Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

جغرافیـــا و برنامـــه‌ریـــزی محیطـــی
سال ٢٤، پیـاپی ٥٢، شـماره ٤، زمسـتان ١٣٩٢

مقایسه مدل‌های AWBM و SimHyd در مدل سازی بارش – رواناب (مطالعه موردی: حوضه آبریز نازلو چای استان آذربایجان غربی)

جـــواد بهمـــنش: دانشـــیار مهندســـی آب، دانشـــگاه ارومیـــه، ارومیـــه، ایـــران *
آناهیتـــا جبـــاری: کارشـــناس ارشـــد ســـازه هـــای آبـــی، دانشـــگاه ارومیـــه، ارومیـــه، ایـــران
مجیـــد منتصـــری: دانشـــیار مهندســـی آب، دانشـــگاه ارومیـــه، ارومیـــه، ایـــران
حســـین رضـــایی:دانشـــیار مهندســـی آب، دانشـــگاه ارومیـــه، ارومیـــه، ایـــران

وصـول: ١٣٩١/٢/٢٠ پـذیرش: ١٣٩١/٦/٢٢، صص ١٦٨-١٥٥

چکیده

مدل‌سازی بارش – رواناب یک منطقه، یکی از مهمترین تحقیقات هیدرولوژیک در علوم مهندسی آب است. با پیشـرفت علوم، امروزه این مهم به صورت کامپیوتری انجام می‌شود و در این میان مدل‌های بسـیاری ایجـاد شـده‌انـد. در ایـن مطالعـه حوضه آبریز نازلوچای واقع در استان آذربایجان‌غربی مورد بررسی قرار گرفت و با داده‌هـایی نظیـر بـارش و تبخیـر-تعـرق، رواناب روزانه در خروجی حوضه مورد بررسی به دست آمد. رابطه بارش و جریان در حوضه نازلو چای بر مبنای مدل‌هـای کامپیوتری مدل‌سازی شد. سه ایستگاه کریم آباد، تپیک و مرز سرو درون حوضه انتخـاب شـدند. طـول دوره آمـاری در ایـن تحقیق ١٠ سال بود. مـدل‌هـای AWBM(Australian Water Balance Model) و SimHyd(Simple Hydrology) جهـت ایـن تحقیق انتخاب گردیدند. این مدل‌ها در نرم افزار RRL(Rainfall Runoff Library) موجود و برای بدست آوردن روابط بارش رواناب حوضه طراحی شده‌اند. آماده سازی داده‌ها در نرم افزار Arc GIS 9.3 انجـام شـد. مجمـوع ٢٢٤ واسـنجی و صـحت سنجی برای هر مدل انجام و در نهایت پارامترهای مدل بهینه گردیدند. آنالیز حساسیت نیز برای درک حساسیت مدل به تغییر پارامترها انجام گردید. اثر تغییر پارامترها بر روی نتایج مدل با آنالیز حساسیت روشن شد. هدف از این تحقیـق، بهینـه کـردن پارامترهای مدلهای انتخابی، تعیین روان آب ناشی از بارش و محاسبه جریان خروجی در دوره‌های زمانی مختلف در خروجی حوضه آبریز نازلوچای بود. کارایی مدل‌ها برای مقایسه بین مقادیر تولید شده با مقادیر مشاهداتی مورد بررسی قرار گرفـت و در این راستا شاخص‌های کارایی نظیر معیار ناش (Nash-Sutcliffe) و ضریب (R^2) مورد اسـتفاده قـرار گرفـت. در نهایـت، نتایج نشان داد که مدلها، تطبیق قابل قبولی با شرایط منطقه مورد مطالعه دارند.

واژه‌های کلیدی: بارش رواناب – ضریب کارائی ناش – حوضه نازلوچای- آنالیز حساسیت – SimHyd -AWBM

مقدمه

امروزه آب این منبع حیات‌بخش، به عنوان یکی از سه عامل تشکیل و بقای محیط‌زیست (خاک، هـوا و آب) بیش از هر زمان دیگر مورد توجه مـی‌باشـد. در کنـار استفاده از مجموعه مـدل‌هـای موجـود، فرصـت‌هـا و چالش‌های بسیاری فرا روی مدیران و برنامه‌ریزان قرار

*نویسنده مسؤول: E-mail: j.behmanesh@urmia.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

دارد که با شناخت آنها و استفاده درست و بجا از آنها می‌توانند گام‌های بسیار موثری در استفاده هرچه بیشتر از دانش روز و به کارگیری آن در خدمت تامین آب، این نیاز اصلی بشر، بردارند(کار آموز و همکاران ۱۳۸٦، ۱۲-۱). روش‌های متعددی در شبیه‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیک حوضه‌های آبریز با پیشرفت در علوم زمین ارائه گردیده است. از آنجاییکه در حوضه‌های آبریز امکان اندازه‌گیری تمام کمیت‌های مورد نیاز جهت بررسی عکس‌العمل حوضه میسر نمی‌باشد، لذا انتخاب مدلی که بتواند در عین سادگی ساختار و با استفاده از حداقل اطلاعات ورودی، پیش-بینی با دقت مورد نظر را ارائه کند، امری ضروری است(شریفی و همکاران ۱۳۸۳،٤۲-۳۵). از طریق رابطه‌ی حجم رواناب و بارش می‌توان با شناخت بارش‌ها، جریان‌های سیلابی و کل حجم جریان را تخمین زد. تخمین صحیح جریان رودخانه در مسائل مربوط به مدیریت آب، مصارف کشاورزی، ذخیره آب و خسارات ناشی از سیل کمک شایانی می کند(کاظمی‌نیا و همکاران ۱۳۸۵، ۹٤-۷۹). بوگتون[1](۲۰۰۹، ۵٦۲) از تدوین کنندگان مدل AWBM طی تحقیقی روشی جدید برای واسنجی مدل روزانه بارش رواناب AWBM با استفاده از داده-های ۱۸ حوضه آبریز 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 و خطای کمی دارد. واتس[2](۲۰۰۵، ٤۸) در گزارشی به مدل‌سازی بارش رواناب روزانه رودخانه پرداخت. مطالعه او شامل آنالیز بارش برای حوضه رودخانه، واسنجی و صحت سنجی مدل بارش – رواناب و آنالیزهای فراوانی سیلاب بود. او نیز در انجام تحقیقات خود از مدل AWBM استفاده نمود. برای مدل‌سازی، حوضه مربوط به رودخانه را به ۱۷ زیر حوضه تقسیم کرد. در نهایت با توجه به نتایج مدل‌سازی برای برنامه‌ریزی به هنگام در مورد جلوگیری از خطرات سیلاب تصمیم-گیری کرد. آونل[3](۲۰۰۹، ۸٤) ضمن تحقیقات خود در حوضه آبریز 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 صحت سنجی آن پرداخت و موارد عدم قطعیت را نیز بررسی نمود و در نهایت به این نتیجه رسید که این مدل به علت سهل الوصول بودن پارامتر-های ورودی کاراتر از سایر مدل‌ها می‌باشد. یانگ[4](۲۰۰۹، ۳۵۸۳-۳۵۷۷) در مقاله‌ای با مدل‌سازی جامع خروجی حوضه از مزایای مدل‌سازی بارش – رواناب بهره برد و پارامترهای مدل را در منطقه به دست آورد. وبر[5](۲۰۰۷، ۱۸) در تحقیقی پیرامون یک حوضه از مدل SimHyd استفاده کرده و در ارائه گزارش به این نکته اشاره می کند که کاربرد این مدل برای حوضه‌هایی که دارای ترکیبی از اراضی شهری و اراضی کشاورزی می‌باشند، مناسب است. در مورد اخیر پژوهشگرانی چون چو و همکاران[6] (۲۰۰۲، ۵۹)نیز تحقیقاتی انجام داده‌اند و حوضه‌هایی که مدل بارش رواناب SimHyd در آنها عملکرد بهتری دارد را معرفی نموده‌اند. در مطالعه‌ای دیگر اِن جانز و

[1] Boughton
[2] Watts
[3] Avenel
[4] Yang
[5] Weber
[6] Chiew

Arhive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

همکاران[1](۲۰۰٤، ۳۱) در تحقیقی با عنوان تحلیل حساسیت متوسط رواناب سالانه به تغییرات اقلیم، تغییر در درصد متوسط رواناب را که ناشی از تغییرات اقلیمی بوده است به کمک دو مدل توده‌ای بارش – رواناب SimHyd و AWBM تخمین زد. این تغییرات در ۲۲ حوضه آبریز در استرالیا که تنوع اقلیمی سرد تا گرم و مرطوب تا خشک را تحت پوشش قرار می دهند ارزیابی شد. نتایج نشان داد که مدل‌ها حساسیت‌های متفاوتی به تغییرات بارش و تبخیر پتانسیل نشان می دهند و از نتایج این تحقیق میتوان در آنالیز حساسیت مدل‌های فوق در اقلیم‌های گوناگون بهره برد. میشرا[2] و همکاران(۲۰۰۹، ۱۰) برای بدست آوردن داده‌های شبیه‌سازی شده رواناب از مدل SimHyd استفاده کردند و نتایج نشان داد که عملکرد مدل فوق در منطقه در صورت وجود داده-های قابل اعتماد بسیار رضایت‌بخش است. در گزارش پیش‌بینی رواناب در آینده در جنوب شرقی استرالیا که توسط پراد[3] و همکاران(۲۰۰۹، ۳۵) ارائه شد، با در نظر گرفتن سناریوی گرم شدن کره زمین در آینده، پیش‌بینی رواناب به وسیله مدل simhyd انجام گردید. در مطالعه مدل‌های بارش‌رواناب تحت شرایط نا پایدار اقلیمی توسط لی[4] و همکاران(۲۰۱۱، ۸۷۳٦–۸۷۰۱) در چین از مدل SimHyd برای مدل‌سازی شرایط آینده با اقلیم متفاوت استفاده شد. بارلو[5] و همکاران(۲۰۱۰، ۷۵) در گزارشی با تحلیل حوضه آبریز رودخانه‌ای در استرالیا با استفاده از مدل SimHyd به مدل‌سازی بارش و رواناب نیز پرداخته و در نهایت پیشنهاد نمودند سهم کسر آب‌های زیرزمینی نیز در مدل لحاظ شود تا در زیرحوضه‌های کوچک جواب‌های دقیقی به دست آید. برنامه‌ریزی برای کشاورزی، تعیین الگوی کشت، میزان آب قابل استحصال در فصول مختلف برای مصارف مختلف و تطبیق الگوی مصرف با میزان آب در دسترس،... تنها تعدادی از کاربردها و الزامات مطالعات مدل‌های بارش – رواناب یک منطقه است. برآورد مناسب میزان رواناب حوضه‌های آبخیز فاقد ایستگاه سنجش دبی، یکی از مشکلات اساسی در طراحی تاسیسات آبی می‌باشد(صادقی و همکاران ۱۳۸٤، ۱۲). با توجه به کمبود ایستگاه‌های هیدرومتری در منطقه از طرفی و لزوم اطلاع از میزان رواناب حوضه از طرف دیگر، استفاده از مدل‌های بارش– رواناب برای برآورد میزان رواناب در منطقه ضروری به نظر می رسید، لذا این تحقیق تلاشی در به کارگیری رابطه بارش و رواناب در حوضه نازلوچای استان آذربایجان‌غربی به منظور برآورد آب قابل استحصال با استفاده از مقادیر بارش می‌باشد که نتایج آن می‌تواند در مدیریت مسائل توسعه کشاورزی منطقه مورد توجه قرار گیرد. در این تحقیق با توجه به اهمیت حوضه آبریز نازلوچای در استان آذربایجان‌غربی در بخش کشاورزی رابطه بارش – رواناب این حوضه توسط دو مدل AWBM و SimHyd بررسی شد.

۲– مواد و روش‌ها

۲-۱– موقعیت جغرافیائی منطقه مورد مطالعه و داده‌های مورد نیاز

حوضه مورد مطالعه معروف به نازلوچای از رودخانه-های اصلی و یکی از ۱۳ رودخانه‌ای است که به دریاچه ارومیه تخلیه می‌گردد. این حوضه در استان

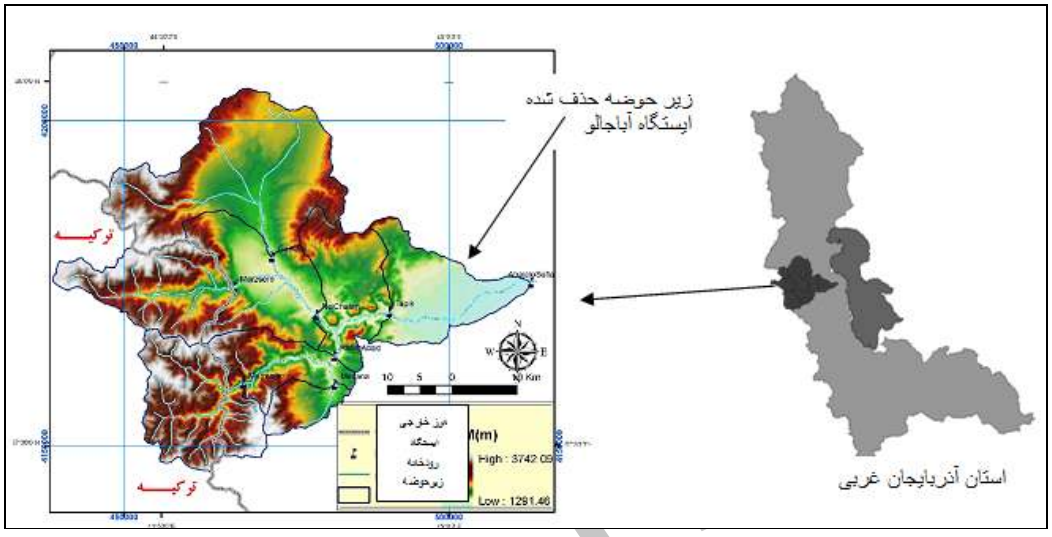
[1] N.Jones
[2] Mishra
[3] Perraud
[4] Li
[5] Barlow

Arhive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

آذربایجان‌غربی و در غرب دریاچه ارومیه، در شمال-غربی شهرستان ارومیه و ۳۰ کیلومتری آن واقع شده - است. حوضه نازلوچای با کشور ترکیه دارای مرز مشترک بوده و مساحت آن بالغ بر ۲۰۳۰ کیلومتر مربع می‌باشد که حدود ۵۵۰ کیلومتر مربع آن در کشور ترکیه واقع شده است که اطلاعات بسیار ناقصی از رفتار اقلیمی و هیدرولوژیک آن وجود دارد.



شکل (۱): موقعیت حوضه نسبت به استان آذربایجان غربی

محدوده مطالعاتی در بین طول جغرافیایی ´۲٤ و °٤٤ تا ´۵۳ و °٤۵ و عرض جغرافیایی ´۳۰ و °۳۷ تا ۵۸ و °۳۷ و محل خروجی در طول جغرافیایی ´۵۱ و °٤٤ و عرض جغرافیایی'٤۱ و °۳۷ و در ارتفاع متری ۱۲۹۰ واقع شده است. ارتفاع متوسط اراضی حدود ۱٤۲۰ متر از سطح دریای آزاد می‌باشد. شکل (۱) نمای کلی این حوضه و موقعیت آن را در استان نشان می دهد.

داده‌های مورد نیاز این مدل‌ها، تبخیر تعرق پتانسیل روزانه، بارش روزانه و دبی مشاهداتی روزانه می‌باشند که از سازمان آب منطقه ای آذربایجان غربی اخذ گردید. با تمامی این ملاحظات حداکثر دوره آماری مشترک بین داده‌های بارش موجود در حوضه، تبخیر از ایستگاه سینوپتیک ارومیه و دبی ایستگاه هیدرومتری تپیک ۱۰ سال است که همین ۱۰ سال به عنوان دوره آماری مطالعه انتخاب شد. این ۱۰ سال آبی از اول مهر ماه سال ۱۳۷٦ تا ۳۱ شهریور سال ۱۳۸٦، مطابق با ۲۳ سپتامبر ۱۹۹۷ میلادی تا ۲۲ سپتامبر ۲۰۰۷ میلادی، را شامل می‌شود. از ایستگاه-های موجود در حوضه نازلوچای فقط تعداد محدودی دارای آمار بلند مدت روزانه می‌باشند. خروجی حوضه نازلوچای نزدیک دریاچه ارومیه و در ایستگاه هیدرومتری آباجالو واقع می‌باشد. ولی به دلیل برداشت زیاد آب در زیر حوضه مربوط به آباجالو ایستگاه هیدرومتری تپیک را انتخاب و مساحت زیر حوضه مربوط به آباجالو حذف شد(شکل ۱). لازم به ذکر است در تمامی مراحل این تحقیق استفاده موثری از نرم افزار Arc GIS 9.3 به عمل آمد. با حذف این زیر حوضه مساحت حوضه به ۱۷۵٦/۹ کیلومتر مربع تقلیل یافت. بنابراین برای دبی خروجی حوضه، دبی روزانه ایستگاه تپیک استفاده شد. برای بارش حوضه،

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

با استفاده از مفهوم بارش منطقه‌ای و با روش چند ضلعی‌های تیسن در GIS، بارش منطقه‌ای حوضه با استفاده از ایستگاه‌های کریم‌آباد، مرزسرو و تپیک بدست آمد. تعداد ایستگاه‌های دارای آمار بارش روزانه بسیار کم و از میان آنها سه ایستگاه فوق دارای دوره مشترک آماری ۱۰ ساله می‌باشند. پس از اعمال ضرایب بارش به بارش هر ایستگاه و محاسبه بارش حوضه، جهت بالا بردن دقت کار داده‌ها با نقشه‌های بارش ماهانه حوضه در GIS اصلاح شدند. بدین صورت که متوسط بارش لایه‌های رقومی بارش حوضه نازلوچای بدون احتساب زیر حوضه مربوط به آباجالو تعیین شد. عدد بدست آمده، متوسط بارش ماهانه حوضه نازلوچای در یک دوره زمانی طولانی مدت است. با این فرض، متوسط ماهانه بارش‌های موجود نیز باید برابر این عدد باشند. به این ترتیب با متوسط‌گیری از داده‌های موجود به صورت ماه به ماه و برای ۱۲ ماه سال، در دوره آماری ۱۰ ساله و مقایسه آنها با متوسط‌های درازمدت ضرایبی بدست آمد که با ضرب آنها در تک‌تک داده‌ها، داده‌های اصلاحی به دست آمدند. آمار تبخیر–تعرق روزانه از ایستگاه سینوپتیک ارومیه بدست آمد و مجددا با متوسط‌گیری از لایه‌های رقومی تبخیر (تبخیر–تعرق ماهیانه یک دوره طولانی‌مدت از این حوضه)، برای تبخیر–تعرق نیز ضرایب اصلاحی بدست آمد. علت اصلاح داده‌ها با داده‌های درازمدت کمبود داده‌های روزانه مشاهداتی در منطقه و وجود نقائصی در سری داده‌ها می‌باشد که با اصلاح آنها با روند کلی داده‌های درازمدت و تطبیق آنها با داده‌های درازمدت می‌توان تا حدی از تشابه روند داده‌ها با داده‌های منطقه اطمینان حاصل نمود و نتایج بهتری از مطالعه گرفت. پس از اصلاح داده‌ها، آنها را به عنوان ورودی وارد مدل شده و در مراحل بعدی اقدام به واسنجی و شبیه‌سازی می شود. شاخص اعتبارسنجی ضریب همبستگی و پارامتر ناش انتخاب گردید (روابط ۱ و ۲). هر چه ضریب همبستگی به ۱ میل کند نشان‌دهنده تناسب بیشتر مدل و پارامترهای آن با شرایط منطقه است. با عنایت به تعداد پارامتر مجهول رابطه همبستگی، درجه آزادی تعداد داده‌ها منهای تعداد پارامترهای مجهول خواهد بود.

(۱)

$$R^2=\frac{n(\sum xy)-(\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2)-(\sum x)^2]\,[n(\sum y^2)-(\sum y)^2]}}$$

دومین معیار، معیار کارائی ناش (Nash-Sutcliffe) می‌باشد.

$$CEF=1-\frac{\sum(Qi.est-Qest)^2}{\sum(Qi.obs-Qobs)^2}$$

(۲)

$$CEF=1-\frac{\delta est^2}{\delta obs^2}$$

که در آن δ_{est}^2 واریانس مقادیر مدل و برآورد شده و δ_{obs}^2 واریانس مقادیر مشاهده شده و Q_iدبی‌های مشاهده شده برای دوره i ام و Q_{est} و Q_{obs}میانگین دبی محاسبه شده و مشاهده شده در دوره بررسی است. برای یک تخمین دقیق مقدار CEF به سمت عدد صفر میل می‌کند.

۲-۲- مختصری راجع به مدل‌های مورد استفاده و نحوه عملکرد آنها

نرم افزار RRL نرم افزاری است که توسط مؤسسه CRCCH[1] در استرالیا تهیه و تدوین شده است. عمده فعالیت این موسسه در ارتباط با هیدرولوژی حوضه‌ها

[1] Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology

Arhive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

می باشد. این نرم‌افـزار حـاوی چنـدین مـدل تـوده‌ای معمول بارش – رواناب و روش‌های بهینه سازی می-باشد. این نرم‌افزار حاوی چندین مدل توده‌ای معمـول بارش – رواناب و روش‌هـای بهینـه‌سـازی بـوده و از طریق پایگاه اینترنتی www.ewatertoolkit.com قابل دسترسی است. نرم افزار RRL حاوی ۵ مدل بارش – رواناب می باشد که این مدل‌ها عبارتند از: - AWBM Sacramento - Simhyd – Tank – SMAR. این نـرم افزار از جمله نرم افـزارهـایی اسـت کـه بـه داده‌هـای ورودی سهل الوصـول احتیـاج دارد. بـارش، تبخیـر و تعرق و رواناب همگی از داده‌های موجود ایستگاه‌های اندازه گیری می باشند. ابتدا داده‌ها بـه ترتیـب روز در یک فایل Excel طبقه بندی شده و وارد نرم افزار مـی شوند. در محیط نرم افزار با انتخاب هر کدام از مدل‌ها فرآیند مـدل سـازی آغـاز مـی شـود. در پنجـره‌هـای مختلف نرم افزار امکـان دسـتیابی بـه امکانـاتی چـون واسنجی، صـحت سـنجی، شـبیه سـازی و در نهایـت آنالیز حساسیت فراهم می باشد. ضمنا نرم افزار دارای قابلیت واسنجی مدل‌ها به صورتی قابل مشاهده است. بدین معنی که به صورت گرافیکی روند واسنجی یعنی مقدار تابع هدف در پایان هـر تکـرار قابـل پیگیـری و مشاهده است. همگی این مدل‌ها دارای قابلیت مـدل-سازی روزانه می‌باشند، که از میان آنها مـدل AWBM و SimHyd به علت استفاده زیاد توسط سایر محققین، جهت مدل‌سازی انتخاب شدند. مـدل بـارش روانـاب AWBM مدل بیلان آبی حوضه اسـت. مجمـوع ۲۲٤ واسنجی و صحت سنجی برای هـر مـدل انجـام شـد. چرا که در هر مدل نرم افزار حاوی ۸ روش واسـنجی از جمله روش جستجوی الگـو، ۷ تـابع هـدف اولیـه ازجمله مجموع مربعات خطا و ۳ تابع هدف ثانویـه از جمله اختلاف روان آب به درصد می باشد. قابل ذکـر اینکه استفاده از تابع هدف ثانویه اختیاری می باشد که در تحقیق حاضر اجرای مدل‌ها در دو حالت یعنی با و بدون در نظر گرفتن تابع هدف ثانویـه مـورد اسـتفاده قرار گرفت. با در نظر گرفتن همه حالات فوق یعنی ۸ روش واسنجی، ۷ تابع هدف اولیه و ٤ حالت برای بـا در نظر گرفتن توابع هدف ثانویه و بـدون آن (بـا مـد نظر قرار دادن ۳ تابع هدف ثانویـه و یـک حالـت نیـز بدون تابع هدف ثانویه مجموعا ٤ حالت) ۲۲٤ حالـت واسنجی پدید می آید (۷*۸*٤=۲۲٤) که برای تعیـین بهتر و دقیق تر پارامترهای مدل همـه روش‌هـا انجـام شد.

احتیاجات داده‌ای این مدل برای مدل‌سـازی عبارتنـد از: تبخیر- تعـرق پتانسـیل، بـارش روزانـه و روانـاب مشاهداتی جهت واسنجی. مدل فوق از ۳ سطح ذخیره جهت شبیه‌سازی سطوح رواناب بهره می‌برد. بـه ایـن معنی که در هر مرحله بارش اضافه بر تبخیـر یکـی از ذخایر را پر و سپس وارد ذخیره بعدی می شود(رابطـه ۳). ذخیره اول در مـدل نشـان دهنـده مکـان‌هـایی در سطح حوضه است که دارای کم‌ترین میزان نفوذپذیری بوده و به سرعت از آب پر میشوند. سطح ذخیـره دوم حالت بینابینی داشته و سطح ذخیره سوم کـه در مـدل در انتها پر می‌شود نمایانگر جاهایی در سـطح حوضـه می‌باشد که بیشترین میزان نفوذپذیری را دارا می‌باشند و به عبارتی در شکل‌گیری رواناب کـم‌تـرین سـهم را دارند. بیلان آبی هر سطح به صورت مسـتقل از سـایر سطوح محاسبه می‌شود. مدل بیلان رطوبـت را در هـر سطح در گام‌های زمانی روزانه محاسبه مـی‌نمایـد. در هر گام زمانی، بارش به ذخیره سطوح اضافه و تبخیـر تعرق از آن کسر می‌شود. اگر مقدار رطوبت در ذخیره

Arhive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

منفی باشد در آن گام زمانی برابر صفر منظور و اگر از ظرفیت ذخیره تجاوز نماید، مقدار اضافه بر ظرفیت، برابر رواناب و میزان رطوبت ذخیره شده برابر ظرفیت کل آن منظور می‌شود. موضوع قابل توجه دیگر این است که مدل قابلیت شبیه سازی جریان پایه را نیز دارا می‌باشد. هنگامی که از هر سطح ذخیره‌ای رواناب اتفاق می‌افتد در صورت وجود جریان پایه در رودخانه اصلی بخشی از رواناب به عنوان تغذیه جریان پایه محسوب می‌شود. سهمی از رواناب که در تغذیه جریان پایه شرکت دارد از رابطه ٤ قابل محاسبه است که در آن عبارت BFI شاخص جریان پایه می‌باشد.

(۳)
$$Store_n = store_n + rain - evap\ ,\ (n=1\ to\ 3)$$

$$base\ flow = BFI.\ runoff \quad (٤)$$

SimHyd یک مدل توده‌ای مفهومی بارش – رواناب است که با استفاده از داده‌های بارش روزانه و تبخیر و تعرق پتانسیل منطقه‌ای (ET_P)، رواناب روزانه را شبیه‌سازی می‌نماید. SimHyd یکی از مدل-های بسیار معمول در استرالیا است. این مدل یک مدل بیلان توده‌ای است که بر مبنای روابط مفهومی استوار است(میشرا و همکاران ۲۰۰۹، ۱۰). مدل SimHyd نسخه ساده شده مدل بارش رواناب روزانه HYDROLOG می‌باشد که در سال ۱۹۷۲ میلادی توسعه یافته بود. تعداد پارامترهای مدل SimHyd ۷ پارامتر است که در مقایسه با ۱۷ پارامتر مدل HYDROLOG تخفیف زیادی یافته است (پودجر[1] ۲۰۰۳، ٥٤). در SimHyd بارش روزانه ابتدا ذخیره برگاب[2] را پر می‌کند که هر روز توسط تبخیر خالی می‌شود. بارش مازاد سپس وارد تابع نفوذ می‌شود که ظرفیت نفوذ را تعیین می‌نماید. بارش مازادی که از ظرفیت نفوذ تجاوز می‌کند به رواناب مازاد نفوذ تبدیل می‌شود. رطوبتی که نفوذ می‌کند وارد تابع رطوبت خاک می‌شود و از آنجا آب را به آبراهه (جریان داخلی)،ذخیره آب زیرزمینی و ذخیره رطوبت خاک هدایت می‌کند. جریان داخلی در ابتدا به صورت تابعی خطی از رطوبت خاک تخمین زده می‌شود. بنابراین مدل تولید رواناب را از سه منبع بررسی کرده و تخمین می‌زند: رواناب مازاد بر میزان نفوذ، جریان داخلی و رواناب مازاد بر اشباع و جریان پایه. تغذیه آب زیرزمینی نیز تخمین زده می‌شود که این مورد هم تابعی خطی از رطوبت خاک در نظر گرفته می‌شود. رطوبت باقی مانده به ذخیره رطوبی خاک اضافه می-شود(پودجر ۲۰۰۳، ٥٥).

نتایج و بحث

ضرایب اصلاحی برای داده‌ها در جدول ۱ آمده است. واسنجی به صورت اتوماتیک انجام شد. برای بررسی اعتبار مدل ضریب همبستگی به تنهایی کافی نبوده و معیار بهتر، ضریب کارایی ناش است. مدل‌هایی با ضریب همبستگی بالا ولی ضریب کارایی ناش پائین از نظر نموداری تطبیق خوبی را نشان نمی‌دهند و برعکس مدل‌هایی با ضریب همبستگی متوسط اما معیار ضریب کارایی ناش مناسب‌تر از نظر نموداری تطابق بهتری را نشان می‌دهند. در مورد کارایی ضریب همبستگی تحقیقات زیادی انجام شده که همگی بیان می‌دارند که ضریب همبستگی بالا الزاما تطبیق تصویری خوبی در پی ندارد و به معنی بهترین برازش نیست (تاتگن و ون راین[3] ۲۰۱۰، ۲۵۲-۲٤۷).

[1] Podger
[2] Interception store
[3] Tattgen and van Rijn

Archive of SID

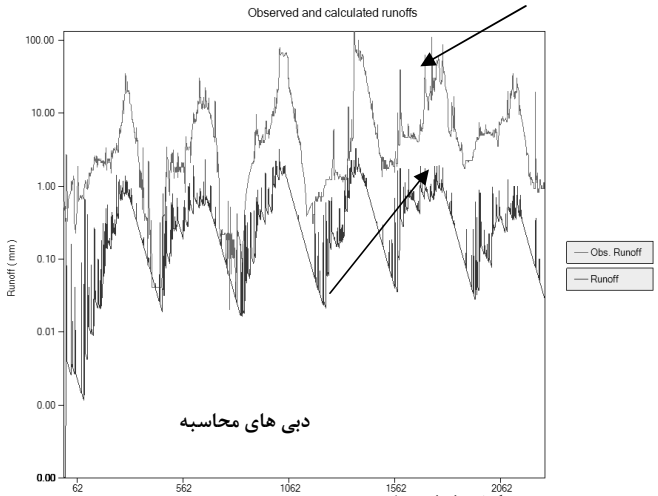
www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

جدول ۱- ضرایب اصلاحی داده‌های بارش و تبخیر تعرق

داده	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
بارش	۱/۸	۱/۱۷	۱/۸	۱/۵۵	۱/۰۲	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/٦٤	۲	۱/٤۳	۱/۳۷	۳/۸
دبی های												
تبخیر	۰/٤٤	۰/٦۱	۰/۱۹۵	۰	۰	۰	۰/٦۱۹	۰/۵۵	۰/۵٤۳	۰/۵۲۳	۰/٤۷	۰/٤۷

بالاترین ضریب همبستگی را در سری مدل‌های SimHyd در واسنجی ۹۵ ام مشاهده شد که با ضریب همبستگی حدود ۰/۷٦٦ تطابق خوبی با داده‌های مشاهداتی نشان داد (شکل ۲). معیار ناش این حالت برابر۰/۲۷٤ - بود که معیاری متوسط است.



شکل (۲): تطبیق دبی‌های مشاهداتی و محاسبه شده

اما با یک ضریب متوسط همبستگی و ضریب بسیار مناسب ناش نیز تطبیق مناسبی بدست آمد(شکل ۳). حالات بسیار زیادی از تشابه ضرایب همبستگی در سری مدل‌سازی‌ها وجود داشت که شکل (۳) تنها یک نمونه از آنها می باشد. در روند کلی مدل‌سازی معلوم شد با ثبات تقریبی ضریب همبستگی و با میل نمودن معیار کارائی ناش به سمت صفر تطبیق داده‌های مشاهداتی با داده‌های مدل‌سازی شده بسیار بهتر می-شود. از طرفی مشاهده شد که با تغییر ضریب همبستگی و افزایش آن تا حد ۱ تطبیق داده‌ها به طور حتم افزایش پیدا نمی‌کند. برای مثال در حالت شماره ۱۰٦ از بهینه سازی‌ها که ضریب کارایی ناش در آن نسبت به سایرین به میزان قابل توجهی کوچکتر است با یک ضریب همبستگی متوسط نیز تطبیق قابل قبولی ارائه داده است. بنابراین این حالت نیز مناسب است و همین طور حالت شماره ۹۵ که با بالا بودن میزان ضریب همبستگی به میزان قابل توجه کمبودهای ناشی از ناش را جبران نموده است. همه این مشاهدات مبنی بر این است که معیار ضریب همبستگی پیرسون برای تشخیص کارائی مدل‌ها در این حوضه مناسب نیست. بنابراین در انتخاب مدل برتر تا حد زیادی باید به معیار کارائی ناش تکیه نمود. از طرفی سوال مهمی که هنگام استفاده از ضریب همبستگی پیرسون به وجود می‌آید این است که مقدار به دست آمده برای R^2

Archive

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

وابسته به شانس است یعنی معیار خوبی برای نشان دادن همبستگی داده‌ها نیست، و یا این که معنی دار است؟ معنی‌داری این ضریب با تکنیک‌های آزمون فرض قابل تعیین است. مدل منتخب در سری مدل-سازی‌ها با مدل AWBM از واسنجی به شیوه SCE-UA[1] و با معیار بهینه‌سازی مجموع اختلافات لگاریتم-ها[2]، بدست آمد (رابطه ۵). روش بهینه‌سازی به شیوه SCE-UA بر مبنای ترکیبی از ٤ مفهوم استوار است: ترکیب روش‌های قطعی و احتمالاتی، نظریه سیستماتیک پیچیده‌گی، از نقاطی که فضای پارامتر را تحت پوشش قرار می‌دهند، نظریه رقابتی، برزنی پیچیده (پودجر ۲۰۰۳، ۵۲). مطالب بیشتر در مورد تئوری الگوریتم روش SCE-UA توسط دوآن[3] و همکاران (۱۹۹٤، ۲۸٤-۲٦۵) ارائه شده است. ضریب همبستگی در این حالت برابر ۰/۷٤۵و معیار ناش برابر ۰/۲٦۵- آمد که معیاری متوسط است ولی تقریبا در تمامی حالات مدل‌سازی به کمک AWBM مقدار ناش حول همین مقدار در تغییر بود و تفاوت معنی-داری در میزان معیار ناش در طول واسنجی مشاهده نشد. در اینجا بهترین تطبیق تصویری زمانی بدست آمد که ضریب همبستگی به حداکثر مقدار خود رسید.

(۵) $\sum|\log m(i) - \log o(i)|$ =مجموع اختلاف لگاریتم‌ها

بنابراین تمامی این حالات در شرایطی قابل استفاده‌اند و معرفی تنها یک حالت واسنجی برای استفاده از مدل کارشناسانه نبوده و باعث ایجاد خطا خواهد شد. چرا که باید به مزیت‌های گوناگونی که هر حالت در اختیار می‌گذارد و یا معایبی که هر حالت باعث می‌شود نیز توجه نمود. بنابراین تنها بالا بودن میزان ضریب همبستگی برای اطمینان از وجود یک تطبیق مناسب کافی نیست. تاتگن و ون راین(۲۰۱۰، ۲۵۲-۲٤۷)، در مطالعه‌ای پیرامون میزان اطمینان از عملکرد مناسب یک مدل بر مبنای ضریب همبستگی تحقیقاتی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که تنها با بالا بودن ضریب همبستگی تطبیق مناسب به دست نمی‌آید. این مطالعه در دانشکده‌های هوش مصنوعی و روان‌شناسی دانشگاه گرونینگن[4] انجام شده است اما کاربرد آن در مدل‌سازی در هیدرولوژی نیز قابل بحث می‌باشد. در جدول (۲) پارامترهای محاسبه شده برای حالت شماره ۱۰٦مدل‌سازی به روش SimHyd با روش بهینه‌سازی جستجوی الگو[5]، آورده شده است. به طور مستقیم ۹ پارامتر به دست می‌آید که از آن میان به پارامترهای ضریب جریان پایه، آستانه نفوذ ناپذیری، ضریب نفوذ و.... می‌توان اشاره نمود. ضریب جریان پایه همان شاخص جریان پایه است که با ضرب آن در میزان رواناب سهم جریان پایه به دست می‌آید. ظرفیت ذخیره برگاب بارش منظور اختلاف بین بارش و تبخیر در ذخیره برگاب است. ضریب نفوذ به درصد و سهم نفوذ پذیر درصدی از کل بارش قابل جذب از سطح زمین می‌باشد.

جدول (۲): پارامترهای مدل در واسنجی ۱۰٦ ام

base flow coeff.	ضریب جریان پایه	0.054
Impervious Threshold	آستانه نفوذ ناپذیری	4.952
Infiltration coeff.	ضریب نفوذ	48.162
Infiltration shape	شکل نفوذ	0.047
Interflow coeff.	ضریب جریان ورودی	0.006
Prev. fraction	سهم نفوذ پذیر	0.785
RISC	ظرفیت ذخیره برگاب بارش	4.556

[1] Shuffled complex evolution
[2] Sum of difference of logs
[3] Duan
[4] Groningen
[5] Pattern search

Arhive of SID

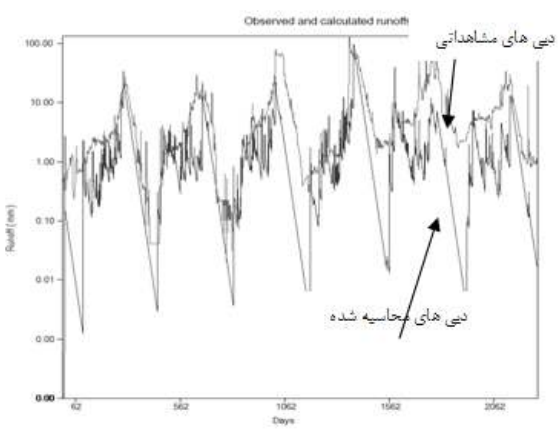
www.SID.ir

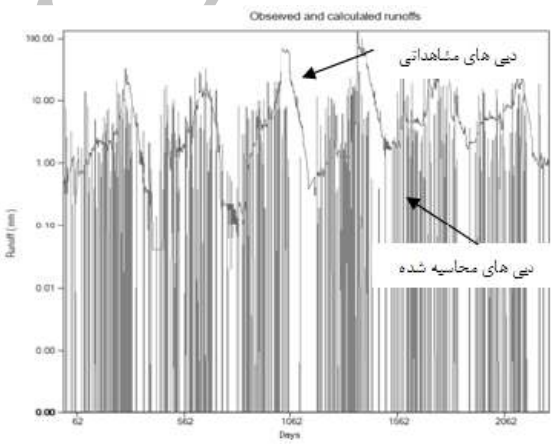
Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

Recharge coeff.	ضریب تغذیه	0.993
SMSC	ظرفیت ذخیره رطوبی خاک	1

شکل۳ رواناب مشاهداتی را با رواناب محاسبه شده از مدل بهینه، مقایسه می‌کند. علاوه بر تطبیق قابل قبول داده‌ها با هم روند کلی افزایش یا کاهش نیز در دوره-ها تقریبا مشابه است. یعنی با افزایش مقدار داده‌ها در سری داده‌های مشاهداتی، مقدار داده‌ها در سری داده-های محاسباتی نیز افزایش می‌یابد و عکس این مطلب صادق است یعنی با کاهش مقدار داده‌ها ی مشاهداتی، داده‌های تخمینی و محاسباتی نیز کاهش می یابند.

شاخص‌های اعتبار سنجی این مدل نیز جهت سنجش میزان کارائی مدل بدست آمد. تطبیق تصویری رواناب مشاهداتی و رواناب محاسباتی در حد قابل قبولی بدست آمد که نشان از مناسب بودن میزان ضریب ناش دارد. چرا که در بسیاری از حالات دیگر با همین مقدار ضریب همبستگی ولی ضریب ناش نا مناسب تطبیق تصویری مناسب نبود(شکل ٤). در حالت ۱۰٦ ضریب همبستگی برابر ۰/۵۳۵ و ضریب کارائی ناش برابر ۰/۰۷۹ بدست آمد. نمودارهای ذیل مربوط به همین حالت بهینه‌سازی مدل می‌باشند. ولی در شکل٤ که ضریب همبستگی مجددا حدود ۰/۵۳۵ می باشد با ضریب ناش حدودا ۰/۲۸ تطبیق بسیار نا مناسب به دست آمد.





شکل (٤): نمودار رواناب با تطبیق نامناسب شکل (۳): نمودار رواناب مشاهداتی و محاسباتی برای حالت ۱۰٦

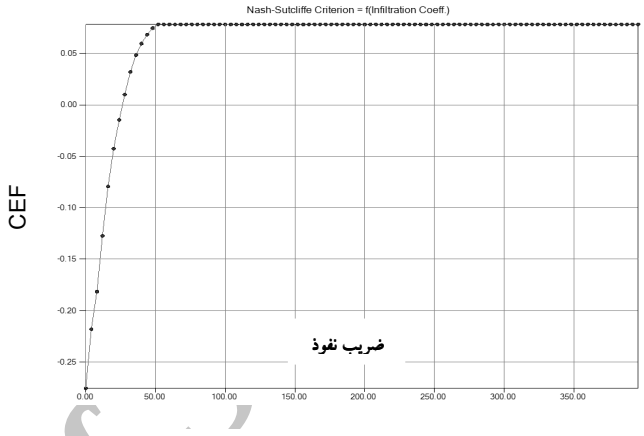
شکل ۵ منحنی تداوم جریان برای داده‌های مشاهداتی و رواناب محاسبه شده توسط مدل را نشان می‌دهد. روند تغییرات شیب و به عبارتی تغییرات تداوم برای هر دو حالت تا حد زیادی یکسان و از نظر عددی نیز نزدیک به هم است. ضریب کارائی ناش در این حالت از واسنجی تا حد قابل قبولی به صفر نزدیک است و منحنی‌ها نیز تطبیق قابل قبولی با هم نشان می‌دهند.

شکل ٦ نتیجه آنالیز حساسیت مدل با معیار بهینه‌سازی ناش به پارامتر A_1 نشان می دهد. همان‌طور که دیده می شود مدل به مقادیر پارامتر از ۰ تا حدودا ۰/۵۷ کاملا حساس و از آن به بعد تغییرات پارامتر از حدودا ۰/۵۷ تا ۱ بر روی مدل زیاد تاثیرگذار نیست و شیب تغییرات معیار ناش با تغییرات پارامتر A_1 رو به کاهش شدیدی می‌گذارد. تحلیل حساسیت مدل به یک

www.SID.ir

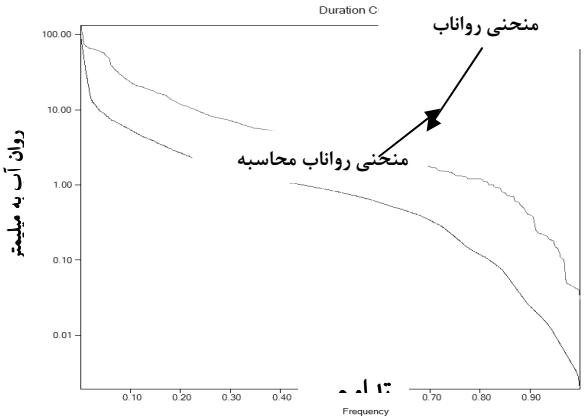
Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

پارامتر خاص بسیار مهم و ضروریست، چراکه از این طریق پارامترهایی که نسبت به بقیه نیاز به توجه و دقت تعیین بیشتری دارند مشخص می‌شوند. جدول ۳ پارامترهای بهترین حالت واسنجی مدل AWBM را نشان می دهد. شکل ۷ مقایسه رواناب مشاهداتی و



شکل (٦): منحنی پاسخ حساسیت پارامتر ضریب نفوذ نسبت به تابع هدف ناش

رواناب محاسبه شده را برای همین حالت واسنجی نشان می دهد. همانطوریکه از شکل دیده می شود روند کلی دبی‌های مشاهداتی و محاسباتی تقریبا یکسان بوده که نشان از مدل- سازی قابل قبول با مدل AWBM می باشد.



شکل (۵): منحنی تداوم جریان

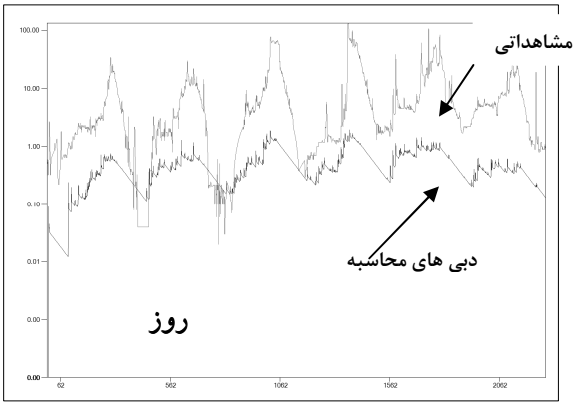
جدول ۳- پارامترهای مدل AWBM محاسبه شده در بهترین حالت واسنجی

ذخیره سطحی اول A_1	۰/۱۳٤
ذخیره سطحی دوم A_2	۰/٤۳۳
شاخص جریان پایه BF1	۰/۰۲۸
ظرفیت نگهداشت سطحی اول C_1	۰/۰۰۰۱
ظرفیت نگهداشت سطحی دوم C_2	۱٤۷/۱۲۱
ظرفیت نگهداشت سطحی سوم C_3	۰/۰۰۰۵
ضریب بازگشت جریان پایه روزانه K_{base}	۰/۱۵۸
ضریب بازگشت جریان سطحی روزانه K_{sur}	۰/۹۸۹

Arhive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014



شکل (۷): مقایسه رواناب مشاهداتی با مقادیر برآورد شده از مدل در دوره واسنجی برای مدل AWBM

نتیجه گیری کلی

با وجود مشکلات خاصی که در زمینه داده‌ها وجود داشت و در بخش‌های پیشین نیز به آنها اشاره شد تطبیق مدل‌ها با حوضه در حد قابل قبولی بدست آمد. به طور کلی تطبیق مدل منتخب با حوضه نازلوچای با وجود نواقص داده‌ای بسیار در سطح حوضه و ایستگاه‌های اندازه گیری مناسب بوده و می توان به عنوان پایه‌ای در تصمیم‌گیری‌های مهندسی به آن اتکا نمود. این عوامل اهمیت این حوضه و علم یافتن به شرایط هیدرولوژیک آن را بیش از پیش روشن می-سازد. بخشی از مهمترین نتایج حاصل از مطالعه عبارتند از:

قدرت مدل‌ها و مدل‌سازی بر خلاف تصور عموم به نوع مدل و میزان پیچیدگی آن بستگی زیادی ندارد، بلکه به اعتبار داده‌های ورودی وابسته است. این مطلب با مقایسه نتایج حاصل از مدل‌سازی با این مدل در سطح حوضه نازلو با نتایج حاصل از مدل‌سازی با همین مدل در حوضه‌هایی که دارای داده‌های ورودی معتبرتر بودند روشن شد. حوضه‌های آبریز کشورهایی همچون استرالیا تحت مطالعه با همین مدل گاه ضرایب همبستگی تا ۹۷ درصد و مقادیر ناش بسیار نزدیک به صفر بدست داده‌اند. بنابراین اعتبار داده‌های ورودی در مطالعات هیدرولوژی بسیار مهم است.

تاثیر طول دوره آماری نیز همانند قسمت قبل با مطالعات دیگر مقایسه شد. و معلوم شد که طول دوره آماری مطالعه تاثیر مستقیمی روی نتایج حاصل از مدل‌سازی و بالا بردن میزان تطبیق مدل به داده‌های مشاهداتی دارد. به عبارت دیگر حتی از بهترین مدل‌ها نیز نمی‌توان با داده‌هایی ناقص انتظار چندانی داشت.

نتایج حاصل از این مطالعه معیارهای اعتبار سنجی را نیز به چالش کشید. نتیجه این که تطبیق تصویری مدل‌هایی که بر مبنای برتری معیار ناش انتخاب شده بودند بسیار بهتر از تطبیق تصویری مدل‌هایی بود که بر مبنای برتری معیار پیرسون انتخاب شده بودند.

نا اطمینانی روابط بارش – جریان روزانه بیشتر از روابط هفتگی، ماهانه و سالانه است.نا اطمینانی مدلهای بارش – رواناب نمیتواند از بین برود ولی میتواند با کاربرد روشهای مناسب کاهش داده شود. عموما، فرضیات مختلفی در طول مدل‌سازی بیلان آبی فرض میشود که بطور ذاتی خطا را وارد مدل میکند که در طبیعت این ساده‌سازی وجود ندارد. آزمون‌های حساسیت، جهت برخورد با این فرضیات و روشها هم

Arhive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

در ورودی‌های مدل و هم در خروجی‌های مدل میتواند مورد آزمون قرار گیرد و اثرات آن بر روی کل مدل دیده شود.

پیشنهادها

- نقشه‌ها و بانک اطلاعات جغرافیائی خاکهای منطقه و در مقیاس بزرگتر خاکهای استان از نظر بافت، ظرفیت نگهداری آب یا رطوبت قابل استخراج و سایر خصوصیات فیزیکی از طریق کارهای پژوهشی تهیه گردد.

- از سایر روش‌های بهینه‌سازی از جمله روش شبکه عصبی، برای حداقل نمودن مقدار خطا استفاده و نتایج حاصله با نتایج مدل حاضر مقایسه گردد.

- با توجه به اینکه در تهیه این مدل هیچ گونه محدودیتی در کاربرد آن برای حوضه‌ی خاصی وجود ندارد، توصیه می‌شود از مدل تهیه شده برای تخمین میزان رواناب روزانه در سایر حوضه‌های ایران استفاده گردد.

- توصیه می‌گردد برای تکمیل این پروژه، مدل برای یک حوضه معرف پیاده و نتایج مورد کنکاش قرار گیرد. اگر چه به خاطر نزدیکی به مرکز استان حوضه نازلو چای انتخاب شد، ولی پس از جمع آوری اطلاعات وضعیت آماری آن بسیار ضعیف برآورد شد. لذا یک حوضه معرف با داده‌های غنی جهت ارزیابی مدل توصیه می گردد.

منابع

شریفی، فرود؛ صفارپور، شبنم و ایوب زاده، سید علی، (۱۳۸۳)،ارزیابی مدل رایانه ای AWBM 2002 در شبیه سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی تعدادی از حوزه‌های آبخیز ایران، مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، سال هفدهم، شماره ٦٣، تابستان ١٣٨٣، صص ٤٢-٣٥.

صادقی، سید حمیدرضا؛ یثربی، بنفشه و نورمحمدی، فرهاد، (١٣٨٤)، تهیه و تحلیل مدل‌های بارش – رواناب ماهانه حوزه آبخیز هراز در استان مازندران، پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر، سال سوم، شماره ۹، بهار ١٣٨٤، صص ١٢-١.

کار آموز، محمد؛ احمدی، آزاده و نظیف، سارا، (١٣٨٥)، چالش‌ها و فرصت‌های به کارگیری مدل‌های بهره برداری بهینه از سیستم‌های منابع آب، اولین همایش منطقه ای بهره برداری بهینه از منابع آب حوضه‌های کارون و زاینده رود (فرصت‌ها و چالش‌ها)، دانشگاه شهرکرد، ١٤ الی ١٥ شهریور ماه ١٣٨٥، ١٧ صفحه.

کاظمی کیا،س؛ حبیب نژاد روشن، محمود؛ سلیمانی، کریم و عبقری، هیراد، (١٣٨٥)، پیش بینی جریان رودخانه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی (مطالعه موردی: حوزه باراندوز چای)، پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر، سال چهارم، شماره ١٥، پائیز ١٣٨٥، صص ٩٤-٧٩.

Avenel, Joni, (2009), Gladstone LNG Facility, development – surface water EIS, Final report, URS Australia Pty Ltd, 84.

Barlow, Kirsten; Weeks, Anna; Githui, Faith; Christy, Brendan and Cheng, Xiang, (2010), the Ovens river, Northern Victoria application project, CRC for catchment hydrology technical report, 75.

Boughton, Walter, (2009), A new approach to calibration of the AWBM for use on ungauged catchments, Journal of hydrology engineering, 14: 562-574.

Chiew, Francis; Scanlon, Philip; Vertessy, Rob and Watson, Fred, (2002), Catchment scale modeling of runoff, sediment and

Archive of SID

www.SID.ir

Perraud, J.M., Chiew, FHS., Vaze, J., and Viney, N.R., (2009), Future Runoff Projections For South Eastern Australia, CSIRO Land and Water, project 2.2.2, South eastern Australian climate initiative, 35.

Podger, Geoff, (2003), Rainfall Runoff Library Manual, Version 1.0, CRC For Catchment Hydrology, 95.

Taatgen, N., and Van Rijn, H., (2010), Nice graphs, good R^2, but still a poor fit? How to be more sure your model explains your data, 10th international conference on cognitive modeling, Philadelphia, 247-252.

Watts, Laura, (2005), Flood hydrology of the Mangaroa River, Technical report, Greater Wellington Environment Resource Investigations Department, 48.

Weber, Tony, (2007), Modeling the catchments of Botany Bay, Sydney metropolitan catchment management authority, 18.

Yang, A., (2009), An Integrated Catchment Yield Modeling Environment, 18th World IMACS/MODSIM Congress, Cairns, Australia, 3577-3583.

nutrient loads for the south east Queensland EMSS, CRC for catchment hydrology technical report, 59.

Duan, Qingyun; Sorooshian, Soroosh and K.Gupta, Vijai, (1994), Optimal use of the SCE-UA global optimization method for calibrating watershed models, Journal of hydrology, 158, Elsevier, 20, 265-284.

Li, C.Z., Zhang, L., Wang, H., Zhang, Y.Q., Yu, F.L., and Yan, D.H., (2011), The Transferability of Hydrological Models Under Non Stationary Climate Conditions, Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 8, 36: 8701-8736.

Mishra, Binaya kumar; Takara, Kaoru; Yamashiki, Yosuke, and Tachikawa, Yasuto, (2009), Selection of Regional Frequency Distribution Using Simulated Flood Data, Annuals of disaster research institute, Kyoto University, 52B, 10.

N.Jones, Rojer; H.S., Francis; Boughton, Walter; and Zhang, Lu, (2004), Estimating the Sensitivity of Mean Annual Runoff to Climate Change Using Selected Hydrological Models, Advances in water resources, 29, 1419-1429.

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

Arhive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

Geography and Environmental Planning Journal
24th Year, Vol. 52, No.4, Winter 2014
ISSN (Online): 2252-0848
ISSN (Print): 2008-5354
http://uijs.ui.ac.ir/gep

Comparing AWBM and SimHyd models in rainfall-runoff modeling (Case study: Nazlou Chay catchment in west Azarbijan)

J. Behmanesh, A. Jabari, M. Montaseri, H. Rezaei
Received: May 9, 2012/ Accepted: September 12, 2012, 39-42 P

Archive of SID

Extended Abstract

1- Introduction

The prediction of a watershed hydrologic condition is one of the most important studies in water engineering sciences. There are several methods to simulate rainfall-runoff processes, which one of them is the use of computer models. None of the models is completely reliable and modeling helps to make engineering acceptable decisions. The aim of this study is daily runoff estimation in Nazlou Chay watershed in west Azarbyjan. In order to predict the daily rainfall runoff relationships in watershed, AWBM and SimHyd models were used. Nazlou Chay watershed is one of the most important watersheds in the region and the results of this study can be beneficial to know its hydrologic conditions.

2-Methodology

In this study, the daily rainfall, runoff and evapotranspiration data were used for ten years period. Because of a lot of water removal by farmers in Nazlou Chay river downstream, the area of Abajalou sub-watershed was eliminated by GIS technique and the watershed residual part was studied which was about 1756.9 km^2. Three stations with the longest daily data records, Tapik, Marze sero and Karimabad, were used to simulate rainfall-runoff modeling process. Rainfall and evapotranspiration data have been modified with long term DEM maps in GIS in order to have more adaption with the watershed's real condition. By averaging data for 12 months in ten years period and comparing them with long term averages, the modifying coefficients were obtained and by multiplying them to individual data, the modified data were determined. The modeling process including calibration and verification was accomplished by entering the input data. The sum of 224

Author(s)

J. Behmanesh(✉)
Associate Professor of Water Engineering, Urmia University, Urmia, Iran
E-mail: j.behmanesh@urmia.ac.ir
A. Jabari
MA. of Hydraulic Structures, University of Urmia, Iran
M. Montaseri
Associate Professor of Water Engineering, Urmia University, Urmia, Iran
H. Rezaei
Associate Professor of Water Engineering, Urmia University, Urmia, Iran

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

times of calibration and verification for each model was accomplished and finally the optimized model parameters were obtained. The correlation coefficient and Nash criterion coefficient were used to determine the efficiency of the models.

3-Discussion:

By changing the optimization method and objective functions, the calibration was performed automatically. In this study optimization methods e.g. genetic algorithm and pattern search, were utilized and despite of many problems in input data, there was an acceptable adaption in model simulation comparing with the observed data. The correlation coefficient wasn't only adequate to investigate model efficiency and the better criterion was Nash efficiency coefficient. This was in the direction of former researches which showed the models with high correlation coefficient but high value of Nash coefficient haven't good fit but the models with medium correlation coefficient and low values of Nash coefficient show good fit (Tattgen and Van rijn 2010, 247-252).

After obtaining the optimized model parameters, the model sensitivity analysis was accomplished which is the most important part of each modeling study because the model sensitivity to parameter changing can be realized by this way. During data selection and parameter determination, this object causes more attention to the parameters that change the model.

4-Conclusion:

In this research, despite of many data deficiencies in the watershed and hydrologic stations, the models adaption is acceptable and the models can be the base of engineering decisions. In this study, like the previous researches about the correlation coefficient, it was obvious that the high correlation coefficient doesn't obligatory agree with suitable fitting. The highest correlation coefficient in SimHyd model series was obtained in 95th calibration that was about 0.766, and the model had an acceptable adaption with the observed data. The most preferable model in AWBM model series was obtained when the calibration method and optimization criterion were SCE-UA and sum of difference of logs, respectively. In this case the correlation coefficient and Nash criterion were 0.745 and -0.265, respectively. Opposite of the common imagination, model ability don't depend on its type or complexity, but it depend on input data accuracy. This point was clarified in present study by comparing the obtained results from modeling with the results of applying the same models in watersheds which had more accurate input data. The uncertainties can't be omitted in modeling and are more obvious in daily models rather than monthly or yearly ones.

Finally, appropriate models were obtained to simulated Nazlou Chay watershed condition.

Key words: rainfall runoff - Nash efficiency coefficient- Nazloo Chai watershed- sensitivity analysis - AWBM- SimHyd

References

Avenel, Joni, (2009), Gladstone LNG Facility, development – surface water EIS, Final report, URS Australia Pty Ltd, 84.

Barlow, Kirsten; Weeks, Anna; Githui, Faith; Christy, Brendan and Cheng, Xiang, (2010), the Ovens river, Northern Victoria application project, CRC for

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

catchment hydrology technical report, 75.

Boughton, Walter, (2009), A new approach to calibration of the AWBM for use on ungauged catchments, Journal of hydrology engineering, 14: 562-574.

Chiew, Francis; Scanlon, Philip; Vertessy, Rob and Watson, Fred, (2002), Catchment scale modeling of runoff, sediment and nutrient loads for the south east Queensland EMSS, CRC for catchment hydrology technical report, 59.

Duan, Qingyun; Sorooshian, Soroosh and K.Gupta, Vijai, (1994), Optimal use of the SCE-UA global optimization method for calibrating watershed models, Journal of hydrology, 158, Elsevier, 20, 265-284.

Karamooz, Mohammad; Ahmadi, Azade; and Nazif, Sara, (2006), The application challenges and opportunities of optimized utilization in water resources systems, 1st Conference on optimum utilization of water resources, Shahrkord university, 17.

Kzemi kia, s.; Habib nezhad roshan, mahmood; Soleimani, Karim, and Abghari, Hirad, (2006), The prediction of river flow by ANN (case study: Barandooz Chay catchment), The journal of agricultural and natural resources sciences, 15: 79-94.

Li, C.Z., Zhang, L., Wang, H., Zhang, Y.Q., Yu, F.L., and Yan, D.H., (2011), The Transferability of Hydrological Models Under Non Stationary Climate Conditions, Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 8, 36: 8701-8736.

Mishra, Binaya kumar; Takara, Kaoru; Yamashiki, Yosuke, and Tachikawa, Yasuto, (2009), Selection of Regional Frequency Distribution Using Simulated Flood Data, Annuals of disaster research institute, Kyoto University, 52B, 10.

N.Jones, Rojer; H.S., Francis; Boughton, Walter; and Zhang, Lu, (2004), Estimating the Sensitivity of Mean Annual Runoff to Climate Change Using Selected Hydrological Models, Advances in water resources, 29, 1419-1429.

Perraud, J.M., Chiew, FHS., Vaze, J., and Viney, N.R., (2009), Future Runoff Projections For South Eastern Australia, CSIRO Land and Water, project 2.2.2, South eastern Australian climate initiative, 35.

Podger, Geoff, (2003), Rainfall Runoff Library Manual, Version 1.0, CRC For Catchment Hydrology, 95.

Sadeghi, Seyyed hamid reza; Yasrebi, Banafshe, and Noormohammadi, Farhad, (2005), Obtaining and analyzing the monthly rainfall – runoff models in Haraz watershed in Mazandaran, The journal of agricultural and natural resources sciences, 9: 1-12.

Sharifi, forud; Safarpur, Shabnam, and Ayubzade, seyyed ali, (2004), Evaluation of AWBM 2002 simulation model in 6 Iranian representative catchments, the journal of research in natural resources, 63: 35-42.

Taatgen, N., and Van Rijn, H., (2010), Nice graphs, good R^2, but still a poor fit? How to be more sure your model explains your data, 10th international conference

Archive of SID

www.SID.ir

on cognitive modeling, Philadelphia, 247-252.

Watts, Laura, (2005), Flood hydrology of the Mangaroa River, Technical report, Greater Wellington Environment Resource Investigations Department, 48.

Weber, Tony, (2007), Modeling the catchments of Botany Bay, Sydney metropolitan catchment management authority, 18.

Yang, A., (2009), An Integrated Catchment Yield Modeling Environment, 18th World IMACS/MODSIM Congress, Cairns, Australia, 3577-3583.

Downloaded from uijs.ui.ac.ir at 10:27 IRST on Monday September 29th 2014

Arhive of SID

www.SID.ir