

بررسی میزان تأثیر اثر برف در شبیه‌سازی رواناب در حوضه آبریز (مطالعه موردی: حوضه آبریز بار نیشابور)

حسین حسن‌پور درویشی^{۱*} - حسین ابراهیمی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۲۸

چکیده

برف یکی از مؤلفه‌های اصلی چرخه هیدرولوژی در بسیاری از حوضه‌های آبریز کوهستانی دنیا است. در این حوضه‌ها، رواناب برف بخش اصلی جریان رودخانه‌ها به شمار می‌رود اما در مناطق کوهستانی شرق کشور علی‌رغم بارش برف در این حوضه‌ها، تأثیر این جزء هیدرولوژی نسبت به مناطق غربی کشور متفاوت می‌باشد. در این پژوهش هدف شبیه‌سازی رواناب و بررسی تأثیر عملکرد اثر برف بر پارامترهای مدل بیلان آب سطحی حوضه آبریز بار در نیشابور می‌باشد. برای نیل به این هدف از آمار دبی ماهانه ایستگاه هیدرومتری اریه واقع بر رودخانه بار و برای آمار بارندگی از ایستگاه تبخیرسنجی بار-اریه استفاده شد. طول آمار ۳۰ سال می‌باشد که از سال آبی ۱۳۵۴ تا سال آبی ۱۳۶۸ برای شبیه‌سازی و کالیبراسیون استفاده شده است و صحت‌سنجی از سال ۱۳۷۴ - ۱۳۸۸ انجام شده است. نتایج نشان داد که مدل WASMOD علی‌رغم سادگی توانایی شبیه‌سازی رواناب را با داده‌های ورودی کم دارد. بنابراین می‌توان این مدل را در حوضه‌هایی که داده‌های در دسترس کمی موجود است (مثلاً فقط شامل بارندگی و دما) به‌کار برد. همچنین توانایی مدل در دو حالت بررسی شد، مشخص شد که نتایج شبیه‌سازی مدل با در نظر گرفتن اثر برف به واقعیت نزدیک‌تر است. اما می‌توان بدون در نظر گرفتن برف نیز مدل‌سازی را انجام داد. همچنین غیرخطی بودن رفتار رواناب پایه در اثر وجود برف مشخص گردید.

واژه‌های کلیدی: مدل‌سازی، بارش - رواناب، برف، حوضه آبریز، WASMOD

مقدمه

مدل‌ها خطای زیادی ایجاد خواهند کرد. مطالعات زیادی اهمیت اندازه‌گیری دقیق این پارامترها را نشان داده است. تکنولوژی سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای پیشرفت‌های قابل توجهی در مطالعات برف ایجاد کرده است که با استفاده از این روش‌ها می‌توان پارامترهای برف را تخمین و به‌عنوان ورودی مدل‌ها استفاده نمود. در اغلب مدل‌ها شبیه‌سازی رواناب روزانه ناشی از ذوب برف در یک فصل سال یا دوره چند ساله به‌منظور بهبود عملکرد مدل با رواناب اندازه‌گیری شده مقایسه می‌گردد تا میزان خطاهای مدل مشخص گردد. همچنین در حوضه‌هایی که فاقد ایستگاه هیدرومتری باشند، شبیه‌سازی می‌تواند برای محاسبه الگوی فصلی یا سالانه رواناب به‌کار برده شود. پیش‌بینی کوتاه مدت و فصلی رواناب براساس استفاده از دما و بارش پیش‌بینی شده به‌عنوان داده‌های ورودی، انجام می‌شود که در این روش برای افزایش دقت در پیش‌بینی‌ها، مقادیر پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده در هر دوره چند روزه با یکدیگر مقایسه می‌گردد. برای ساخت یک مدل بایستی دید کاملی درباره فرایندهایی که در واقعیت رخ می‌دهد وجود داشته باشد تا بتوان فرایندها را در مدل تصویر کرد. چالش اصلی این نیست که تمام

استفاده بهینه از منابع آب و حوضه‌های آبریز کشور یکی از راه‌های مقابله با کمبود آب است و شبیه‌سازی پدیده‌های هیدرولوژیکی در حوضه‌های آبریز می‌تواند راه حل بهینه‌ای برای این مدیریت مناسب باشد. با شبیه‌سازی و پیش‌بینی شرایط و رفتار آینده حوضه آبریز می‌توان سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی مناسبی برای آینده اتخاذ نمود. در اکثر حوضه‌های آبریز، آمارهواشناسی و هیدرولوژی مورد نیاز در شبیه‌سازی جریان همانند آمار و اطلاعات برف سنجی معمولاً در دسترس نیست.

به‌دلیل عدم در دسترس بودن داده‌های برف، شبیه‌سازی و پیش‌بینی رواناب و سیلاب ناشی از ذوب برف با مشکلات فراوانی روبرو بوده و به‌طور معمول همراه با خطا قابل تخمین است. پارامترهای قابل سنجش برف از قبیل سطح پوشش برف، عمق و چگالی برف و عمق آب معادل برف چنانچه موجود و اندازه‌گیری نشده باشند در

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، واحد فردوس، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

(* نویسنده مسئول: (Email: hhasanpour87@gmail.com)

(Quick., 1995). مالچر و هیدینگر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS رواناب حاصل از ذوب برف در زیر حوضه‌های کشور اتریش را با استفاده از مدل SRM شبیه‌سازی کردند نتایج نشان داد که دقت تخمین‌ها در اکثر موارد قابل قبول است (Malcher and Heidinger., 2004). همچنین هانگ و همکاران نیز از مدل‌های شبیه‌سازی جریان حاصل از ذوب برف در حوضه آبریز رودخانه گانمسی در غرب چین را به کار بردند و به نتایج قابل قبولی دست یافتند (Hong And Guodong., 2003). نجفی و همکارانش (۱۳۸۶) با استفاده از تصاویر سنجنده AVHRR با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS، برای شبیه‌سازی رواناب حاصل از ذوب برف در حوضه‌های شهرچایی ارومیه، سد کرج و حوضه آبریز بختیاری استفاده و به نتایج قابل قبولی در برآورد رواناب حاصل از ذوب برف برای مناطق مذکور دست یافته‌اند که بیانگر قابلیت کاربرد مدل برای حوضه‌های دیگر در این مناطق می‌باشند. در ترکیه امره و همکاران به منظور مدل‌سازی رواناب حاصل از ذوب برف در بالادست حوضه آبریز فرات از منحنی‌های تخلیه برف استخراج شده از نقشه‌های پوشش برف MODIS استفاده کردند (Emre et al., 2005). نتایج اولیه نشان داد که از این اطلاعات می‌توان برای شبیه‌سازی و هم-چنین پیش‌بینی رواناب ذوب برف در آن کشور استفاده کرد.

استفاده از مدل‌های هیدرولوژی به همراه تصاویر ماهواره‌ای در حوضه‌های آبریز کوهستانی و برف‌گیر در سال‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. از جمله می‌توان به مطالعات سطح پوشش برف بدست در حوضه آبریز خرسان توسط پرهمت و همکاران (۱۳۸۴) در تخمین رواناب حوضه آبریز زیارت و حسینی و پرهمت (۱۳۸۶) در حوضه آبریز طالقان اشاره نمود. در این مقاله هدف بررسی نقش برف در شبیه‌سازی رواناب در یکی از حوضه‌های کوهستانی شرق کشور می‌باشد. تا بتوان میزان تأثیر آن بر رواناب حوضه آبریز را بررسی کرد.

مواد و روش‌ها

سیستم مدل‌سازی بیلان آب و برف (WASMOD) که در این مقاله معرفی شده است یک سیستم مدل‌سازی مفهومی توده‌ای برای شبیه‌سازی جریان رودخانه از باران و ذوب برف می‌باشد. ساختار مفهومی مدل در شکل (۱) نشان داده شده است. بارندگی P_t ابتدا توسط یک تابع نمایی و دمایی با تابع شبیه نمایی تعریف شده وندویل و همکاران به باران r_t و برف sn_t تقسیم می‌شود (Vandewiele et al., 1992). زمانی که نسبتی از ذخیره برف ذوب شود m_t مقدار باقی‌مانده برف به ذخیره خود sp_t در آخر ماه اضافه شده و به ذخیره رطوبت خاک sm_t می‌پیوندد. قبل از اینکه بارندگی به ذخیره خاک به-عنوان بارندگی مؤثر اضافه شود، قسمتی از آن کم شده و به

فرایندهایی که درک می‌شود جزء به جزء مدل کرد، در واقع این موضوع غیرممکن است، بلکه لازم است مسائل را ساده کرده و بر مهم‌ترین و تأثیرگذارترین فرایندها تمرکز شود تا مدل مطلوبی تولید شود. دلیل اصلی موفقیت یک مدل در درک فرایندها می‌باشد، به-عبارت‌دیگر مدل بایستی بتواند در مقیاس نامحدود در زمان، مکان و برای فرایندهای جزئی‌تر که درکشان مشکل است خروجی تولید کند. برف یکی از مؤلفه‌های اصلی سیکل هیدرولوژی در بسیاری از حوضه‌های آبریز کوهستانی دنیا است.

در این حوضه‌ها، رواناب برف بخش اصلی جریان رودخانه‌ها به-شمار می‌رود اما در مناطق کوهستانی شرق کشور علی‌رغم بارش برف در این حوضه‌ها تأثیر این جزء هیدرولوژی نسبت به مناطق غربی کشور متفاوت می‌باشد. به‌همین دلیل پیش‌بینی رواناب حاصل از برف و باران به صورت توأم به برنامه‌ریزی و مدیریت مؤثرتر در منابع آب کمک می‌کند. در مدل‌های هیدرولوژیکی که برای شبیه‌سازی حوضه‌های آبریز مورد استفاده قرار می‌گیرند عموماً به دو گروه یکپارچه و توزیعی تقسیم می‌شوند. مدل‌های یکپارچه قادر به بررسی تغییرات مکانی پارامترها نبوده و اجرای آن‌ها نیاز به صرف وقت و هزینه زیادی ندارد در مقابل مدل‌های توزیعی اغلب به دلیل قابلیت اتصال به GIS قادرند تمامی تغییرات مکانی را لحاظ کرده اما اجرای آن‌ها مخصوصاً در حوضه‌های وسیع موفق عمل کرده‌اند. یکی از این مدل‌های نیمه توزیعی که در نقاط مختلف جهان مورد استفاده قرار گرفته مدل هیدرولوژیکی SWAT است برای هر نوع مطالعه هیدرولوژی لازم است از یک مدل خاص و سازگار با شرایط اقلیمی استفاده نماییم به‌عنوان مثال برای مدیریت حوضه آبریز و جلوگیری از بروز ناسازگاری در سطح حوزه، جهت شبیه‌سازی حوضه به مدلی نیاز است که بتواند حجم وسیع داده‌ها از جمله بارش، توپوگرافی، خصوصیات خاک و کاربری اراضی و پوشش گیاهی و داده‌های کیفی آب را در مدل به کار برد (Neitsch et al., 2005).

شبیه‌سازی حوضه‌های آبریز و رواناب سطحی و رودخانه‌ها در زمینه‌های مختلف از جمله در بخش تأمین آب شرب، کشاورزی دارای کاربرد می‌باشد. برای پیش‌بینی رواناب‌ها غالباً از مدل‌های هیدرولوژیکی استفاده می‌گردد که عموماً بر اساس بارش باران و ذوب برف عمل می‌کنند. در اکثر مواقع کار با داده‌های این مدل‌ها سخت و پیچیده است اما چندین مدل وجود دارد که توانسته‌اند با سهولت بیش‌تر شرایط مختلف هیدرولوژیکی را برآورده کنند. به‌عنوان نمونه می‌توان به مدل PRMS (Precipitation-Runoff Modeling System) و UBC (University of British Columbia) و SRM (snowmelt Runoff Model) اشاره نمود در بین تمام این مدل‌ها، مدل SRM با استفاده از مساحت پوشش برف به‌عنوان ورودی، دارای بیش‌ترین کاربرد را در شبیه‌سازی رواناب حوضه‌های کوهستانی دارد. (Leavesley., 1983) (Martinec., 1986).

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز رودخانه بار یکی از زیرحوضه‌های حوضه آبریز نیشابور می‌باشد. حوزه آبریز دشت نیشابور جزئی از حوضه آبریز کویر مرکزی ایران بوده و در شمال شرق آن قرار می‌گیرد. حوضه نیشابور با وسعت کل ۷۵۰۰ کیلومتر مربع که حدود ۴۳۰۰ کیلومتر مربع آن را دشت و بقیه را ارتفاعات تشکیل می‌دهد در طول جغرافیایی ۱۳° و ۵۸ تا ۳۰° و ۵۹° و عرض جغرافیایی ۴۰° و ۳۵ تا ۳۹° و ۳۶ واقع شده است. ارتفاعات بینالود در شمال، تپه ماهورهای نیزه بند، سیاه کوه و کوه نمک در جنوب، بلندی‌های لیلا جوق و یال پلنگ در شرق و حوضه آبریز دشت سبزوار در غرب نیشابور را محدود می‌کند. رودخانه بار از ارتفاعات بینالود سرچشمه گرفته و پس از پیوستن به رودخانه طاغون از شمال غرب وارد دشت نیشابور می‌شود و به کالشور می‌ریزد. وسعت حوضه آبریز آن تا محل ایستگاه هیدرومتری اریه ۱۱۹ کیلو متر مربع می‌باشد (شکل ۲). حداکثر و حداقل ارتفاع حوضه آبریز آن به ترتیب ۲۹۰۰ و ۱۵۳۰ متر و شیب متوسط رودخانه ۴ درصد و متوسط حجم آورد سالانه در محل ایستگاه هیدرومتری اریه در دوره ۲۳ ساله ۲۸/۳۶۲ میلیون متر مکعب گزارش شده است. حداکثر و حداقل EC آب به ترتیب ۸۱۰ و ۲۵۸ میکروموس بر سانتی‌متر می‌باشد که قابلیت شرب و کشاورزی دارد. مشخصات هیدرولوژیک و فیزیوگرافیک حوضه آبریز بار-اریه در جدول (۱) به صورت خلاصه ارائه شده است. در این پژوهش هدف شبیه‌سازی رواناب و بررسی تأثیر عملکرد اثر برف بر پارامترهای مدل بیلان آب سطحی حوضه آبریز بار - اریه می‌باشد. برای دستیابی به این هدف از آمار دبی ماهانه ایستگاه هیدرومتری اریه واقع در پایین دست رودخانه بار و برای آمار بارندگی و تبخیر از ایستگاه تبخیرسنجی بار استفاده شد. به علت کوچک بودن مساحت حوضه، آمار این دو ایستگاه معرف خوبی برای حوضه آبریز بار می‌باشد. طول آمار ۳۰ سال می‌باشد که از سال آبی ۱۳۵۴ تا سال آبی ۱۳۶۸ برای شبیه‌سازی و کالیبراسیون استفاده شده است. همچنین به منظور صحت‌سنجی رواناب مشاهداتی از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۸ با رواناب تخمین زده شده در مرحله صحت‌سنجی مطابقت داده شد (گزارش تلفیق حوضه آبریز کویر مرکزی، ۱۳۸۴). جهت مقایسه تأثیر برف در میزان رواناب حوضه آبریز دو نوع مدل تهیه شد. مدل اول همان ساختار اصلی مدل WASMOD می‌باشد که از طریق مجزا سازی برف و باران و محاسبه تبخیر واقعی و بارندگی مؤثر میزان رواناب را شبیه‌سازی می‌کند نوع دوم فاقد اثر برف است و از نزولات جوی فقط به باران تکیه می‌کند اما سایر اجزای مدل شبیه مدل اصلی می‌باشد.

تبخیر و تعرق ET می‌رسد. با تجمع دبی پایه (جریان کند) و رواناب مستقیم (جریان سریع) میزان کل رواناب بدست می‌آید. این مدل شامل حالت‌های مختلفی در محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل ET_p و تبخیر واقعی ET می‌باشد که باعث بیش‌تر شدن انعطاف آن در حوضه‌ها با شرایط اقلیمی مختلف می‌شود. به عبارت دیگر مدل دارای دو معادله متفاوت برای محاسبه تبخیر و تعرق واقعی می‌باشد. علاوه بر این می‌توان با محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل از روش‌های غیرمستقیم دیگر که با اقلیم مورد نظر مطابقت بیش‌تری دارد دقت مدل را افزایش داد.

اولین معادله محاسبه تبخیر و تعرق واقعی به شکل زیر است:

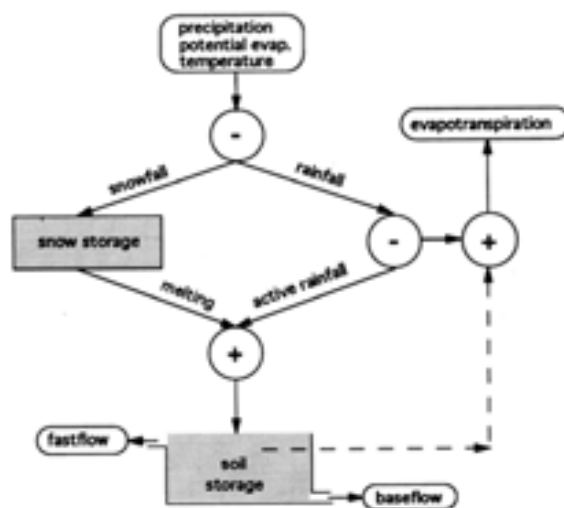
$$ET = \min\left\{ET_p \left(1 - a_4 \frac{W_t}{\max(ET_p, 1)}\right), W_t\right\} \quad (1)$$

در آن: ET تبخیر و تعرق بر حسب میلی‌متر بر روز، ET_p تبخیر و تعرق پتانسیل بر حسب میلی‌متر بر روز، W_t میزان رطوبت بر حسب درصد، a_4 پارامتر مدل بوده و $\max(ET_p, 1)$ برای جلوگیری از تولید مقادیر صفر در مخرج مورد استفاده قرار می‌گیرد. پارامتر این معادله با شرط $0 \leq a_4 \leq 1$ به کار می‌رود این به دلیل شرطی است که بایستی یک معادله تخمین تبخیر داشته باشد. پارامتر a_4 مقدار تبخیر و تعرق واقعی را تعیین می‌کند که یک تابع فزاینده از تبخیر و تعرق پتانسیل و آب در دسترس می‌باشد. هرچه مقدار a_4 کوچک‌تر باشد میزان تلفات تبخیر بیش‌تر خواهد بود (Elin Wide n et al., 2007).

معادله دوم تبخیر و تعرق به شکل زیر است:

$$ET = \min\{W_t (1 - e^{-a_4 ET_p}), ET_p\} \quad (2)$$

که در آن: ET مقدار تبخیر بر حسب میلی‌متر بر روز می‌باشد.



شکل ۱- ساختار مفهومی مدل WASMOD

جدول ۱- خصوصیات هیدرولوژیک و فیزیوگرافیک حوضه آبریز نیشابور

ضریب جریان (درصد)	متوسط آورد سالانه (mcm)	بارندگی متوسط سالانه (میلی متر)	شیب متوسط آبراهه (درصد)	طول آبراهه اصلی (km)	ارتفاع حداقل (متر)	ارتفاع حداکثر (متر)	شیب متوسط حوضه (درصد)	عرض مستطیل معادل (km)	طول مستطیل معادل (km)	ضریب گراویلیوس	سطح حوضه (km ²)	ایستگاه هیدرومتری
۴۸/۸	۱۹/۹۶۸	۳۵۵/۴	۴	۲۲/۵	۱۵۸۰	۲۸۶۱	۵/۸	۵/۳	۲۱/۸۱	۱/۴۱	۱۱۵	اریه

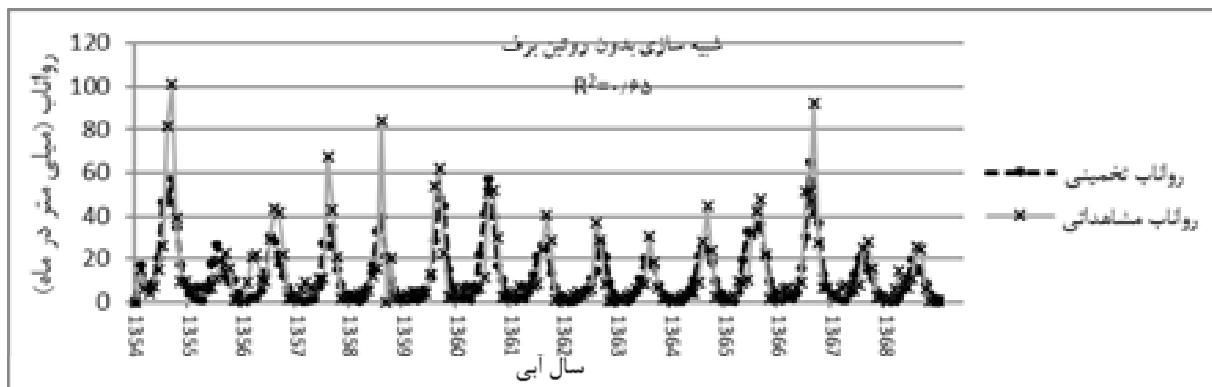


شکل ۲- منطقه مورد مطالعه، حوضه آبریز بار- اریه در ارتفاعات حوضه نیشابور

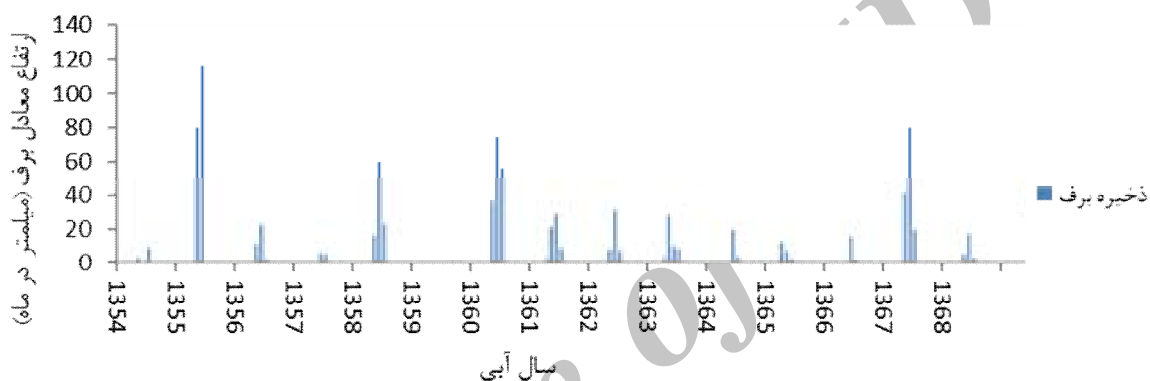
نتایج و بحث

دهنده این مطلب است که بین زمان وقوع برف و تولید رواناب تاخیر وجود دارد و این رفتار در مدل پاسخ داده شده است (نجف‌زاده، ۱۳۸۳). جدول (۲) مقادیر تخمین زده شده پارامترهای مدل را از سال ۱۳۵۴-۱۳۶۸ برای حوضه آبریز بار-اریه در دو حالت با و بدون اثر برف نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است تأثیر اضافه شدن محاسبات ذخیره و ذوب برف بیش‌تر بر پارامتر مربوط به جریان پایه می‌باشد. ضریب رواناب پایه برای واستجی بدون اثر برف و با اثر برف به ترتیب ۰/۱۳ و ۰/۰۱۱ تخمین زده شده و نمای مربوط به رواناب پایه نیز به ترتیب ۱ و ۲ بدست آمده است. به عبارت دیگر رابطه محاسبه رواناب پایه با اضافه شدن اثر برف به معادله درجه ۲ تبدیل شده است. تأثیر بیش‌تر آن را موجب شده اما ضریب رواناب پایه کاهش پیدا کرده است. در شکل (۵) میزان رواناب پایه در هر دو حالت با هم مقایسه شده است. علی‌رغم تغییر شدید ضریب رواناب پایه تغییر چندانی در میزان جریان رواناب پایه مشاهده نمی‌شود. این امر به علت تغییر همزمان نمای متغیر از صفر به ۲ است که نشان‌دهنده رفتار غیرخطی میزان رواناب حاصل از برف است.

شکل (۳) سری زمانی مشاهداتی و تخمینی رواناب کل از سال ۱۳۵۴ تا ۱۳۶۸ حوضه آبریز بار-اریه را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود شبیه‌سازی از نظر شکل هیدروگراف و مقادیر تخمین زده شده مناسب به نظر می‌رسد. واضح است که سیلاب‌های لحظه‌ای با دبی‌های زیاد دارای عدم قطعیت بیش‌تری هم در مرحله جمع‌آوری اطلاعات و هم در مرحله مدل‌سازی می‌باشند، بنابراین طبیعی است که شبیه‌سازی در دبی‌های بالا از دقت کم‌تری برخوردار باشد. همانطور که در شکل (۴) مشاهده می‌شود مدل قادر است میزان ذخیره برف را با کم‌ترین سطح داده‌ی ورودی که شامل دما و بارندگی است شبیه‌سازی کند. در اکثر سال‌ها ۲ الی ۳ ماه از سال برف در حوضه آبریز ذخیره می‌شود که بیش‌تر ذخیره مربوط به ماه‌های دی تا اسفند می‌باشد. البته با بررسی میزان رواناب پایه و رواناب مستقیم مشخص می‌گردد که تأثیر میزان رواناب حاصل از ذوب برف در ماه‌های فروردین و اردیبهشت پدیدار می‌گردد. در سال‌هایی که میزان معادل برف بیش‌تر از ۴۰ میلی‌متر است هیدروگراف رواناب سالانه دارای دبی‌های اوج کم‌تری و دبی‌های پایه بیش‌تری می‌باشد. این امر نشان



شکل ۳- رواناب مشاهداتی و رواناب تخمینی در مرحله کالیبراسیون



شکل ۴- ذخیره برف شبیه‌سازی شده در حوضه آبریز بار - اریه از سال ۱۳۵۴ تا ۱۳۶۸

جدول ۲- نتیجه کالیبراسیون برای دوره زمانی ۱۵ ساله

حالت‌های مدل	معادله تبخیر و تعرق واقعی/پتانسیل	ضریب b1	ضریب b2	RMSE	MAE
۱		۱	۰	۱۸/۴	۱۰/۹۲
۲	رابطه یک	۱	۱	۲۰/۱۴	۱۰/۹۱
۳	(تبخیر و تعرق واقعی)	۲	۰	۱۱/۸۹	۷/۶۲
۴		۲	۱	۱۲/۴۸	۸/۵۱
۵		۱	۰	۱۷/۱۷	۱۰/۵۲
۶	رابطه دو	۱	۱	۱۹/۴۴	۱۲/۱۹
۷	(تبخیر و تعرق واقعی)	۲	۰	۱۱/۸۴	۷/۶۳
۸		۲	۱	۱۱/۸۴	۷/۶۳
۹		۱	۰	۱۱/۱۷	۷/۱۱
۱۰	رابطه تورنت وایت	۱	۱	۱۱/۲۳	۷/۲۳
۱۱	(تبخیر و تعرق پتانسیل)	۲	۰	۱۸/۴	۱۰/۹۲
۱۲		۲	۱	۲۰/۱۴	۱۰/۹۱

رابطه تورنت وایت: $ET_p = 16N_m \left(\frac{I - T}{I} \right)^2$ که در این رابطه N_m ضریب اصلاحی، T متوسط درجه حرارت ماهانه، I شاخص حرارتی سالانه و a ضریب قابل برداشت از جدول می باشد.

استفاده از یک مدل بیلان آب سطحی ساده بررسی شد. نتایج نشان داد که مدل WASMOD علی‌رغم سادگی توانایی شبیه‌سازی رواناب

نتیجه‌گیری

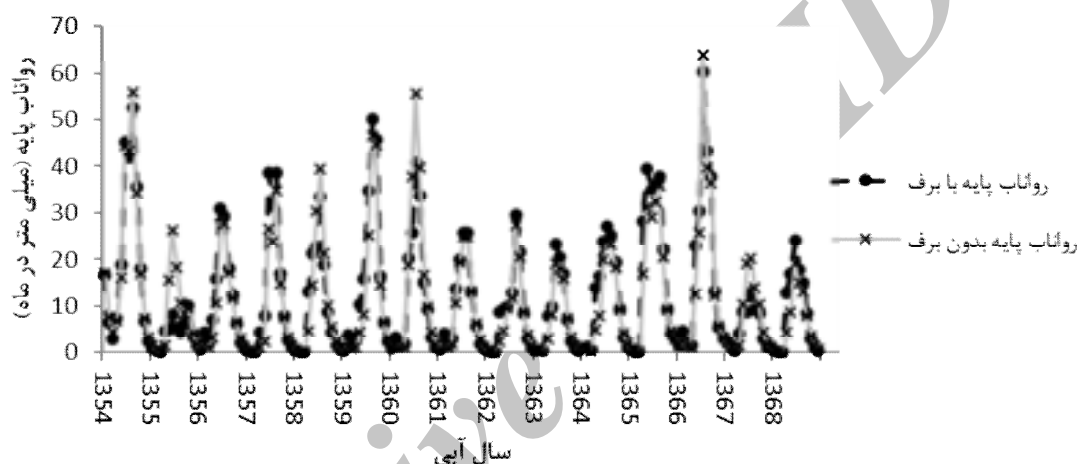
در این مقاله تأثیر وجود اثر برف بر نتایج شبیه‌سازی رواناب با

نزدیک‌تر است. اما می‌توان بدون در نظر گرفتن برف نیز مدل‌سازی را انجام داد. هم‌چنین غیرخطی بودن رفتار رواناب پایه در اثر وجود برف مشخص گردید.

را با داده‌های ورودی بسیار کم دارد. بنابراین می‌توان این مدل را در حوضه‌های که داده‌های کمی در اختیار دارند (مانند بارندگی و دما)، به کار برد. هم‌چنین توانایی مدل در دو حالت بررسی شده، مشخص شد که نتایج شبیه‌سازی مدل با در نظر گرفتن اثر برف به واقعیت

جدول ۳- مقایسه پارامترهای واسنجی مدل در دو حالت با و بدون اثر برف

پارامتر	واسنجی بدون اثر برف	واسنجی با اثر برف
تبخیر و تعرق واقعی	۰/۶۹	۰/۷۷
ضریب رواناب مستقیم	۰/۰۰۲	۰/۰۴
ضریب رواناب پایه	۰/۱۳	۰/۰۰۱۱
نمای رواناب مستقیم	۰	۰
نمای رواناب پایه	۱	۲



شکل ۵- رواناب پایه در دو حالت با و بدون اثر برف از سال ۱۳۵۴ تا ۱۳۶۸

آبخیزداری ایران - مدیریت حوضه‌های آبخیز ۱۳۸۶.

نجفی، ا.، قدوسی، ج.، ثقفیان، ب. و پرهمت، ج. ۱۳۸۶. برآورد رواناب ذوب برف با استفاده از سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در حوضه شهرچایی ارومیه. پژوهش و سازندگی، شماره ۷۶، سال بیستم.

Elin Wide'n, N, Sven Halldin, A and Chong-yu, Xu. 2007. Global water-balance modelling with WASMOD-M: Parameter estimation and regionalization, Journal of Hydrology 340: 105-118.

Emre, A., Akyu, Z., Ormanc, A.S., Ensoyc, A.S and Orman, A.U. 2005. Using MODIS snow cover maps in modeling snowmelt runoff process in the eastern part of Turkey. Remote Sensing of Environment. 97:216 - 230.

Hong, M.A. and Guodong, C. 2003. A test of Snowmelt Runoff Model (SRM) for the Gongnaisi River basin in the western Tianshan Mountains, China. Chinese Science Bulletin, 48, 2253-2259.

Leavesley, G.H., Lichty, R.W., Troutman, B.M and

منابع

نجف زاده، ر. ۱۳۸۳. شبیه‌سازی جریان رودخانه با مدل SRM و استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف.

گزارش تلفیق مطالعات منابع آب حوزه آبریز کویر مرکزی. ۱۳۸۴. معاونت مطالعات پایه و مدیریت حوضه‌های آبریز، شرکت مدیریت منابع آب ایران.

پرهمت، ج.، ثقفیان، ب.، صدقی، ج. ۱۳۸۴. بررسی کاربرد مدل SRM در شبیه‌سازی رواناب حاصل از ذوب برف با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در حوضه‌های بدون آمار برف (مطالعه موردی حوزه خراسان در کارون). تحقیقات منابع آب ایران، شماره ۱، سال اول.

حسینی، م. و پرهمت، ج. ۱۳۸۶. ارزیابی مدل ذوب برف (SRM) در حوضه آبخیز طالقان. چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی

Quick, M.C. 1995. The UBC watershed model. In: Singh, V.J. (Edition). Computer Models of Watershed Hydrology. Water Resources Publications, Colorado. 233–280.

Vandewiele, G.L., Xu, C.-Y and Ni-Lar-Win, C. 1992. Methodology and comparative study of monthly water balance models in Belgium, China and Burma, Journal of Hydrology., 134:315-347.

Saindon, L.G. 1983. Precipitation-Runoff Modeling System: User's Manual: U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report. 83: 1- 207.

Malcher, P and Heidinger, M. 2004. Processing and data Assimilation Scheme for Satellite Snow Cover Products in the Hydrological Model .Envisnow, 00052, 1-40.

Martinec, J. 1975. Snowmelt Runoff Model for Streamflow Forecasts. Nordic Hydrology. 6:145–154.

Archive of SID

Investigation of Snow Impact on Runoff Simulation in Catchment (Case Study: Bar Catchment, Neyshabour)

H. HassanPour Darvishi^{1*}, H. Ebrahimi²

Received: May. 14, 2014

Accepted: Nov. 19, 2014

Abstract

Snow is one of the main elements of hydrological cycle of the mountainous basins. In the basins, snow runoff plays the main role of the river flows. Although there are snowfalls in the eastern highlands of the country, the effect of this kind of hydrological element is different from the western areas. The goal of the study is to investigate on the effect of simulated runoff on the flowing water balance parameters in the BAAR NEYSHABOUR basin. To reach the goal, the counted discharge of ARIYE hydrometric station located on BAAR River is used and to count the rainfall, BAAR-ARIYE evaporation center is utilized. Counting term is about 30 years. Water years of 1975 to 1989 for simulating and calibration and the verification are happened from the years of 1995 to 2009. The consequences show that, despite the simplicity, WASMOD model is able to simulate the runoff even by low receiving data. So the mentioned model can be used in the basins with the low available data. The capability of the model was studied in two ways, and the results suggested that the model with the effect of snow is more related to the reality. Modeling is possible even with no regard to the snowfall. Basic runoff conduction under the effect of the snow is nonlinear as well.

Keywords: Modeling, Rainfall- Runoff, snow, Basin, WASMOD.

1- Assistant professor Department of Water Science and Engineering, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Assistant professor Department of Water Science and Engineering, Ferdoss Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.

(*- Corresponding Author Email: hassanpour87@gmail.com)