶/۳	۳۶	۶۱
۴۱۲۳۴۲۱	۰/۵۷	۰/۳	۰/۵۷۴	۱۳۴	۰/۲۴۱	۶۵	۰/۱۹	۶	۷۱	۰/۹۷	۰/۳۹	۰/۲۱	۲/۷۹	۱۱۲	۰/۰۷	۰/۰۳	۱۳۱۵۱۳	۵۱	۸۰
۴۱۲۳۴۲۲	۱/۰۰	۰/۳۶	۰/۹۹	۴۰۰	۰/۰۰۵	۳۸۰	۰/۰۰۴	۱۰	۲۶۵	۰/۹۳	۰/۸۱	۰/۶۵	۲/۵	۵۵/۳۳	۰/۰۲	-۰/۱۸	۲۶۹۰۴	۶	۲
۴۱۲۳۴۴۱	۰/۵۷	۰/۳۲	۰/۳۷۷	۱۳۳	۰/۱۴	۶۴	۰/۵	۶	۶۹	۰/۹۷	۰/۴۷	۰/۳۱	۲/۷۳	۵۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۲	۱۵۷۹۴/۶	۲۹	۴۴

اطلاعات کدهای تکراری مربوط به ایستگاه‌های مختلف موجود در زیرحوضه مورد نظر می‌باشد.

صحت و دقت هر مدل بستگی به مفروضات مدل دارد، لذا امکان تهیه مدل‌هایی با دقت‌های متفاوت وجود دارد (Afshar، ۱۹۸۵). هر مدل بسته به ساده یا پیچیده بودن، نیاز به یکسری داده‌های ورودی و خروجی برای واسنجی و نیاز به یکسری داده‌های خروجی مشاهده‌ای برای بررسی درستی ساختمان مدل دارد (Telvari، ۱۹۹۶). واسنجی مدل‌های بارش-رواناب از مباحث مهم در شبیه‌سازی سیلاب به شمار می‌رود که در آن یک مقدار مشخص برای پارامترهای مدل به‌عنوان پارامترهای بهینه تعیین می-شود (Sherafati، ۲۰۱۶). نتایج محاسبه شده و به‌دست آمده برای واسنجی و اعتبارسنجی دو مدل AWBM و SFB در تمامی زیرحوضه‌ها نشان داد که مدل AWBM می‌تواند شبیه‌سازی قابل قبولی نسبت به مدل SFB در شرایط استان مرکزی داشته باشد و مدل SFB با توجه به مقادیر ضریب تعیین و ضریب کارایی به هیچ وجه مناسب تشخیص داده نشد. در صورتی که مقادیر اعتبارسنجی مدل AWBM با دامنه تغییرات ۰/۷۵ تا ۰/۹۹ برای ضریب تعیین و دامنه تغییرات ۰/۳۱ تا ۰/۹۲ برای ضریب کارایی در بین ۲۹ زیرحوضه موجود مورد بررسی در استان مرکزی اثبات می‌کند که این مدل قادر است با اطلاعات قابل دسترس، پاسخ حوضه‌های فاقد آمار (یا با آمار کوتاه مدت) را در دبی‌های کم، متوسط و بالا با دقت قابل قبولی محاسبه کرده و در نتیجه از قابلیت خوبی در طراحی و پژوهش برخوردار باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از طرح تحقیقاتی مصوب پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری می‌باشد. بدین‌وسیله از همکاران و مدیران پژوهشکده به‌خاطر تامین منابع مالی و مشاوره‌های علمی قدردانی می-شود.

منابع مورد استفاده

1. Afshar, A. 1985. Engineering hydrology. Print of University Press Center, 459 pages (in Persian).
2. Arnhjerg-Nielsen, K. and P. Harremoes. 1995. Prediction of hydrological reduction factor and initial loss in urban surface runoff from small ungauged catchments. Atmospheric Research, 42: 137-147.
3. Behmanesh, J., A. Jabari, M. Montaseri and H. Rezaei. 2014. Comparing AWBM and SimHyd models in rainfall-runoff modeling, case study: Nazlou Chay catchment in west Azerbaijan. Geography and Environmental Planning Journal, 52: 155-168 (in Persian).
4. Boughton, W.C. and O. Droop. 2003. Continuous simulation for design flood estimation. 28th International Hydrology and Water Resources Symposium: About Water, Symposium Proceedings.
5. Boughton, W. 2005. Catchment Water Balance Modelling in Australia 1960-2004. Agricultural Water Management, 71: 91-116.
6. Boughton, W. 2009. A new approach to calibration of the catchments. Journal of Hydrology Engineering, 14: 562-574.
7. Farzadian, A., M. Bayat, F. Bazrafshan and Y. Faramarzi. 2010. Simulation using AWBM and Sacramento rainfall-runoff models. The 2nd National Conference on Integrated Water Resource Management.
8. Holz, A., B. Connelly, D. Braatz, T. Hogue and D. Boyle. 2000. Comparing various methods for the regionalization of model parameters in the Sacramento soil moisture accounting model and snow accumulation and ablation model. 15th Conference on Hydrology, Session: Data, Modeling and Analysis in Hydrometeorology. Princeton University, USA.
9. Lang, J.A., P. Schick and C. Leibundgut. 1999. A Noncalibrated rainfall-runoff model for large, arid catchments. Water Resource Research, 35: 2126-2177.
10. Mostafazadeh, R., A. Sadoddin, A. Bahremand, S.H. Vahedbordi and H. Nazarnejad. 2010. Assessing hydrological effects of Jafar Abad watershed management project in Golestan province using HEC-HMS model. Watershed Engineering and Management, 2: 83-93 (in Persian).
11. Ponce, V.M. and A.V. Shetty. 1995. A conceptual model of catchments water balance: 2 Application of Runoff and Base flow Modeling. Hydrology, 173: 41-50.
12. Rostami Khalaj, M., A. Moghaddamnia, H. Salmani and A. Sepahvand. 2016. Efficiency evaluation of rainfall-runoff models (AWBM, Sacramento, SimHyd, SMAR and Tank). Natural Ecosystems of Iran, 2: 47-63 (in Persian).
13. Salmani, H., A. Bahremand, K. Saberchenari, M. Rostami Khalaj. 2014. Evaluation of the efficiency of AWBM, Sacramento and Tank rainfall runoff model in runoff simulation in Arazkoose

Hydrometric station in Goorganrood Basin, Golestan porovince. Ecohydrology, 3: 207-221 (in Persian).

14. Sharifi, F., J. Namdorost and H. Zarin. 2006. Evaluation of AWBM rainfall runoff model in some sub-basins of Karoon basin. The 1st Regional Conference on Water Resources Exploitation in Karoon River Basins (Opportunities and Challenges) (in Persian).
15. Sharifi, F. 1997. Evaluation of three continuous rainfall-runoff models, a new approach. Proceedings of the 8th International Conference on Rainwater Catchments Systems, 416-432.
16. Sharifi, F. and M.J. Boyd. 1994. A comparison of the SFB and AWBM rainfall-runoff models. 25th Congress of the International Association of Hydrogeologists/International Hydrology and Water Resources Symposium of the Insitution of Engineers. Australia. ADELAIDE. 21-25 November. 491- 495.
17. Sherafati, A. 2016. Stochastic calibration of HEC-1 model parameters using SUFI algorithm. Watershed Engineering and Management, 9: 87-96 (in Persian).
18. Telvari, A. 1996. Hydrologic models in plain language. Print of Forests and Rangelands Research Institute, 118 pages (in Persian).
19. Zarin, H., A.R. Moghaddamnia, J. Namdorost and A. Mosaed. 2013. Simulation of outlet runoff in ungauged catchments by using AWBM Rainfall-Runoff Model. Water and Soil Conservation, 20: 195-208 (in Persian).

DOI: 10.22092/ijwmse.2017.102738.1072

Modeling basin water yield in Markazi province

Maryam Rostami[1], Forood Sharifi[*2], Mohammad Hossein Mahdian[3] and Samaneh Arvandi[4]

[1] PhD Student, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Tehran University, Iran, [2] Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, [3] Professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran and [4] PhD Student, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari University, Iran

Received: 03 January 2017 Accepted: 22 June 2017

Abstract

Nowadays, we see the growth and development of several models for the design of water supply systems, flood estimation, allocation and use of water resources, runoff and wastewater management in urban areas and management of aquatic ecosystems. Understanding the water yield and water demand is one of the main components of decision making for the management of resources, watersheds and phenomena such as drought. The lack of a system that supports correct decision making and timely decisions is entirely evident for management of surface waters and drought risk in the country. For creating of fetus system, it is necessary reviewing and assessing the water yield in the country. In this study, the 7th order basin in the Markazi province, that is located in the semi-arid climate, are simulated and analyzed with using rainfall, evaporation and discharge data by using of AWBM and SFB models. The main objectives of this research are included of extracting physical parameters of the model, conversion of rainfall point data into regional data using different methods and routine, analysis of calculated evaporation and evapotranspiration and aggregated of data for simulating the 7th order basin and estimation of potential surface water yield Markazi province.

Key words: Runoff and wastewater management, Hydrologic simulation models, Semi-arid climate, Waters yield, AWBM and SFB models

[*] Corresponding author: sharifi_f@scwmri.ac.ir