مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیستم، شماره دوم، ۱۳۹۲
http://jwsc.gau.ac.ir

شبیه‌سازی رواناب خروجی در حوزه‌های آب‌خیز بدون آمار با استفاده از مدل بارش– رواناب AWBM (مطالعه موردی: استان سیستان و بلوچستان)

هدایت‌الله زرین[۱]، *علیرضا مقدم‌نیا[۲]، جواد نام‌درست[۳] و ابوالفضل مساعدی[۴]

[۱]مربی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه زابل، [۲]دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه زابل، [۳]کارشناس‌ارشد شرکت مهندسین مشاور سازه‌پردازی ایران، [۴]دانشیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/٤/۱۳

چکیده

مدل‌های هیدرولوژیکی یکی از روش‌های برآورد رواناب به‌دست آمده از بارندگی می‌باشند. این مدل‌ها با شبیه‌سازی فرآیند رواناب- بارش، رواناب به‌دست آمده از بارندگی را در حوزه‌های آب‌خیزی بدون ایستگاه اندازه‌گیری با حداقل زمان ممکن و کم‌ترین هزینه برآورد می‌کنند. مدل AWBM که در سال ۱۹۹۳ توسط بوتون تکمیل شد یکی از انواع مدل‌های بارش- رواناب است که می‌تواند رواناب را با استفاده از داده‌های بارش روزانه یا یک‌ساعته محاسبه نماید. کاربرد نتایج روزانه به‌دست آمده از اجرای این مدل در مطالعات مدیریت و استحصال آب و نیز نتایج یک‌ساعته مدل‌سازی برای محاسبه‌های مربوط به برنامه‌ریزی و مدیریت سیلاب می‌باشد. در این پژوهش برای ارزیابی مدل، ٦ زیرحوزه بلوچستان جنوبی واقع در استان سیستان و بلوچستان مورد استفاده قرار گرفته است. بارش روزانه به کمک روش TPSS به‌صورت منطقه‌ای در آمده و دبی‌های روزانه هم به دبی‌های ویژه تبدیل می‌گردد. در نهایت به کمک مدل و با بهینه‌سازی پارامترهای مدل میزان دقت و کارایی مدل در برآورد رواناب محاسبه‌ای و مقایسه آن با رواناب مشاهده‌ای به‌وسیله ضرایب کارآیی و تعیین مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج محاسبه شده توسط مدل در همه زیرحوزه‌ها نشان می‌دهد که مدل می‌تواند شبیه‌سازی قابل‌قبولی در حوزه‌های مورد مطالعه داشته و با اطلاعات قابل دسترس،

* مسئول مکاتبه: ali.moghaddamnia@gmail.com

عکس‌العمل حوزه‌های بدون آمار (یا دارای آمار کوتاه‌مدت) را در مقابل بارش دریافتی شبیه‌سازی نموده و از قابلیت خوبی در پژوهش‌ها و مدل‌سازی بارش- رواناب در مناطق خشک و نیمه‌خشک برخوردار باشد.

واژه‌های کلیدی: بارش- رواناب، شبیه‌سازی، حوزه آب‌خیز، مدل AWBM، استان سیستان و بلوچستان

مقدمه

درصد زیادی از حجم بارندگی در مناطق مختلف کشور تحت‌تأثیر عواملی مانند، تشکیلات و ساختار زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، شیب زمین و شکل حوزه آب‌خیز به رواناب سطحی تبدیل می‌شود (افشار، ۱۹۸۵). بنابراین برآورد حجم رواناب به‌دست آمده از بارندگی، به‌کارگیری روش‌های جمع‌آوری و مهار آب سطحی از نظر تأمین آب روزبه‌روز اهمیت بیش‌تری پیدا می‌کند. در بسیاری از حوزه‌های آب‌خیز که نیازمند برنامه‌ریزی منابع آب هستند، ایستگاه‌های آب‌سنجی برای اندازه‌گیری وجود ندارد، یا این‌که آمار ایستگاه‌های اندازه‌گیری ناقص است و به‌نظر نمی‌رسد که در آینده نزدیک همه مناطق دارای ایستگاه‌های اندازه‌گیری شوند. بنابراین روش یا روش‌هایی که به کمک آن‌ها بتوان میزان رواناب به‌دست آمده از بارندگی در حوزه‌های بدون آمار یا دارای آمار ناقص را تخمین زد، از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار می‌گردند. یکی از این روش‌ها استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی می‌باشد که مدل‌ها این امکان را می‌دهند تا با شبیه‌سازی فرآیند رواناب- بارش، هرزآب به‌دست آمده از بارندگی در حوزه‌های بدون آمار یا دارای آمار ناقص با کم‌ترین هزینه و حداقل زمان ارزیابی شود. چون در حوزه‌های آب‌خیز امکان اندازه‌گیری تمام کمیت‌های مورد نیاز برای تحلیل رواناب میسر نمی‌باشد، بنابراین انتخاب مدلی که بتواند در عین سادگی ساختار و با استفاده از حداقل عوامل، رواناب به‌دست آمده از بارندگی را به‌طور دقیق پیش‌بینی کند امری ضروری به‌نظر می‌رسد، مدل AWBM[1] که در سال ۱۹۹۳ توسط بوتون تکمیل شد یکی از انواع مدل‌های 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

1- Austrilian Water Balance Model

طراحی سیل می‌باشد. در این زمینه پژوهش‌های زیادی در دنیا انجام شده است به‌طوری‌که شریفی و بوید (۱۹۹٤) مدل‌های بارش- رواناب ۳ پارامتره AWBM و SFB[1] را در استرالیا مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که مدل AWBM بهتر از مدل SFB رواناب را شبیه‌سازی می‌کند. آرن‌برگ- نیلسن و هارموس (۱۹۹۵) یک مدل ۱۷ پارامتره پیشرفته رواناب را با یک مدل ساده رگرسیون خطی یک‌پارامتره بارش- رواناب مقایسه کرده و نتیجه گرفتند که وقتی داده‌های مناسب برای مدل‌های پیچیده در اختیار نباشد، همیشه یک مدل ساده‌تر ترجیح داده می‌شود. شریفی (۱۹۹۷) با مقایسه سه مدل SDI، AWBM و SFB و در ۸ حوزه استرالیا نشان داد که اگر رواناب به رواناب سطحی و آب پایه تقسیم شود مدل AWBM بهتر از مدل‌های SDI و SFB جواب می‌دهد ولی در برآورد رواناب در طول دوره مطالعاتی مدل SDI بهتر از بقیه جواب می‌دهد. سنایی‌نیا (۲۰۰۰) مدل AWBM1993 را در ارزیابی بعضی از حوزه‌های کشور مورد استفاده قرار داد و نتیجه گرفت که این مدل برای برآورد رواناب نتایج خوبی می‌دهد. همچنین نام‌درست (۲۰۰۲) مدل SDI را در ارزیابی بعضی از حوزه‌های آب‌خیز ایران مورد بررسی قرار داد و نتایج رضایت‌بخشی به‌دست آورد. در واقع هدف از مطالعه اخیر بررسی عملکرد مدل یاد شده در مناطق با آب و هوای خشک و نیمه‌خشک و بررسی امکان به‌کارگیری مدل در حوزه‌های بدون آمار می‌باشد تا بتوان در آینده با کاهش هزینه و زمان به‌صورت دقیقی مدیریت حوزه‌های آب‌خیز را پیش‌بینی کرد.

مواد و روش‌ها

حوزه‌های مورد مطالعه: این پژوهش در میان زیرحوزه‌های موجود در حوزه آب‌ریز درجه ۲ به واقع در استان سیستان و بلوچستان انجام شده است. این استان در میان حوزه‌های شش‌گانه آب‌ریز درجه ۱ کشور، در حوزه آب‌ریز درجه ۱ خلیج‌فارس و دریای عمان قرار می‌گیرد، که این حوزه خود به ۹ زیرحوزه درجه ۲ تقسیم می‌شود. حوزه بلوچستان جنوبی یکی از زیرحوزه‌های نه‌گانه حوزه آب‌ریز خلیج‌فارس و دریای عمان می‌باشد که در استان نام برده قرار گرفته است. در جدول ۱ اطلاعات فیزیوگرافی زیرحوزه‌های مورد مطالعه ارایه شده است. همچنین شکل ۱ نیز موقعیت مناطق مورد مطالعه در کشور و استان سیستان و بلوچستان را نشان می‌دهد.

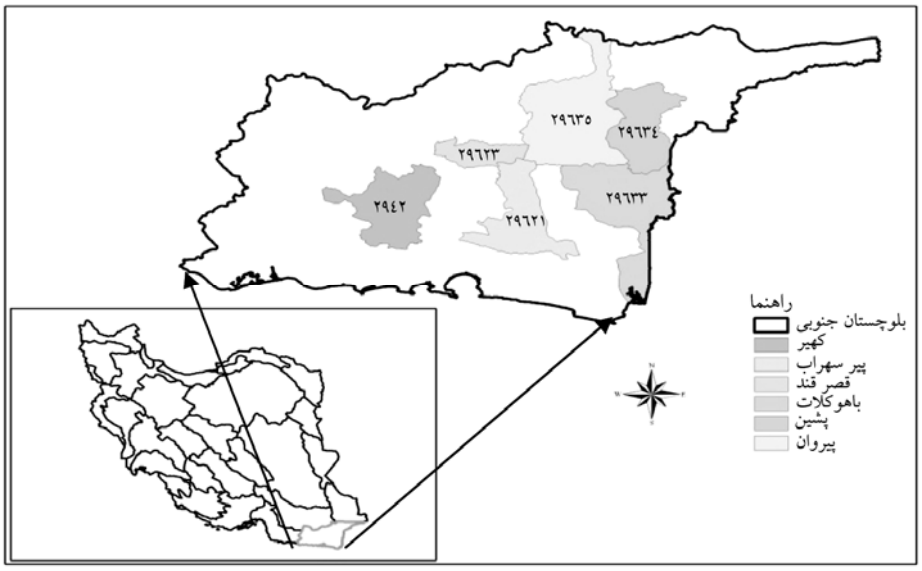
1- Soil Filtaration Basflow

ساختار مدل AWBM: مدل AWBM یک مدل کامپیوتری بیلان آبی برای شبیه‌سازی بارش- رواناب است که اولین بار توسط بوتون (۱۹۹۳) ارایه شد. این مدل یک مدل سطوح جزیی جریان سطحی اشباع است که از بارش روزانه (و ساعتی)، تبخیر متوسط ماهانه و رواناب روزانه (و ساعتی) برای محاسبه‌ها استفاده می‌کند. به‌طورکلی دو تئوری بیان‌کننده مکانیزم تولید رواناب وجود دارد: ۱- تئوری هورتون (۱۹۳۳) که براساس این تئوری رواناب زمانی پدید می‌آید که شدت بارش از شدت نفوذ بیش‌تر شود. ۲- تئوری جریان سطحی اشباع هولت و هیبرت (۱۹٦۷) که براساس این تئوری وقتی خاک از آب اشباع شود، رواناب پدید می‌آید. مدل AWBM براساس تئوری جریان از سطوح جزیی اشباع[1] که مشابه تئوری جریان سطحی اشباع است، توسعه‌یافته و برتری‌های آن بر سایر مدل‌های شبیه‌سازی بارش- رواناب عبارتند از: ۱- داده‌های مورد نیاز مدل به آسانی در دسترس هستند، ۲- مدل سه‌پارامتره است و در رودخانه‌های فصلی که آب پایه ندارد، مدل یک‌پارامتره می‌شود، ۳- ساختار مدل به‌نسبت ساده است و ٤- مدل رواناب را در زمان‌های مختلف از مناطق مختلف محاسبه می‌کند.

جدول ۱- مشخصات زیرحوزه‌های مورد مطالعه در سیستان و بلوچستان.

نام حوزه	مختصات جغرافیایی		شیب حوزه	مساحت	ارتفاع حوزه (متر)		
	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	(درصد)	(کیلومترمربع)	میانگین	حداکثر	حداقل
کهیر میانی	۲۵/۸	٦۰/۳	۱۸/۹	۲۳۱٦/٤	٥٦۲	۱۲۱۹	۱٥۲
پایاب کاجو	۲۵/٦	٦۱/۱	۱٤/۱	۲۱۳۳/٥	٥۸۲	۱۲۱۹	۱٥۲
قصرقند	۲٦/۱	٦۰/٥	۱٥/٤	۸۱۸/۲	۸۱۰	۱۲۱۹	٤٥٥
گامشاندر	۲٥/۷	٦۱/٦	۱۳/۰	۳۲۰۹/۲	٤۹۰	۹۱٤	۱٥۲
سرباز	۲٦/۰	٦۱/۷	۱۱/۷	۱۹٦٥/۲	۷۹٦	۱٤۷٦	۱٥۲
رکاب- هیجدر	۲٦/۱	٦۱/٦	۱٦/۰	۳۷۹٤/۳	۱۰۰۱	۱۸۲۹	۲۸۰

1- Partial Area Runoff



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه.

مدل AWBM از ظرفیت‌های ذخیره سطحی (C_1، C_2 و C_3) با مساحت‌های (A_1، A_2 و A_3) برای شبیه‌سازی سطوح رواناب استفاده می‌کند و بیلان آبی هر سطح ذخیره‌ای را مستقل از بقیه در گام‌های زمانی روزانه (یا ساعتی) محاسبه می‌کند. معادله بیلان آبی هر سطح به‌صورتی است که بارش به ذخیره سطحی اضافه شده و تبخیر و تعرق از آن کم می‌شود. بنابراین معادله بیلان آبی در حالتی که n تعداد ذخیره در حوزه باشد به‌صورت زیر می‌باشد:

$$Store_{n+1} = Store_n + Rain - Evap \quad (n=1,2,3...) \qquad (1)$$

که در آن، اگر میزان رطوبت ذخیره منفی شود، صفر در نظر گرفته می‌شود و اگر رطوبت ذخیره بیش از ظرفیت مخزن شود، رطوبت مازاد به رواناب تبدیل شده و رطوبت ذخیره معادل ظرفیت مخزن باقی می‌ماند (بوتون، ۲۰۰۲). در مدل، فرض بر این است که رواناب از دو منبع اصلی رواناب سطحی و آب پایه تأمین می‌شود. این مدل سه ظرفیت ذخیره سطحی (C_1، C_2 و C_3) و ۳ سطح متناظر با ظرفیت‌های ذخیره سطحی (A_1، A_2 و A_3) و یک ظرفیت ذخیره متوسط (C_{ave}) دارد، که بین این اجزا رابطه‌های زیر برقرار است:

$$A_1 = ۰/۱۳۳ \qquad A_2 = ۰/٤۳۳ \qquad A_3 = ۰/٤۳۳ \tag{۲}$$

$$C_1 = ۰/۰۱\frac{Cave}{A_1} \qquad C_2 = ۰/۳۳\frac{Cave}{A_2} \qquad C_3 = ۰/٦٦\frac{Cave}{A_3} \tag{۳}$$

کالیبره کردن این مدل با زیربرنامه AWBM2002 است. در ابتدا این زیربرنامه یک C_{ave} در نظر می‌گیرد و با استفاده از BFI و K به‌دست آمده از زیربرنامه NBFLOW و به کمک رابطه‌های ۲ و ۳، مقادیر C_1، C_2 و C_3 را با سطوح فرضی $A_1 = ۰/۱۳۳$، $A_2 = ۰/٤۳۳$ و $A_3 = ۰/٤۳۳$ به‌دست می‌آورد و در نهایت این سطوح را تصحیح می‌کند. C_{ave} در ابتدا از بین مقادیر مفروض ۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ که به‌صورت پیش‌فرض در مدل در نظر گرفته شده‌اند، به‌طوری انتخاب می‌شود که رواناب محاسبه شده و رواناب واقعی به‌دست آمده از رابطه زیر کم‌ترین اختلاف را داشته باشند:

$$Act = e_1A_1 + e_2A_2 + e_3A_3 \tag{٤}$$

که در آن، Act: مقدار رواناب واقعی ماهانه، e_n: رواناب محاسباتی ماهانه از هر یک از سطوح ذخیره و A_n: سطح هر ظرفیت ذخیره است (بوتون، ۲۰۰۲). برای استفاده از مدل ابتدا پارامترهای بهینه مدل در هر حوزه مشخص شدند، سپس ارزیابی مدل در پیش‌بینی رفتار حوزه‌ها با استفاده از پارامترهای بهینه شده انجام شد و در نهایت رواناب خروجی شبیه‌سازی شده هر حوزه به‌دست می‌آید.

پارامترهای مدل AWBM: ۳ پارامتر مدل عبارتند از: ۱- شاخص جریان پایه[1]، ۲- ثابت خشکیدگی روزانه جریان[2] و ۳- ظرفیت‌های ذخیره سطحی (C_1، C_2 و C_3) و سطوح متناظر با این ظرفیت‌ها (A_1، A_2 و A_3). برای محاسبه این پارامترها مدل از روش رگرسیون چندمتغیره اتوماتیک استفاده می‌کند (بوتون، ۲۰۰۲).

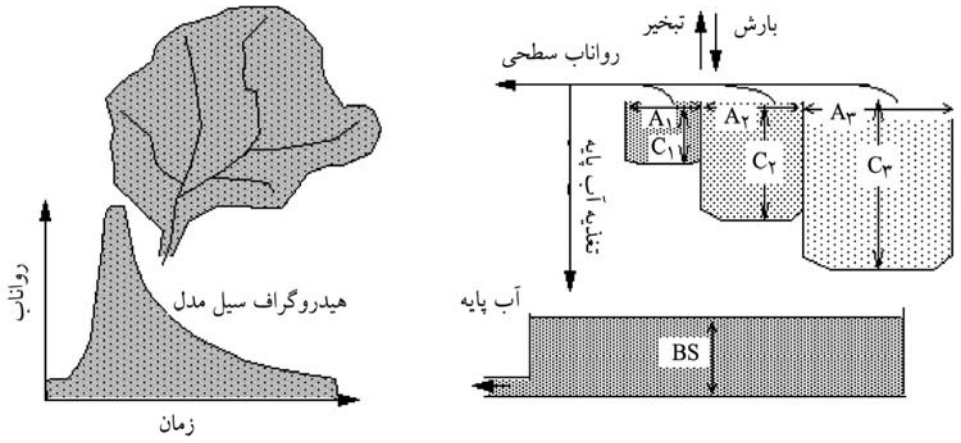
داده‌های مورد نیاز مدل AWBM: مدل برای شبیه‌سازی رواناب به داده‌های بارش روزانه، رواناب روزانه و ماهانه و تبخیر ماهانه در هر حوزه نیاز دارد. فایل ورودی داده‌ها برای استفاده در مدل تبدیل به ٤ فایل بارش روزانه، تبخیر ماهانه، رواناب روزانه و رواناب ماهانه می‌شود (بوتون، ۲۰۰۲). لازم به ذکر است که دبی روزانه باید به‌صورت دبی ویژه و بارش روزانه هم به‌صورت منطقه‌ای باید تهیه شود.

1- Base Flow Index (BFI)
2- Recession Constant (K)

محاسبه دبی ویژه: دبی ویژه میزان ارتفاع رواناب به میلی‌متر می‌باشد که به‌صورت روزانه در همه ایستگاه محاسبه گردید. برای محاسبه دبی ویژه از رابطه زیر استفاده گردید:

$$\text{دبی ویژه} = \frac{۸۶/٤Q}{A} \qquad (۵)$$

که در آن، Q: دبی روزانه به مترمکعب بر ثانیه و A: مساحت حوزه بالادست به کیلومترمربع می‌باشد.



شکل ۲- ساختار شماتیک مدل AWBM.

تبخیر: داده‌های تبخیر در مدل به‌صورت ماهانه مورد نیاز هستند. پس از آماده کردن همه فایل‌های ورودی، مدل اجرا می‌گردد و مقادیر رواناب شبیه‌سازی شده را به‌صورت روزانه یا ماهانه در اختیار می‌گذارد.

معیار خوب بودن برازش و انتخاب تابع هدف[1]: اندازه‌گیری خوبی برازش به تابع هدف معروف است و مقادیر بهینه پارامترها مقادیری هستند که مقدار حداقل تابع را می‌دهند. برای هر حوزه، مقدار تابع هدف به مقادیر تعیین شده پارامترها بستگی دارد. اگر n پارامتر وجود داشته باشد که در یک فضای n بعدی نمایش داده شود، با اضافه کردن بعد تابع هدف به یک فضای n+۱ بعدی دست می‌یابیم که این بعد اضافی مربوط به تابع هدف می‌باشد. در این فضای n+۱ بعدی، شکل تابع هدف

1- Objective Function

که براساس n پارامتر رسم شده است سطح عکس‌العمل نامیده می‌شود. پایین‌ترین نقطه در این سطح که تابع هدف به‌ازای پارامترهای مربوط حداقل می‌شود به‌نام نقطه بهینه پارامترها می‌باشد. ضریب کارایی و ضریب تعیین دو تابع هدف هستند که در این مدل نتایج براساس آن‌ها ارزیابی می‌شود. ضریب تعیین[1] (D) معمولاً برای سنجش میزان همبستگی بین دو مقدار دبی اندازه‌گیری شده و برآورد شده به‌کار می‌رود و به‌شرح زیر است.

$$D = \{\sum (Q_a - \overline{Q_a})^2 - \sum (Q_a - Q_e)\} \Big| (Q_a - Q_e)^2 \qquad (6)$$

ضریب کارایی[2] (E) هم برای تعیین میزان هم‌خوانی بین دبی برآوردی و مشاهده‌ای به‌کار می‌رود، در واقع آن قسمتی از تغییرات رواناب مشاهده‌ای که به‌وسیله مدل محاسبه می‌شود. این تابع به‌شرح زیر است.

$$E = \{\sum (Q_a - \overline{Q_a})^2 - \sum (Q_a - Qest)^2\} / \sum (Q_a - \overline{Q_a})^2 \qquad (7)$$

که در آن، Q_e: دبی برآورد شده مدل، Q_a: دبی اندازه‌گیری شده، $\overline{Q_a}$: میانگین دبی اندازه‌گیری شده و $Qest$: رواناب برآورد شده که از خط همبستگی Q_a و Q_e به‌دست آمده است.

نتایج و بحث

پارامترهای ثابت فروکش جریان پایه، شاخص جریان پایه، ظرفیت‌های ذخیره سطحی و سطوح متناظر با ظرفیت‌های ذخیره سطحی که توسط مدل در حوزه‌های موردنظر محاسبه شده در جدول ۲ ارایه گردیده است. با توجه به پارامترهای به‌دست آمده از شبیه‌سازی در حوزه مورد مطالعه، مقایسه نتایج رواناب شبیه‌سازی و مشاهده‌ای در جدول ۳ منعکس گردیده است. همچنین در شکل ۳ معادلات رگرسیونی میزان همبستگی بین دبی مشاهده‌ای و برآوردی، همچنین نمودار گرافیکی مقایسه‌ای بین رواناب مشاهده شده و برآورد شده ارایه شده است.

1- Coefficient of Determination
2- Coefficient of Efficiency

جدول ۲- پارامترهای واسنجی شده مدل در زیرحوزه‌های مورد مطالعه.

نام ایستگاه / آب‌سنجی	ثابت خشکیدگی روزانه	شاخص آب پایه	C_1	C_2	C_3	C_{ave}	A_1	A_2	A_3
کهیر میانی	۰/۹۹۲	۰/۲۱	۱۰	۵۷	۱۱۹	۵۳	٤۸/۳	۲۱/۲	۳۰/۵
پایاب کاجو	۰/۹۹۲	۰/۱۵	۵	۳٦	۹۹	۲۵	٤۸/۲	٤٦/۵	٦/۳
قصرقند	۰/۹۹۵	۰/۲۵	۲	۳۰	۵۰	۳۸	۲۰/۷	۹/۹	٦۹/٤
گامشاندر	۰/۹۸۹	۰/۱۳	۳	۱۵	۳٦	۱٤	۲۱/٦	۵۵/٤	۱/۳
سرباز	۰/۹۸۷	۰/۲۲	۲	۳٦	۲۸۷	۱۵۸	٤۱/٤	٤/۵	۵٤/۱
رکاب- هیجدر	۰/۹۸۸	۰/۲۵	۸	۳٦	۱٤۰	۷۱	۹/۲	۵٤/۳	۳٦/۵

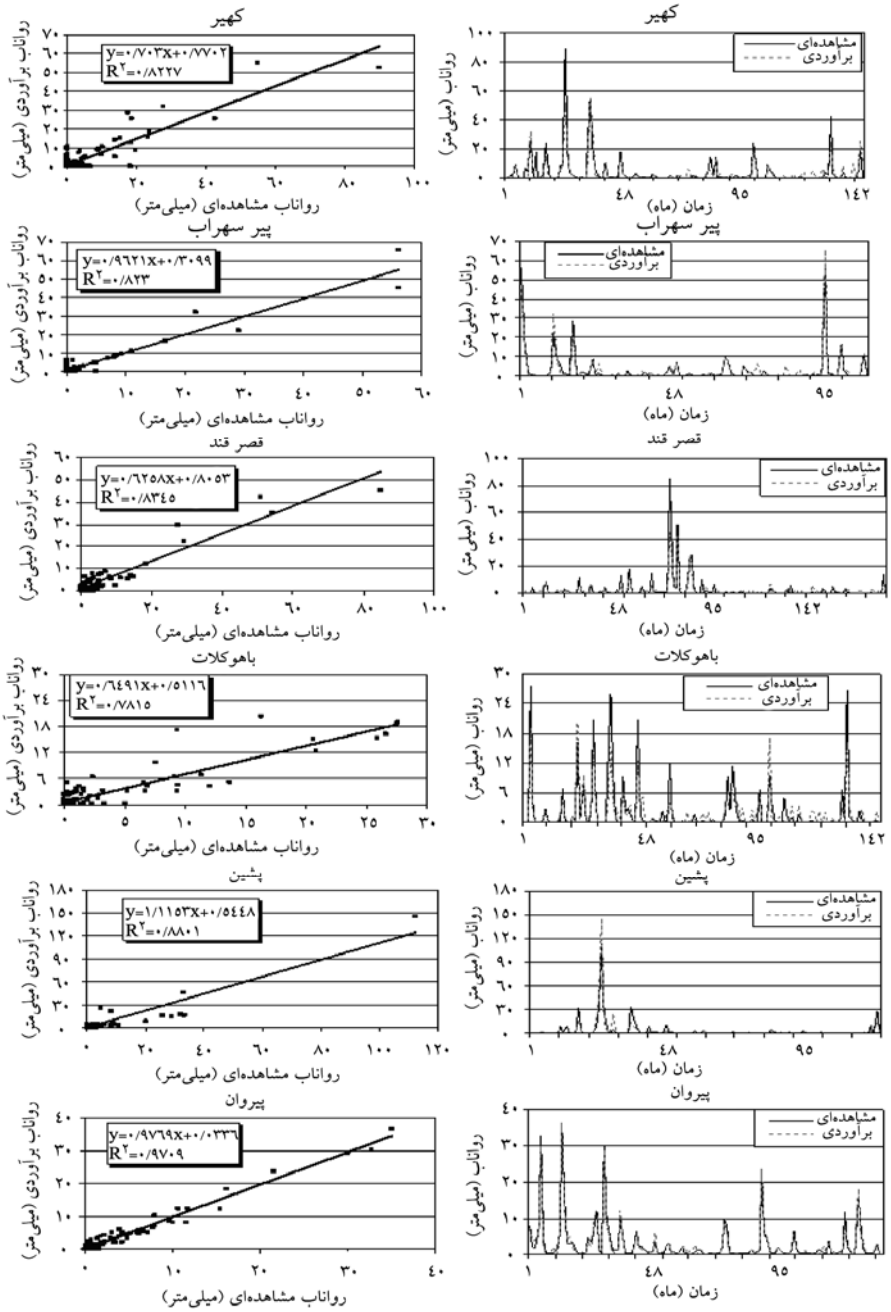
جدول ۳- نتایج رواناب شبیه‌سازی شده و مشاهده‌ای در زیرحوزه‌های مورد مطالعه.

نام ایستگاه / آب‌سنجی	پارامترهای دبی پایه		ضریب تعیین (D)	ضریب کارایی (E)	سطح معنی‌داری (درصد)
	مشاهده‌ای	برآوردی			
کهیر میانی	۵٦۵	۵۵٤	۰/۸۲	۰/۸۷	۱
پایاب کاجو	۳۱٤	۲۸٦	۰/۸۲	۰/۹٤	۱
قصرقند	٤۸۸	٤٤٦	۰/۸۲	۰/۸۲	۱
گامشاندر	۳۰٦	۲۷٤	۰/۷۸	۰/۸٤	۱
سرباز	٤٤۷	٤۲۸	۰/۸۸	۰/۸۱	۱
رکاب- هیجدر	٤۳۸	۳۸٦	۰/۹۸	۰/۹۲	۱

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش تجزیه و تحلیل نتایج به‌دست آمده از کاربرد مدل AWBM در برآورد رواناب در حوضه‌های مطالعاتی به‌صورت زیر می‌باشد.

در حوضه مربوط به ایستگاه کهیر میانی، سطح A_1 مناطق با کم‌ترین نفوذپذیری معادل ۱۱۱۲/۲ کیلومترمربع، سطح A_2 مناطق با نفوذپذیری متوسط معادل ٤۹۰/۹ کیلومترمربع و سطح A_3 مناطق با نفوذپذیری حداکثر معادل ۷۰٦/٤ کیلومترمربع می‌باشد. در نتیجه با توجه به موارد یاد شده، این حوضه، حوضه‌ای با قابلیت نفوذ پایین می‌باشد. مقادیر رواناب مشاهده‌ای و محاسبه‌ای به‌ترتیب ۵٦۵ و ۵۵٤ واحد می‌باشد. ضریب همبستگی به‌دست آمده بین رواناب مشاهده‌ای و برآوردی حدود ۰/۸۲ می‌باشد که نشان‌دهنده توانایی خوب مدل در شبیه‌سازی رواناب در این حوضه می‌باشد.



شکل ۳- منحنی‌های پراکنده رواناب مشاهده‌ای و برآوردی در حوزه‌های مورد مطالعه.

در حوضه مربوط به ایستگاه پایاب کاجو، سطح A_1 مناطق با کم‌ترین نفوذپذیری معادل ۱۰۲۸/۲ کیلومترمربع، سطح A_2 مناطق با نفوذپذیری متوسط معادل ۹۹۲/۱ کیلومترمربع و سطح A_3 مناطق با نفوذپذیری حداکثر معادل ۱۳٤/٤ کیلومترمربع می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که این حوضه، حوضه‌ای با قابلیت نفوذپذیری متوسط تا پایین می‌باشد. از سوی دیگر مقادیر رواناب مشاهده‌ای و محاسبه‌ای به‌ترتیب ۳۱٤ و ۲۸٦ واحد می‌باشد. که با ضریب تعیین حدود ۰/۸۲ نشان‌دهنده توانایی خوب مدل در شبیه‌سازی رواناب در این حوضه می‌باشد.

در حوضه مربوط به ایستگاه قصرقند، سطح A_1 مناطق با کم‌ترین نفوذپذیری معادل ۱٦۹/٤ کیلومترمربع، سطح A_2 مناطق با نفوذپذیری متوسط معادل ۸۱/۱ کیلومترمربع و سطح A_3 مناطق با نفوذپذیری حداکثر معادل ٥٦۷/۹ کیلومترمربع می‌باشد. در نتیجه این حوضه، حوضه‌ای با قابلیت نفوذپذیری بالا می‌باشد. رواناب مشاهده‌ای و محاسبه‌ای در این حوضه به‌ترتیب ٤۸۸ و ٤٤٦ واحد می‌باشد که این حوضه نیز با ضریب تعیین حدود ۰/۸۲ نشان‌دهنده توانایی بالای مدل در شبیه‌سازی رواناب در این حوضه می‌باشد.

در حوضه مربوط به ایستگاه گامشاندر، سطح A_1 مناطق با کم‌ترین نفوذپذیری معادل ۱۰۱٤/٤ کیلومترمربع، سطح A_2 مناطق با نفوذپذیری متوسط معادل ۱۷۷۷/۹ کیلومترمربع و سطح A_3 مناطق با نفوذپذیری حداکثر معادل ٤۱۷/۹ کیلومترمربع می‌باشد. در این حوضه چنین نتیجه‌گیری می‌شود که این حوضه با قابلیت نفوذپذیری متوسط می‌باشد. مقادیر رواناب مشاهده‌ای و محاسبه‌ای به‌ترتیب ۳۰٦ و ۲۷٤ واحد می‌باشد. ضریب تعیین به‌دست آمده بین رواناب مشاهده‌ای و برآوردی حدود ۰/۷۸ می‌باشد که در این حوضه نیز مدل توانایی بالایی در شبیه‌سازی رواناب نشان داده است.

در حوضه مربوط به ایستگاه سرباز، سطح A_1 مناطق با کم‌ترین نفوذپذیری معادل ۸۱۳/٦ کیلومترمربع، سطح A_2 مناطق با نفوذپذیری متوسط معادل ۸۸/٤ کیلومترمربع و سطح A_3 مناطق با نفوذپذیری حداکثر معادل ۱۰٦۳/۲ کیلومترمربع می‌باشد. حوضه یاد شده حوضه‌ای با ظرفیت نفوذپذیری دوگانه می‌باشد. به این مفهوم که قسمتی از حوضه دارای ظرفیت نفوذپذیری متوسط و قسمتی از آن دارای ظرفیت نفوذپذیری بالا می‌باشد. در این حوضه رواناب مشاهده‌ای و محاسبه‌ای به‌ترتیب ٤٤۷ و ٤۲۸ واحد به‌دست آمده و ضریب تعیین بین آن‌ها نیز حدود ۰/۸۸ محاسبه شده است. نتایج این حوضه نیز بیانگر کارایی مناسب مدل می‌باشد.

در حوضه مربوط به ایستگاه رکاب- هیجدر، سطح A_1 مناطق با کم‌ترین نفوذپذیری معادل ۳٤۹/۱ کیلومترمربع، سطح A_2 مناطق با نفوذپذیری متوسط معادل ۲۰٦۰/٤ کیلومترمربع و سطح A_3 مناطق با نفوذپذیری حداکثر معادل ۱۳۸٤/۹ کیلومترمربع می‌باشد. با این ارقام، حوضه یاد شده نیز حوضه‌ای با ظرفیت نفوذپذیری متوسط تا بالا می‌باشد. در این حوضه رواناب مشاهده‌ای و محاسبه‌ای به‌ترتیب ٤۳۸ و ۳۸٦ واحد محاسبه شده که با ضریب تعیین حدود ۰/۹۸ مدل توانایی منحصربه‌فردی در حوضه به نمایش گذاشته است.

براساس نتایج کسب شده، مدل AWBM در همه زیرحوزه‌های مورد مطالعه نتایج قابل‌قبولی داده است. مقایسه عملکرد مدل براساس دو ضریب تعیین و کارایی می‌باشد. ضریب تعیین نشان‌دهنده میزان همبستگی بین دبی محاسبه شده و مشاهده شده بوده و ضریب کارایی نشان‌دهنده میزان هم‌خوانی بین دو دبی می‌باشد. در همه حوزه‌های مورد مطالعه، هر دو ضریب بالای ۰/۷۸ می‌باشند که بیانگر عملکرد خوب مدل در برآورد میزان همبستگی و هم‌خوانی دو دبی محاسبه‌ای و مشاهده‌ای می‌باشد. نتایج این پژوهش در مقایسه با نتایج مدل بارش- رواناب SDI که توسط نام‌درست (۲۰۰۱) در حوزه‌های معرف و تعدادی از حوزه‌های کارون شمالی انجام شده، نشان‌دهنده عملکرد خوب مدل در مقایسه با آن‌ها می‌باشد. همچنین در مقایسه با نتایج سنایی‌نیا (۲۰۰۰) که مدل AWBM را در حوزه‌های معرف به‌کار برد و نتایج بهتری داده است. می‌توان چنین نتیجه گرفت که این مدل در شرایط آب و هوای خشک و گرم نتایج به مراتب بهتری از سایر اقلیم‌ها می‌دهد. البته این ادعا باید با پژوهش‌های بیش‌تر مورد تأیید قرار گیرد.

بنابراین می‌توان گفت این مدل به‌دلیل سادگی، تعداد کم پارامترهای مورد نیاز و در دسترس بودن داده‌های ورودی مدل، قابل توصیه برای بیش‌تر حوزه‌های بدون آمار می‌باشد.

منابع

1.Afshar, A. 1991. Engineering Hydrology, Iran University Press, 459p.

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

3.Boughton, W. 2002. AWBM Catchment Water Balance Model, Calibration and Operation Manual, 30p.

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

5.Gohari, A. 1998. Evaluation of SFB model in the west Catchments of Iran, M.Sc. Thesis of Watershed Management, Imam Khomini Education Center, 123p.
6.Hewlett, J.D., and Hibbert, A.P. 1967. Factors Affecting Response of Small Watersheds to Precipitation in Humid Areas. P 275-290, In: Forest Hydrology, Edited by W.E. Sopper and H.W. Lull, Pergammon, New York.
7.Horton, R.E. 1993. The Role of Infiltrration in the Hydrologic Cycle, EOS, Trans. of American Geophysical Union, 14: 446-460.
8.Lang, J., Schick, A.P., and Leibundgut, C. 1999. A Noncalibrated Rainfall-Runoff Model for Large, Arid Catchments, Water Resource Research, 35: 7. 2126-2177.
9.Nam Dorost, J. 2001. Simulation of Hydrology Parameters Effect on Outpot Runoff in Some Iranian Watersheds, M.Sc. Thesis of Watershed Management, Tarbiat Modaes University, 146p.
10.Sanaeeiniya, Gh. 2000. Evaluation of AWBM Rainfall-Runoff Simulation model, M.Sc. Thesis of Irrigation and Drainage, Islamic Azad University, 145p.
11.Sharifi, F. 1997. Evaluation of Three Continuous Rainfall-Runoff Models, A New Approach, Proceeding of the 8th International Conference on Rainwater Catchments Systems, Pp: 416-432.
12.Sharifi, F., and Boyd, M.J. 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.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(2), 2013
http://jwsc.gau.ac.ir

Simulation of outlet runoff in ungauged catchments by using AWBM Rainfall-Runoff Model

H. Zarin[1], *A.R. Moghaddamnia[2], J. Nam Dorost[3] and A. Mosaedi[4]

[1]Instructor, Dept. of Range and Watershed Management, Zabol University,
[2]Associate Prof., Dept. of Range and Watershed Management, Zabol University,
[3]Senior Engineer of SPI CO., Tehran, Iran, [4]Associate Prof., Faculty of Natural Resources and Environmental, Ferdowsi University of Mashhad
Received: 05/09/2009; Accepted: 07/03/2012

Abstract

Hydrological models are one of the currently used techniques for simulating runoff produced from rainfall. These models by simulatation of rainfall-runoff process, are able to estimate runoff values in ungauged cachments without spending high cost and long time. AWBM rainfall-runoff model developed by Boughton in 1993, can calculate runoff based on hourly and daily rainfall. Daily and hourly results obtained from the modelling are used in flood mangement and planning, respectivly. This model includes set of surface storage parameters (C_1, C_2, C_3), partial area parameters (A_1, A_2, A_3), and using daily rainfalls and discharges, monthly runoffs and evaporations. In this study, in order to evaluate the model performance, six sub-catchments located in the south of Sistan and Balochestan province were chosen under a case study. The analysis was carried out by the available data from these sub-catchment including Bah in Sistan and Balochstan Province. Daily rainfall data by using TPSS method were converted to regional data and daily diacharge to specific discharge in mm. Finally, accurancy and efficiency of the AWBM model in simulating runoff evaluated by efficiency was and determination cofficients. The results show the model can simulate runoff reasonably in all sub-catchments under study and other ungauged catchments, and also can be used as a useful tool for research and modelling hydrological process of rainfall-runoff in catchments located in arid and semi-arid regions.

Keywords: Rainfall-Runoff, Simulation, Catchment, AWBM model, Sistan and Baluchestan Province

* Corresponding Author; Email: ali.moghaddamnia@gmail.com