شبیه سازی رواناب خروجی در حوزه های آبخیز فاقد آمار با استفاده از مدل بارش- رواناب AWBM

(مطالعه موردی: استان فارس)

AWBM Simulation in no-available data watersheds of Fars province

مجید عباسی زاده [۱] و جواد نام درست*[۲]

۱- مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

۲- کارشناس ارشد آبخیزداری، شرکت مهندسین مشاور سازه پردازی ایران

*مسئول مکاتبات: namdor_55@yahoo.com

تاریخ دریافت ۸۷/۳/۱۹ تاریخ پذیرش ۸۸/۴/۲۵

چکیده

روش های متعددی برای برآورد رواناب حاصل از بارندگی در حوزه های آبخیز وجود دارد که یکی از این آن ها استفاده از مدل های هیدرولوژیکی است . مدل های هیدرولوژیکی این امکان را می‌دهند تا با شبیه‌سازی فرایند رواناب- بارش (AWBM)، رواناب حاصل از بارندگی در حوزه هایی که جریان رودخانه اندازه‌گیری نشده است با حداقل زمان ممکن و کمترین هزینه ارزیابی شود. مدل AWBM که در سال ۱۹۹۳ توسط بوتون تکامل یافت، یکی از انواع مدل های بارش-رواناب است، که قادر است رواناب را از بارش روزانه یا ساعتی محاسبه نماید. کاربرد نتایج نوع روزانه مدل، در مطالعات مدیریت و استحصال آب و نتایج نوع ساعتی، برای محاسبات طراحی سیل است. این مدل باتقسیم اثر تغییر پذیری ظرفیت ذخیره حوزه به سه ظرفیت ذخیره(C1,C2,C3) و برآورد سطوح هر یک از این ظرفیت ذخیره ها (A1,A2,A3)، رواناب حاصل از هر یک از این سطوح را با استفاده از داده‌های روزانه بارش، بده و تبخیر و تعرق و با کمک بهینه‌سازی پارامترهای آن در حوزه‌ها شبیه‌سازی می‌کند. تحقیق مذکور در سال های ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ به انجام رسیده است. در این تحقیق جهت ارزیابی مدل AWBM از تعدادی از زیرحوزه های آبخیز درجه۲ مهارلو، مند، کل و زهره در استان فارس استفاده شده است. داده های روزانه بارش، رواناب و تبخیر و تعرق در مدت زمانی حدودا" ۲۰ ساله مد نظر قرار گرفت. بارش های روزانه به کمک روش TPSS به صورت منطقه ای در آمده و بده های روزانه هم به صورت بده ویژه محاسبه شد. سپس به کمک مدل و با بهینه سازی پارامتر های مدل، میزان دقت و کارائی مدل در برآورد ضریب همبستگی بین رواناب مشاهده‌ای و برآوردی مورد ارزیابی قرارگرفت. نتایج محاسبه شده توسط مدل در کلیه زیر حوزه ها نشان داد که مدل می تواند شبیه سازی قابل قبولی در شرایط کشور ما داشته و با اطلاعات قابل دسترس، پاسخ حوزه های فاقد آمار (یا با آمار کوتاه مدت) را محاسبه کرده و از قابلیت خوبی در طراحی و تحقیق برخوردار باشد.

واژه های کلیدی: مدل AWBM، حوزه آبخیز، شبیه‌سازی، رواناب، بارندگی

مقدمه

یکی از شاخص های مهم در پیشرفت هرکشور، دسترسی به آب با کیفیت در محل و زمان مورد نظر است، به طوری که عدم دسترسی به موقع می‌تواند یکی از مهم ترین عوامل محدود کننده توسعه اقتصادی باشد، در کشور ما که در یک منطقه خشک قرار گرفته این مشکل، نمودی دوچندان دارد. از یک طرف بروز خشکسالی ها و از طرف دیگر وقوع سیلاب های مهیب، همه‌ساله خسارات زیادی به بار می‌آورد. ازاین رو، نیاز به برنامه‌ریزی های محیطی در زمینه منابع آب از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. هرز آب ناشی از بارندگی وذوب برف، یکی از منابع عمده آبی است که جهت رفع کمبود مصارف

Archive of SID

www.SID.ir

کشاورزی-صنعتی و آشامیدنی، حایز اهمیت است.

درصد زیادی از حجم بارندگی در مناطق مختلف کشور، تحت تأثیر عواملی همچون سازند زمین‌شناسی، پوشش‌گیاهی، کاربری اراضی، شیب‌زمین و شکل حوزه آبخیز، به رواناب‌سطحی تبدیل می‌شود (افشار،۱۳۶۴). لذا به منظور برآورد حجم رواناب حاصل از بارندگی، بکارگیری روش های جمع‌آوری و مهار آب، سطحی از نظر تأمین آب روزبه روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. در بسیاری از حوزه های آبخیز که نیازمند برنامه‌ریزی منابع آب هستند یا ایستگاه های هیدرومتری برای اندازه‌گیری وجود ندارد یا آمار ایستگاه های اندازه‌گیری ناقص است و به نظر نمی‌رسد که در آینده نزدیک کلیه مناطق دارای ایستگاه اندازه‌گیری شوند. بنابراین، روش یا روش هایی که به کمک آن ها بتوان میزان رواناب حاصل از بارندگی در حوزه های فاقد آمار یا دارای آمارناقص را تخمین زد، از اهمیت قابل توجهی برخوردار می‌گردند.یکی از این روشها استفاده از مدل های هیدرولوژیکی است که این امکان را می‌دهند تا با شبیه‌سازی فرایند رواناب- بارش، رواناب حاصل از بارندگی در حوزه های فاقد آمار یا دارای آمار ناقص با کمترین هزینه و حداقل زمان، ارزیابی شود. چون در حوزه های آبخیز امکان اندازه‌گیری تمام کمیت‌های مورد نیاز جهت تحلیل رواناب وجود ندارد، انتخاب مدلی که بتواند در عین سادگی ساختار و با استفاده از حداقل عوامل، رواناب حاصل از بارندگی را به طور دقیق پیش‌بینی کند، امری ضروری به نظر می‌رسد. مدل AWBM که در سال ۱۹۹۳ توسط بوتون تکامل یافت یکی از انواع مدل های بارش-رواناب است که قادر است رواناب را از بارش روزانه یا ساعتی محاسبه نماید. کاربرد نتایج نوع روزانه مدل در مطالعات مدیریت و استحصال آب و نتایج نوع ساعتی، برای محاسبات طراحی است . این مدل با تقسیم اثر تغییر پذیری ظرفیت ذخیره حوزه به سه ظرفیت ذخیره(C1,C2,C3) و برآورد سطوح هر یک از این ظرفیت ذخیره ها(A1,A2,A3)، رواناب حاصل از هر یک از این سطوح رابا استفاده از داده‌های روزانه بارش، بده و تبخیر و تعرق و با کمک بهینه‌سازی پارامترهای آن در حوزه‌ها شبیه‌سازی می‌کند. در این زمینه تحقیقات زیادی در دنیا انجام شده است، به طوری که شریفی و بوید(Sharifi and Boyd,1994) مدل های بارش- رواناب ۳ پارامتره AWBM و SFB را در استرالیا مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که مدل AWBM بهتر از مدل SFB رواناب را شبیه سازی می کند. آرن برگ و هارموس(Arnbjerg and Harremoes,1995) یک مدل ۱۷ پارامتره پیشرفته رواناب را با یک مدل ساده رگرسیون خطی یک پارامتره بارش- رواناب مقایسه کرده و نتیجه گرفتند که وقتی داده های مناسب برای مدل های پیچیده در اختیار نباشد ، همیشه یک مدل ساده تر ترجیح داده می شود. شریفی(Sharifi,1997) با مقایسه سه مدل SDI, AWBMو SFB در۸ حوزه استرالیا نشان داد که اگر رواناب به رواناب سطحی و آب پایه تقسیم شود، مدل AWBM بهتر از مدل های SDI و SFB جواب می دهد، ولی در برآورد رواناب در طول دوره مطالعاتی، مدل SDI بهتر از بقیه عمل می کند. گوهری، مدل رواناب- بارش SFB را در حوزه های آبخیز کارون شمالی برای برآورد رواناب به کار گرفت و به کمک کالیبراسیون مدل و بهینه‌کردن پارامترها به این نتیجه رسید که مدل، از دقت قابل قبولی در شبیه‌سازی رواناب برخودار است (گوهری، ۱۳۷۷). لانگ و همکاران (Lang et al.1999) یک مدل بارش- رواناب کالیبره شده را برای حوزه های بزرگ خشک ارائه دادند. سنایی نیا(۱۳۷۹) مدل AWBM1993را در ارزیابی بعضی از حوزه های کشور مورد استفاده قرار داد و نتیجه گرفت که این مدل برای برآورد رواناب نتایج خوبی می دهد (سنایی نیا،۱۳۷۹). همچنین نام درست، مدل SDI را در ارزیابی بعضی از حوزه های آبخیز ایران مورد بررسی قرار داد و نتایج رضایت بخشی به دست آورد (نام درست ، ۱۳۸۱).

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش ها

۱- حوزه های مورد مطالعه

مطالعه حاضر در میان حوزه ها و محدوده های مطالعاتی موجود در استان فارس انجام گرفته است. بر این اساس، استان فارس در تقسیم بندی ششگانه حوزه های آبخیز درجه یک کشور، در حوزه آبخیز درجه یک خلیج فارس و دریای عمان قرار می گیرد. در تقسیم بندی حوزه های آبخیز درجه دو کشور به سی حوزه آبخیز، حوزه های آبخیز درجه دو کل، مند، مهارلو و قسمتی از حوزه آبخیز زهره در محدوده استان فارس قرار می گیرند. بنابراین، مطالعه حاضر در چند زیر حوزه از میان محدوده های مطالعاتی موجود در میان حوزه های درجه دو موجود در استان فارس انجام گرفته است. در جدول۱ محدوده های مطالعاتی موجود در میان حوزه های درجه دو موجود در استان فارس که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته اند به همراه اطلاعات فیزیو گرافی آن ها ارائه شده اند. همچنین نقشه۱ موقعیت مناطق مورد مطالعه در کشور و استان فارس را نشان می‌دهد.

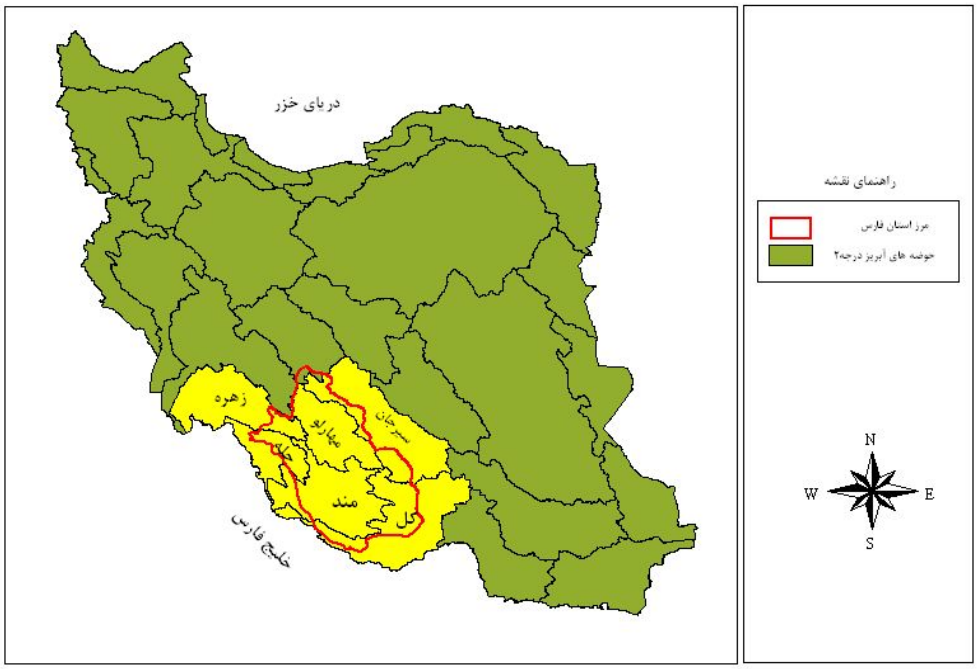
جدول۱- مشخصات زیر حوزه های مورد مطالعه در استان فارس

Table1. charact is tics of watersheds in Fars province

حوضه های درجه دو Sub basines number2	حوضه کل			نام ایستگاه آب سنجی Name of station	کد ایستگاه آب سنجی Station code	مختصات جغرافیایی Geographic coordinates		مساحت Area
	نام وحدود زیر حوضه Name and boudry of sub basin	نام اختصاری Abbrivation name	کد محدوده مطالعاتی Boudry code			عرض جغرافیایی Longitute	طول جغرافیایی Alttitude	کیلومتر مربع (KM2)
کل	رودخانه شورداراب ازمحل خروجی دشت خسویه تاخروجی دشت داراب	خسویه	27164	خسویه-فارس	45210	28.3	54.5	1365.9
	رودخانه رودبال ازورود به دشت داراب (ایستگاه هیدرومتری گوزون)تاخروجی دشت انجیرک	بال رستم	271653	گلوتنگ-فارس	45112	28.8	54.5	143.2
مهارلو	رودخانه سیوند از محل تلاقی باکر تا محل ورود به دشت مرودشت (محل آبادی دشت بال)	پایاب سیوند	431321	دشت بال-فارس	41214	29.9	52.8	162.9
	رودخانه کر از بالادست تلاقی رودخانه شور و شیرین تا پایین دست تلاقی رودخانه سفید	آب بالنگان	431352	تنگ براق-فارس	41112	30.6	52.0	307.0
مند	رودخانه شور فیروزآباد ازمحل تنگ عرب تاورودی دشت فیروزآباد (ایستگاه تنگاب)	فیروز آباد	26134	تنگ آب-فارس	43311	28.7	52.7	725.1
	رودخانه مند ازخروجی دشت کارزین تاپایین دست تلاقی شورجهرم باستثناء رودخانه مبارک آباد	مندکارزین	26153	تنگ کارزین-فارس	43121	28.4	53.1	2208.8
زهره	رودخانه فهلیان از تلاقی با رودخانه شیو تابالادست تلاقی رودخانه دروغ زن(نور آباد ممسنی)	دروغ زن	24261	باتون-فارس	36119	30.3	51.3	743.4
	رودخانه شش پیر	شش پیر	24266	تنگ آب سرد-فارس	36110	30.0	52.0	966.1

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه در استان فارس و کشور

Figure1. Location of the watersheds in Fars province and Iran

۲- ساختار مدلAWBM

مدلAWBM یک مدل کامپیوتری بیلان آبی برای شبیه سازی بارش- رواناب است که اولین بار توسط بوتون(Boughton, 1993) ارائه شد. این مدل، یک مدل سطوح جزئی جریان سطحی اشباع است که از بارش روزانه (و ساعتی) و تبخیر متوسط ماهانه برای محاسبه رواناب روزانه (و ساعتی) استفاده می کند. به طور کلی دو نظریه بیان کننده سازوکار تولید رواناب وجود دارد :

۱- نظریه هورتون(Horton, 1933): بر اساس این نظریه، رواناب زمانی پدید می آید که شدت بارش از شدت نفوذ بیشتر شود.

۲- نظریه، جریان سطحی اشباع (Hewlett, J. D. and Hibbert, 1967): براساس این نظریه، وقتی خاک از آب اشباع شود، رواناب پدید می آید .

مدلAWBM براساس نظریه جریان از سطوح جزئی اشباع (partial area runoff) که مشابه نظریه جریان سطحی اشباع است، شکل گرفته ومزیت های آن بر سایر مدلهای شبیه سازی بارش- رواناب عبارتند از:

۱- داده های مورد نیاز، به سهولت در دسترس قرار دارند .

۲- سه پارامتره است و در رودخانه های فصلی که آب پایه ندارد. یک پارامتره می شود.

۳- ساختار مدل، نسبتاً ساده است .

۴- مدل، رواناب را در زمان های مختلف از مناطق مختلف محاسبه می کند .

مدلAWBM از ظرفیت های ذخیره سطحی (Store1, Store 2, Store 3) با مساحتهای(A1, A2, A3) برای شبیه سازی سطوح رواناب استفاده می کند و بیلان آبی هر سطح ذخیره ای را مستقل از بقیه در گام های زمانی روزانه (یا ساعتی) محاسبه می کند. معادله بیلان آبی هر سطح به صورتی است که بارش به ذخیره سطحی اضافه شده و تبخیر و تعرق از آن کم می شود . لذا معادله بیلان آبی در حالتی که n تعداد Store در حوزه باشد به صورت زیر است :

$$Store\ n+1 = Store\ n + Rain - Evap \qquad (n = ۱,۲,۳...) \qquad (۱)$$

در این معادله اگر میزان رطوبت ذخیره، منفی شود، صفر در نظر گرفته می شود و اگر رطوبت

Archive of SID
www.SID.ir

ذخیره بیش از ظرفیت مخزن شود، رطوبت مازاد به رواناب تبدیل شده و رطوبت ذخیره، معادل ظرفیت مخزن باقی می ماند(Boughton,2002). در این مدل فرض براین است که رواناب از دو منبع اصلی رواناب سطحی وآب پایه تأمین می شود

۲-۱ : پارامترهای مدل AWBM

سه پارامتر مدل عبارتند از :

۱- شاخص جریان پایه (Base Flow Index , BFI)

۲- ثابت خشکیدگی روزانه جریان (Recession Constant , K)

۳- ظرفیت های ذخیره سطحی (C1 , C2 , C3) و سطوح متناظر با این ظرفیت ها (A1 , A2 , A3).

برای محاسبه این پارامترها از روش رگرسیون چند متغیره اتوماتیک استفاده می شود (Boughton,2002). وقتی باران می بارد، اول ظرفیت ذخیره C1، بعد ظرفیت ذخیره C2ودر نهایت ظرفیت ذخیره C3 پرمی شود. وقتی C1 پر شد، سرریز می کند و رواناب آغاز می شود. C1 مناطق با کمترین ظرفیت ذخیره، کمترین قابلیت نفوذ و بیشترین تولید رواناب در هرحوزه مثل مناطق صخره ای یا مناطقی که زودتر اشباع می شوند، C2 مناطق با قابلیت نفوذ و ظرفیت ذخیره بیشتر و تولید رواناب کمتراز C1 وC3 مناطق با بزرگ ترین ظرفیت ذخیره سطحی، حداکثر نفوذ، حداکثر ذخیره و حداقل رواناب در یک حوزه است.

۲-۲ : داده های مورد نیاز مدل AWBM

برای به کارگیری این مدل باید از داده های بارش روزانه ، رواناب روزانه و تبخیر ماهانه در هر حوزه استفاده کرد. پس از انتخاب ایستگاه های مورد نظر سال های آماری بارش، تبخیر و رواناب همزمان می شود .در این مرحله، فایل های ورودی داده ها برای استفاده در مدل آماده و یک فایل که ۴ داده بارش روزانه ، تبخیر ماهانه ، رواناب روزانه و رواناب ماهانه را داراست ، ساخته می شود (Bouhton 2002) .

۲-۳ : روش های ارزیابی پارامترهای مدل

ارزیابی پارامترهای مدل ها به چند روش آنالیز وقایع ، رگرسیون چند متغیره گام به گام و روش رگرسیون چند متغیره اتوماتیک صورت می گیرد. مدل کامپیوتری AWBM برای محاسبه پارامترها از روش رگرسیون چند متغیره اتوماتیک استفاده می کند .

برای ارزیابی پارامترهای مدل، گام های زیر طی شد ه است :

۱- ابتدا فایل داده رواناب روزانه به رواناب پایه و رواناب سطحی تقسیم شده و سپس شاخص جریان پایه (BFI) محاسبه می شود .

۲- از روی شاخص جریان پایه ، K (ثابت خشکیدگی روزانه جریان پایه) محاسبه می شود .

۳- در مرحله بعد با استفاده از BFI وK محاسبه شده در مراحل قبل، مقادیر C و A سطوح مختلف محاسبه می شود .

در مدل AWBM ابتدا با استفاده از زیر برنامه NBFLOW مقدار آب پایه از منحنی رواناب روزانه به دست می آید . این برنامه به طور مستقیم مقدار BFI (ازBFI تقسیم آب پایه به کل رواناب به دست می آید) و مقدار K (K شیب خط جریان فروکش است) را می دهد . این مدل ۳ ظرفیت ذخیره سطحی (C1 , C2 , C3) و ۳ سطح متناظر با ظرفیت های ذخیره سطحی (A1 , A2 , A3) و یک ظرفیت ذخیره متوسط (Cave) دارد که بین این اجزا روابط زیر برقرار است :

$$A_1 = 0.134 \quad , \quad A_2 = 0.433 \quad , \quad A_3 = 0.433 \qquad (۱-۳)$$

$$C_1 = 0.01\frac{Cave}{A_1} \quad , \quad C_2 = 0.33\frac{Cave}{A_2} \quad , \quad C_3 = 0.66\frac{Cave}{A_3} \qquad (۲-۳)$$

Cave در نظر می گیرد و با استفاده از BFI و K به دست آمده از زیر برنامه NBFLOW و به کمک

کالیبره کردن این مدل با زیر برنامه AWBM2002 است. در ابتدا این زیر برنامه یک

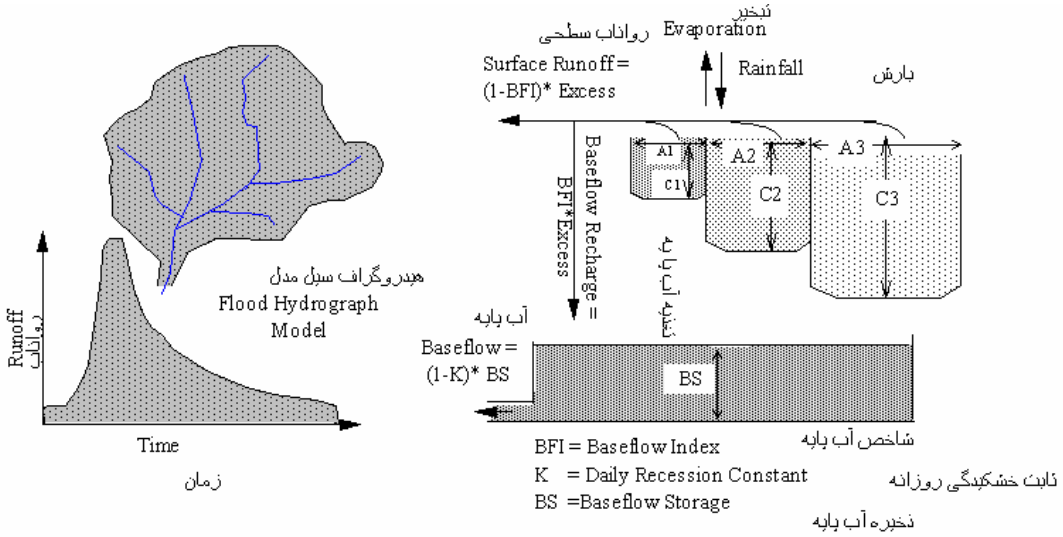
Archive of SID

www.SID.ir

معادلات (۳-۳) ، C2, C3 و C1 را با سطوح فرضی $A_1 = 0.134$, $A_2 = 0.433$, $A_3 = 0.433$ به دست می آورد و در نهایت این سطوح را تصحیح می کند. Cave در ابتدا از بین مقادیر مفروض ۵ ، ۵۰ ، ۱۰۰ ، ۱۵۰ و۳۰۰ به طوری انتخاب می شود که رواناب محاسبه شده و رواناب واقعی به دست آمده از فرمول زیر کمترین اختلاف را داشته باشند :

$$Act = e_1A_1 + e_2A_2 + e_3A_3 \quad (۳-۳)$$

در این معادله، Act مقدار رواناب واقعی ماهانه ، e_n رواناب محاسباتی ماهانه از هر یک از سطوح ذخیره و A_n سطح هر ظرفیت ذخیره است (Boughton 2002). برای استفاده از مدل، ابتدا پارامترهای بهینه مدل در هر حوزه مشخص شدند. سپس ارزیابی مدل در پیش بینی رفتار حوزه ها با استفاده از پارامترهای بهینه شده انجام شد و در نهایت رواناب خروجی شبیه سازی شده هر حوزه بدست آمد. شکل ۲، ساختار مدلAWBM را نشان می دهد.



شکل۲- ساختار شماتیک مدلAWBM

Figure.2 Structure of the AWBM model

۳- داده های ورودی مدل

داده های خام برای ورود به مدل باید پردازش شده و مطابق فرمت های ذیل آماده شوند.

۳-۱ : محاسبه بده ویژه

بده ویژه میزان ارتفاع رواناب، به میلی متر است که برای هر روز در تمامی ایستگاه های محدوده مورد مطالعه محاسبه گردید . برای محاسبه بده ویژه از رابطه زیر استفاده گردید :

$$\text{بده ویژه} = \frac{86/4Q}{A}$$

که در آن

Q : بده روزانه به m^3/sec

A : مساحت حوزه بالادست به Km2

۳-۲ : منطقه ای نمودن آمار بارش برای هر واحد کاری با روش TPSS

TPSS ، که نوعی تابع spline است، عبارت است از یک رابطه ریاضی ارتجاعی که از نقاط داده، با جهش های عمودی عبور می کند. برای به دست آوردن تابع کلی TPSS و به جهت داشتن بهترین تطابق منحنی با نقاط، معادلهٔ زیر باید حداقل گردد :

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} [yi - F(xi/yj]^2}{n\sigma^2} + \varnothing \int_0^1 F''(x/y)^2 .dx$$

که در آن :

yi : مقدار مشاهده شده متغیر مورد نظر در نقطه i ام،

F (xi / yj) : مقدار تابع (معادله صفحه) در

www.SID.ir

نقاط مشاهده شده ،

n : تعداد داده ها ،

σ^2: واریانس داده ها ،

F″ (x/y) : مشتق دوم تابع F (xi , yj)،

$\varnothing$: پارامتر Smoothing ، که عدد مثبتی است.

معمولاً $n\sigma^2$ با θ جایگزین شده و تابع حاصله را حداقل می کنند. در این معادله ، عبارت اول تفاوت بین نقاط مشاهده ای و مقدار تابع در همان نقاط است، عبارت دوم، بیانگر میزان smoothing بوده و تغییرات شیب صفحه را محاسبه می کند. منطقه ای کردن بارش در هر واحد کاری و بر اساس روش فوق که یک روش زمین آماری است، انجام گرفت و برای ایستگاه های واقع در هر واحد کاری به هر تعداد مورد استفاده قرار گرفت.

۳-۳ : تهیه و تدوین آمار تبخیر روزانه

به دلیل نیاز به آمار تبخیر روزانه ، اقدام به جمع آوری آمار تبخیر روزانه ایستگاه های تبخیر سنجی وزارت نیرو (تماب) در محدوده مورد مطالعه گردید. مراحل طی شده برای تهیه آمار بارش در مورد آمار تبخیر نیز انجام گرفت تا این آمار آماده برای بهره برداری در فایل های ورودی مدل ها شود.

نتایج

پارامترهای ثابت فروکش جریان پایه(K)، شاخص جریان پایه(BFI)، ظرفیت های ذخیره سطحی و سطوح متناظر با ظرفیت های ذخیره سطحی که در واقع پارامترهای مدل هستند، توسط مدل درحوزه های مورد نظر، محاسبه و در جدول قالب ۲ ارائه گردیده است. با توجه به پارامترهای به دست آمده ازشبیه سازی درحوزه های مورد مطالعه، مقایسه نتایج رواناب شبیه سازی و مشاهده‌ای در جدول ۳ منعکس گردیده است.

جدول۲- پارامترهای واسنجی شده مدل در حوزه های مورد مطالعه

Table2. Calibrized parameters of model in selected watersheds

حوضه Basine	نام ایستگاه آب سنجی Station name	پارامترهای دبی پایه Base flow parameters		ظرفیت های ذخیره سطحی (میلیمتر) Surface storage capacity (mm)			پارامترهای سطوح متناظر با مخازن ذخیره سطحی حوضه Corresponding areas		
		K	BFI	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2	A_3
کل	خسویه	0.996	0.54	25	111	234	0.108	0.627	0.265
	گلوتنگ	0.993	0.755	5	78	266	0.414	0.231	0.355
مهارلو	دشت بال	0.996	0.58	65	145	199	0.077	0.547	0.376
	تنگ براق	0.993	0.82	3	475	558	0.431	0.431	0.138
مند	تنگ آب	0.987	0.56	2	224	266	0.285	0.651	0.064
	تنگ کارزین	0.995	0.57	10	91	254	0.162	0.651	0.186
زهره	باتون	0.987	0.68	5	215	576	0.393	0.143	0.463
	تنگ آب سرد	0.995	0.77	4	391	454	0.319	0.237	0.444

Archive of SID

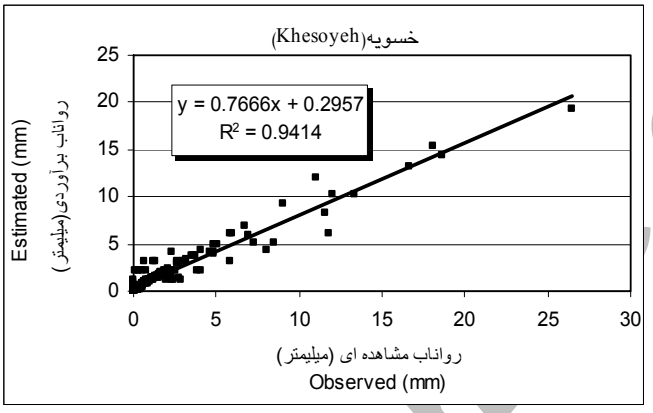
www.SID.ir

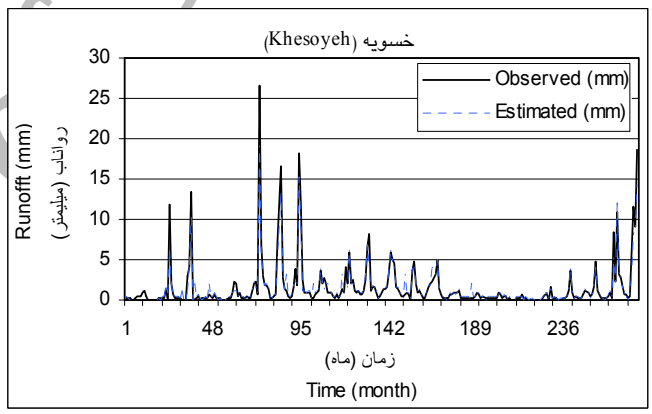
جدول۳- نتایج رواناب شبیه سازی شده و مشاهده ای در حوزه های مورد مطالعه

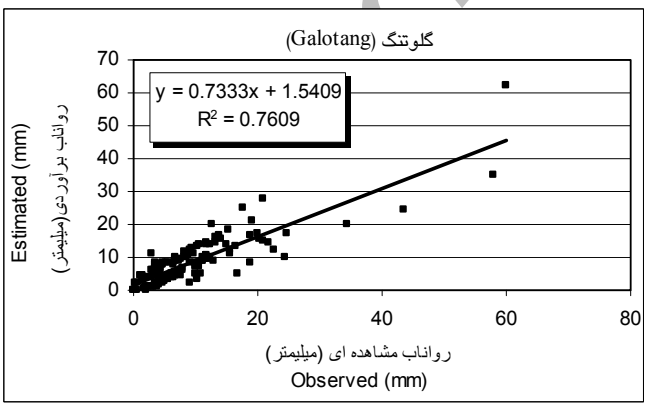
Table3. Results of simulated and observed runoff in selected watersheds

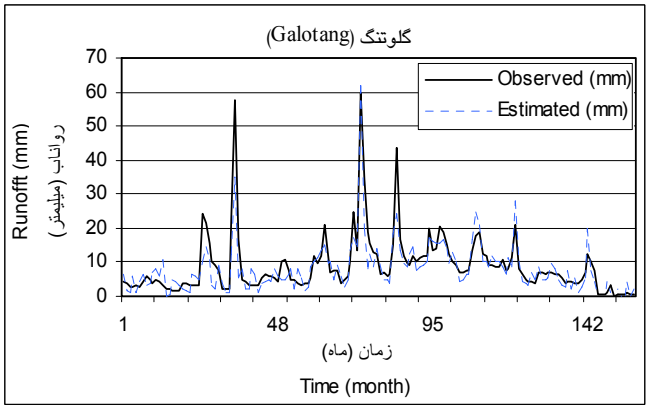
حوضه Basine	نام ایستگاه آب سنجی Station name	بده (میلیمتر) Discharge (mm)		ضریب همبستگی بین رواناب ماهانه مشاهده ای و محاسباتی Correlation cofficient
		بده مشاهده ای Observed discharge	بده برآوردی Estimated discharge	
کل	خسویه	370	323	0.97
	گلوتنگ	87	75	0.87
مهارلو	دشت بال	181	147	0.96
	تنگ براق	2661	2430	0.92
مند	تنگ آب	1321	1167	0.97
	تنگ کارزین	794	771	0.93
زهره	باتون	1689	1671	0.91
	تنگ آب سرد	3963	3672	0.79

در شکل۳ معادلات رگرسیونی میزان همبستگی بین بده مشاهده ای و برآوردی، همچنین نمودار گرافیکی مقایسه ای بین رواناب مشاهده شده و برآورد شده نمایش داده شده است.

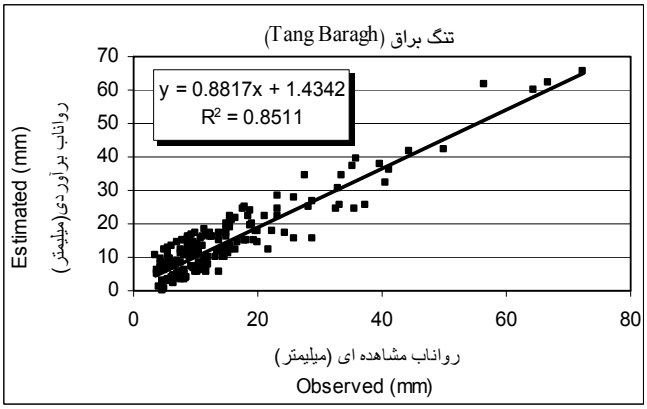


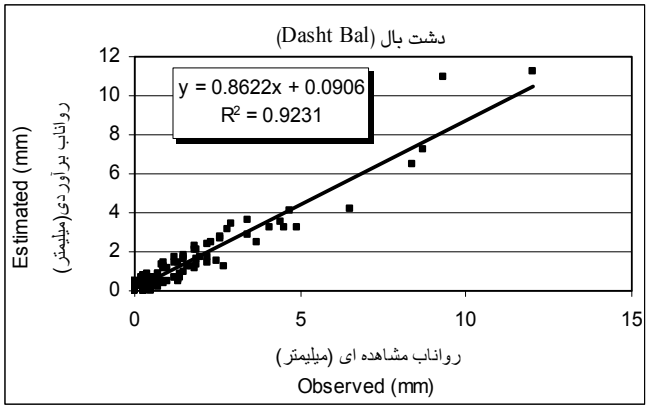


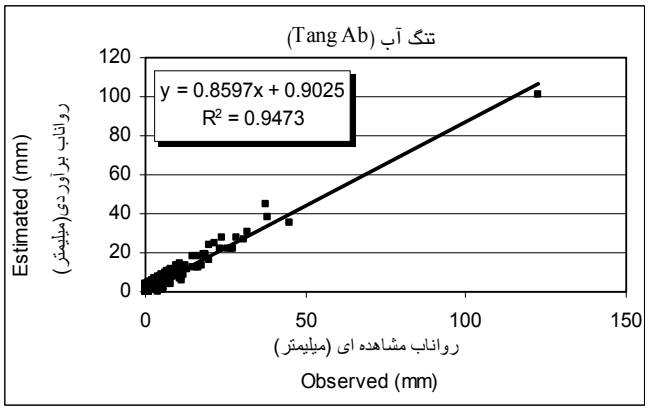


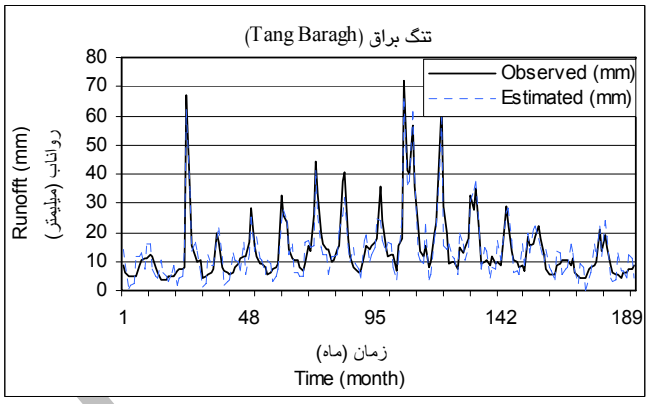


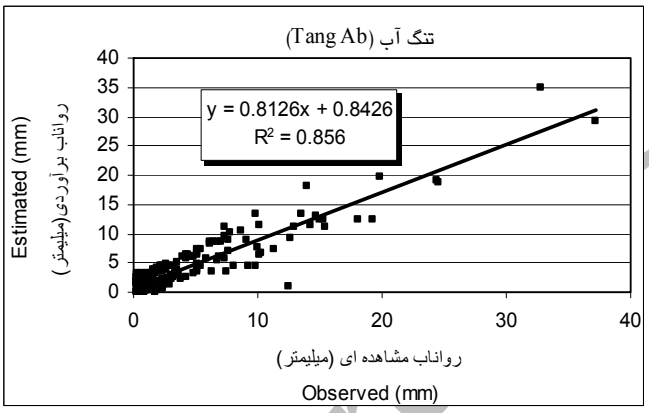
www.SID.ir

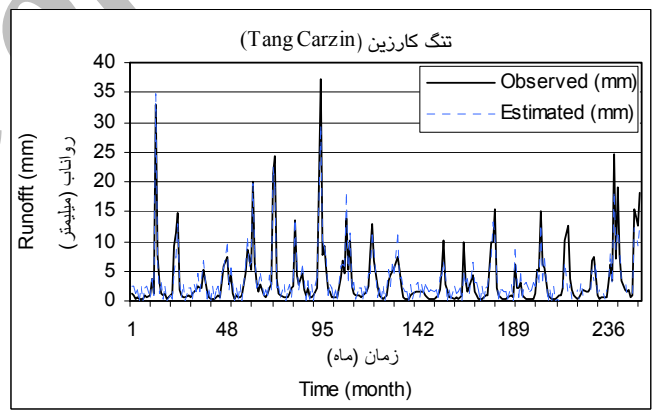

تنگ براق (Tang Baragh)
y = 0.8817x + 1.4342
R² = 0.8511
Estimated (mm)
رواناب برآوردی(میلیمتر)
رواناب مشاهده ای (میلیمتر)
Observed (mm)

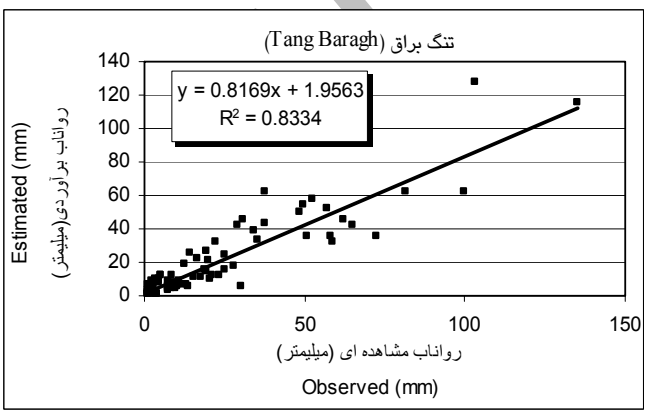

دشت بال (Dasht Bal)
y = 0.8622x + 0.0906
R² = 0.9231
Estimated (mm)
رواناب برآوردی(میلیمتر)
رواناب مشاهده ای (میلیمتر)
Observed (mm)

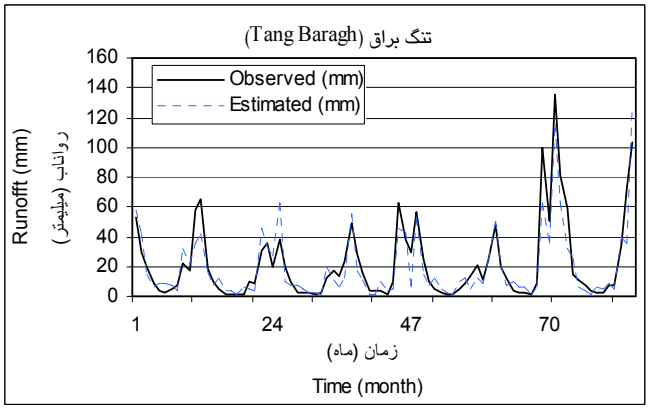

تنگ آب (Tang Ab)
y = 0.8597x + 0.9025
R² = 0.9473
Estimated (mm)
رواناب برآوردی(میلیمتر)
رواناب مشاهده ای (میلیمتر)
Observed (mm)


تنگ براق (Tang Baragh)
Observed (mm)
Estimated (mm)
Runofft (mm)
رواناب (میلیمتر)
زمان (ماه)
Time (month)

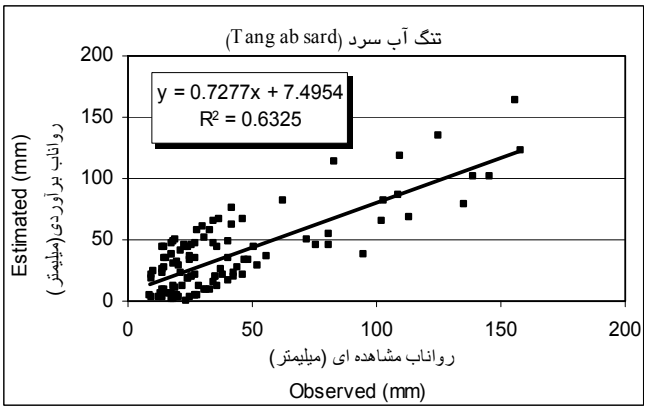

تنگ آب (Tang Ab)
y = 0.8126x + 0.8426
R² = 0.856
Estimated (mm)
رواناب برآوردی(میلیمتر)
رواناب مشاهده ای (میلیمتر)
Observed (mm)

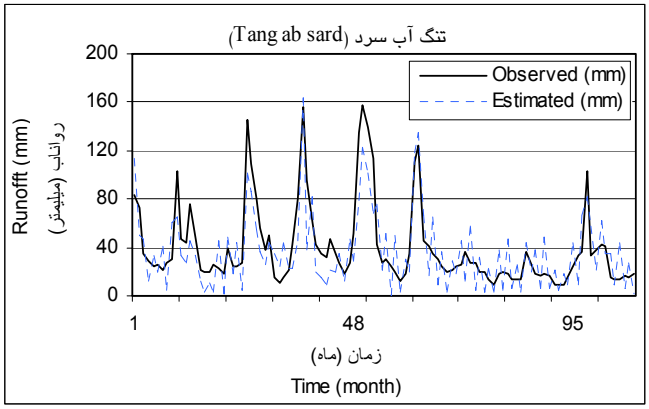

تنگ کارزین (Tang Carzin)
Observed (mm)
Estimated (mm)
Runofft (mm)
رواناب (میلیمتر)
زمان (ماه)
Time (month)


تنگ براق (Tang Baragh)
y = 0.8169x + 1.9563
R² = 0.8334
Estimated (mm)
رواناب برآوردی(میلیمتر)
رواناب مشاهده ای (میلیمتر)
Observed (mm)


تنگ براق (Tang Baragh)
Observed (mm)
Estimated (mm)
Runofft (mm)
رواناب (میلیمتر)
زمان (ماه)
Time (month)

www.SID.ir





شکل۳- نمودار رگرسیونی و مقایسه ای رواناب مشاهده ای و برآوردی توسط مدل در حوزه های مورد مطالعه

Figure 3. Comparative and regresioned graph of estimated and observed runoff with model in selected catchments

بحث و نتیجه گیری

با توجه به مقادیر بهینه پارامترهای مدل در جدول۲ و نتایج رواناب شبیه سازی شده و مشاهده ای در حوزه های مورد مطالعه در جدول ۳، در حوزه های مختلف می توان چنین نتیجه گیری کرد:

۱- حوزه آبخیز درجه۲ کل

در این محدوده، در حوزه مربوط به ایستگاه تنگ خسویه مناطق با قابلیت نفوذ متوسط، حداکثر است. بنابراین حوزه مذکور،حوزه ای با قابلیت نفوذ متوسط به بالا است. ضریب همبستگی به دست آمده بین رواناب ماهانه مشاهده شده و برآورد شده در این حوزه در حدود ۰/۹۷ است که نشان دهنده توانایی خوب مدل در شبیه سازی رواناب در این حوزه می باشد. در حوزه مربوط به ایستگاه گلوتنگ، مناطق با قابلیت نفوذ کم، حداکثر است. بنابراین، حوضه مذکور حوزه ای با قابلیت نفوذ متوسط به پایین است. ضریب همبستگی به دست آمده بین رواناب ماهانه مشاهده شده و برآورد شده در این حوزه در حدود ۰/۸۷ است که نشان دهنده توانایی خوب مدل در شبیه سازی رواناب در این حوزه است

۲- حوزه آبخیز درجه۲ مهارلو

در این محدوده، در حوزه مربوط به ایستگاه دشت بال، مناطق با قابلیت نفوذ متوسط، حداکثر است. بنابراین، حوزه مذکور حوزه ای با قابلیت نفوذ متوسط به بالا است. ضریب همبستگی به دست آمده بین رواناب ماهانه مشاهده شده و برآورد شده در این حوزه در حدود ۰/۹۶ است که نشان دهنده توانایی خوب مدل در شبیه سازی رواناب در این حوزه است. در حوزه مربوط به ایستگاه تنگ براق، مناطق با قابلیت نفوذ کم و متوسط، معادل هم و حداکثر است . بنابراین، حوزه مذکور نیزحوزه ای با قابلیت نفوذ متوسط به پایین است. ضریب همبستگی به دست آمده بین رواناب ماهانه مشاهده شده و برآورد شده در این حوزه در حدود ۰/۹۲ استکه نشان دهنده توانایی خوب مدل در شبیه سازی رواناب در این حوزه است.

۳- حوزه آبخیز درجه۲ مند

در این محدوده، در حوزه مربوط به ایستگاه تنگ آب مناطق با قابلیت نفوذ متوسط، حداکثر است. بنابراین، حوزه مذکور حوزه ای با قابلیت نفوذ متوسط است. ضریب همبستگی به دست آمده بین رواناب ماهانه مشاهده شده و برآورد شده در این حوزه در حدود ۰/۹۷ است که نشان دهنده توانایی خوب مدل در شبیه سازی رواناب در این حوزه است. در حوزه مربوط به ایستگاه تنگ کارزین نیز مناطق با قابلیت نفوذ متوسط، حداکثر است. بنابراین، حوزه مذکور نیزحوزه ای با قابلیت نفوذ متوسط است. ضریب همبستگی به دست آمده بین رواناب ماهانه

Archive of SID

www.SID.ir

مشاهده شده و برآورد شده در این حوزه در حدود ۰/۹۳ است که نشان دهنده توانایی خوب مدل در شبیه سازی رواناب در این حوزه است.

۴- حوزه آبخیز درجه۲ زهره

در این محدوده، در حوزه مربوط به ایستگاه باتون مناطق با قابلیت نفوذ کم و زیاد حدودا معادل هم و حداکثر است. بنابراین حوزه مذکور، حوزه ای با قابلیت نفوذ کم در برخی قسمت ها و زیاد در قسمت های دیگراست. ضریب همبستگی به دست آمده بین رواناب ماهانه مشاهده شده و برآورد شده در این حوزه در حدود ۰/۹۱ است که نشان دهنده توانایی خوب مدل در شبیه سازی رواناب در این حوزه است. در حوزه مربوط به ایستگاه تنگ آب سرد نیز مناطق با قابلیت نفوذ کم و زیاد حدودا معادل هم و حداکثراست. بنابراین، حوزه مذکور نیز حوزه ای با قابلیت نفوذ کم در برخی قسمت ها و زیاد در قسمت های دیگر است. ضریب همبستگی به دست آمده بین رواناب ماهانه مشاهده شده و برآورد شده در این حوزه در حدود ۰/۷۹ است که نشان دهنده توانایی نسبتا خوب مدل در شبیه سازی رواناب در این حوزه است.

در مجموع، با مقایسه عملکرد مدل در محدوده های مورد مطالعه، می توان نتیجه گرفت که مدل مذکور عملکرد قابل قبولی در شرایط خشک و نیمه خشک محدوده مورد مطالعه دارد که در مقیاس وسیع، نشان دهنده اقلیم قسمت وسیعی از کشور ما است. بنابراین می توان به دلیل سادگی مدل، تعدادکم پارامترهای مورد نیاز و در دسترس بودن داده های ورودی مدل در اکثر نقاط کشور، مدل مذکور را توصیه نمود. لازم به ذکر است که در اقلیم های مرطوب و نیمه مرطوب، عملکرد مدل مذکور نیاز به بررسی و مطالعه دارد و به استناد نتایج به دست آمده از مطالعه، توصیه نمی شود.

منابع مورد استفاده

۱- افشار، ع،۱۳۶۴. هیدرولوژی مهندسی. چاپ مرکز نشر دانشگاهی. ۴۵۹ ص.

۲- سنائی نیا، غ. ۱۳۷۹. ارزیابی مدل شبیه سازی AWBM (بارش- رواناب). پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری زهکشی. دانشگاه آزاد اسلامی (واحد علوم تحقیقات). ۱۴۵ ص.

۳- گوهری، ا. ۱۳۷۷. ارزیابی مدل SFB در حوزه های آبخیز غرب ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری. مرکز آموزش امام خمینی. ۱۲۳ ص.

۴- نام درست، ج.۱۳۸۰ . شبیه سازی اثر پارامترهای هیدرولوژیکی بر روی رواناب خروجی در برخی حوزه های آبخیز ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۴۶ ص.

5- Arnhjerg - Nielsen, K., and Harremoes. 1995. "Prediction of Hydrological Reduction Factor and Initial Loss in Urban Surface Runoff from Small Ungaged Catchments", Atmospheric Research, 42: 137-147.

6- Boughton, W.2002. "AWBM Catchment Water Balance Model, Calibration and Operation Manual", 30 pp.

7- Boughton, W. C. 1993. A Hydrograph-Based Model for Estimating the Water Yield of Ungauged Catchments, *Inst. Engs. Australia, Nat. Conf. Publ*. 93/14, pp. 317-324.

8- Hewlett, J. D. and Hibbert, A. P. 1967. Factors Affecting Response of Small Watersheds to Precipitation in Humid Areas, *In Forest Hydrology, Edited by W.E. Sopper and H. W. Lull*, pp. 275-290, Pergammon, New York.

9- Hortonj,R., E. 1993. "The Role of Infiltrration in the Hydrologic Cycle, EOS ", Trans. Of American Geophysical Union, 14, : 446-460.

10- Lang , J, A. P., Schick and ,C.Leibundgut. 1999. "A Noncalibrated Rainfall-Runoff Model for Large, Arid Catchments", Water Resource Research , 35(7) : 2126-2177.

11- Sharifi, F. 1997. "Evaluation of Three Continuous Rainfall-Runoff Models, A New Approach", Proceeding of the 8thInternational Conference on Rainwater Catchments Systems, 416-432.

12- Sharifi , F., and M. J Boyd.1994."A Comparision of the SFB and AWBM Rainfall-Runoff Models", 25th Congress of The International Assosiation of Hydrologeologists/ International Hydrology & Water Resources Symposium of The Insitution of Engineers, Australia . ADELAIDE . 21-25 November, pp:491- 495 .

Archive of SID

www.SID.ir