Archive of SID

بررسی اثر تغییر اقلیم بر توزیع زمانی جریان رواناب ناشی از ذوب برف در حوضه دز

حسین قربانی زاده خرازی[۱]، مژده چله مال دزفول نژاد[۲]

۱) استادیار گروه مهندسی آب دانشکده علوم آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد جامع شوشتر

۲) استادیار گروه شیلات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

h_ghorbanizadeh@yahoo.com

چکیده

اثرات تغییر اقلیم بر الگوی ذوب برف و به دنبال آن تغییر در توزیع زمانی جریان، در مدیریت منابع آب رودخانه های با رژیم برفی بسیار حایز اهمیت است. در این بررسی با استفاده از مدل ذوب برف SRM و همچنین مدل جهانی تغییر اقلیم ECHAM4 با فرض دو سناریوی تغییر اقلیم A وB، پیش بینی توزیع زمانی جریان رواناب ناشی از ذوب برف برای نیم قرن آینده شامل دو دوره ۲۵ ساله از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۵۰ در حوضه دز انجام گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که زمان حداکثر جریان از بهار به زمستان انتقال خواهد یافت. پیش بینی می شود که در این حوضه دبی زمستان با افزایش ، دبی بهار با کاهش و دبی تابستان با کاهش نسبی روبرو گردد. دبی پاییز نیز بدون تغییرات قابل ملاحظه جریان خواهد یافت.

کلمات کلیدی: تغییر اقلیم، ذوب برف، مدل SRM، مدل ECHAM4، حوضه دز.

Study on the effect of climate change on snowmelt runoff timingin in Dez Basin

H. Ghorbanizadeh Kharazi [1], M. Chelemal Dezfulnejad [2]

1. Islamic Azad University, Shoushtar Branch, Khuzestan, Iran
2. Islamic Azad University, Ahwaz Branch, Khuzestan, Iran

Abstract

The effects of climate change and changes on snowmelt runoff timing is very important in the rivers with snowmelt runoff regime. In this study the snowmelt runoff model (SRM model) and world climate change model (ECHAM4 model) are applied in order to study the effects of climate change on snowmelt runoff timing with two scenarioes (A & B) for next 50 years (2000- 2050) in dez basin in the southwest of iran. Research results showed that the peak time of snowmwlt runoff will change from spring to winter and the winter streamflow is going up and the spring stream flow is going down. The summer stream flow is going down slightly and the atumn stream flow will not change considerably.

Key words: Climate change ,Snowmelt runoff, SRM Model, ECHAM4 Model, Dez Basin.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تغییر اقلیم بحث روز مجامع علمی جهان می باشد. در حوضه های کوهستانی و برف گیر، ذوب برف و رواناب ناشی از آن عامل مهم تغییرات رژیم جریان محسوب می شود و سهم عمده ای را در تولید جریان و منابع آب داراست. پیش بینی توزیع زمانی جریان رواناب ناشی از ذوب برف با توجه به وضعیت اقلیم در عرصه های مختلفی کاربرد دارد، از جمله در تامین آب شرب، کشاورزی و صنعت، مدیریت مخازن تولید برقابی، پیش بینی خشکسالی، کیفیت آب و ... . بررسی تغییر اقلیم و اثرات آن بر منابع آب و بطور خاص بر رواناب حاصل از برف می تواند زمینه ساز اتخاذ سیاستهای راهبردی آینده مدیریت منابع آب باشد، بدون توجه به این واقعیت که اقلیم در حال تغییر است، نمی توان برنامه ریزی واقع بینانه ای را در زمینه بهره برداری از منابع آب انجام داد. بررسی تحقیقات گذشته نشان می دهد که در اکثر نقاط دنیا تغییر اقلیم باعث افزایش دما، کاهش بارندگی افزایش وقایع حدی و افزایش آنتروپی است. همچنین در اثر تغییر اقلیم مقادیر بارش برف کاهش می یابد وطول دوره ریزش برف زودتر به اتمام می رسد ،به همین دلیل حجم رواناب در زمستان افزایش و در بهار کاهش خواهد یافت.

Stewart و همکاران (۲۰۰۴) زمان جریان رواناب حاصل از ذوب برف در شمال غربی آمریکا را تحت شرایط تغییر اقلیم پیش بینی کردند. طبق این پیش بینی با استفاده از مدلهای اقلیمی با توجه به تغییر دما و بارش در قرن ۲۱ در مناطق مورد بررسی، رواناب ناشی از ذوب برف حدود ۳۰ تا ۴۰ روز زودتر جاری می شود.

Payen و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که تغییرات اقلیم در حوضه رودخانه کلمبیا با استفاده از مدل RCM در دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۰ باعث افزایش دمای ۱.۲ درجه سانتی گراد و کاهش بارش به میزان ۳ درصد خواهد شد. آنها افزایش رواناب در زمستان و کاهش رواناب در فصول دیگر را پیش بینی کردند.

Miller (۲۰۰۴) با در نظر گرفتن شرایط تغییر اقلیم در حوضه های رودخانه های ایالت کالیفرنیای آمریکا پیش بینی کردند که تا پایان قرن حاضر ذوب برف هر سال زودتر آغاز می گردد و ذخایر برف زمستانه به میزان ۵۰ درصد کاهش می یابد.

Hreiche و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی اثر تغییر اقلیم بر منابع آب حوضه های آبریز کشور لبنان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که به ازای افزایش ۲ درجه سانتی گراد به درجه حرارت محیط، حداکثر دبی جریان دو ماه زودتر اتفاق می افتد و خشکسالی ها هم ۱۵ روز تا یک ماه زودتر اتفاق خواهند افتاد.

Changchun و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی اثر تغییر اقلیم بر دما، بارش و سطح پوشش برف و روند تغییرات آنها در دوره تاریخی ۲۰۰۲- ۱۹۵۸ میلادی در حوضه رودخانه تاریم چین پرداختند. نتایج نشان می دهد که افزایش جهشی در دما و بارش در اواسط دهه ۱۹۸۰ با استفاده روشهای تعیین روند ناپارامتریک مشاهده می شود ولی تغییر سطح پوشش برف قابل توجه نیست.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش ها

حوضه آبریز دز که در جنوب غربی ایران واقع است، یکی از مهمترین حوضه های آبریز ایران است. رود دز از مرتفع ترین قلل سلسله جبال زاگرس سرچشمه می گیرد و پس از طی مسیرهای پرپیچ و خم کوهستانی وارد دشت خوزستان شده و به خلیج فارس می ریزد. رود دز یکی از بزرگترین شاخه های رودخانه کارون بزرگ است که حوضه آبریز آن شامل بخشهائی از استانهای لرستان و اصفهان و خوزستان است. رودخانه دز دارای دو شاخه بزرگ بختیاری و سزار است. رود بختیاری از سمت کوههای بختیاری و رود سزاز از لرستان سرچشمه می گیرند. رود دز پس از تلاقی دو شاخه سزار و بختیاری در روستای دوآب از توابع سپید دشت در جهت جنوب در حرکت است و در حوالی روستای سزار وارد دریاچه سد دز می گردد. حوضه های شعبه های اصلی دز هر یک، از شرایط فیزیوگرافی، توپوگرافی و اقلیم متفاوتی برخوردار می باشند. توزیع خاص ارتفاعات و جهت و شیب دامنه های کوهستانی و نیز گسترش جلگه های داخلی حوضه ها، شرایط اقلیمی کاملا متفاوتی را پدید آورده به نحوی که رژیمهای هیدرولوژیکی متنوعی بر حوضه های آبریز فرعی این رودخانه بزرگ حاکم شده است. حوضه آبریز رودخانه دز در بالادست تله زنگ به دنبال سیستم کوهستانی بخش مرکزی زاگرس توسط ارتفاعات مختلفی که در جهات گوناگونی گسترش یافته اند احاطه شده است. جهت غالب خطوط ارتفاعی همسو با جهت کلی زاگرس شمال غرب – جنوب شرق می باشد و سیستم رودخانه ای نیز در دو جهت عمده به موازات این خطوط از شمال و جنوب در داخل دره ها در جریان می باشد. در اکثر نقاط مرتفع و کوهستانی این حوضه، مقدار قابل توجهی از بارشها، بصورت بارش برف می باشد.

اغلب پیشگوئی های اقلیمی بر اساس تغییرات عمومی جو بر اساس شبیه سازی مدلهای چرخه عمومی جو بیان می شوند. مدلهای چرخش عمومی جو در دهه شصت میلادی براساس تحقیقات شخصی بنام فیلیپس معرفی و بکار گرفته شد. این مدلها معادلات پیوستگی دینامیک سیال جو را در مقیاس های گسسته مکانی وزمانی حل می کنند. ساختار این مدلها و مدلهای پیش بینی عددی یکسان می باشد. اختلاف عمده این مدلها در این است که پیش بینی آب و هوائی در چند دوره کوتاه زمانی (در حد چند روز) با تعریف شرایط اولیه دقیق اجرا می شوند و دقت آنها در حد منطقه ای با ابعاد کمتر ۱۵۰ کیلومتر مربع است. اما شبکه ای که برای GCM ها تعریف می شود چند طول و عرض جغرافیایی را در بر می گیرد و ممکن است برای شبیه سازی بلند مدت آب و هوایی که مترادف با تغییرات اقلیمی است، استفاده شوند.

مدل های GCM در مقیاس مکانی، معمولا جو را به ۵ تا ۲۰ لایه نامساوی شبکه بندی می کنند. این لایه در نزدیک سطح زمین بوده و لایه های نزدیک سطح زمین فواصل کمتری دارند. بدیهی است که محدودیت محاسبات معادلات دینامیک سیالات در این مدل ها ابعاد شبکه های مکانی و زمانی می باشد. اغلب مدل های GCM برای اجرا نیاز به ابر کامپیوترها دارند. چنین مدلی برای شبیه سازی تغییرات یک منطقه نیاز به چندین روز زمان اجرا دارد که این زمان بسیار وابسته به ابعاد

www.SID.ir

Archive of SID

شبکه مکانی است. در مدل های جدید GCM برای اقیانوسها از شرایط مرزی اقیانوس- جو و برای سطح زمین از درجه حرارت سطح و رطوبت خاک نیز استفاده می شود. از جمله ضعف های این مدل ها عدم توانایی در مدل کردن اثرات ابرها در جو و همچنین دقت ناکافی در بیان اثرات پارامترهای هیدرولوژیکی نظیر کاربری زمین می باشد. عامل مهم و موثر دیگر، گرمای نهان اقیانوس ها است که در اجرای مدل های GCM نادیده گرفته می شود. بنابراین مدل های GCM برای شبیه سازی و پیش بینی وقایع بزرگ مقیاس جو نظیر ارزیابی جبهه های طوفان های عظیم بهتر عمل می کنند تا بیان فرآیند های محلی و منطقه ای جو نظیر پدیده های بارش و رواناب. سناریو های مدل GCM بر اساس تغییرات گازهای گلخانه ای بویژه CO2 که باعث تغییر اقلیم اند ، می باشد. در سناریوی اول (A) فرض بر این است که روند تولید گازهای گلخانه ای با شدت فعلی ادامه داشته باشد و در سناریوی دوم (B) فرض بر این است که برنامه های کنترلی حفظ محیط زیست به اجرا در آید و تولید گازهای گلخانه ای به حداقل ممکن برسد.

مدلی که برای شبیه سازی رواناب ناشی از ذوب برف مورد استفاده قرار خواهد گرفت مدل winSRM است. در این تحقیق ابتدا مدل بر اساس داده های موجود واسنجی و ارزیابی می شود و سپس از آن استفاده خواهد شد. مدل SRM (Snowmelt Runoff Model) از جمله مدلهای هیدرولوژی است که به منظور شبیه سازی و پیش بینی جریان روزانه در حوضه های کوهستانی متاثر از ذوب برف استفاده می شود. این مدل توسط مارتنیک (Martinec) در سال ۱۹۷۵ توسعه یافت و برای حوضه های کوچک اروپا بکار گرفته شد و با پیشرفت تکنیک های ماهواره ای و کاربرد آنها در تعیین پوشش برفی برای حوضه های بزرگتر تا حدود ۱۲۰ هزار کیلومتر مربع مورد استفاده قرار گرفت. مارتنیک و رانگو (Rango) مدل اصلی شبیه سازی رواناب برف را به زبان فرترن طراحی کردند. مدل شبیه سازی رواناب ذوب برف تحت ویندوز (winSRM) ویرایشی از مدل SRM است که جهت استفاده از سیستم عامل مایکروسافت ویندوز تهیه شده است. مدل ظرفیت آنالیز حوضه آبریزی با معیارهای زیر را دارا می باشد. این مدل توسط سازمان جهانی هواشناسی (WMO) برای شبیه سازی رواناب و نیز پیش بینی در زمان واقعی مورد تایید قرار گرفت. این مدل برای سه هدف متفاوت کاربرد دارد این سه هدف شامل شبیه سازی جریان رودخانه در فصل ذوب برف یا در سال، پیش بینی رواناب فصلی و نیز ارزیابی پتانسیل تاثیر تغییر های اقلیمی بر رواناب و سطح پوشیده از برف فصلی است. مدل SRM مدلی مفهومی است که بر اساس روش درجه-روز استوار شده است. در این مدل، رواناب ناشی از ذوب برف و بارش باران بطور روزانه محاسبه و به دبی جریان فروکش (دبی پایه) اضافه و سپس با لحاظ نمودن ضریب انتقال، به دبی خروجی از حوضه تبدیل می گردد. حداقل متغیرهای هواشناسی ورودی مدل سطح تحت پوشش برف، بارندگی و درجه حرارت می باشد. ساختار اصلی مدل بصورت رابطه ریاضی زیر می باشد:

www.SID.ir

Archive of SID

$$Qn+1 = (Cs\ n\ .\ a\ n\ (Tn+\Delta Tn)\ Sn + CRn\ Pn)(A.10000/86400)(1-Kn+1)+QnKn+1 \quad (۱)$$

Q	دبی متوسط روزانه به متر مکعب بر ثانیه
Cs	ضریب رواناب برف نسبت به ذوب برف کل و به صورت کسری از واحد
CR	ضریب رواناب باران به صورت کسری از واحد
a	فاکتور درجه روز بر حسب سانتی متر بر درجه سانتیگراد در روز
T	درجه حرارت ایستگاه مبنا بر حسب درجه سانتی گراد
ΔT	تفاضل درجه حرارت در ایستگاه مبنا با درجه حرارت در محل متناظر با متوسط ارتفاع هیپسومتریک حوضه یا نوار ارتفاعی بر حسب درجه سانتی گراد
S	نسبت پوشش برف به کل حوضه
P	بارشی که در تولید رواناب شرکت می کند، بر حسب سانتی متر که بر مبنای درجه حرارت بحرانی و کل بارندگی بدست می آید
A	مساحت حوضه یا ناحیه انتخابی بر حسب کیلومتر مربع
n	توالی روزها در طی دوره پیش بینی
K	ضریب فروکش

این مدل دارای ۸ پارامتر شامل ضریب رواناب برف، ضریب رواناب باران، ضریب درجه-روز، شیب افت درجه حرارت نسبت به ارتفاع، درجه حرارت بحرانی، سطح موثر در باران، ضربیب فروکش، وزمان تاخیر می باشد.برآورد هر کدام از این ۸ پارامتر در هر کدام از مناطق ارتفاعی منطقه، در مرحله کالبراسیون یا واسنجی انجام می گیرد. داده های مورد نیاز برای اجرای مدل SRM به چند دسته تقسیم می شوند، که شامل ویژگیهای حوضه، متغیر های هواشناسی و هیدرومتری می باشند. یکی از محاسن مدل SRM، این است که مدل، قابلیت نمایش هیدروگراف رواناب محاسبه شده و اندازه گیری شده را با هم داراست. بنابراین با استفاده از نمودارها بصورت چشمی می توان نتیجه گرفت که شبیه سازی تقریبا کامل صورت گرفته است یا خیر. علاوه بر این مدل از دو معیار پذیرفته شده دیگر شامل ضریب تعیین که با R^2 نمایش داده می شود و تفاضل حجمی که با Dv نشان داده می شود، نیز استفاده می نماید. معیارهای فوق بطور خودکار توسط مدل محاسبه می گردند. علاوه بر اینها معیار دیگری که توسط کاربر قابل استفاده است، معیاری است به نام شاخص DG . ضریب تعیین R^2 معیار ارزیابی مدل با دبی متوسط دوره و شاخص DG معیار ارزیابی با متوسط دبی طولانی مدت است.

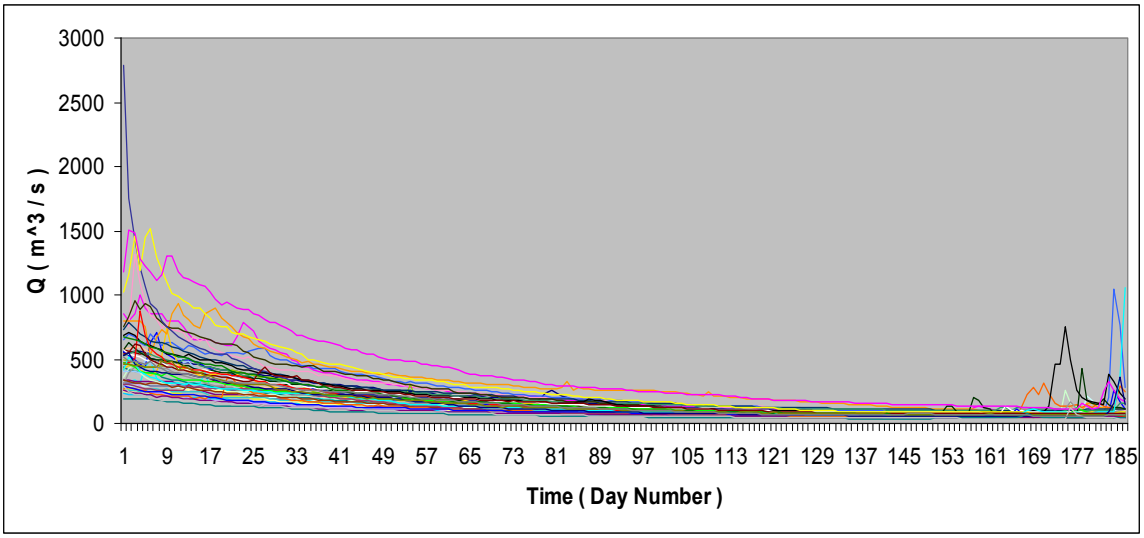
نتایج

دوره زمانی مورد استفاده برای واسنجی وارزیابی مدل SRM در حوضه دز به ترتیب سالهای آبی ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ انتخاب شد. علت انتخاب، تکمیل بودن داده ها در سالهاست. در ابتدا حوضه دز با توجه به شرایط حوضه به ۵ ناحیه ارتفاعی

www.SID.ir

Archive of SID

تقسیم شد. ایستگاه سینوپتیک خرم آباد به عنوان ایستگاه مبنای حوضه دز برای مدل در نظر گرفته شد. پارامترهای مدل بر اساس این منطقه بندی برآورد و یا واسنجی شدند. پارامترهای فروکش جریان، داده های دبی روزانه در ۴۰ سال آبی شامل سالهای مختلف خشک، تر و متوسط از حوضه دز در ایستگاه هیدرومتری تله زنگ مورد بررسی قرار گرفتند. دوره فروکش از اواسط اردیبهشت ماه تا اواسط آبان ماه هر سال آبی در نظر گرفته شده است. پارامترهای x و y برای کل دوره فروکش از نسبت دبی های روز جاری به روز ماقبل در مقیاس لگاریتمی بدست آمد. لازم به ذکر است که سه دسته مقادیر بهینه برای این دو پارامتر بر اساس سعی وخطا بدست آمد. برای دسته اول مقادیر x و y از اول بهمن ماه تا فروردین ماه به ترتیب ۱.۵ ،۰.۰۰۴ و همچنین دسته دوم، از نیمه اردیبهشت ماه تا نیمه شهریور ماه به ترتیب ۱.۵ ،۰.۰۸۹ و برای دسته سوم در سایر دوره های زمانی، مقادیر ۰.۸۴۵ ، ۰.۰۸۹ بدست آمدند (شکل۱).



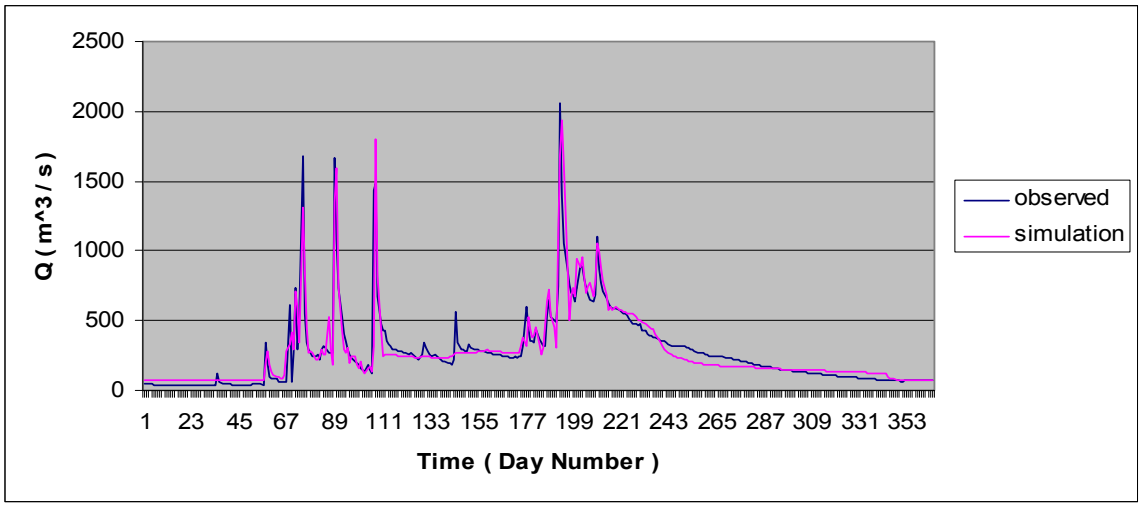
شکل۱: منحنی های فروکش دبی روزانه حوضه دز در تله زنگ در دوره ۴۰ ساله اخیر از انتهای بارش در هر سال آبی تا ابتدای بارش در سال بعد (پایان دوره فروکش منحنی هیدروگراف)

بر اساس خصوصیات نوسان روزانه رواناب حاصل از ذوب برف می توان زمان تاخیر را به طور مستقیم از هیدروگراف جریان سالهای گذشته تعیین کرد .از آنجایی که در این حوضه داده های دبی بجز در شرایط سیلاب در دوره های زمانی کمتر از روزانه در دسترس نیست، برآورد زمان تاخیر براساس داده های مشاهده ای دبی و درجه حرارت میسر نیست. بر این اساس با استفاده از داده های اولیه پیشنهادی مدل و سعی و خطا زمان تاخیر معادل ۱۸ ساعت در نظر گرفته شده است.

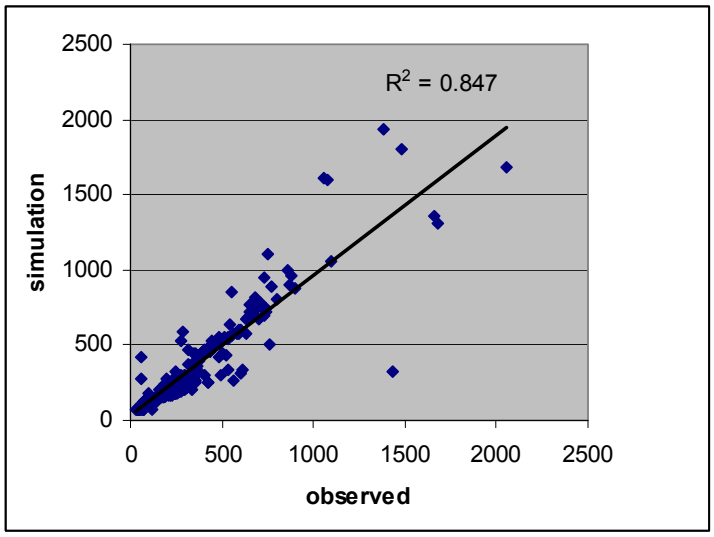
شکل۲ تغییرات دبی روزانه شبیه سازی شده و مشاهده ای در دوره واسنجی را نشان می دهد. R^2 حدود ۰.۸۴ و درصد اختلاف حجمی دبی برآوردی و مشاهده ای کمتر از یک درصد (در حدود ۰.۰۵ درصد) است (شکل۳).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲: مقایسه دبی روزانه مشاهده ای و شبیه سازی شده در دوره واسنجی در حوضه دز ایستگاه تله زنگ

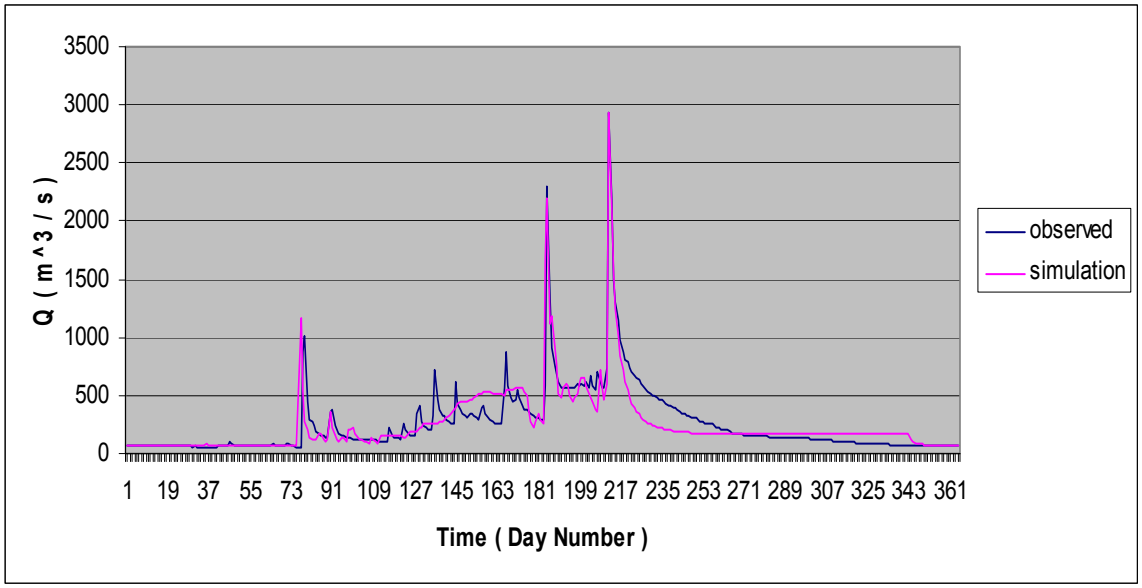


شکل۳ : نمودار همبستگی دبی روزانه مشاهده ای و شبیه سازی شده در دوره واسنجی در حوضه کارون ایستگاه پل شالو

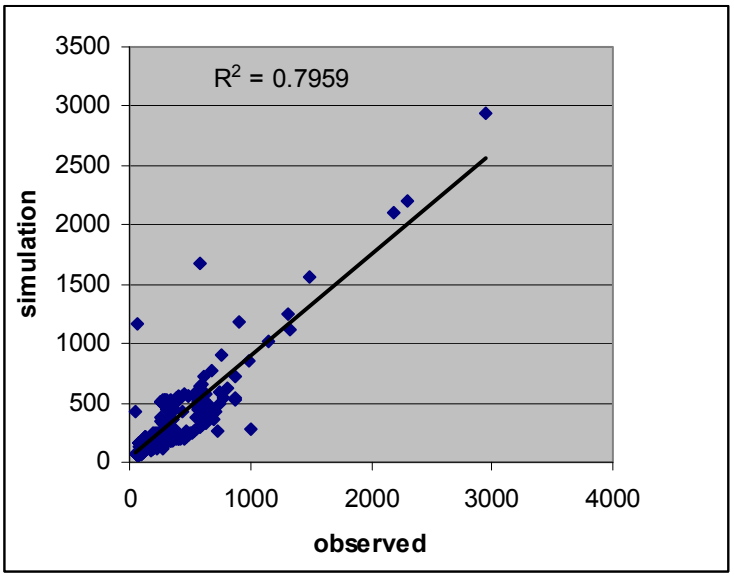
برای دوره ارزیابی سال آبی ۸۲- ۱۳۸۱ انتخاب شد. با استفاده از آمار و اطلاعات این سال آبی و همچنین پارامترهای کالیبره شده در دوره واسنجی شبیه سازی انجام گرفت. شکل۴ تغییرات دبی روزانه شبیه سازی شده و مشاهده ای در دوره ارزیابی را نشان می دهد. ضریب تعیین حدود ۰.۷۹ و درصد اختلاف حجمی دبی برآوردی و مشاهده ای ۴.۱۳ درصد است (شکل۵).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴: مقایسه دبی روزانه مشاهده ای و شبیه سازی شده در دوره ارزیابی در حوضه دز ایستگاه تله زنگ



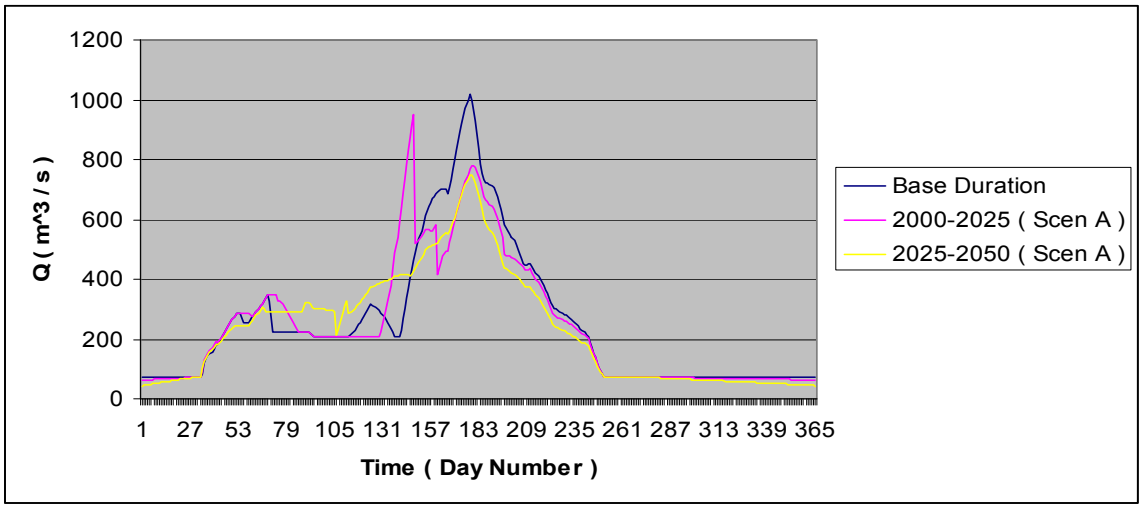
شکل۵: نمودار همبستگی دبی روزانه مشاهده ای و شبیه سازی شده در دوره ارزیابی در حوضه دز ایستگاه تله زنگ

بعد از واسنجی و تعیین بهینه پارامترهای مدل ذوب برف برای حوضه دز و همچنین ارزیابی مدل، از این مدل برای مشخص کردن توزیع زمانی جریان رواناب ناشی از ذوب برف و بارندگی در یک دوره مبنا که در این دوره حوضه دارای آمار است، استفاده شد و بعد از آن از مدل کالیبره شده برای پیش بینی توزیع زمانی جریان برای دو دوره ۲۵ ساله ، شامل دوره ۲۰۲۵-۲۰۰۰ و همچنین دوره ۲۰۵۰-۲۰۲۵ با فرض دو سناریو و پیش بینی ورودی های مدل، در این دو دوره با استفاده از مدل

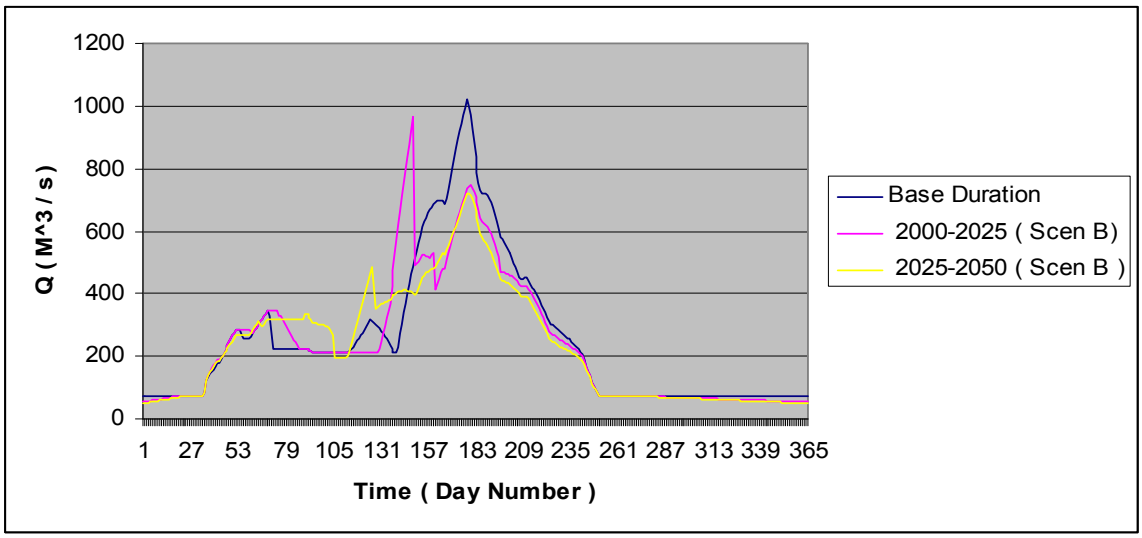
www.SID.ir

Archive of SID

تغییر اقلیم نیز استفاده گردید و در واقع تغییرات توزیع زمانی جریان رواناب در آن دو دوره ۲۵ ساله، نسبت به دوره مبنا مشخص گردید (اشکال ۶و۷)



شکل۶: نمودار تغییرات توزیع زمانی جریان در اثر تغییر اقلیم (سناریوی اول) در حوضه دز در ایستگاه هیدرومتری تله زنگ



شکل۷: نمودار تغییرات توزیع زمانی جریان در اثر تغییر اقلیم (سناریوی دوم) در حوضه دز در ایستگاه هیدرومتری تله زنگ

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه گیری

بنابه گفته طراحان مدل SRM، این مدل نیازی به کالیبراسیون ندارد اما به دلیل وجود پارامترهای فیزیکی زیاد در مدل، لازم است قبل از بکارگیری آن برای هر حوضه، واسنجی پارامترهای مدل انجام گیرد. بعد از واسنجی و ارزیابی این مدل در پیش بینی جریان روزانه در حوضه دز با استفاده از سطح پوشش برف که از اطلاعات ماهواره ای قابل دسترس می باشند، دارای قابلیت پیش بینی رواناب حاصل از باران و ذوب برف می باشد، اما در هر حال با توجه به محدود بودن دوره واسنجی و ارزیابی قضاوت های قطعی می بایست با احتیاط صورت گیرد.

نتایج نشان می دهد که دبی زمستان افزایش و دبی بهار کاهش خواهد یافت و همچنین دبی تابستان کمی کاهش می یابد و دبی پاییز تغییرات قابل ملاحظه ای نخواهد داشت. نکته مهم و قابل توجه در پیش بینی های انجام شده برای مقدار دبی در نیم قرن آینده نشان می دهد که با توجه به افزایش دمای زمستان مقدار ذوب برف بلافاصله بعد از بارش برف همانند بسیاری از کشورها افزایش خواهد یافت.(Miller, 2004) به همین دلیل در اواسط زمستان بیشترین افزایش مقدار دبی مشاهده می شود، به دنبال آن با توجه به کاهش ذخیره برف کاهش دبی در فصل بهار کاملا منطقی به نظر می رسد. البته این تغییرات به نسبت مناطق واقع در عرضهای بالا کمتر است. (Dye, 2002)

بطور کلی نتایج حاکی از تغییرات در توزیع زمانی جریان و همچنین تغییر در زمان حداکثر جریان رواناب ناشی از ذوب برف در حوضه دز در سالهای آینده است. این تغییرات باعث ایجاد تغییرات عمده ای در کیفیت و کمیت منابع آب خواهد شد. این تغییرات در توزیع زمانی جریان لزوم تغییرات برنامه ریزی در بهره برداری از منابع آب را مشخص می کند. برنامه های آینده باید به گونه ای باشد که تغییرات پیش رو اثرات زیانبار کمتری را متوجه بخش آب در این حوضه بسیار مهم کشورمان کند. یکی از بخشهایی که باید خود را با شرایط آینده تطبیق دهد و تغییراتی را در این جهت در پیش بگیرد بخش آب کشاورزی است. باتوجه به اینکه بخش قابل توجهی از آب رودخانه دز در کانالهای آبیاری دشت خوزستان جریان می یابند و به مصرف بخش کشاورزی می رسند بنا بر این بخش آب آبیاری از نظر توزیع زمانی مقدار جریان در آینده دچار تغییر خواهد شد و در نتیجه باید تغییراتی در ترکیب کشت منطقه در جهت سازگاری با شرایط جدید ایجاد گردد.

علیرغم اینکه تحقیقات گسترده در زمینه های مرتبط با تغییر اقلیم و همچنین بحث ذوب برف و رواناب ناشی از آن، در دنیا انجام گرفته است ولی در ایران هنوز اهمیت موضوع به اندازه لازم و درخور روشن نیست. ممکن است ایران به نسبت بسیاری از کشورهای واقع شده در عرضهای شمالی نیمکره شمالی مانند کشورهای شمال اروپا و آمریکای شمالی، کمتر تحت تاثیر قرار گیرد. (Stewart, 2004) اما بی توجهی به این واقعیت انکار ناپذیر و عدم برنامه ریزی صحیح ممکن است آثار زیانبار تری را به نسبت کشورهایی که بیشتر تحت تاثیر هستند ولی برنامه ریزی مناسب تری دارند، متوجه کشور ما کند. این قضیه اهمیت

www.SID.ir

Archive of SID

موضوع را روشن می کند و لزوم برنامه ریزی منعطف و مناسب را مشخص می سازد. در زیر به بعضی از مسائل و مشکلات و ابهامات موجود در زمینه تغییر اقلیم و اثرات آن بر منابع آب، در قالب چند پیشنهاد اشاره می شود.

۱- تهیه برنامه بهینه سازی پارامترهای مدل ذوب برف SRM، برای سهولت در واسنجی مدل، با توجه به نبود اطلاعات کافی در حوضه های کوهستانی و برفگیر لازم به ذکر است که مدل در حال حاضر برنامه ای برای بهینه سازی پارامترها ندارد.

۲- تهیه برنامه کامپیوتری برای تغییر (بخصوص کوچک کردن) مقیاس مکانی و همچنین مقیاس زمانی مدلهای تغییر اقلیم GCM جهت هماهنگی بهتر آنها با مدلهای هیدرولوژیکی (Rivington, 2007) با توجه به این نکته که درحال حاضر مدلهای تغییر اقلیم دارای مقیاس مکانی و زمانی بسیار بزرگ هستند که این قضیه دقت محاسبات را کاهش می دهد.

۳- لینک مدلهای پیش بینی عددی هواشناسی و مدلهای هیدرولوژیکی، جهت پیش بینی های کوتاه مدت بارش و ذوب برف در حوضه ها و در نتیجه هشدار سیل در زمانهای مناسب در حوضه های آبریز کوهستانی با رژیم برفی.

منابع

1. Changchun X., Ch. Yaning, L., Weihong and Ch. Y. Ge Hongtao, 2007. "Potential impact of climate change on snow cover area in the Tarim River basin" Journal of Environmental Geology, Vol. 53 , No. 7, p1465-1474

2. Chaponniere, A. and Smakhtin, V., 2006. "A review of climate change scenario and preliminary rainfall trend analysis in the oum er Rbia Basin, Morocco" Working paper 110 (Drought series: Paper 8) Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute .

3. Dye, G.D., 2002. "Variability and trends in the annual snow-cover cycle in Northern Hemisphere land areas, 1972-2000" Hydrol. Process. J., 16, 3065-3077.

4. Hreiche, A. and W. Najem, C.Bocquillon, 2007. "Hydrological impact simulation of climate change on Lebanese coastal rivers"IAHS Pub,Volume: 52, Issue: 6, 1119-1133

5. Miller, N.l., 2004. "Potential impacts of climate change on California hydrology". J. of the American Water Resources Association (JAWRA) 39(4):771-784.

6. Rivington, M., 2007. "An integrated assessment approach to conduct analyses of climate change impacts on whole-farm systems" Environmental Modelling & Software 22 : 202-210

7. Stewart, I.T., 2004. "Changes in snowmelt runoff timing in western north america under 'Business as usual' climate change scenario" Climate change Journal 62, 217-232.

www.SID.ir