نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال یازدهم- شماره ۳۹- زمستان ۱۳۹۶ Vol. 11, No. 39, Winter 2018

اثر تغییر اقلیم بر پارامترهای اقلیمی در حوزه سیمره

سهراب نادری[۱]، مسعود گودرزی[۲] و محمد قدمی دهنو[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۶/۲۸

چکیده

در این تحقیق پیش‌بینی مقادیر بارش و دما با کاربرد مدل‌های گردش عمومی جو در دوره‌های ۲۰۵۰-۲۰۲۱ مورد بررسی قرار گرفته است. داده‌های اقلیمی شامل بارش و دمای میانگین از سازمان هواشناسی کشور، گرفته شد. به منظور تهیه سناریوهای اقلیمی در آینده از خروجی‌های مدل گردش عمومی HadCM3 تحت سناریوی انتشار A۲ استفاده گردید. به دلیل دقت پایین مدل‌های گردش عمومی از مدل کوچک مقیاس سازی SDSM4.2 استفاده و تغییرات پارامترهای اقلیمی بارش و دمای میانگین برای دوره‌های زمانی آینده شبیه‌سازی گردید. در این پژوهش برای واسنجی مدل SDSM، از بین ۲۶ پارامتر اقلیمی بزرگ مقیاس (NCEP) به طور متوسط ۳ پارامتر بیشترین همبستگی را با میانگین دما و ۶ پارامتر بیشترین همبستگی را با میانگین بارش حوزه سیمره دارند. نتایج حاصل از پیش بینی پارامترهای اقلیمی نشان داد شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی دمای میانگین با دقت بالای ولی بارش با دقت کمتری انجام گرفته است. علت این کار نرمال نبودن و غیر شرطی بودن داده‌های بارش می‌باشد. نتایج حاکی از آن است که میانگین دمای حوزه در دوره ۲۰۵۰-۲۰۲۱ نسبت به دوره مشاهداتی (۲۰۰۸-۱۹۷۹) با افزایش ۱/۷ درجه سانتی گراد روبروست و میانگین بارش حوزه کاهش ۴۷ درصد را نشان داد.

کلید واژه‌ها: *تغییر اقلیم، کوچک مقیاس‌سازی، سناریو، HADCM3، SDSM4.2 و NCEP*

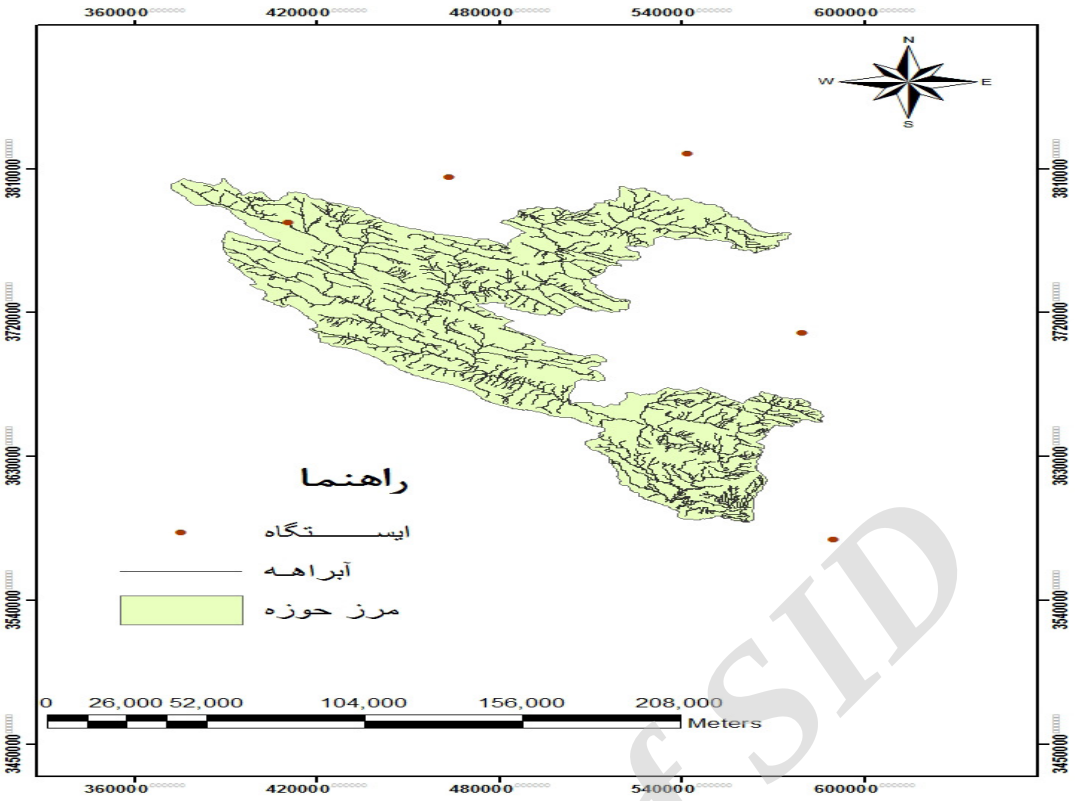
مقدمه

پدیده تغییر اقلیم و تأثیرات آن به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش رو در بخش‌های کشاورزی و منابع آب است. بخش عمده‌ای از تحقیقات انجام شده و در حال انجام در زمینه آب از آخر قرن بیستم معطوف به بررسی این پدیده و اثرات آن بوده است. هیات بین‌الدول تغییر اقلیم در سال ۲۰۰۱ گزارش داد که اقلیم در حال تغییر و گرمایش جهانی در حال وقوع است. میانگین درجه حرارت جهان از سال ۱۸۶۱ میلادی روندی افزایشی داشته و حتی در قرن بیستم میلادی نیز این افزایش بین (۰/۲±۰/۶) درجه سانتی‌گراد بوده است [۹]. در گزارش هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم آمده است بر اساس تخمین تجمع گازهای گلخانه‌ای، افزایش دمایی معادل یک تا ۳/۵ درجهٔ سانتی‌گراد تا سال ۲۱۰۰ میلادی پیش‌بینی می‌شود. مقدار گرم شدن زمین طی صد سال آینده، بیش از آن چه طی ۱۰۰۰۰ سال گذشته رخ داده است، خواهد بود [۳]. مدل‌های گردش عمومی جو مدل‌هایی هستند که به منظور شبیه‌سازی اقلیم حال حاضر کره زمین توسعه داده شده‌اند تا تغییرات اقلیم آینده کره زمین را پیش‌بینی کنند [۱۶]. پیش‌بینی مدل‌های گردش عمومی بر اساس افزایش گازهای گلخانه‌ای جو زمین شامل دی‌اکسیدکربن، متان، اکسید نیتروژن، بخارآب و ذرات سولفات می‌باشد که در اثر فعالیت بشر تولید می‌شوند. از موارد خاص مورد توجه، افزایش سریع CO_2 در اتمسفر، به علت سوزاندن سوخت‌های فسیلی می‌باشد. این پیش‌بینی‌ها براساس سناریوهای مختلفی صورت می‌گیرد که هر یک بیانگر وضعیتی از تولید گازهای گلخانه‌ای و عوامل مؤثر بر کنترل تولید این گازها می‌باشد. هرکدام از این سناریوها بر مبنای فرضیات مختلفی راجع به رشد جمعیت، توسعه اقتصادی، تحول فن‌آوری، سطح زندگی و گزینه‌های موجود تولید انرژی استوار می‌باشند که به آنها سناریوی انتشار[۴] نیز اطلاق می‌شود [۸]. یکی از مشکلات عمده در استفاده از خروجی‌های مدل‌های گردش عمومی جو (GCM)، بزرگ مقیاس بودن سلول‌های محاسباتی آنها به لحاظ مکانی نسبت به منطقه مورد مطالعه می‌باشد. روش‌های مختلفی جهت تولید سناریوهای اقلیمی منطقه‌ای از سناریوهای اقلیمی مدل‌های GCM وجود دارد که به این روش‌ها، ریز مقیاس کردن[۵] گفته می‌شود. پیش از ابداع روش‌های کوچک مقیاس‌سازی، محققان در تحقیقات خود مستقیماً از داده‌های این مدل استفاده می‌کردند. اما با گذشت زمان،

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیز داری، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۲. نویسنده مسئول و استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی پست الکترونیک: massoudgoodarzi@yahoo.com
۳. کارشناس ارشد آبخیز داری، دانشگاه صنعتی اصفهان.

4. Emission Scenario
5. Downscaling

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Geographical location of the study area

روش‌های پیچیده‌تری مورد استفاده دانشمندان قرار گرفت و آنان سعی کردند تا داده‌های خروجی مدل‌های گردشی عمومی را در ابعاد محلی ریز مقیاس کنند [۲]. از جمله این بررسی‌ها می‌توان به تحقیقات ویلبای و همکاران[1] [۱۴] اشاره کرد. آنها پنج مدل متفاوت برای ریز مقیاس کردن داده‌های مدل‌های گردش‌های عمومی شامل: روش WGEN، دو روش استوکستیک C-Cric و B-Cric و دو روش توسعه داده شده که با شبکه‌های عصبی مصنوعی را برای کوچک مقیاس‌سازی بارش مورد مقایسه قرار دادند و در تحقیق خود از نتایج خروجی مدل اقلیمی HadCM3 استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که هرکدام از این مدل‌ها در تطبیق با پارامترهای مختلف دارای نقاط ضعف و قوت بودند. ویترهال[2] [۱۳] در پژوهشی در کشور چین و سوئد، تغییرات بارش را با استفاده از خروجی‌های مدل گردش عمومی HARDAM3P, NCAR و خروجی‌های NCEP با توجه به روش‌های کوچک مقیاس‌سازی آماری مورد بررسی قرار داد. بررسی‌ها نشان داد که همه مدل‌ها کاهش بارش پائیزی و کاهش تعداد روزهای بارانی تابستانی را پیش‌بینی می‌کنند. روشهای PCA و TWS در کوچک مقیاس‌سازی هیچ برتری نسبت به هم ندارند ولی روش‌های MOFRBC و SDSM نسبت به روش AM بهتر عمل می‌کند. اسچمیدل و همکاران [۱۲] در پژوهشی بارش فصلی ناحیه آلپ اروپا را با استفاده از خروج مدل گردش عمومی HadCM3 تحت سناریوی A2 از مجموع سناریوی انتشار و روش کوچک مقیاس‌سازی دینامیکی و آماری برای دو دوره زمانی ۱۹۹۹-۱۹۶۶ برای کنترل و ۲۱۰۰-۲۰۷۰ برای سناریوسازی مورد بررسی و ارزیابی قرار دادند. این دو روش کوچک مقیاس‌سازی در نمایش افزایش میانگین بارش یکسان عمل می‌کنند ولی در افزایش فراوانی روزهای مرطوب و شدت بارش با یکدیگر متفاوت می‌باشند زیرا سطوح مطالعاتی آنها با یکدیگر متفاوت است. بنابراین تفاوت نتایج بدست آمده از کوچک مقیاس‌سازی دینامیکی و آماری یک امری کاملاً بدیهی است. چنگ وهمکاران[3] [۶]، متغیرهای هواشناسی مختلف را با استفاده از روش‌های کوچک مقیاس‌سازی آماری سناریوهای اقلیمی روزانه و ساعتی سه مدل گردش عمومی در بخش‌های مرکزی– جنوبی کانادا را شبیه‌سازی نمودند و به این نتیجه رسیدند که روش‌های آماری دارای عملکرد خوبی در تولید متغیرهای هواشناسی در مقیاس ایستگاهی هستند.

1. Wilby
2. Wetterhall
3. Cheng

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- وضعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

Table 1. Status of the studied stations

نام ایستگاه station		نوع ایستگاه Station type		عرض جغرافیایی Long.	طول جغرافیایی Lat.	ارتفاع از سطح دریا (متر) Elevation (m)
اسلام آباد غرب	Islamabad gharb	سینوپتیک	Synoptic	34º 7′	46º 28′	1349 (m)
ایلام	Ilam	سینوپتیک	Synoptic	33º 38′	46º 26′	1337 (m)
خرم آباد	Khorramabad	سینوپتیک	Synoptic	33º 26′	48º 17′	1148 (m)
دزفول	Dezfool	سینوپتیک	Synoptic	32º 24′	48º 23′	143 (m)
کرمانشاه	Kermanshah	سینوپتیک	Synoptic	34º 21′	47º 9′	1319 (m)

مواد و روش‌ها:

رودخانه سیمره بطورکلی تعدادی از حوزه‌های آبخیز واقع در استانهای کرمانشاه، ایلام، لرستان و خوزستان را شامل می‌شود که در نهایت به رودخانه کرخه ختم می‌گردد. این رودخانه در محدوده مرز مشترک استان‌های ایلام و لرستان با طول حدود ۲۴۳ کیلومتر و مختصات جغرافیایی ´۰۰ ºº۳۳ تا ´۵۹ ºº۳۳ عرض شمالی و ´۱۶ º۴۶ تا ´۴۵ º۴۶ طول شرقی، سطحی معادل ۶۲۲۹۷۳ هکتار را در بر می‌گیرد. به طوری که حدود ۵۴ درصد آن در استان ایلام و ۴۶ درصد آن در استان لرستان واقع شده است. قابل ذکر است این رودخانه در محل پل گاومیشان در جاده دره شهر به پل دختر (نقطه مرزی مشترک استانهای لرستان، ایلام و خوزستان(در ارتفاع ۶۰۰ متری از سطح دریا به عنوان پائین تری نقطه وارد استان خوزستان شده و از آن به بعد تحت عنوان کرخه معروف می‌باشد. حداکثر ارتفاع حوزه مورد مطالعه از سطح دریا به ارتفاع ۲۵۰۰ متر در ارتفاعات کبیر کوه واقع در بخش جنوبی حوزه و در استان ایلام قرار دارد.

در این تحقیق از مدل HADCM3 که در مرکز پژوهش و پیش‌بینی اقلیمی Hadley انگلستان توسعه یافته و دارای شبکه بندی با ابعاد ۲/۵×۳/۷۵ (طول در عرض جغرافیایی) درجه می‌باشد استفاده شد. جهت ریز مقیاس کردن از SDSM برای ریز مقیاس کردن داده‌های مدل HADCM3 استفاده می‌شود که اساس آن استفاده از ترکیبی از روشهای رگرسیونی و تولید داده‌های آب و هوای مصنوعی برای ریز مقیاس نمایی می‌باشد. مدل SDSM در سال ۲۰۰۲ در انگلستان تهیه شده است [۱۴].

سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای:

سری اول سناریوهای انتشار با نام IS92 (IS92a-IS92f) که در سال ۱۹۹۲ توسط IPCC ارائه شد، بیانگر افزایش مقادیر گازهای گلخانه‌ای با نرخی ثابت تا سال ۲۱۰۰ بود. در سال ۱۹۹۶ به منظور به‌روز رسانی، سری جدید سناریوهای انتشار با نام SRES[1] در یک گزارش ویژه توسط IPCC ارائه شد. در این گزارش، ۴۰ سناریو برای آینده جهان ارائه شده است که در چهار شاخه اصلی یا خانواده سناریوهای (A1,A2,B1,B2) قرار می‌گیرند[۸]. درجدول۲، خصوصیات کلی این سناریوها بیان شده است [۱۰]. امروزه محققین با درنظرگرفتن سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای و با وارد کردن فرضیات آنها در مدل‌های اقلیمی جهانی (GCMs)، پارامترهای اقلیمی و هواشناسی مانند باران، دمای حداقل و حداکثر، شدت تابش‌های خورشیدی موج کوتاه، سرعت باد، رطوبت هوا و تبخیر را برای آینده کره زمین پیش‌بینی می‌کنند. در این پژوهش از دو سناریوی A2 و B2 که بیشترین کاربرد را در میان سناریوها در مطالعات تغییر اقلیم دارند استفاده شده است.

مدل ریز مقیاس نمایی آماری[2] (SDSM):

در این پژوهش در روش کوچک‌مقیاس‌سازی آماری از نرم‌افزار SDSM4.2 برای بررسی تغییرات دما و بارش در منطقه مورد مطالعه استفاده شد. مدل کوچک مقیاس‌سازی SDSM از اولین ابزارهای کمکی برای ارزیابی تأثیرات تغییر اقلیم محلی می‌باشد، که توسط ویلبای و داوسون در سال ۲۰۰۲ در انگلستان توسعه یافت. این مدل براساس داده‌های روزانه‌ی اقلیم محلی (بارش، دما) و داده‌های بزرگ مقیاس ناحیه‌ای NCEP تنظیم می‌شود و پس از آن با استفاده از متغیرهای بزرگ جوی ناشی شده از مدل‌های اقلیم جهانی، آب و هوای روزانه محلی برای دوره‌های پایه و آینده شبیه‌سازی می‌شوند. این مدل برای ارزیابی ارتباط بین متغیرهای کوچک‌مقیاس محلی و متغیرهای بزرگ مقیاس جوی از داده‌های مستقل مشاهداتی استفاده می‌کند. این مدل ترکیبی از مدل مولدهای آب وهوا و مدل رگرسیون است [۱۵].

داده‌ها:

برای بررسی و ارزیابی تأثیرات تغییرات اقلیم در آینده نیازمند یک دوره مرجع به عنوان دوره پایه می‌باشیم. لذا سازمان جهانی هواشناسی پیشنهاد کرده است که به منظور هماهنگی در انتخاب دوره پایه در مطالعات مختلف تغییر اقلیم و امکان مقایسه آنها، دوره پایه دوره ۱۹۹۰-۱۹۶۱ در نظر گرفته شود. از طرف دیگر به سفارش همین سازمان، در مواردی که داده‌های ثبت شده درایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه برای این دوره موجود نباشد، می‌بایست دوره ۲۰۰۰-۱۹۷۱ جایگزین شود [۱۰]. که در این پژوهش با توجه به

1. Special Report on Emission Scenario

2. Statistical Downscaling Model

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲- سناریوهای اصلی موردنظر IPCC برای آینده

Table 2. main scenarios of the IPCC for the future

سناریو Scenario	مشخصات features
A1	رشد جمعیت کم، رشد اقتصادی زیاد، نوآوری‌ها در فن‌آوری زیاد، همگرایی بین نواحی مختلف دنیا زیاد، کاهش اختلاف بین درآمد سرانه در سطح دنیا، تعاملات فرهنگی و اجتماعی زیاد The A1 and scenario family describes a future world of very rapid economic growth, global population that peaks in mid-century and declines thereafter, and the rapid introduction of new and more efficient technologies.
A2	ناهمگونی در دنیا زیاد، رشد جمعیت زیاد، رشد اقتصادی به صورت منطقه‌ای، توسعه و تغییرات فن‌آوری به صورت منطقه‌ای (و نه جهانی) The A2 storyline and scenario family describes a very heterogeneous world. The underlying theme is self-reliance and preservation of local identities.
B1	تأکید به دستیابی به راه‌حل‌های جهانی در مورد مسائل زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی (این سناریو مزایای سناریوی A1 را در کنار توسعه پایدار در نظر می‌گیرد) The B1 scenario family describes a convergent world with the same global population that peaks in mid-century. The emphasis is on global solutions to economics, social and environmental sustainability.
B2	این سناریو دنیایی را توصیف می‌کند که در آن تاکید بر راه حلهای محلی برای پایداری محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی است. یک رشد جمعیت فزاینده ولی نه به میزان کمتر از سناریو A2 با سطح توسعه اقتصادی متوسط و کندتر و تغییر تکنولوژیک برعکس سناریو A1. با تأکید به دستیابی به راه‌حل‌های محلی در مورد مسائل زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی. The B2 scenario describes a world in which the emphasis is on local solutions to economic, social, and environmental sustainability. A world with continuously increasing global population at a rate lower than A2, intermediate levels of economic development, and less rapid and more diverse technological change than in the B1 and A1 storylines. While the scenario is also oriented toward environmental protection and social equity, it focuses on local and regional levels.

وجود داشتن داده‌های لازم دوره ۱۹۹۵-۱۹۶۱ به عنوان دوره پایه در نظر گرفته شد.

داده‌های موردنیاز در این روش پژوهش به چند دسته تقسیم می‌شوند:

۱- داده‌های حداکثر، حداقل و میانگین درجه‌حرارت و بارش روزانه ثبت شده در ایستگاه‌های اسلام آباد غرب، ایلام، خرم آباد، دزفول و کرمانشاه

۲- خروجی ۲۶ پارامتر شبیه‌سازی شده NCEP برای دوره زمانی پایه (۲۰۰۰-۱۹۷۱) استخراج شد.

۳- داده‌های شبیه‌سازی شده، خروجی مدل‌های جهانی اقلیم: داده‌های موردنیاز که شامل ۲۶ متغیر بزرگ مقیاس HadCM3 با توجه به سناریوهای انتشار (A2 و B2) برای دوره زمانی ۱۹۶۱ تا ۲۱۰۰ به مختصات ایستگاه‌های مورد مطالعه از سایت شبکه‌بندی تغییر اقلیم کانادایی بدست می‌آید [۱۱].

در مدل SDSM اقلیم محلی توسط اقلیم بزرگ مقیاس منطقه در فرم R=F(X) بیان می‌شود. که در اینجا R نشان دهنده متغیر اقلیم محلی است که ریز مقیاس شده است، X مجموعه ای از متغیرهای اقلیمی بزرگ مقیاس است و F یک تابع تعیین مشروط به X است که براساس آموزش و اعتبار سنجی داده‌های تاریخی بدست می‌آید [۱۵]. در این تحقیق در ابتدا به منظور واسنجی و صحت یابی مدل SDSM، متغیرهای بزرگ مقیاس به صورت روزانه در دوره ۲۰۰۰-۱۹۷۱(متغیرهای استخراج شده NCEP) به عنوان متغیرهای مستقل، و بارندگی و میانگین دمای روزانه مشاهداتی منطقه در همین دوره، به عنوان متغیرهای وابسته بطور جداگانه وارد مدل شدند. برای واسنجی دما در مدل SDSM، در ابتدا لازم است تا از بین متغیرهای بزرگ مقیاس، متغیرهایی را که بیشترین ارتباط با دمای منطقه دارند انتخاب شوند. پس از تعیین متغیرهای بزرگ مقیاس موثر بر دمای ایستگاه‌های مورد نظر، دوره‌های مختلفی از داده‌های مشاهداتی بزرگ مقیاس و دما در دوره ۲۰۰۰-۱۹۷۱، برای واسنجی و صحت سنجی مدل مورد آزمون قرار گرفتند. در نهایت دوره ۱۹۹۵-۱۹۷۱ برای واسنجی و دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۶ برای صحت سنجی مدل انتخاب گردید. پس از واسنجی مدل SDSM، با معرفی داده‌های بزرگ مقیاس NCEP در دوره ۱۹۹۵-۱۹۷۱ به مدل SDSM (واسنجی شده از مرحله قبل) مقادیر بارش روزانه مدل SDSM برای منطقه طرح ریز مقیاس گردید. نهایتا با مقایسه داده‌های ریز مقیاس شده با داده‌های مشاهداتی در دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۶، توانایی مدل SDSM در تولید سناریو برای دوره‌های آتی مورد ارزیابی قرار گرفت.

برای واسنجی بارش در مدل SDSM نیز مراحل ذکر شده برای دما انجام شد. این متغیرها با استفاده از نمودارهای پراکنش و ضریب همبستگی جزئی استنتاج شدند. در مدل بارندگی نسبت به مدل دمایی متغیر بیشتری انتخاب شده است. این امر نشان از پیچیدگی پدیده بارندگی و تعداد عناصر موثر بر آن دارد. همچنین پس از

Archive of SID
www.SID.ir

آزمون دوره‌های مختلف برای واسنجی مدل SDSM، دوره ۱۹۹۵-۱۹۷۱ برای واسنجی و دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۶ برای صحت سنجی مناسب تشخیص داده شد. سرانجام با معرفی داده‌های بزرگ مقیاس NCEP در دوره ۱۹۹۵-۱۹۷۱ به مدل SDSM (واسنجی شده از مرحله قبل) مقادیر بارش روزانه برای منطقه طرح ریز مقیاس گردید. مقایسه داده‌های ریز مقیاس شده با داده‌های مشاهداتی بارش در دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۶، توانایی مدل SDSM در تولید سناریوی بارش روزانه را برای دوره آتی منعکس می‌کند. پس از واسنجی و صحت سنجی مدل SDSM برای دوره ۲۰۰۰-۱۹۷۱ و ارزیابی مدل SDSM در ریز مقیاس کردن دما و بارش ایستگاه‌ها در دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۶، متغیرهای بزرگ مقیاس حاصل از مدل HADCM3 در دوره ۲۰۵۰-۲۰۲۱ به مدل SDSM معرفی شده و سری زمانی دما و بارش روزانه منطقه برای دوره آتی شبیه سازی گردید. در نهایت روند تغییرات دو متغییر دما و بارش ایستگاه‌ها در دوره‌های ۲۰۵۰-۲۰۲۱ با دوره مشاهداتی ۲۰۰۰-۱۹۷۱ مقایسه گردید.

نتایج:

واسنجی پارامتر اقلیمی دما و بارش با استفاده از مدل SDSM:

همانطور که ذکر شد، دوره ۱۹۹۵-۱۹۷۱ به عنوان دوره واسنجی و ۲۰۰۰-۱۹۹۶ به عنوان دوره صحت سنجی برای ارزیابی انتخاب شد. پس از تعیین همبستگی و انتخاب بهترین متغیرهای بزرگ مقیاس با بیشترین همبستگی، مدل برای هر ایستگاه با توجه به ارتباط بین پارامتر اقلیمی مشاهداتی و بهترین متغیرهای بزرگ مقیاس کالیبره می‌شود و ضرایب عملکرد برای هر کدام از ایستگاه‌ها بدست می‌آید. جدول ۳ ضرایب عملکرد حاصل از کالیبراسیون مدل SDSM را برای پارامتر اقلیمی دما و بارش را نشان می‌دهد.

نتایج جدول ۳- نشان‌دهنده کارایی مدل SDSM در مرحله واسنجی دارد. این مدل پارامتر دما را به خوبی برای تمام ایستگاه‌ها مورد واسنجی قرار داده است. مقادیر پایین ضریب تبیین بارش در ایستگاه‌های ایلام، اسلام آباد غرب و دزفول نشان از نواقص آماری زیاد این ایستگاه‌ها دارد. پس از واسنجی مدل SDSM در دوره ۱۹۹۵-۱۹۷۱، فایل کالیبره این مرحله (ارتباط بین داده‌های مشاهداتی و متغیرهای بزرگ مقیاس در دوره ۱۹۹۵-۱۹۷۱) همراه با متغیرهای بزرگ مقیاس در دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۶ به مدل SDSM داده شده و مدل داده‌های متغیرهای بزرگ مقیاس در دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۶ را برای ایستگاه مربوطه ریز مقیاس می‌کند. سپس مقادیر شبیه سازی شده (ریز مقیاس شده در دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۶) با مقادیر مشاهداتی مقایسه می‌شود. شکل‌های زیر نشان دهنده مقادیر شبیه‌سازی شده پارامترهای اقلیمی با مقادیر مشاهداتی در دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۶ برای دو ایستگاه (به عنوان شاهد) می‌باشد.

شبیه سازی بارش و دما برای دوره آتی ۲۰۵۰-۲۰۲۱:

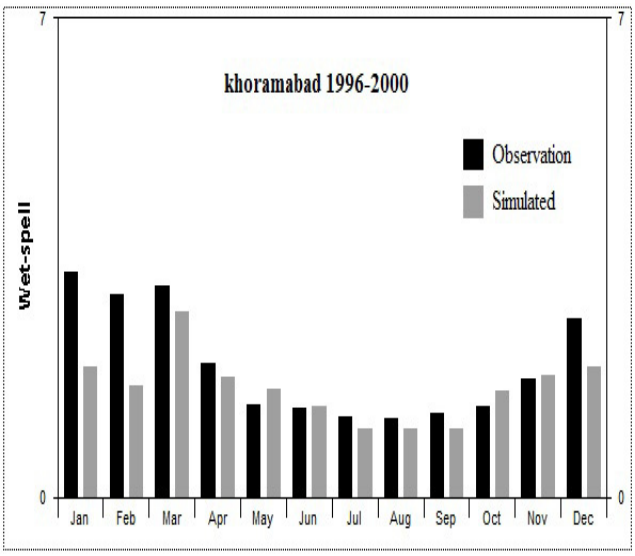
پس از واسنجی و صحت سنجی مدل SDSM و ارزیابی کارایی این مدل، خروجی سناریوی A2 از مدل اقلیمی HADCM3 وارد مدل ریز مقیاس SDSM شده و این مدل پارامترهای اقلیمی در سطح ایستگاه‌های منطقه ای از دوره ۲۰۹۹-۱۹۶۱ شبیه سازی کرد. مطابق با نتایج شکل ۴، میانگین دمای حوزه در دوره ۲۰۵۰-۲۰۲۱ نسبت به دوره مشاهداتی (۲۰۰۰-۱۹۹۶) با افزایش ۱/۷ درجه سانتی گراد روبروست. در بین ماه ها، ماه ژانویه با افزایش ۳/۴ درجه سانتی گراد نسبت به دوره مشاهداتی در بین ماه‌ها با بیشترین افزایش دما مواجه است. مطابق با شکل در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه افزایش دما مشاهده شد که ایستگاه خرم آباد با ۲/۵ درجه افزایش دما نسبت به سایر ایستگاه‌ها محسوس تر بود، برای سایر ایستگاه‌ها یعنی دزفول، اسلام آباد، ایلام و کرمانشاه این افزایش به ترتیب به میزان ۱/۵، ۱/۱، ۱/۵ و ۱/۴ درجه سانتی گراد می‌باشد. همچنین بر طبق نتایج شکل ۵، میانگین بارش حوزه در دوره ۲۰۵۰-۲۰۲۱ نسبت به دوره مشاهداتی (۲۰۰۰-۱۹۷۱) با کاهش ۴۷ درصد روبروست و در بین ماه‌ها فوریه بیشترین کاهش بارش را به میزان ۵۲ میلی متر نسبت به دوره مشاهداتی نشان داد. در همه ماه‌ها به غیر از ماههای خرداد، تیر، مرداد و شهریور افزایش بارش مشاهده شد. مطابق با شکل در همه ایستگاه‌ها مورد مطالعه کاهش بارش مشاهده شد. این کاهش بارش برای ایستگاه اسلام آباد غرب نسبت به سایر ایستگاه‌ها محسوس تر می‌باشد. این کاهش برای ایستگاه‌های اسلام دزفول، اسلام آباد، ایلام، کرمانشاه و خرم آباد به ترتیب به میزان ۲۱۷، ۲۴۶، ۲۲۹، ۱۲۹ و ۱۱۹ میلی متر می‌باشد.

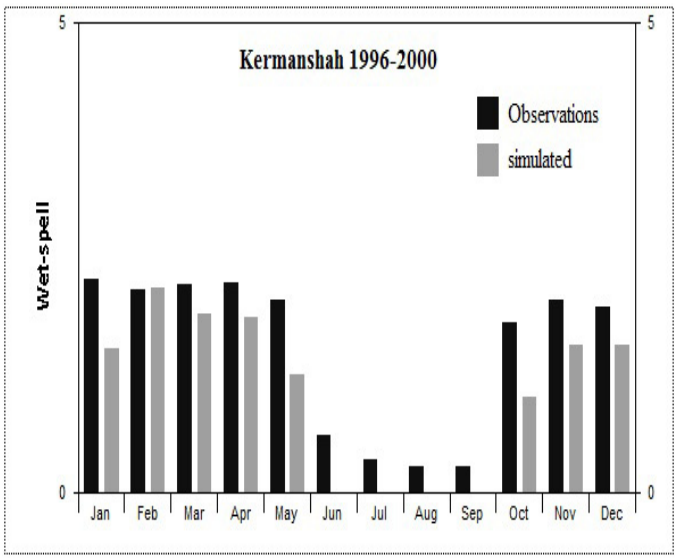
جدول ۳، ارزیابی مدل SDSM در مرحله واسنجی

Table 3. Evaluation of SDSM model On the stage calibration

ایستگاه‌ها	stations	ضریب تبیین بارش rainfall r Square	ضریب تبیین دما Temperature r Square
اسلام آباد غرب	Islamabad Gharb	0.30	0.843
ایلام	Ilam	0.26	0.849
خرم آباد	Khorramabad	0.45	0.925
دزفول	dezfool	0.36	0.863
کرمانشاه	Kermanshah	0.46	0.933

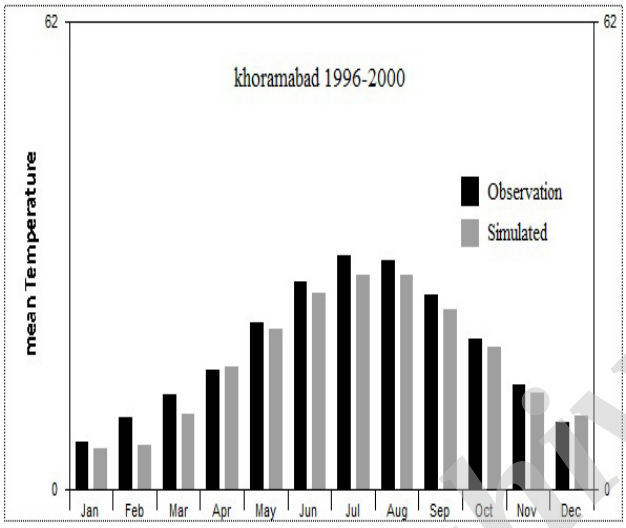
Archive of SID
www.SID.ir

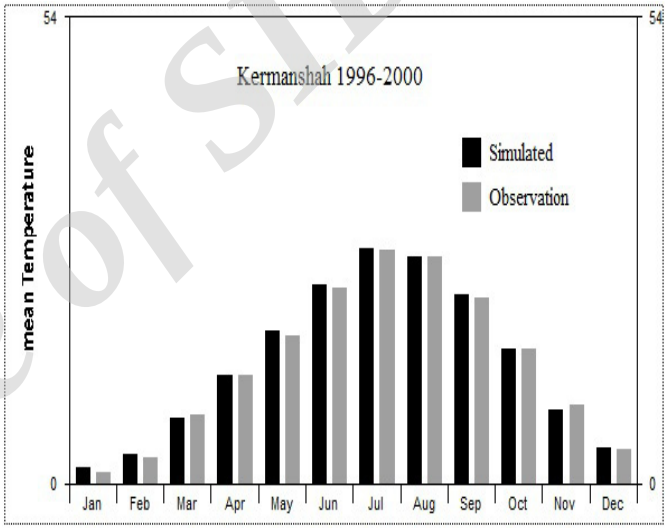




شکل ۲- صحت سنجی مدل SDSM نسبت به بارش

Figure 2. SDSM model validation for rain





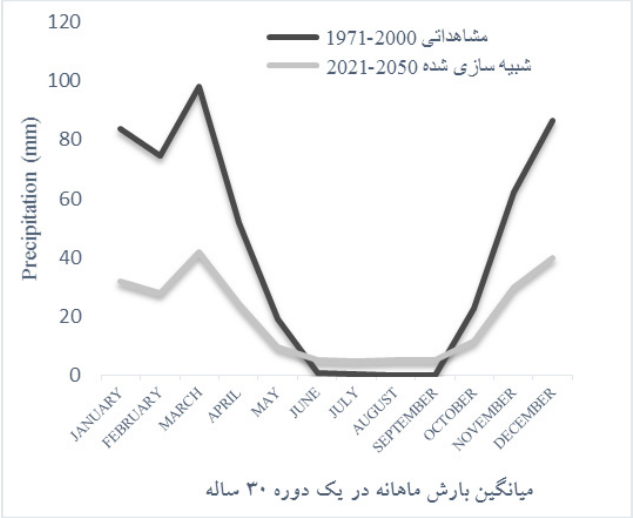
شکل ۳- صحت سنجی مدل SDSM نسبت به دما

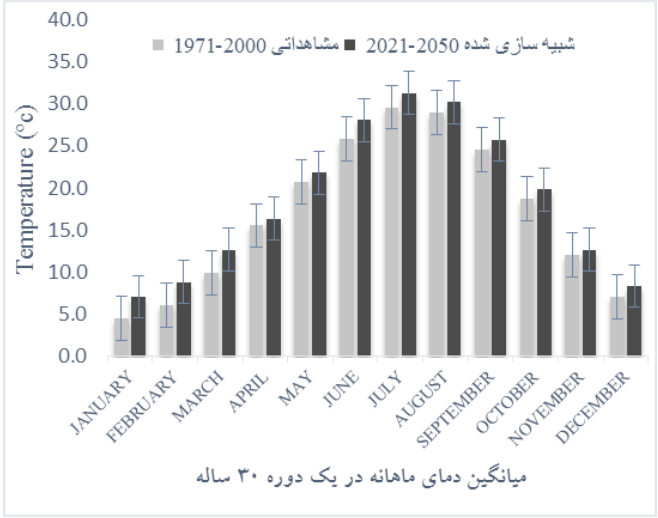
Figure 3. SDSM model validation to temperature

برای انجام این تحقیق از داده‌های ایستگاهی سینوپتیکی روزانه بارش و درجه حرارت میانگین استفاده شد. از این پارامترها بارش غیره شرطی و بقیه شرطی محسوب می‌شوند که نتایج بدست آمده برای داده‌های شرطی نتایج قابل قبول‌تری را نشان دادند که با نتایج دیگر محققین همخوانی دارد. ویلبای و همکاران [۱۴] با استفاده از پارامترهای مولد هواشناسی شرطی[1]، ریز مقیاس کردن متغیر بارش فصلی را در انگلستان مورد بررسی قرار دادند. آنها در تحقیق خود از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده سینوپتیکی برای ریز مقیاس کردن متغیرهای حداکثر و حداقل فراوانی بارش روزانه در منطقه بریتیش استفاده نمودند. نتایج بررسی آنها نشان داد که مدل‌های شرطی برای پیش‌بینی وقایع بارش ماهانه نتایج قابل قبولی ارائه می‌دهند. مدل‌های پیش‌بینی‌کننده اقلیم به دو دسته استاتیکی و دینامیکی تقسیم‌بندی می‌شوند، که مدل‌های دینامیکی بسیار هزینه‌بر و پیچیده هستند، بنابر این مدل‌های آماری استفاده می‌کنند. در این بخش پژوهش از مدل HADCM3 تحت سناریوی A2 استفاده شد. برای ریز مقیاس سازی از مدل SDSM4.2 استفاده شد. مدل SDSM4.2 یک مدل رگرسیونی است. مدل‌های رگرسیونی به صورت خطی ویا غیرخطی، ارتباطات بین پیش‌بینی شونده‌ها و پیش‌بینی کننده‌ها را نشان می‌دهند. این مدل‌ها اکثراً با ایجاد روابط رگرسیونی بین متغیرهای بزرگ مقیاس و ریز مقیاس تعریف می‌شوند. برای شبیه‌سازی بارش، کوچک مقیاس‌سازی وقایع حداکثر در آینده توسط مدل‌های رگرسیونی تا حدی مشکل است، زیرا معمولاً سری داده‌ها نیاز به کالیبره شدن دارد و این یکی از ضعف‌های این مدل است [۱۵]. همچنین ریز مقیاس کردن توسط این روش نسبت به انتخاب پیش‌بینی کننده‌ها و توابع آماری مناسب (به

1. Conditioned Weather generator parameters

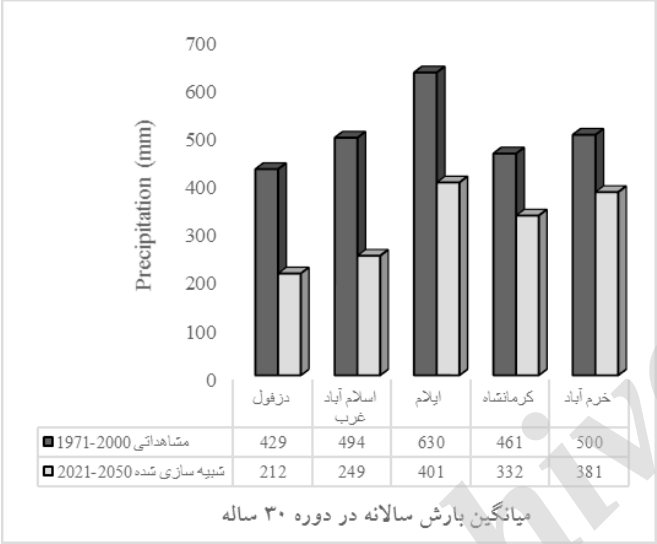
Archive of SID
www.SID.ir

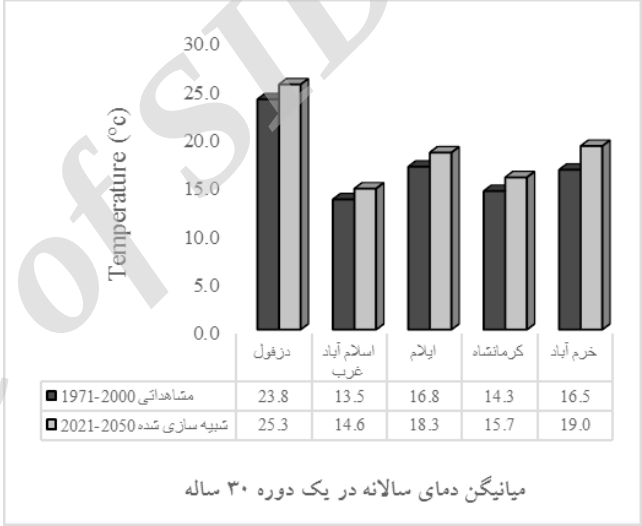




شکل ۴- مقایسه دمای شبیه سازی شده برای دوره ۲۰۵۰-۲۰۲۱ با دمای مشاهداتی (۲۰۰۰-۱۹۷۱)

Figure 4. Compares the simulated temperature for the period 2050-2021 with temperature observations (1971-2000)





شکل ۵- مقایسه بارش شبیه سازی شده برای ۲۰۵۰-۲۰۲۱ با دمای مشاهداتی (۲۰۰۰-۱۹۷۱)

Figure 5. Compares the simulated rain for the period 2050-2021 with rain observations (1971-2000)

خصوص در مورد وقایع حدی) بسیار حساس است و تغییر هر یک از این عوامل می‌تواند بر نتایج تأثیرگذار باشد. عمده‌ترین مزیت این روش‌ها، کاربرد آسان و کم هزینه بودن آنها می‌باشد. مساح بوانی [۵] در مطالعات خود در حوزه زاینده رود برای کالیبراسیون مدل SDSM از بین ۲۶ پارامتر NCEP سه پارامتر را برای دما و ۷ پارامتر را برای بارش مناسب دانست. کالیبراسیون مدل SDSM4.2 برای حوزه سیمره مقدار RS را به طور متوسط برای هر کدام از پارامترهای اقلیمی دمای میانگین و بارش به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۳۵ نشان داد. طبق مطالعات دیبایک و کولیبالی [۷]، این نتیجه نشان می‌دهد که مدل SDSM به خوبی می‌تواند دما و بارش را برای حوزه سیمره کالیبره کند. دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۶ برای صحت سنجی انتخاب شد. به طور کلی، سناریوی A2 روند تغییرات شدیدتر و بدبینانه در آینده نشان می‌دهد. زیرا این سناریو توصیف‌کننده دنیای ناهمگن با رشد سریع جمعیت است که به مسائل محیط زیستی و اثرات ناشی از رشد سریع اقتصادی توجهی ندارد. به عبارت دیگر طبق این سناریو، افزایش شدید دما می‌تواند به دلیل افزایش فعالیت‌های صنعتی جهت کسب سود اقتصادی بیشتر، عدم توجه به توسعه پایدار، رشد بی‌رویه جمعیت و به تبع آن افزایش فعالیت‌های انسانی مخرب باشد. به طور کلی بسیاری از تحقیقات انجام شده مؤید افزایش دما در آینده هستند. بر طبق نتایج، بارش در تمام ایستگاه‌ها در دوره آتی نسبت به دوره پایه کاهش را نشان می‌دهد. کوچکی و همکاران [۴] در مطالعه ای با استفاده از مدل UKMO نشان دادند که میزان بارندگی در مشهد در تمامی ماه‌های سال به جز فصل تابستان بارش کاهش می‌یابد. بابائیان و نجفی‌نیک [۱] با استفاده از مدل ECHO و نرم‌افزار ریز مقیاس نمایی LARS-WG نشان دادند که بارش در کل کشور در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ به میزان نه درصد کاهش می‌یابد. بنابراین نتایج حاصل از این تحقیق با مطالعه

Archive of SID

www.SID.ir

ذکر شده همخوانی دارد. نتایج مطالعات مساح بوانی و همکاران [۵]، ژاوو و همکاران[1] [۱۸] و یانو و همکاران[2] [۱۷] نشان از کاهش بارش دارد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. نتایج این تحقیق نشان از کاهش دما برای تمام ایستگاه‌ها در دوره آتی نسبت به دوره پایه دارد. بر طبق مطالعات انجام شده توسط مساح بوانی و همکاران [۵] و یانو و همکاران [۱۷] تغییر اقلیم موجب افزایش پارامتر اقلیمی دما در دوره‌های آتی نسبت به دوره پایه خواهد شد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

پیشنهادها:

به طورکلی، مطالعه انجام شده در حوزه آبخیز سیمره و نتایج حاصل از آن، بیانگر این است که این حوزه به سمت اقلیمی با رطوبت کمتر و دمای بیشتر پیش می‌رود. بنابراین، تحت شرایط تغییر اقلیم پیش‌بینی شده و با توجه به تغییرات مورد انتظار در دما و بارش، احتمالا در آینده کم آبی مواجه خواهیم بود.به همین دلیل باید اقدامات مدیریتی صحیح در این حوزه با در نظر گرفتن اثرات تغییر اقلیم انجام گیرد و راهکارهای مناسبی در راستای مقابله با کم آبی ارائه گردد.

منابع

1. Babaeian, A. Najafi Nick, g. Abbasi F. Now Khandan, M. Literature, H. 1388. “Assessment of Climate Change in the period 2039-2010 using data view small-scale general circulation model ECHO - G”, Geography and Development, No. 16, pp. 152-135.

2. Khalili, AS. 1379. “Possible effects of climate change on water resources.” Jamab the country report, the synthesis report, the weather, the Department of Energy.

3. Karamoz, M. and eraghi nejad, sh. 1384. “Advanced Hydrology”, Amirkabir University Press, 464 p.

4. Kochaki, AS. And sharifi, H. 1386. “Climate Change: The emergence and development”, Journal Nyvar, No. 27, pp. 58-28.

5. Masah bovani, AS., morid, SA. And Mohammad zadeh, M. 1385. “The future status of river ecosystems affected by climate change: a comparison between different model scenarios AOGCM”, the second conference of water resource management.

6. Cheng, C. Li. Q. and Auld, H. 2008. “Statistical downscaling of hourly Canada Theoretical and Apllied Climatology”, 129-147.

7. Dibike, B. Y. and Coulbaly, P. 2004. “Hydrological impacte of climate change in the Saguenary Watershed”, Comparision of Downscaling Methods and hydrolic Models. J. Hydrology, 145-163.

8. Intergovermental Pannel on Climate change (2001), Climate change 2001: The scientific Basis, Cambridge Univ, Perss, and New York. In Intense PreCipitation in the Clumate record, J. climate change, 18. 1326- 1350.

9. IPCC, 2001. Climate change 2001: The scientific Basis, Contribution of working Group to the Third Assessment Report of the intergovernmental Panell on climate change. Cambridge Univ. Perss, New York, NY, USA, 881 P.

10. IPCC, 2008. Climate change and water, Bates, B. Kundzewicz, Z. Palutikof, J. 214 P.

11. IPCC Data Distribution Center http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/

12. Schimidli, H. Goodess, C. M. Frei, C. Haylouk, m. R. and Schmith, S. 2007. “Statistical and dynamical downscaling Precipitation: An Evaluation and Camparison of scenario for the European Alps”, J. Geophysical Research, 112. 1-20.

13. Wetterhall, F. 2005. Statistical Downscaling of Precipitation from Large – scal Atmospheric Circulation – Comparison of methods and Climate Region. Msc dissertation, Faculty of Sceince and Technology, UPPSALA University.

14. Wilby, R. L. Dawson, C. W. and Barrow, E. M. 2002. “SDSM-a Decision Support tool for the assessment of regional Climate change impacts”, J. Environmental Modeling and Sothware, 17. 147-159.

15. Wilby, R. L. and Dawson, C. W. 2007. “Using SDSM version 4.2 –A decision Support tool from assessment of regional Climate change impacts”, User manual

16. Xu, C. Y. 1999. “From GCMs to river flow: A review of downscaling methods and hydrologic Modeling approaches”, J. physical Geography. 23. 203-228.

17. Yano, T. Aydin, M. and Haraguchi, T. 2007. “Impact of Climate change on Irrigation Demand and Crop Growth in a Mediterranean Environment of Turkey”, J. Sensors, 7, 2297-2315.

18. Zhao, Y. Camberlin, P. and Richard, Y. 2005. “Validation of a coupled GCM and Projection of Summer rainfall change over South Africa, using a Statistical downscaling method”, J. Climate Research, 28, 109-122.

1. Zhao
2. Yano

Archive of SID
www.SID.ir

نشریه علمی- پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering
Vol. 11, No. 39, Winter 2018
سال یازدهم- شماره ۳۹- زمستان ۱۳۹۶

Abstract

Effects of Climate Change on Climate Parameters in Seymare Basin

S. Naderi[1], M. Goodarzi[2] and M. Ghadami Dehno[3]

Received: 2015/04/30 Accepted:2016/09/18

In this research, prediction of precipitation and temperature values using general circulation models of the atmosphere in the period 2021-2050 were carried out. Climate data such as rainfall and average temperature were obtained from the Meteorological Organization. For future climate scenarios, the output from general circulation model HadCM3 under the A2 emissions scenario was used. Due to the low resolution of general circulation models, downscaling model of SDSM4.2 was used and climate changes in precipitation and mean temperature were simulated for future periods. In this study, for SDSM model calibration, among the 26 large-scale climatic parameters (NCEP), an average of 3 parameters most correlated with mean temperature and 6 parameters are most correlated with average rainfall in Seymare drainage basin. The results showed that the predicted climatic parameters for the simulation of climate parameters with high accuracy for the average temperature, but with less accuracy for rainfall. This is due to lack of normal and unconditional situation of rainfall data. The results indicate that the average temperature of the area in the period 2050-2021 compared to the observation period (2008-1979) showed an increasing of 1.7 ° C and average rainfall showed a decrease of 47%.

Keywords: Climate change, Small-scale modeling, Scenario, SDSM4.2, HADCM3 and NCEP

Archive of SID

1. M.Sc. Student of Watershed Management, Isfahan University of Technology:
2. Faculty Member Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI),AREEO, Tehran. Corresponding author Email :massoudgoodarzi@yahoo.com
3. M.Sc. graduate in Watershed Management, Isfahan University of Technology Email:m.ghadami68@gmail.com

www.SID.ir