

تأثیر تغییر اقلیم جهانی بر داده‌های اقلیمی در حوضه روانسر سنجابی استان کرمانشاه

سید وحید شاهویی، الهام فهیمی‌نژاد و زانیار فاتحی

دوره ۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، صفحات ۴۵-۵۷

Vol. 6(1), Spring 2020, 45 – 57

DOI: 10.22034/jewe.2020.219388.1348

Impact of Global Climate Change on Climate Data
in Ravansar Sanjabi Basin, Kermanshah Province

Shahoei S. V., Fahiminezhad E. and Fatehi Z.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله:

شاهویی س. و، فهیمی‌نژاد ا. و فاتحی ز. (۱۳۹۹). تأثیر تغییر اقلیم بر داده‌های اقلیمی در حوضه روانسر سنجابی استان کرمانشاه. محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۶، شماره ۱، صفحات: ۴۵-۵۷.

Citing this paper: Shahoei S. V., Fahiminezhad E. and Fatehi Z. (2020). Impact of global climate change on climate data in Ravansar Sanjabi Basin, Kermanshah Province. Environ. Water Eng., 6(1), 45-57. DOI: 10.22034/jewe.2020.219388.1348.

تأثیر تغییر اقلیم جهانی بر داده‌های اقلیمی در حوضه روانسر سنجابی استان کرمانشاه

سید وحید شاهویی^{۱*}، الهام فهیمی‌نژاد^۲ و زانیار فاتحی^۳

^۱استادیار، گروه مهندسی و مدیریت منابع آب، موسسه غیرانتفاعی توسعه دانش سنندج، سنندج، ایران

^۲استادیار، دانشگاه پیام نور، واحد سبزوار، سبزوار، ایران

^۳دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی و مدیریت منابع آب، موسسه غیرانتفاعی توسعه دانش سنندج، سنندج، ایران

*نویسنده مسئول: vahid.shahoei@gmail.com

مقاله اصلی

تاریخ دریافت: [۱۳۹۸/۱۱/۲۱]

تاریخ بازنگری: [۱۳۹۸/۰۱/۱۱]

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۹/۰۱/۲۲]

چکیده

در این پژوهش به بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر داده‌های دما و باران در حوضه روانسر سنجابی استان کرمانشاه پرداخته شد. برای این منظور با استفاده از داده‌های اقلیمی دما و بارندگی طی سال‌های ۱۹۷۹-۲۰۰۵ (دوره مشاهداتی)، مقادیر این متغیرها در سال‌های ۲۰۴۱-۲۱۰۰ (دوره پیش‌بینی) تحت سه سناریوی RCP4.5، RCP8.5 و RCP2.6 و مدل گردش عمومی جو CanESM2، پیش‌بینی شد. برای ریزمقیاس کردن داده‌های موردبررسی در حوضه مورد مطالعه، از مدل SDSM استفاده شد. نتایج نشان داد که مقادیر میانگین بارندگی سالانه، دماهای حداکثر و حداقل سالانه در حوضه روانسر سنجابی در دوره پیش‌بینی ۲۰۴۱-۲۱۰۰ افزایش خواهند یافت. بیش‌ترین مقادیر پیش‌بینی‌شده این متغیرها مربوط به سناریوی RCP8.5 می‌باشد، به‌طوری‌که درصد افزایش میانگین بارندگی در ماه دسامبر با توجه به این سناریو و در دوره‌های پیش‌بینی ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۱۰۰ به ترتیب ۱۵۳٪ و ۱۵۹/۶٪ در مقایسه با میانگین بارش در دوره مشاهداتی می‌باشد. با در نظر گرفتن نتایج این پژوهش انتظار می‌رود که در راستای مدیریت صحیح منابع آب و تأثیر تغییر اقلیم بر آن، چشم‌اندازی درست بر وضعیت منابع آب این حوضه در آینده پیش روی مدیران منابع آب قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ریزمقیاس نمایی؛ شبیه‌سازی؛ گرمایش جهانی؛ مدل گردش عمومی جو؛ منابع آب.

۱- مقدمه

مفیدی راجع به تغییرات شرایط اقلیمی مناطق مختلف در اثر افزایش این آلاینده‌ها را در اختیار پژوهش‌گران قرار دهد. خروجی مدل‌های گردش عمومی جو دارای تفکیک مکانی کم و بسیار بزرگ مقیاس می‌باشند که برای استفاده از نتایج این مدل‌ها در مقیاس‌های کوچک-تر (ایستگاه‌های هواشناسی) باید خروجی آن‌ها ریزمقیاس شوند که یکی از این روش‌ها استفاده از مدل آماری SDSM می‌باشد.

مدل SDSM یک مدل ریزمقیاس کننده نمایی تابع انتقال آماری می‌باشد که توسط Wilby et al. (2012) توسعه داده شد. این مدل امروزه به عنوان پرکاربردترین مدل ریزمقیاس نمایی در مقیاس جهانی مورد استفاده محققین قرار می‌گیرد (Asakereh and Kiani 2019). پرکاربرد بودن این مدل را می‌توان در اقتصادی بودن، سرعت عمل و دقت در فرآیند ریزمقیاس نمودن دانست (Wilby et al. 2002). با استفاده از مدل SDSM مطالعات بسیاری در ایران و سایر نقاط جهان صورت گرفته است.

Dehghan et al. (2015) در مطالعه‌ای به مقایسه‌ی نتایج مدل‌های SDSM، IDW و LARS-WG در ریزمقیاس نمودن داده‌های دما و بارش پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که دو مدل SDSM و LARS-WG نسبت به مدل IDW دارای توانایی بیشتری در شبیه‌سازی دما نسبت به بارش می‌باشند و شدت تغییرات بارندگی شبیه‌سازی شده به وسیله مدل IDW نسبت به دو مدل دیگر بیش‌تر می‌باشد.

Hajimohhamdi et al. (2018) شرایط هیدرولوژیکی حوضه کن را در اثر تغییر اقلیم مورد بررسی قرار دادند. برای این منظور آن‌ها در مطالعه خود از مدل گردش عمومی جو HadCM3 و سناریوی انتشار A2 استفاده نمودند. برای ریزمقیاس نمودن داده‌های دما و بارندگی از مدل SDSM استفاده نمودند. نتیجه مطالعه آن‌ها نشان داد که در دوره‌های آتی در حوضه مورد بررسی مقدار

در سالیان اخیر افزایش گازهای گلخانه‌ای که در نتیجه صنعتی شدن جوامع و افزایش روند رو به رشد استفاده از سوخت‌های فسیلی می‌باشد، باعث افزایش دمای کره زمین و ذوب شدن یخچال‌های قطبی شده است. افزایش مقادیر این گازها در آینده می‌تواند تأثیرات مخرب زیادی را بر سیستم‌های گوناگون طبیعی از جمله سیستم‌های منابع آب بگذارد. به طوری که حیات جوامعی را که وابسته به این منابع می‌باشند را مورد تهدید جدی قرار دهد. به افزایش مقدار دمای کره زمین و تغییرات در میزان سایر پارامترهای اقلیمی بر اثر افزایش گازهای گلخانه‌ای تغییر اقلیم گفته می‌شود (IPCC 2015). طبق گزارش سالانه IPCC در سال ۲۰۰۷ تأثیرات سوء تغییر اقلیم و پیامدهای ناشی از آن برای جوامع بشری می‌تواند از عوامل مخرب دیگر همچون کمبود غذا و سلاح‌های هسته‌ای و بیش‌تر باشد (IPCC 2015). پدیده‌های حدی در هواشناسی همانند سیل، طوفان و خشک‌سالی بیش‌ترین تأثیر را از تغییر اقلیم می‌گیرند؛ زیرا شدت و خصوصیات این پدیده‌ها به طور مستقیم از متغیرهایی متأثر می‌شوند که تغییر اقلیم می‌تواند بر روی آن‌ها اثر بگذارد (Fatehi et al. 2017). بررسی داده‌های هواشناسی ثبت شده در دهه‌های گذشته و همچنین نتایج مطالعات مختلف با استفاده از مدل‌های پیش‌بینی کننده اقلیم همگی بیانگر این موضوع می‌باشد که تغییرات چشمگیری در اقلیم مناطق مختلف در سرتاسر جهان به وجود آمده است (Kazemirad et al. 2016). با توجه به اثرات سوء گسترده و وسیعی که تغییر اقلیم می‌تواند بر روی شرایط اقتصادی و اجتماعی یک جامعه بگذارد، اطلاع از چگونگی رخداد این تغییرات در آینده می‌تواند کمک به‌سزایی به برنامه‌ریزی‌های محیطی کند (Khaliliaghdam et al. 2013). در رابطه با شبیه‌سازی شرایط اقلیمی که در آینده اتفاق می‌افتد روش‌ها و مدل‌های مختلفی وجود دارد که معتبرترین آن‌ها استفاده از مدل‌های گردش عمومی جو می‌باشد. این مدل‌ها می‌توانند در کنار سناریوهای مختلفی که راجع به افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو زمین مطرح می‌شوند، اطلاعات

1 - Intergovernmental Panel on Climate Change

2 - Statistical Downscaling Model

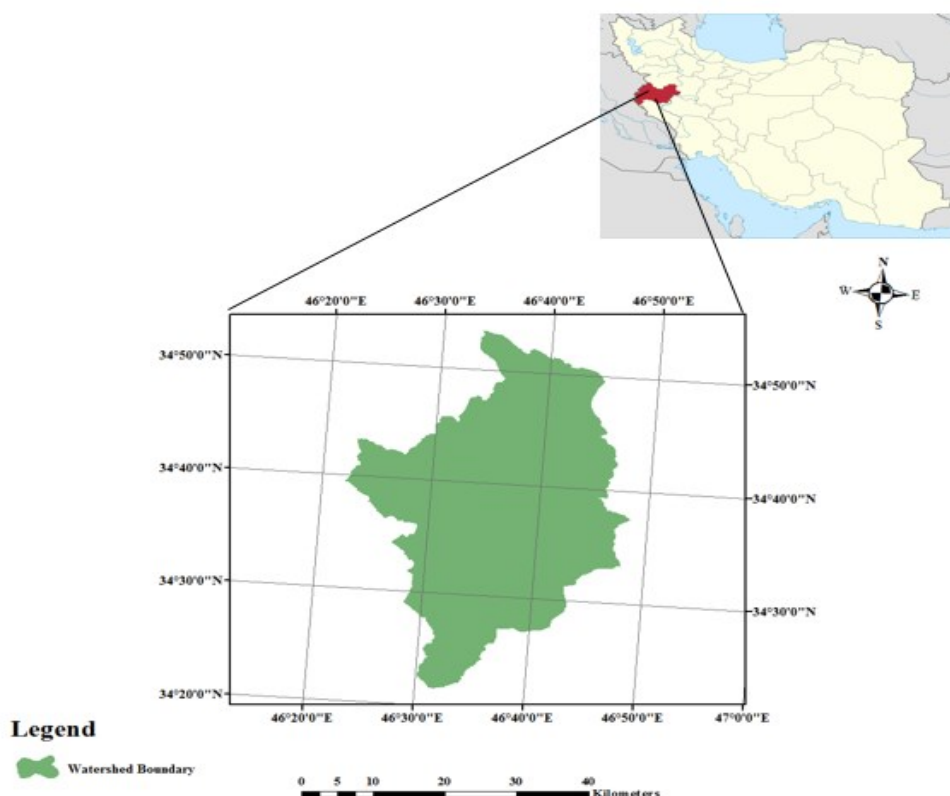
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه و داده‌ها

حوضه مورد بررسی در این مطالعه حوضه روانسر سنجابی استان کرمانشاه می‌باشد که با مختصات جغرافیایی 30° تا $34^{\circ} 20' 0''$ طول شرقی و $46^{\circ} 49' 30''$ تا $46^{\circ} 20' 0''$ عرض شمالی واقع در استان کرمانشاه با مساحت تقریبی 1260 km^2 و یکی از زیر حوزه‌های حوزه آبریز کرخه می‌باشد (Shahoei et al. 2018). شکل و موقعیت جغرافیایی حوضه روانسر سنجابی در شکل (۱) نشان داده شده است.

رواناب نسبت به دوره مشاهداتی هفت درصد کاهش می‌یابد.

هدف از انجام این پژوهش شبیه‌سازی بارندگی و دما در حوضه روانسر سنجابی استان کرمانشاه و بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر روی این متغیرها تحت سه سناریوی انتشار RCP2.6 و RCP4.5، RCP8.5 طی سال‌های ۲۰۴۱ الی ۲۱۰۰ است. با توجه به تغییراتی که برای مقادیر دما و بارش آن برای آینده پیش‌بینی می‌شود می‌توان درک درستی از وضعیت منابع آبی این حوضه و تأثیرات تغییر اقلیم بر روی این منابع در آینده داشت؛ که با توجه به این تغییرات می‌توان تصمیمات درست در این حوضه را جهت مدیریت بهینه منابع آب، اتخاذ نمود.



شکل ۱- شکل و موقعیت جغرافیایی حوضه روانسر سنجابی در استان کرمانشاه

Fig. 1 Geographical characteristics of the ravansar sanjabin basin in Kermanshah province

۲-۲- مدل SDSM

از آنجایی که خروجی مدل‌های گردش عمومی جو بزرگ مقیاس می‌باشند، در این پژوهش به منظور ریزمقیاس نمودن داده‌ها از مدل SDSM استفاده شد. مدل SDSM روابط آماری را بر مبنای روش رگرسیون خطی چندگانه بین متغیرهای اقلیمی

آمار و اطلاعات مورد استفاده در این پژوهش از آمار ایستگاه‌های موجود در حوضه روانسر سنجابی کرمانشاه در یک دوره آماری ۲۶ ساله ۱۹۷۹-۲۰۰۵، برای ریزمقیاس نمایی بارش، دمای حداکثر و دمای حداقل روزانه استفاده شده است که مشخصات این ایستگاه‌ها در جدول (۱) آورده شده است.

طول دوره داده‌های NCEP ۲۰۰۵-۱۹۶۱ می‌باشد که شامل ۴۵ سال داده‌های پیش‌بینی شده روزانه هستند که قبل از نرمالیزه شدن در شبکه سلول-هایی مشابه با ابعاد مدل گردش عمومی CanESM2 درون‌یابی شده‌اند. با اعمال روابط رگرسیون چندگانه استخراج شده ماهانه در دوره دیده‌بانی بر روی متغیرهای بزرگ‌مقیاس برون‌داد مدل گردش عمومی CanESM2 می‌توان متغیرهای این مدل را بر روی ایستگاه مذکور ریزمقیاس نمود.

بزرگ‌مقیاس (پیش‌بینی کننده‌ها) و محلی (پیش-بینی شوندها) محاسبه می‌کند. این روابط بر اساس داده‌های دیده‌بانی و بازتحلیل NCEP در دوره گذشته ۱۹۷۹-۲۰۰۵ به صورت ماهانه تهیه می‌شوند. فرض بر این است که این روابط برای آینده نیز صادق است. هر دو سری داده‌های دیده‌بانی (مشاهداتی) و مدل (شبیه‌سازی) نسبت به ۱۹۷۹-۲۰۰۵ نرمالیزه می‌شوند. پیش‌بینی کننده‌های دیده‌بانی بزرگ‌مقیاس از داده‌های بازتحلیل NCEP به دست می‌آیند (Willy et al. 2002).

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده در پژوهش

Table 1 Characteristics of meteorological stations used in the study

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	مختصات جغرافیایی	ارتفاع (m)
روانسر	سینوپتیک	طول 46-40-0 عرض 34-43-0	1363
بن چله	باران سنج معمولی	طول 46-35-13 عرض 34-47-58	1700
کوزران	باران سنج هواشناسی	طول 46-36-0 عرض 34-30-0	1401
نهرآبی	باران سنج هواشناسی	طول 46-34-0 عرض 34-40-0	1490

٪ و دما در حد 0.1°C می‌باشد. شبیه‌سازی بارش و دما در سطح اعتماد 0.5 معنی‌دار هستند.

جدول ۲- کارایی مدل SDSM در شبیه‌سازی بارش و میانگین دمای سالانه در دوره دیده‌بانی

Table 2 Performance of SDSM model in simulation of precipitation and average annual temperature in monitoring period

فراسنج	دوره 2005-1979	
میانگین بارش	دیده‌بانی	677
	شبیه‌سازی	740
	خطا (%)	9.3
میانگین دمای حداکثر	دیده‌بانی	20.2
	شبیه‌سازی	20.25
	خطا ($^{\circ}\text{C}$)	0.05
میانگین دمای حداقل	دیده‌بانی	5.15
	شبیه‌سازی	5.13
	خطا ($^{\circ}\text{C}$)	-0.02

۳-۲- شاخص‌های اقلیمی

در این پژوهش برای ارزیابی شاخص‌های حدی بارش و دما از مدل RCLimDex استفاده شده است. این مدل به وسیله Zhang and Yang (2004) در شعبه تحقیقات علمی سرویس هواشناسی کانادا توسعه یافته است. تیم

در این پژوهش سه نوع داده برای ریزمقیاس نمایی به وسیله مدل SDSM مورد استفاده قرار گرفت. این داده‌ها عبارتند از: متغیرهای بزرگ‌مقیاس در دو دوره گذشته ۱۹۷۹-۲۰۰۵ و آینده ۲۰۴۱-۲۱۰۰ حاصل از مدل گردش کلی CanESM2^۱، متغیرهای بزرگ‌مقیاس باز تحلیل از مرکز پیش‌بینی‌های محیطی آمریکا NCEP در دوره ۱۹۶۱-۱۹۹۰ و داده‌های دیده‌بانی بارش و دمای حداقل و حداکثر روزانه ایستگاه‌های مورد بررسی در حوضه روانسر سنجابی استان کرمانشاه. در این تحقیق رفتار رخدادهای حدی اقلیمی وابسته به دما و بارش حوضه روانسر سنجابی در استان کرمانشاه در دوره مشاهداتی ۱۹۷۹-۲۰۰۵ و دوره‌های مشاهداتی ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۱۰۰ تحت سه سناریوی RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 مورد بررسی قرار گرفت. قبل از مدل‌سازی تغییرات رخدادهای حدی در دهه‌های آتی، توانمندی روش مورد استفاده در شبیه‌سازی میانگین‌ها و رخدادهای حدی در دوره دیدبانی مورد بررسی و واسنجی قرار گرفتند که نتایج در جدول (۲) آورده شده است. با توجه به جدول (۲) خطای شبیه‌سازی بارش $9/3$

^۱- Canadian Earth System Model

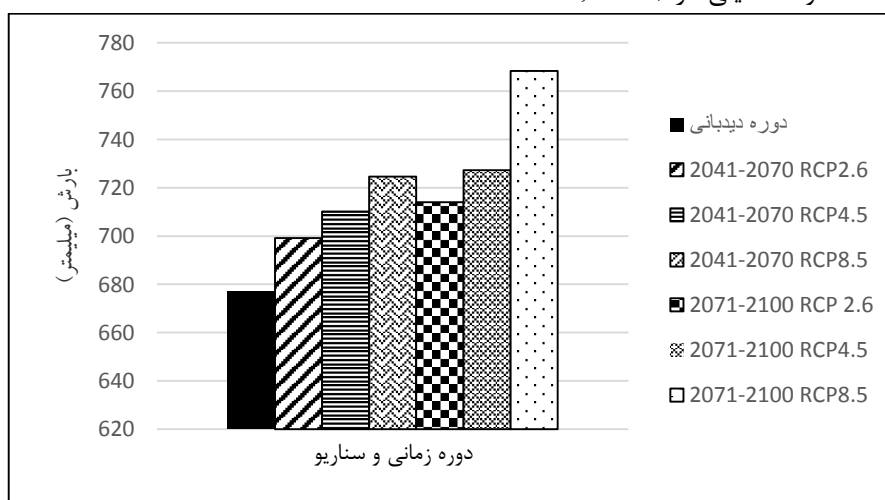
کارشناسی آشکارسازی و نمایش تغییر اقلیم (ETCCDI) شاخص‌های این مدل را بر اساس مجموعه استاندارد ۲۷ شاخص حدی در زبان برنامه‌نویسی R و بر اساس الگوریتم‌های بهبودیافته و کاهش خطای عددی طراحی کرده است (Yang and Zhang 2004). ETCCDI به صورت مشترک به وسیله کمیسیون اقلیم‌شناسی، سازمان جهانی هواشناسی و برنامه جهانی مشاهداتی داده‌ها، تغییرپذیری و پیش‌بینی اقلیم حمایت می‌شود (Sillmann and Roeckner 2008). مدل RCLimDex بر اساس آستانه‌های تعریف‌شده برای هر شاخص میزان شیب آن‌ها را طی دوره آماری محاسبه می‌کند. در این پژوهش به منظور تحلیل شرایط اقلیمی دوره مشاهداتی و آینده در حوضه مورد بررسی، از میان شاخص‌های معرفی‌شده به وسیله مرکز بین‌المللی ETCCDI، شاخص حدی دما شامل TMAXmean، TMINmean و شاخص‌های حدی بارش شامل نمایه-های حداکثر بارش یک‌روزه (Rx1day)، حداکثر بارش ۵ روزه متوالی (Rx5day)، تعداد روزهای با بارش مساوی و یا بیش‌تر از ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌متر (R30 mm, R20

جمع سالانه بارش روزهای خیلی تر (mm, R10 mm)، جمع سالانه بارش روزهای فوق‌العاده‌تر (R95p)، جمع سالانه بارش روزهای فوق‌العاده‌تر (R99p) و جمع سالانه بارش روزهای تر (PRCPTOT) محاسبه و روند تغییرات آن‌ها در دوره مشاهداتی ۱۹۷۹-۲۰۰۵ و دوره آینده ۲۰۴۱-۲۱۰۰ محاسبه شده است.

۳- یافته‌ها و بحث

۳-۱- میانگین بارش

در این مطالعه ابتدا داده‌های اقلیمی برای دو دوره آتی ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۱۰۰ بر اساس سناریوهای RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 و مدل گردش عمومی CanESM2 به وسیله مدل SDSM ریزمقیاس شدند. میانگین بارش حوضه مورد مطالعه در دوره مشاهداتی (۱۹۷۹-۲۰۰۵) به مقدار ۶۷۷ mm محاسبه شد. شکل (۲) نمودار تغییرات میانگین بارش حوضه روانسر سنجابی در دو دوره آتی ۲۰۴۱-۲۰۷۰، ۲۰۷۱-۲۱۰۰ تحت سه سناریوی انتشار RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 را نشان می‌دهد.



شکل ۲- بارش سالانه (میلی‌متر) در دوره مشاهداتی ۱۹۷۹-۲۰۰۵ و دو دوره ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۱۰۰ تحت سه سناریوی انتشار RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5

Fig. 2 Annual precipitation (mm) in the observation period (1979-2005) and two periods 2041-2070 and 2071-2100 under three emission scenarios RCP2.6, RCP4.5 and RCP8.5

شکل (۲) نشان می‌دهد که تحت هر سه سناریوی انتشار مورد استفاده در مطالعه، میانگین بارش سالانه دوره‌های آتی نسبت به دوره دیده‌بانی افزایش می‌یابد؛ که بیش‌ترین مقدار افزایش بارندگی مربوط به سناریوی RCP8.5 می‌باشد. درصد تغییرات میانگین بارش ماهیانه در دوره‌های شبیه‌سازی‌شده در سال‌های ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۱۰۰ تحت سه سناریوی مورد استفاده در مطالعه، در جدول (۳) آورده شده است.

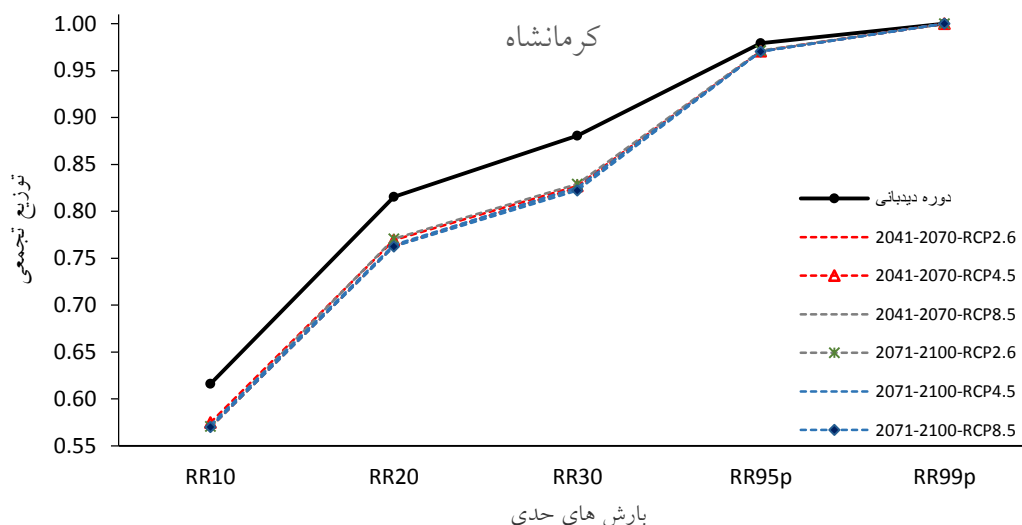
شکل (۲) نشان می‌دهد که تحت هر سه سناریوی انتشار مورد استفاده در مطالعه، میانگین بارش سالانه دوره‌های آتی نسبت به دوره دیده‌بانی افزایش می‌یابد؛ که بیش‌ترین مقدار افزایش بارندگی مربوط به سناریوی

جدول ۳- درصد تغییرات در میانگین بارش ماهانه در دو دوره ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۱۰۰ تحت سه سناریوی انتشار RCP2.6, RCP4.5 و RCP8.5 نسبت به دوره مشاهداتی ۱۹۷۹-۲۰۰۵

Table 3 Percentage of changes in mean monthly precipitation in the two periods of 2041-2070 and 2071-2100 under three emission scenarios RCP2.6, RCP4.5 and RCP8.5 relative to the observed period (1979-2005)

دوره شبیه‌سازی دوم		دوره شبیه‌سازی اول		دوره مشاهداتی		سال
2100-2071		2070-2041		2005-1979		
سناریو			سناریو			ماه
RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 2.6	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP	
					2.6	–
141.2	132.5	130.5	135.3	131.4	129	104.6
64.9	68.4	67.4	61.4	69.6	64.8	111
154.9	143.8	136.7	144	135.6	135	123
91.8	86.2	85.9	82.2	85.4	74.5	85
45	42.1	43.7	40	38.7	41.4	41.1
1.6	2.7	3.4	2.7	3.3	3.6	5
0	0	0	0	0	0.02	0.01
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3
43.8	33.8	35.7	37.2	35.2	35	24.6
65.3	67.1	64.6	66.4	64.7	66	76
159.6	150.2	145.6	153	145.7	148	106.3

سیل آسا شدن بارش‌های دهه‌های آتی و افزایش می‌گردد. نمودار تابع توزیع تجمعی طبقات مختلف بارش مخاطرات اقلیمی ناشی از بارش‌های سنگین و سیل آسا در شکل (۳) نشان داده شده است.

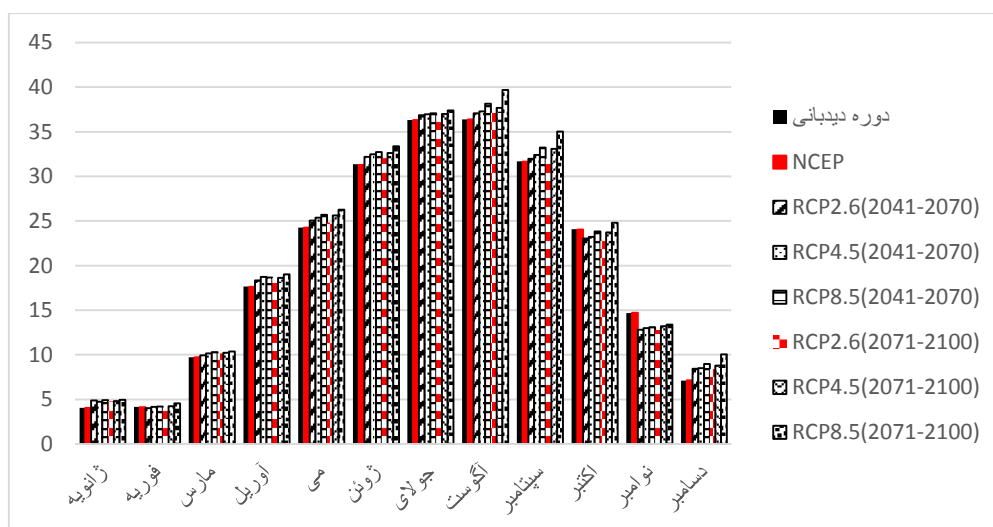


شکل ۳- توزیع تجمعی طبقات مختلف بارش

Fig. 3 Cumulative distribution function of different classes of precipitation

با توجه به شکل (۳)، تابع توزیع تجمعی بارش در دهه‌های آینده به گونه‌ای است که نشان از افزایش بارش‌های حدی دارد. این یافته‌ها همسو با نتایج پژوهش‌های Babaeifeini et al. و Babaian et al. (2010) (2017) می‌باشد. افزایش فراوانی رخداد بارش‌های سنگین احتمال وقوع مخاطرات هیدرواقلیمی (سیل) را افزایش می‌دهد. از آنجا که افزایش وقوع رخدادهای حدی

آب و هوایی بر زیرساخت‌های اجتماعی و اقتصادی از قبیل کشاورزی، سلامت، منابع آب و خدمات عمومی تأثیر زیادی می‌گذارد (Easterling et al. 2000). لذا پیشنهاد می‌شود دستورالعمل‌ها و استانداردهای ساخت تأسیسات زیربنایی گذشته در این حوزه مورد بازنگری قرار گرفته به نحوی که مقاومت سازه‌ها و تأسیسات نسبت به بارش‌های سیل آسا افزایش یابد.



شکل ۴- میانگین دمای حداکثر (°C) ماهانه در دوره مشاهداتی ۱۹۷۹-۲۰۰۵ و دو دوره ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۱۰۰ تحت سه سناریوی انتشار RCP2.6 و RCP4.5 و RCP8.5

Fig. 4 Average monthly maximum temperature (°C) in the observation period (1979-2005) and two periods 2041-2070 and 2071-2100 under three emission scenarios RCP2.6, RCP4.5 and RCP8.5

۳-۳- دمای حداکثر

۲۱۰۰ بیش‌تر از ۲۰۴۱-۲۰۷۰ می‌باشد. به‌طور کلی میانگین دمای حداکثر در تمام فصول (به‌جز فصل پاییز) در حوضه مورد مطالعه و در هر سه سناریوی مورد بررسی، نسبت به دوره گذشته افزایش خواهد یافت. درصد تغییرات میانگین دمای حداکثر سالانه و فصلی در دوره‌های شبیه‌سازی آتی تحت ۳ سناریوی انتشار مورد مطالعه در جدول (۵) آورده شده است.

درصد تغییرات میانگین دمای حداکثر سالانه و فصلی شبیه‌سازی‌شده در حوضه روانسر سنجایی نسبت به دوره مشاهداتی برحسب °C با در نظر گرفتن هر سه سناریوی مورد بررسی در مطالعه در شکل (۴) آورده شده است. با توجه به شکل (۴)، میانگین دمای حداکثر سالانه سه سناریوی انتشار RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 افزایش یافته است که افزایش دمای حداکثر در دهه‌های ۲۰۷۱-

جدول ۵ - درصد تغییرات میانگین دمای حداکثر (°C) سالانه و فصلی در دو دوره ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۱۰۰ تحت سه

سناریوی انتشار RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 نسبت به دوره مشاهداتی ۱۹۷۹-۲۰۰۵

Table 5 Percentage of mean and seasonal maximum temperature changes in the two periods of 2041-2070 and 2071-2100 under three emission scenarios RCP2.6, RCP4.5 and RCP8.5 relative to the observed period (1979-2005)

دوره شبیه‌سازی دوم 2100-2070				دوره شبیه‌سازی اول 2070-2041		دوره مشاهداتی 2005-1979	
سناریو				سناریو		-	
RCP8.5	RCP4.5	RCP2.6	RCP8.5	RCP4.5	RCP2.6		فصل
1.4	0.8	0.7	0.9	0.7	0.7	5.2	زمستان
1.3	0.9	0.6	1	0.9	0.6	17.2	بهار
2.1	1.1	0.6	1.3	0.9	0.7	34.7	تابستان
1	-0.1	-0.9	-0.1	-0.6	-0.9	23.4	پاییز
1.4	0.6	0.2	0.7	0.4	0.3	20.2	سالانه

گوناگونی برخوردار است. از این رو کمیته مشترک اقلیم‌شناسی سازمان جهانی هواشناسی (CCL) برنامه پژوهش در اقلیم جهان (WCRP) مربوط به پروژه قابل پیش‌بینی و تغییرپذیری اقلیم (CLIVAR) متشکل از گروه متخصصین پیش‌بینی، پایش و نمایه‌های تغییر اقلیم (ETCCDMI) برای بررسی و گزینش نمایه‌های تغییر اقلیم برای بررسی و گزینش نمایه‌های فرین اقلیمی در سال ۱۹۹۸ شکل گرفت. طبق تعریف این کارگروه روزهای گرم (TX90p) برای هر محل، درصد روزهایی با دمای حداکثر بیشتر از صدک ۹۰ ام دوره پایه باشد. با توجه به این تعریف فراوانی روزهای گرم در دوره مشاهداتی و همچنین دوره‌های پیش‌بینی در حوضه روانسر سنجایی و با استفاده از هر ۳ سناریوی مورد

با توجه به جدول (۵) بیش‌ترین افزایش میانگین دمای حداکثر فصلی به میزان ۲/۱٪ در تابستان دهه‌ی ۲۰۸۰ رخ خواهد داد و بیش‌ترین افزایش میانگین دمای حداکثر ماهانه در ماه آگوست و سپتامبر در هر دو دوره ۲۰۷۱-۲۱۰۰ و تحت سناریوی RCP8.5 می‌باشد (شکل ۴). افزایش دما نقش مهمی در افزایش شدت خشکی که منجر به وقوع بیشتر رخدادهای حدی خشک‌سالی می‌شود، دارد و همچنین می‌تواند باعث بیابان‌زایی، کاهش منابع آب و کاهش تولیدات کشاورزی ناشی از خرابی و نابودی محصولات کشاورزی شود.

۳-۴- روزهای گرم

در تعریف روزهای گرم، نمایه‌های گوناگونی ارائه شده است. برای نمونه (Kaviani and Alijani (1993)، روز گرم را روزی می‌دانند که دمای بیشینه آن روز حداقل ۳۰ °C باشد. با این‌همه بسیاری از دانشمندان بر این باورند که نمایه‌های حدی فرین مانند روز گرم تابع الگوی جغرافیایی بوده و در راستای زمان و مکان از تعاریف

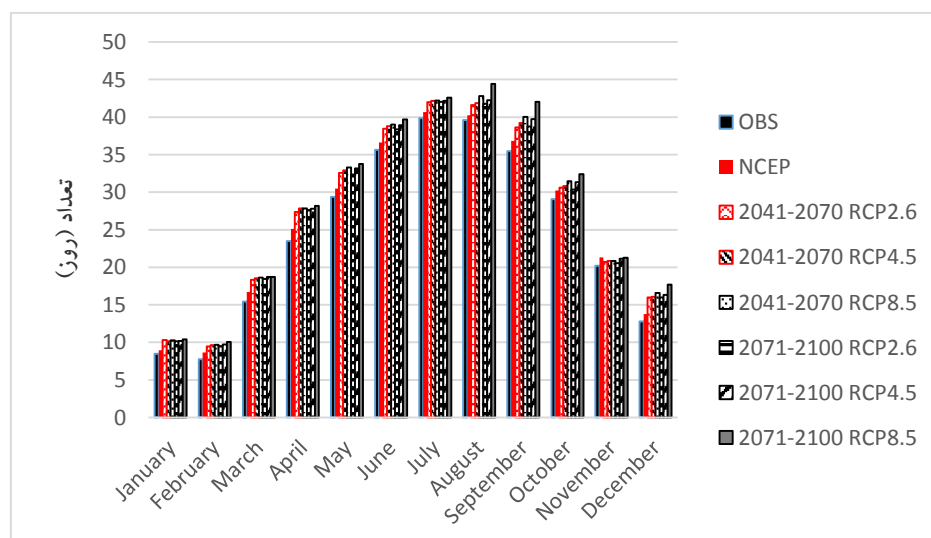
¹- Commission for Climatology

²- World Climate Research Program

³- Climate Variability and Predictability

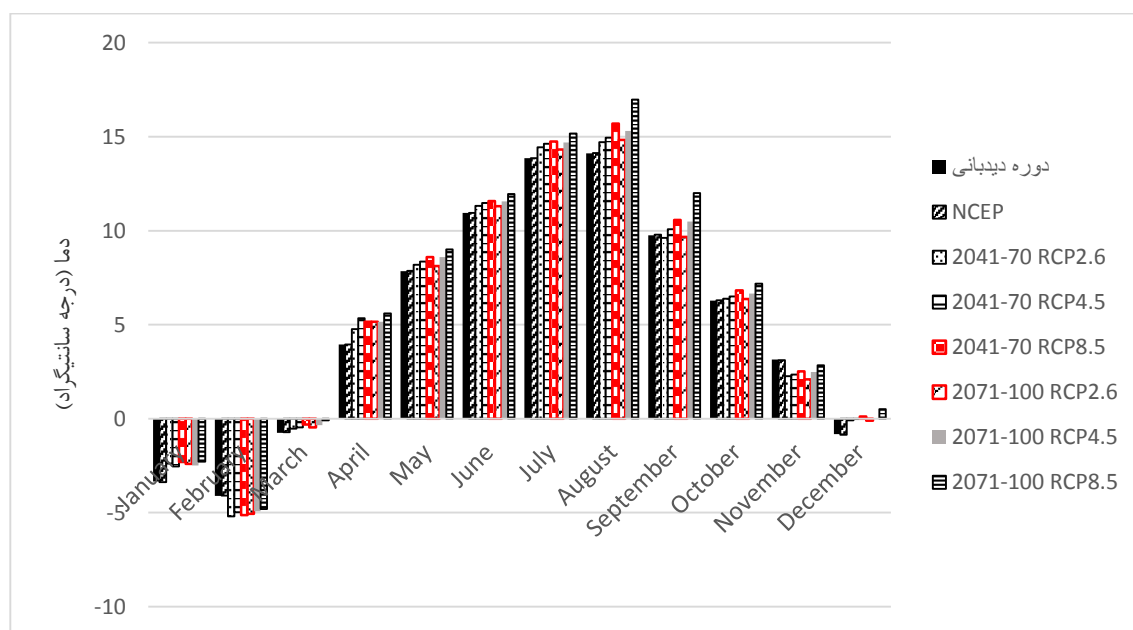
⁴- Expert Team on Climatic Change Detection, Monitoring and Indices

استفاده در پژوهش در شکل (۵) نشان داده شده است. با در تمام ماه‌ها در دوره‌های آینده نسبت به دوره مشاهده‌های افزایش خواهد یافت. (۵) تعداد روزهای گرم ماهانه (TX90p)



شکل ۵ - فراوانی روزهای گرم در دوره مشاهده‌ای و دو دوره ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۱۰۰ تحت سه سناریوی انتشار RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5

Fig. 5 Frequency of hot days in the observation period and two periods 2041-2070 and 2071-2100 under three emission scenarios RCP2.6, RCP4.5 and RCP.5



شکل ۶ - میانگین دمای حداقل (°C) ماهانه در دوره مشاهده‌ای ۱۹۷۹-۲۰۰۵ و دو دوره ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۱۰۰ تحت سه سناریوی انتشار RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5

Fig. 6 Average monthly minimum temperature (°C) in the observation period 1979-2005 and two periods 2041-2070 and 2071-2070 under three emission scenarios RCP2.6, RCP4.5 and RCP8.5

مشاهداتی در حوضه روانسر سنجابی و با استفاده از

سناریوهای مورد استفاده در مطالعه، در شکل (۶)

نشان داده شده است. با توجه به شکل (۶) میانگین

۳-۵- دمای حداقل

در این قسمت از مطالعه نتایج مربوط به میانگین

دمای حداقل ماهانه در دوره‌های شبیه‌سازی و

زمستان در دوره آتی و تحت هر سه سناریو نسبت به دوره گذشته افزایش خواهد یافت.

میزان تغییرات دمای حداقل فصلی و سالانه در دوره‌های شبیه‌سازی نسبت به دوره‌ی مشاهداتی در حوضه موردبررسی و همچنین با توجه به هر ۳ سناریوی مورد استفاده در مطالعه در جدول (۶) آورده شده است.

جدول ۶ - درصد تغییرات دمای حداقل فصلی و سالانه دو دوره ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۱۰۰ تحت سه سناریوی انتشار

RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5 نسبت به دوره مشاهداتی ۱۹۷۹-۲۰۰۵

Table. 6 Percentage of annual seasonal and annual minimum temperature changes for the two periods 2041-2070 and 2071-2000 under three emission scenarios RCP2.6, RCP4.5 and RCP8.5 relative to the observed period 1979-2005

فصل	دوره مشاهداتی (1979-2005)	دوره شبیه‌سازی اول 2070-2041						دوره شبیه‌سازی دوم 2100-2071					
		سناریو			سناریو			سناریو			سناریو		
		RCP2.6		RCP4.5		RCP8.5		RCP2.6		RCP4.5		RCP8.5	
		CV	T	CV	T	CV	T	CV	T	CV	T	CV	T
		%	(°C)	%	(°C)	%	(°C)	%	(°C)	%	(°C)	%	(°C)
بهار	3.7	4.1	12.2	4.4	19.6	4.5	21.5	4.3	15.7	4.5	21	4.8	31.1
تابستان	13	13.5	4	13.7	5.5	14	7.9	13.5	3.9	6.8	13.9	14.7	13.3
پاییز	6.4	6.1	-4.9	6.3	-1.4	6.6	3.7	6	-5.4	2.3	6.5	7.3	14.7
زمستان	-2.7	-2.5	-8.9	-2.4	-10.3	-2.3	-	-2.4	-10	-	-2.4	-2.1	-
سالانه	5.2	5.4	4.4	5.6	7.9	5.8	11.8	5.4	4.9	10.4	5.7	6.3	21.5

مطالعه‌ی دیگری (Hesami and Asakereh (2018) با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و SDSM دمای بیشینه و کمینه ایستگاه اصفهان را شبیه‌سازی کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که دمای بیشینه و کمینه در سه دوره‌ی ۲۰۱۶-۲۰۴۰، ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۹۹-۲۰۷۱ افزایش چشمگیری خواهند داشت. (Zulkaranian and Arun. (2012) با استفاده از مدل SDSM داده‌های بزرگ‌مقیاس مدل گردش عمومی جو HadCM3 را در حوضه رودخانه کارائو در مالزی، ریزمقیاس نمود و نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که متوسط بارندگی سالانه در دوره ۲۰۱۰-۲۰۹۹ افزایش می‌یابد.

۴- نتیجه‌گیری

در این مطالعه به بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر مقادیر دما و بارندگی در حوضه روانسر سنجایی استان کرمانشاه در طی سال‌های ۲۰۴۱-۲۱۰۰ پرداخته شد. برای این

دمای حداقل ماهانه در دو دوره ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۱۰۰ تحت سه سناریوی انتشار RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 نسبت به دوره مشاهداتی (۱۹۷۹-۲۰۰۵) افزایش یافته است. افزایش میانگین دمای حداقل در دهه ۲۰۷۱-۲۱۰۰ بیش‌تر از دهه ۲۰۴۱-۲۰۷۰ می‌باشد. به‌طورکلی میانگین دمای حداقل در تمام فصول به‌جز فصل

بهار به جدول (۶) بیش‌ترین افزایش ضریب تغییرات میانگین دمای حداقل فصلی به مقدار بیش از ۳۱٪ مربوط به فصل بهار و در دوره ۲۰۷۱-۲۱۰۰ تحت سناریوی RCP8.5 می‌باشد. یکی از اثرات منفی که افزایش دما و افزایش ضریب تغییرات بارندگی در دوره‌های شبیه‌سازی نسبت به دوره مشاهداتی، بر منابع آب خواهد گذاشت، تشدید افزایش تبخیر می‌باشد که این موضوع از کمیت و کیفیت منابع آبی در حوضه روانسر سنجایی خواهد کاست.

(SajadiBami and Neshat. (2017) با استفاده از مدل SDSM داده‌های مدل گردش عمومی جو HadCM3 را در کرمان و بم ریزمقیاس نمودند و تأثیر تغییر اقلیم را بر دما در سه دوره ۲۰۱۱-۲۰۴۰، ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۰۹۹ شبیه‌سازی نمودند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که دما در ایستگاه‌های کرمان و بم در هر سه دوره موردبررسی به‌اندازه ۳ تا ۵ °C افزایش خواهد یافت. طی

این تغییرات با توجه به سناریوی RCP8.5 بیش‌تر می‌باشد.

۴- تغییر اقلیم در سال‌های آینده بر مقادیر دما و بارندگی حوضه روانسر سنجابی استان کرمانشاه اثرات قابل‌توجهی می‌گذارد.

با توجه به نتیجه‌ی نهایی این تحقیق ضرورت انجام عملیات آبخیزداری در این حوضه با مشارکت حوزه‌نشینان و همچنین بازنگری در دستورالعمل‌های ساخت و مدیریت بهینه سامانه‌های کنترل سیلاب، برنامه‌ریزی‌های بلندمدت جهت مواجهه با خشک‌سالی و همچنین مدیریت بهینه منابع آب در این حوضه به‌منظور آماده بودن در مواجهه با اثرات تغییر اقلیم را بیش‌ازپیش نشان می‌دهد تا با این اقدامات از مخاطرات وقوع سیل و خشک‌سالی و سایر پدیده‌های مرتبط با تغییر اقلیم در این حوضه تا حد زیادی کاست.

منظور از مدل گردش عمومی جو CanESM2 و سه سناریوی انتشار RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 استفاده شد. در ادامه به‌منظور ریزمقیاس نمودن خروجی‌های مدل گردش عمومی جو از مدل آماری SDSM استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که:

۱- در حوضه روانسر سنجابی استان کرمانشاه در دوره‌های شبیه‌سازی ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۱۰۰ تعداد روزها با بارش سنگین افزایش چشمگیری خواهد یافت که این موضوع، امکان ریزش‌های جوی سیل‌آسا در این حوضه را در آینده نشان می‌دهد.

۲- مقادیر دمای حداکثر، دمای حداقل و تعداد روزهای گرم در حوضه روانسر سنجابی و در هر سه سناریوی مطرح‌شده، افزایش خواهند یافت.

۳- در سال‌های ۲۰۴۱-۲۱۰۰ درصد تغییرات بارندگی نسبت به دوره مشاهداتی افزایش خواهد یافت که مقدار

References

- Asakereh H. and Kiani H. (2019). Evaluation of SDSM model performance in simulating the average temperature of Kermanshah City. Sci. Res. Quart. Geogr. Data, 27, 50-62 [In Persian].
- Hesami N. and Asakereh H. (2018). Assessing the application of artificial neural networks and SDSM models to simulate the minimum and maximum temperatures at Isfahan Station. J. Geogr. Res. Desert Areas, 6(2), 133-158 [In Persian].
- Babaian E., Najaf Z., Zabolabbasi F., Habibitookhandan M., Adab H. and Malboosi S. (2010). Country Climate change assessment in the period of 2011-2039 using the exponential micro scale exposure climate model (EHO-G), Geogr. Develop. J., 7(16), 135-152 [In Persian].
- Babaeifeini O., Ghasemi E. and Fattahi E. (2017). Investigating the impact of climate change on the trend of Iran land limits. J. Spatial Anal. Environ. Hazard., 1(3), 85-103 [In Persian].
- Dehghan Z., Fathian F. and Eslamian S. (2015). Comparative evaluation of SDSM, IDW and LARS-WG models. J. Water Soil, 29(5), 1376-1390 [In Persian].
- Easterling D. R., Meehl G. A., Parmesan C., Changnon S. A., Karl T. R. and Mearns L.O. (2000). Climate extremes: observations, modeling, and impacts. Sci., 289, 2068-2074.
- Fatehi A., Jabarian B. and Mohhamdzadeh N. (2017). Downscaling the atmospheric general circulation model's data and its application in simulating the climatic parameters (Case study: Guilan province). J. Nat. Environ., 1, 143-158 [In Persian].
- Hajimohhamdi M., Azizian A. and Ghermezcheshmeh B. (2018). Evaluation of the impact of climate change on runoff in Kan Watershed. Watershed Eng. Manage., 10(2), 144-156 [In Persian].
- IPCC. (2007). Summary for Policymakers, in: Climate Change (2007). Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K. B., Tignor M. and Miller H. L. eds. (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth

Assessment Report of the Intergovernmental.

- Kaviani M. and Alijani B. (1993). Applied climatology. Samt Publisher: 254p.
- Kazemirad L. and Mohhamdi V. (2016). Climate change assessment by using LARS-WG Model in Gilan Province (Iran). Geogr. Environ. Hazard., 5, 55-74 [In Persian].
- Khaliliaghdam N., Mosaedi A., Soltani A. and Kamkar B. (2013). Evaluation of LARS-WG model in prediction of some climate parameters. Soil Water Conserv. Res. J., 19(4), 85-102 [In Persian].
- SajadiBami Y. and Neshat A. (2017). The prediction of the climate change effect on the temperature parameter by the general circulation models HadCM3: a case study of Kerman and Bam. Water Resour. Eng., 9(30), 51-62 [In Persian].
- Shahoei S. V., Porhemmat J., Sedghi H., Hosseini M. and Saremi A. (2018). Monthly runoff simulation through SWAT hydrological model and evaluation of model in calibration and validation periods, case study: Ravansar Sanjabi Basin in Kermanshah Province, Iran. Watershed Eng. Manage., 10(3), 464-477 [In Persian].
- Sillmann J. and Roeckner E. (2008). Indices for extreme events in projections of anthropogenic climate change. Climat. Change, 86, 83-104.
- Wilby R. L., Conway D. and Jones P. D. (2002). Prospects for downscaling seasonal precipitation variability using conditioned weather generator parameters. Hydrol. Process., 16, 1215-1234.
- Zhang X. and Yang F. (2004). RClimDex (1.0) User Manual. Climate Research Branch Environment Canada Downsview, Ontario Canada.
- Zulkaranian, H and Arun H. S. (2012). Application of statistical downscaling model for long lead rainfall prediction in kurau river catchment of Malaysia. Malaysian J. Civil Eng., 24(1), 1-12.

Impact of Global Climate Change on Climate Data in Ravansar Sanjabi Basin, Kermanshah Province

Seyed Vahid Shahoei^{1*}, Elham Fahiminezhad² and Zaniar Fatehi³

¹Assist. Professor, Department of Water Engineering and Management, Faculty of Civil Engineering, Tose Danesh Institute of Higher Education, Sanandaj, Iran

²Assist. Professor, Payame Noor University of Sabzevar, Sabzevar, Iran

³M.Sc. Student, Department of Water Engineering and Management, Faculty of Civil Engineering, Tose Danesh Institute of Higher Education, Sanandaj, Iran

*Corresponding author: vahid.shahoei@gmail.com

Original Paper

Received: February 10, 2020

Revised: March 30, 2020

Accepted: April 10, 2020

Abstract

In this study, the effect of climate change on temperature and rainfall data in the Kermanshah Sanjabi basin was investigated. For this purpose, using climate and temperature data from 1979-2005 (observation period), the values of these variables in 2041-2100 (forecast period) were predicted under three scenarios RCP8.5, RCP4.5 and RCP2.6 and CanESM2 atmospheric general circulation model. The SDSM model was used to fine-tune the survey data in the study area. The results showed that the mean annual precipitation, maximum and minimum annual temperatures in the squared Ravansar basin will increase in the forecast period of 2041-2100. The most predicted values of these variables belong to the RCP8.5 scenario so that according to this scenario, the average increase in precipitation in December, in the forecast periods 2041-2070 and 2071-2100 is 153 and 159.6%, respectively, compared with the average rainfall in the observation period. Based on the results of this study, it is expected that in order to properly manage the water resources of the RWC due to the impact of climate change, a proper perspective on the future status of water resources in the watershed will be presented to water resource managers in the future.

Keywords: Atmospheric General Circulation Model; Downscale; Global Warming; Simulation; Water Resources.