کنگره استحصال آب و آبخیزداری
Water Harvesting and Watershed Management Congres
سومین همایش بین المللی سامانه های سطوح آبگیر باران
3rd International Conference on Rainwater Catchment Systems
February 18-19, 2015 Birjand, Iran ۲۹ و ۳۰ بهمن ماه ۱۳۹۳ بیرجند

ارزیابی نتایج مدل‌های جهانی GCMs و سناریوهای انتشار در برآورد پارامترهای اقلیمی منطقه قاین خراسان جنوبی

الهام عابدینی[۱]، محمدرضا فرزانه[۲]، محمدموسوی بایگی[۳]

۱- دانشجوی دکترای هواشناسی کشاورزی ، دانشگاه فردوسی مشهد ، مشهد، ایران

۲- دانشجو دکتری مهندسی منابع آب دانشگاه تربیت مدرس تهران ، ایران

۳- استاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

چکیده

در سال‌های اخیر خشکسالی اثرات زیانباری بر منابع آبی و کشاورزی در استان خراسان جنوبی و بویژه شهرستان قاین که مرکز کشت گیاه زعفران در این منطقه است گذاشته است. لذا برای بررسی و پیش بینی تغییرات اقلیمی این شهرستان از مدل‌های گردش عمومی(BCM2، CSMK3، FGOALS، GFCM21، GIAOM) و از مدل ریزمقیاس کننده LARS-WG5 طبق دو سناریوی انتشار A1 و B1 و در دوره‌های آینده نزدیک (۲۰۲۰)، میانی(۲۰۵۰) و دوره دور (۲۰۸۰) استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که در درازمدت دماهای حداقل و حداکثر در منطقه قاین از ۱ تا ۵ درجه سلسیوس افزایش پیدا خواهد کرد و بر اساس نتایج مدل های مختلف و بر اساس سناریوی A1 مقدار بارش‌ها تا دوره نزدیک ۲۰۲۰ ، از ۱۴تا ۳۷ درصد افزایش و برای دوره ۲۰۸۰ از ۳ تا ۶ درصد افزایش برخوردار است. همچنین مقدار بارش‌ها بر اساس سناریوی B1 برای دوره ۲۰۲۰ نیز از ۱۰ تا ۱۹ درصد متغیر است و روند افزایشی دارد. برای دوره ۲۰۵۰ نتایج مدل CFCM21 با دیگر مدل‌ها تفاوت فاحشی دارد لیکن مدل‌های دیگر افزایش بارشی در حدود ۱ تا ۳۴ درصد برای دوره ۲۰۵۰ را نشان می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، ریزمقیاس، مدل گردش عمومی، منطقه قاین، LARS-WG5

Evaluation of GCMs Global model Results and Emission scenarios for estimating Climatic Parameters in Ghaen region in Southern Khorasan

E. Abedini[1*]- M R.Farzaneh[2]- M. Mousavi Baygi[3]

[1] - PhD student of Agricultural Meteorology, Ferdowsi University of Mashhad
[2]- PhD student of Water Resources engineering, Tarbiat Modarres University of Tehran.
[3]- Professors, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

In recent years, droughts have detrimental effects on water resources and agriculture in the South-Khorasan province, particularly Ghaen city that is the center of saffron cultivation in this area. Therefore, the examination and prediction of climate change in this city using General Circulation Models (BCM2, CSMK3, FGOALS, GFCM21, GIAOM) and the LARS-WG5 downscaled model under two scenarios A1 and B1 emissions in the near future (2020), intermediate (2050) and long term (2080) was used. The results show that long-term maximum and minimum temperatures in Ghaen from 1 to 5 degrees Celsius will

* Corresponding Author's E-mail(ElhamAbedini@gmail.com)

increase and the basis of results of the different models based on A1scenario precipitation to near-term 2020, from 14 to 37 percent for a period of 2080, 3 to 6 percent has increased. The B1 scenario is based on the amount of rainfall for the period from 10 to 19 percent range in 2020 and the trend is rising. For the period of 2050 the results of CFCM21 model differs from other models, but other models show 1 to 34 percent of precipitation for a period of 2050.

Keywords: Climate change, downscaled, general circulation models, Ghaen, LARS-WG.

الف- مقدمه

از مهمترین خطراتی که بشر و زمین را تهدید می کند مسئله تغییر اقلیم یا گرمایش جهانی است که به علت انتشار روزافزون گازهای گلخانه‌ای , تولید ریزگردها , تغییر در ضریب انعکاس زمین و آلودگی حرارتی و دیگر عوامل محیطی و انسانی به وجود می آید. از پیامدهای تغییر اقلیم بر روی میزان منابع آب می توان تغییر در مدت , شدت و زمان بارش، تغییر در حجم , زمان و مدت رواناب، بالا آمدن سطح آب اقیانوس‌ها، کاهش ذخایر برفی در کوهستان‌ها، تغییر در میزان تبخیر و تعرق از سطح گیاهان و منابع و افزایش مصرف و تقاضای آب شهری را نام برد. IPCC در گزارش سال ۲۰۰۷ خود اعلام کرد که مهمترین اثر تغییراقلیم ، تاثیرگذاری آن بر پدیده‌های حدی جوی و اقلیمی نظیر طوفان، سیل، تگرگ، خشکسالی، امواج گرما و سرماهای نابهنگام می‌باشد.

IPCC، لین و میچکل و همکاران در سال‌های ۱۹۹۵،۱۹۹۹ و ۲۰۰۳ معتبرترین ابزار جهت بررسی اثر پدیده تغییر اقلیم بر سیستم‌های مختلف را استفاده از مدل‌های گردش عمومی جو جفت شده جوی- اقیانوسی[۱] معرفی کردند بطوریکه این مدل‌ها قادرند پارامترهای جوی و اقیانوسی را برای یک دوره بلندمدت با استفاده از سناریوهای تایید شده IPCC[۲] مدل-سازی نمایند. علیزاده و همکاران در سال ۱۳۸۹ گزارش کردند که به علت قدرت کم تفکیک این مدل‌ها، خروجی این مدل‌ها از نظر مقیاس مکانی و زمانی برای مطالعات محلی و کاربردی مناسب نمی‌باشند و درنتیجه برای افزایش دقت این مدل‌ها باید از روش های ریزمقیاس نمایی استفاده شود. به طور کلی ۴ روش ریزمقیاس نمایی[۳] وجود دارد که عبارتند از: ۱- آماری، ۲- الگوهای آب و هوا، ۳- روش احتمالی و ۴- روش دینامیکی. روش‌های آماری نسبت به روش های دیگر به پارامترهای کمتری نیاز داشته و به همین دلیل در مطالعات مربوط به علوم آب بسیار مورد توجه قرارگرفته است.

خسروی و همکاران در سال ۲۰۱۰ تغییرات اقلیمی را بر روی منابع آب خاورمیانه با اتکا بر اطلاعات بانک جهانی[۴] و هیات بین الدول تغییر اقلیم IPCC تا دوره آتی ۲۰۲۰ بررسی کردند. نتایج نشان می‌داد که تا سال ۲۰۲۰ درجه حرارت در این

[1]- Atmospheric- Ocean General Circulation Model
[2] - intergovernmental Panel on Climate Change
[3]-Downscaling
[4]- World Bank

منطقه ۱تا ۲ درجه افزایش خواهد یافت و از میزان بارش تا ۲۰ درصد کاسته خواهد شدکه این اتفاق تاثیر مستقیم بر منابع آب در این منطقه خشک گذاشته و باعث ایجاد چالش های جدیدی برای منابع آب خواهد شد.

بابائیان و نجفی نیکدر سال ۱۳۸۵ توانمندی مدل LARS-WG رابرای تولید داده‌های بارش ، دمای کمینه، دمای بیشینه و تابش در ایستگاه‌های منتخب خراسان بزرگ مورد ارزیابی قرارداده و با توجه به میانگین و انحراف معیار داده‌های تولید شده و مقایسه آن با داده‌های مشاهده شده دوره آماری بر قابلیت بالای این مدل در شبیه سازی داده‌های روزانه تاکید نمودند.

اشرف و همکاران در سال ۱۳۹۰ تغییرات فصلی پارامترهای اقلیمی استان خراسان رضوی را دردوره ۲۰۳۰-۲۰۱۱ با استفاده از داده‌های مدل HADCM3 شبیه سازی و پیش‌بینی کردند. در این تحقیق از سه سناریوی A1B ، A2 و B1 و داده‌های مدل گردش عمومی و داده های مقادیر بارش ماهانه، دمای کمینه، دمای بیشینه و ساعت آفتابی خراسان رضوی در دوره ۲۰۳۰-۲۰۱۱ استفاده شد. نتایج نشان داد که میزان بارش در سه فصل پاییز، زمستان و بهار در تمامی شهرهای استان به استثنای تربت جام که در هر سه فصل مذکور و نیز کاشمر که در پاییز دارای روند کاهشی می‌باشند، افزایش خواهد یافت. در رابطه با دمای بیشینه و ساعت آفتابی، هر چند سه سناریوی مطرح، الگوی یکسانی را تبیین نمی‌کنند اما به صورت کلی می‌توان گفت در ۲۰ سال آتی، دمای بیشینه استان خراسان رضوی، افزایش و میزان ساعات آفتابی کاهش خواهدیافت.

ضرغامی و همکاران در سال ۲۰۱۱ اثرات تغییر اقلیم را بر بارندگی‌های استان آذربایجان شرقی ایران با استفاده از مدل-های تغییر اقلیم GCMs و توسط ابزار ریزمقیاس کننده LARS-WG تحت سناریوهای B1، A1B, A2 بررسی کردند. این ابزار ریز مقیاس کننده آب و هوای ۶ ایستگاه سینوپتیک این استان را با استفاده از مدل HADCM3 تحت سناریوهای نامبرده برای دوره های ۲۰۲۰، ۲۰۵۵ و ۲۰۹۰ شبیه سازی می‌کند. نتایج پژوهش، بر اساس سناریو A2، افزایش متوسط دمای سالانه ۲.۳C° و کاهش بارش سالانه در حدود ۳٪ در اواسط این قرن را نشان می‌دهد. این تغییرات باعث تغییر اقلیم استان از نیمه خشک تا خشک (براساس شاخص خشکی دومارتن) می‌شود. پس از آن با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) مدلی برای شبیه سازی اثر تغییرات آب و هوایی در بارندگی در سه حوضه ساخته‌شد که نتایج نشان دهنده کاهش قابل توجهی در مقدارجریان بارش‌ها بود.

کوچکی و همکاران در سال ۱۳۸۶مطالعه شاخص‌های هواشناسی (مقادیر ماهانه درجه حرارت حداقل، حداکثر و بارش) ایران را با مدل گردش عمومی شرایط اقلیم مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از تحقیقات آنها نشان داد که متوسط

افزایش دمای فصل بهار برای دوره های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ در کل ایستگاه‌های مطالعه شده برای ماه‌ها ۳/۱ و ۳/۹ و برای ماه-های تابستان به ترتیب۳/۷ و۴/۸ و برای فصل زمستان ۲/۴۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. علاوه بر این میزان افزایش دما از شمال به جنوب و از غرب به شرق تشدید خواهدشد. بر اساس پیش بینی‌های حاصله میانگین کاهش بارندگی پاییزه برای تمام ایستگاه‌های تحت بررسی در دوره‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ میلادی به ترتیب ۸ و ۱۱ دردصد و برای ماه‌های فصل تابستان تقریبا ناچیز می‌باشد. همچنین میانگین طول دوره خشک در دوره‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ میلادی به هر ترتیب به ۲۱۴ و ۲۲۳ روز افزایش خواهدیافت.

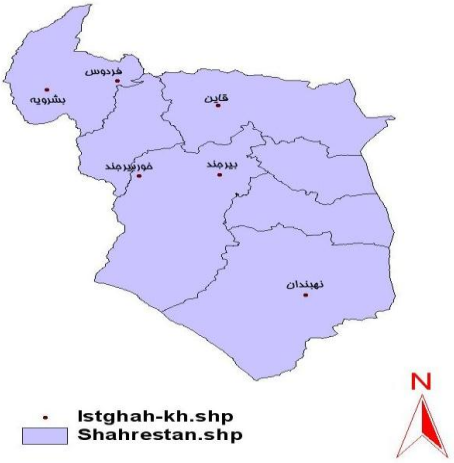
حسامی کرمانی و همکاران در سال ۱۳۸۶در مطالعه‌های ریز مقیاس نمایی آماری را برای ۲ ایستگاه کرمان و بم در استان کرمان برای دوره ۳۰ ساله با استفاده از نرم افزار ASD5 انجام داد. بر این اساس نتایج حاصله دما در تمامی ماه‌های سال افزایش خواهدیافت و با رشد ماه های گرم سال برای دوره‌های ۲۰۱۱-2040،2041- 2070و۲۰۷۱-۲۱۰۰ نسبت به دوره ۲۰۰۰-۲۰۴۱ افزایش خواهد یافت.

زابل عباسی و همکاران در سال ۱۳۸۹ به منظور پیش بینی تغییرات اقلیمی خراسان جنوبی در دوره ۲۰۳۹ -۲۰۱۰ میلادی از روش ریز مقیاس نمایی آماری خروجی مدل ECHO-G استفاده کردند. در این تحقیق از داده‌های دمای کمینه، دمای بیشینه، تابش و بارش مدل ECHO-G و داده‌های واقعی شش ایستگاه استان شامل بیرجند، نهبندان، فردوس، قائن، بشرویه و خور بیرجند استفاده شد. نتایج کلی بررسی‌ها برای دوره مذکور حاکی از افزایش۴ درصدی بارش در استان، کاهش تعداد روزهای یخبندان و افزایش میانگین سالانه دما درحدود ۰/۳ درجه سانتی‌گراد بود که بیشترین افزایش ماهانه دما مربوط به فصل زمستان به میزان یک درجه سانتی‌گراد بدست آمد .

هدف از این پژوهش بررسی تغییرات اقلیمی شهر قاین در سال های آتی ۲۰۲۰، ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ با مدل‌های مختلف GCMs است تا با آگاهی از این تغییرات مدیران استان برنامه‌ریزی و ارزیابی مناسبی در بخش تامین آب و کشاورزی این منطقه که به عنوان قطب کشت زعفران استان نیز شناخته‌شده‌است داشته باشند.

ب- مواد و روش‌ها

ایستگاه سینوپتیک قاین دارای طول جغرافیایی ۵۹درجه و ۱۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه ۴۴ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۶۶ متر در شمال استان خراسان جنوبی ایران قرارگرفته است. اقلیم این شهرستان بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن خشک و سرد می‌باشد و به عنوان قطب کشت زعفران در استان خراسان جنوبی شناخته شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان قاین در استان خراسان جنوبی

به منظور بررسی تغییرات اقلیمی در این تحقیق جهت ریزمقیاس نمایی آماری داده‌های مدل‌های گردش عمومی جوBCM2، CSMK3 ، FGOALS،GFCM21،GIAOM و HADCM3 از مدلLARS-WG5 که یکی از مشهورترین مدل-های مولد داده های تصادفی وضع هوا می‌باشد استفاده شده است. این مدل قادر است با استفاده از داده‌های مقادیر روزانه بارش، دمای کمینه و بیشینه و تابش ساعت آفتابی در هر ایستگاه شرایط اقلیمی در دوره‌های آتی تحت سناریوهای انتشار مختلف را شبیه‌سازی کند. به منظور انجام این تحقیق دوره میلادی ۱۹۸۷-۲۰۰۶ به عنوان دوره پایه در نظر گرفته شد و داده‌های مورد نیاز مدل که شامل مقادیر روزانه بارش، دمای کمینه، دمای بیشینه می‌باشد از مرکز اطلاعات و آمار سازمان هواشناسی کشور اخذ شد. سپس فایل‌های ورودی برای اجرای مدل تهیه و توسط مدل مورد استفاده قرار گرفت. پس از کالیبراسیون مدل و تحلیل آماری و صحت سنجی داده‌های مشاهداتی توسط آماره‌های ضریب تبیین (R)، جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین خطای مطلق (MAE) اقدام به تولید و ارزیابی داده‌های تولید شده و داده‌های واقعی (مشاهده شده)توسط مدلLARS-WG5 در دوره پایه شد. نتایج مرحله ارزیابی و اطمینان از قابلیت مدل LARS-WG5 در شبیه‌سازی داده‌های هواشناسی حاکی از همبستگی بالای ضریب تبیین و اختلاف بسیار ناچیز مقادیر شاخص‌های خطاسنجی می‌باشد، لذا مدل جهت ریزمقیاس نمایی آماری داده‌های مدل‌های گردش عمومی جو BCM2، CSMK3، FGOALS ، GFCM21، GIAOM و تولید داده‌های دوره‌های ۲۰۱۳-۲۰۲۰، ۲۰۲۰-۲۰۵۰ و۲۰۵۰-۲۰۸۰ با استفاده از دو سناریوی A1 و B1 به ترتیب (بدبینانه و خوشبینانه) تایید شده توسط IPCC، اجرا و بدین ترتیب مقادیر روزانه پارامترهای مذکور تولید و از خروجی مدل که شامل داده‌های روزانه بارش، دمای کمینه و بیشینه برای دوره‌های آتی می-باشد میانگین گیری شد و نرمال ماهانه پارامترهای اقلیمی در دوره‌های تحت مطالعه برای ماه‌های مختلف و بر اساس دو

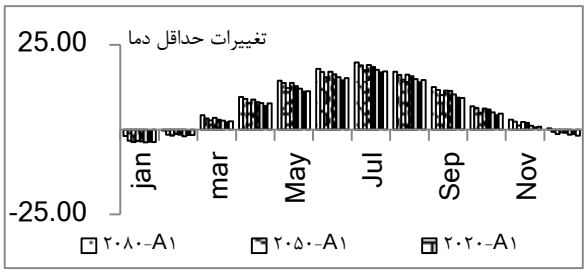
سناریوی تغییر اقلیم ذکر شده به دست آمد. سرانجام با میانگین گیری از تغییرات ماهانه، تغییرات فصلی نیز به دست آمده و نمودارهای مربوطه رسم شد. جدول ۱در پیوست ویژگی‌های مدل‌های گردش عمومی و سناریوهای تغییراقلیم را نشان می‌دهد.

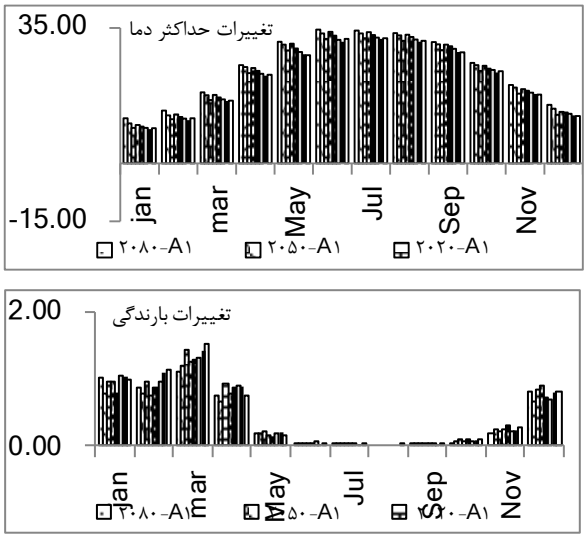
ج- نتایج و بحث

جدول ۱ مقادیر آماره‌های واسنجی جهت ارزیابی توانایی مدل LARS-WG5 در دوره پایه ۲۰۰۶-۱۹۸۷ را نشان می-دهد. نتایج گویای انطباق زیاد میان مقادیر شبیه سازی شده توسط مدل و مقادیر مشاهده شده دوره پایه است.

جدول۱- مقادیر آماره‌های واسنجی جهت ارزیابی مدل LARS-WG5 در دوره پایه ۲۰۰۶-۱۹۸۷

0.0027	MAE	Rain
0.0096	RMSE	
0.9944	R	
0.0216	MAE	TMAX
0.0749	RMSE	
0.9994	R	
0.0230	MAE	TMIN
0.0797	RMSE	
0.9994	R	

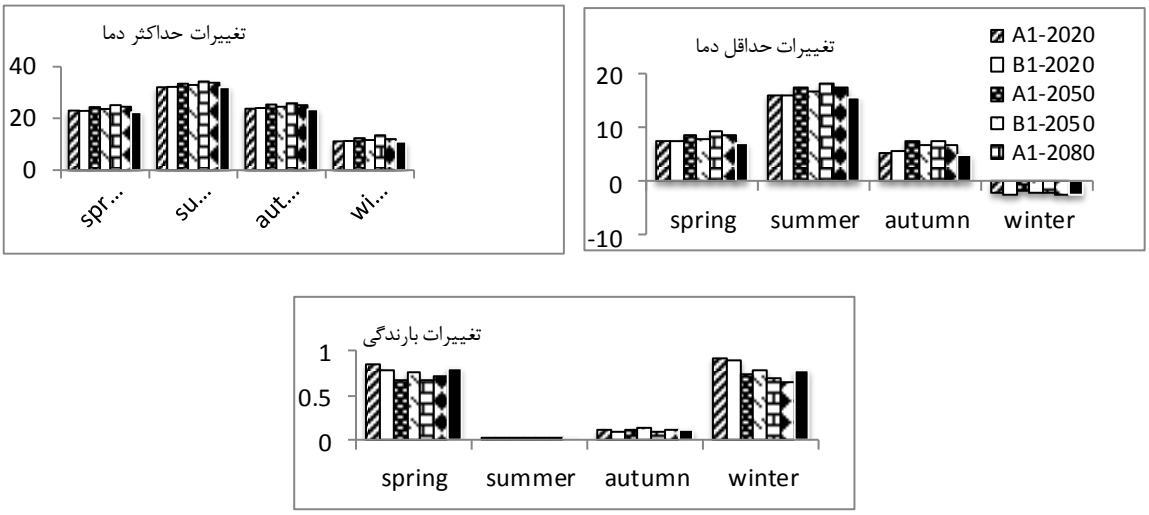




شکل ۲ – بررسی و پیش‌بینی تغییر ات فصلی دمای کمینه ، دمای بیشینه و بارش ایستگاه سینوپتیک قاین بر اساس سناریوی A1 و B1 توسط مدل BCM2

نتایج نشان می‌دهد که حداقل‌های دما برای ماه‌های مارس تا نوامبر افزایش یافته و درعوض در ماه‌های سرد سال حداقل دما تا دوره ۲۰۸۰ کاهش می‌یابد. دمای ماکزیمم نیز تا دوره ۲۰۲۰ از روند خاصی پیروی نکرده و تا دوره ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ دمای ماکزیمم در همه ماه‌های سال افزایش پیدا خواهد کرد. میزان بارندگی تا دوره ۲۰۲۰ در ماه‌های ژانویه، فوریه و مارس کمتر از نرمال و در ماه‌های آپریل و می و دسامبر بیشتر از حد نرمال خواهد بود. تغییرات بارندگی با افزایش دوره مورد بررسی دارای روند نزولی داشته و تا دوره ۲۰۵۰ مقدار بارش‌ها کم خواهد شد و نیز بارندگی‌ها تا سال ۲۰۸۰ در ماه-های ژانویه و دسامبر افزایش پیدا خواهد کرد.

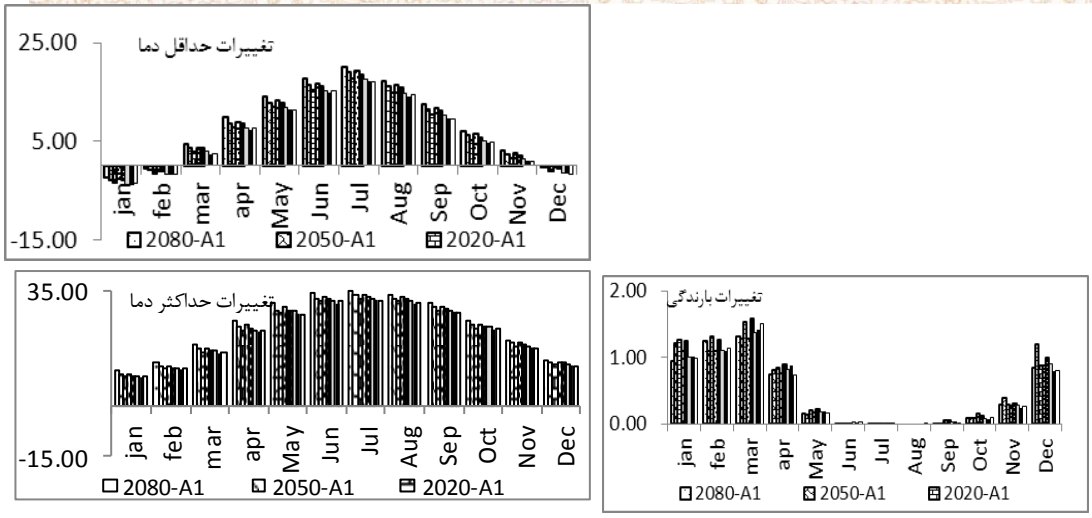
بر اساس سناریوی B1 مدل BCM2 تا دوره ۲۰۲۰ حداقل‌های دما در ماه‌های اگوست،نوامبر، دسامبر، فوریه و مارس کاهش پیدا کرده و در دیگر ماه‌ها مطابق با شرایط مشاهده شده است. حداقل دما تا دوره ۲۰۵۰ از آپریل تا نوامبر سیر صعودی داشته و تا دوره ۲۰۸۰ نیز از ماه مارس تا نوامبر افزایش خواهد یافت. در دوره ۲۰۲۰ در کلیه ماه‌ها به استثنای ماه ژوئن افزایش دما خواهیم داشت و در دوره‌های آتی ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ روند افزایش دما در کلیه ماه‌های سال وجود دارد. میزان بارندگی‌ها نیز تا سال ۲۰۲۰ در ماه‌های ژانویه و آپریل افزایش خواهد یافت و تا دوره ۲۰۵۰ در ماه‌های ژانویه، فوریه مارس، می، اکتبر و دسامبر دچار کاهش خواهد شد. همچنین تا دوره ۲۰۸۰ بارندگی در ماه‌های آپریل و دسامبر نیز افزایش پیدا خواهد کرد.



شکل۳- پیش‌بینی تغییرات فصلی (الف) دمای کمینه، (ب) دمای بیشینه و (ج) بارش ایستگاه قاین برای دوره‌های آتی ۲۰۲۰، ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ با استفاده از نتایج مدل BCM2 و بر اساس سناریوهای A1 و B1

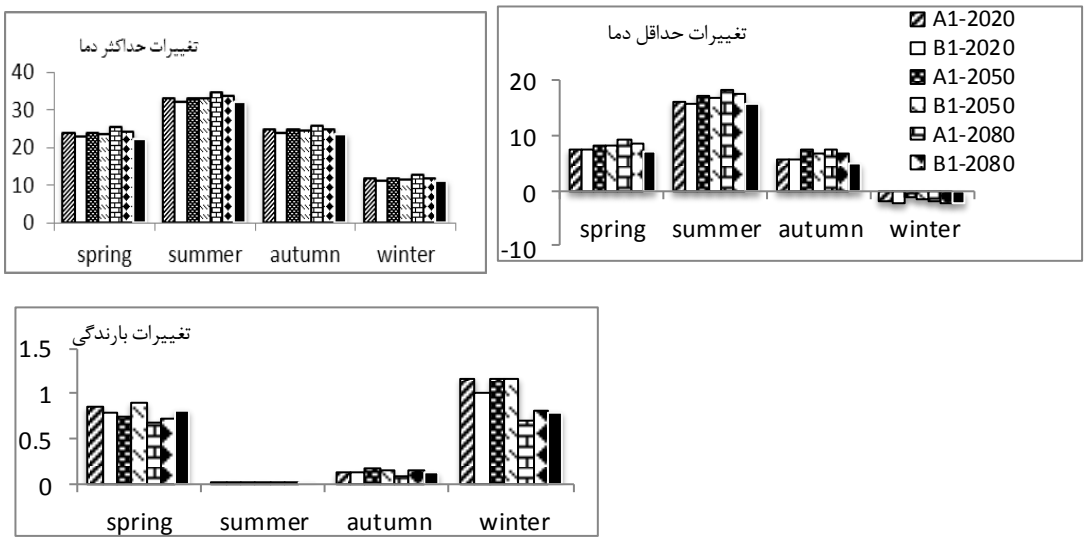
همانطور که نتایج نشان می‌دهد مقدار حداقل دما در سناریوهایی A1 و B1 در سه فصل بهار، تابستان و پاییز افزایش و در فصل زمستان دچار کاهش می‌گردد. مقدار دمای بیشینه نیز در سناریوی B1 برای تمام فصول در حال افزایش است و بر اساس سناریوی A1 در ماه‌های تابستان و زمستان دچار کاهش می‌گردد. همچنین مقدار بارش‌های جوی بر اساس سناریوی A1 در فصول بهار و زمستان افزایش و در فصل پاییز دچار کاهش می‌شود.

همانند نتایج مدل BCM2 برای دوره‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ مقدار حداقل دما در سناریوهای A1 و B1 در سه فصل بهار، تابستان و پاییز افزایش و در فصل زمستان دچار کاهش می‌گردد. مقدار دمای بیشینه نیز در همه فصول سال بر اساس هر دو سناریو در حال افزایش است. همچنین در دوره ۲۰۵۰ مقدار بارش‌های جوی بر اساس سناریوی A1 در کلیه فصول در حال کاهش و بر اساس سناریوی B1 نیز در فصل تابستان و پاییز در حال افزایش است. تا دوره ۲۰۸۰ هم مقدار بارش‌ها بر اساس سناریوی A1 و B1 در فصل تابستان افزایش می‌یابد.



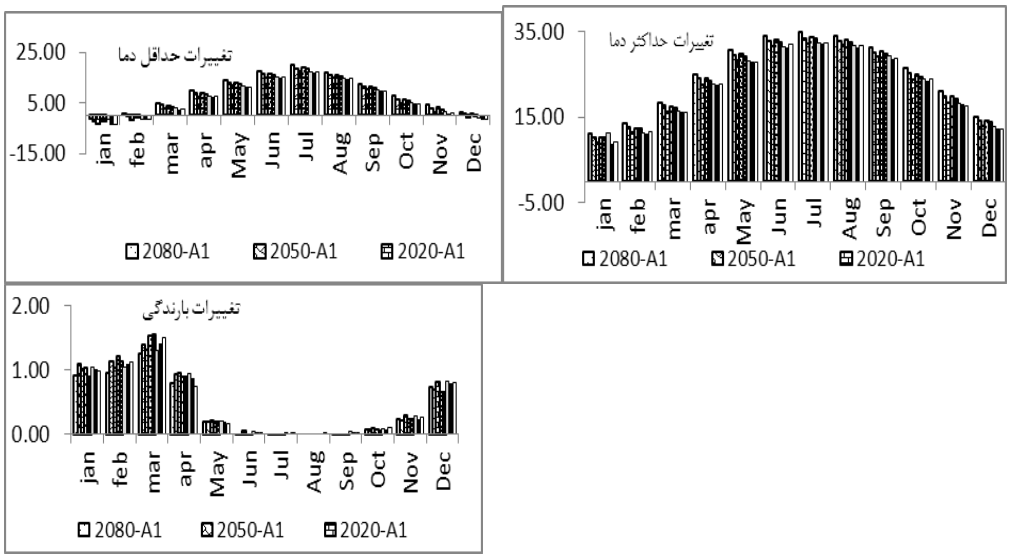
شکل۴- بررسی و پیش بینی تغییر ات فصلی دمای کمینه ، دمای بیشینه و بارش ایستگاه سینوپتیک قاین بر اساس سناریوی A1 و B1 توسط مدل CSMK3

نتایج مدل CSMK3 نشان می‌دهد که دمای کمینه در فاصله ماه‌های مارس تا نوامبر برای کلیه دوره‌های آتی افزایش و برای ماه ژانویه دچار کاهش می‌شود. دمای بیشینه نیز برای کلیه ماه‌های سال در همه دوره‌های آتی در حال افزایش است. مقدار بارش تا دوره ۲۰۲۰ در کلیه ماه‌ها در حال افزایش و تا دوره ۲۰۵۰ در ماه‌های فوریه، مارس، می، اکتبر و نوامبر دارای کاهش است. همچنین تا دوره ۲۰۵۰ مقدار بارندگی در ماه دسامبر نیز افزایش چشم گیری از خود نشان می‌دهدو در ماه‌های دسامبر، نوامبر و فوریه برای دوره ۲۰۸۰ افزایش بارندگی خواهیم داشت.



شکل۵-پیش بینی تغییرات فصلی (الف) دمای کمینه، (ب) دمای بیشینه و (ج) بارش ایستگاه قاین برای دوره های آتی ۲۰۲۰، ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ با استفاده از نتایج مدل CSMK3 و بر اساس سناریوهای A1 و B1

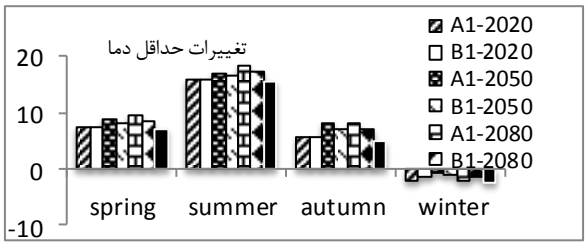
بر اساس سناریوی B1 و A1 برای دوره های ۲۰۲۰ و ۲۰۵۰ حداقل دما در ماه زمستان افزایش و حداکثر دما نیز در کلیه فصول افزایش پیدا خواهد کرد. همچنین مقدار بارندگی‌ها بر اساس سناریوی A1 تا دوره ۲۰۲۰ در ماه بهار و زمستان افزایش و بر اساس سناریوی B1 در ماه تابستان و پاییز و زمستان افزایش می‌یابد. برای دوره آتی ۲۰۵۰ مقدار بارش در فصل بهار براساس سناریوی A1 کاهش می‌یابد.

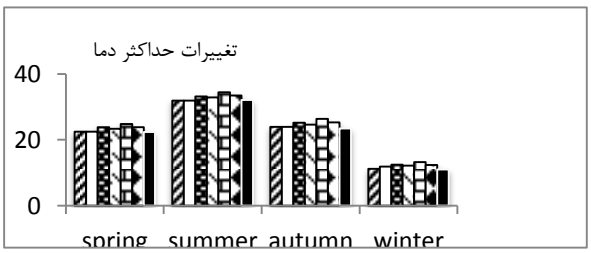


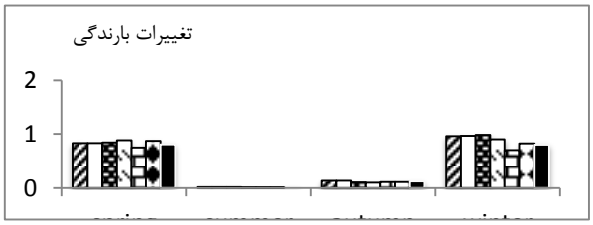
شکل۶- بررسی و پیش بینی تغییر ات فصلی دمای کمینه ، دمای بیشینه و بارش ایستگاه سینوپتیک قاین بر اساس سناریوی A1 و B1 توسط مدل FGOALS

نتایج نشان می‌دهد که برای دوره آتی ۲۰۲۰ حداقل‌های دما در فاصله ماه‌های مارس تا دسامبر افزایش، در دوره اتی ۲۰۵۰ از ماه مارس تا ژانویه و برای دوره آتی ۲۰۸۰ نیز در کلیه ماه‌ها افزایش خواهیم داشت. حداکثر دما در دوره آتی ۲۰۲۰ در ماه‌های فوریه، اپریل و ژوئن کاهش و برای دوره‌های آتی ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ افزایش می‌یابد. میزان بارش‌ها در ماه مارس اگوست و اکتبر در هر سه دوره آینده کاهش و در ماه‌های فوریه در دوره‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۸۰ و برای ماه‌های نوامبر و دسامبر در دوره‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ هم کاهش می‌یابد.

همانند نتایج سناریوی A1 برای دوره آتی ۲۰۲۰ حداقل‌های دما در فاصله ماه‌های مارس تا دسامبر افزایش می‌یابد . حداکثر دما در هر سه دوره در کلیه ماه‌های سال نیز افزایش می‌یابد. میزان بارش‌ها در ماه اگوست و اکتبر در هر سه دوره آینده کاهش و در ماه‌های فوریه و مارس در دوره‌های ۲۰۲۰ وبرای ماه ژانویه در دوره آتی ۲۰۵۰ و ماه‌های نوامبر و دسامبر نیز در دوره ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ کاهش می‌یابد.

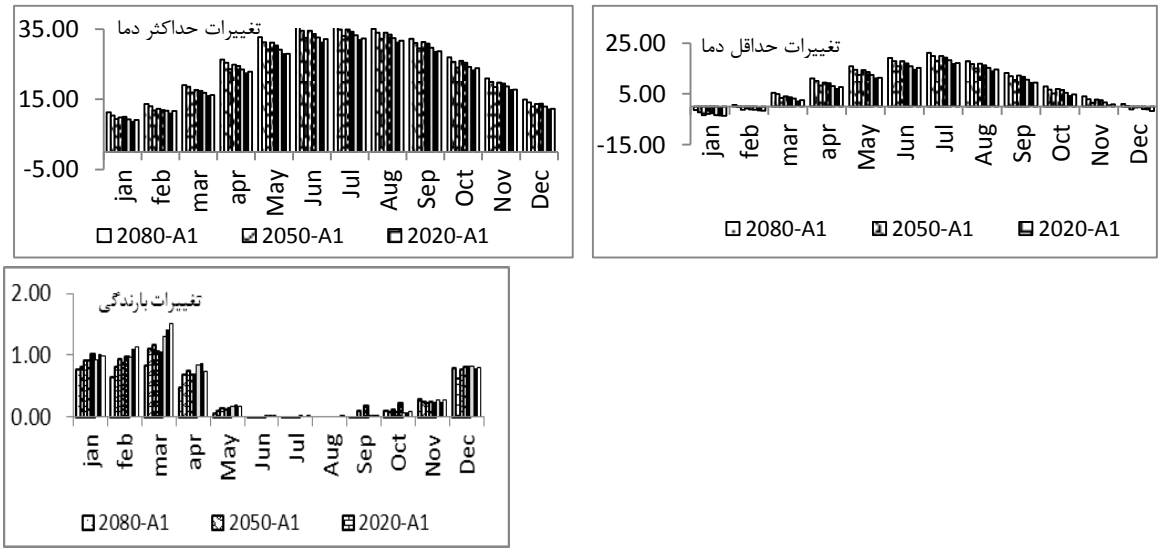






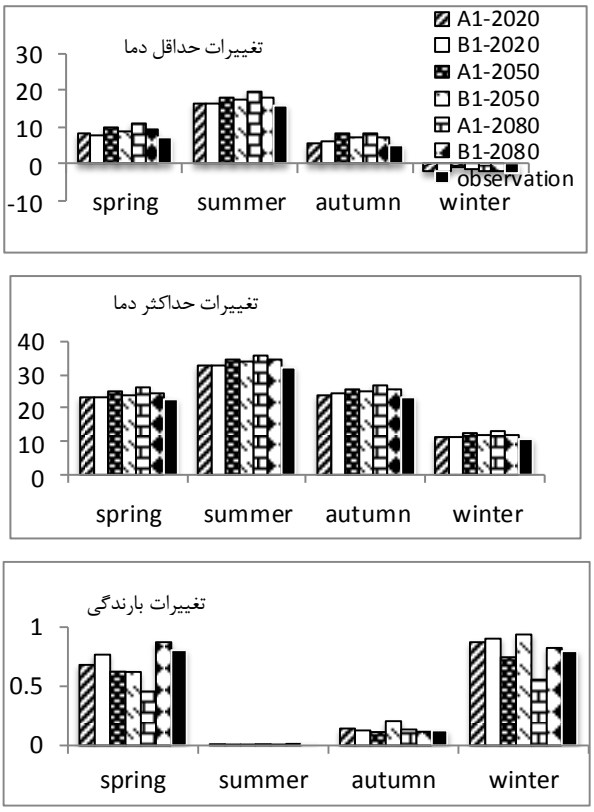
شکل7-پیش بینی تغییرات فصلی دمای کمینه، دمای بیشینه و بارش ایستگاه قاین با استفاده از نتایج مدل FGOALS **برای دوره های آتی ۲۰۲۰، ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ و بر اساس سناریوهای** A1 **و** B1

بر اساس سناریوهای A1 و B1 برای دوره آتی ۲۰۲۰، ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰دمای حداقل و حداکثر در کلیه فصول افزایش می-یابد. مقدار بارش در دوره آتی ۲۰۵۰ در ماه پاییز بر اساس هر دو سناریو کاهش پیدا خواهد کرد و در دوره ۲۰۸۰ بر اساس سناریوی A1 در فصول بهار، پاییز و زمستان و بر اساس سناریوی B1 در فصل پاییز کاهش بارندگی خواهیم داشت.



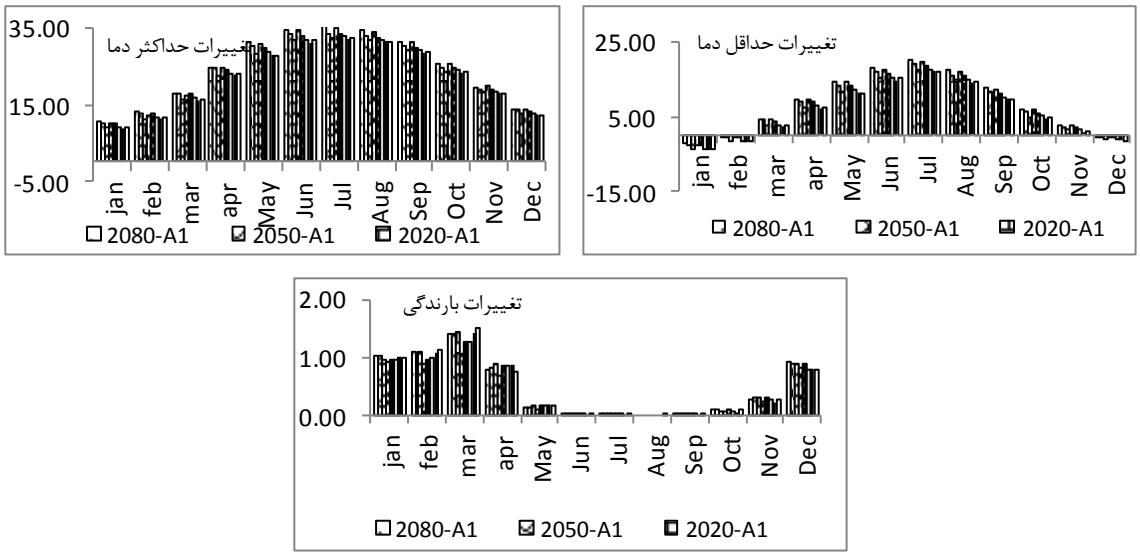
شکل۸- بررسی و پیش بینی تغییر ات فصلی دمای کمینه ، دمای بیشینه و بارش ایستگاه سینوپتیک قاین بر اساس سناریوی A1 و B1 توسط مدل GFCM21

حداقل و حداکثر دما بر اساس نتایج این مدل بر اساس سناریوی A1 در کلیه ماه‌ها و دوره‌های آتی افزایش می‌یابد. مقدار بارندگی در ماه‌های آگوست، دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس در هر سه دوره آتی کاهش خواهد یافت. بر اساس سناریوی B1 مدل GFCM21 حداقل و حداکثر دما در کلیه ماه‌ها و دوره‌های آتی افزایش می‌یابد. مقدار بارندگی در ماه ژانویه در دوره آتی ۲۰۲۰، در ماه‌های فوریه، مارس و آگوست در هر سه دوره آتی، نوامبر و آپریل در دوره‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ ، اکتبر در دوره‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۸۰ و می و جولای در دوره ۲۰۸۰ کاهش خواهد یافت.



شکل۹- پیش بینی تغییرات فصلی (الف) دمای کمینه، (ب) دمای بیشینه و (ج) بارش ایستگاه قاین برای دوره های آتی ۲۰۲۰، ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ با استفاده از نتایج مدل GFCM21 و بر اساس سناریوهای A1 و B1

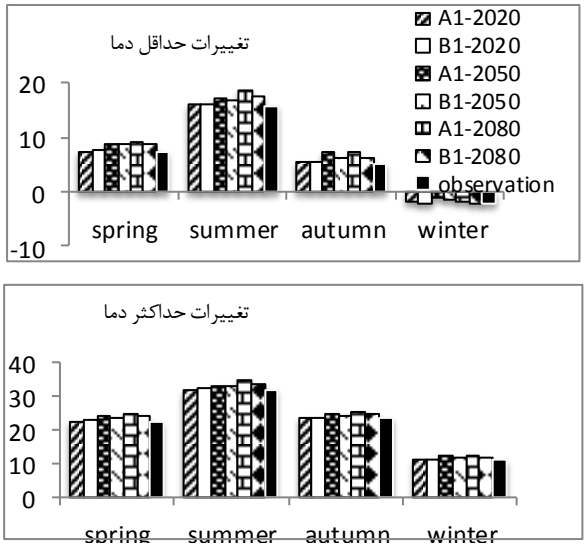
بر اساس سناریوهای A1 و B1 برای دوره آتی ۲۰۲۰، ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ دمای حداقل و حداکثر دما در کلیه فصول افزایش می‌یابد لیکن میزان بارندگی بر اساس سناریوی A1 برای دوره‌های آینده ۲۰۲۰ در فصل بهار کاهش و برای دوره ۲۰۵۰ میزان بارندگی بر اساس سناریوی A1 در تمام فصول و بر اساس سناریوی B1 در فصل بهار کاهش می‌یابد. برای دوره دور ۲۰۸۰ میزان بارش فصل تابستان نیز بر اساس سناریوی B1 کاهش و بر اساس سناریوی A1 در فصول بهار و زمستان کاهش می‌یابد.

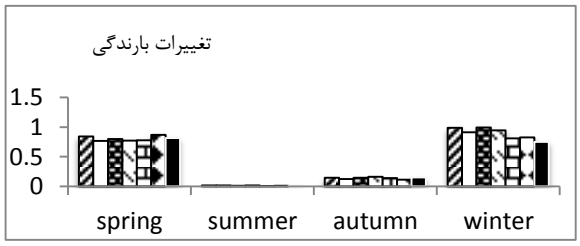


شکل ۱۰- بررسی و پیش بینی تغییر ات فصلی دمای کمینه ، دمای بیشینه و بارش ایستگاه سینوپتیک قاین بر اساس سناریوی A1 و B1 توسط مدل GIAOM

نتایج شکل ۱۰ نشان دهنده افزایش حداقل و حداکثر دما در هر سه دوره آتی و همچنین نشان دهنده افزایش بارش‌ها در ماه می در هر سه دوره، سپتامبر و اکتبر در دوره آتی ۲۰۲۰و نوامبر در دوره آتی ۲۰۸۰ می‌باشد.

همچنین در هر سه دوره آتی افزایش حداقل و حداکثر دما و افزایش بارش‌ها در ماه آپریل، می، ژوئن، ژولای ، سپتامبر، نوامبر در دوره‌های آتی ۲۰۲۰ و ۲۰۵۰ را شاهد خواهیم بود.





شکل11- پیش بینی تغییرات فصلی دمای کمینه، دمای بیشینه و بارش ایستگاه قاین برای دوره های آتی ۲۰۲۰، ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ با استفاده از نتایج مدل GIAOMو بر اساس سناریوهای A1 و B1

نتایج شکل ۱۱ نشان دهنده افزایش حداقل و حداکثر دما در هر سه دوره آتی و همچنین نشان دهنده افزایش بارش ها در فصل پاییز و زمستان بر اساس هر دو سناریو برای دوره آتی ۲۰۲۰ می باشد. بر اساس دوره ۲۰۵۰ میزان بارش‌ها بر اساس سناریوی B1 در فصل پاییز و زمستان افزایش و بر اساس سناریوی A1 در تمام فصول کاهش می‌یابد.

د- نتیجه گیری

در این تحقیق نتایج مدل‌های مختلف تغییر اقلیم با استفاده از مدل ریزمقیاس کننده LARS-WG برای ارزیابی پارامترهای اقلیمی منطقه قاین در خراسان جنوبی مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول۲- نتایج تغییرات پارامترهای اقلیمی بر اساس سناریوهای A1 و B1 در دوره های آتی ۲۰۲۰،۲۰۵۰ و ۲۰۸۰

	سناریوی A1								
	متوسط درصد تغییرات			حداکثر دما(سلسیوس)			حداقل دما(سلسیوس)		
نام مدل	دوره ۲۰۲۰	دوره ۲۰۵۰	دوره ۲۰۸۰	دوره ۲۰۲۰	دوره ۲۰۵۰	دوره ۲۰۸۰	دوره ۲۰۲۰	دوره ۲۰۵۰	دوره ۲۰۸۰
BCM2	٪۲۵ افزایش	٪۶ کاهش	٪6 افزایش	۰-۱ افزایش	۰-۳ افزایش	۲-۴ افزایش	۰-۱ افزایش	۰-۲ افزایش	۱-۳ افزایش
CSM K3	٪۱۴ افزایش	٪۱۹ کاهش	٪۳ افزایش	۰-۱ افزایش	۰ -۱.۵ افزایش	۲-۳ افزایش	۰-۱ افزایش	۱-۲ افزایش	۱-۳ افزایش
CFCM	٪۳۷	٪۱۷	٪۱۵	۰-۱	۱-۳	۲-۵	۰-۱	۱-۳	۲-۵
GIAO M	٪۲۵	٪۱۵	٪۴	۰-۱	۱-۲	۱.۵-۳	۰-۱	۱-۲	۱.۵-۳
FGOA	٪۱۹	٪۱۱	٪۴	۰-۱	۱-۲	۲-۳	۰-۱	۱-۲	۲-۳
	سناریوی B1								
	متوسط درصد تغییرات			حداکثر دما(سلسیوس)			حداقل دما(سلسیوس)		

نام مدل	دوره	دوره	دوره	دوره	دوره	دوره	دوره	دوره	دوره
BCM2	٪۱۳	٪۲۷	٪۱	۰-۱	۰-2	-3	۰-۱	۰-۲	۰-۲
CSM K3	٪۱۱	٪۳۴	٪۲۲	۰-۱	۰ -۱	۰-۲	۰-۱	۱-۲	۱-۲
CFCM 21	٪۴	٪۱۰۷	٪۱۷	۰-۱	-۲	۰-۳	۰-۱	۱-۲	۱-۳
GIAO M	٪۱۰	٪۲۷	٪۱۸	۰-۱	۱-۲	۱-۳	۰-۱	۱-۲	۱-۳
FGOA LS	٪۱۹	٪۱	٪۱۴	-۱-۲	۰-۲	۱-۲	۰-۲	۰-۲	۱-۲

همانطور که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد بر اساس سناریوی A1 به طور متوسط کلیه مدل‌ها برای دوره آتی ۲۰۲۰ افزایش دمای حداقل در حدود ۱ درجه، دوره آتی ۲۰۵۰ افزایش دما در حدود ۱ تا ۲ درجه و برای دوره آتی ۲۰۸۰ افزایش دما از ۱ تا ۳ درجه را نشان می‌دهند. حداکثر دما برای دوره ۲۰۲۰، ۱ درجه، برای دوره ۲۰۵۰، ۲ تا ۳ درجه و برای دوره ۲۰۸۰ نیز در حدود ۳ درجه خواهد بود. متوسط درصد تغییرات بارندگی بر اساس مدل‌های مختلف متفاوت است بطوریکه نتایج مدل CFCM21 با دیگر مدل‌ها متفاوت می‌باشد. اکثریت مدل‌ها افزایش مقدار بارندگی‌ها را تا دوره آتی ۲۰۲۰ به طور متوسط در حدود ۲۵٪نشان می‌دهند در حالی‌که برای دوره آتی ۲۰۵۰ بعضی مدل‌ها افزایش و برخی کاهش بارندگی و برای دوره آتی ۲۰۸۰ نیز اکثر آنها افزایش بارندگی به طور متوسط در حدود ۶٪ را به نمایش کشیده‌اند. بر اساس سناریوی B1 برای دوره آتی ۲۰۲۰ افزایش دمای حداقل در حدود ۱ درجه، دوره آتی ۲۰۵۰ افزایش دما در حدود ۱ تا ۲ درجه و برای دوره آتی ۲۰۸۰ افزایش دما از ۱ تا ۳ درجه را نشان می‌دهند. حداکثر دما برای دوره ۲۰۲۰، ۱ درجه، برای دوره ۲۰۵۰، ۲ درجه و برای دوره ۲۰۸۰ نیز در حدود ۱ تا ۳ درجه خواهد بود. مدل‌ها افزایش مقدار بارندگی‌ها را تا دوره آتی ۲۰۲۰ در حدود ۱۱٪ و دوره آتی ۲۰۵۰ در حدود۳۹٪ و کاهش بارش‌ها برای در حدود ۱۲٪ را برای دوره آتی ۲۰۸۰ نشان می‌دهند.

همانطور که نتایج جدول ۲ در پیوست نشان می‌دهد مقادیر بارش‌ها بر اساس سناریوی A1 برای دوره آتی ۲۰۲۰ در اکثر فصول در حال افزایش است البته نتایج مدل CFCM21 با نتایج دیگر مدل‌ها قدری مغایرت دارد. همه مدل‌ها به جز مدل FGOALS کاهش بارش‌ها در فصل بهار برای دوره آتی ۲۰۵۰ و تمامی مدل‌ها نیز کاهش بارش‌ها در فصل بهار برای دوره ۲۰۸۰ در این فصل را نشان می‌دهند. بر اساس سناریوی B1 نیز اکثر مدل‌ها کاهش بارندگی در فصل بهار برای دوره آتی ۲۰۲۰ و افزایش بارش‌ها در فصل زمستان در کلیه دوره‌های آتی را نشان می‌دهد.

نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که در درازمدت دماهای حداقل و حداکثر در منطقه قاین در خراسان جنوبی افزایش پیدا خواهد کرد که این تغییرات دمایی در دوره‌های آتی در دیگر نقاط کشور نیز در آینده رخ خواهد داد بطوریکه نتایج دیگر محققان ایرانی از جمله ضرغامی، اشرف، خسروی، نصیری محلاتی، زابل عباسی و حسامی کرمانی گویای این مطلب است. بر اساس نتایج مدل‌های مختلف بر اساس سناریوی A1 مقدار بارش‌ها تا دوره ۲۰۲۰ ، از ۱۴تا ۳۷ درصد و برای دوره ۲۰۸۰ از ۳ تا ۶ درصد افزایش خواهد یافت که این نتیجه افزایش بارش‌ها با پژوهش زابل عباسی و همکارانش برای منطقه خراسان جنوبی مقداری مطابقت دارد. همچنین مقدار بارش‌ها بر اساس سناریوی B1 برای دوره ۲۰۲۰ نیز از ۱۰ تا ۱۹ درصد متغیر است و روند افزایشی دارد. برای دوره ۲۰۵۰ نتایج مدلCFCM21 با دیگر مدل‌ها تفاوت فاحشی دارد لیکن مدل‌های دیگر افزایش بارشی در حدود ۱ تا ۳۴ درصد را نشان می‌دهند.

۵- منابع

اشرف ب. موسوی بایگی م. کمالی غ ع. و داوری ک.۱۳۹۰.پیش بینی تغییرات فصلی پارامترهای اقلیمی در ۲۰ سال آتی با استفاده از ریز مقیاس نمایی آماری داده های مدل HADCM3. نشریه آب و خاک ۲۵: ۹۵۲-۹۴۰.

بابائیان ا .نجفی نیک ز .حبیبی نوخندان م .زابل عباسی ف .ادب ح .و ملبوسی ش. ۱۳۸۵. ارزیابی مدل LARS-WG برای مدل سازی پارامترهای هواشناسی استان خراسان ، دوره آماری(۲۰۰۳-۱۹۶۱). مجله نیوار ۶۲: ۶۵-۴۹.

حسامی کرمانی م ر. ۱۳۸۶ . پیش بینی تغییرات اقلیمی استان کرمان با استفاده ازروش ریزمقیاس نمایی آماری، همایش پیش بینی عددی وضع هوا. پژوهشکده هواشناسی. گروه پژوهشی هواشناسی دینامیکی وهمدیدی.

خسروی م. اسماعیل نژاد م. و نظری پور ح.۲۰۱۰. تغییر اقلیم و تاثیر آن بر منابع خاورمیانه. مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام.۱۶-۱۴ آپریل ۲۰۱۰. زاهدان. ایران.

زابل عباسی ف. ملبوسی ش. بابائیان ا. اثمری م. و برهانی ر.۱۳۸۹. پیش بینی تغییرات اقلیمی خراسان جنوبی در دوره ۲۰۳۹ -۲۰۱۰ میلادی با استفاده از ریز مقیاس نمایی آماری خروجی مدل ECHO-G. نشریه آب و خاک ۲۴: ۲۳۳-۲۱۸.

علیزاده ا. سیاری ن. حسامی کرمانی م ر. بنایان اول م. و فرید حسینی ع. 1389.بررسی پتانسیل اثرات اقلیمی بر منابع و مصارف آب کشاورزی(مطالعه موردی: حوضه آبریز رودخانه کشف رود). نشریه آب و خاک 24: ۸۳۵-۸۱۵.

کوچکی ع . نصیری محلاتی م. وکمالی غ. ۱۳۸۶ . مطالعه شاخص های هواشناسی ایران در شرایط تغییراقلیم . مجله پژوهشهای زراعی ایران . ۱۴۲:۱۳۳-۱

IPCC. 2007. Summary for policy makers Climate change: The physical science basis. Contribution of working group I to the forth assessment report. Cambridge University Press, 881 PP.

IPCC. 1995. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Cambridge University Press, 878 PP.

Lane M.E., Kirshen P.H., and Vogel R.M. 1999. Indicators of impact of global climate change on U.S. water.

Mitchell T.D. 2003. Pattern Scaling: An Examination of Accuracy of the Technique for Describing Future Climates. Climatic Change, 60: 217-242.

Zarghami M., Abdi A., Babaeian I., Hassanzadeha Y., and Kanani R. 2011. Impacts of climate change on runoffs in East Azerbaijan, Iran. Global and Planetary Change Journal. 78: 137–146.

پیوست

جدول ۱- ویژگی های مدل های گردش عمومی جو و سناریوهای تغییر اقلیم

خصوصیات مدل BCM2	طراح مدل	مرکز تحقیقات اقلیمی	
	متغیرهای پیش گویی جوی	مرکز تحقیقات پیش بینی اقلیمی بجرکنس- نروژ	دما، مؤلفه های تابش در بالای اتمسفر، مؤلفه های افقی سرعت باد، فشار سطح، رطوبت، بارش،
	متغیرهای پیش گویی اقیانوسی	مرکز تحقیقات پیش بینی اقلیمی بجرکنس- نروژ	دما، شوری، مؤلفه های افقی سرعت باد در جو باروکلینیک، عمق لایه اختلاط
	قدرت تفکیک جوی	عرض جغرافیایی ۱.۹ درجه در طول جغرافیایی ۱.۹درجه	
	قدرت تفکیک اقیانوسی	عرض جغرافیایی ۱.۵-۰.۵ درجه درطول جغرافیایی ۱.۵ درجه	
خصوصیات مدل CSMK3	طراح مدل	سازمان تحقیقات صنعتی و هواشناسی استرالیا	
	متغیرهای پیش گویی جوی	مرکز تحقیقات هواشناسی استرالیا	دما، مؤلفه های تابش در بالای اتمسفر، مؤلفه های افقی سرعت باد، فشار سطح، رطوبت، بارش،
	متغیرهای پیش گویی اقیانوسی	مرکز تحقیقات هواشناسی استرالیا	دما، شوری، مؤلفه های افقی سرعت باد در جو باروکلینیک، عمق لایه اختلاط
	قدرت تفکیک جوی	عرض جغرافیایی ۱.۹ درجه در طول جغرافیایی ۱.۹درجه	
	قدرت تفکیک اقیانوسی	عرض جغرافیایی ۰.۸ درجه در طول جغرافیایی ۱.۹درجه	
خصوصیات مدل FGOALS	طراح مدل	موسسه فیزیک اتمسفر چین	
	متغیرهای پیش گویی جوی	لابراتوار بین المللی مدل های عددی برای علوم اتمسفر و دینامیک جریان های ژئوفیزیکی	دما، مؤلفه های تابش در بالای اتمسفر، مؤلفه های افقی سرعت باد، فشار سطح، رطوبت، بارش،
	متغیرهای پیش گویی اقیانوسی	لابراتوار بین المللی مدل های عددی علوم اتمسفر و دینامیک جریان های ژئوفیزیکی	دما، شوری، مؤلفه های افقی سرعت باد در جو باروکلینیک، عمق لایه اختلاط
	قدرت تفکیک جوی	عرض جغرافیایی ۲.۸ درجه در طول جغرافیایی ۲.۸درجه	
	قدرت تفکیک اقیانوسی	عرض جغرافیایی ۱ درجه در طول جغرافیایی ۱درجه	
خصوصیات مدل GFCM21 GFCM21	طراح مدل	امریکا	
	متغیرهای پیش گویی جوی	NOAA و لابراتوار جریان های ژئوفیزیکی	دما، مؤلفه های تابش در بالای اتمسفر، مؤلفه های افقی سرعت باد، فشار سطح، رطوبت، بارش،
	متغیرهای پیش گویی اقیانوسی	NOAA و لابراتوار جریان های ژئوفیزیکی	دما، شوری، مؤلفه های افقی سرعت باد در جو باروکلینیک، عمق لایه اختلاط
	قدرت تفکیک جوی	عرض جغرافیایی ۲ درجه در طول جغرافیایی ۲.۵درجه	

	قدرت تفکیک اقیانوسی	عرض جغرافیایی ۱-۰.۳ درجه درطول جغرافیایی ۱ درجه	
خصوصیات مدل GIAOM	طراح مدل	امریکا	
	متغیرهای پیش گویی جوی	مرکز NASA و GRSS امریکا	دما، مؤلفه های تابش در بالای اتمسفر، مؤلفه های افقی سرعت باد، فشار سطح، رطوبت، بارش،
	متغیرهای پیش گویی اقیانوسی	مرکز NASA و GRSS امریکا	دما، شوری، مؤلفه های افقی سرعت باد در جو باروکلینیک، عمق لایه اختلاط
	قدرت تفکیک جوی	عرض جغرافیایی ۳ درجه در طول جغرافیایی ۴درجه	
	قدرت تفکیک اقیانوسی	عرض جغرافیایی ۳ درجه درطول جغرافیایی ۴ درجه	
خصوصیات سناریوها	سناریوی A1	رشد سریع اقتصادی، بیشینه رشد جمعیت در نیمه قرن و پس از آن روند کاهشی، رشد سریع فناوری های نوین و مؤثر	
	سناریوی B1	همگرایی جمعیت در سطح جهان، تغییر در ساختار اقتصاد (کاهش مواد آلاینده و معرفی منابع فناوری پاک و مؤثر)	

جدول۲- متوسط درصد تغییرات بارندگی فصلی بر اساس سناریوهای انتشار A1 وB1 برای دوره های ۲۰۲۰،۲۰۵۰ و ۲۰۸۰

بر اساس سناریوی A1												
	دوره آتی ۲۰۲۰				دوره آتی ۲۰۵۰				دوره آتی ۲۰۸۰			
نام مدل	بهار	تابستا	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
BCM2	7.1	48.2	-8.2	14.6	-16.0	42.1	-13.8	-7.2	-16.1	36.6	-	-13.0
CSMK3	6.5	7.6	4.7	44.7	-8.2	52.2	29.0	45.9	-16.1	36.6	-	-13.0
CFCM21	-15.5	-	13.5	9.4	-22.5	-37.6	-11.2	-6.3	-43.2	-34.1	6.1	-30.1
GIAOM	3.7	16.3	-4.6	31.8	-1.7	-27.5	-5.4	32.3	-4.6	-47.3	-9.1	8.4
FGOALS	2.7	41.1	9.6	20.7	4.2	24.3	-15.7	23.2	-7.2	-3.1	-9.5	-12.0
بر اساس سناریوی B1												
BCM2	-1.92	86.2	-16.2	12.8	-6.0	86.6	11.2	-0.1	-9.5	8.8	-	-18.4
CSMK3	-1.8	5.4	7.5	26.0	10.6	32.9	20.7	46.3	-9.3	-1.3	25.0	2.6
CFCM21	-4.7	-	0.1	13.2	-22.8	-19.2	62.5	17.5	8.1	11.3	-9.3	3.4
GIAOM	-5.6	-7.2	-17.6	22.1	-5.2	-10.1	4.5	25.9	6.9	-19.1	-	10.1
FGOALS	2.7	41.1	9.5	21.5	9.6	1.0	-18.2	13.2	8.1	11.3	-9.3	3.4