مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره هفتم، شماره ۱۷، پاییز ۱۳۹۷
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۲۸
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۳/۰۹
صفحات: ۶۸ - ۵۳

بررسی عدم قطعیت مدل‌ها و سناریوهای تغییراقلیم در برآورد دما، بارش و تبخیر و تعرق منطقه نیشابور

مصطفی یعقوب زاده[۱]*، مهدی امیرآبادی‌زاده[۲]، سیدحسام سیدکابلی[۳]

چکیده

تغییراقلیم نه تنها باعث افزایش دما می‌شود بلکه با تغییر در چرخه بارش جهانی منجر به تغییرات زمانی و مکانی الگوهای بارش می‌شود. در این تحقیق تاثیر پدیده تغییراقلیم بر دما، بارش و تبخیر و تعرق منطقه نیشابور را با درنظرگرفتن عدم قطعیت مدل‌های AOGCM و سناریوهای انتشار در دوره ۲۰۹۹-۲۰۸۰ بررسی شد. بدین منظور در ابتدا مقادیر دمای کمینه، دمای بیشینه و بارش ۱۰ مدل AOGCM تحت سناریوهای A2 و B1 در دوره آتی و دوره پایه (۲۰۱۱-۱۹۹۲) تهیه شده و سپس توسط مدل LARS-WG کوچک مقیاس شدند. تبخیر و تعرق مرجع نیز به روش فائو پنمن مانتیث برای مدل‌ها و سناریوهای تغییراقلیم محاسبه شد. نتایج نشان‌دهنده افزایش دما و تبخیر و تعرق در ماه‌های گرم و کاهش بارش در ماه‌های سرد است. سپس قطعیت ماهانه پارامترهای دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش و تبخیر و تعرق بررسی شد.دما و تبخیر و تعرق در ماه‌های گرم و بارش در ماه‌های سرد دارای قطعیت کمتری نسبت به بقیه ماه‌ها خواهد بود. همچنین نتایج عدم قطعیت مدل‌ها و سناریوهای انتشار در برآورد پارامترها نشان داد، مدل‌های NCARPCM و HADCM3 در برآورد دمای کمینه و بیشینه و مدل های CGCM3T47 و GFDLCM2 در برآورد بارش به‌ترتیب دارای بهترین و کمترین قطعیت برای دو سناریو می‌باشند. عدم قطعیت مدل‌های AOGCM در برآورد تبخیر و تعرق مرجع نیز مشخص می‌کند که بیشترین قطعیت در تخمین تبخیر و تعرق مرجع برای هر دو سناریو در نتایج مدل GISS-ER مشاهده شد. همچنین سناریو A2عملکرد بهتری نسبت به سناریو B1 در تخمین تبخیر و تعرق در منطقه مورد مطالعه دارد.

واژگان کلیدی: تغییراقلیم، عدم قطعیت، مدل‌های AOGCM، سناریو انتشار، تبخیروتعرق مرجع.

[۱]- استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بیرجند (نویسنده مسئول) M.yaghoobzadeh@birjand.ac.ir
[۲]- استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بیرجند M.amirabadizadeh@birjand.ac.ir
[۳]- استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول Hesamkaboli@yahoo.com

مقدمه

گرمایش جهانی ناشی از گازهای گلخانه‌ای موجب تغییراتی در متغیرهای اقلیمی مختلف نظیر دما، بارش، رطوبت هوا و تابش خورشیدی شده است. گرمایش جهانی شرایط خشکی را در نواحی خشک جهان با افزایش تبخیر و تعرق مرجع و افزایش بیابان زدایی تشدید خواهد کرد (گویال[1]، ۲۰۰۴). اگر چه در حال حاضر احتمالاتی نظیر افزایش در میانگین دما با درجه اطمینان پذیری بالایی امکان‌پذیر می‌باشند ولی تعیین تغییر در سایر پارامترهای اقلیمی نظیر بارش، ابرناکی، رطوبت و سرعت باد و همچنین کمی کردن پارامترهایی نظیر رطوبت خاک و تبخیر خصوصاً در مقیاس ناحیه‌ای بسیار مشکل می‌باشد. با افزایش درجه حرارت انتظار می‌رود که قدرت تبخیرکنندگی هوا یا تبخیر و تعرق مرجع افزایش یابد و در نتیجه نیاز آبی گیاهان بطور مستقیم تحت تاثیر پارامترهای اقلیمی و تغییرات آن خواهد بود. افزایش درجه حرارت از یک سو و کاهش احتمالی بارش از طرف دیگر باعث بوجود آمدن شرایط پیچیده اقلیمی در ایران به ویژه در مناطق گرم و خشک خواهد شد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۹). تغییراقلیم نه تنها باعث افزایش دما می‌شود بلکه با تغییر در چرخه بارش جهانی منجر به تغییرات زمانی و مکانی الگوهای بارش می‌شود (ادهیکاری و نجات‌هاشمی[2]، ۲۰۱۶). مطالعاتی نیز در زمینه تاثیر تغییر اقلیم بر دما، بارش و تبخیر و تعرق در سطح جهان صورت گرفته است برای مثال، رودریگز[3] و همکاران (۲۰۰۷) اثرات تغییر اقلیم بر روی نیاز آبی را مدل‌سازی و پهنه‌بندی کردند. نتایج حاصل از مدل‌سازی نیاز آب آبیاری، یک افزایش کلی بین ۱۵ تا ۲۰ درصد در نیاز آبیاری فصلی تا سال ۲۰۵۰ میلادی را بسته به موقعیت و نوع کشت که با تغییرات زمان تقاضا هماهنگ شده باشد، نشان می‌دهد.

شهید[4] و همکاران(۲۰۱۱) اثر تغییر اقلیم بر تغییر نیاز آب آبیاری مزرعه برنج در شمال شرقی بنگلادش را ارزیابی کردند. نتایج آنها نشان داد که تغییر محسوسی در کل نیاز آب آبیاری در اثر تغییر اقلیم اتفاق نیفتاده است و فقط در استفاده روزانه آب آبیاری، میزان افزایشی بوجود می‌آید که باعث افزایش پمپاژ آب در فصل خشک خواهد شد و سطح آب زیرزمینی به خطر می‌افتد. تامپسون و همکاران(۲۰۱۴) تبخیر و تعرق پتانسیل را با استفاده از ۶ مدل موجود در مدل MIKE SHE را برای دوره آتی برآورد کردند. نتایج همه مدل‌ها افزایش تبخیر و تعرق را برای همه مدل‌ها باتوجه به افزایش دما برآورد کردند. میرصانع و همکاران (۱۳۹۰) از نه مدل AOGCM و دو روش ریز مقایس‌سازی تناسبی و سه مدل برآورد نیاز آبی پنمن مانتیس اصلاح شده، جنس هیز و هارگریوزسامانی برای برآورد نیاز آبی گیاهان دشت قزوین در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ نیاز آبی گیاهان منطقه افزایش می‌یابد به گونه‌ای که با احتمال ۵۰٪ این افزایش در روش تناسبی ۴۰٪ و در روش SDSM ۳۰٪ می‌باشد. اشرف و همکاران (۱۳۹۰) نیز در تحقیقی داده‌های مدل گردش عمومی جو HADCM3 طبق سه سناریوی B1، A2 و A1B تایید شده IPCC را با استفاده از مدل LARS-WG5، ریزمقیاس کردند و مقادیر

1- Goyal
2- Adhikari $ Nejadhashemi
3- Rodrı´guez
4- Shahid

ماهانه بارش، دمای کمینه، دمای بیشینه و ساعت آفتابی، تبخیر و تعرق مرجع و بارش موثراستان خراسان رضوی در دوره ۲۰۳۰-۲۰۱۱ را شبیه‌سازی نمودند. نتایج آنها نشان داد که نیاز آبی چغندرقند در ۲۰ سال آینده در اغلب شهرستان‌های استان خراسان رضوی نسبت به دوره کنونی متفاوت خواهد بود.سلیمانی ننادگانی و همکاران (۱۳۹۱) نیز در تحقیقی اثر تغییراقلیم بر تاریخ کشت، طول دوره رشد و تبخیر و تعرق گندم در دوره‌های آتی در منطقه بهشر را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که درجه حرارت در تمامی ماه‌های سال افزایش، دوره زمانی مناسب برای کاشت گندم بین ۹ تا ۲۷ روز افزایش و طول دوره رشد گیاه بین ۴ تا ۱۴روز کوتاه‌تر خواهد شد.

تحقیقات با مدل‌های GCM مختلف و سناریو انتشار مختلف انجام شده است ولی اینکه کدام مدل‌ها نتایج نزدیک به یکدیگر ارائه می‌دهند می‌تواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد. به همین منظور قطعیت مدل‌ها، سناریوهای انتشار توسط محققان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. از آن جمله می‌توان انصاری و همکاران (۱۳۹۳) و پورحسین و مساح بوانی (۱۳۹۴) و قرمزچشمه و همکاران (۱۳۹۴) در مورد عدم قطعیت بردما و بارشو وزینیکی[1]و همکاران (۲۰۱۵) در مورد نیاز آبی اشاره کرد. وزینیکی و همکاران از نرم افزار SWAT برای ارزیابی اثر تغییراقلیم بر روی نیاز آبی وعملکرد پنبه و سویا در حوضه رودخانه کالامازو استفاده کردند. آنها از ۱۰ مدل GCM و ۴سناریو انتشار برای دوره‌های آتی ۲۰۳۹-۲۰۲۰ و ۲۰۷۹-۲۰۶۰ استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد با تغییر به سمت آینده‌های دورتر از قطعیت نیاز آبی کاسته می‌شود. عباس‌نیا و همکاران (۱۳۹۵) تغییرات دمای حداکثر روزانه بر روی کشور ایران در دو دوره زمانی (۷۰-۲۰۴۱ و ۹۹-۲۰۷۱) و بر اساس خروجی دو مدل گردش عمومی جو HADCM3 و CGCM3 تحت سناریوهای انتشار موجود (B2, B1, A1B, A2) مورد بررسی قرار دادند. آنها از مدل SDSM برای ریزمقیاس نمودن داده‌های دما در ۷ ایستگاه کشور استفاده کردند. در تحلیل عدم قطعیت مربوط به مدل سناریوها مشخص شد که مدل CGCM3 تحت سناریو B1 در بین مدل‌ها و سناریوهای مختلف بهترین عملکرد را در شبیه‌سازی دمای آینده داشته است.

اگرچه تاکنون تحقیقات خوبی در زمینه اثر تغییراقلیم بر دما، بارش و تبخیر و تعرق انجام شده است ولی در مورد بررسی عدم قطعیت مدل‌های AOGCM و سناریوهای انتشار تحقیقات اندکی یافت می‌شود. لذا در این تحقیق عدم قطعیت مدل‌ها و سناریوهای انتشار در تخمین دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش و تبخیر و تعرق مرجع به دو صورت بررسی ماهانه و بررسی مدل‌ها و سناریوها انجام شده است.

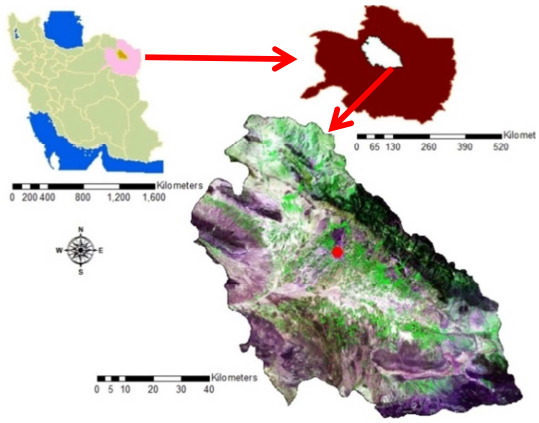
داده‌ها و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق از داده‌های ایستگاه سینوپتیک نیشابور استفاده شده است.ایستگاه از نظر موقعیت جغرافیایی در مختصات ′۴۸ °۵۸ طول شرقی و ″۱۶ °۳۶ عرض شمالی قرار دارد. آب و هوای منطقه نیمه خشک و خشک، متوسط

1- Woznicki

درجه حرارت آن ۱۲درجه سانتیگراد و میزان بارندگی آن بطور متوسط برای کل دشت ۲۹۲ میلی متر گزارش شده است. میزان تبخیر بعلت بالابودن درجه حرارت هوا زیاد بوده و متوسط آن برای کل منطقه۲۳۳۵ میلی متر در سال است (شکل ۱).



شکل۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در سطح استان خراسان رضوی و کشور ایران

مدل‌های و سناریوهای اقلیمی مورد استفاده

در این تحقیق جهت تولید سناریوهای اقلیمی از ده مدل AOGCM و دو سناریو انتشار A2 و B1 استفاده شده است. مشخصات مدل‌های AOGCM مورد استفاده در این تحقیق در جدول(۱) مشخص شده است. داده‌های دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش، تشعشع، رطوبت نسبی و سرعت باد توسط این مدل‌ها و سناریوها ایجاد و توسط مدل LARS-WG ریزمقیاس می‌شوند. تبخیر و تعرق مرجع با استفاده از روش پنمن مانتیث و بوسیله دما، بارش، سرعت باد، رطوبت نسبی هوا و تشعشع محاسبه شده و بنابراین تغییرات این پارامترهای هواشناسی در دوره آتی بر روی تبخیر و تعرق اثر می‌گذارد. در این تحقیق، دوره پایه به‌دلیل دردسترس بودن داده‌های ایستگاه سینوپتیک نیشابور برابر ۲۰۱۱-۱۹۹۲ در نظر گرفته شده است. همچنین، برای نشان دادن قطعیت مدل و سناریوهای تغییراقلیم از باندهای جعبه‌ای(باکس پلات) استفاده شد.

جدول۱: مشخصات مدل‌هایAOGCM **مورد استفاده در این تحقیق** *(IPCC, AR4,2007)*

نام مدل	گروه موسس و کشور	قدرت تفکیک در اتمسفر	قدرت تفکیک در اقیانوس	سناریو های انتشار
HadCm3	UK	2.5°×3.75°, L19	1.25°×1.25°, L20	A2,B1,A1B
ECHAM5/MPI-OM	Germany	T63 (~1.9° x 1.9°) L31	1.5° x 1.5° L40	A2,B1,A1B
CSIRO-MK3.5	Australia	T63 (~1.9° x 1.9°) L18	0.8° x 1.9° L31	A2,B1,A1B
GFDL-CM2.0	USA	2.0° x 2.5° L24	0.3°–1.0° x 1.0°	A2,B1,A1B
GISS-ER	USA	4° x 5° L20	4° x 5° L13	A2,B1,A1B
BCCR-BCM2.0	Norway	T63 (1.9° x 1.9°) L31	0.5°–1.5° x 1.5° L35	A2,B1,A1B
MIROC3.2 medres	Japan	T106 (~1.1° x 1.1°) L56	0.2° x 0.3° L47	A2,B1,A1B
CGCM3 (T47)	Canada	T47 (~2.8° x 2.8°) L31	1.9° x 1.9° L29	A2,B1,A1B
NCARPCM	USA	T42 (4/1° x 4/1°) L26	0.3°–1° x 1° L40	A2, A1B, B1
INMCM3	Russia.	5° x 4° L21	2.5°×2°, L33	A2, A1B, B1

کوچک مقیاس کردن

مدلLARS-WG یکی از پرکاربردترین مدل‌ها برای کوچک مقیاس کردن داده‌های هواشناسی و تولید داده‌های هواشناسی روزانه دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش و تشعشع آفتابی برای داده‌های دوره پایه و آتی است (سمنوف[1]، ۲۰۰۸). در بوداپست طی سال ۱۹۹۱ LARS-WG نسخه اولیه عنوان بخشی از پروژه ارزیابی ریسک‌های کشاورزی در کشور مجارستان ابداع شد. هدف اصلی از اجرای این روش، غلبه بر محدودیت‌های روش زنجیره مارکف در موقع بارش بود. کارآیی این مدل توسط سمنوف در سال۱۹۹۸ در ۱۸ ایستگاه هواشناسی واقع در آمریکا، اروپا و آسیا مورد ارزیابی قرار گرفته است (کوهی و ثنایی نژاد، ۱۳۹۲).

نتایج و بحث

جدول(۲) میانگین دمای ;کمینه، بیشینه، بارش روزانه و تبخیر و تعرق برای ماه‌های مختلف سال طی دوره پایه و بر اساس دو سناریوی A2 و B2 را نشان می‌دهد. بیشترین متوسط و کمترین دمای ماهیانه در ماه‌های ژوئیه و ژانویه اتفاق می‌افتد. متوسط دمای کمینه سناریو B1 و دوره پایه برای سه ماه کمتر از صفر درجه سانتیگراد است درحالی که سناریو A2 فقط یک ماه دمای کمتر از صفر درجه دارد. همچنین این‌جدول مشخص می‌کند در همه ماه‌ها، متوسط دما برای سناریو A2 بیشتر از B1 و در هردو سناریو بیشتر از دوره پایه می‌باشد. متوسط دمای بیشینه نیز از ۹/۷۹ و ۸/۴۴ در ماه ژانویه تا ۳۸/۷ و ۳۶/۸ در ماه ژوئیه به ترتیب برای دو سناریو A2 و B1 تغییر پیدا می‌کند. این در حالی است‌که دمای بیشینه از ۷/۰ تا ۳۴/۸ برای دوره پایه تغییر می‌یابد. در مورد مقادیر متوسط روزانه بارش در ماه نیز در جدول مشخص شد که در ماه‌های گرم سال مانند جولای و آگوست مقدار بارش تقریباً صفر خواهد بود و بیشترین مقدار بارندگی روزانه در ماه، در ماه‌های مارس و ژانویه میلادی اتفاق خواهد افتاد. همچنین در بعضی از ماه‌های گرم سال میانگین روزانه بارش در ماه برای دو سناریو A2 و B1 بیشتر از دوره پایه بیشتر است که به دلیل حجم کم بارش در این ماه‌ها تاثیری بر میزان میانگین روزانه بارش در سال نخواهد داشت. تقریباً در بیشتر ماه‌های سال، میانگین بارش روزانه در ماه برای دوره پایه از دو سناریو A2 و B1 کمتر است و این روند کاهش بارش برای دوره آتی ۲۰۹۹-۲۰۸۰ را نشان می‌دهد. همچنین در ماه‌های آوریل و می تا سپتامبر مقادیر میانگین دوره پایه از میانگین دوره آتی بیشتر و در ماه‌های سرد مقادیر دوره آتی از دوره پایه بیشتر خواهند شد. بنابراین انتظار می‌رود دوره آینده دور (۲۰۹۹-۲۰۸۰)، دوره کم‌بارش‌تری نسبت به حال باشد. دلقندی(۱۳۹۱) نیز دوره آینده دور را دوره کم‌بارش‌تری نسبت به زمان حال تخمین زد.

تبخیر و تعرق جزء اصلی بیلان آب و تعیین‌کننده مقدار آب مورد نیاز برای گیاهان می‌باشد. جدول(۲) مشخص می کند تبخیر و تعرق مرجع در دوره ۲۰۹۹-۲۰۸۰ نسبت به دوره پایه به علت گرم شدن هوا بیشتر می‌شود. در دوره ۲۰۹۹-۲۰۸۰ نسبت به دوره پایه در سناریو A2، بیشترین تفاوت نسبت به سناریوB1 وجود دارد و برآورد شده است

1- Semenov

ماه‌های ژوئن و ژوئیه در بین ماه‌ها، بیشترین مقدار تبخیر و تعرق و ماه‌های ژانویه و دسامبر کمترین مقدار تبخیر و تعرق روزانه در ماه را نسبت به دوره پایه داشته باشند. همچنین در هر دو سناریو انتشار مقادیر تبخیر و تعرق روزانه در دوره ۲۰۹۹-۲۰۸۰ نسبت به دوره پایه افزایش بیشتری خواهند داشت.

جدول۲: متوسط دمای کمینه ماهیانه و تغییرات دما براساس دوره پایه و دوسناریو A2 و B1 از دوره آتی

ماه		ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالیانه
متغیر	سناریو													
Tmin	A2	-۱/۸	۰/۶۹	۵/۴۱	۱۱/۲	۱۶/۳	۲۰/۴	۲۲/۰	۲۰/۱	۱۵/۵	۱۰/۲	۵/۴۱	۱/۱۴	۱۰/۵۵
Tmin	B1	-۳	-۰/۱۲	۴/۴۳	۹/۱۵	۱۴/۱	۱۷/۸	۱۹/۸	۱۷/۸	۱۳/۲	۷/۹۲	۳/۳۷۵	-۰/۳۱	۸/۶۸
Tmax	A2	-۴	-۱/۴۳	۲/۴۶	۷/۶۹	۱۱/۵	۱۵/۵	۱۷/۵	۱۵/۴	۱۰/۶۳	۶/۲۷	۱/۶۴	-۱/۶۳	۶/۸
Tmax	B1	۹/۷۹	۱۳/۱۱	۲۰	۲۷/۲	۳۳/۱	۳۷/۸	۳۸/۸	۳۸/۱	۳۴/۲	۲۷/۹۷	۱۹/۸	۱۳/۷	۲۶/۱۳
P	A2	۸/۴۴	۱۲/۱	۱۸/۴	۲۴/۶	۳۰/۷	۳۵/۳	۳۶/۸	۳۶/۰۲	۳۲/۳۲	۲۵/۹۸	۱۷/۸۲	۱۲/۲۶	۲۴/۲۳
P	B1	۷	۱۰/۲۴	۱۶	۲۲/۵	۲۷/۸	۳۳/۱	۳۴/۸	۳۳/۸	۲۹/۸۲	۲۴/۰۲	۱۵/۹	۹/۹۷	۲۲/۰۸
ET	A2	۱/۱۶	۱/۰۵	۱/۱۵	۰/۷۵	۰/۳۵	۰/۱۹	۰/۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۷۳	۰/۱۶	۰/۸۹	۰/۶۱	۰/۵۳۵
ET	B1	۱/۰۵	۱/۰	۱/۲۱	۰/۸۶	۰/۵۳	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۰۲۸	۰/۰۸۲	۰/۱۳	۰/۷۳	۰/۵۳	۰/۵۳۶

اگر به مقدار افزایش دما در دوره آتی نسبت به دوره پایه برای دو سناریو نیز توجه شود مشخص می‌گردد که متوسط دمای کمینه ماهیانه برای سناریو A2 از ۲/۱۲ تا ۴/۹ و برای سناریو B1 از ۰/۹۸ تا ۲/۵۹ تغییر می‌کند (جدول۳). همچنین با توجه به جدول (۳) مشخص می‌شود بیشترین تفاوت دوره آتی و پایه برای دمای بیشینه در ماه مه برای هر دو سناریو و کمترین تفاوت در ماه ژانویه برای سناریو A2 و ژانویه و فوریه برای سناریو B1 اتفاق می‌افتد. همچنین متوسط سالیانه تفاوت دمای دوره آتی نسبت به دوره پایه برای سناریو A2 دوبرابر سناریو B1 می‌باشد. این امر بحرانی بودن سناریو A2 نسبت به B1 در روند افزایش دما در آینده را نشان خواهد داد. جدول نیز با نشان دادن درصد تغییرات نسبی بارش برای ماه‌های سال و برای دو سناریو مشخص می‌کند در بیشتر ماه‌های سال بارش نسبت به دوره پایه کمتر خواهد شد که این کاهش بارش در ماه‌های پر بارش فوریه تا می برای مناطق خشک و نیمه خشک که بیشتر بارندگی در این ماه‌ها اتفاق می‌افتد می‌تواند زمینه خشکسالی‌های شدید را در منطقه مورد تحقیق فراهم کند. همچنین در ماه‌های گرم تا ۵۸ درصد در مقدار تبخیر و تعرق برای سناریو A2 و ۳۸ درصد برای سناریو B1 در ماه می ممکن است افزایش مقدار وجود داشته باشد و برعکس در ماه‌های سرد ممکن است تبخیر و تعرق در دوره آتی از دوره پایه کمتر شود ولی آنچه مهم است متوسط سالانه تبخیر و تعرق برای سناریو A2و B1 به‌ترتیب حدود ۳۵ و ۲۱ درصد افزایش را نشان می‌دهد. لی[1] همکاران (۲۰۱۲)، نیز افزایش۷ درصدی تبخیر و تعرق مرجع را برای

1-Li

دوره ۲۰۴۱ و ۱۲ درصدی را برای دوره ۲۰۷۰ در چین گزارش کردند. در نتایج ابراهیم‌پور[1] و همکاران (۲۰۱۳) و بابائیان و کوهی (۱۳۹۱) نیز افزایش تبخیر و تعرق برای دوره آتی پیش‌بینی شد.

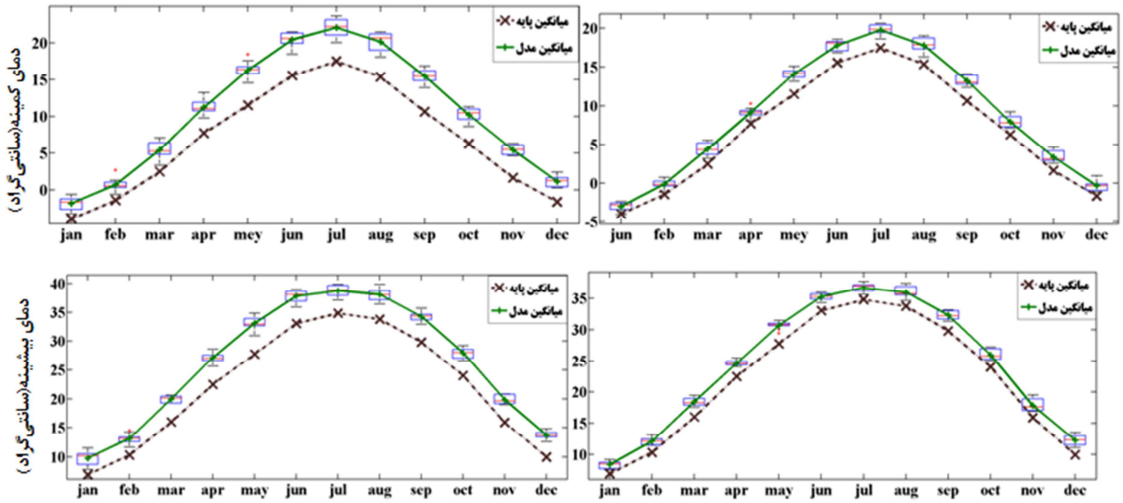
جدول۳: تغییرات پارامترهای اقلیمی در دوره آتی نسبت به دوره پایه براساس سناریوهای انتشارA2 و B1

ماه		ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالیانه
متغیر	سناریو													
Tmin	A2	۲/۱۵	۲/۱۲	۲/۹۴	۳/۵۲	۴/۷۷	۴/۹	۴/۵۷	۴/۷۷	۴/۸۴	۳/۹۳	۳/۷۷	۲/۷۸	۳/۷۵
Tmin	B1	۰/۹۸	۱/۳۱	۱/۹۶	۱/۴۶	۲/۵۹	۲/۲۵	۲/۳۱	۲/۴۶	۲/۶۱	۱/۶۵	۱/۷۳	۱/۳۲	۱/۸۹
Tmax	A2	۲/۷۹	۲/۷۷	۴/۰۱	۴/۶۸	۵/۳۵	۴/۷۳	۳/۹۵	۴/۳	۴/۴۳	۳/۹۵	۳/۹۳	۳/۷۳	۴/۰۵
Tmax	B1	۱/۴۴	۱/۷۶	۲/۴۵	۲/۱۲	۲/۹۳	۲/۲۳	۱/۹۸	۲/۲۴	۲/۵۱	۱/۹۶	۱/۹۲	۲/۲۸	۲/۱۵
P	A2	۲/۴۳	-۱۸/۰	-۲۶/۲	-۳۲/۶	-۴۱	۲۵/۷	-۴۱	-۶۳	۹۴/۸۹	۸/۲۵	۳۹/۹۸	-۲۷/۴	-۱۵/۰
P	B1	-۷/۶	-۲۲/۳	-۱۵/۸	-۲۲/۴	-۱۲	-۵/۸	-۲۳	۵۲۶	۱۱۸	-۱۳/۲	۱۵/۵۷	-۳۷/۲	-۱۴/۹
ET	A2	۱/۱	۱۲/۸۵	۳۱/۰۸	۵۱/۵	۵۸/۳	۴۱/۰	۲۹/۷	۳۰/۱	۲۹/۳۶	۳۸/۹۷	۱۳/۹۹	۰/۳۳	۳۴/۷۶
ET	B1	-۷	۱/۱۶	۱۶/۶	۲۷/۴	۳۸/۰	۲۵/۶	۱۹/۰	۱۹/۶	۱۹/۲	۲۳/۶۷	-۲/۲۳	-۱۱/۶	۲۰/۶۲

عدم قطعیت ماهانه پارامترهای اقلیمی و تبخیر و تعرق

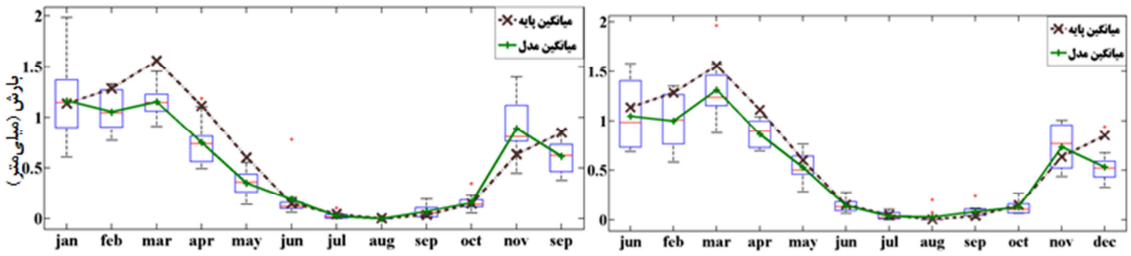
در آینده و با گرم شدن تدریجی هوا، در ماه‌های مختلف تغییرات کم تا زیاد دما اتفاق خواهد افتاد. شکل(۲) دامنه تغییرات دمای کمینه و بیشینه را برای دو سناریو A2 و B1 برای ماه‌های مختلف سال نشان می‌دهد. دامنه تغییرات دمای کمینه در ماه‌های سرد مانند دسامبر و فوریه کم و برای ماه‌های گرم مانند آگوست برای هر دو سناریو زیاد است. در مورد دمای بیشینه نیز قطعیت برآورد در ماه‌های سرد دسامبر و فوریه برای سناریو A2 و فوریه و آوریل بیشتر از ماه‌های دیگر است. این امر نشان می‌دهد مدل‌های GCM در ماه‌های گرم مقادیر تغییرات بیشتر دمای کمینه و بیشینه و در ماه‌های سرد تغییرات کمتر را برآورد می‌نمایند. همچنین تفاوت ماهانه دما در دوره آتی ۲۰۹۹-۲۰۸۰ با دوره پایه در ماه‌های گرم از آوریل تا اکتبر بیشتر می‌شود. در مقایسه سناریوها نیز سناریو A2 نسبت به سناریو B1 تفاوت بیشتری بین مقادیر دوره ۲۰۹۹-۲۰۸۰ و دوره پایه نشان‌می‌دهد. هوشمند و خردادی(۱۳۹۳) نیز تغییرات بیشتر دمای بیشینه برای سناریو A2 را نسبت به B1 برآورد کردند. در حالت کلی سناریوها، گرم شدن هوا در آینده دور و در فصل گرم تابستان را برآورد کردند. تقریباً همه محققان افزایش درجه حرارات و گرم شدن هوا را برای آینده تخمین زدند (چونگ[2]و همکاران(۲۰۱۱) و نوکس[3] و همکاران(۲۰۱۰).

1- Ebrahimpour
2- Chung
3- Knox



شکل۲: بررسی ماهانه دامنه تغییرات روزانه دمای کمینه(بالایی) وبیشینه(پایینی) در دوره آتی نسبت به دوره پایه براساس سناریو A2(سمت چپ) و B1(سمت راست)

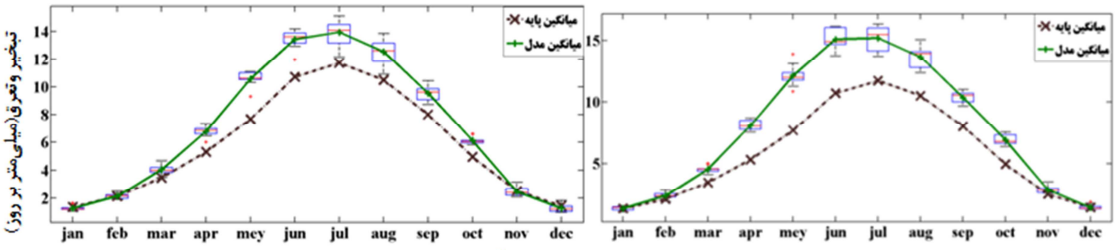
دامنه تغییرات بارش برای ماه‌های مختلف سال برای دوره آتی مشخص می‌کند در ماه‌های گرم علاوه بر اینکه بارش کاهش می‌یابد عدم قطعیت مدل‌ها در برآورد بارش کاهش می‌یابد. تفاوت میانگین پایه و میانگین مدل نیز در ماه-های سال برای سناریو A2 نسبت به B1 بیشتر است. نکته جالب توجه این است که در ماه نوامبر مقادیر میانگین بارش مدل‌ها از پایه بیشتر است یا به عبارتی بارش در این ماه نسبت به دوره پایه افزایش می‌یابد. در بین ماه‌ها، ژانویه به دلیل داشتن بیشترین پهنای باند دارای کمترین قطعیت در برآورد بارش برای هر دو سناریو A2 و B1 می-باشد.



شکل۳: بررسی ماهانه دامنه تغییرات بارش روزانه دردوره آتی نسبت به‌دوره پایه براساس سناریو A2(سمت چپ) و B1(سمت راست)

پهنای باندهای جعبه‌ای، عدم‌قطعیت تبخیر و تعرق مرجع مدل‌های GCM برای دو سناریو A2 و B1 مشخص می-کند. مشابه دمای کمینه و بیشینه، تبخیر و تعرق مرجع در ماه‌های گرم مانند ژولای به دلیل دارابودن پهنای باند بیشتر دارای کمترین قطعیت می‌باشند و این قطعیت در ماه‌های سرد بیشتر می‌شود. همچنین بیشتر بودن تفاوت میانگین پایه و مدل‌ها برای سناریو A2 نسبت به B1 نشان می‌دهد مقادیر تبخیر و تعرق مرجع برای مدل‌های تحت

سناریو A2 بیشتر افزایش می‌یابد. مزا[1] و همکاران(۲۰۱۲) نیز سناریوA2 را نسبت به B1 افزایش دما و تبخیر و تعرق و کاهش بارش برآورد کردند.

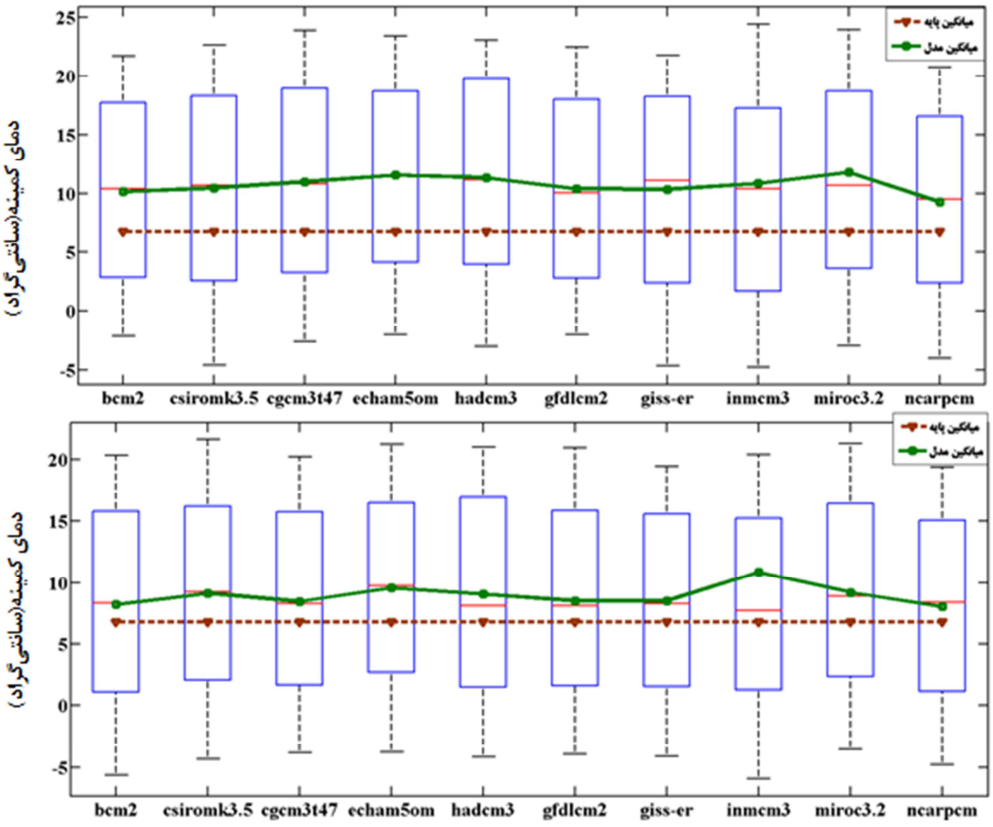


شکل ۴: بررسی ماهانه دامنه تغییرات تبخیر وتعرق مرجع روزانه در دوره آتی نسبت به دوره پایه براساس سناریو A2**(سمت چپ) و** B1**(سمت راست)**

عدم قطعیت مدل‌های AOGCM در برآورد پارامترهای اقلیمی

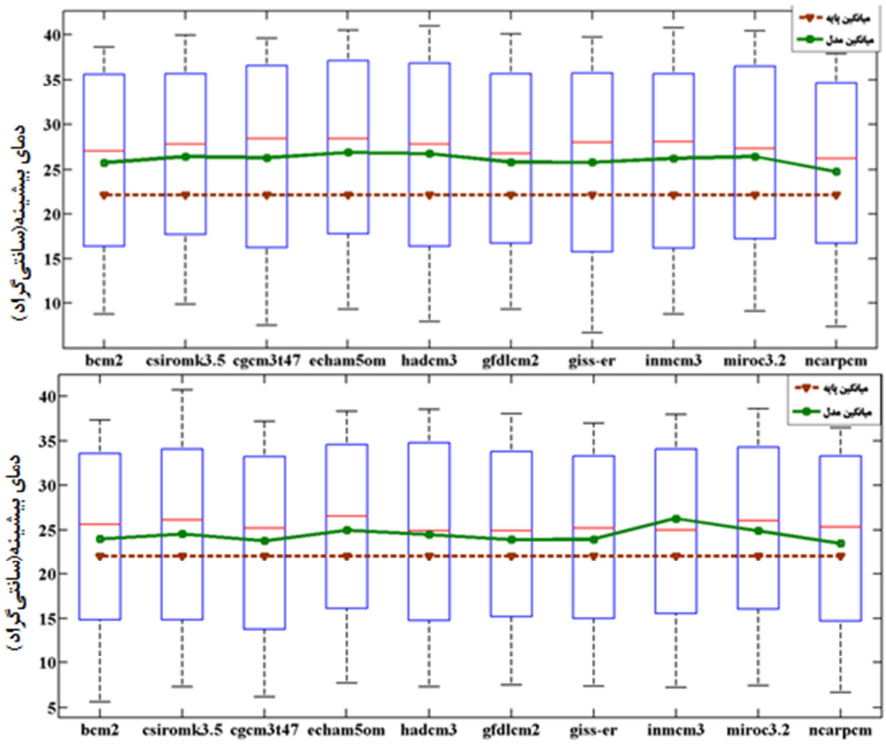
مقایسه میانگین نمودار جعبه‌ای دمای کمینه ده مدل سری چهارم با دوره پایه (baseline) برای سناریو A2 نشان می‌دهد که دمای کمینه در دوره آتی ۲۰۹۹-۲۰۸۰ نسبت به دوره پایه افزایش می‌یابد. مدل‌ها، دارای قطعیت تقریباً برابری در برآورد دمای کمینه می‌باشد. با این وجود مدل‌های NCARPCM و HADCM3 به ترتیب دارای کمترین و بیشترین عدم قطعیت در برآورد دمای کمینه برای دو سناریو می‌باشند. همچنین در بین مدل‌ها در سناریوهای A2 و B1، مدل‌های MIROC3.2 و INMCM3 دارای میانگین دمای کمینه بالاتری نسبت به مدل‌های دیگر برای دو سناریو A2 و B1 می‌باشد. میانگین دمای کمینه برای مدل‌ها برای سناریو B1 نسبت به A2 کمتر است.

1-Meza



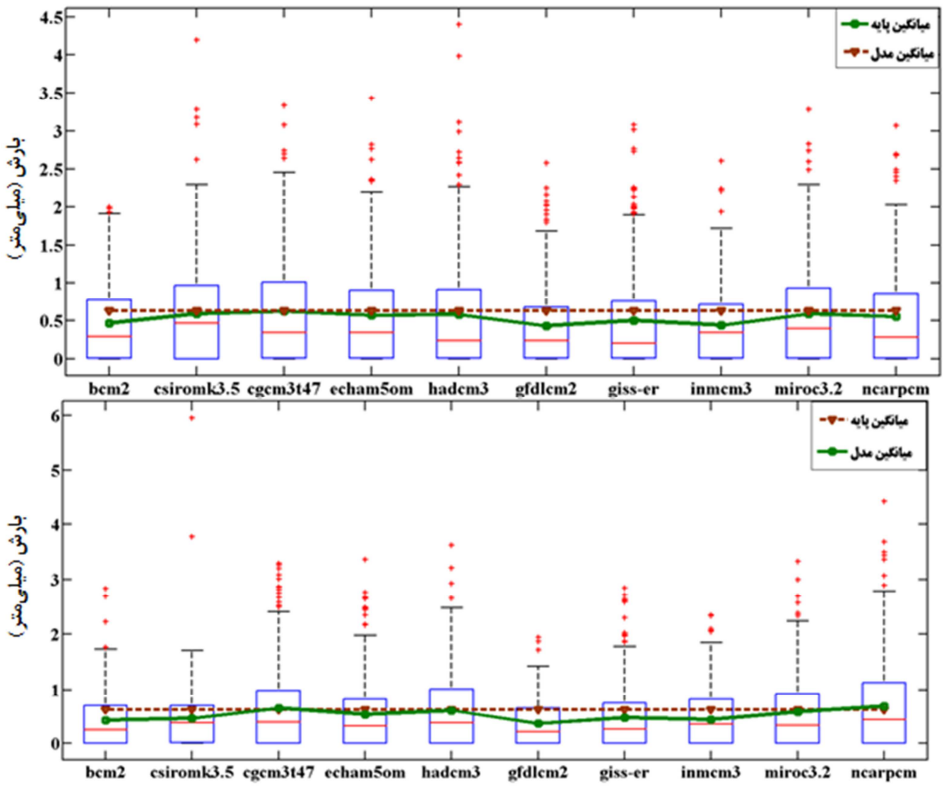
شکل۵: نمودار جعبه‌ای دمای کمینه روزانه مدل‌های GCM براساس دو سناریوA2 (بالایی) و B1 (پایینی)

روند تغییرات دمای بیشینه برای ده مدل AOGCM و دوره پایه برای سناریو A2 نشان می‌دهد که دمای بیشینه برای دوره آتی ۲۰۹۹-۲۰۸۰ نسبت به دوره پایه افزایش می‌یابد (شکل۶). در بین مدل‌ها مدل CSIROMK3.5 و NCARPCM دارای عدم قطعیت کمتری نسبت به مدل‌های دیگر می‌باشند. همچنین حداقل دمای بیشینه برای دوره پایه به کمتر از صفر درجه سانتیگراد می‌رسد در حالی که برای دوره آتی مقادیر دمای بیشینه از حداقل ۵ درجه شروع می‌شود. روند تغییرات دمای بیشینه برای سناریو B1 نیز مشابه سناریو A2 می‌باشد با این تفاوت که مقادیر دمای بیشینه در سناریو B1 نسبت به سناریو A2 کمتر است. همچنین در مقایسه میانگین دماهای بیشینه، مدل INMCM3 نسبت به مدل‌های دیگر بیشترین مقدار را دارا می‌باشد.



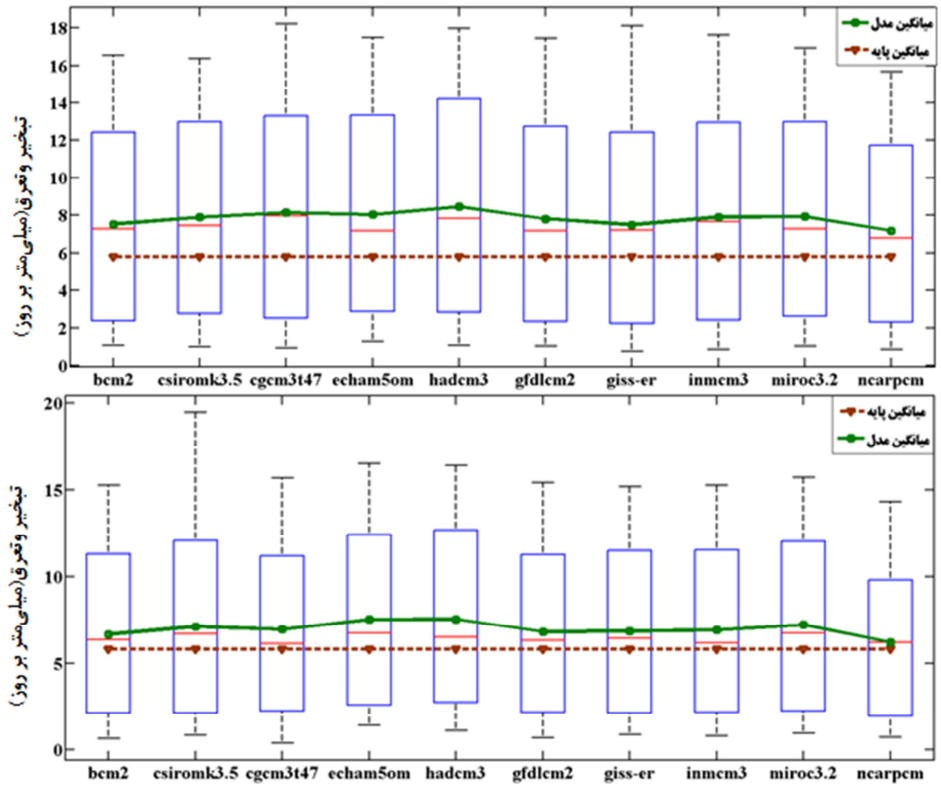
شکل۶: نمودارجعبه‌ای دمای بیشینه روزانه مدل‌هایGCM براساس دو سناریوA2(بالایی) وB1 (پایینی)

شکل(۷) عدم قطعیت مدل‌های AOGCM با دو سناریو A2 و B1 را برای دوره آتی نشان می‌دهد. برای سناریو A2 مدل‌های CGCM3T47 و MIROC3.2 نسبت به مدل‌های دیگر به دلیل داشتن ضخامت باند بیشتر از قطعیت کمتری برخوردارند و مدل GFDLCM2 دارای بهترین قطعیت در بین مدل‌های می‌باشد. همچنین این شکل مشخص می‌کند میانگین داده‌های بارش روزانه در ماه از مقدار میانه داده‌ها خیلی بیشتر است و این به دلیل اختلاف زیاد مقدار بارش در زمستان و تابستان در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در شکل سناریوB1 نیز مشخص است مدل-های CGCM3T47، HADCM3 و NCARPCM دارای کمترین قطعیت و به دلیل ضخامت باند بیشتر و مدل‌های GFDLCM2، CSIROMK3.5 و BCM2 دارای بیشترین قطعیت به دلیل ضخامت باند کمتر می‌باشند. بنابراین در مجموع دو سناریو،مدلGFDLCM2 دارای کمترین عدم قطعیت یا بیشترین قطعیت در برآورد بارش می‌باشند. همچنین برای هر دو سناریو، مقادیر میانگین نسبت به میانگین پایه مدل‌هایGFDLCM2 و BCM2 در برابر مدل-های دیگر کمتر است.



شکل۷: نمودار جعبه‌ای بارش روزانه مدل‌های GCM براساس دو سناریوA2 (بالایی) و B1 (پایینی)

عدم قطعیت مدل‌های AOGCM در برآورد تبخیر و تعرق مرجع مشخص می‌کند که کمترین عدم‌قطعیت در تخمین تبخیر و تعرق مرجع برای هر دو سناریو درمدل GISS-ER و بیشترین عدم‌قطعیت برای مدل‌های HADCM3 و CSIROMK3.5 به‌ترتیب برای سناریو A2 و B1 مشاهده شد. همچنین مقادیر تبخیر و تعرق برای مدل‌ها نشان می-دهد که مدل HADCM3 در سناریو A2 و مدل CSIROMK3.5 در سناریو B1 دارای بیشترین مقادیر تبخیر و تعرق برای دوره آتی ۲۰۹۹-۲۰۸۰ خواهند بود. عدم قطعیت سناریوهای A2 و B1 برای ده مدل AOGCM نشان می‌دهد سناریو A2 عدم قطعیت بیشتری نسبت به سناریو B1 به دلیل ضخامت بیشتر باند دارد. همچنین این نمودار مشخص می‌کند مقادیر تبخیر و تعرق مرجع در سناریو A2 نسبت به B1 بیشتر و مقادیر این دو سناریو نیز نسبت به دوره پایه بیشتر می‌باشد.



شکل۸: نمودار جعبه‌ای تبخیر وتعرق مرجع روزانه مدل‌های GCM براساس دو سناریوA2 (بالایی) و B1 (پایینی)

نتیجه‌گیری

در این تحقیق سعی شد علاوه بر برآورد دما و بارش و تبخیر و تعرق، عدم قطعیت‌های ممکن در تخمین هریک از این پارامترها بصورت بررسی ماهانه و بررسی مدل‌ها و سناریوهای انتشار با استفاده از نمودار باکس پلات مورد بررسی قرار گرفت. در مورد دمای بیشینه و کمینه مشخص شد بیشترین متوسط دمای ماهیانه در ماه ژوئیه اتفاق می‌افتد و کمترین دما در ماه ژانویه اتفاق می‌افتد. بیشترین تفاوت دوره آتی و پایه برای دمای بیشینه در ماه مه برای هر دو سناریو و کمترین تفاوت در ماه ژانویه برای سناریو A2 و ژانویه و فوریه برای سناریو B1 اتفاق می‌افتد. همچنین متوسط سالیانه تفاوت دمای دوره آتی نسبت به دوره پایه برای سناریو A2 دوبرابر سناریو B1 می‌باشد. این امر بحرانی بودن سناریو A2 نسبت به B1 در روند افزایش دما در آینده را نشان خواهد داد.بیشترین مقدار بارندگی روزانه در ماه، در ماه‌های مارس و ژانویه میلادی اتفاق خواهد افتاد. در بیشتر ماه‌های سال بارش نسبت به دوره پایه کمتر خواهد شد که این کاهش در ماه‌های پر بارش فوریه تا مه برای مناطق کم بارشی مانند ایران که بیشتر بارندگی در این ماه‌ها اتفاق می‌افتد می‌تواند زمینه خشکسالی‌های شدید را در منطقه فراهم کند. تبخیر و تعرق مرجع در دوره آتی نسبت به دوره پایه به علت گرم شدن هوا بیشتر می شود. ماه‌های ژوئن و ژوئیه در بین ماه‌ها، بیشترین مقدار

تبخیر و تعرق و ماه‌های ژانویه و دسامبر کمترین مقدار تبخیر و تعرق روزانه در ماه را نسبت به دوره پایه داشته باشند.

مدل‌های GCM در ماه‌های گرم مقادیر تغییرات بیشتر دمای کمینه و بیشینه و در ماه‌های سرد تغییرات کمتر را برآورد می‌نمایند. در مقایسه سناریوها نیز سناریو A2 نسبت به سناریو B1 تفاوت بیشتری بین مقادیر دوره ۲۰۹۹-۲۰۸۰ و دوره پایه نشان می‌دهد. در ماه‌های گرم علاوه بر اینکه بارش کاهش می‌یابد عدم‌قطعیت مدل‌ها در برآورد بارش کاهش می‌یابد. در بین ماه‌ها، ژانویه به دلیل داشتن بیشترین پهنای باند دارای بیشترین عدم‌قطعیت در برآورد بارش برای هر دو سناریو A2 و B1 می‌باشد. تبخیر و تعرق مرجع نیز در ماه‌های گرم مانند ژولای به دلیل دارابودن پهنای باند بیشتر دارای بیشترین عدم‌قطعیت می‌باشند و این عدم‌قطعیت در ماه‌های سرد کمتر می‌شود. مدل‌های NCARPCM و HADCM3 به‌ترتیب دارای کمترین و بیشترین عدم‌قطعیت در برآورد دمای کمینه و بیشینه برای دو سناریو می‌باشند. همچنین در بین مدل‌ها در سناریوهای A2 و B1، مدل‌های MIROC3.2 و INMCM3 دارای میانگین دمای بالاتری نسبت به مدل‌های دیگر برای دو سناریو A2 و B1 می‌باشد. برای سناریو A2 و B1، مدل‌های CGCM3T47 و GFDLCM2 نسبت به مدل‌های دیگر بهترین و بدترین عملکرد در بین مدل‌های دیگر در برآورد بارش می‌باشد. همچنین برای هر دو سناریو، مقادیر میانگین بارش مدل GFDLCM2 نسبت به میانگین پایه نسبت به مدل‌های دیگر کمتر است. عدم قطعیت مدل‌های AOGCM در برآورد تبخیر و تعرق مرجع مشخص می‌کند که کمترین عدم‌قطعیت در تخمین تبخیر و تعرق مرجع برای هر دو سناریو در مدل GISS-ER و بیشترین عدم‌قطعیت برای مدلHADCM3 برای سناریو A2 و بیشترین عدم‌قطعیت در مدل‌های CSIROMK3.5 در سناریو B1 مشاهده شد. همچنین مقادیر تبخیر و تعرق برای مدل‌ها نشان می‌دهد که مدل HADCM3 در سناریو A2 و مدل CSIROMK3.5 در سناریو B1 دارای بیشترین مقادیر تبخیر و تعرق برای دوره آتی ۲۰۹۹-۲۰۸۰ خواهند بود. همچنین سناریو A2 عدم‌قطعیت بیشتری نسبت به سناریو B1 به دلیل ضخامت بیشتر باند در تخمین تبخیر و تعرق دارد.

منابع

اشرف، بتول؛ موسوی بایگی، محمد؛ کمالی، غلامعلی؛ داوری کامران (۱۳۹۰). پیش بینی نیازآبی چغندرقند در دوره ۲۰۳۰-۲۰۱۱ با استفاده از داده‌های اقلیمی شبیه سازی شده توسط مدل ریزمقیاس کننده LARS-WG (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی). نشریه آب و خاک. دوره۲۵، شماره۵،صص۱۱۹۶-۱۱۸۴.

انصاری، حسین؛ خدیوی، مهدی؛ صالح نیا، نسرین؛ بابائیان ایمان (۱۳۹۳). بررسی عدم قطعیت مدل LARS تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 در پیش بینی بارش و دما (مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک مشهد). مجله آبیاری و زهکشی ایران، دوره۸، شماره۴، صص۶۷۲-۶۶۴.

بابائیان، ایمان؛ کوهی منصوره (۱۳۹۱). ارزیابی شاخص‌های اقلیم کشاورزی تحت سناریوهای تغییراقلیم در ایستگاه‌های منتخب خراسان رضوی. مجله آب و خاک، دوره۲۶، شماره۴، صص۹۶۷-۹۵۳.

پورعلی حسین، سیده شیما؛ مساح بوانی علیرضا (۱۳۹۲). تحلیل مخاطره و ارزیابی اثر تغییراقلیم بر دما و بارش استان آذربایجان شرقی دوره ۲۰۱۳-۲۰۲۲. مجله فیزیک زمین و فضا. دوره ۳۹، شماره ۴، صص۲۰۸-۱۹۱.

دلقندی، مهدی (۱۳۹۱). ارزیابی اثرات ریسک تغییراقلیم بر عملکرد گندم و ارائه راهکارهای سازگاری با آن(مطالعه موردی: جنوب دشت خوزستان). رساله دکتری آبیاری وزهکشی. دانشگاه شهیدچمران اهواز. ۱۹۹صفحه.

سلیمانی ننادگانی، مجید، پارسی نژاد، مسعود، عراقی نژاد، شهاب؛ مساح بوانی علیرضا (۱۳۹۱). بررسی رخداد تغییراقلیم و تاثیر آن بر زمان کشت، طول دوره رشد و نیاز آبی گندم زمستانه (مطالعه موردی:بهشر). مجله پژوهش آب ایران. شماره ۱۰، صص۲۰-۱۰.

قرمزچشمه، باقر؛ رسولی، علی اکبر؛ رضائی بنفشه، مجید؛ مساح بوانی، علیرضا؛ خورشیددوست علی (۱۳۹۴). بررسی عدم قطعیت مدل شبکه عصبی مصنوعی در ریزمقیاس گردانی Hadcm3 با روش فاصله اطمینان بوت استراپ، مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، دوره۷، شماره۳، صص۳۱۶-۳۰۶.

عباس نیا، محسن؛ طاووسی، تقی؛ خسروی، محمود؛ توروس حسین (۱۳۹۵). تحلیل دامنه عدم قطعیت تغییرات آینده دمای حداکثر روزانه بر روی ایران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجله اطلاعات جغرافیایی، دوره۲۵، شماره۹۷. صص۴۳-۲۹.

علیزاده، امین؛ سیاری، نسرین؛ حسامی کرمانی، مسعودرضا؛ بنایان اول، محمد؛ فرید حسینی علی (۱۳۸۹). بررسی مرجع اثرات تغییر اقلیمی بر منابع و مصارف آب کشاورزی (مطالعه موردی: حوضه آبریز رودخانه کشف رود). مجله آب و خاک. شماره۲۴، دوره۴، صص۸۳۵-۸۱۵.

کوهی، منصوره؛ ثنایی نژاد حسین (۱۳۹۲). بررسی سناریوهای تغییراقلیم بر اساس نتایج حاصل از دو روش ریزمقیاس گردانی آماری برای متغییر تبخیر-تعرق مرجع در منطقه ارومیه. مجله آبیاری و زهکشی ایران. دوره۷، شماره۴، صص۵۷۴-۵۵۹.

میرصانع، مریم سادات؛ سهرابی ملایوسف، تیمور؛ مساح بوانی، علیرضا؛ بذرافشان جواد (۱۳۹۰). بررسی عدم قطعیت مدل های AOGCM و روش های ریزمقیاس سازی مربوط به تغییراقلیم در شبیه سازی نیازآبی گیاهان (مطالعه موردی: دشت قزوین). چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران. دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران.

هوشمند، دلارام؛ خردادی محمدجواد (۱۳۹۳). بررسی عدم قطعیت مدل‌های AOGCM و سناریوهای انتشار در برآورد پارامترهای اقلیمی(مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک مشهد)، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۱۱، صص ۹۲-۷۷.

Adhikari, U. Nejadhashemi, A. P. (2016). Impacts of Climate Change on Water Resources in Malawi, Journal of Hydrologic Engineering, 21(11):1084-0699.

Chung, S, O., Rodriguez-Diaz, J.A., Weatherhead, E.K., Knox, J.W (2011). Climate change impacts on water for irrigation paddy rice in South Korea, Irrigation, and Drainage. 60: 263–273.

Ebrahimpour, M., Ghahreman, N., Orang, M. (2013). Assessment of Climate Change Impacts on Reference Evapotranspiration and Simulation of Daily Weather Data Using SIMETAW. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 140(2):1-10.

Goyal, R.K. (2004). Sensitivity of evapotranspiration to global warming: A case study of arid zone of Rajasthan (India). Agricultural Water Management. 69: 1-11.

IPCC-TGICA. (2007). General guidelines on the use of scenario data for climate impact and adaptation assessment.eds. Carter, T.R., Version 2, 71p. Intergovernmental Panel on Climate Change, Task Group on Data and Scenario Support for Impact and Climate Assessment.

Knox, J.W., Rodrı´guezDı´az, J.A., Nixon, D.J., Mkhwanazi, M. (2010). preliminary assessment of climate change impacts on sugarcane in Swaziland. Agricultural Systems. 103, PP: 63–72.

Li, Zh., Zheng, F.L., Liub, W.Zh. (2012). Spatiotemporal characteristics of reference evapotranspiration during 1961–2009 and its projected changes during 2011–2099 on the Loess Plateau of China.Agricultural and Forest Meteorology. 154– 155: 147– 155.

Meza, F.J., Daniel, S., Wilks, D.S., Gurovich, L., Bambach, N. (2012). Impacts of Climate Change on Irrigated Agriculture in the Maipo Basin, Chile: Reliability of Water Rights and Changes in the Demand for Irrigation. Journal of Water Resources Planning and Management, Vol. 138, No. 5. 421-430

Rodrı´guezDı´az, J.A., Weatherhead, E.K.W., Knox, J., Camacho, E. (2007). Climate change impacts on irrigation water requirements in the Guadalquivir river basin in Spain. Reg Environmental Change. 7:149–159.

Semenov, M.A. (2008). Extreme impacts of climate change on wheat in England and Wales.Asp Application Biological. 88:37–38.

Shahid, S. (2011). Impact of climate change on irrigation water demand of dry season Boro rice in northwest Bangladesh. Climatic Change, 105: 433–453.

Thompson, J.R., Green, A.J., Kingston, D.G. (2014). Potential evapotranspiration-related uncertainty in climate change impacts on river flow: An assessment for the Mekong River basin. Journal of Hydrology 510:259–279.
Woznicki, S. A., Nejadhashemi, A. P., Parsinejad, M. (2015). Climate change and irrigation demand: Uncertainty and adaptation, Journal of Hydrology: Regional Studies, 3: 247–264.

Uncertainty analysis onto models and emission scenarios of climate change for projection of the temperature, precipitation, and evapotranspiration in the Neyshabour area

Mostafa Yaghoobzadeh*[1], Mehdi Amirabadizadeh[2], Hesam Seyyed Kaboli[3]

Received: 16-02-2017 Accepted: 30-05-2017

Abstract

Climate change is not only caused the rise in temperature but also changes in the global precipitation cycle, which leads to variation in spatial and temporal precipitation patterns. In this study, climate change impacts were investigated on temperature, precipitation, and evapotranspiration of Neyshabour plane with the uncertainty of AOGCM models and emissions scenarios in the future period (2080-2099). First, the minimum and maximum temperature and precipitation for ten models of AOGCM under scenarios A2 and B1 in the future period and the baseline period of 1992-2011 were prepared and then downscaled by using of LARS_WG model. The reference evapotranspiration was calculated by FAO-Penman-Monteith method for all models and emission scenarios. The result showed that the value of evapotranspiration and temperature during the warm months were increased and the value of precipitation was decreased during the cold months. Also, monthly uncertainty was investigated for minimum and maximum temperature, precipitation, and evapotranspiration. The temperature and evapotranspiration in the warm months and precipitation in the cold months have less uncertainty than the other months. Also, the results of uncertainty analysis for models and emission scenarios are showed that NCARPCM and HADCM3 models in the estimation of minimum and maximum temperature, CGCM3T47as well as GFDLCM2 models in the estimation of precipitation have the best uncertainty results based on the two scenarios, respectively. The uncertainty analysis of AOGCM models determined that the best of uncertainty in the estimation of reference evapotranspiration for two scenarios is observed in the result of GISS-ER model. Also, the A2 scenario has the better function than the B1 scenario in the estimation of evapotranspiration parameter.

Keywords: Climate change, Uncertainty Analysis, AOGCM models, emissions scenarios, reference evapotranspiration.

[1]*- Assistant Professor of water engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
Email: M.Yaghoobzadeh@birjand.ac.ir
[2]- Assistant Professor of water engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
[3]- Assistant Professor, Faculty of Civil Engineering, Jondishapur University of Technology, Dezful, Iran.