تعیین سهم رواناب ذوب برف در حوضه آبریز ارمند در یک سال آبی نرمال

علی معتمدی*[۱]
۱. دکتری مهندسی منابع آب ،رئیس گروه پیش بینی های آب و هواشناسی، سازمان آب و برق خوزستان
(motamedi238@gmail.com:Email) *

چکیده

یکی از زیرحوضه های مهم رودخانه کارون که از کوه های زاگرس سرچشمه می گیرد حوضه آبریز ارمند است که قسمت اعظم آن در استان چهارمحال و بختیاری قرار گرفته است.در این تحقیق حوضه آبریز کارون تا مقطع ایستگاه ارمند در سال آبی ۸۱-۸۰ و ۸۲-۸۱ به عنوان سال های نرمال از منظر آورد انتخاب شد. سپس با آنالیز تصاویر ۸ روزه مودیس در ۶ طبقه ارتفاعی این حوضه و مدل سازی آن با استفاده از مدل SRM میزان عمق رواناب در هر یک از طبقات محاسبه شد.میزان ضریب تبیین در شبیه سازی این تحقیق ۰/۸۳ و میزان درصد اختلاف حجمی ۶ درصد به دست آمده است. نتایج شبیه سازی نشان داد که با افزایش ارتفاع میزان تولید رواناب ذوب برف به شدت افزایش پیدا می کند به طوری که در منطقه ارتفاعی ۶(۴۰۷۵-۳۵۰۰) متری، ۹۴ درصد رواناب تولیدی توسط برف پشته و برف تازه تولید می شود که درصد قابل ملاحظه ای است.

کلیدواژه‌ها: رواناب ذوب برف، مدلSRM، حوضه ارمند، تصاویر مودیس، محصول حداکثر پوشش برف ۸ روزه.

مقدمه

ذخیره برفی انباشته شده در حوضه های کوهستانی یک ذخیره طبیعی آب و تامین کننده آب در فصول خشک می باشد. تغییرات ذخیره برفی در این حوضه ها بر روی آورد سالانه و به طور محسوس بر روی دبی پایه رودخانه تاثیر مستقیم دارد. در کشور ایران در مباحث مختلف هیدرولوژی برف، شبیه سازی رواناب ذوب برف از جذابیت خاصی برای محققین برخوردار است. به دلیل فقر داده های و این که مدلSRM نسبت به سایر مدل های تخصصی برف به داده های کمتری برای شبیه سازی احتیاج دارد، در حوضه های داخل ایران بیشتر از این مدل استفاده می شود. در ادامه به تعدادی از این تحقیقات اشاره می شود.

پرهمت و همکاران(۱۳۸۱) شبیه سازی رواناب ذوب برف در حوضه آبریز خرسان را انجام دادند. در نتایج این تحقیق آمده است که ضرایب x و y در رابطه فروکش برای محاسبه پارامتر k مقادیر ثابتی نیست و برای حوضه مطالعاتی سه دسته مقادیر پیشنهاد دادند. فولادمند و همکاران(۱۳۹۴) مدل SRM را برای شبیه سازی رواناب ذوب برف حوضه آبریز رودخانه ماربره-تیره بکاربردند.. در این تحقیق از تصاویر حداکثر پوشش برف ۸ روزه سنجنده مودیس استفاده شد و در نهایت ضریب تبیین۰/۹۳ و درصد اختلاف حجمی ۳/۴۸ حاصل گردید. در تحقیق دیگری جهانبخش اصل(۱۳۹۴) دو مدل SRM و HEC-HMS را برای شبیه سازی رواناب ذوب برف انتخاب کردند. حوضه مطالعاتی آنان، حوضه آبریز شهرچای ارومیه بود. نتایج تحقیق نشان داد کارایی مدل SRM برای شبیه سازی رواناب نسبت به مدل HEC_HMS عملکرد بهتری دارد. تیگرفاخری و همکاران(۱۳۹۶) رواناب ناشی از ذوب برف تحت سناریوهای تغییر اقلیم در حوضه ارمند را شبیه سازی کردند. نتایج نشان داد در دوره مشاهداتی از نوامبر ۲۰۰۰ الی می ۲۰۰۶ حدود ۴۷/۷ درصد از رواناب سالانه در این حوضه به ذوب برف مربوط است. معتمدی و همکاران(۱۳۹۶)

رواناب ناشی از ذوب برف در حوضه آبریز دشت روم از زیرحوضه های رودخانه کارون در سال های ۹۱-۹۰ و ۹۰-۸۹ را شبیه سازی کردند. در این پژوهش ضمن تائید عملکرد مدلSRM در شبیه سازی رواناب برف این حوضه، مشخص شد در سال ۹۱-۹۰ به عنوان سال اعتبارسنجی ۳۸ درصد رواناب این حوضه ناشی از ذوب برف بوده است. در تحقیق دیگری بر روی حوضه آبریز ناورود، شبیه سازی رواناب سال آبی ۸۰-۱۳۷۹ نشان داد ۱۲درصد رواناب آن سال ناشی از ذوب برف است (تاجداری و همکاران،۱۳۹۰). تحقیقات گسترده دیگری درباره بکارگیری مدل SRM در ۱۶۲ کشور دنیا نیز وجود دارد که از آن جمله می توان به تحقیقات مارتینک و رانگو اشاره کرد.

مواد و روش‌ها

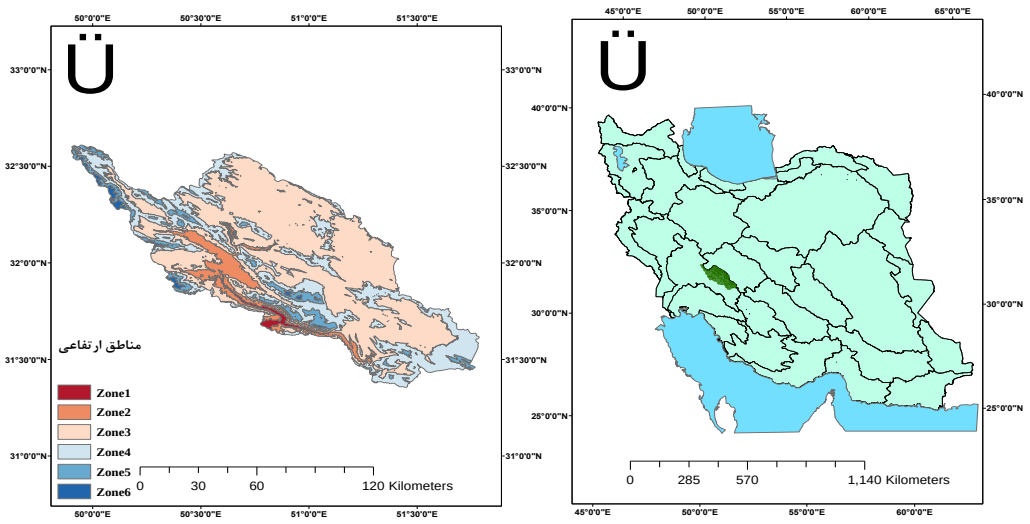
محدوده مطالعاتی

حوضه آبریز ارمند با مساحت ۱۰۰۲۳ کیلومترمربع یکی از زیرحوضه های بزرگ رودخانه کارون به حساب می آید. سرچشمه های این رودخانه از کوه های برف گیر زاگرس سرچشمه می گیرد. ارتفاعات زردکوه بختیاری با قله های بالای ۳۸۰۰ متری در این حوضه قرار گرفته اند. از قلل زیبا و معروف آن می‌توان به شاه شهیدان، زرده، دوزرده، هفت‌تنان، کلونچین و کینو اشاره کرد. در این میان، قلّه کلونچین، با ارتفاع ۴۱۰۰ متر بلندترین قله زردکوه بختیاری است. همچنین قله شاه شهیدان هم ۴۱۵۰ متر بلندی دارد. حوضه آبریز ارمند دارای دو شاخه اصلی رودخانه آب کوهرنگ و آب ونک است:

رودخانه آب کوهرنگ: سرشاخه اصلی کارون بوده و در بخش شوراب شهرستان فارسان استان جهارمحال و بختیاری واقع گردیده است. از ارتفاعات بهم پیچیده، مرتفع و پربرف زردکوه بختیاری سرچشمه می گیرد.

رودخانه آب ونک: این رودخان یکی از شاخه های مهم اولیه رودخانه کارون بوده و آبهای مناطقی از شهرستانهای سمیرم، لردگان و بخش گندمان شهرستان بروجن را جمع آوری و به رودخانه کارون می رساند. شاخه اصلی و اولیه آن به نام کاسگان و سپس سولگان نامیده می شود و پس از عبور از اراضی روستای ونک نام این روستا را بخود می گیرد.

متوسط آورد ۵۰ ساله این رودخانه ۳۰۵۹ میلیون مترمکعب است. در سال آبی ۸۲-۸۱ میزان آورد این رودخانه ۳۰۸۰ میلیون مترمکعب اندازه گیری شده است. موقعیت حوضه آبریز ارمند در شکل۱ نشان داده شده است.



شکل۱- موقعیت حوضه آبریز ارمند

مدل SRM

مدلSRM برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی جریان روزانه در حوضه‌های کوهستانی که عمده رواناب آن ناشی از ذوب برف می‌باشد طراحی شده است. هم چنین در جهت ارزیابی تأثیر تغییر اقلیم بر روی سطح پوشش برف و رواناب فصلی به کار گرفته شده است. این مدل توسط مارتینک (۱۹۷۵) در حوضه‌های کوچک اروپا توسعه داده شده است. در نتیجه پیشرفت سنجش از دور در تعیین سطح پوشش برف توسط ماهواره‌ها، مدل SRM در حوضه‌های بزرگتر به کاربرده شده است. بزرگترین مساحت حوضه‌ای که تاکنون مدلSRM به کاربرده شده است در حدود ۹۱۸۱۴۴ کیلومتر مربع و محدوده ارتفاعی ۸۸۴۰ متری می‌باشد. برخلاف تصورات معمول به نظر می رسد هیچ محدودیت کاربردی در ارتباط با وسعت حوضه و طبقات ارتفاعی وجود ندارد.

ساختار مدلSRM

این مدل رواناب ناشی از ذوب برف و بارش باران را به صورت روزانه محاسبه کرده و مازاد بر آن را در فروکش جریان و دبی خروجی از حوضه طبق فرمول زیر برآورد می‌نماید(معتمدی،۱۳۹۲):

$$Q_{n+1}=\left[C_{Sn}a_n\left(T_n+\Delta T_n\right)S_n+C_{Rn}P_n\right]\frac{A.10000}{86400}\left(1-k_{n+1}\right)+Q_nk_{n+1} \qquad (۱)$$

که در آن:

Q = متوسط د بی روزانه به متر مکعب بر ثانیه

C_s = ضریب رواناب برف

C_R = ضریب رواناب باران

a = عامل درجه روز $\left[cm.^{\circ}C^{-1}d^{-1}\right]$ مشخص کننده عمق ذوب برف ناشی از یک درجه - روز

T = تعداد درجه – روز به درجه سانتیگراد در روز $\left[^{\circ}C.d\right]$

ΔT = تعدیل درجه حرارت با استفاده از گرادیان درجه حرارت از ایستگاه دماسنجی به متوسط ارتفاع هیپسومتریک حوضه یا ناحیه انتخابی $\left[^{\circ}C.d\right]$

S = نسبت پوشش برف به کل حوضه

P = بارش که در رواناب شرکت می‌کند. $\left[cm\right]$ با استفاده از یک درجه حرارت بحرانی $\left(T_{CRIT}\right)$ مشخص می‌شود بارش شرکت کننده در رواناب ، بارانی است که تأثیر آن در رواناب فوری می‌باشد و یا بارش برف بوده و تأثیر آن به صورت ذخیره و تأخیری می‌باشد.

A = مساحت حوضه یا ناحیه انتخابی برحسب کیلومتر مربع km^2.

k = ضریب فروکش که نشان دهنده کاهش دبی دریک دوره بدون تأثیر ذوب برف و یا بارش باران ومقدار آن از رابطه زیر به دست می آید.

$$k=\frac{Q_{m+1}}{Q_m}$$

m و $m+1$ نمایانگر دو روز متوالی در دوره فروکش جریان می‌باشد

n = نمایانگر توالی روزها در طی دوره محاسبه دبی می‌باشد. معادله (۱) برای زمان تاخیر بین سیکل دمای روزانه و سیکل دبی منتجه ۱۸ ساعته نوشته شده است. در این حالت تعداد درجه – روزهای اندازه‌گیری شده در روز n ام برابر دبی‌ها در روز n+1 ام است. زمان تاخیرهای گوناگون می‌تواند بوسیلهٔ یک سابروتین تعریف شوند.

$$\text{ضریب تبدیل} = \frac{10000}{86400} \text{ به } \left[m^3 s^{-1}\right] \left[cm.km^2.d^{-1}\right]$$

طبقات ارتفاعی

براساس مدل رقومی ارتفاع حوضه آبریز ارمند، این حوضه به طبقات ارتفاعی۵۰۰ متری تقسیم بندی شد. محدوده ارتفاعی و میزان مساحت هر یک از طبقات در جدول ۱ درج شده است. همنطور که مشخص می باشد ۳۵ درصد این حوضه بیش از ۲۵۰۰ متر ارتفاع دارد و طبقه ۲۵۰۰-۲۰۰۰ متری بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده است(۵۷درصد).

جدول۱-طبقات ارتفاعی تعریف شده در مدل SRM

شماره طبقه ارتفاعی	محدوده ارتفاعی	مساحت(کیلومترمربع)	مساحت تجمعی(کیلومترمربع)	درصد مساحت جزئی	درصد مساحت تجمعی
۱	۱۰۶۵-۱۵۰۰	۹۲	۹۲	۱	۱
۲	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۶۶۹	۷۶۱	۷	۸
۳	۲۰۰۰-۲۵۰۰	۵۶۷۷	۶۴۳۸	۵۷	۶۴
۴	۲۵۰۰-۳۰۰۰	۲۷۹۳	۹۲۳۱	۲۸	۹۲
۵	۳۰۰۰-۳۵۰۰	۶۶۴	۹۸۹۴	۷	۹۹
۶	۳۵۰۰-۴۱۵۵	۱۲۸	۱۰۰۲۳	۱	۱۰۰

متغیرهای موردنیاز

در مدل SRM به سه متغیر اصلی نیازاست:

۱- درجه حرارت: برای ورود درجه حرارت به مدل از داده های درجه حرارت ۱۶ ایستگاه استفاده شده است. با توجه به این که این ایستگاه ها در ارتفاعات مختلف قرار دارند برای طبقات ارتفاعی بالاتر از افتاهنگ درجه حرارت ۰/۶۵ به ازای هر ۱۰۰۰ متر استفاده شد.داده ها به صورت روزانه به مدل وارد شد.

۲- بارندگی: جهت محاسبه بارش در ۶ طبقه ارتفاعی ابتدا آمار ۵۶ ایستگاه سینوپتیک سازمان هواشناسی و باران سنجی وزارت نیرو در داخل حوضه و در مرز بیرونی حوضه جمع آوری گردید. سپس با تشخیص روزهای بارشی، نقشه توزیع مکانی بارش با استفاده از روش های زمین آماری تهیه گردید و د رنهایت میزان بارش در هر طبقه ارتفاعی با استفاده از نرم افزار های GIS استخراج گردید. با توجه به این که مرتفع ترین ایستگاه در ۲۵۰۰ متری قرار دارد و تا ارتفاع ۴۰۷۵ متری ایستگاه برای ثبت داده های بارش وجود ندارد، میزان بارش در طبقات ارتفاعی بالا کمتر تخمین زده می شود. برای همین منظور راهنمای رسمی مدل SRM توصیه کرده است که می توان ۳ الی ۴ درصد به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع به بارش اضافه کرد. در این تحقیق چنین کاری انجام شد.

۳- سطح پوشش برف: در این تحقیق برای استخراج سطح پوشش برف از محصولات حداکثر پوشش برف ۸ روزه سنجنده مودیس استفاده شد. در هر سال آبی ۴۶ تصویر دانلود و میزان درصد سطح پوشش برف در هر طبقه ارتفاعی استخراج گردید.شکل ۲ تغییرات سطح پوشش برف حوضه ارمند در سال آبی ۸۱-۸۰ را نشان می دهد.

۴- پارامترهای مدل

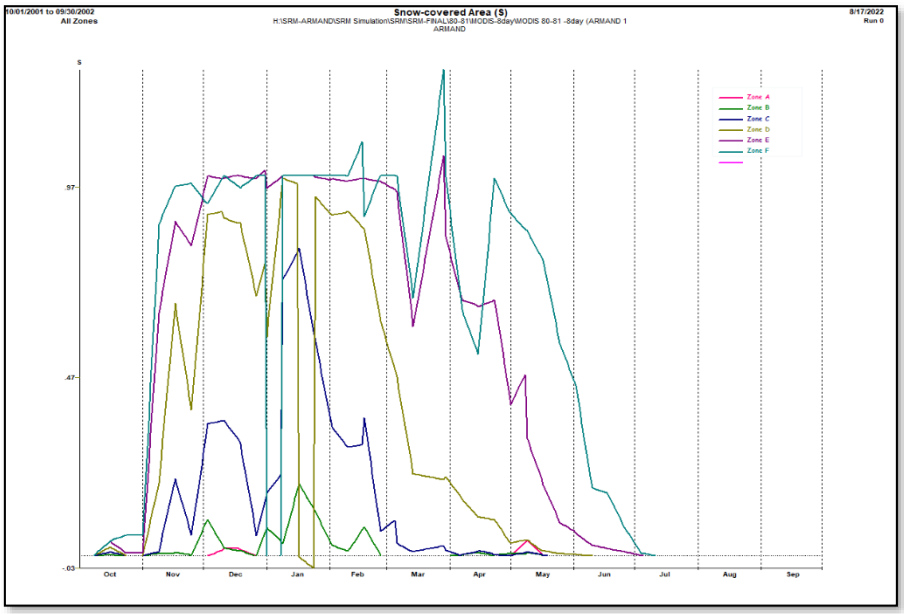
مدل SRM دراری ۸ پارامتر اصلی است:

- ضریب رواناب باران و برف : این ضریب بیانگر تلفات بوده و به صورت اختلاف بین آب در دسترس و جریان خروجی از حوضه در یک دوره معین تعریف می شود.در این مدل ضریب رواناب باران(C_R) و ضریب رواناب برف(C_S) به طور جداگانه استفاده می شود این پارامتر در مدل واسنجی می شود.
- عامل درجه-روز(α): یک عامل درجه روز به صورت عمق برف ذوب شده در تعداد درجه-روز تعریف می شود. واحد آن $[cm.C^{-1}.d^{-1}]$ است و با رابطه $M=\alpha.T$ محاسبه می شود. در این رابطه M عمق برف ذوب شده و T درجه حرارت می باشد.
- افتاهنگ درجه حرارات(۷): اگر چندین ایستگاه در ارتفاعات مختلف قرار گرفته باشد گرادیان درجه حرارت می توان از روی داده های ثبت شده پیشین به دست آید. اگر در ارتفاعات بالاتر ایستگاه حرارت سنجی نباشد، به طور معمول یک گرادیان ۰/۶۵ درجه در هر ۱۰۰ متر اعمال می گردد و در این تحقیق از این عدد استفاده شد.
- درجه حرارت بحرانی(TCRIT): در صورتی که $T>TCRIT$ باشد بارش به صورت باران است و تاثیر آن برای تولید رواناب فوری خواهد بود. اگر $T<TCRIT$ باشد برف به صورت انباشه در منطقه ارتفاعی ذخیره می شود و تولید رواناب آن با تاخیر انجام می شود. در این تحقیق و براساس نتایج تحقیقات گذشته درجه حرارت بحرانی ۲/۳ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد.
- سطح شرکت کننده در بارش(RCA): زمانی که بارش به صورت باران است دو حالت ممکن است اتفاق بیافتد. در نوع اول باران در فصل ذوب بر روی برف پشته می بارد و در برف پشته ای که خشک و عمیق است نگهداری می شود. رواناب ناشی از باران فقط در سطوحی که فاقد پوشش برف است اتفاق می افتد. درنوع دوم سطح پوشش برفی رسیده و پرآب است. در این حالت اگر باران روی سطح برف ببارد فرض می شود که همان مقدار آب از برف پشته خارج می گردد. بنابراین تمامی آب باران بدون دست خوردگی به رواناب حاصل از ذوب برف اضافه می گردد. از تاثیر ذوب برف توسط باران صرفنظر می شود.
- ضریب فروکش(k): ضریب فروکش یک پارامتر بسیار مهم است زیرا در SRM مقدار(k-۱) قسمتی از ذوب روزانه می باشد که بلافاصله به رواناب اضافه می گردد. تحلیل داده های تاریخی دبی در نقطه خروجی منطقه مطالعاتی(در این تحقیق ایستگاه هیدرومتری ارمند) جهت محاسبه ضریب فروکش استفاده شد. برای محاسبه ضریب فروکش مقادیر دبی(Q_n) در فصول بدون باران در برابر (Q_{n+1}) در نمودار لگاریتی رسم می گردد. با رسم خطوط پوش و انتخاب دو نقطه می توان مقدار ضریب فروکش را به دست آورد. با تحلیل داده های تاریخی(۴۴ ساله) دبی ایستگاه ارمند مقدار x و y به ترتیب ۰/۹۹۹۹ و ۰/۰۰۴ به دست آمد. همچنین با توجه به این که مدل برای بارش های سنگین این مقادیر را تعدیل می کند مقادیر ۰/۸۰۱۴ و ۰/۰۲۵ برای بارش های سنگین اعمال گردید.
- زمان تاخیر(L): زمان تاخیر این حوضه با توجه به تحقیقات صورت گرفته ۱۴ ساعت است.

نتایج

دوره واسنجی (سال آبی ۸۱-۸۰)

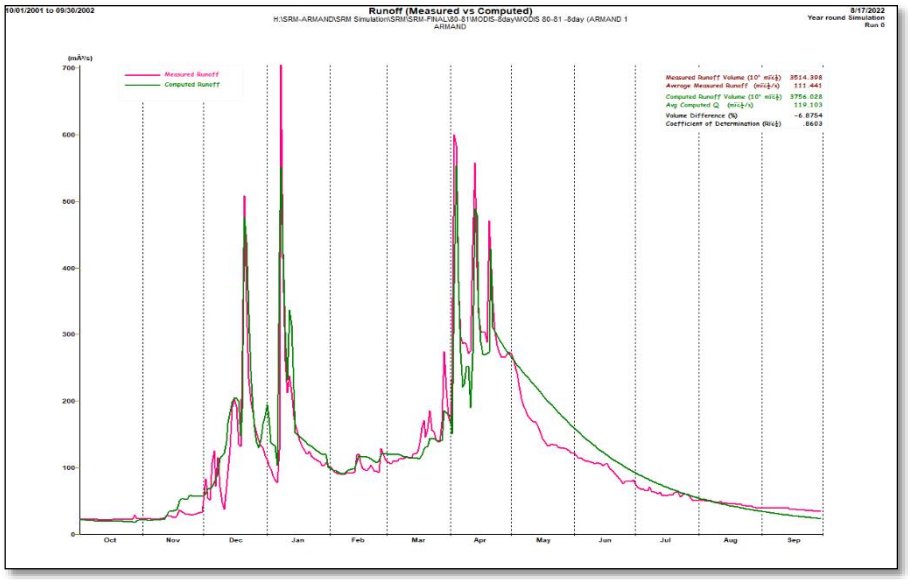
جهت شبیه سازی رواناب ذوب برف در حوضه ارمند دو سال آبی ۸۱-۸۰ و ۸۳-۸۱ انتخاب شد. سال آبی ۸۱-۸۰ به عنوان سال واسنجی و سال آبی ۸۲-۸۱ به عنوان سال اعتبارسنجی انتخاب شد. تغییرات ضریب رواناب باران و برف بین ۰/۱ تا ۰/۷ متغیر بود. براساس آنالیز سری زمانی سطح پوشش برف این حوضه فصل ذوب به طور متوسط در سال های گذشته از اوایل اسفند آغاز می شود بنابراین از تاریخ اول اسفند مقدار RCA برابر ۱ درنظر گرفته شد. همچنین درصد اختلاف حجمی ۶/۸- به دست آمد. در این سال مقدار حجم اندازه گیری شده در ایستگاه ارمند ۳۵۱۴ میلیون مترمکعب بود . حجم شبیه سازی شده ۳۷۵۶ میلیون مترمکعب برآورد شد. در سال آبی ۸۱-۸۰ ضریب نش- ساتکلیف ۰/۸۶۰۳ به دست آمد.



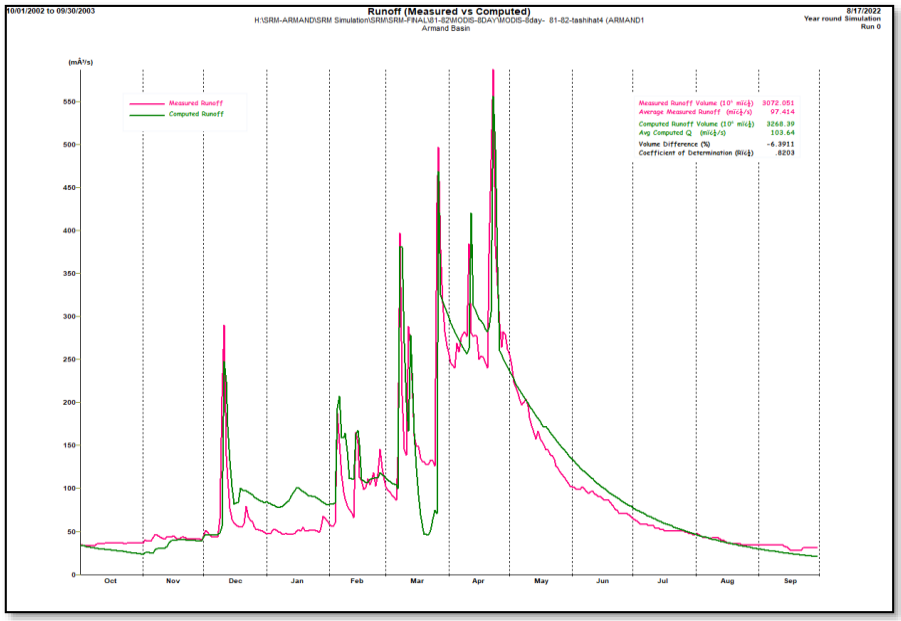
شکل۲- منحنی تغییرات سطح پوشش برف حوضه ارمند در سال آبی ۸۱-۸۰

دوره اعتبارسنجی (سال آبی ۸۲-۸۱)

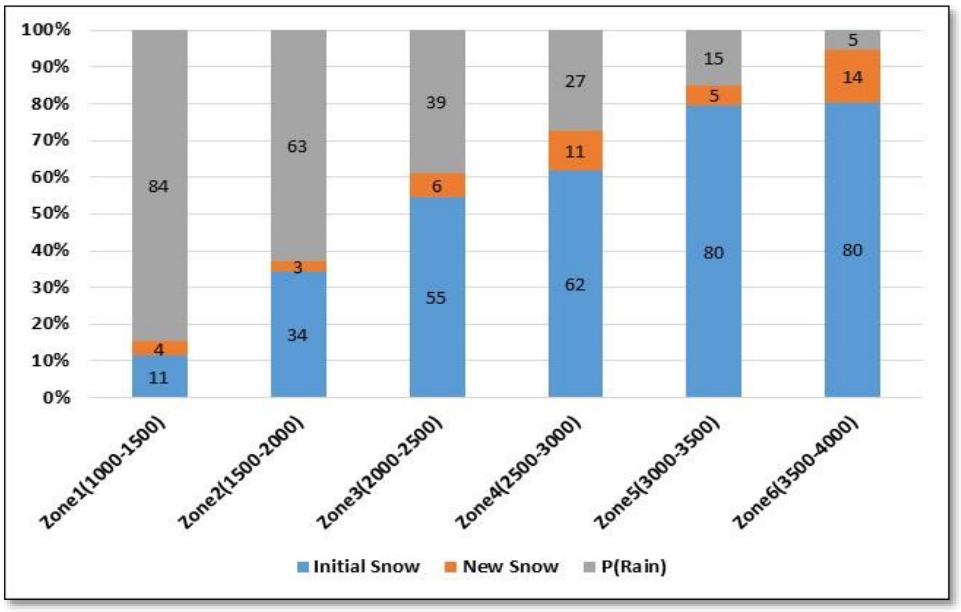
در دوره ارزیابی با استفاده از پارامترهای واسنجی شده در واسنجی شبیه سازی رواناب انجام شد. در این سال آورد اندازه گیری شده ۳۰۷۲ میلیون متر مکعب ثبت شده است. در همین مدت زمان و با پارامترهای واسنجی شده در سال آبی ۸۱-۸۰ حجم رواناب شبیه سازی شده ۳۲۶۸ میلیون مترمکعب به دست آمد. این مقدار نشان می دهد میزان ضریب نش-ساتکلیف ۰/۸۲۰۳ و درصد اختلاف حجمی ۶/۳۹- است. شکل ۳ و شکل ۴ به ترتیب نمودار تغییرات دبی شبیه سازی شده را در برابر تغییرات دبی اندازه گیری شده در سال های ۸۱-۸۰ (دوره واسنجی) و ۸۲-۸۱(دوره اعتبارسنجی) نشان می دهد.



شکل۳- نمودار مقایسه شبیه سازی رواناب و دبی اندازه گیری شده در سال آبی ۸۱-۸۰(دوره واسنجی)



شکل۳- نمودار مقایسه شبیه سازی رواناب و دبی اندازه گیری شده در سال آبی ۸۲-۸۱(دوره اعتبارسنجی)



شکل۵- نمودار درصد عمق رواناب برف پشته، برف تازه و باران در طبقات ارتفاعی مختلف(اعداد گرد شده اند)

یکی ازخروجی های مهم و سودمند مدلSRM عمق رواناب رواناب تولیدی از برف پشته(Initial Snow) ، برف تازه(New Snow) و باران است(شکل۵). رواناب تولیدی از برف پشته آن قسمتی از رواناب است که از ذوب شدن برف انباشته شده حاصل می شود و رواناب برف تازه روانابی است که از برفی حاصل شده است که به برف انباشت قبلی اضافه نمی شود. در شکل میزان درصد عمق رواناب سه مولفه نشان داده شده است. نمودار به خوبی نشان می دهد که با افزایش ارتفاع درصد مشارکت برف در تولید رواناب افزایش پیدا کرده است به طوری که در منطقه ارتفاعی (۱۵۰۰-۱۰۰۰) متری ۱۵ درصد رواناب با ذوب برف تولید می شود و در منطقه ارتفاعی (۴۰۷۵-۳۵۰۰) متری ۹۴درصد رواناب متعلق به ذوب برف(مجموع ذوب برف پشته و برف تازه) است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق حوضه آبریز ارمند از زیر حوضه های رودخانه کارون با مساحت۱۰۰۲۳ کیلومترمربع به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب شد. دوسال آبی ۸۱-۸۰ به عنوان دوره واسنجی و ۸۲-۸۱ به عنوان دوره اعتبارسنجی در نظر گرفته شد. از اطلاعات ۵۶ ایستگاه باران سنجی و ۱۵ ایستگاه حرارت سنجی برای محاسبه بارش و دما در مناطق ارتفاعی استفاده شد. جهت تعیین سطح پوشش برف از تصاویر حداکثر پوشش برف ۸ روزه سنجنده مودیس(ماهواره Terra) استفاده شد که بهترین برآورد از سطح پوشش برف ۸ روز گذشته در شرایط ابری را فراهم می کند. برای محاسبه ضریب فروکش از داده های دبی ایستگاه ارمند استفاده گردید. ضریب فروکش کلی جریان(x=۰/۹۹۹ و y=۰/۴۰۰) و فروکش جریان در بارش های سنگین ((x=۰/۸۰۱۴ و y=۰/۰۲۵) بهترین جواب برای شبیه سازی بود. پس از واسنجی پارامترهای مدل شبیه سازی رواناب در سال اعتبار سنجی انجام شد. در دوره اعتبار سنجی معیار دقت نش- ساتکلیف۰/۸۲۰۳ و درصد اختلاف حجمی ۶/۳۹- به دست آمد. تحلیل میزان عمق رواناب تولیدی در ۶ منطقه ارتفاعی نشان داد که با افزایش ارتفاع درصد تولید رواناب ذوب برف افزایش می یابد. در پائین ترین طبقه این درصد ۱۵ است در حالی که در بالاترین طبقه به عدد ۹۴ درصد می رسد. در طبقه ارتفاعی ۲۵۰۰-۲۰۰۰ متری که ۵۷درصد مساحت حوضه را شامل می شود ۶۱درصد رواناب تولیدی متعلق به رواناب ذوب برف است. در کل حوضه، ۶۴درصد رواناب

تولیدی از رواناب ذوب برف حاصل شده است. این عدد مربوط به یک سال نرمال است. نکته قابل توجه این است که در ارتفاعات بالای ۲۵۰۰ متری هیچ ایستگاه باران سنجی و حرارت سنجی برای سنجش دقیق بارش و دما و البته نوع بارش وجود ندارد. همچنین عملیات برف سنجی به علت صعب العبور بودن مسیر و دسترسی مشکل به ارتفاعات در منطقه ارتفاعی پنجم (۳۰۰۰-۳۵۰۰ متری) و منطقه ارتفاعی ششم(۴۰۷۵-۳۵۰۰ متری) انجام نمی شود و اطلاعات از آب معادل برف ، چگالی و عمق برف پشته در مناطقی که عمده ذخیره برفی را در خود دارند وجود ندارد.

در پایان لازم می دانم از دفتر نوآوری، توسعه فناوری و پژوهش های کاربردی سازمان آب و برق خوزستان به سبب حمایت های مالی انجام این تحقیق تشکر و قدردانی نمایم.

منابع

۱- پرهمت،.ج. ثقفیان،. ب. و صدقی،.ح.۱۳۸۱. شبیه‌سازی سیلاب حاصل از ذوب برف و باران با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور و مدل SRM در زیرحوضه‌های کارون .ششمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران اهواز.

۲- فولادوند،.ا. اسماعیلی،.ع. و میریعقوب زاده، م. ۱۳۹۴. شبیه سازی رواناب ماشی از ذوب برف توسط مدل هیدرولوژیکی SRM با استفاده از تصاویر ماهواره ای MODIS. اولین کنفرانس بین المللی علوم جغرافیایی، شیراز،۱۵ مرداد۱۳۹۴.

۳- جهانبخش اصل،.س. دین‌پژوه،.ی. و عالی نژاد،. م ح.۱۳۹۴. شبیه‌سازی رواناب ناشی از ذوب برف در حوضه شهرچای ارومیه با استفاده از مدل‌های SRM و HEC-HMS. کنفرانس بین‌المللی توسعه با محوریت کشاورزی، محیط‌زیست و گردشگری، ۲۶-۲۵ شهریور، تبریز.

٤- تیرگر فاخری،.ف.علیجانی،.ب. ضیائیان فیروزآبادی،.پ. و اکبری،.م.(۱۳۹۶). شبیه‌سازی رواناب ناشی از ذوب برف تحت سناریوهای تغییر اقلیم در حوضه ارمند. مجله اکوهیدرولوژی، دوره ۴، شماره۲، تابستان۱۳۹۶، صفحه۳۶۸-۳۵۷.

۵- معتمدی،.ع. چله مال دزفول نژاد،. ر. و قربانی زاده خرازی،. ح.(۱۳۹۶). شبیه‌سازی رواناب ذوب برف در حوضه آریز دشت روم. دومین کنفرانس هیدرولوژی ایران، ۲۱-۲۰ تیرماه۱۳۹۶، دانشگاه شهرکرد.

٦- تاجداری،.. و وظیفه دوست،. م.(۱۳۹۰). تعیین سهم رواناب حاصل از ذوب برف در آورد سالیانه آبریز ناورود با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای دما و پوشش برف و مدل هیدرولوژیکیSRM. دومین کنفرانس ملی پژوهشهای کاربردی منابع آب ایران.۲۹-۲۸ اردیبهشت۱۳۹۰، شرکت آب منطقه ای زنجان.

۷- معتمدی،.ع.(۱۳۹۲). بررسی دقت داده های سنجش از دور در تعیین سطح پوشش برف، خط برف و تاثیر آن در شبیه سازی رواناب ذوب برف. پایان نامه دکتری. علوم و تحقیقات تهران.

۸- معتمدی،.ع. وصدقی،.ح. ۱۳۹۲. هیدرولوژی برف. انتشارات ارکان دانش.

Determination of snowmelt runoff contribution in Armand Basin in a normal water year

Ali Motamedi
Email:motamedi238@gmail.com

In Iran, the Zagros and Alborz Mountain are the source of many rivers in the country, which precipitation occur in the form of snow in the cold months. One of the important sub-basins of the Karun River, which originates from the Zagros Mountains, is the Armand watershed. Most of this basin located in Chaharmahal and Bakhtiari province. In this research, the Karun catchment area up to Armand station was selected in the water year 80-80 and 82-81 as normal years from the perspective of inflow. Then, by analyzing Maximum 8-day snow cover from MODIS products in 6Elevation zone of this basin and modeling it using SRM model, the depth of runoff in each zones wad calculated. The coefficient of determination in the simulation of this research is 0.83 and the volume difference percentage is 6%. The simulation results showed that with the increase in altitude, the snowmelt runoff increases greatly, so that at Zone ۶(۳۵۰۰-۴۰۷۵) □□□□□□□, ۹۴٪ □□ □□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□ □□□□□ □□□□, which is a significant percentage.

Keywords: Snowmelt Runoff, SRM, Arman Basin, MODIS, Maximum 8-day snow cover Product