

واکای سناریوهای انتشار گازهای گلخانه ای در بخش جلگه ای

حوزه آبخیز هراز استان مازندران

عباس غلامی^{*۱}

*۱- دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شمال، آمل

ایمیل نویسنده مسئول: Gholami@shomal.ac.ir

تاریخ ۱۴۰۱/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۶

چکیده

جهت دستیابی به اهداف این پژوهش و با توجه به بررسی آمار ایستگاه های موجود، به منظور بررسی پدیده تغییر اقلیم در بخش جلگه ای حوزه آبخیز هراز استان مازندران از مدل LARS-WG^o و سه سناریوی A^۱B، A^۲، B^۱ و هر کدام در سه سری انتشار ۲۰۳۰-۲۰۱۱، ۲۰۶۵-۲۰۴۶ و ۲۰۹۹-۲۰۸۰ استفاده شده است. با تعیین سال پایه ۳۰ ساله از آمار نزدیکترین ایستگاه سینوپتیک به این محدوده مطالعاتی، میانگین بارش و دمای ماهانه شبیه سازی گردیدند. برطبق بررسیهای صورت گرفته از نتایج این پژوهش، تغییرات نامنظم بسیار زیاد افزایشی بارندگی در ماههای اکتبر، نوامبر و ژانویه و تغییرات کاهش دما در ماه آگوست دوره ۲۰۹۵-۲۰۸۰ در محدوده مطالعاتی قابل انتظار می باشد. در مورد تغییرات دمایی حوزه نیز دوره ۲۰۹۵-۲۰۸۰ برای سناریوهای A^۱B، A^۲ و B^۱ روند افزایش میانگین دمای ماهانه را حتی بیشتر از دو دوره بررسی شده قبلی نشان می دهد به نحوی که میانگین درجه حرارت ماه های جولای و آگوست در دوره آتی سال ۲۰۹۹-۲۰۸۰ توسط سناریوی A^۱B به ترتیب با ۳۰/۴۴ و ۳۱/۰۳ به بالاتر از ۳۰ درجه سانتیگراد خواهد رسید و میانگین درجه حرارت ماه های ژانویه و دسامبر نیز با افزایشی نسبت به دوره پایه به ۱۱/۸ و ۱۲/۵۵ خواهد رسید افزایش دما در ماه های تابستان که همزمان با کاهش بارش میباشد در کشاورزی این منطقه که از مناطق مهم تولید برنج کشور می باشد نقش قابل توجهی دارد و چرخه هیدرولوژی پائین دست حوزه هراز را تحت تأثیر قرار می دهد. از طرفی تغییرات دمایی زمستان نیز میتواند زمان آغاز ذوب برف حوزه را تحت تأثیر قرار دهد که این عوامل روی دبی اوج سیلاب در پائین دست حوزه تأثیر بسزائی دارد.

کلمات کلیدی

"مدل های گردش عمومی جو"، "دما و بارش آتی"، "سناریوهای اقلیمی"، "حوزه آبخیز هراز"

۱- مقدمه

است، توصیف می کند. سناریوهای انتشار آلاینده ها در آینده از سال ۲۰۱۵ تا ۲۱۰۰ با سطوح مختلف انتشار گازهای گلخانه ای، تصویر واضحی ارائه می دهد که چگونه تغییرات آب و هوایی در قرن حاضر و تحت تأثیر نفوذ انسان ادامه خواهد یافت. در هر پنج سناریوی انتشار آلاینده های منتشر شده از سوی IPCC، دمای سطح جهان تا اواسط قرن افزایش می یابد. گرم تر شدن کره زمین (بیش از ۲ درجه سانتیگراد) در سناریوهای با انتشار آلاینده زیاد، در طول دوره دوم قرن ادامه خواهد یافت. افزایش گرمایش جهانی، احتمال تغییرات در عوامل هیدرولوژیکی و هواشناسی را افزایش می دهد. با افزایش دما به دلیل گرمایش جهانی احتمال دارد که تناوب و شدت گرما، بارش سنگین و خشک سالی ها افزایش یابد. همچنین، آب و هوای گرم تر، اثرات پدیده های آب و هوایی مرطوب و خشک را در آینده

هیئت بین دولتی تغییرات آب و هوایی^۱ ششمین گزارش ارزیابی خود را در مورد مبنای علوم فیزیکی تغییرات آب و هوایی در مرداد ماه سال ۱۴۰۰ منتشر کرد. این گزارش آخرین پیشرفت ها در علوم آب و هوایی، مشاهدات، دیرینه اقلیم شناسی و شبیه سازی های اقلیمی را گرد هم می آورد تا به روزترین درک علوم فیزیکی از تغییرات آب و هوا را ارائه دهد. همچنین، این گزارش تأثیرات انسانی بر وضعیت فعلی آب و هوا و چگونگی تأثیرگذاری آب و هوای آینده بر مناطق مختلف در سراسر جهان را تشریح می کند. یافته های این گزارش به ارائه درک درستی از وضعیت آب و هوای فعلی و آینده می پردازد و عملاً آنچه را برای محدود کردن پیامدهای تغییرات آب و هوایی در کره زمین لازم

۱- IPCC

بر رواناب و رفتار هیدرولوژیکی، است، گام دوم GCM شبیه سازی تغییر اقلیم آینده با استفاده از مربوط به ریزمقیاس سازی از مقیاس جهانی به مقیاس منطقه ای و در نهایت پیش بینی و شبیه سازی هیدرولوژیکی حوزه آبخیز با استفاده از مدل های هیدرولوژیکی می باشد (Witten & Frank, ۲۰۰۵). در پژوهشی دیگر مهسافر و همکاران (۱۳۸۹) تغییرات سطح تراز دریاچه ارومیه ناشی از تغییر اقلیم را با استفاده از مدل HadCM^۳ تحت سناریوهای گازهای گلخانه ای A^۲ و B^۲ و شبکه های نروفازی برای دوره (۲۱۰۰-۲۰۰۰) را مورد بررسی قرار دادند. اثرات تغییر اقلیم بر تراز آبی دریاچه ارومیه براساس پیش بینی مدل HadCM^۳ تحت سناریوی A^۲ حاکی از افزایش میانگین سالانه تراز دریاچه به ترتیب به اندازه ۲/۸۰ درجه سانتی گراد و ۴/۶۰ متر می باشد. همچنین سناریوی B^۲ حاکی از افزایش میانگین سالانه دما و کاهش میانگین سالانه تراز دریاچه به ترتیب ۲/۳۵ درجه سانتی گراد و ۳/۹۳ متر می باشد. با مقایسه نتایج سناریوهای B^۲ و A^۲ مشاهده گردید که سناریوی A^۲ حالت بحرانی بیشتری را برای شرایط آبی دریاچه ارومیه پیش بینی میکند و دریاچه ارومیه تا سال ۲۱۰۰ تحت سناریوی A^۲ خشک خواهد شد. صمدی و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از مدل گردش عمومی جو HadCM^۳ و دو روش ریزمقیاس سازی آماری و شبکه عصبی مصنوعی، جریان رودخانه را در حوزه آبخیز کرخه طی سالهای ۲۰۴۰ تا ۲۰۶۹ میلادی مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آن ها نشان داد که جریان سالانه براساس مدل های SDSM و شبکه عصبی مصنوعی به ترتیب ۳/۷ و ۹/۴۷ متر مکعب بر ثانیه کاهش خواهد یافت. Kirby و همکاران (۲۰۱۶) پژوهشی تحت عنوان اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب بنگلادش انجام دادند و نتایج آن ها مشخص کرد که اثرات تغییرات اقلیمی بر منابع آب کشور در مقایسه با تغییرات دیگر مانند توسعه سیستم های آبیاری قابل ملاحظه خواهد بود. Gellen و Roulin (۱۹۹۸) تا ثیر این پدیده را بر جریان رودخانه های بلژیک تحت خروجی های شش مدل جفت شده اقیانوس اتمسفر گردش

تشدید می کند و خشک سالی ها و سیل های مرتبط با آن پدیده ها شدیدتر خواهد شد (IPCC, ۲۰۲۱). بر این اساس بدون شک تغییر اقلیم یکی از مهمترین چالشهایی می باشد که بخش های مختلف زندگی انسان را در روی کره زمین تحت تاثیر قرار داده است. شرایط اقلیمی گرمتر باعث تشدید چرخه آب، تغییر بارش و تغییر در مقدار و زمان ظهور رواناب می گردد. بر هم خوردن تعادل سامانه اقلیمی ناشی از افزایش گازهای گلخانه ای بر اهمیت مطالعه اثر تغییر اقلیم بر متغیرهای هیدرولوژیکی از جمله رواناب میافزاید، از سوی دیگر پیشبینی های اقلیمی در حوزه های آبخیز جهت استفاده در برنامه ریزیهای کلان کشور ضروری به نظر می رسند (آذری و همکاران ۱۳۹۲). تحقیقات در زمینه تغییر اقلیم بر اساس تمام مدل های گردش عمومی نشان دهنده آن است که افزایش دما در سطح زمین و افزایش شدت بارش و مقدار آن بر اثر افزایش غلظت گازهای گلخانه ای را در قرن حاضر می باشد (حجام و همکاران ۱۳۸۷). شدت و خصوصیات اثرات منفی تغییر اقلیم بر منابع آب حوزه های آبخیز از نقطه ای به نقطه ای دیگر متفاوت می باشد. به عنوان مثال در حوزه های آبخیزی که بخش قابل توجهی از جریان رودخانه از آبهای زیرزمینی تامین میشود حساسیت کم تری نسبت به تغییر اقلیم دارند (Abbaspour و همکاران ۲۰۰۹) تغییرات مشاهده شده نشان میدهد که در سالهای اخیر اثرات بشر بر روی سامانه اقلیمی واضح بوده و تولید گازهای گلخانه ای در بیشترین مقدار خود در طول تاریخ می باشد و این تغییرات اقلیم اثرات گسترده ای بر روی سیستم های طبیعی و انسانی داشته است. گرم شدن سامانه اقلیم و تغییرات مشاهده شده از سال ۱۹۵۰ بی سابقه بوده و دمای زیاد جو و اقیانوس ها باعث شده که مقدار برف و یخ کاهش یابد، در نهایت باعث افزایش سطح آب دریاها و اقیانو سها شود. بنابراین مطالعه و بررسی اثر تغییر اقلیم بر خصوصیات هیدرولوژیکی حوزه های آبخیز از جمله رواناب از اهمیت خاصی در بحث مدیریت عرضه و تقاضای منابع آب برخوردار است. لذا در بین عوامل مختلف تاثیرگذار بر چرخه هیدرولوژی، متغیرهای بارش، دمای حداکثر و حداقل و رواناب را میتوان از جمله مهمترین عوامل تاثیرگذار بر خصوصیات هیدرولوژیکی حوزه آبخیز معرفی کرد. گام اول رویکرد کلی برای ارزیابی اثرات تغییر اقلیم

مدل HadRM^۳H RCM و سناریوی انتشار A^۲ مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد علی رغم کاهش متوسط سالانه بارش در حوزه‌ها (به استثنای یک حوضه) در بیشتر دوره بازگشت‌ها، تناوب سیلاب‌ها افزایش یافته است. همچنین برای تعدادی حوضه واقع در جنوب و شرق انگلستان علی رغم افزایش بارش حداکثر و بارش زمستانه، کاهش‌هایی در پیک سیلاب دیده شده است. همچنین طبق نتایج این تحقیق حوزه‌های شمالی و غربی در در چند مورد بیش از ۵۰ درصد افزایش پیک سیلاب را در دوره بازگشت ۵۰ ساله نشان می‌دهد. بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر میزان جریان‌های کم^۶ رودخانه Thames در انگلستان توسط Wilby و Harris (۲۰۰۶) انجام گردید. در این تحقیق منابع عدم قطعیت مربوط به مدل‌های AOGCM، روش‌های کوچک مقیاس کردن^۷، سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای، مدل‌های مختلف شبیه بارش‌سازی-رواناب و عدم قطعیت مربوط به پارامترهای آن‌ها با در نظر گرفتن وزن‌های مختلف و روش مونت کارلو شبیه‌سازی گردیده است. نتایج نشان داد که عدم قطعیت مربوط به مدل‌های AOGCM بیشترین سهم و سناریوهای گازهای گلخانه‌ای کمترین سهم را در برآورد تابع احتمالاتی رواناب دارند. Steele- Dunne و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر تغییر اقلیم را بر هیدرولوژی جریان رودخانه ECHAM^۵ با استفاده از مدل گردش عمومی و سناریوی انتشار A^۱B. مورد بررسی قرار دادند، در این تحقیق که برای ۹ حوضه واقع در کشور ایرلند صورت گرفت از مدل مفهومی بارش-رواناب HBV-Light برای بررسی وضعیت ۲۰۶۰-۲۰۱۰ جریان رودخانه در دوره آتی استفاده شد. در ابتدا داده‌های بارش و دمای استخراج شده از مدل ECHAM^۵ با استفاده از روش کوچک مقیاس کردن مکانی تناسبی کوچک مقیاس شده و به مدل بارش-رواناب معرفی گردید. نتایج در مجموع نشان داد که بارش زمستانه و بارش تابستانه به ترتیب افزایش

عمومی جو^۱ AOGCM مورد بررسی قرار دادند. تمام مدل‌ها به جز دو مدل، افزایش فراوانی سیلاب را در ماه‌های زمستان در این رودخانه‌ها نشان دادند. در تحقیق دیگری تأثیر تغییر اقلیم بر رژیم سیلاب رودخانه انگلستان با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های مربوط و با استفاده AOGCM از خروجی هفت مدل توسط Prudhomme و همکاران (۲۰۰۱) انجام گرفت. در این بررسی شاخص جریان پایه^۲ به عنوان شاخصی از نفوذپذیری خاک معرفی گردید که روی هیدروگراف سیلاب تأثیر می‌گذارد. هم چنین شاخص کاهش یا افت سیلاب رودخانه‌ها^۳ به عنوان شاخصی برای بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر شدت سیلاب انتخاب گردید. بیشتر سناریوها نشان از افزایش شدت رخداد‌های سیلاب دارند. در تحقیق دیگری تأثیر پدیده تغییر اقلیم بر احتمال رخداد سیلاب در کشور بنگلادش تحت خروجی‌های چهار مدل AOGCM توسط Mirza (۲۰۰۱) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده، افزایش را در میانگین دبی پیک نشان می‌دهد. این تغییرات ممکن است منجر به وقوع سیلاب گردد. Ekstrom و همکاران (۲۰۰۳) بارش‌های حداکثر کشور انگلستان را با مدل‌های اقلیمی منطقه‌ای^۴ RCM مورد شبیه سازی قرار دادند. در این تحقیق برای تعیین تغییرات ممکن در بارش حداکثر، خروجی مدل HadRM^۳ RCM، تحت سناریوی A^۲ از مجموع سناریوی SRES^۵ برای سه دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰، ۲۰۶۹-۲۰۴۰ و ۲۰۹۹-۲۰۷۰ بررسی و ارزیابی شد. نتایج نشان می‌دهد که شدت رخداد‌های کوتاه‌مدت و بلند مدت در یک دوره بازگشت معین افزایش پیدا می‌کند، همچنین برای دوره بازگشت‌های بزرگ‌تر از ۲۵ تا ۵۰ سال، شدت سیلاب افزایش بیشتری خواهد داشت. Alison و همکاران (۲۰۰۴) تأثیر تغییر اقلیم را بر وضعیت تناوب سیلاب حوضه‌های کشور انگلستان تحت خروجی‌های

۱- Atmospheric-Ocean General Circulation Model

۲ - Base Flow Index

۳ - Flood Attenuation by Reservoirs and Lakes

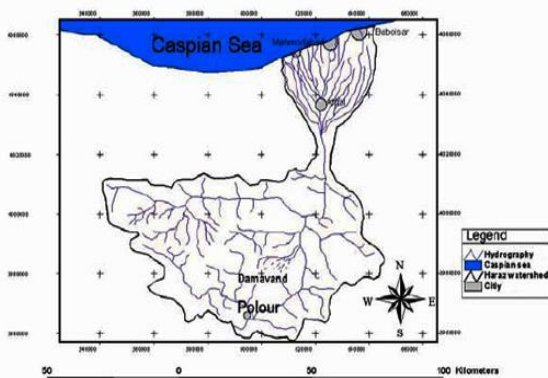
۴ -Regional Climate Model

۵ -Special Reports on Emission Scenario

۶- Low Flow

۷- Downscaling

دیگر افزایش جمعیت و نیاز بیشتر به منابع آبی این رودخانه برای مصارف مختلف بشر و همچنین تغییرات اقلیمی سالیان اخیر که در مقیاس منطقه ای نیز در این محدوده مشاهده می شود، مطالعه دقیق تغییرات دما و بارندگی در فصول مختلف سال را به عنوان عوامل تاثیرگذار برای برنامه ریزی دقیق استفاده از منابع آبی مطرح می نماید که در صورت استفاده از این مطالعات می تواند بسیار مفید واقع شود. شکل ۱ موقعیت حوزه آبخیز هراز و شبکه هیدروگرافی آن در بخش مرکزی استان مازندران را نشان می دهد.



شکل ۱. موقعیت حوزه آبخیز هراز و شبکه هیدروگرافی آن در بخش مرکزی استان مازندران

• مدل های (GCM) General Circulation Models

مدل های GCM یا مدل های چرخش عمومی جو مدل های عددی بوده که فرایندهای مابین اتمسفر، اقیانوس، یخ کره (Cryosphere) و سطح زمین را به طور سه بعدی شبیه سازی می کنند. این مدلها با در نظر گرفتن يك شبکه سه بعدی، نوعاً با مقیاس افقی (طول جغرافیایی) ۶۵۰ کیلومتر و عرض جغرافیایی ۲۵۰ کیلومتر، ۱۰ تا ۲۰ لایه عمودی در اتمسفر بخش خشکی زمین و بیش از ۳۰ لایه در اقیانوسها، پارامترهای اقلیمی را تولید می کنند. تاکنون مدل های گردش عمومی مختلفی در مراکز گوناگون تحقیقاتی دنیا تدوین و طراحی شده است. (Yates و همکاران، ۱۹۹۸). جدول ۱ مشخصات بعضی از این مدلهای اقلیمی و کشوری که آن را ارائه داده است را نشان می دهد. (Ruosteenoja و همکاران، ۲۰۰۳)

جدول ۱. مشخصات بعضی از مدل های اقلیمی و کشور ارائه دهنده آن

و کاهش دارند. همچنین میزان دبی رودخانه تحت تأثیر تغییر اقلیم تغییر خواهد نمود.

۲- روش انجام تحقیق

• محدوده مورد مطالعه

رودخانه هراز یکی از پرآب ترین رودخانه های شمال کشور ایران می باشد که در بخش مرکزی کوهستان البرز قرار دارد. این رودخانه در شمال ایران و در استان مازندران از دره لار در جنوب کوه دماوند سرچشمه گرفته و به دریای خزر می ریزد. پس از سرازیر شدن رود هراز از دره لار، روانابهای دره قاضی کالا و جنگل دره از کوههای شمیم کوه، آب زیارو و لاسم از کوههای غربی قزقان چای فیروز کوه و آب رودهای جاری از دهکده های دلارستاق، نیز به این رود وارد می شوند. آب زراعی کشاورزان آمل، فریدونکنار، بخشی از بابل و نور نیز از این رودخانه تأمین می گردد. مهمترین شهرهایی که بر روی مخروط افکنه رودخانه هراز توسعه یافته اند عبارتند از آمل و فریدونکنار. شیب رودخانه هراز در محدوده کوهستانی بسیار متغیر است. شیب رودخانه هراز از مرز کوهستان تا شمال شهر آمل ۱۳ در هزار و در محدوده شهر آمل ۷ در هزار می باشد. رودخانه هراز در محدوده کوهستانی، در دره ای نسبتاً باریک جریان دارد. با نزدیک شدن به پهنه ساحلی، پهنای آن افزایش یافته و رودخانه به دلیل افت شیب بستر به چندین شاخه تفکیک می گردد مهمترین سرچشمه رود هراز، از قله ۴۳۷۵ متری پالان گردن در ۶۶ کیلومتری جنوب شرقی چالوس، با نام لار جاری می شود و پس از دریافت آبهای مهم دیگری (مثل: آب سفید، الرم، آب چهل بره، آب سیاه پلاس، آب امام پهنک، سه سنگ، دیو آسیاب، ورارود، دلی چای و چشمه ملک) و عبور از ده پلور با نام هراز، به سمت دریای مازندران جاری می گردد. البته در راه باز رودها و چشمه هایی به آن می پیوندند که مهمترین آن ها لاسم، تلخ رود، آب رزان، آب مشک انبار، پنجاب (نمارساق)، هراز، آب پردمه، شیرکلارود، چلورود و هلی چال هستند. طول رود هراز ۱۸۵ کیلومتر می باشد و از کنار بلندترین قله ایران، دماوند می گذرد. قسمت زیادی از این مسیر لاریجان نام دارد، که نام خود را از روی سرچشمه اصلی هراز، لار گرفته است. در مسیر این رودخانه دو سد زیبای لار و هراز قرار دارد. با توجه به اینکه از بخش اعظم آب این رودخانه برای آبیاری مزارع برنج جلگه های منطقه آمل و اطراف آن استفاده می شود لذا اهمیت آبدهی مناسب آن را آشکار می کند. از طرفی

توسط همان مدل برای هر سلول از شبکه محاسباتی محاسبه می شود:

$$\Delta T_i = (\bar{T}_{GCM, fut, i} - \bar{T}_{GCM, base, i}) \quad \text{رابطه ۱}$$

$$\Delta P_i = \frac{\bar{P}_{GCM, fut, i}}{\bar{P}_{GCM, base, i}} \quad \text{رابطه ۲}$$

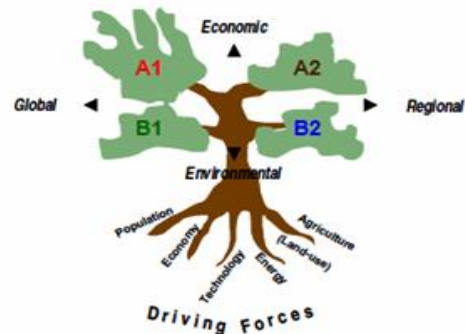
در روابط فوق ΔT_i و ΔP_i به ترتیب بیانگر سناریوی تغییر اقلیم مربوط به دما و بارندگی برای میانگین دراز مدت ۳۰ ساله هر ماه $(1 \leq i \leq 12)$ ، $\bar{T}_{GCM, fut, i}$ میانگین دمای شبیه سازی شده ۳۰ ساله توسط AOGCM در دوره آتی برای هرماه $\bar{T}_{GCM, base, i}$ میانگین دمای ۳۰ ساله دوره پایه در دوره مشابه با دوره شبیه سازی شده برای هرماه می باشد. برای بارندگی نیز موارد ذکر شده برقرار می باشد. کوچک مقیاس کردن به لحاظ مکانی و زمانی انجام می شود. یکی از روشهای کوچک مقیاس کردن مکانی، روش تناسبی است. در این روش، متغیرهای اقلیمی شبیه سازی شده توسط مدل های گردش کلی اتمسفر - جو زمین از اطلاعات مربوط به سلولی استخراج میشود که منطقه مورد مطالعه در آن قرار می گیرد. از روشهای کوچک مقیاس کردن زمانی نیز می توان به روش عامل تغییر^۱ اشاره کرد در روش عامل تغییر برای بدست آوردن سری زمانی سناریوهای اقلیمی در آینده، سناریوهای تغییر اقلیم به مقادیر مشاهده ای (دوره پایه) افزوده می شود:

$$T = T_{obs} + \Delta T \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$P = P_{obs} \times P \quad \text{رابطه (۴)}$$

در روابط فوق T_{obs} بیانگر سری زمانی دمای مشاهداتی در دوره پایه. T سری زمانی دما حاصل از پدیده تغییر اقلیم در دوره آتی و ΔT سناریوی تغییر اقلیم کوچک مقیاس شده میباشد. در رابطه ۴ برای بارندگی نیز موارد ذکر شده برقرار می باشد. روش های ریز مقیاس سازی به دو بخش عمد، آماری و دینامیکی تقسیم می شوند. با استفاده از روش های مختلف ریز مقیاس کردن می توان تغییرات اقلیمی رادر آینده مورد بررسی قرارداد (Dubrovsky, ۱۹۹۶). مدل های دینامیکی منطقه ای دارای دقت فضایی مناسبی برای ارزیابی های اقلیمی

نام خلاصه شده مدل	کشور	تسطیح زوایا	شبکه	در شبکه	تعداد افقی	وضوح افقی	تعداد افقی	تغییرات دما (درجه سانتی گراد)
CCS RNIE S	ژاپن	T21	۵/۶	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۴.۴
CGC M2	کانادا	T32	۳/۸	۸	۴۶۰	۱۰	۸	۳.۵
CSIRO MK2 ECH AM4 /OPY	استرالیا	R21	۵/۶	۳۵۸	۴	۹	۴	۳.۴
GFDL R30	آلمان	T42	۲/۸	۸۱۹	۲	۱۹	۲	۳.۳
HAD CM3	انگلیس	-	۳/۸	۷۶۸	۰	۱۴	۰	۳.۱
NCA R DOE	آمریکا	T42	۲/۸	۸۱۹	۲	۱۸	۲	۲.۴



شکل ۲. طبقات مختلف چهار سری اصلی از سناریوهای انتشار کمیسیون

بین الدول تغییرات اقلیمی (Nakicenovic و همکاران، ۲۰۰۰)

ریز مقیاس نمائی

به دلیل بزرگ بودن سلول های محاسباتی مدل های گردش کلی اتمسفر - جو زمین شبیه سازی نوسانات اقلیمی همراه با اغتشاش (NOISE) است. به منظور حذف این اغتشاشات، معمولاً به جای استفاده مستقیم از داده های مدل گردش کلی اتمسفر - جو در محاسبات تغییر اقلیم، از میانگین دوره ای این داده ها استفاده می شود. بنابراین برای محاسبه سناریوی تغییر اقلیم در هر مدل مقادیر (اختلاف) برای دما (رابطه ۱) و (نسبت) برای بارندگی (رابطه ۲) برای متوسط درازمدت هر ماه در دوره آتی یا شبیه سازی شده پایه

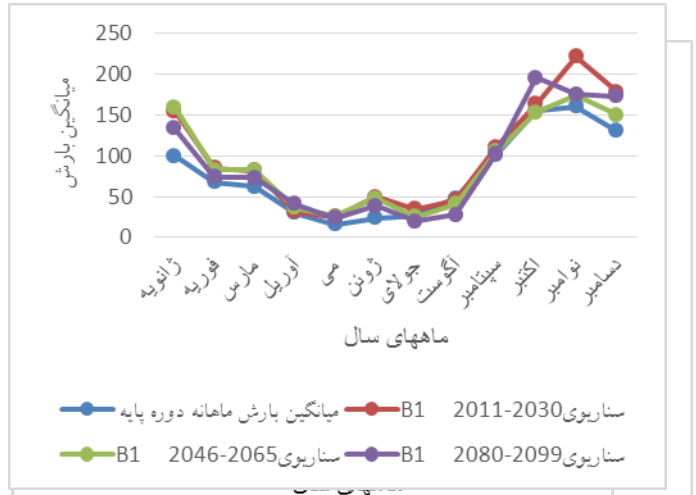
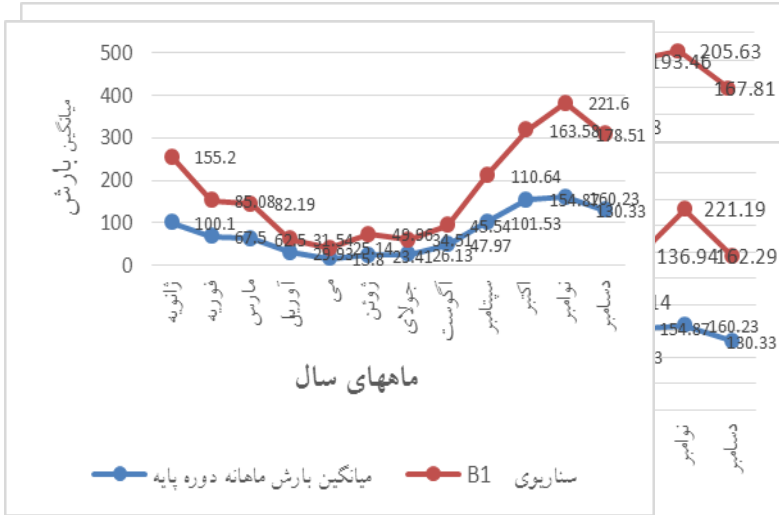
۱ - Change factor

آینده شبیه سازی شده در تحقیق را نشان می دهد. اشکال ۴، ۵ و ۶ نیز به صورت مجزا نتایج این مقایسه برای سالهای ۲۰۳۰-۲۰۱۱، ۲۰۶۵-۲۰۴۶ و ۲۰۹۹-۲۰۸۰ را نشان می دهد. اشکال ۷، ۸، ۹ و ۱۰ نتایج را برای سناریوی A^۲ و اشکال ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ نتایج را برای سناریوی B^۱ و شکل ۱۵ نتایج را برای سالها و سناریوهای مختلف بارش آینده را نشان می دهد.

بوده و همچنین فرآیندهای ریز مقیاس جوی و اقلیمی تا حد ممکن لحاظ می شوند اما استفاده از این مدل ها برای ریز مقیاس نمایی خروجی مدل های گردش عمومی جو با محدودیت زمانی اجرای مدل مواجه است. در مدل های آماری علاوه بر داده های یک مدل گردش عمومی جو، داده های دیدبانی شده نیز جهت کشف ارتباط آماری بین داده های مدل گردش عمومی جو در گذشته و داده های دیدبانی مورد نیاز است. با روش آماری در زمانی در حد ثانیه می توان ریز مقیاس نمایی آماری را برای یک ایستگاه مشخص انجام داد. روش آماری ریز مقیاس کردن در مقایسه با روش های دینامیکی، خصوصا در مواقعی که هزینه کم تر و ارزیابی سریع تر عوامل موثر بر تغییرات آب و هوایی مورد نیاز باشد، از مزیت ها و قابلیت های بیشتری برخوردار است. از مدل هایی که برای ریز مقیاس نمایی دینامیکی استفاده میشود می توان RegCM^۳، MM^۵ و PRECIS اشاره کرد. انواع مدل های ریز مقیاس نمایی آماری عبارتند از: LARS-WG^۵، GEM ET&ROLL، SDSM، CLIMGEN، USCLIMATE و.... می باشد. (Semenov و همکاران ۱۹۹۹). جهت دستیابی به اهداف پژوهش حاضر از مدل HADCM^۳ با استفاده از نرم افزار LARS-WG^۵ جهت ایجاد سناریوهای انتشار استفاده شده است. سری سناریوهای انتخاب شده در این پژوهش شامل سه سری - سناریوی A^۱B، A^۲ و B^۱ می باشد. انتخاب سری سناریو در این پژوهش براساس شرایط تعریف شده موجود در آنها و تاثیر گذاری آن بر روی پدیده تغییرات اقلیمی آینده در محدوده مطالعاتی بوده است. با توجه به دوره پایه ۳۰ ساله ۲۰۱۴-۱۹۸۵ انتخاب شده و میانگین بارش و دمای ماهانه دوره پایه استخراج شده از آمار ایستگاه سینوپتیک بابلسر، میانگین بارش و دمای ماهانه برای سه سری مختلف مورد استفاده در تحقیق و سالهای آتی شبیه سازی توسط آخرین مدل LARS-WG^۵ انجام گردید. سالهای شبیه سازی خروجی این نسخه دوره ۳۰ ساله ۲۰۳۰-۲۰۱۱، ۲۰۶۵-۲۰۴۶ و ۲۰۹۹-۲۰۸۰ برای هر یک از سری های A^۱B، A^۲ و B^۱ میانگین بارش و دمای ماهانه شبیه سازی گردید.

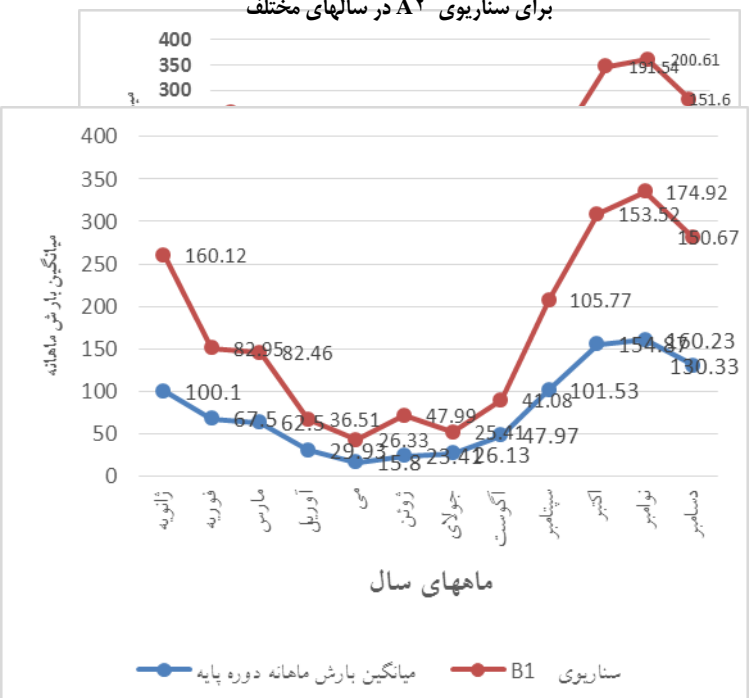
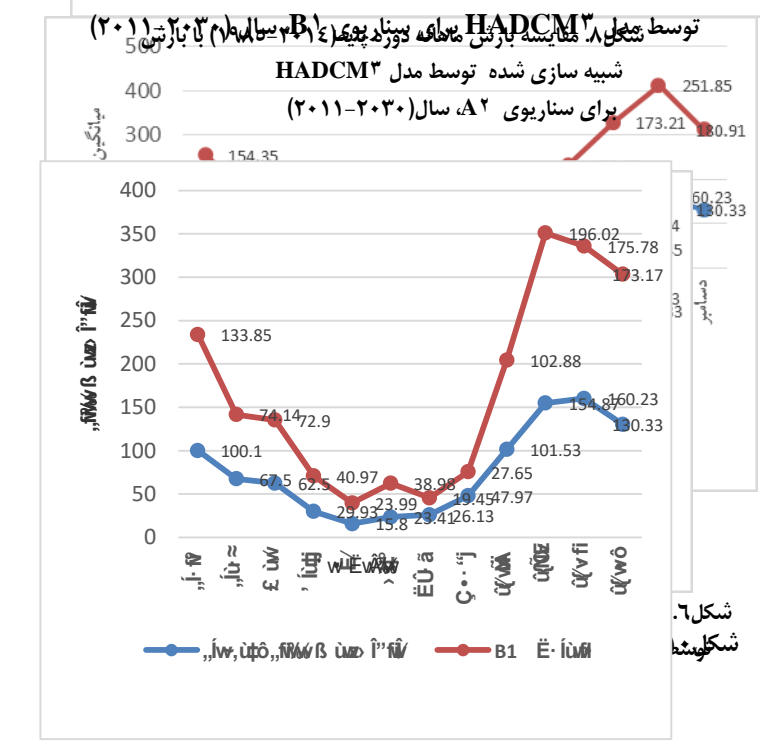
۳- نتایج

شکل ۳ نتایج مقایسه بارش ۳۰ ساله ماهانه دوره پایه (۱۹۸۵-۲۰۱۴) با بارش شبیه سازی شده توسط مدل HADCM^۳ برای سناریوی A^۱B در دوره های مختلف اقلیمی



شکل ۱۲. مقایسه بارش ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با بارش شبیه سازی شده سناریوی B1

شکل ۱۱. نمودار کلی مقایسه بارش ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با سناریوی A2

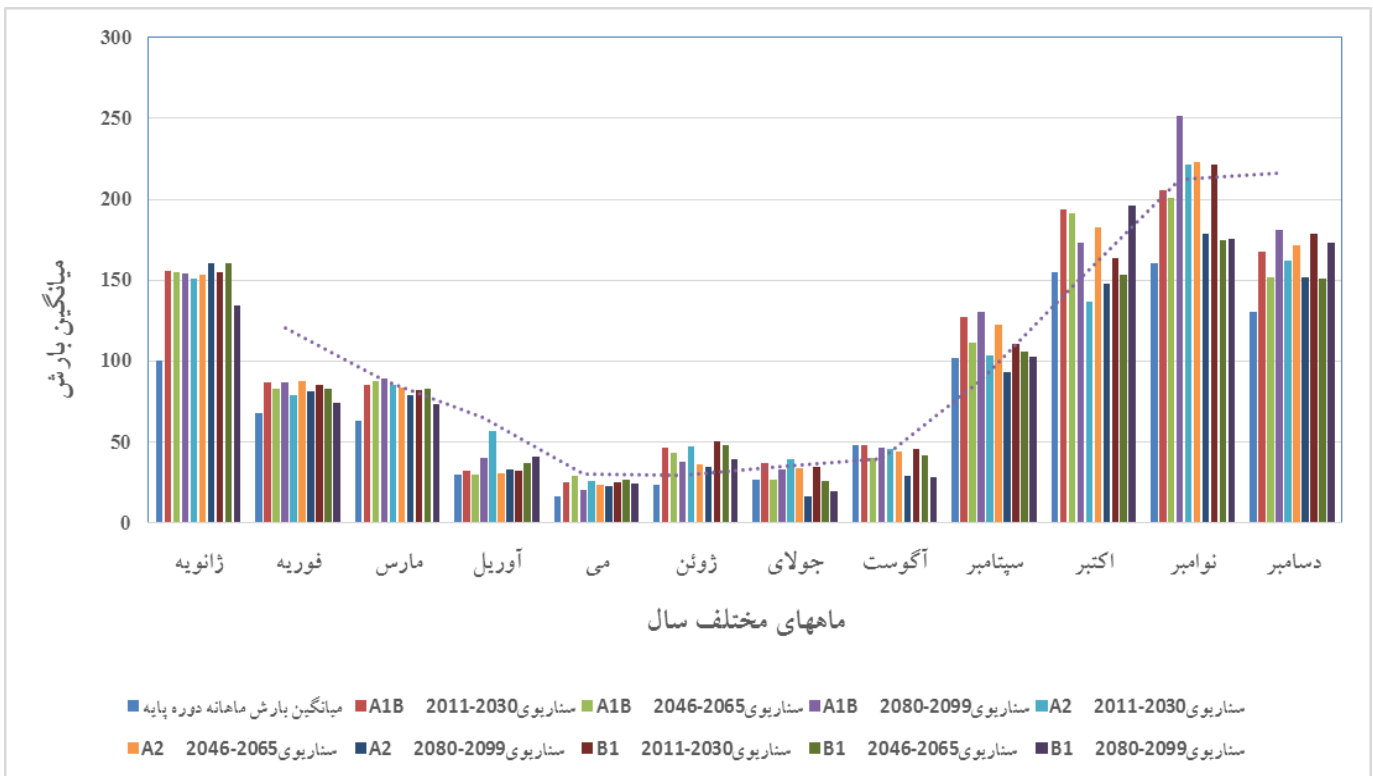


شکل ۱۳. مقایسه بارش ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با بارش شبیه سازی شده سناریوی B1

شکل ۱۴. مقایسه بارش ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با بارش شبیه سازی شده سناریوی A2

شکل ۱۵. مقایسه بارش ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با بارش شبیه سازی شده سناریوی B1

شکل ۱۶. مقایسه بارش ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با بارش شبیه سازی شده سناریوی A2



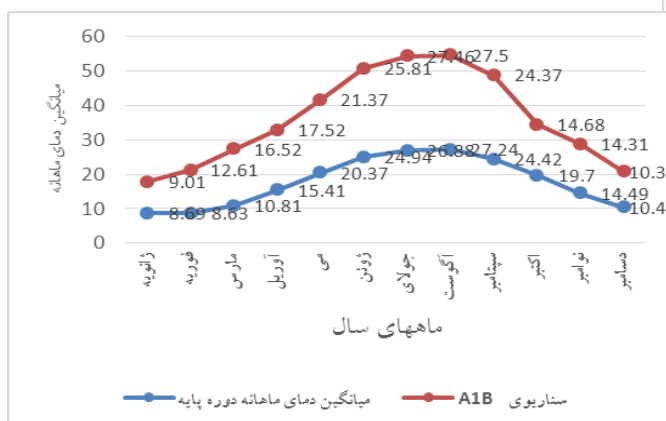
شکل ۱۵. نمودار مقایسه بارش ماهانه دوره پایه (۱۹۸۵-۲۰۱۴) با بارش شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای سالها و سناریوهای مختلف

اشکل ۱۶ تا ۲۸ نیز همه این نتایج برای دمای

ماهانه دوره پایه و دوره شبیه سازی شده مورد

استفاده در

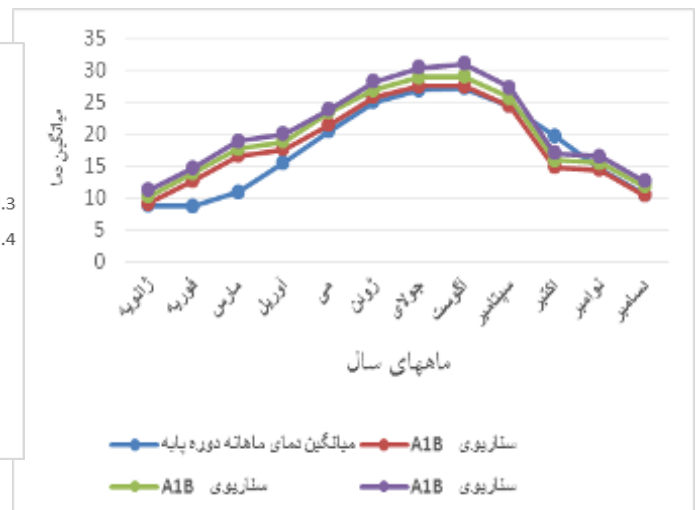
پژوهش را نشان می دهد



شکل ۱۷. مقایسه دمای ماهانه دوره پایه (۱۹۸۵-۲۰۱۴) با دمای

شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3

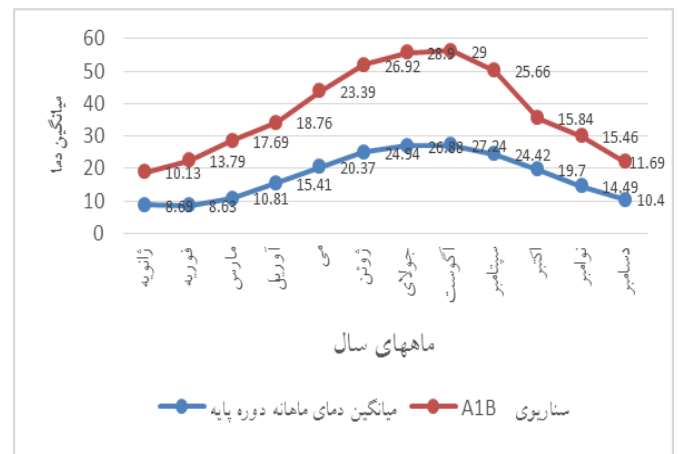
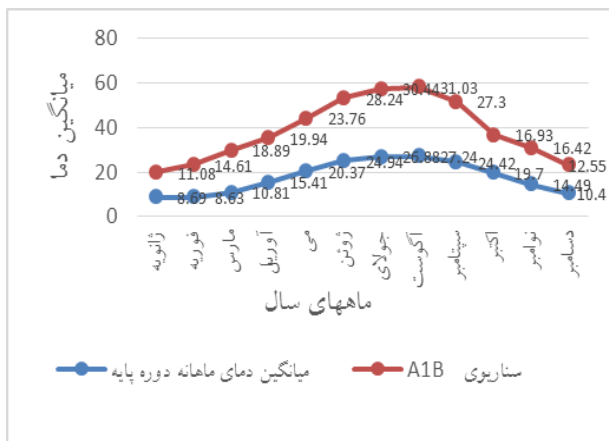
برای سناریوی A1B سال (۲۰۱۱-۲۰۳۰)



شکل ۱۶. مقایسه دمای ماهانه دوره پایه (۱۹۸۵-۲۰۱۴) با دمای

شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای

سناریوی A1B در سالهای مختلف



شکل ۱۹. مقایسه دمای ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با دمای

شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3

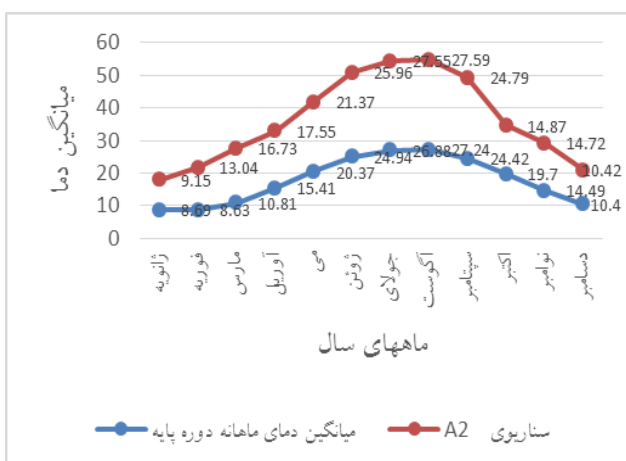
برای سناریوی A1B سال (۲۰۹۹-۲۰۸۰)

شکل ۱۸. مقایسه دمای ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با دمای

شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای سناریوی A1B

سال (۲۰۶۵-۲۰۴۶)

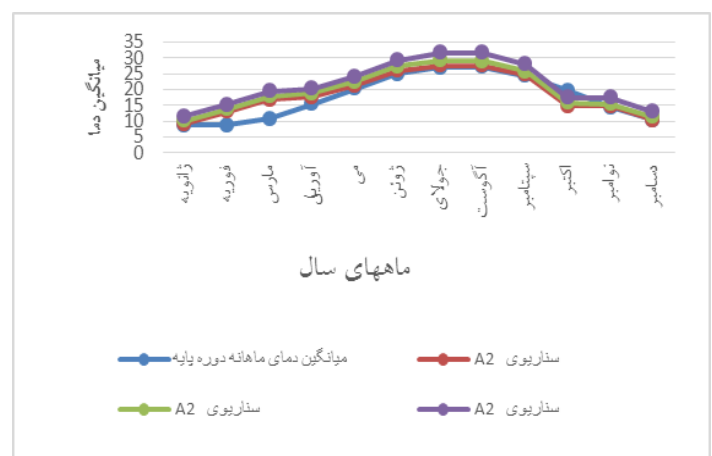
اش



شکل ۲۱. مقایسه دمای ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با دمای

شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای

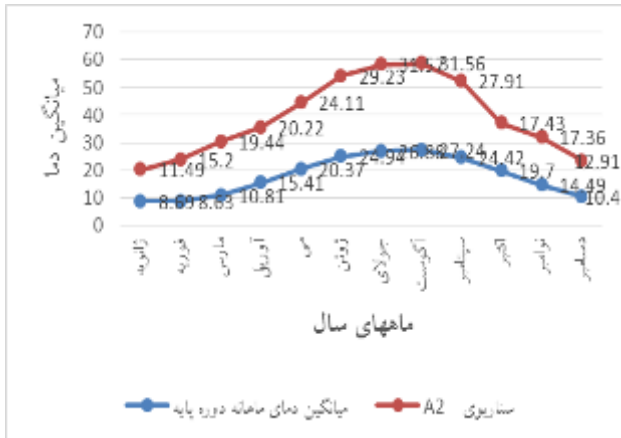
سناریوی A2 سال (۲۰۳۰-۲۰۱۱)



شکل ۲۰. مقایسه دمای ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با دمای

شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای

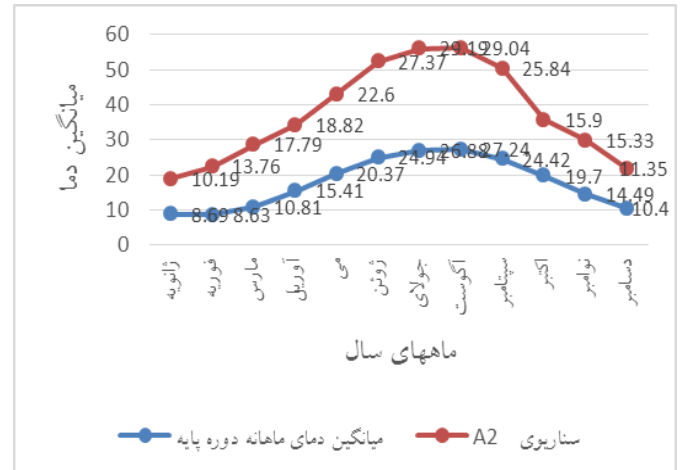
سناریوی A2 در سالهای مختلف



شکل ۲۳. مقایسه دمای ماهانه دوره پایه (۱۹۸۵-۲۰۱۴) با دمای

شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای

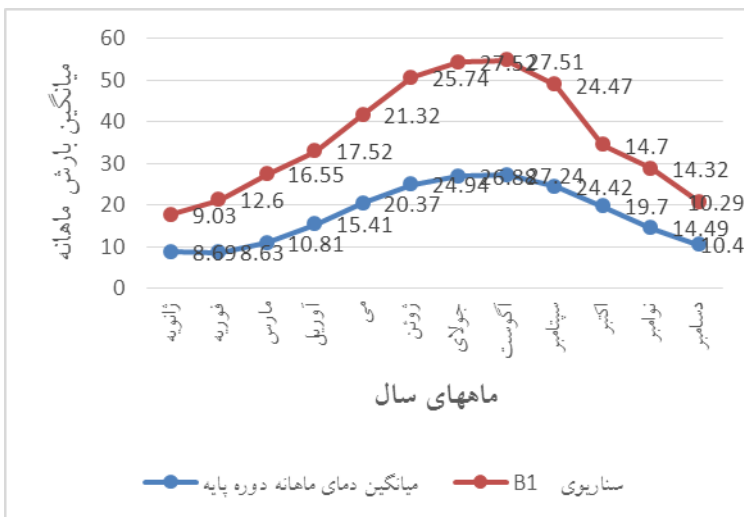
سناریوی A2 سال (۲۰۸۰-۲۰۹۹)



شکل ۲۲. مقایسه دمای ماهانه دوره پایه (۱۹۸۵-۲۰۱۴) با دمای

شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای

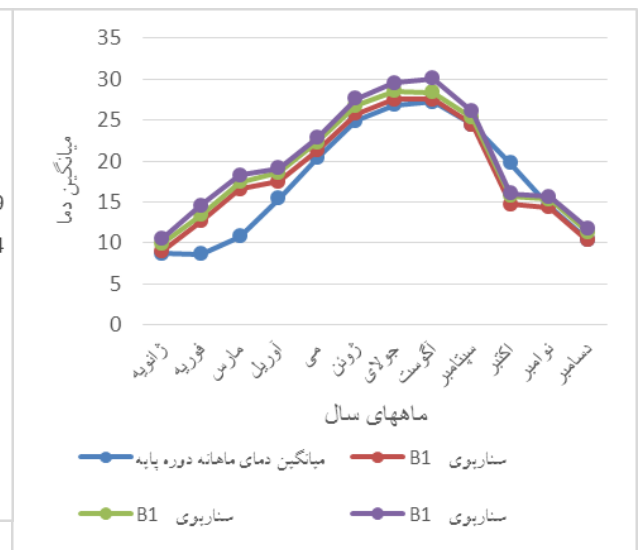
سناریوی A2 سال (۲۰۴۶-۲۰۶۵)



شکل ۲۵. مقایسه دمای ماهانه دوره پایه (۱۹۸۵-۲۰۱۴) با دمای

شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای

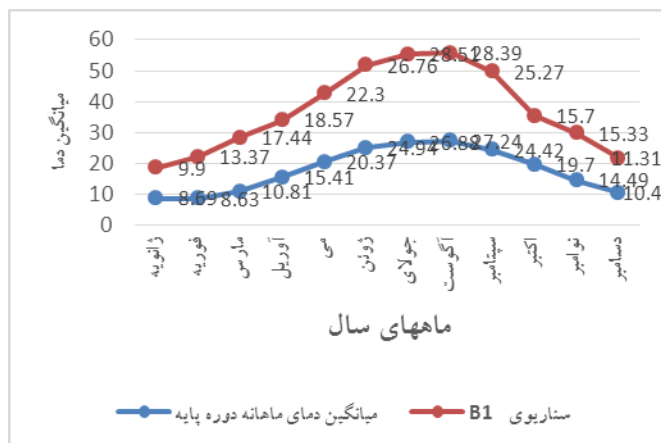
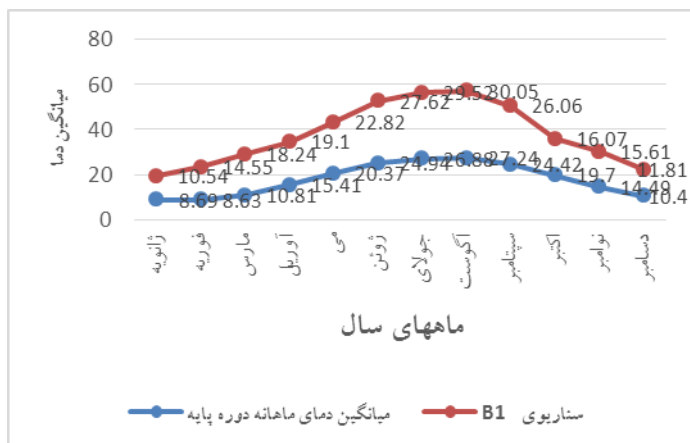
سناریوی B1 سال (۲۰۱۱-۲۰۳۰)



شکل ۲۴. مقایسه دمای ماهانه دوره پایه (۱۹۸۵-۲۰۱۴) با دمای

شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای

سناریوی B1 در سالهای مختلف



شکل ۲۷. مقایسه دمای ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با دمای

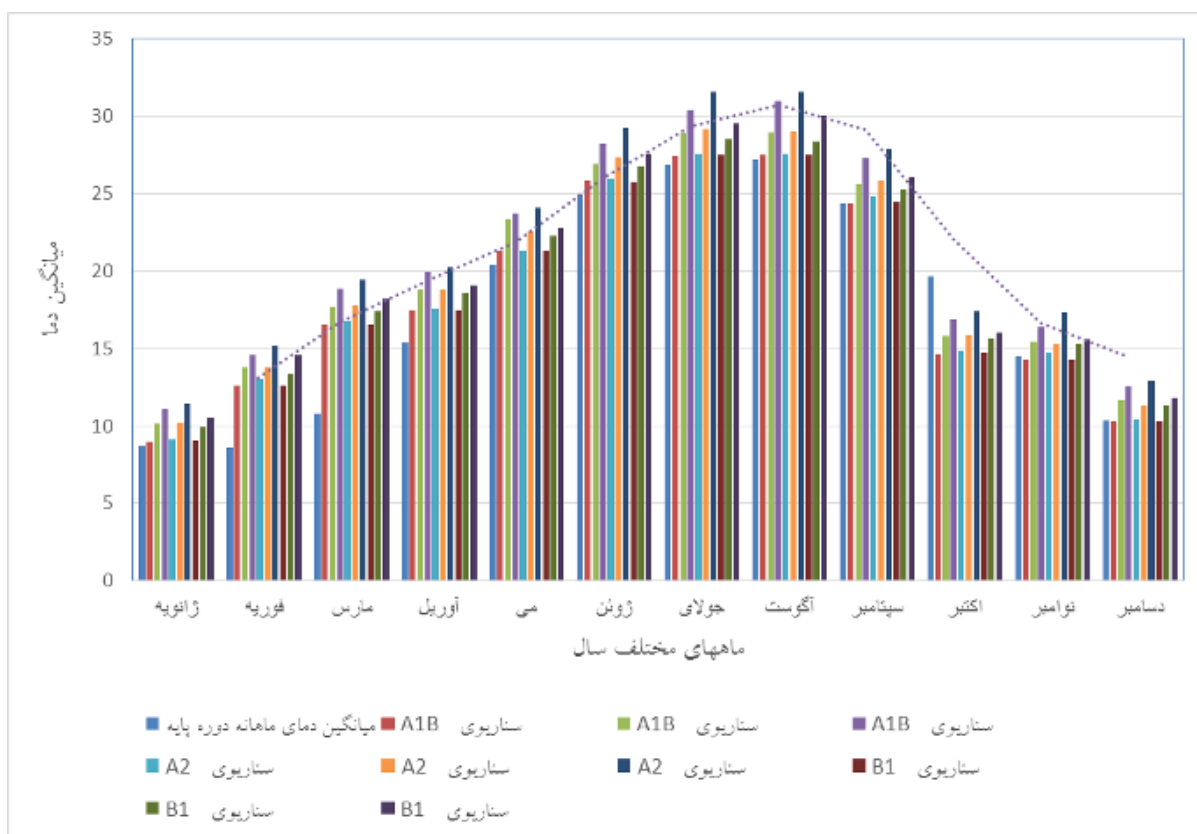
شکل ۲۶. مقایسه دمای ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با دمای

شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای

شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای

سناریوی B1 سال (۲۰۸۰-۲۰۹۹)

سناریوی B1 سال (۲۰۶۵-۲۰۴۶)



شکل ۲۸. مقایسه دمای ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با دمای شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3

برای سالها و سناریوهای مختلف

است بین تمام سناریوهای مورد استفاده در تحقیق و کلیه دوره های بررسی شده می باشد که نشان دهنده تغییرات بسیار زیاد افزایشی بارندگی در ماه های ژانویه، اکتبر و نوامبر و تغییرات کاهشیه در ماه آگوست در دوره ۲۰۸۰-۲۰۹۹ در محدوده مطالعاتی می باشد.

مقایسه الگوی تغییرات دمای ماهانه حوزه مورد مطالعه توسط سناریوهای A1B، A2 و B1 در دوره های آتی ۲۰۲۳-۲۰۳۰، ۲۰۲۶-۲۰۴۶ و ۲۰۹۹-۲۰۸۰ بر اساس خروجی های بدست آمده از مدل Lars-wg^o مورد بررسی قرار گرفته است. از مطالعه شکل ۱۷ که مقایسه دمای ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با دمای شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای سناریوی A1B سال (۲۰۳۰-۲۰۱۱) می باشد نتیجه گیری می شود که ماه های ژوئن، جولای و آگوست به ترتیب با ۲۵/۸۱، ۲۷/۴۶ و ۲۷/۵ درجه سانتی گراد دارای بالاترین میانگین دمای ماهانه شبیه سازی شده آتی در این دوره می باشند و همچنین ماههای ژانویه، فوریه و دسامبر به ترتیب با ۹/۰۱، ۱۲/۶۱ و ۱۰/۳ درجه سانتی گراد دارای کمترین میانگین دمای ماهانه آتی در این دوره شبیه سازی می باشند. همین نتایج برای دوره مذکور در سناریوهای A2 و B1 نیز با تغییراتی وجود دارد (اشکال ۲۱ و ۲۵). برای دوره ۲۰۶۵-۲۰۴۶ از بررسی سناریوی A1B تغییر دمای آتی نیز ماههای ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر با ۲۶/۹۲، ۲۸/۹، ۲۹ و ۲۵/۶۶ درجه سانتی گراد دارای بالاترین دمای شبیه سازی شده آتی در این دوره می باشند و ماههای ژانویه و دسامبر نیز با ۱۰/۱۳ و ۱۱/۶۹ درجه سانتی گراد دارای کمترین میانگین دمای شبیه سازی شده آتی برای دوره مذکور می باشند. همین نتایج با اندک تغییراتی در مورد دو سناریوی دیگر A2 و B1 نیز با بررسی اشکال ۲۲ و ۲۶ برای دوره ۲۰۶۵-۲۰۴۶ نیز وجود دارد. برای دوره ۲۰۹۵-۲۰۸۰ از مقایسه اشکال ۱۹، ۲۳ و ۲۷ برای سناریوهای A1B، A2 و B1 نیز روند افزایش میانگین دمای ماهانه را حتی بیشتر از دو دوره بررسی شده قبلی نشان می دهد به نحوی که مثلاً میانگین درجه حرارت ماههای جولای و آگوست در دوره آتی سال ۲۰۸۰-۲۰۹۹ توسط سناریوی A1B به ترتیب با ۳۰/۴۴ و ۳۱/۰۳ به بالاتر از ۳۰ درجه سانتی گراد

در این پژوهش جهت بررسی پدیده تغییر اقلیم از سه سری- سناریوی A1B، A2 و B1 استفاده شده است. شکل ۴ مقایسه بارش ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با بارش شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای سناریوی A1B، سال (۲۰۳۰-۲۰۱۱) را نشان می دهد. مطالعه این شکل نیز نشان دهنده افزایش قابل توجه بارش در این سری- سناریو در ماههای ژانویه، سپتامبر، اکتبر و نوامبر و دسامبر دارد که این روند با کمی تغییرات در سناریوهای A2 و B1 نیز وجود دارد که از نظر تاثیرات این پدیده قابل بررسی می باشد. در سه سری- سناریوی A1B، A2 و B1 در سالهای ۲۰۸۰-۲۰۹۹ نیز از مقایسه اشکال ۶، ۱۰ و ۱۴ نیز نشان دهنده بیشترین افزایش بارش ماهانه شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 با رقم ۲۵۱.۸۵ میلیمتر برای سناریوی A1B در ماه نوامبر می باشد که این رقم بسیار بالاتر از بارش دوره پایه در منطقه مطالعاتی می باشد که از لحاظ ایجاد سیلابهای مهیب، آمادگی جهت مقابله با حوادث احتمالی را طلب می کند. روند افزایش و کاهش بارش در دو سناریوی دیگر نیز با تغییرات اندکی وجود دارد که موید افزایش بارندگی در ماههای فصل پائیز مخصوصاً اکتبر و نوامبر و همچنین ماه ژانویه در اوایل زمستان می باشد. شکل ۳ مقایسه کلی بارش ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با بارش شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای سناریوی A1B در سالهای مختلف را نشان می دهد که این نمودار نیز نشان دهنده افزایش چشمگیری در بارندگی ماه های ژانویه، اکتبر، نوامبر و کاهش در بارندگی ماه آگوست می باشد. برای سناریوی A2 از بررسی شکل ۷ که نمودار کلی مقایسه بارش ماهانه دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با بارش شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 در سالهای مختلف می باشد نیز با اندک تغییراتی حاکی از تأیید نتایج بدست آمده توسط سناریوی A1B می باشد و همین موضوع در شکل ۱۱ برای سناریوی B1 نیز با تغییرات اندکی قابل مشاهده و بررسی است. شکل ۱۵ به صورت کلی، مقایسه ای

خواهد رسید و میانگین درجه حرارت ماههای ژانویه و دسامبر نیز با افزایشی نسبت به دوره پایه به ۱۱/۰۸ و ۱۲/۵۵ خواهد رسید.

۴- نتیجه گیری

زیرمنطقه مدیترانه همه مناطق ساحلی در امتداد مدیترانه، از جمله شمال آفریقا، خاورمیانه (شام) و اروپا را در بر می گیرد. این نوار ساحلی در اطراف دریای مدیترانه (به ویژه در شمال آفریقا و خط ساحلی بین مصر و ترکیه) قبلاً شاهد تشدید روبه رشد خشک سالی ها (از نظر هیدرولوژیکی، اکولوژیکی و کشاورزی) بوده است. پیش بینی ها برای این زیرمنطقه عمدتاً مربوط به گرم شدن بیشتر، شامل خشکی بیشتر و خشک سالی به دلیل بارش کمتر است که این شرایط آب و هوایی، وقوع آتش سوزی را افزایش می دهد. همچنین، این نتایج پیش بینی شده با افزایش قابل توجه سطح دریا تا اواسط قرن که نتیجه گرمایش جهانی به بیش از ۲ درجه سانتی گراد است، همراه است. زمین های زراعی در امتداد سواحل مدیترانه در شمال آفریقا، شام و ترکیه، به دلیل خشکی طولانی مدت این منطقه ساحلی در آینده، با تهدیدات متعددی برای تولید پایدار کشاورزی مواجه خواهند شد. خشک سالی مداوم به منابع آبی منطقه فشار می آورد و این امر تولید کشاورزی را در خطر کاهش قرار می دهد. خطر وقوع آتش سوزی های بیشتر و افزایش سطح آب دریا، به طور چشمگیری، دسترسی به زمین های زراعی که می تواند فعالیت کشاورزی منطقه ای را حفظ کند، کاهش دهد. نتیجه همه این پیامدها، فعالیت اقتصادی کمتر برای کشورهای است که به صنعت کشاورزی در نوار ساحلی مدیترانه وابسته هستند. (IPCC, ۲۰۲۱) بر این اساس با توجه به نتایج این پژوهش نتیجه گیری می شود افزایش دما در ماه های تابستان که همزمان با کاهش بارش می باشد در کشاورزی این منطقه که از مناطق مهم تولید برنج کشور می باشد نقش قابل توجهی دارد و چرخه هیدرولوژی پائین دست حوزه هراز را تحت تأثیر قرار می دهد. از

طرفی تغییرات دمائی زمستان نیز می تواند زمان آغاز ذوب برف حوزه را تحت تأثیر قرار دهد که این عوامل روی دبی اوج سیلاب در پائین دست حوزه تأثیر بسزائی دارد. اشکال ۱۶، ۲۰ و ۲۴ نیز مقایسه دمای ماهانه دوره ۳۰ ساله پایه (۲۰۱۴-۱۹۸۵) با دمای شبیه سازی شده توسط مدل HADCM3 برای سناریوهای A1B، A2 و B1 در سالهای مختلف را به صورت کلی نشان می دهد و تأیید کننده نتایج گرفته شده در بالا می باشد. همچنین شکل ۲۸ نیز یک نمودار کلی برای همه سالها و سناریوهای مورد استفاده در تحقیق می باشد که تغییرات دمائی برای این دوره ها را نشان می دهد و به طوری که در این نمودار مشخص است تغییرات دمائی در سناریو های A1B، A2 و B1 برای سالهای ۲۰۸۰-۲۰۹۹ مشهودتر است. نتایج پژوهش های ذکر شده در خصوص تغییرات اقلیمی موید تأثیر این پدیده بر شرایط آبی حوزه های آبخیز می باشد. بر این اساس با توجه به اینکه نتایج این پژوهش می تواند جهت مطالعات آبی در محدوده مورد مطالعه و سایر مناطق مورد استفاده قرار گیرد لذا پیشنهادات ذیل می تواند در این زمینه مورد توجه و استفاده قرار گیرد:

۱- با توجه به افزایش بارش های سیل آسا در بعضی از فصول سال پیشنهاد می گردد تا تقویت منابع آب زیرزمینی این منطقه با استفاده از فعالیتهای آبخیزداری از لحاظ مدیریت منابع آبی مورد توجه قرار گیرد.

۲- جهت مقابله با اثرات سوء پدیده تغییر اقلیم پیشنهاد می شود انجام راهکارهای موثر استحصال آب باران در منطقه مورد مطالعه مخصوصاً در حوزه کشاورزی این منطقه مورد نظر قرار گیرد.

سپاسگزاری

در اینجا لازم است که از اداره کل هواشناسی استان مازندران به خاطر همکاری های صمیمانه جهت تهیه آمار و اطلاعات هواشناسی مورد استفاده در این پژوهش کمال تشکر و سپاسگزاری را داشته باشیم.

منابع

۱. آذری، م؛ مرادی، ح؛ ثقفیان، ب؛ فرامرزی، م. ۱۳۹۲. ارزیابی اثرات هیدرولوژیکی تغییر اقلیم در حوضه آبخیز گرگانرود. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، (۳) ۲۷، ۵۴۷-۵۳۷.
۲. حجام، س؛ خوشخو، ی؛ شمس الدین وندی، ر. ۱۳۸۷. تحلیل روند تغییرات بارندگی های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش های ناپارامتری، پژوهش های جغرافیایی ۶۴، ۱۶۸-۱۵۷.

۳. مهسافر، ح؛ مکنون، ر؛ ثقفیان، ب. زمستان و بهار ۱۳۹۰-۱۳۸۹. اثرات تغییر اقلیم بر بیلان آبی دریاچه ارومیه، تحقیقات منابع آب ایران(۱) ۷: ۵۸-۴۷.

۴. Abbaspour, K. C. Faramarzi, M. Ghasemi, S. S. and Yang, H. ۲۰۰۹. Assessing the impact of climate change on water resources in Iran. *Water Resources Research* ۴۵: ۱-۱۶.

۵. Alison, L.K., G.J. Richard and S.R. Nicholas. ۲۰۰۴. RCM rainfall for UK flood frequency estimation. II. Climate change results. *J. Hydrol.* ۳۱۸: ۱۶۳-۱۷۲.

۶. Dubrovsky, M. ۱۹۹۶. Validation of the stochastic Weather Generator Met&ROLL, *Meteorologickeo Zpravy*, Vol ۴۹, pp. ۱۲۹-۱۳۸.

۷. Ekstrom, M., H.J. Fowler, G.G. Kilsby and P.D. Jones. ۲۰۰۳. New estimates of future changes in extreme rainfall across the UK using regional climate model integrations. ۲. Future estimates and use in impact studies. *J. Hydrol.* ۳۰۰: ۲۳۴-۲۵۱.

۸. Gellen, D. and E. Roulin. (۱۹۹۸). Stream flow response of Belgian to IPCC climate change scenarios. *J. Hydrol.* ۲۱۰: ۲۴۲-۲۵۸.

۹. IPCC(۲۰۲۱). Sixth Assessment Report on Climate Change and what it means for the Middle East, The ۱۳ chapters of the Working Group I report provide a comprehensive assessment of the current evidence on the physical science of climate change.

۱۰. Kirby, J.M. Mainuddin, M. Mpelasoka, F. Ahmad, M.D. Palash, W. Quadir, M.E. Shah-Newaz, S. and Hossain, M.M. ۲۰۱۶. The impact of climate change on regional water balances in Bangladesh. *Climatic Change* ۱۳۵: ۴۸۱-۴.

۱۱. Nakicenovic, N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grübler, T.Y. Jung, T.Kram, E.L. La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Pepper, H. Pitcher, L. Price, K. Raihi, A. Roehrl, H.-H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor, and Z. Dadi. ۲۰۰۰. Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, ۵۹۹ pp.

۱۲. Mirza, M. ۲۰۰۱. Global warming and changes in the probability of occurrence of floods in Bangladesh and implications. *Global Environ. Change* ۱۲: ۱۳۷-۱۳۸.

۱۳. Prudhomme, CH., D. Jakob and C. Svensson. ۲۰۰۱. Uncertainty and climate change impact on the flood regime of small UK catchments. *J. Hydrol.* ۲۷۷: ۱-۲۳.

۱۴. Ruosteenoja, K, T.R. Carter, K. Jylha, H. Tuomenvirta. ۲۰۰۳. Future climate in world regions: an intercomparison of model-based projections for the new IPCC emissions scenarios. *The Finnish Environment* ۶۴۴, Finnish Environment Institute, Helsinki, ۸۳ pp.

۱۵. Samadi, S. Catherine, A. M. Wilson, E. and Moradkhani, H. ۲۰۱۳. Uncertainty analysis of statistical downscaling models using Hadley Centre Coupled Model. *Theor Appl Climatol* ۱۱۴: ۶۷۳-۶۹۰.

۱۶. Semenov M.A. Brooks R.J. ۱۹۹۹. Spatial interpolation of the LARSWG stochastic weather generator in great Britain. *Climate Research* ۱۱, ۱۳۷-۱۴۸p.

۱۷. Steele-Dunne, S., P. Lynch, R. McGrath, T. Semmler, SH. Wang, J. Hanafin and P. Nolan. ۲۰۰۸. The impacts of climate change on hydrology in Ireland. *J. Hydrol.* ۳۵۶: ۲۸-۴۵.

۱۸. Wilby R.L. and I. Harris. ۲۰۰۶. A frame work for assessing uncertainties in climate change impacts: low flow scenarios for the River Thames, UK. *Water Resour. Res.* ۴۲: ۱۰ pp.

۱۹. Witten, I. H. and Frank, E. ۲۰۰۵. Data mining: practical machine learning tools and techniques with Java implementations. Morgan Kaufmann: San Francisco, ۵۵۲p.

۲۰. Yates D. N. and K. M. Strzepek. ۱۹۹۸. Modeling the Nile basin under climate change. J. Hydrol. Eng. ۳(۲), ۹۸-۱۰۸p.

Analysis of Greenhouse Gas Emission Scenarios in the Plains Part of Haraz Watershed in Mazandaran Province

Abbas Gholami ^۱ ;

Assistant Professor, Department of Engineering, Shomal University, Amol , IRAN

Email Address: Gholami@shomal.ac.ir

Abstract

In order to achieve the objectives of this study and according to the statistics of existing stations, for research about the phenomenon of climate change in the plains of Haraz watershed of Mazandaran province have been used LARS-WG^o model and three scenarios A¹B, A², B¹ and each in three series ۲۰۱۱, ۲۰۶۵-۲۰۴۶ and ۲۰۹۹-۲۰۸۰. By determining the ۳۰-year base year from the statistics of the nearest synoptic station to this study area, the average monthly precipitation and temperature were simulated. According to the results of this study, very irregularly increasing changes in rainfall in October, November and January and decreasing changes in August in the period of ۲۰۹۵-۲۰۸۰ are expected in the area. In the case of temperature changes in the watershed of Haraz plains area in the period ۲۰۹۵-۲۰۸۰ for scenarios A¹B, A² and B¹, the trend of increasing the average monthly temperature shows even more than the two previously studied periods, so that the average temperature of July and August in the next period ۲۰۹۹-۲۰۸۰ by scenario A¹B with ۳۰/۴۴ and ۳۱/۰۳, respectively, that it will reach ۳۰ higher degrees Celsius and the average temperature in January and December will increase to ۱۱,۰۸ and ۱۲,۵۵ with an increase compared to the base period. The increase in temperature in the summer months, which coincides with the decrease in rainfall, has a significant role in the agriculture of this region, which is one of the important rice production areas of the country, and affects the downstream hydrological cycle of Haraz watershed. On the other hand, winter temperature changes can affect the time of snow melting in the basin, which has a significant effect on the peak flood discharge downstream of the watershed.

Introduction

The Intergovernmental Panel on Climate Change released its Sixth Assessment Report on the Physical Science Basis of Climate Change in August ۲۰۱۴. This report brings together the latest advances in climate science, observations, paleoclimatology, and climate simulations to provide the most up-to-date physical science understanding of climate change. Also, the report describes the human impacts on the current state of the climate and how the future climate will affect different regions around the world. The findings of this report provide a better understanding of current and future climate conditions and describe what is practically required to limit the consequences of climate change on Earth. Future emission scenarios of pollutants from ۲۰۱۵ to ۲۱۰۰ with different levels of greenhouse gas emissions, image It provides a clear picture of how climate change will continue in the current century under the influence of human influence. In all five emission scenarios of pollutants released by the IPCC, the global temperature will increase by the middle of the century. Global warming (more than ۲°C) in high emission scenarios will continue during the second century. Increasing global warming increases the possibility of changes in hydrological and meteorological factors. With the increase in temperature due to global warming, there is a possibility that the frequency and intensity of heat, heavy rainfall and droughts will increase. Also, warmer weather will intensify the effects of wet and dry weather phenomena in the future, and droughts and floods related to those phenomena will become more intense.

Methodology

GCM models or atmospheric general circulation models are numerical models that process the processes between the atmosphere and the ocean. The cryosphere and the earth's surface are simulated in three dimensions. These models produce climate parameters by considering a three-dimensional network, typically with a horizontal scale (geographic length) of ۶۵۰ km and a geographic width of ۲۵۰ km, ۱۰ to ۲۰ vertical layers in the atmosphere of the land part of the earth and more than ۳۰ layers in the oceans. they do So far, various public circulation models have been compiled and designed in various research centers around the world. Due to the large size of the computational cells, the Earth's total atmospheric circulation models simulate climatic fluctuations with turbulence. In order to eliminate these disturbances, instead of direct use of atmospheric circulation model data in

climate change calculations, the average period of this data is used. Therefore, to calculate the climate change scenario in each model, the values for the temperature and (ratio) for rainfall for the average long term of each month in the future or simulated baseline by the same model for each cell of the computational grid Calculated. Regional dynamic models have good spatial accuracy for climatic assessments as well as climate and climate downscale processes as far as possible. But the use of these models for the downscaling, the output of the general circulation models of the atmosphere is faced with the time constraints of the model implementation. In statistical models, in addition to the data of a general circulation model of atmosphere, the observed data is also needed to discover the statistical relationship between the data of the general circulation model of the atmosphere in the past and the observational data is required. With stochastic method, one a time can perform a statistical downscaling for a specific station. The statistical Downscaling method has more advantages compared to dynamic methods, especially in cases where lower costs and faster assessment of the factors affecting climate change are needed. Models that are used for a dynamic downscaling include MM^o, RegCM^۳, and PRECIS. A variety of statistical Downscaling models are LARS-WG, CLIMGEN, SDSM, ET & ROLL, GEM, USCLIMATE, etc. It should be noted that in this research, the LARS-WG exponential downscaling model is used.

Conclusion

According to the results of this study, very irregularly increasing changes in rainfall in October, November and January and decreasing changes in August in the period ۲۰۹۵-۲۰۸۰ are expected in the study area. In the case of temperature changes in the watershed of haraz plains area in the period ۲۰۹۵-۲۰۸۰ for scenarios A\B, A^۲ and B^۱, the trend of increasing the average monthly temperature shows even more than the two previously studied periods, so that the average temperature of July and August in the next period ۲۰۹۹-۲۰۸۰ by scenario A\B with ۳۰,۴۴ and ۳۱,۰۳, respectively, that It will reach ۳۰ higher degrees Celsius and the average temperature in January and December will increase to ۱۱,۰۸ and ۱۲,۵۵ with an increase compared to the base period. The increase in temperature in the summer months, which coincides with the decrease in rainfall, has a significant role in the agriculture of this region, which is one of the important rice production areas of the country, and affects the downstream hydrological cycle of haraz watershed. On the other hand, winter temperature changes can affect the time of snow melting in the basin, which has a significant effect on the peak flood discharge downstream of the watershed.

Keywords

General Atmospheric Circulation Models, Future Temperature and Precipitation, Climatic Scenarios, Haraz Watershed