

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

عنوان فارسی پروژه:

پیش‌یابی و شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی جهت تعیین شاخص‌های خشک‌سالی اقلیم آینده استان هرمزگان با استفاده از مدل LARS-WG

عنوان انگلیسی پروژه:

Projection and simulation of climatic parameters for determining the drought indices of future climate in Hormozgan province using LARS-WG model

مجری طرح :

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

عنوان گزارش :

پیش‌یابی و شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی جهت تعیین شاخص‌های خشک‌سالی اقلیم آینده

استان هرمزگان با استفاده از مدل LARS-WG

مجری طرح :

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

اسامی همکاران پروژه :

راحله رمضانی

محمد روح‌الله نژاد

وحید سلامتی هرمزی

راضیه امیر طاهری

فهرست مطالب

چکیده:	۱۲
فصل اول:	۱۴
۱. مقدمه:	۱۴
۱-۱ مقدمه:	۱۵
فصل دوم:	۱۸
۲. بیان مساله ، اهمیت موضوع و اهداف پژوهش:	۱۸
۲-۱ بیان مساله و ضرورت تحقیق:	۱۹
۲-۲ فرضیات تحقیق:	۲۰
۲-۳ اهداف تحقیق:	۲۰
فصل سوم:	۲۲
۳. پیشینه تحقیق:	۲۲
۳-۱ پیشینه تحقیق در خارج از کشور:	۲۳
۳-۲ پیشینه تحقیق در داخل کشور:	۲۸
فصل چهارم:	۳۲

۳۲	۴. داده و روش ها.....
۳۳	۴-۱ منطقه مورد مطالعه.....
۳۴	۴-۲ معرفی ایستگاه‌های هواشناسی استان هرمزگان به تفکیک هر ایستگاه:.....
۳۵	۴-۳ داده ها.....
۳۵	۴-۴ ریزمقیاس نمایی.....
۳۷	۴-۵ مدل LARS-WG.....
۳۸	۴-۶ شاخص خشک سالی SPI.....
۳۹	۴-۷ معیار ارزیابی نتایج مدل.....
۴۱	فصل پنجم.....
۴۱	۵. نتایج و بحث.....
۴۲	۵-۱ نتایج ارزیابی مدل‌های گزارش پنجم.....
۴۴	۵-۲ بررسی عناصر اقلیمی ایستگاه‌های استان هرمزگان حاصل از مدل‌های گردش کلی جو.....
۴۴	۵-۳ نتایج مدل‌سازی عناصر اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان.....
۷۶	۵-۴ بررسی تغییرات بارش ایستگاه همدیدی استان هرمزگان با مدل ها و سناریوهای مختلف اقلیمی.....

۵-۵ بررسی تغییرات بارشی سناریوهای اقلیمی در دوره های آینده ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان

هرمزگان..... ۸۷

۵-۵-۱. بررسی تغییرات بارشی در دوره های آینده ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان با سناریوهای

اقلیمی خوشبینانه..... ۸۸

۵-۵-۲. بررسی تغییرات بارشی در دوره های آینده ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان با سناریوهای

اقلیمی خوشبینانه تا متوسط..... ۹۰

۵-۵-۳. بررسی تغییرات بارشی در دوره های آینده ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان با سناریوهای

اقلیمی بدبینانه..... ۹۲

فصل ششم..... ۹۵

۶-۱ بحث و بررسی خشک‌سالی دوره های آینده ایستگاه‌های هواشناسی استان هرمزگان با شاخص SPI ۹۶

فصل هفتم..... ۱۲۷

۷-۱ نتیجه گیری..... ۱۲۸

۷-۲ بررسی فرضیات تحقیق..... ۱۳۰

۷-۳ پیشنهادات..... ۱۳۱

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول (۴-۱): موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان.....	۳۴
جدول (۴-۲): مشخصات پارامترهای اقلیمی ایستگاه‌های همدیدی استان هرمزگان.....	۳۴
جدول (۴-۳): نمای کلی نماینده‌های خطوط سیر غلظت‌های گوناگون.....	۳۷
جدول (۴-۴): توصیف وضعیت خشک‌سالی و طبقات شاخص SPI.....	۳۸
جدول (۱-۵): ارزیابی مقادیر واقعی و تولیدشده توسط مدل LARS WG در ایستگاه‌های استان هرمزگان.....	۴۲
جدول (۵-۲): عناصر اقلیمی ماهانه مشاهداتی ایستگاه‌های استان هرمزگان.....	۴۴
جدول (۵-۳): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه همدیدی جزیره ابوموسی با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....	۴۵
جدول (۵-۴): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرعباس با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....	۴۷
جدول (۵-۵): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرلنگه با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....	۴۹
جدول (۵-۶): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی سردشت بشاگرد با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....	۵۱
جدول (۵-۷): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی بستک با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....	۵۳
جدول (۵-۸): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی حاجی‌آباد با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....	۵۵
جدول (۵-۹): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی جاسک با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....	۵۷
جدول (۵-۱۰): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرخمیر با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....	۵۹
جدول (۵-۱۱): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه همدیدی جزیره کیش با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....	۶۱
جدول (۵-۱۲): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه همدیدی جزیره لاوان با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....	۶۳
جدول (۵-۱۳): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی میناب با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....	۶۵
جدول (۵-۱۴): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی پارسیان با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....	۶۷

- جدول (۵-۱۵): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه همدیدی جزیره قشم با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....۶۹
- جدول (۵-۱۶): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه همدیدی فرودگاهی قشم با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....۷۱
- جدول (۵-۱۷): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی رودان با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....۷۳
- جدول (۵-۱۸): تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی جزیره سیری با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه.....۷۵
- جدول (۶-۱): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره ابوموسی.....۹۶
- جدول (۶-۲): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرعباس.....۹۹
- جدول (۳-۶): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرلنگه.....۱۰۱
- جدول (۶-۴): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی سردشت بشاگرد.....۱۰۴
- جدول (۵-۶): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی بستک.....۱۰۶
- جدول (۶-۶): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی حاجی‌آباد.....۱۰۹
- جدول (۶-۷): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی جاسک.....۱۱۲
- جدول (۶-۸): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندر خمیر.....۱۱۴
- جدول (۶-۹): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره کیش.....۱۱۷
- جدول (۶-۱۰): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره لاوان.....۱۱۹
- جدول (۶-۱۱): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی میناب.....۱۲۲
- جدول (۶-۱۲): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی پارسیان.....۱۲۴
- جدول (۶-۱۳): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی قشم دریایی.....۱۲۷
- جدول (۴-۶): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی رودان.....۱۲۹
- جدول (۶-۱۵): شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی سیری.....۱۳۲

فهرست تصاویر

عنوان	صفحه
شکل (۴-۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه.....	۳۳
شکل (۵-۱): نمودار عناصر اقلیمی ماهانه مشاهده شده و مدل LARS WG.....	۴۳
شکل (۵-۲): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه در ایستگاه هواشناسی همدیدی ابوموسی.....	۷۷
شکل (۳-۵): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه در ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرعباس.....	۷۸
شکل (۵-۴): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرلنگه.....	۷۹
شکل (۵-۵): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی پشاکرد.....	۷۹
شکل (۵-۶): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی بستک.....	۸۰
شکل (۷-۵): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی حاجی آباد.....	۸۱
شکل (۵-۸): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی جاسک.....	۸۱
شکل (۹-۵): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی بندر خمیر.....	۸۲
شکل (۵-۱۰): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی کیش.....	۸۳
شکل (۱۱-۵): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی لاوان.....	۸۳
شکل (۱۲-۵): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی میناب.....	۸۴
شکل (۱۳-۵): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی پارسیان.....	۸۵
شکل (۱۴-۵): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی قشم دریایی.....	۸۵
شکل (۱۵-۵): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی قشم فرودگاهی.....	۸۶
شکل (۱۶-۵): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی رودان.....	۸۷
شکل (۱۷-۵): نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی سیری.....	۸۸

- شکل (۵-۱۸): پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ با سناریو خوش‌بینانه..... ۸۹
- شکل (۵-۱۹): پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۱ با سناریو خوش‌بینانه..... ۸۹
- شکل (۵-۲۰): پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با سناریو خوش‌بینانه..... ۹۰
- شکل (۵-۲۱): پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ با سناریو خوش‌بینانه تا متوسط..... ۹۱
- شکل (۵-۲۲): پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۱ با سناریو خوش‌بینانه تا متوسط..... ۹۱
- شکل (۵-۲۳): پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با سناریو خوش‌بینانه تا متوسط..... ۹۲
- شکل (۵-۲۴): پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ با سناریو بدبینانه..... ۹۲
- شکل (۵-۲۵): پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۱ با سناریو بدبینانه..... ۹۳
- شکل (۵-۲۶): پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با سناریو بدبینانه..... ۹۳
- شکل (۶-۱): نمودار شاخص خشک‌سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره ابوموسی..... ۹۸
- شکل (۶-۲): نمودار شاخص خشک‌سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرعباس..... ۱۰۱
- شکل (۶-۳): نمودار شاخص خشک‌سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی بندرلنگه..... ۱۰۳
- شکل (۶-۴): نمودار شاخص خشک‌سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی بشارگرد..... ۱۰۶
- شکل (۶-۵): نمودار شاخص خشک‌سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی بستک..... ۱۰۹
- شکل (۶-۶): نمودار شاخص خشک‌سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی حاجی‌آباد..... ۱۱۱
- شکل (۶-۷): نمودار شاخص خشک‌سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی جاسک..... ۱۱۴
- شکل (۶-۸): نمودار شاخص خشک‌سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی بندر خمیر..... ۱۱۶
- شکل (۶-۹): نمودار شاخص خشک‌سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی جزیره کیش..... ۱۱۹
- شکل (۶-۱۰): نمودار شاخص خشک‌سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی جزیره لاوان..... ۱۲۱
- شکل (۶-۱۱): نمودار شاخص خشک‌سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی میناب..... ۱۲۴

شکل (۶-۱۲): نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی پارسیان..... ۱۲۶

شکل (۶-۱۳): نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی قشم فرودگاهی..... ۱۲۹

شکل (۶-۱۴): نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی رودان..... ۱۳۲

شکل (۶-۱۵): نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی سیری..... ۱۳۵

چکیده:

بارش از مهم‌ترین عوامل هواشناسی است که کاهش آن نسبت به مقدار طبیعی در یک دوره زمانی باعث ایجاد خشک‌سالی می‌شود. در این پژوهش از روش‌های ریزمقیاس آماری به منظور پیش‌یابی و شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی جهت تعیین شاخص‌های خشک‌سالی اقلیم آینده استان هرمزگان با استفاده از مدل LARS-WG استفاده شده است. برای انجام این مطالعه، داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های همدیدی استان هرمزگان و همچنین ۵ مدل گردش عمومی جو شامل مدل‌های CanESM2، HadGEM-ES2، MPI-ESM-MR، GFDL-CM3 و MIROC5 با سناریوهای RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 قابل‌دسترس در مدل LARS-WG۶ بکار گرفته شدند. قابلیت مدل‌های گزارش پنجم با استفاده از شاخص‌های ضریب تعیین، میانگین مربعات خطا (MSE) و مجذور مربعات خطا (RMSE) ارزیابی گردید. ارزیابی شبیه‌سازی توسط مدل LARS-WG6 در دوره مشابه اقلیمی نشان داد، به دلیل آنکه دمای کمینه و بیشینه توزیع یکسانی در طی روزهای سال دارند در کلاس ارزیابی بسیار مناسب تا مناسب و برای بارش به دلیل عدم توزیع یکنواخت در طول سال در کلاس ارزیابی مناسب تا متوسط طبقه‌بندی می‌شوند. بیشترین ضریب تعیین به ترتیب مربوط به دماهای کمینه و بیشینه (۹۹٪) و بارش (۹۲٪) است. نتایج بررسی‌های تغییرات پارامترهای اقلیمی با مدل‌های گزارش پنجم در تمام دوره‌ها حاکی از افزایش دماهای کمینه و بیشینه در تمام این مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در دوره‌های آینده است، و هرچه از دوره پایه فاصله بگیریم میزان تغییرات دما افزایش می‌یابد. بیشترین تغییرات دمای بیشینه در بیشتر ایستگاه‌های استان هرمزگان، مربوط به مدل HadGEM2-ES با سناریو RCP8.5 و دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ می‌باشد. میزان افزایش در دمای کمینه در اکثر مدل‌ها نسبت به دمای بیشینه سالانه در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده بیشتر بوده و بیانگر آن است که افزایش در دمای استان هرمزگان بیشتر متأثر از افزایش در دمای کمینه می‌باشد. در کلیه ایستگاه‌های هواشناسی استان هرمزگان بیشترین افزایش بارندگی در مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ پیش‌بینی شده است. در حالی که مدل MPI-ESM-MRS با سناریو RCP4.5 در ایستگاه‌های بندرعباس، بندرلنگه، بشاگرد، جاسک، میناب، قشم فرودگاهی و قشم دریایی در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ کاهش بارندگی را نشان می‌دهد. شاخص خشک‌سالی SPI در ایستگاه‌های استان هرمزگان در فصول مختلف نشان داد که بیشترین شاخص SPI در فصل بهار مربوط به مدل CanESM2، در فصل تابستان مربوط به مدل MIROC5، در فصل پاییز مربوط به مدل CanESM2 و در فصل زمستان مربوط به مدل CanESM2 می‌باشد. همچنین بررسی سناریوهای مختلف اقلیم نشان می‌دهد که در سناریو RCP2.6 شاخص SPI در ایستگاه ابوموسی با ترسالی بسیار شدید در دوره ۲۰۴۱-۲۰۶۰ با مدل CanESM2 و در فصل بهار، سناریو RCP4.5 شاخص SPI در ایستگاه ابوموسی با ترسالی بسیار شدید در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با مدل CanESM2 و در فصل بهار و همچنین در سناریو RCP8.5 شاخص SPI در ایستگاه ابوموسی با ترسالی بسیار شدید در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با مدل CanESM2 و در فصل بهار برآورد گردیده است. برآوردهای شاخص SPI در دوره‌های آینده نشان می‌دهد که در فصل بهار تمام ایستگاه‌های هواشناسی در مدل‌های مختلف اقلیمی در حد نرمال قرار دارند. همچنین در فصل تابستان

(به جز ایستگاه بشاگرد با مدل MPI-ESM-MR با سناریو بدبینانه دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱) در حد نرمال قرار می گیرند. در فصل پاییز و زمستان شاخص SPI در حد نرمال تا بسیار شدید برآورد گردید.

کلمات کلیدی: شبیه سازی، شاخص SPI، دما، بارش، استان هرمزگان، سناریوهای اقلیمی، مدل LARS-WG

فصل اول

۱. مقدمه

با آغاز انقلاب صنعتی از سال ۱۸۳۰ میلادی و نیاز بیش‌ازحد بشر به انرژی و مصرف سوخت‌های فسیلی، افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو زمین نیز حالت صعودی به خود گرفت. این افزایش در میزان گازهای گلخانه‌ای خود منجر به ایجاد پدیده‌ای تحت عنوان پدیده اثر گلخانه‌ای گردید. پدیده اثر گلخانه‌ای دمای زمین را به‌طور نامتعادلی بالا برد و باعث افزایش روند تغییرات اقلیمی گردید. رشد فزاینده جمعیت جهان و افزایش تقاضا برای مواد غذایی در دهه‌های اخیر موجب گردیده است که محققان سعی در معرفی و ایجاد شرایط برای تولید محصولات کشاورزی در قالب کشاورزی پایدار بکنند. در این راستا پدیده‌ای که در سال‌های اخیر به‌طور جدی مورد بحث و مطالعه محققان و دانشمندان قرار گرفته است، پدیده‌ای بنام "تغییر اقلیم" هست که همان‌طور که گفته شد می‌تواند اثرات سوء و یا مفیدی بر تولید محصولات کشاورزی داشته باشد. این تغییرات همگی باعث آن شده است که شرایط آب و هوایی و جو زمین دستخوش دگرگونی‌هایی شود. علت اصلی این تغییرات اقلیمی، رهاش بیش‌ازحد گازهای گلخانه‌ای در جو است که خود باعث به وجود آمدن بسیاری از مشکلات کنونی مانند گرم شدن هوا، بالا آمدن سطح آب دریاها و رخداد رگبارهای سیل‌آسا در بعضی از مناطق زمین است. بنابراین پیش‌یابی شرایط اقلیمی برای سال‌های آینده، یعنی اینکه بدانیم وضعیت آب و هوایی مناطق مختلف جهان در سال‌های آینده چگونه تغییر خواهد کرد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پس باید بتوان پارامترهایی که به‌طور غیرمستقیم در تغییر وضعیت آب و هوا مؤثر می‌باشند را نیز، پیش‌بینی نمود. هر مدل اقلیمی تلاش می‌کند تا با استفاده از یکسری از سناریوهای تعریف‌شده، فرآیندهایی که روی اقلیم تأثیر می‌گذارند را شبیه‌سازی کرده و بر اساس آن برای سال‌های آینده پیش‌بینی دهد. یک ایراد بسیار بزرگ بر این مدل‌ها وارد هست و آن این است که این مدل‌ها برای مقیاس‌های خیلی بزرگ (۳۰۰ کیلومتر در ۳۰۰ کیلومتر) خروجی ایجاد می‌کنند. برای رفع این نقیصه خروجی این مدل‌ها را به‌وسیله مدل‌های آماری مانند LARS-WG و یا مدل‌های دینامیکی برای ابعاد کوچک‌تر (۳۰ کیلومتر در ۳۰ کیلومتر) ریزمقیاس نمایی می‌کنند. برای بررسی تغییر اقلیم آینده به سناریوهای اثرات اقلیمی آینده نیاز است. سناریوهای اقلیمی نتایج قابل قبول و سازگاری برای اقلیم آتی هستند، که بر اساس اثرات حیات انسانی بر اقلیم بنا شده‌اند. تمام سناریوهای اقلیمی با مدل‌های GCM (Global Circulation Model) شبیه‌سازی شده‌اند. این پیش‌یابی‌های اقلیمی بر مبنای تغییرات انتشار و غلظت گازهای گلخانه‌ای و دیگر آلاینده‌های جوی (دی‌اکسید سولفور و...) با توجه به فرضیات اجتماعی و اقتصادی و گسترش و توسعه فناوری آینده می‌باشند. در این رابطه هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC) چهار سناریو پایه به نام‌های A1, A2, B1, B2 را با فرضیات متفاوت ایجاد کرده است.

گرمایش جهانی و رابطه تغییر اقلیم به‌ویژه تغییرات دما و بارش نقاط مختلف کره زمین، به‌عنوان مهم‌ترین نمودهای تغییر اقلیم، مورد توجه قرار گرفته‌اند. همچنین در نیمه دوم قرن بیستم دمای کره زمین نسبت به نیمه اول این قرن افزایش

پیدا کرده است و پیش‌بینی می‌شود که این افزایش دما در قرن بیست و یکم هم چنان ادامه یابد و در نتیجه تغییر آینده در شرایط اقلیمی مناطق مختلف کره زمین به وجود آید (قاسمی و فتاحی، ۲۰۱۱).

تغییر اقلیم و افزایش گرمایش جهانی، سبب گسترش خشک‌سالی‌ها و تداوم آن‌ها شده و همچنین منجر به ناهمگنی توزیع بارش شده و بر منابع آب تأثیر می‌گذارد. هرگونه تغییر در مؤلفه‌های بارش و دما، بر میزان تبخیر و تعرق تأثیر خواهد گذاشت. گرمایش جهانی شرایط خشکی را در نواحی خشک جهان با افزایش پتانسیل تبخیر و تعرق و افزایش بیابان‌زایی تشدید خواهد کرد (روشن و محمد نژاد، ۲۰۱۳).

در پژوهش‌های اقلیمی، خشک‌سالی یکی از موضوعاتی است که به‌طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است؛ زیرا خشک‌سالی به‌طور مستقیم جوامع را از طریق تغییرات در فراوانی یا قابلیت دسترسی به مواد غذایی، منابع آب و ذخایر انرژی تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین اثرات مستقیم بر محیط‌زیست دارد (کریمی و همکاران، ۲۰۰۲). در حال حاضر شاخص SPI به‌طور گسترده‌ای در امور تحقیقاتی و اجرایی در سراسر جهان جهت پایش خشک‌سالی استفاده می‌شود. این شاخص به علت سادگی محاسبات، استفاده از داده‌های قابل‌دسترس بارندگی، قابلیت محاسبه برای هر مقیاس زمانی دلخواه و قابلیت بسیار زیاد در مقایسه‌ی مکانی نتایج، به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص برای تحلیل خشک‌سالی به‌ویژه تحلیل‌های مکانی شناخته می‌شود (ویل‌هایت ۱۹۹۷). بر اساس گزارش هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم IPCC در قرن بیستم دمای کره زمین به میزان $4/7$ درجه سلسیوس افزایش یافته و پیش‌بینی شده در بیست سال نخست قرن ۲۱ نرخ افزایش دما به $0/2$ درجه سلسیوس در هر ۱۰ سال برسد و متوسط دمای سطح کره زمین به میزان $1/1$ تا $4/6$ درجه سلسیوس تا سال ۲۱۰۰ افزایش یابد.

ازجمله روش‌های معتبر آشکارسازی تغییرات دما و بارش پیش‌بینی‌های اقلیمی بر اساس تغییرات عمومی جو به کمک مدل‌های گردش عمومی جو GCM هست که پس از ریزمقیاس‌نمایی به کمک مدل‌های آماری موجود می‌توان به نتایج قابل قبولی دست یافت. یکی از این مدل‌ها مدل لارس است (هادی نیا و همکاران، ۲۰۱۲).

مدل لارس یک مدل تولیدکننده داده‌های هواشناسی است. این مدل ریزمقیاس‌نمایی مدل‌های گردش عمومی جو اقدام به پیش‌یابی پارامترهای هواشناسی می‌نماید (نعمت‌الهی و همکاران، ۲۰۱۰). تاکنون تحقیقات مختلفی در زمینه تأثیر تغییر اقلیم بر خشکی و شاخص خشک‌سالی انجام شده است. خشک‌سالی یکی از بلایای طبیعی و اقلیمی و ازجمله رخداد‌های مصیبت‌باری است که هر ساله خسارت‌های قابل‌ملاحظه‌ای را به زندگی انسان و اکوسیستم‌های طبیعی در سراسر جهان به وجود می‌آورد. خشک‌سالی در یک دوره‌ی زمانی، با میزان بارش کمتر از حد معمول همان منطقه شناخته می‌شود. این پدیده منجر به وارد آمدن زیان‌های فراوانی به منطقه از طریق کاهش آب‌های زیرزمینی، کاهش رطوبت خاک، کاهش سریع جریان‌های سطحی و همچنین از بین رفتن محصولات زراعی می‌شود و در نتیجه تبعات اجتماعی را نیز به دنبال دارد. کشور ایران به دلیل موقعیت جغرافیای خاص و قرار گرفتن در کمربند بیابانی کره زمین، در بسیاری از مناطق خود

دارای نزولات جوی ناچیز و کمتر از حد متوسط هست، بنابراین بروز خشک‌سالی گسترده و مداوم از ویژگی‌های اقلیمی این مناطق هست که بررسی این پدیده و به‌ویژه، پیش‌بینی آن دارای اهمیت فراوانی است (پاپلی یزدی، ۱۳۷۸). خشک‌سالی نشانه‌ی واضحی از نوسانات اقلیمی است. بررسی علمی پدیده خشک‌سالی به‌منظور برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب و مقابله با مشکلات ناشی از کمبود آب ضروری هست (مساعدی و همکاران، ۱۳۸۷).

تغییر الگوهای بارندگی، باعث بارش‌های شدید برف و باران در عرض‌های جغرافیایی بالا و متوسط نیمکره شمالی و کاهش بارندگی در مناطق حاره‌ای و جنب‌حاره‌ای در هر دو نیمکره گردیده است که این امر موجب خشک‌سالی و ترسالی‌های شدید در نقاط مختلف کره زمین می‌گردد. تغییرات خشک‌سالی چه در مقیاس مکانی و چه در بازه زمانی از پیامدهای تغییر اقلیم است. امروزه از یک‌سو درحالی‌که روند خشکی‌های متناوب اثرات اکولوژیکی شدیدی بر روی برخی از مناطق وارد می‌سازد افزایش خشک‌سالی‌های شدید موجب بروز مشکلات عدیده در نواحی دیگر گردیده است. آگاهی از روند تغییرات و نوسانات در عناصر اقلیمی مانند بارش و خشک‌سالی می‌تواند منجر به کاهش اثرات تخریبی این رویداد گردد. تلاش‌های محققان و مطالعات صورت گرفته در زمینه رویدادهای اقلیمی نشان‌دهنده‌ی اهمیت موضوع و کشف علت‌های وقوع نوسانات اقلیمی است. با داشتن آگاهی، بهتر می‌توان رویدادهای اقلیمی را پیش‌یابی و برای آینده برنامه‌ریزی کرد (کردآنگلو و همکاران، ۲۰۱۲).

فصل دوم

۲. بیان مسئله، اهمیت موضوع و اهداف پژوهش

۱-۲ بیان مسئله و ضرورت تحقیق:

در پژوهش‌های اقلیمی، خشک‌سالی یکی از موضوعاتی است که به‌طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس نتایج بابائیان و همکاران (۱۳۸۸) برای دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ کاهش ۹ درصدی بارش در کل کشور، افزایش آستانه بارش‌های سنگین و خیلی سنگین به ترتیب ۱۳ و ۳۹ درصد و افزایش میانگین سالانه دما به میزان ۰/۵ درجه سلسیوس هست که بیشترین افزایش ماهانه دما مربوط به ماه‌های سرد سال است. بارش از مهم‌ترین عوامل هواشناسی است که کاهش آن نسبت به مقدار طبیعی در یک دوره زمانی باعث ایجاد خشک‌سالی می‌شود. مسئله خشک‌سالی به‌عنوان مهم‌ترین پدیده اقلیمی، از معضلات محیطی در اغلب کشورهای جهان به‌ویژه ایران است. درک تغییرات سالانه و درون دهه‌ای آن برای بهبود برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب مهم است (خورشید دوست ۲۰۰۹). نوسان بارش در سطوح جهانی خطرات زیادی برای امنیت غذایی و توسعه اقتصادی در جهان دارد. بخش‌های وسیعی از ایران از جمله بخش جنوبی به علت واقع شدن در قلمرو اقلیمی خشک و نیمه‌خشک همواره بارش کمی دریافت می‌کند و از این‌رو به‌طور دائم با کمبود آب مواجه هستند. از مهم‌ترین ویژگی‌های این نواحی تغییرات شدید در میزان بارش و وقوع خشک‌سالی و ترسالی آن است. نوسان زمانی در میزان بارش (کم‌بارشی) در ایران نقش مهمی در محدودیت دسترسی به منابع آب بخصوص در مناطق جنوبی کشور و همچنین در استان هرمزگان دارد (قویدل رحیمی و همکاران ۲۰۱۴). بر اساس پیش‌یابی‌های اقلیمی و با توجه به اهمیت منابع آب در حوزه‌های مختلف به‌ویژه در زمینه تولیدات کشاورزی، بیابان‌زدایی و از بین رفتن پوشش گیاهی طبیعی و مراتع، برآورد دقیق پارامترهای اقلیمی لازم و ضروری به نظر می‌رسد. لذا با توجه به اینکه پژوهش جامعی در این ناحیه از کشور انجام نگرفته است، هدف از این پژوهش مطالعه اثرات تغییر اقلیم دوره‌های آینده با استفاده از مدل LARS-WG در پیش‌یابی تغییرات روند دما و بارش و تعیین شاخص‌های خشک‌سالی اقلیم آینده هست. از دیگر ضرورت‌های تحقیق می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- ضرورت و اهمیت پیش‌یابی پارامترهای اقلیمی به‌ویژه دما و بارش در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی - اجتماعی و جلوگیری از بروز خسارات به‌ویژه در حوزه کشاورزی

- شبیه‌سازی اقلیمی جهت تخمین میزان بارندگی، دمای کمینه و بیشینه به‌ویژه در مکان‌های فاقد ایستگاه

- محاسبه تداوم و شدت خشک‌سالی استان هرمزگان در دهه‌های اخیر و آینده

- میزان تغییرات میانگین بارش دوره آینده نسبت به دوره پایه در ماه‌های مختلف و تحت سناریوهای مختلف

عمده‌ترین مسئله فراروی توسعه و پیشرفت استان هرمزگان، وقوع خشک‌سالی‌های فراگیر و بحرانی شدن وضعیت منابع آب و به چالش کشیده شدن حیات طبیعی و انسانی در این مناطق است. آنچه امروزه در مدیریت خشک‌سالی به‌منظور به حداقل رساندن اثرات سوء آن مورد توجه است، انتقال مدیریت بحران به مدیریت ریسک به‌عنوان امری اجتناب‌ناپذیر است.

۲-۲ فرضیات تحقیق:

- دوره‌های خشک‌سالی اقلیم آینده در استان هرمزگان در غالب مدل‌های اقلیمی مورد مطالعه افزایشی است.
- پارامتر دمای بیشینه در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه در غالب سناریوهای مختلف افزایشی است.
- پارامتر دمای کمینه در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه در غالب سناریوهای مختلف افزایشی است.
- پارامتر بارش سالانه در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه در غالب سناریوهای مختلف کاهش‌ی است.

۳-۲ اهداف تحقیق:

با توجه به جایگاه ویژه استان هرمزگان و امکان انجام سرمایه‌گذاری‌های کلان اقتصادی نظیر وجود صنایع، پالایشگاه‌ها، اسکله‌های مهم تجاری، فعالیت‌های مهم و عظیم نفت و گاز و صنایع انرژی بر و همچنین ویژگی‌ها و موقعیت ویژه جغرافیایی، نظامی مانند نزدیکی به آبراه بین‌المللی تنگه هرمز، برنامه‌ریزی آمایش استان و حتی کشور را به‌شدت تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. در این استان به دلیل قرارگیری در منطقه کم آب و خشک کشور، بررسی روند و پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی می‌تواند کمک شایانی در برنامه‌ریزی‌های بلندمدت اقتصادی به مدیران نماید. لذا با توجه به اینکه پژوهش جامعی در این ناحیه از کشور انجام نگردیده و تحقیق حاضر برای نخستین بار به این موضوع پرداخته است. بنابراین هدف از این پژوهش مطالعه اثرات تغییر اقلیم دوره‌های آینده در پیش‌بینی تغییرات روند دما و بارش استان هرمزگان با استفاده از مدل LARS-WG و تعیین شاخص‌های خشک‌سالی به‌ویژه شاخص SPI می‌باشد. به‌طورکلی در پژوهش حاضر اهداف زیر موردنظر می‌باشند:

- قابلیت ارزیابی مقادیر واقعی و تولیدشده توسط مدل LARS WG طی دوره مورد مطالعه
- بررسی اثرات سناریوهای مختلف تغییرات اقلیمی در پیش‌بینی دما و بارش با استفاده از مدل لارس
- بررسی و تعیین شاخص‌های خشک‌سالی اقلیم آینده با توجه به سناریوهای مختلف
- ارزیابی تأثیر تغییر اقلیم بر شاخص‌های خشک‌سالی
- تغییرات پارامترهای اقلیمی دما و بارش تحت سناریوهای RCP۲,۶، RCP ۴,۵ و RCP ۸,۵

- پیش‌یابی پارامترهای اقلیمی با استفاده از مدل مولد اقلیمی LARS-WG
- پهنه‌بندی دما و بارش در استان هرمزگان تحت سناریوهای مختلف اقلیمی

فصل سوم

۳. پیشینه تحقیق

در طی سال‌های گذشته پژوهشی‌های زیادی برای پیش‌یابی و شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی توسط پژوهشگران داخلی و خارجی صورت گرفته است. این پژوهشگران از مدل‌های ریزمقیاس نمایی دینامیکی و یا آماری مختلف برای رسیدن به این هدف استفاده کرده‌اند. پدیده خشک‌سالی رابطه بسیار نزدیکی با میزان بارش و دما در یک منطقه دارد و بسیاری از مطالعات مشابه رابطه بین شاخص‌های خشک‌سالی و پارامترهای اقلیمی و بارش را مورد مطالعه قرار داده‌اند. در ذیل به تعدادی از آخرین مطالعات صورت گرفته در این زمینه، پرداخته می‌شود.

۳-۱-پیشینه تحقیق در خارج از کشور

سجاد خان و همکاران (۲۰۰۶) سه روش ریزمقیاس نمایی مدل ریزمقیاس نمایی آماری (SDSM)، مدل مولد آب‌وهوایی ایستگاه تحقیقاتی لانگ آشتن LARS-WG و مدل شبکه عصبی مصنوعی ANN را از طریق آزمون‌های عدم قطعیت با سه پارامتر بارش روزانه، حداقل دمای روزانه، و حداکثر دمای روزانه مقایسه کردند. در مطالعه یادشده، پژوهشگران از آزمون نا پارامتری آماری ویلکاکسن برای مقیاس داده‌های مشاهده‌شده و ریزمقیاس شده در ماه‌های مختلف برای دو ایستگاه در منطقه‌ای کوچک در کانادا استفاده کردند. نتایج نشان داد روش SDSM بهترین کارایی و روش ANN کمترین کارایی را دارد و روش LARS-WG در حد وسط قرار دارد.

لوکاس و همکاران (۲۰۰۸) اثرات تغییر اقلیم بر شدت خشک‌سالی در منطقه تسالی در یونان را بررسی و برای تخمین شدت خشک‌سالی از شاخص GIS و SPI برای تقسیم منطقه تسالی به ۱۲ ناحیه یکنواخت هیدرولوژیکی بر اساس ژئومورفولوژی آن‌ها استفاده کردند. نتایج این بررسی نشان داد که شدت خشک‌سالی سالیانه برای همه مناطق هیدرولوژیکی و مقیاس‌های زمانی SPI با سناریوی A2 افزایش می‌یابد.

ساروار و همکاران (۲۰۱۰) اثرهای تغییر اقلیم را بر حوض آبریز رود تایمز با استفاده از مدل‌های ریزمقیاس نمایی SDSM، LARS-WG و KnnCAD ارزیابی کردند. نتیجه اینکه مدل SDSM برای دماهای حداقل و حداکثر عملکرد بهتری نسبت به دو مدل دیگر دارد، ولی برای بارش مدل LARS-WG ترجیح داده می‌شود.

ژائوفولی و همکاران (۲۰۱۱) دو مدل ریزمقیاس نمایی آماری را که عبارت‌اند از مدل مارک پنهان ناهمگن (NHMM) و مدل ریزمقیاس نمایی آماری SDSM روی داده‌های بارش روزان دریاچه خشک‌شده رودخانه تاریم در چین ارزیابی کردند. ابزار مقایسه در این مطالعه توابع باقی‌مانده، تحلیل‌های همبستگی، و توابع چگالی و توزیع احتمالی بودند. به‌طورکلی، نتایج نشان داد هر دو روش، با کمی اختلاف عملکرد در مراحل پردازش و اعتبارسنجی مدل، پایداری لازم را دارند. همچنین، نتایج نشان داد که عملکرد روش NHMM کمی بهتر از SDSM در شبیه‌سازی بارش ماهانه است؛

به طوری که کاربر قادر خواهد بود بارش را به خوبی در همه ماه‌ها شبیه‌سازی کند. اما هر دو مدل NHMM و SDSM به دلیل مؤلفه‌های تصادفی در مدل بندی مقادیر بارش، در ریزمقیاس کردن سری‌های سالان بارش دقت کمتری دارند.

ابرقویی و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای، تغییرات و روند خشک‌سالی تحت تغییرات آب و هوایی جهانی با استفاده از آزمون آماری غیر پارامتریک Man-Kendall برای ۴۲ ایستگاه همدیدی در نقاط مختلف ایران را مورد بررسی قرار دادند. ایشان شاخص استاندارد بارش (SPI) را برای شناسایی وضعیت خشک‌سالی در مقیاس‌های زمانی مختلف (سری زمانی ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ماهه) برای تجزیه و تحلیل روند خشک‌سالی در ۳۰ سال اخیر محاسبه نمودند. نتایج به دست آمده حاکی از روند منفی خشک‌سالی در بسیاری از مناطق ایران، به ویژه مناطق جنوب شرقی، غربی و جنوب غربی کشور بود. طبق نتایج، اگرچه برخی از مناطق ایران مانند شمال (اطراف دریای خزر) و شمال شرقی روند قابل توجهی نشان نمی‌دهد اما در سایر مناطق کشور، شدت خشک‌سالی طی ۳۰ سال گذشته افزایش یافته است.

در پژوهشی دیگر، یان جون و همکاران (۲۰۱۲) خصوصیات سیر تکاملی خشکی را بر اساس شاخص خشک‌سالی SPI در چین مورد ارزیابی قرار دادند. در این مطالعه از شاخص SPI برای تجزیه و تحلیل شاخص خشک‌سالی سالیانه طی سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۶۱ میلادی استفاده شد. مشاهدات نشان داد که فراوانی خشک‌سالی در حوضه رودخانه کاهش و شدت خشک‌سالی در آغاز قرن ۲۱ افزایش می‌یابد.

هواچن و همکاران (۲۰۱۳) پیش‌بینی دما و بارش در سودان و سودان جنوبی با استفاده از LARS-WG را در سناریوهای مختلف اقلیمی مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش، پیش‌بینی بارش در فصل بارانی (ژوئن، ژوئیه، و اوت) بر اساس میانگین GCM، روند کاهشی در دوره‌های ۲۰۱۱-۲۰۳۰، ۲۰۶۵-۲۰۴۶ و ۲۰۸۰-۲۰۹۹ را در سودان نشان داد. با این حال، روند افزایشی را می‌توان در آینده در (سپتامبر، اکتبر و نوامبر) یافت و همچنین بارش در سودان جنوبی در بیشتر فصول آینده به جز در فصل (مارس، آوریل و مه) در سال ۲۰۱۱-۲۰۳۰ روند رو به رشدی را دارد. پیش‌بینی‌های GCM یک‌روند افزایشی مشابه و مداوم را برای دمای کمینه و دمای بیشینه در هر سه دوره آینده نشان داد.

نوری و آلام (۲۰۱۴) مدل SDSM را روی داده‌های مشاهداتی دما و بارش روزانه از سال ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۶ با استفاده از مدل جهانی HadCM3 به کاربرند. در این مطالعه از شاخص درصد اریبی PBIAS، شاخص کفایت ناش-ساتکلیف (NSE) و شاخص اصلاح‌شده تطابقی برای ارزیابی داده‌های بارش و دمای ریزمقیاس شده استفاده شد. مقدار شاخص PBIAS دمای ریزمقیاس شده حداقل بود (۳۰٪ / -). شاخص NSE (۰,۸۰) و شاخص اصلاح‌شده تطابقی (۰,۸۳) بالاترین حد برای دمای بیشینه روزانه در ایستگاه سیلحت بنگلادش بوده است. در میان پنج ایستگاه باران‌سنجی، شاخص PBIAS بارش ریزمقیاس شده دارای مقدار حداقل (۱,۳۱٪) بود و شاخص NSE (۰,۷۶) و شاخص اصلاح‌شده (۰ / ۷۹)

بالاترین حد را در ایستگاه کانایرقات داشته است. داده‌های دما و بارش ریزمقیاس شده با داده‌های مشاهده‌شده تقریباً مطابقت داشته‌اند.

ردی و همکاران (۲۰۱۴) اثرهای تغییر اقلیم را با استفاده از مدل LARS-WG در منطق آندرا پرادش هند ارزیابی کردند. پژوهشگران در این بررسی، که دوره مشاهداتی ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ به عنوان دوره پایه در نظر گرفته شده است، ضمن بررسی اعتبار مدل و تأیید شبیه‌سازی بارش و دماهای حداقل و حداکثر، به این نتیجه رسیدند که تا سال ۲۰۳۰ حداکثر افزایش متوسط بارش سالانه ۱۶ / ۵ درصد و تا سال ۲۰۶۰ این افزایش ۵ / ۹ درصد خواهد شد. حداکثر دما تا سال ۲۰۳۰ به میزان ۵۳ / ۱ درصد خواهد بود و تا سال ۲۰۶۰ به مقدار ۵ / ۲ درصد افزایش خواهد یافت. ولی برای حداقل دما کاهش ۴ تا ۱۰ درصدی تا سال ۲۰۳۰ و کاهش ۶ تا ۱۲ درصدی تا سال ۲۰۶۰ را نشان می‌دهد.

یاسین عثمان و همکاران (۲۰۱۴) در مقاله‌ای تحت عنوان بارش مورد انتظار آینده در مرکز عراق با استفاده از مدل مولد اقلیم LARS-WG کارایی مدل بلندمدت مولد آب و هوایی در ریزمقیاس نمایی بارش روزانه مرکز عراق برای پیش‌بینی تغییرات آینده بارش بر اساس سناریوی خروجی هفت مدل گردش عمومی (GCM ها) برای دوره‌های ۲۰۳۰-۲۰۱۱، ۲۰۴۶-۲۰۶۵ و ۲۰۹۹-۲۰۸۰ استفاده نمودند. نتایج نشان داد که دوره‌های دسامبر-فوریه و سپتامبر-نوامبر، بر اساس میانگین آنسامبل ۷ مدل GCM، روند افزایشی را در دوره‌های در نظر گرفته شده نشان داد. با این حال، روند کاهشی می‌تواند در ماه مارس، آوریل و مه در آینده مشاهده شود.

جیان شاو و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله‌ای با عنوان برآورد تغییرات آب و هوایی آینده در مناطقی با آب‌وهوای سرد با مدل LARS-WG تحت سناریوهای CMIP5، به مطالعه‌ی یک رویکرد جدید برای استفاده از مدل مولد اقلیم (LARS-WG) با استفاده از سناریوهای انتشار پروژه فاز ۵ (CMIP5) پرداختند و هدف آن‌ها از این آزمایش، کاربرد این مدل در مناطق سرد و ارزیابی واکنش دما و میزان بارندگی، از نظر مقدار و شکل، با توجه به روند پیش‌بینی شده‌ی آب‌وهوای گرم‌تر در آینده، بود. سه ایستگاه در شمال شرقی چین به عنوان مطالعه موردی انتخاب شدند و از ۵۰ سال مشاهدات هواشناسی روزانه برای کالیبراسیون و اعتبارسنجی مدل استفاده شد. سری‌های زمانی آینده از بارش روزانه و حداکثر و حداقل دمای روزانه توسط LARS-WG ی کالیبره شده بر اساس سه سناریوی RCP با استفاده از سطوح واداشت تابشی مختلف از خروجی ۱۴ مدل گردش عمومی (GCM) برای دوره‌های ۲۰۶۰-۲۰۴۱ و ۲۰۸۰-۲۰۶۱ تولید شدند. نتایج نشان داد که از سناریوهای CMIP5 می‌توان با موفقیت در یک مدل LARS-WG استفاده کرد و این مدل در شرایط آب‌وهوای سرد عملکرد خوبی دارد.

والام و کیوین (۲۰۱۸) پیش‌بینی بارش و درجه حرارت آینده در مکان‌های دارای آب‌وهوای متنوع از طریق چندین طرح ریزمقیاس نمایی آماری بررسی کرده‌اند. این طرح‌ها شامل روش ریزمقیاس نمایی آماری (SDSM)، فاکتور تغییر ترکیب‌شده با LARS-WG و روش متمایل به تفکیک bias corrected disaggregation (BCD) بود. نتایج مطالعه نشان داد که مناطقی که بارندگی شدید دارند به احتمال زیاد اختلاف بین پیش‌بینی‌ها در روش‌های مختلف مقیاس نمایی آماری را نشان می‌دهند. همچنین، واریانس محاسبه‌شده در پیش‌بینی هواشناسی عدم اطمینان حاصل از انتخاب ابزارهای ریزمقیاس نمایی و مدل‌های اقلیمی را نشان داد. این مطالعه می‌تواند به درک بهتر در مورد ویژگی‌های رویکردهای مختلف ریزمقیاس نمایی و عدم اطمینان کلی ریزمقیاس نمایی کمک کند.

شاگگا و همکاران (۲۰۱۹) مدل LARS-WG با استفاده از داده‌های بارش روزانه مشاهده‌شده برای دوره زمانی ۱۹۷۱-۲۰۰۰ (۳۰ سال) در حوضه‌ای در تانزانیا بررسی کردند. نتایج حاکی از افزایش حداقل و حداکثر درجه حرارت بین ۰٫۲ تا ۲٫۶ درجه سانتی‌گراد در دهه ۲۰۵۰ و بین ۲٫۷ و ۴٫۴ درجه سانتی‌گراد در دهه ۲۰۸۰ بود. کمترین افزایش در دمای آینده در ماه‌های اکتبر و نوامبر و بیشترین افزایش در ماه‌های مه، ژوئن و جولای رخ داده‌است. پیش‌بینی می‌شود میزان بارندگی‌های آینده ۱۲ تا ۳۷ درصد در ماه آوریل، مه، ژوئن و ژوئیه کاهش یابد، درحالی‌که میزان بارش باران در ماه‌های باقیمانده پیش‌بینی می‌شود ۵-۵۸ درصد افزایش یابد.

ژیان چا و همکاران (۲۰۱۹) برآورد تغییرات آب و هوایی آینده در مناطق سردسیر با مدل LARS-WG تحت سناریوهای CMIP5 را بررسی کردند. نتایج نشان داد که به‌طور کلی سال‌های گرم و مرطوب آینده ادامه یافته، اما ناسازگاری زیادی بین GCM های مختلف وجود دارد. اگرچه میزان بارش سالانه در آینده نیز ادامه خواهد یافت، اما بارش برف سالانه نسبتاً کمتری رخ می‌دهد، که در درجه اول در زمستان‌های طولانی متمرکز خواهد شد. همچنین نتایج نشان داد که چنین تغییرآینده در شرایط پوششی از برف به‌طور بالقوه می‌تواند قوانین اصلی کشاورزی محلی را مختل کند. علاوه بر این، تخلیه سنگین‌تر و زودبازده‌تر بارش برف و بارندگی بیشتر در تابستان بر روند هیدرولوژیکی حوزه آبخیز تأثیر خواهد گذاشت.

محمد زاده و همکاران (۲۰۱۹) باهدف ارزیابی تأثیر تغییرات آب‌وهوا بر منابع آب سطحی، از یک مدل رواناب باران مفهومی (مدل مخزن) جفت شده با مدل LARS-WG در حوضه آبریز (۴۶۴۸ هکتار) واقع در حوضه جنوبی دریای خزر استفاده کردند. نتایج نشان داد که این مدل از قابلیت پیش‌بینی معقول در شبیه‌سازی حداقل و حداکثر دما در سطح ۹۹٪، بارندگی در سطح ۹۳٪ و تابش در سطح ۹۷٪ در سناریوهای مختلف با توافق با داده‌های مشاهده‌شده برخوردار است. علاوه بر این، نتایج حاصل از مدل بارش رواناب میزان بارندگی را حدود ۱۰۸٪ تحت سناریوی A1B، ۱۰۱٪ تحت

سناریو A2 و ۹۳٪ تحت سناریو B1 در طول دوره ۳۰ ساله پیش‌بینی تخلیه نشان داد. پیش‌بینی دما و امواج گرما و سرما برای آراگون (اسپانیا) با استفاده از یک ریزمقیاس آماری دومرحله‌ای از خروجی‌های مدل CMIP5 موردبررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که سناریوهای موج گرمای محلی افزایش شدت متوسط آن در نزدیکی ۲ درجه سانتی‌گراد (رسیدن به دمای بیشینه ۳۸٫۸ درجه سانتی‌گراد) و متوسط افزایش حداکثر شدت ۳٫۶ درجه سانتی‌گراد (درجه حرارت تا ۴۱٫۵ درجه سانتی‌گراد) برای سناریوی RCP8.5 در پایان قرن و سناریوهای تغییر وضعیت آب‌وهوا برای حداکثر دمای روزانه، افزایش تدریجی در طول قرن ۲۱ را نشان می‌دهد. بیشترین افزایش در طول تابستان در پایان قرن رخ خواهد داد و برای سناریوی RCP8.5 به مقادیر حداکثر ۷ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. حداقل افزایش دما رفتارهای مشابهی را با حداکثر دما نشان می‌دهد، اما با افزایش کمتر (۳ درجه سانتی‌گراد و ۵٫۶ درجه سانتی‌گراد برای سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 به ترتیب در تابستان در پایان قرن) بیشترین دما و شدت موج‌های گرما به‌ویژه در دره ابرو، پرجمعیت‌ترین منطقه بسیار شدید خواهد بود (جیاتان، ۲۰۱۹). بیات ورکشی و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی بررسی تأثیر تغییرات آب‌وهوا بر تبخیر و تعرق مرجع با استفاده از HadCM3 و LARS-WG موردبررسی قرار دادند. در این مطالعه تأثیر تغییرات آب و هوایی بر تبخیر و تعرق مرجع (ET_0)، که یکی از مهم‌ترین متغیرها در مدیریت منابع آب و برنامه‌ریزی آبیاری است، بررسی شده برای این منظور از داده‌های روزانه هواشناسی ۳۰ ایستگاه هواشناسی ایران از سال ۱۹۸۱ و ۲۰۱۰ استفاده شد. نتایج نشان داد که ET_0 از سال ۲۰۱۱ به ۲۱۱۳ تقریباً در کلیه ایستگاه‌های تحت سه سناریو افزایش می‌یابد. درصد تغییرات ET_0 در سناریوی A1B در سه دوره از سال ۲۰۱۱ تا ۲۱۱۳ به ترتیب ۰٫۹۸٪، ۵٫۱۸٪ و ۱۲٫۱۷٪ نسبت به دوره پایه پیدا شده است، در حالی که برای سناریوی B1، آن‌ها ۰٫۶۷٪، ۴٫۰۷٪ محاسبه شده‌اند. و ۶٫۶۱٪ و برای سناریو A2، به ترتیب ۰٫۵۹٪، ۵٫۳۵٪ و ۹٫۳۸٪ مشاهده شدند. بنابراین، بیشترین افزایش ET_0 از سال ۲۰۸۰ تا ۲۱۱۳ تحت سناریوی A1B اتفاق می‌افتد. چالز چیسانگا و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با عنوان بررسی قابلیت اطمینان عملکرد شبیه‌سازی محصول ذرت با استفاده از مدل LARS-WG مشتق شده از داده‌های آب و هوایی CMIP5 در کوه ماکولو، زامبیا، به بررسی ارزیابی قابلیت اطمینان و یا عدم قطعیت عملکرد محصول ذرت شبیه‌سازی شده برای آینده نزدیک در دهه ۲۰۵۰ در کوه ماکولو در زامبیا پرداختند. مدل مولد آب و هوایی (LARS-WG) برای تولید سناریوهای دوره پایه (۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰) و دوره آینده (۲۰۴۰ تا ۲۰۶۹) برای دو سناریوی انتشار (RCP 4.5 و RCP 8.5) مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین دما نسبت به دوره پایه (۱۹۸۰-۲۰۱۰) ۲/۰۹ درجه سلسیوس (RCP 4.5) و ۲/۵۶ درجه سلسیوس (RCP 8.5) افزایش می‌یابد. با این حال، میزان بارندگی ۹/۸۴ درصد (RCP 4.5) و ۱۱/۸۲ درصد (RCP 8.5) کاهش می‌یابد. نتایج شبیه‌سازی شده‌ی مدل CERES-Maize برای رشد ذرت دیم نشان داد که پارامترهای شبیه‌سازی شده، روز پس از کاشت (DAP)، زیست‌توده و عملکرد دانه در دوره زمانی ۲۰۴۰-۲۰۶۹ / ۱۹۸۰-۲۰۱۰ تحت هر دو سناریوی

RCP4.5 و RCP8.5 کاهش می‌یابند. همچنین مدل LARS-WG با موفقیت برای منطقه‌ی موردنظر، برای ایجاد سناریوهای اقلیمی در حوزه‌ی مطالعات اثر برای آگاهی سیاستمداران، ذینفعان و تصمیم‌گیرندگان قابل استفاده هست.

۳-۲ پیشینه تحقیق در داخل کشور

بابائیان و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه خود به ارزیابی تغییر اقلیم کشور در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ با استفاده از ریزمقیاس نمایی داده‌های مدل گردش کلی جو ECHO-G پرداختند. آن‌ها خروجی‌های این مدل را با استفاده از سناریوی A1 ریزمقیاس نمودند و نتایج آن‌ها را برای ۴۳ ایستگاه همدیدی کشور تجزیه تحلیل کردند. نتایج کلی برای دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ حاکی از کاهش ۹ درصدی بارش در کل کشور، افزایش آستانه‌ی بارش‌های سنگین و خیلی سنگین به ترتیب با ۱۳ و ۳۹ درصد و افزایش میانگین سالانه‌ی دما به میزان ۰٫۵ درجه سانتی‌گراد هست که بیشترین درصد افزایش ماهانه‌ی دما در ماه‌های سرد سال رخ داده است.

عباسی و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از ریزمقیاس نمایی آماری مدل ECHO-G به‌پیش بینی تغییرات اقلیمی خراسان جنوبی در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ پرداختند. ایشان در این مقاله داده‌های سناریوی A1 مدل گردش عمومی ECHO-G کره جنوبی اجرا می‌شود، برای ارزیابی تغییرات اقلیمی، خشک‌سالی، یخبندان استان خراسان جنوبی در دوره ۲۰۳۹ تا ۲۰۱۰ میلادی توسط مدل آماری و داده‌های واقعی شش ایستگاه ECHO-G ریزمقیاس شدند. در این تحقیق از داده‌های دمای کمینه، دمای بیشینه، تابش و بارش مدل LARS-WG استان شامل بیرجند، نهبندان، فردوس، قائن، بشرویه و خور بیرجند استفاده شد. نتایج کلی بررسی‌ها برای دوره مذکور حاکی از افزایش ۴ درصدی بارش در استان، کاهش تعداد روزهای یخبندان و افزایش میانگین سالانه دما در حدود ۰٫۳ درجه سلسیوس هست که بیشترین افزایش دما مربوط به فصل زمستان به میزان یک درجه سانتی‌گراد هست. همچنین تعداد روزهای خشک در شهرستان‌های شمالی این استان شامل بشرویه، فردوس و قائن افزایش و در شهرستان‌های جنوبی آن شامل بیرجند، خور بیرجند و نهبندان کاهش می‌یابد و به‌طورکلی خشک‌سالی‌های این استان در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ کاهش می‌یابند.

مشکاتی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی به بررسی و ارزیابی مدل لارس در شبیه‌سازی داده‌های هواشناسی استان گلستان در دوره ۲۰۰۷-۱۹۹۳ میلادی پرداختند. نتایج حاصل از محاسبه میانگین خطای مطلق مدل‌سازی در ماه‌های سال نشان داد که بیشترین خطا مربوط به ساعت آفتابی هست اما متغیرهای بارش و دمای حداقل و حداکثر با دقت خوبی مدل‌سازی شده‌اند.

گل محمدی و مساح بوانی (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای، به ارزیابی اثرهای تغییر اقلیم بر وضعیت خشک‌سالی حوضه قره‌سو در دوره‌های آینده با استفاده از شاخص خشک‌سالی بارش استاندارد شده SPI پرداختند. در این ارزیابی از روش SDSM

برای ریزمقیاس نمایی خروجی مدل جهانی ۳ HadCM تحت سناریوی A2 استفاده شد. مقیاس نتایج حاکی از آن است که حوضه در دوره ۲۰۴۰ تا ۲۰۶۹ میلادی شاهد افزایش بارش و کاهش شدت خشک سالی نسبت به دوره پایه خواهد بود. این کاهش شدت برای مقیاس های زمانی شش و دوازده ماهه با افزایش دوره بازگشت افزایش می یابد. این در حالی است که برای خشک سالی های ۲۴ ماهه، با افزایش دوره بازگشت، شدت خشک سالی حوضه بیش از دوره پایه خواهد شد.

خلیلی اقدم و همکاران (۱۳۹۱) به ارزیابی توانایی مدل LARS-WG در پیش بینی برخی از پارامترهای جوی سنندج پرداختند. در این پژوهش برای تولید مقادیر بارش روزانه، تابش و درجه حرارت های حداکثر و حداقل در یک ایستگاه تحت شرایط اقلیمی حاضر و آینده به کار گرفته شده است. در این مدل برای طول دوره های تر و خشک، بارش روزانه و تابش از توزیع نیمه تجربی استفاده می شود. نتایج نشان داد که مدل با دقت بالایی قادر به شبیه سازی پارامترهای دمای بیشینه، حداقل و تابش هست اما در شبیه سازی پارامترهای بارش در مقایسه با سایر پارامترها خطای بیشتری را نشان داد. تعداد روزهای داغ در آینده در بیشتر ماه های گرم سال افزایش محسوسی می یابد که بیشترین افزایش را در ماه ژوئن نشان داد. همچنین بیشترین تعداد روزهای یخ بندان در ماه ژانویه و با میانگین ۲۶ روز مشاهده شد.

مروت و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله ای به ارزیابی شرایط تغییر اقلیم و اثرات آن بر روی تاریخ کاشت محصول گندم در مشهد پرداختند. به منظور ارزیابی شرایط تغییر اقلیم در شهر مشهد ایشان خروجی های مدل گردش عمومی جو ECHO-G سناریوی A1 را با استفاده از مدل آماری LARS-WG ریزمقیاس نمودند. در این مطالعه سال های ۲۰۰۵-۱۹۷۶ میلادی به عنوان دوره گذشته (دوره آماری) و سال های ۲۰۳۹-۲۰۱۰ میلادی به عنوان دوره آینده (دوره تغییر اقلیم) انتخاب گردیدند. نتایج حاصل از اجرای مدل نشان دهنده این بود که در دوره آینده نسبت به دوره آماری، دمای شهر ۶ درصد افزایش می یابد. سپس با استفاده از فرمول درجه روزهای رشد (GDD) و داده های خروجی مدل برای دوره ی آینده به تنظیم تقویم زراعی و تعیین مناسب ترین تاریخ کاشت گیاه گندم پرداخته شد. بر این اساس در سال های زراعی ۱۳۸۹ تا ۱۴۱۸ بهترین تاریخ کاشت گندم در مشهد اواسط آبان ماه تعیین گردید و جوانه زنی اوایل آذر، پنجه زنی اوایل اسفند، گلدهی اواسط اردیبهشت و تاریخ رسیدگی و برداشت نیمه دوم خردادماه هست.

گودرزی و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله ای با عنوان کاربرد مدل LARS-WG در پیش بینی پارامترهای هواشناسی حوزه قره سو، به تولید داده های روزانه بارش، دمای حداقل و حداکثر و ساعت آفتابی در حوضه آبخیز قره سو استان گلستان در ایستگاه گرگان پرداختند. ایشان در گام اول مدل را برای دوره ۱۹۹۹-۱۹۷۰ اجرا کردند و میانگین های ماهانه مشاهداتی و تولید شده پارامترهای اقلیمی مذکور مقایسه شد. سپس همبستگی مقادیر با استفاده از آزمون T استیودنت مورد آزمون

قرار گرفت. نتایج نشان داد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد تفاوت معنی داری بین داده‌های واقعی و داده‌های حاصل از مدل وجود ندارد.

اخوان و دلاور (۱۳۹۵) به ارزیابی دقت داده‌های CFSR و مدل LARS-WG در شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. بدین منظور، ایشان از مقایسه شاخص‌های آماری RMSE، MBE، MAE و R2 استفاده نمودند. نتایج نشان داد داده‌های CFSR در بازه زمانی کوتاه‌تر (ماهانه و سالانه) دارای آماره‌های خطا سنجی کمتری نسبت به مدل LARS-WG است و همبستگی بیشتری با داده‌های مشاهداتی دارد. بنابراین، در تخمین پارامترهای اقلیمی کوتاه‌مدت، دقت بالاتری دارد. همچنین، نتایج بیانگر توانمندی مدل LARS-WG در شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی در بازه زمانی طولانی مدت (دهه) است. به همین دلیل، مقادیر آماره‌های مذکور در مقیاس‌های زمانی کوتاه‌تر، چندان مناسب نیست. همچنین داده‌های CFSR در نقاط فاقد ایستگاه هواشناسی می‌تواند گزینه ارزشمندی محسوب شود.

صباحی و همکاران (۱۳۹۶) جهت تحلیل روند پارامترهای اقلیمی گذشته و پیش‌بینی متغیرهای بارش، میانگین دمای کمینه و بیشینه به ترتیب از آزمون نا پارامتریک من کندال و مدل گردش عمومی جو (HadCM3) استفاده کردند. به این منظور، داده‌های خروجی مدل گردش عمومی جو HadCM3 را با سه سناریو تغییر اقلیم A1B، A2 و B1 و با استفاده از مدل LARS-WG در منطقه سمیرم ریزمقیاس نمودند. نتایج نشان داد، متغیرهای دمایی میانگین، میانگین بیشینه و میانگین کمینه در شش ایستگاه موردبررسی در فصل زمستان، پاییز و در بازه سالانه روند افزایشی داشته، در فصول بهار و تابستان متغیرهای دمایی مختلف روند متفاوتی نشان می‌دهند و متغیر بارش در بازه سالانه در بیشتر ایستگاه‌ها روند منفی نشان می‌دهد. همچنین، نتایج پیش‌بینی دمای کمینه حاکی از آن است که دمای کمینه در طول قرن ۲۱ با هر سه سناریو موردبررسی عموماً افزایش پیدا می‌کند و بیشترین افزایش میانگین دمای کمینه نسبت به دوره فعلی در ماه نوامبر با بیش از ۰/۸ سانتی‌گراد افزایش مشاهده می‌شود. پیش‌بینی دمای بیشینه نشان‌دهنده تغییر در آستانه دمای بیشینه و گرم‌تر شدن قرن حاضر در تمام ماه‌های سال به جز ژانویه است و بارش در تمام ماه‌ها به جز ماه ژوئن و سپتامبر با استفاده از هر سه سناریو افزایش می‌یابد.

رمضانی پور (۱۳۹۷) در مطالعه خود به پیش‌بینی اثر تغییر آب‌وهوایی بر شاخص‌های اقلیم-کشاورزی و عملکرد برنج در مناطق شمال ایران پرداخت. در این پژوهش میزان عملکرد محصول برنج در بازه زمانی ۲۰۳۹-۲۰۱۰ با استفاده از داده‌های روزانه بارندگی، دمای کمینه، دمای حداکثر و ساعات آفتابی ایستگاه‌های هواشناسی نوشهر، بابلسر و قراخیل موردبررسی قرار گرفت. ایشان از مدل Lars-WG برای شبیه‌سازی پارامترهای هواشناسی و از معادلات رگرسیون برای چندمتغیره جهت پیش‌بینی میزان عملکرد برنج استفاده نمود. نتایج پژوهش نشان داد نوسانات هر یک از پارامترهای

دمای بیشینه سپتامبر، دمای کمینه ماه می، ساعات آفتابی آگوست و حداکثر دمای سپتامبر موجب نوسان در میزان عملکرد محصول برنج خواهد شد. در ایستگاه نوشهر حساسیت و انطباق بیشتری بین متغیر ساعات آفتابی آگوست و عملکرد محصول برنج مشاهده شد اما بارندگی آوریل یک انطباق نسبی با عملکرد برنج را نشان داد. در ایستگاه قراخیل دمای حداکثر سپتامبر و دمای کمینه در ماه می از حساسیت و انطباق قوی‌تری نسبت به عملکرد محصول برنج برخوردار خواهد بود. اما در مجموع، عملکرد برنج در دو ایستگاه نوشهر و قراخیل واکنش مشابهی نسبت به پارامترهای اقلیمی خواهد داشت و بیشترین انطباق و حساسیت بین عملکرد محصول برنج و حداکثر دمای سپتامبر در ایستگاه بابلسر پیش‌بینی شد. تولید محصول برنج در مناطق نوشهر و قائم‌شهر از ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۹ کاهش خواهد یافت و در منطقه بابلسر از ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ افزایش یافته و سپس از ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۹ روند کاهشی خواهد داشت اما از ۲۰۳۰ تا ۲۰۳۹ برای هر سه ایستگاه در تولید محصول برنج روند افزایشی پیش‌بینی شد.

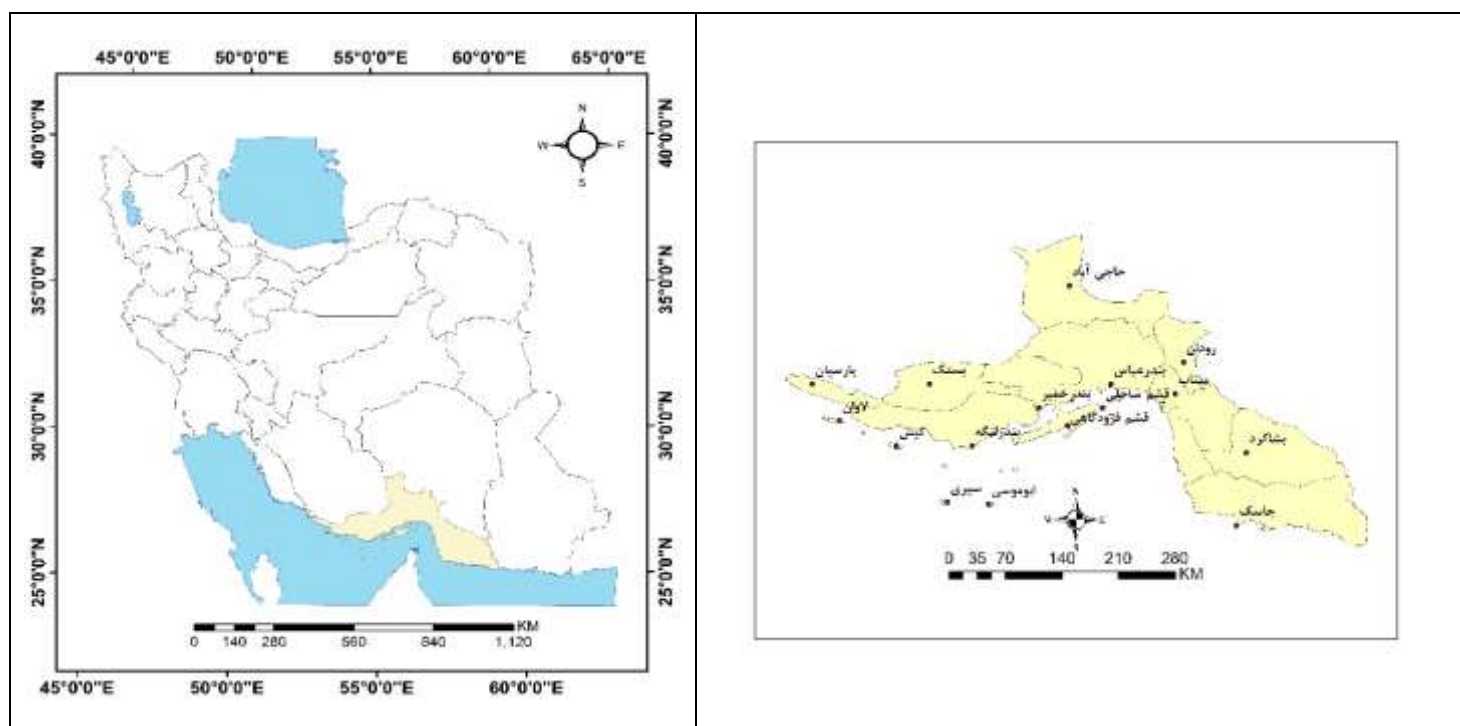
جهانگیر و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه خود به پیش‌بینی وضعیت خشک‌سالی برای دوره‌های آینده با استفاده از مدل LARS-WG در ایستگاه شیراز پرداختند. در این شبیه‌سازی ایشان از داده‌های مدل HADCM3 تحت دو سناریوی A2 و A1B و برای محاسبه شاخص خشک‌سالی از داده‌های مربوط به مقادیر روزانه بارش، دمای کمینه، دمای بیشینه و ساعات آفتابی ایستگاه شیراز در یک دوره ۴۶ ساله (۱۳۹۵-۱۳۴۹) استفاده نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد مدل با دقت بالایی قادر به شبیه‌سازی پارامترهای دمای بیشینه، دمای کمینه و تابش بوده، اما در شبیه‌سازی پارامتر بارش نسبت به دیگر پارامترها خطای بیشتری را نشان داد. بیشترین افزایش با حدود 80% متعلق به ماه سپتامبر تحت سناریو A2 بود که در دوره آینده نسبت به دوره مطالعاتی رخ داده است. در ادامه مطابق شاخص خشک‌سالی SPI، شدیدترین خشک‌سالی ایستگاه مربوط به سال ۱۳۸۷ با مقدار شاخص ۲/۸۹- و حادث‌ترین ترسالی مربوط به سال ۱۳۷۴ با مقدار شاخص ۱/۹۲ بوده است.

فصل چهارم

۴. داده و روش‌ها

۴-۱ منطقه مورد مطالعه

استان هرمزگان با وسعت ۶۸۴۷۵/۸ کیلومترمربع، در جنوب ایران مابین مختصات جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی، و ۵۲ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. محل اجرای طرح، ۱۶ ایستگاه هواشناسی همدیدی استان هرمزگان است که مشخصات طول و عرض و ارتفاع جغرافیایی هر کدام از آنها ارائه می‌گردد.



شکل ۴-۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (منبع: رضائی و همکاران، ۱۳۹۹)

جدول ۴-۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان

نام ایستگاه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	عرض جغرافیایی (درجه)	طول جغرافیایی (درجه)
ابوموسی	۶/۶	۲۵/۸۷	۵۵/۰۱
بندرعباس	۹/۸	۲۷/۲۱	۵۶/۳۷
بستک	۳۸۲	۲۷/۲۱	۵۴/۳۵
بشاگرد	۷۳۷	۲۶/۴۵	۵۷/۸۸
بندرلنگه	۱۹/۴	۲۶/۵۲	۵۴/۸۲
بندر خمیر	۲۷	۲۶/۹۵	۵۵/۵۷
پارسیان	۵۹	۲۷/۲۱	۵۳/۰۴
جاسک	۵/۲	۲۵/۶۳	۵۷/۷۶
حاجی آباد	۹۳۱/۲	۲۸/۳۱	۵۵/۹۱
رودان	۲۱۹/۶	۲۷/۴۵	۵۷/۱۸
سیری	۴/۴	۲۵/۸۹	۵۴/۵۵
کیش	۳۰	۲۶/۵۲	۵۳/۹۸
لاوان	۲۲/۲	۲۶/۸۰	۵۳/۳۴
قشم ساحلی	۴	۲۶/۹۴	۵۶/۲۸
قشم فرودگاهی	۶	۲۶/۷۵	۵۵/۸۹
میناب	۲۹/۶	۲۷/۱۰	۵۷/۰۸

۲-۴ معرفی ایستگاه‌های هواشناسی استان هرمزگان به تفکیک هر ایستگاه

مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی استان هرمزگان شامل میانگین دمای خشک، میانگین دمای بیشینه، میانگین دمای کمینه، میانگین بارندگی سالانه و میانگین رطوبت نسبی در جدول ۲-۴ ارائه شده است.

جدول ۲-۴. مشخصات پارامترهای اقلیمی ایستگاه‌های همدیدی استان هرمزگان (منبع: سازمان هواشناسی کشور)

ایستگاه	میانگین دمای خشک (سلسیوس)	میانگین دمای بیشینه (سلسیوس)	میانگین دمای کمینه (سلسیوس)	میانگین بارندگی سالانه (میلی‌متر)	میانگین رطوبت نسبی (درصد)
بندرعباس	۲۶/۹	۳۲/۳	۲۱/۹	۱۶۶/۴	۶۵
ابوموسی	۲۷/۵	۳۰/۶	۲۴/۷	۱۱۷/۷	۶۶
بستک	۲۶/۵	۳۵/۴	۱۸/۹	۲۶۸/۵	۳۷

۲۷	۲۲۶/۷	۱۹/۴	۳۳/۳	۲۵/۵	بشاگرد
۵۲	۱۳۹/۶	۲۳/۹	۳۴/۲	۲۸/۳	بندر خمیر
۶۳	۱۳۳/۲	۲۲/۴	۳۱/۳	۲۶/۷	بندرلنگه
۴۶	۲۰۴/۳	۲۱/۲	۳۴/۷	۲۷/۲	پارسیان
۶۸	۱۱۷/۰	۲۴/۶	۲۹/۹	۲۶/۹	جاسک
۳۴	۱۹۸/۵	۱۴/۸	۳۱/۶	۲۲/۹	حاجی آباد
۳۷	۲۴۵/۷	۲۳/۰	۳۴/۹	۲۸/۵	رودان
۶۶	۱۰۵/۹	۲۵/۲	۳۰/۵	۲۷/۷	سیری
۶۲	۱۳۷/۹	۲۴/۴	۳۱/۵	۲۷/۶	قشم دریایی
۶۹	۱۳۰/۹	۲۲/۲	۳۲/۰	۲۶/۸	قشم فرودگاهی
۶۷	۱۶۰/۴	۲۳/۲	۳۱/۴	۲۷/۲	کیش
۶۲	۱۵۶/۵	۲۳/۹	۳۱/۴	۲۷/۳	لاوان
۵۳	۲۰۵/۴	۲۱/۱	۳۴/۰	۲۷/۳	میناب

۳-۴ داده‌ها

در این پژوهش به منظور ریزمقیاس نمایی آماری و همچنین بررسی ارتباط مدل‌های مختلف با شاخص خشک سالی، عناصر اقلیمی ایستگاه‌ها شامل بارش، دمای کمینه، دمای بیشینه و تابش ایستگاه‌های استان هرمزگان به صورت روزانه استخراج شده و بکار می‌رود. برای پیش‌یابی و بررسی بارش و خشک سالی استان هرمزگان طی دوره‌های آینده (دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۴۰، ۲۰۴۱-۲۰۶۰ و ۲۰۸۰-۲۰۶۱) ۵ مدل گردش عمومی جو شامل مدل‌های HadGEM2-ES، CanESM2، MPI-ESM-MR، GFDL-CM3 و MIRO C5 با سناریو RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 قابل دسترس در LARS-WG6 بکار گرفته شد. سپس قابلیت مدل‌های گزارش پنجم با استفاده از شاخص‌های ضریب تعیین R^2 ، میانگین مربعات خطا (MSE) و مجذور مربعات خطا (RMSE) ارزیابی شد.

۴-۴ ریزمقیاس نمایی

نسل جدیدی از مدل‌های گردش عمومی که در تهیه گزارش ارزیابی پنجم هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم استفاده شد، تحت عنوان "پروژه درون مقایسه‌ای مدل‌های (CMIP5)" شناخته شده است. معتبرترین ابزار جهت بررسی اثرات پدیده تغییر اقلیم بر سیستم‌های مختلف استفاده از متغیرهای اقلیمی شبیه‌سازی شده توسط مدل‌های جفت شده جوی-اقیانوسی

¹ . Coupled Model Intercomparison Phase 5

است. این مدل‌ها قادرند پارامترهای جوی و اقیانوسی را برای یک دوره طولانی مدت با استفاده از سناریوهای تأیید شده IPCC شبیه‌سازی نمایند. اما ضعف عمده این مدل‌ها قدرت تفکیک مکانی کم و ساده‌سازی‌هایی است که برای فرآیندهای اقلیمی در نظر می‌گیرند. انواع مدل‌های ریزمقیاس نمایی آماری عبارت‌اند از:

GEM, MET& Rol, SDSM, CLIMGEN, LARS-WG, USCLIMATE و ...

در این تحقیق به منظور شناسایی و پیش‌بینی نوسانات اقلیمی استان هرمزگان از روش ریزمقیاس نمایی آماری با استفاده از یک مدل مولد داده‌های هواشناسی به نام LARS-WG استفاده شده است.

هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم در تدوین گزارش پنجم ارزیابی خود AR5 از سناریوهای جدید RCP به عنوان نماینده‌های خطوط سیر غلظت‌های گوناگون گازهای گلخانه‌ای استفاده کرده است. سناریوهای جدید انتشار دارای چهار خط سیر کلیدی با نام‌های RCP2.6، RCP4.5، RCP6 و RCP8.5 می‌باشند که بر اساس میزان واداشت تابشی آن‌ها در سال ۲۱۰۰ نام‌گذاری شده‌اند.

سناریوی RCP8.5: بدون اتخاذ هیچ‌گونه سیاست‌های کاهش آثار و مقابله با پیامدهای اقلیم، آب‌وهوای کره زمین در خط سیر سناریوی انتشار RCP 8.5 پیش خواهد رفت. به‌طوری‌که ادامه این روند منجر به واداشت تابشی به میزان ۸/۵ وات بر مترمربع در سال ۲۱۰۰ می‌گردد. در این هنگام غلظت دی‌اکسید کربن به ۱۰۰۰ ppm رسیده و همچنان روند افزایش خواهد داشت. این سناریو توسط گروه مدل‌سازی MESSAGE و موسسه IIASA به سرپرستی پروفیسور کیوان ریاحی در موسسه بین‌المللی آنالیز سیستم‌های کاربردی IIASA اتریش توسعه و طراحی شد که وجه مشخصه آن روند افزایش گازهای گلخانه‌ای است.

سناریوی RCP6: در سناریوهای RCP6، RCP4.5 و RCP3 با کاهش واداشت‌های تابشی، میزان افزایش دی‌اکسید کربن نیز کاهش می‌یابد. سناریوی انتشار RCP6 توسط گروه مدل‌سازی AIM در موسسه ملی مطالعات محیطی ژاپن طراحی گردید. در این سناریو واداشت تابشی بعد از سال ۲۱۰۰ به دلیل استفاده از فناوری‌های جدید و سیاست‌های کاهش گازهای گلخانه‌ای ثابت می‌ماند.

سناریوی RCP4.5: سناریوی RCP4.5 توسط گروه مدل‌سازی MiniCAM طراحی شده است و در آن واداشت تابشی ناشی از گازهای گلخانه‌ای قبل از سال ۲۱۰۰ در مقدار ۴/۵ وات بر مترمربع ثابت می‌ماند.

سناریوی انتشار RCP2.6: این سناریو توسط گروه مدل‌سازی IMAGE از موسسه ارزیابی‌های محیطی هلند طراحی شده است. این سناریو دربرگیرنده کمترین نرخ افزایش گازهای گلخانه‌ای و واداشت تابشی ناشی از آن است. مطابق این

¹ . Assessment Report AR5 (Fifth)

² . Representative Concentration Pathways

سناریو واداشت تابشی در اواسط این قرن به حدود ۳/۱ رسیده و سپس کاهش یافته و به ۲/۶ وات بر مترمربع در سال ۲۱۰۰ می‌رسد. برای رسیدن به این سطح واداشت تابشی بایستی گازهای گلخانه‌ای به میزان قابل توجه ای کاهش یابند. مطابق جدول ۴-۳، در این تحقیق پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی بر اساس ۳ سناریو RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 از ۴ سناریو انتشار گازهای گلخانه‌ای انجام گرفته است.

جدول ۴-۳. نمای کلی نماینده‌های خطوط سیر غلظت‌های گوناگون

سناریو ^۱	واداشت تابشی (وات بر مترمربع) ^۲	غلظت دی‌اکسید کربن (قسمت در میلیون)	حالت
RCP2.6	حداکثر مقدار آن ۳ وات بر مترمربع و سپس کاهش می‌یابد	۴۹۰ ppm قبل از سال ۲۱۰۰ و سپس کاهش می‌یابد	خوش‌بینانه
RCP4.5	۴/۵ وات بر مترمربع و بعد از سال ۲۱۰۰ ثابت می‌ماند	۶۵۰ ppm و بعد از سال ۲۱۰۰ ثابت می‌ماند	متوسط تا خوش‌بینانه
RCP6.0	۵/۶ وات بر مترمربع و بعد از سال ۲۱۰۰ ثابت می‌ماند	۸۵۰ ppm و بعد از سال ۲۱۰۰ ثابت می‌ماند	متوسط تا بدبینانه
RCP8.5	بیشتر از ۸/۵ وات بر مترمربع در سال ۲۱۰۰	۱۳۷۰ ppm تا سال ۲۱۰۰	بدبینانه

با توجه به بزرگ‌مقیاس بودن مدل‌های گردش عمومی جو، یکی از راهکارهای فائق آمدن بر نقیصه فضایی کم این مدل‌ها، استفاده از ریزمقیاس نمایی آماری است. از جمله این مدل‌ها LARS-WG است که برای ریزمقیاس نمایی از روش آماری استفاده می‌کند (بابایی و همکاران، ۲۰۱۴).

۴-۵ مدل LARS-WG

یکی از معروف‌ترین مدل‌های مولد داده‌های تصادفی و ضعیف هوا LARS-WG است که برای تولید مقادیر بارش، تابش، درجه حرارت‌های بیشینه و کمینه روزانه در یک ایستگاه برای اقلیم حاضر و آینده به کار می‌رود. اولین نسخه آن در بوداپست طی سال ۱۹۹۰ به عنوان ابزاری برای ریزمقیاس نمایی آماری ابداع شد. LARS-WG برای مدل‌سازی متغیرهای هواشناسی توزیع‌های آماری پیچیده‌ای را بکار می‌برد. مبنای این مدل برای مدل‌سازی طول دوره‌های خشک و تر، بارش روزانه و سری‌های تابش، توزیع نیمه تجربی هست. سری‌های فوریه، درجه حرارت را تخمین می‌زنند. درجه حرارت‌های کمینه و بیشینه روزانه به صورت فرآیندهایی تصادفی با میانگین و انحراف معیارهای روزانه که وابسته به وضعیت تر یا خشک بودن روز موردنظر هستند، شبیه‌سازی می‌شوند. سری فوریه مرتبه سوم برای شبیه‌سازی

^۱ . Scenario

^۲ . Forcing Radiative (W/m²)

میانگین و انحراف معیار درجه حرارت فصلی به کار می‌رود. مقادیر مانده‌ها که از تفریق مقادیر میانگین از مقدار دیدبانی شده به دست می‌آیند، در تحلیل خودهمبستگی زمانی داده‌های مینیمم و ماکزیمم مورد استفاده قرار می‌گیرد. خروجی‌های این مدل شامل دمای کمینه، دمای بیشینه، بارش و تابش می‌باشند. تولید داده توسط مدل در سه مرحله انجام می‌شود که عبارت‌اند از: کالیبره کردن، ارزیابی و ایجاد داده‌های هواشناسی.

۴-۶ شاخص خشک‌سالی SPI

شاخص بارش استاندارد شده یا SPI که در این پژوهش به کار برده شده است؛ برای شناسایی رخداد خشک‌سالی و ارزیابی شدت آن استفاده گردید. این شاخص برای اولین بار به وسیله مک کی و همکاران در سال ۱۹۹۳ پیشنهاد گردید. SPI شاخصی است که بر اساس احتمال بارش برای هر بازه زمانی قابل محاسبه است. این شاخص امکان پایش خشک‌سالی را برای مقیاس‌های زمانی کوتاه مدت نظیر رطوبت خاک و نیز برای مقیاس‌های دراز مدت نظیر آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی فراهم می‌سازد.

نتایج تحقیقات بسیاری از دانشمندان نشان می‌دهد که مناسب‌ترین تابع توزیع احتمال برای برازش داده‌های بارندگی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک تابع توزیع گاما هست. از این رو محاسبه SPI شامل برازش تابع توزیع احتمال گاما به توزیع فراوانی مقادیر بارندگی یک ایستگاه هست سپس پارامترهای مربوط به این تابع برای هر مقیاس زمانی دلخواه برآورد می‌گردد. در نهایت تابع توزیع تجمعی مربوطه محاسبه و به یک تابع توزیع تجمعی نرمال جهت محاسبه SPI تبدیل می‌گردد.

در جدول ۴-۴ مقادیر SPI نشان داده شده است. در این جدول مقدار SPI مثبت، بارش‌های بیشتر از میانگین و مقدار SPI منفی بارش‌های کمتر از مقدار میانگین را نشان می‌دهد. دوره خشک‌سالی معمولاً زمانی اتفاق می‌افتد که شاخص SPI به طور مستمر منفی و به مقدار ۱- یا کمتر برسد. همچنین می‌توان به کمک آن آستانه خشک‌سالی را برای هر دوره زمانی تعیین کرد. بنابراین می‌توان به کمک آن علاوه بر محاسبه شدت خشک‌سالی، مدت آن را نیز تعیین نمود. (بدایع جمالی و همکاران، ۱۳۸۱)

جدول ۴-۴ توصیف وضعیت خشک‌سالی و طبقات شاخص SPI

توصیف خشک‌سالی	طبقات شاخص SPI
خشک‌سالی بسیار شدید	کمتر از ۲-
خشک‌سالی شدید	۱/۵- تا ۱/۹۹-

خشک سالی متوسط	۱- تا ۱/۴۹-
خشک سالی نرمال	۰/۹۹- تا ۰/۹۹
ترسالی متوسط	۱ تا ۱/۴۹
ترسالی مرطوب	۱/۵ تا ۱/۹۹
ترسالی بسیار شدید	۲ و بیشتر

در پژوهش‌هایی موریا و همکاران ۲۰۰۸، خسروی و همکاران ۱۳۹۱ و رستمی و همکاران ۱۳۹۴ نیز از همین روش جهت محاسبه شاخص خشک سالی ماهیانه استفاده نمودند.

$$SPI = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \quad ۱-۴$$

در رابطه فوق X_i مقادیر بارش رخ داده، σ انحراف از معیار بارش در هر مقیاس و $\bar{x}$ میانگین بارش در هر مقیاس زمانی هست. در خصوص مزایای شاخص SPI می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- نمایه‌ی SPI فقط بر اساس بارندگی محاسبه می‌شود.
- ۲- به شرایط رطوبت خاک بستگی ندارد، بنابراین می‌توان از آن برای ماه‌های مختلف نیز استفاده کرد.
- ۳- این شاخص نسبتاً ساده بوده و عملاً قابل استفاده برای تمام شرایط منابع آبی هست.
- ۴- شاخص SPI برای مقیاس زمانی متعدد از یک ماه تا چندین سال محاسبه می‌شود. هر پریود زمانی را می‌توان برای آن در نظر گرفت. (خسروی و همکاران ۱۳۹۱)

۷-۴ معیار ارزیابی نتایج مدل

به منظور ارزیابی عملکرد مدل لارس در تخمین دمای کمینه و حداکثر و بارش ایستگاه‌های همدیدی استان، از آماره‌های متداول سنجش خطا از قبیل به منظور ارزیابی قابلیت این مدل از معیارهای آماری ضریب تعیین R^2 ، میانگین مربعات خطا (MSE)، مجذور مربعات خطا (RMSE) و انحراف مطلق متوسط (MAD) استفاده می‌شود (روابط ۲-۴ تا ۴-۶).

^۱ .Mean Squared Error

^۲ .Root Mean Square Error

^۳ .Median Absolute Deviation

هرچه آماره‌های مربوط به خطا نزدیک به صفر و ضریب تبیین نزدیک به ۱ باشد، عملکرد مدل موردبررسی با روش استاندارد بهتر خواهد بود.

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^T (A_{obs,t} - \bar{A}_{obs}) * (F_{model,t} - \bar{F}_{model})}{\left[\sum_{i=1}^T (A_{obs,t} - \bar{A}_{obs})^2 \right]^{0.5} * \left[\sum_{i=1}^T (F_{model,t} - \bar{F}_{model})^2 \right]^{0.5}} \right)^2 \quad ۲-$$

۴

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n} \quad ۳-۴$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}} \quad ۴-۴$$

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n (|A_t - F_t|)}{n} \quad ۵-۴$$

که در آن A_t مقادیر مشاهده شده، F_t مقادیر پیش‌بینی شده و n تعداد داده‌ها هست.

فصل پنجم

۵. نتایج و بحث

۵-۱ نتایج ارزیابی مدل‌های گزارش پنجم

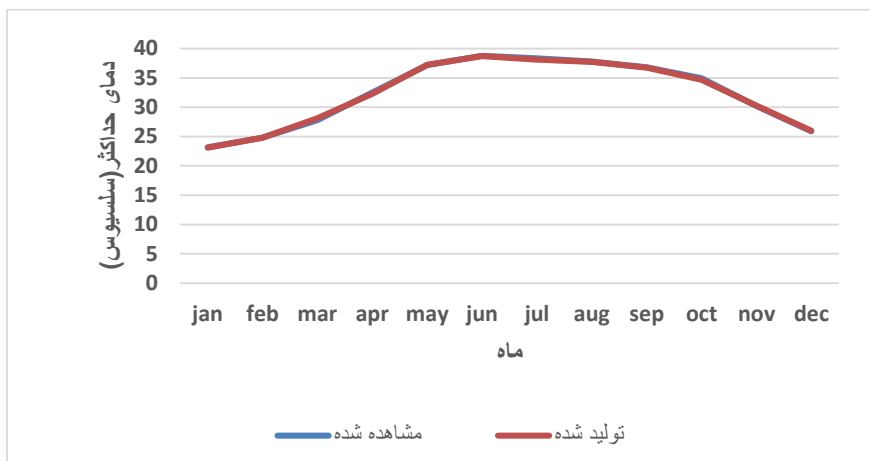
در جدول ۵-۱ نتایج ارزیابی مقادیر واقعی و تولید شده توسط مدل LARS WG ارائه شده است. بدین منظور با استفاده از آزمون‌های آماری میانگین مربعات خطا (MSE)، مجذور مربعات (RMSE) و ضریب تعیین (R^2) مقادیر اقلیمی دمای کمینه، دمای بیشینه و بارش ایستگاه‌های همدیدی استان هرمزگان طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۹۲ بررسی گردید. با توجه به مقادیر جدول بیشترین ضریب تعیین و کمترین خطا به ترتیب مربوط به پارامترهای دمای کمینه، دمای بیشینه و بارش است. این مقادیر نشان می‌دهد که در دوره مذکور مقادیر مدل‌سازی به داده‌های واقعی نزدیک بوده و کیفیت بسیار مناسبی را داشته است. عناصر اقلیمی دمای کمینه و بیشینه در ایستگاه‌های ابوموسی و بندرعباس با کمترین خطا و بیشترین همبستگی و همچنین عنصر اقلیمی بارش در ایستگاه‌های بندرلنگه و سیری با کمترین خطا ارزیابی گردیده‌اند.

جدول ۵-۱ ارزیابی مقادیر واقعی و تولید شده توسط مدل LARS WG در ایستگاه‌های استان هرمزگان

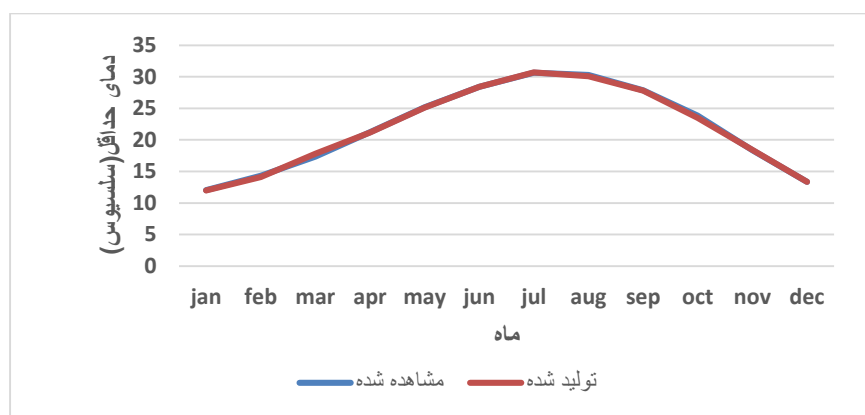
ایستگاه	دمای بیشینه			دمای کمینه			بارش		
	r2	MAE	RMSE	r2	MAE	RMSE	r2	MAE	RMSE
ابوموسی	0/999	0/1	0/2	1	0/1	0/1	0/88	3	4/3
بندرعباس	1	0/1	0/1	1	0/1	0/1	0/941	2/2	4/1
بندرلنگه	0/999	0/1	0/2	0/999	0/1	0/2	0/966	1/6	2/4
بشاگرد	0/998	0/3	0/4	0/999	0/2	0/2	0/872	3/4	5/5
بستک	0/998	0/3	0/4	0/999	0/2	0/3	0/962	3/8	5/8
حاجی‌آباد	1	0/1	0/2	0/999	0/2	0/3	0/885	4/2	5/7
جاسک	0/999	0/1	0/2	0/999	0/1	0/2	0/893	2/4	4
خمیر	0/999	0/2	0/2	0/999	0/2	0/2	0/723	4/9	6/7
کیش	0/999	0/2	0/2	0/999	0/1	0/1	0/919	2/8	4/3
لاوان	0/999	0/1	0/2	0/999	0/1	0/1	0/954	2/5	3/9
میناب	0/999	0/2	0/2	0/999	0/1	0/2	0/933	3/9	5/5
پارسیان	0/999	0/2	0/2	0/999	0/2	0/2	0/954	2/6	4/9
قسم ساحلی	0/999	0/1	0/2	0/999	0/2	0/2	0/928	2/7	4/5
قسم فرودگاهی	1	0/1	0/1	0/999	0/1	0/1	0/978	1/7	3/3
رودان	0/999	0/2	0/3	0/999	0/2	0/2	0/977	4/6	7/4
سیری	0/999	0/1	0/1	0/999	0/1	0/1	0/958	1/5	2/8

نمودار پارامترهای اقلیمی مشاهده شده و مدل LARS WG در دوره ۲۰۱۷-۱۹۹۲ نشان می‌دهد که در مورد پارامترهای اقلیمی خصوصاً دماهای کمینه و بیشینه دو نمودار دقیقاً بر روی هم قرار گرفته و پارامترهای تولید شده توسط مدل به

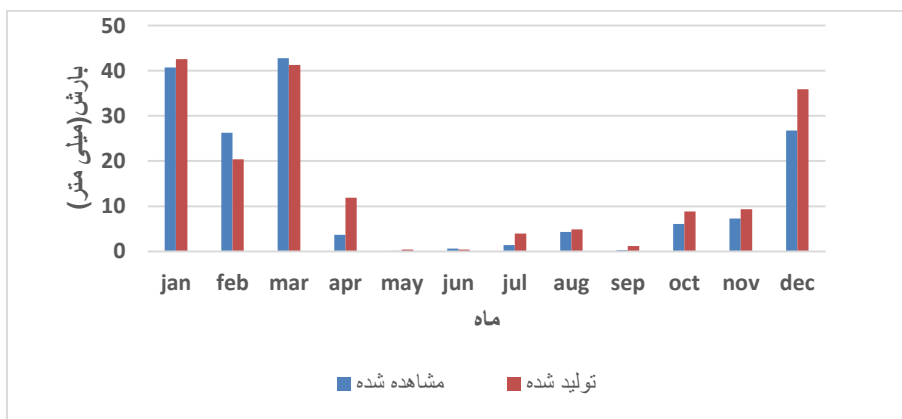
داده‌های مشاهداتی بسیار نزدیک هست، همچنین داده‌های تولیدشده بارش توسط مدل در بسیاری از ماه‌ها به داده‌های مشاهداتی نزدیک بوده و در برخی دیگر اختلاف ناچیز دارد.



الف- میانگین دمای بیشینه



ب- میانگین دمای کمینه



ج- میانگین بارش سالانه

شکل ۵-۱ نمودار عناصر اقلیمی ماهانه مشاهده شده و مدل LARS WG (الف- میانگین دمای بیشینه، ب- میانگین دمای کمینه و ج- میانگین بارش سالانه)

۵-۲ بررسی عناصر اقلیمی ایستگاه‌های استان هرمزگان حاصل از مدل‌های گردش کلی جو در سناریوهای مختلف اقلیمی با استفاده از مدل لارس و مقایسه آن با دوره پایه (داده‌های مشاهداتی)

در جدول ذیل عناصر اقلیمی (داده‌های مشاهداتی) ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی مورد بررسی استان هرمزگان به صورت ماهانه استخراج شده و سپس در بخش بعدی نتایج بررسی‌های تغییرات پارامترهای اقلیمی با مدل‌های گزارش پنجم در دوره‌های مختلف ۲۰۴۰-۲۰۲۱، ۲۰۶۰-۲۰۴۱ و ۲۰۸۱-۲۰۶۱ با استفاده از سناریوهای اقلیمی RCP۲/۶، RCP۴/۵ و RCP۸/۵ در مقایسه با دوره پایه به تفکیک هر ایستگاه مورد مقایسه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

جدول ۵-۲ عناصر اقلیمی ماهانه مشاهداتی ایستگاه‌های استان هرمزگان

ایستگاه‌ها	میانگین دمای بیشینه مشاهداتی	میانگین دمای کمینه مشاهداتی	میانگین بارش سالانه
ابوموسی	30/6	24/7	117/7
بندرعباس	32/3	21/9	174/2
بندرلنگه	31/3	22/4	133/2
بشاگرد	33/3	19/4	226/7
بستک	35/4	18/9	268/5
حاجی‌آباد	31/6	14/8	198/5
جاسک	29/9	24/6	117/0
بندر خمیر	34/2	23/9	139/6
کیش	31/4	23/2	160/4
لاوان	31/4	23/9	156/5
میناب	34/0	21/1	205/4
پارسیان	34/7	21/2	204/3
قشم ساحلی	31/5	24/4	137/9
قشم فرودگاهی	32/0	22/2	130/9
رودان	34/9	23/0	245/7
سیری	30/5	25/2	105/9
میانگین استان	32/4	22/2	170/1

۵-۳ نتایج شبیه‌سازی عناصر اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان

پس از شبیه‌سازی عناصر اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان توسط LARS WG، نتایج بررسی‌های تغییرات پارامترهای اقلیمی با مدل‌های گزارش پنجم طی دوره‌های ۲۰۴۰-۲۰۲۱، ۲۰۶۰-۲۰۴۱ و ۲۰۸۱-۲۰۶۱ با سناریوهای اقلیمی RCP۲,۶، RCP۴,۵ و RCP۸,۵ به تفکیک هر ایستگاه به شرح جداول ذیل آورده شده است.

الف) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره ابوموسی با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۳-۵ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به‌طوری‌که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۳ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MPI-ESM-MR به میزان ۰/۹ درجه سلسیوس در سناریو RCP4.5 در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۳ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MPI-ESM-MR با سناریو RCP4.5 به میزان ۰/۹ سلسیوس در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۱۰۰/۱ رخ می‌دهد درحالی‌که مدل HadGEM2-ES با سناریو RCP4.5 به میزان ۲۲/۸ میلی‌متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ نشان می‌دهد. با توجه مقادیر جدول ۳-۵ میزان افزایش در دمای کمینه در کلیه مدل‌ها نسبت به دمای بیشینه در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده بیشتر بوده و بیانگر آن است که افزایش در دمای شهر ابوموسی بیشتر متأثر از افزایش در دمای کمینه آن خواهد بود.

جدول ۳-۵ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره ابوموسی با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۱/۷	۱/۲	۲۶	۱/۳	۱۴۸/۴	۳۰/۷
		HadGEM2-ES	۳۲	۱/۵	۲۶/۲	۱/۵	۱۵۳/۸	۳۶
		میانگین RCP2.6	۳۱/۹	۱/۳	۲۶/۱	۱/۴	۱۵۱/۱	۳۳/۴
	RCP4.5	CanESM2	۳۱/۶	۱/۱	۲۵/۹	۱/۲	۱۸۶/۸	۶۹
		GFDL-CM3	۳۱/۹	۱/۳	۲۶/۲	۱/۴	۱۷۰/۲	۵۲/۵
		HadGEM2-ES	۳۱/۸	۱/۳	۲۶	۱/۲	۱۱۷/۷	۰
		MIROC5	۳۱/۵	۰/۹	۲۵/۸	۱/۱	۱۴۵/۲	۲۷/۵
		MPI-ESM-MR	۳۱/۵	۰/۹	۲۵/۶	۰/۹	۱۰۰/۷	-۱۷
		میانگین RCP4.5	۳۱/۷	۱/۱	۲۵/۹	۱/۲	۱۴۴/۱	۲۶/۴
	RCP8.5	CanESM2	۳۱/۸	۱/۳	۲۶/۲	۱/۵	۱۶۷/۸	۵۰/۱
		GFDL-CM3	۳۲	۱/۴	۲۶/۲	۱/۵	۱۶۴/۷	۴۶/۹

۴/۵	۱۲۲/۲	۱/۷	۲۶/۴	۱/۶	۳۲/۱	HadGEM2-ES		
۳۹/۹	۱۵۷/۶	۱/۲	۲۶	۰/۹	۳۱/۵	MIROC5		
۲۵	۱۴۲/۸	۱/۱	۲۵/۹	۱/۱	۳۱/۶	MPI-ESM-MR		
۳۳/۳	۱۵۱	۱/۴	۲۶/۱	۱/۳	۳۱/۸	میانگین RCP8.5		
۳۰/۴	۱۴۸/۲	۱/۳	۲۶	۱/۲		2021-2040 میانگین		
۸۸/۵	۲۰۶/۳	۱/۷	۲۶/۴	۱/۳	۳۱/۹	CanESM2	RCP2.6	
۸/۳	۱۲۶/۱	۱/۹	۲۶/۶	۲	۳۲/۵	HadGEM2-ES		
۴۸/۴	۱۶۶/۲	۱/۸	۲۶/۵	۱/۶	۳۲/۲	میانگین RCP2.6		
۲۴/۳	۱۴۲	۲/۱	۲۶/۸	۱/۹	۳۲/۴	CanESM2	RCP4.5	
۴۴/۳	۱۶۲	۲/۱	۲۶/۸	۲/۱	۳۲/۶	GFDL-CM3		
۴۱/۸	۱۵۹/۶	۲	۲۶/۷	۲	۳۲/۵	HadGEM2-ES		
۱۵/۳	۱۳۳	۱/۹	۲۶/۷	۱/۷	۳۲/۳	MIROC5		
-۹/۲	۱۰۸/۵	۱/۶	۲۶/۳	۱/۶	۳۲/۱	MPI-ESM-MR		
۲۳/۳	۱۴۱	۱/۹	۲۶/۷	۱/۸	۳۲/۴	میانگین RCP4.5		
۵۶	۱۷۳/۷	۲/۸	۲۷/۵	۲/۴	۳۲/۹	CanESM2	RCP8.5	
۲۸/۱	۱۴۵/۸	۲/۶	۲۷/۳	۲/۶	۳۳/۱	GFDL-CM3		
-۱۷/۴	۱۰۰/۳	۲/۷	۲۷/۵	۲/۷	۳۳/۳	HadGEM2-ES		
۴۲/۱	۱۵۹/۹	۲/۵	۲۷/۲	۲	۳۲/۵	MIROC5		
۶	۱۲۳/۸	۲/۱	۲۶/۹	۲	۳۲/۶	MPI-ESM-MR		
۲۳	۱۴۰/۷	۲/۶	۲۷/۳	۲/۳	۳۲/۹	میانگین RCP8.5		
۲۷/۳	۱۴۵/۱	۲/۲	۲۶/۹	۲		2041-2060 میانگین		
۴۹/۶	۱۶۷/۴	۱/۶	۲۶/۴	۱/۵	۳۲/۱	CanESM2	RCP2.6	
۷/۴	۱۲۵/۲	۱/۸	۲۶/۶	۱/۹	۳۲/۴	HadGEM2-ES		
۲۸/۵	۱۴۶/۳	۱/۷	۲۶/۵	۱/۷	۳۲/۲	میانگین RCP2.6		
۲۸/۹	۱۴۶/۶	۲/۵	۲۷/۲	۲/۳	۳۲/۸	CanESM2	RCP4.5	
۵۴/۳	۱۷۲	۲/۷	۲۷/۴	۲/۷	۳۳/۲	GFDL-CM3		
-۲۲/۸	۹۴/۹	۲/۸	۲۷/۵	۲/۸	۳۳/۳	HadGEM2-ES		
-۳/۸	۱۱۳/۹	۲/۷	۲۷/۴	۲/۴	۳۳	MIROC5		
۳۳/۶	۱۵۱/۴	۱/۹	۲۶/۶	۱/۹	۳۲/۴	MPI-ESM-MR		
۱۸	۱۳۵/۸	۲/۵	۲۷/۲	۲/۴	۳۳	میانگین RCP4.5		
۱۰۰/۱	۲۱۷/۹	۴/۳	۲۹	۳/۶	۳۴/۱	CanESM2	RCP8.5	
۳۴/۲	۱۵۱/۹	۴/۲	۲۸/۹	۴	۳۴/۶	GFDL-CM3		
-۶/۶	۱۱۱/۱	۴/۴	۲۹/۱	۴/۳	۳۴/۸	HadGEM2-ES		
۳/۵	۱۲۱/۳	۴/۲	۲۸/۹	۳/۳	۳۳/۸	MIROC5		
۳۳/۸	۱۵۱/۵	۳/۵	۲۸/۲	۳/۴	۳۴	MPI-ESM-MR		
۳۳	۱۵۰/۷	۴/۱	۲۸/۸	۳/۷	۳۴/۳	میانگین RCP8.5		

۲۶	۱۴۳/۸	۳	۲۷/۸	۲/۸		میانگین ۲۰۸۰-۲۰۶۱	
----	-------	---	------	-----	--	-------------------	--

ب) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرعباس با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۴-۵ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به‌طوری‌که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۵/۲ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MIROC5 به میزان ۱/۲ درجه سلسیوس در سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۶٫۵ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MIROC5 با سناریو RCP4.5 به میزان ۱/۳ سلسیوس در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۱۴۱/۸ رخ می‌دهد. درحالی‌که مدل MPI-ESM-MRS با سناریو RCP4.5 به میزان ۳۱ میلی‌متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ نشان می‌دهد. با توجه مقادیر جدول ۴-۵ میزان افزایش در دمای کمینه در کلیه مدل‌ها نسبت به دمای بیشینه در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده بیشتر بوده و بیانگر آن است که افزایش در دمای شهر ابوموسی بیشتر متأثر از افزایش در دمای کمینه آن خواهد بود.

جدول ۴-۵ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرعباس با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۳/۹	۱/۶	۲۳/۷	۱/۸	۱۹۲/۷	۱۸/۵
		HadGEM2-ES	۳۴/۱	۱/۸	۲۳/۹	۲	۲۶۷/۷	۹۳/۵
		RCP2.6 میانگین	۳۴	۱/۷	۲۳/۸	۱/۹	۲۳۰/۲	۵۶
	RCP4.5	CanESM2	۳۳/۷	۱/۴	۲۳/۶	۱/۸	۲۷۲	۹۷/۸
		GFDL-CM3	۳۴/۲	۱/۹	۲۳/۹	۲	۲۰۰/۱	۲۵/۹
		HadGEM2-ES	۳۳/۹	۱/۶	۲۳/۷	۱/۸	۲۰۳/۸	۲۹/۵
		MIROC5	۳۳/۵	۱/۳	۲۳/۱	۱/۳	۱۹۶/۱	۲۱/۹
		MPI-ESM-MR	۳۳/۶	۱/۳	۲۳/۱	۱/۳	۱۴۳/۲	-۳۱
		RCP4.5 میانگین	۳۳/۸	۱/۵	۲۳/۵	۱/۶	۲۰۳	۲۸/۸
	RCP8.5	CanESM2	۳۴	۱/۷	۲۳/۹	۲/۱	۲۴۴/۱	۶۹/۹
		GFDL-CM3	۳۴/۲	۱/۹	۲۳/۹	۲	۱۹۰/۱	۱۵/۸
		HadGEM2-ES	۳۴/۳	۲	۲۴/۳	۲/۴	۲۲۷/۲	۵۳
		MIROC5	۳۳/۵	۱/۲	۲۳/۲	۱/۴	۲۲۱/۴	۴۷/۲

۵۳/۶	۲۲۷/۹	۱/۶	۲۳/۴	۱/۵	۳۳/۸	MPI-ESM-MR		
۴۷/۹	۲۲۲/۱	۱/۹	۲۳/۸	۱/۷	۳۳/۹	میانگین RCP8.5		
۴۱/۳	۲۱۵/۵	۱/۸	۲۳/۷	۱/۶		2021-2040 میانگین		
۱۱۳/۷	۲۸۸	۲/۲	۲۴/۱	۱/۷	۳۳/۹	CanESM2	RCP2.6	2041-2060
۲۱/۳	۱۹۵/۵	۲/۴	۲۴/۲	۲/۴	۳۴/۶	HadGEM2-ES		
۶۷/۵	۲۴۱/۸	۲/۳	۲۴/۱	۲	۳۴/۳	میانگین RCP2.6		
۲۱/۳	۱۹۵/۶	۲/۷	۲۴/۶	۲/۴	۳۴/۶	CanESM2	RCP4.5	
۲۴/۴	۱۹۸/۶	۲/۶	۲۴/۵	۲/۶	۳۴/۹	GFDL-CM3		
۱۰۸/۷	۲۸۲/۹	۲/۷	۲۴/۶	۲/۳	۳۴/۶	HadGEM2-ES		
۲۱/۷	۱۹۵/۹	۲	۲۳/۹	۲	۳۴/۳	MIROC5		
- ۱۶/۸	۱۵۷/۴	۲	۲۳/۹	۲	۳۴/۳	MPI-ESM-MR		
۳۱/۸	۲۰۶/۱	۲/۴	۲۴/۳	۲/۳	۳۴/۵	میانگین RCP4.5		
۵۵/۵	۲۲۹/۷	۳/۶	۲۵/۵	۳	۳۵/۲	CanESM2	RCP8.5	
-۱/۸	۱۷۲/۴	۳/۲	۲۵/۱	۳/۲	۳۵/۵	GFDL-CM3		
-۷	۱۶۷/۲	۳/۶	۲۵/۴	۳/۳	۳۵/۵	HadGEM2-ES		
۶۳/۴	۲۳۷/۶	۲/۶	۲۴/۵	۲/۳	۳۴/۶	MIROC5		
-۱۴/۷	۱۵۹/۵	۲/۷	۲۴/۵	۲/۵	۳۴/۸	MPI-ESM-MR		
۱۹/۱	۱۹۳/۳	۳/۱	۲۵	۲/۹	۳۵/۱	میانگین RCP8.5		
۳۲/۵	۲۰۶/۷	۲/۷	۲۴/۶	۲/۵		2041-2060 میانگین		
۵۶/۷	۲۳۰/۹	۲	۲۳/۸	۱/۸	۳۴/۱	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
۲۸/۱	۲۰۲/۳	۲/۲	۲۴/۱	۲/۲	۳۴/۵	HadGEM2-ES		
۴۲/۴	۲۱۶/۶	۲/۱	۲۴	۲	۳۴/۳	میانگین RCP2.6		
۱۵/۹	۱۹۰/۱	۳/۱	۲۴/۹	۲/۸	۳۵/۱	CanESM2	RCP4.5	
۳۷/۹	۲۱۲/۲	۳/۱	۲۵	۳/۳	۳۵/۶	GFDL-CM3		
-۱۶/۹	۱۵۷/۳	۳/۶	۲۵/۴	۳/۵	۳۵/۸	HadGEM2-ES		
۵/۴	۱۷۹/۶	۲/۷	۲۴/۶	۲/۹	۳۵/۲	MIROC5		
۶/۷	۱۸۱	۲/۳	۲۴/۲	۲/۳	۳۴/۶	MPI-ESM-MR		
۹/۸	۱۸۴	۳	۲۴/۸	۳	۳۵/۲	میانگین RCP4.5		
۱۴۱/۸	۳۱۶/۱	۵/۴	۲۷/۳	۴/۳	۳۶/۶	CanESM2	RCP8.5	
-۷/۹	۱۶۶/۳	۵/۱	۲۶/۹	۵	۳۷/۲	GFDL-CM3		
۵۸/۳	۲۳۲/۶	۵/۶	۲۷/۵	۵/۲	۳۷/۵	HadGEM2-ES		
۴/۱	۱۷۸/۴	۴/۲	۲۶/۱	۳/۸	۳۶/۱	MIROC5		
۳۲/۴	۲۰۶/۶	۴/۳	۲۶/۱	۴/۲	۳۶/۴	MPI-ESM-MR		
۴۵/۷	۲۲۰	۴/۹	۲۶/۸	۴/۵	۳۶/۷	میانگین RCP8.5		

۳۰/۲	۲۰۴/۴	۳/۶	۲۵/۵	۳/۴		میانگین ۲۰۸۰-۲۰۶۱	
------	-------	-----	------	-----	--	-------------------	--

ج) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرلنگه با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۵-۵ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به‌طوری‌که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۹ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MIROC5 به میزان ۱/۲ درجه سلسیوس در سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۵ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MPI-ESM-MRS با سناریو RCP4.5 به میزان ۱/۲ سلسیوس در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۱۲۶/۲ رخ می‌دهد. درحالی‌که مدل MPI-ESM-MRS با سناریو RCP4.5 به میزان ۱۸/۸ میلی‌متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ نشان می‌دهد. با توجه مقادیر جدول ۵-۵ میزان افزایش در دمای کمینه در کلیه مدل‌ها نسبت به دمای بیشینه در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده بیشتر بوده و بیانگر آن است که افزایش در دمای شهر ابوموسی بیشتر متأثر از افزایش در دمای کمینه آن خواهد بود.

جدول ۵-۵ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرلنگه با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۲/۸	۱/۵	۲۴	۱/۶	۱۵۲/۶	۱۹/۴
		HadGEM2-ES	۳۳/۲	۱/۹	۲۴/۴	۱/۹	۲۰۰/۹	۶۷/۷
		میانگین RCP2.6	۳۳	۱/۷	۲۴/۲	۱/۷	۱۷۶/۸	۴۳/۵
	RCP4.5	CanESM2	۳۲/۶	۱/۳	۲۳/۹	۱/۴	۲۱۶/۷	۸۳/۴
		GFDL-CM3	۳۳/۱	۱/۸	۲۴/۳	۱/۸	۱۷۴/۹	۴۱/۷
		HadGEM2-ES	۳۲/۹	۱/۶	۲۴/۱	۱/۷	۱۳۸/۲	۵
		MIROC5	۳۲/۵	۱/۲	۲۳/۸	۱/۴	۱۵۵/۴	۲۲/۲
		MPI-ESM-MR	۳۲/۵	۱/۲	۲۳/۷	۱/۲	۱۱۴/۴	- ۱۸/۸
		میانگین RCP4.5	۳۲/۷	۱/۴	۲۳/۹	۱/۵	۱۵۹/۹	۲۶/۷
	RCP8.5	CanESM2	۳۲/۹	۱/۶	۲۴/۲	۱/۸	۱۹۴/۹	۶۱/۶
		GFDL-CM3	۳۳/۱	۱/۹	۲۴/۴	۲	۱۶۶/۴	۳۳/۲
		HadGEM2-ES	۳۳/۳	۲	۲۴/۶	۲/۲	۱۴۷/۱	۱۳/۸
		MIROC5	۳۲/۵	۱/۲	۲۳/۹	۱/۵	۱۷۱/۹	۳۸/۷
		MPI-ESM-MR	۳۲/۷	۱/۵	۲۳/۹	۱/۵	۱۷۷/۱	۴۳/۹

۳۸/۳	۱۷۱/۵	۱/۸	۲۴/۲	۱/۶	۳۲/۹	میانگینRCP8.5		
۳۴/۳	۱۶۷/۵	۱/۷	۲۴/۱	۱/۶		میانگین 2021-2040		
۱۰۹/۴	۲۴۲/۷	۱/۸	۲۴/۲	۱/۵	۳۲/۸	CanESM2	RCP2.6	2041-2060
۲۵/۲	۱۵۸/۴	۲/۲	۲۴/۷	۲/۳	۳۳/۶	HadGEM2-ES		
۶۷/۳	۲۰۰/۵	۲	۲۴/۴	۱/۹	۳۳/۲	میانگینRCP2.6		
۲۱/۴	۱۵۴/۶	۲/۳	۲۴/۷	۲/۱	۳۳/۴	CanESM2	RCP4.5	
۲۹/۳	۱۶۲/۵	۲/۴	۲۴/۸	۲/۵	۳۳/۷	GFDL-CM3		
۶۶/۹	۲۰۰/۱	۲/۴	۲۴/۸	۲/۳	۳۳/۶	HadGEM2-ES		
۲۲/۶	۱۵۵/۹	۲/۲	۲۴/۶	۲	۳۳/۳	MIROC5		
۱/۶	۱۳۴/۸	۱/۹	۲۴/۳	۱/۹	۳۳/۲	MPI-ESM-MR		
۲۸/۴	۱۶۱/۶	۲/۲	۲۴/۷	۲/۲	۳۳/۴	میانگینRCP4.5		
۶۴/۴	۱۹۷/۶	۳	۲۵/۴	۲/۷	۳۴	CanESM2	RCP8.5	
۱۵/۵	۱۴۸/۷	۳	۲۵/۴	۳/۱	۳۴/۳	GFDL-CM3		
- ۵/۸	۱۲۷/۴	۳/۳	۲۵/۷	۳/۲	۳۴/۵	HadGEM2-ES		
۴۳/۶	۱۷۶/۸	۲/۸	۲۵/۳	۲/۳	۳۳/۶	MIROC5		
۲/۶	۱۳۵/۸	۲/۶	۲۵	۲/۵	۳۳/۷	MPI-ESM-MR		
۲۴/۱	۱۵۷/۳	۲/۹	۲۵/۴	۲/۷	۳۴	میانگینRCP8.5		
۳۳/۱	۱۶۶/۳	۲/۵	۲۴/۹	۲/۴		میانگین 2041-2060		
۵۵/۲	۱۸۸/۴	۱/۸	۲۴/۲	۱/۷	۳۳	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
۱۷/۲	۱۵۰/۴	۲/۱	۲۴/۵	۲/۱	۳۳/۴	HadGEM2-ES		
۳۶/۲	۱۶۹/۴	۱/۹	۲۴/۳	۱/۹	۳۳/۲	میانگین RCP2.6		
۳۰/۲	۱۶۳/۴	۲/۶	۲۵	۲/۵	۳۳/۸	CanESM2	RCP4.5	
۳۹/۷	۱۷۳	۳	۲۵/۴	۳/۱	۳۴/۴	GFDL-CM3		
-۱۷/۱	۱۱۶/۱	۳/۲	۲۵/۷	۳/۲	۳۴/۵	HadGEM2-ES		
-۶/۴	۱۲۶/۸	۲/۹	۲۵/۳	۲/۸	۳۴/۱	MIROC5		
۴۴/۹	۱۷۸/۲	۲/۲	۲۴/۶	۲/۲	۳۳/۵	MPI-ESM-MR		
۱۸/۳	۱۵۱/۵	۲/۸	۲۵/۲	۲/۸	۳۴	میانگین RCP4.5		
۱۲۶/۲	۲۵۹/۴	۴/۴	۲۶/۸	۳/۹	۳۵/۲	CanESM2	RCP8.5	
۸/۶	۱۴۱/۸	۴/۶	۲۷	۴/۶	۳۵/۹	GFDL-CM3		
۱۴/۳	۱۴۷/۵	۵	۲۷/۴	۴/۹	۳۶/۲	HadGEM2-ES		
- ۴/۳	۱۲۸/۹	۴/۶	۲۷	۳/۸	۳۵	MIROC5		
۳۸/۸	۱۷۲	۴	۲۶/۵	۴	۳۵/۳	MPI-ESM-MR		
۳۶/۷	۱۶۹/۹	۴/۵	۲۷	۴/۲	۳۵/۵	میانگین RCP8.5		
۲۸/۹	۱۶۲/۲	۳/۴	۲۵/۸	۳/۲		میانگین ۲۰۸۰-۲۰۶۱		

(د) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی سردشت بشاگرد با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۵-۶ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به‌طوری‌که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۳/۴ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MIROC5 به میزان ۰/۴ درجه سلسیوس در سناریو RCP4.5 در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۳/۷ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MIROC5 با سناریو RCP4.5 به میزان ۰/۳ سلسیوس در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۱۴۹/۴ رخ می‌دهد. درحالی‌که مدل MPI-ESM-MRS با سناریو RCP4.5 به میزان ۳۱/۲ میلی‌متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۱ نشان می‌دهد. با توجه مقادیر جدول ۵-۶ میانگین دمای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده یکسان است.

جدول ۵-۶ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی سردشت بشاگرد با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			بیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	بیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	بیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۳/۸	۰/۵	۱۹/۹	۰/۶	۲۶۹/۸	۴۳/۱
		HadGEM2-ES	۳۳/۹	۰/۶	۲۰	۰/۶	۲۸۴/۶	۵۷/۹
		میانگین RCP2.6	۳۳/۸	۰/۶	۲۰	۰/۶	۲۷۷/۲	۵۰/۵
	RCP4.5	CanESM2	۳۳/۸	۰/۵	۱۹/۹	۰/۶	۲۹۰/۷	۶۴
		GFDL-CM3	۳۳/۹	۰/۶	۲۰	۰/۶	۲۶۷/۲	۴۰/۵
		HadGEM2-ES	۳۳/۸	۰/۵	۱۹/۹	۰/۵	۲۶۲/۲	۳۵/۶
		MIROC5	۳۳/۷	۰/۴	۱۹/۷	۰/۳	۲۷۱/۸	۴۵/۱
		MPI-ESM-MR	۳۳/۷	۰/۴	۱۹/۷	۰/۳	۲۲۶/۳	-۰/۳
		میانگین RCP4.5	۳۳/۸	۰/۵	۱۹/۸	۰/۵	۲۶۳/۷	۳۷
	RCP8.5	CanESM2	۳۳/۹	۰/۶	۲۰/۱	۰/۷	۲۸۷/۷	۶۱
		GFDL-CM3	۳۳/۹	۰/۶	۲۰	۰/۶	۲۵۵/۸	۲۹/۲
		HadGEM2-ES	۳۴	۰/۷	۲۰/۲	۰/۸	۲۸۲/۸	۵۶/۱
		MIROC5	۳۳/۷	۰/۴	۱۹/۷	۰/۴	۲۸۲/۸	۵۶/۱
		MPI-ESM-MR	۳۳/۸	۰/۵	۱۹/۸	۰/۵	۲۳۴/۹	۸/۳
		میانگین RCP8.5	۳۳/۸	۰/۶	۲۰	۰/۶	۲۶۸/۸	۴۲/۱
	2021-2040 میانگین			۰/۵	۱۹/۹	۰/۵	۲۶۸/۱	۴۱/۴

۱۱۸	۳۴۴/۷	۱/۲	۲۰/۶	۰/۹	۳۴/۲	CanESM2	RCP2.6	2041-2060
۴۲/۸	۲۶۹/۵	۱/۲	۲۰/۶	۱/۲	۳۴/۵	HadGEM2-ES		
۸۰/۴	۳۰۷/۱	۱/۲	۲۰/۶	۱/۱	۳۴/۴	میانگین RCP2.6		
۴۳/۳	۲۷۰	۱/۵	۲۰/۹	۱/۳	۳۴/۶	CanESM2	RCP4.5	
۴۰/۳	۲۶۷	۱/۴	۲۰/۸	۱/۵	۳۴/۷	GFDL-CM3		
۷۷/۶	۳۰۴/۳	۱/۴	۲۰/۸	۱/۳	۳۴/۵	HadGEM2-ES		
۳۸	۲۶۴/۷	۱	۲۰/۳	۱	۳۴/۳	MIROC5		
-۳۱/۲	۱۹۵/۵	۱/۱	۲۰/۴	۱/۱	۳۴/۴	MPI-ESM-MR		
۳۳/۶	۲۶۰/۳	۱/۳	۲۰/۶	۱/۲	۳۴/۵	میانگین RCP4.5		
۷۴/۶	۳۰۱/۳	۲	۲۱/۴	۱/۷	۳۵	CanESM2	RCP8.5	
۲۴/۸	۲۵۱/۴	۱/۸	۲۱/۲	۱/۸	۳۵/۱	GFDL-CM3		
-۸/۱	۲۱۸/۶	۲	۲۱/۳	۱/۸	۳۵/۱	HadGEM2-ES		
۵۵/۹	۲۸۲/۶	۱/۴	۲۰/۷	۱/۲	۳۴/۵	MIROC5		
-۱۱/۷	۲۱۵	۱/۴	۲۰/۸	۱/۴	۳۴/۶	MPI-ESM-MR		
۲۷/۱	۲۵۳/۸	۱/۷	۲۱/۱	۱/۶	۳۴/۹	میانگین RCP8.5		
۳۸/۷	۲۶۵/۴	۱/۴	۲۰/۸	۱/۴		میانگین 2041-2060		
۶۹	۲۹۵/۷	۱/۲	۲۰/۶	۱/۲	۳۴/۵	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
۶۵/۱	۲۹۱/۸	۱/۴	۲۰/۷	۱/۴	۳۴/۷	HadGEM2-ES		
۶۷	۲۹۳/۷	۱/۳	۲۰/۷	۱/۳	۳۴/۶	میانگین RCP2.6		
۶۳/۵	۲۹۰/۲	۲	۲۱/۴	۱/۹	۳۵/۲	CanESM2	RCP4.5	
۴۰/۸	۲۶۷/۵	۲	۲۱/۴	۲/۲	۳۵/۵	GFDL-CM3		
۴/۱	۲۳۰/۸	۲/۲	۲۱/۶	۲/۳	۳۵/۶	HadGEM2-ES		
۴	۲۳۰/۷	۱/۵	۲۰/۹	۱/۷	۳۵	MIROC5		
-۱۱/۷	۲۱۵	۱/۴	۲۰/۸	۱/۵	۳۴/۸	MPI-ESM-MR		
۲۰/۲	۲۴۶/۸	۱/۸	۲۱/۲	۱/۹	۳۵/۲	میانگین RCP4.5		
۱۴۹/۴	۳۷۶/۱	۳/۷	۲۳/۱	۲/۹	۳۶/۲	CanESM2	RCP8.5	
۲۴/۷	۲۵۱/۴	۳/۴	۲۲/۸	۳/۳	۳۶/۶	GFDL-CM3		
۳۵/۹	۲۶۲/۶	۳/۷	۲۳/۱	۳/۴	۳۶/۷	HadGEM2-ES		
۲۷/۲	۲۵۳/۹	۲/۵	۲۱/۹	۲/۳	۳۵/۶	MIROC5		
-۱۰/۹	۲۱۵/۸	۲/۷	۲۲/۱	۲/۷	۳۶	MPI-ESM-MR		
۴۵/۳	۲۷۲	۳/۲	۲۲/۶	۲/۹	۳۶/۲	میانگین RCP8.5		
۳۸/۴	۲۶۵/۱	۲/۳	۲۱/۷	۲/۲		میانگین ۲۰۸۰-۲۰۶۱		

ه) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی بستک با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۵-۷ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به‌طوری‌که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۳/۵ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MIROC5 به میزان ۰/۳ درجه سلسیوس در سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۳/۷ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MPI-ESM-MRS با سناریو RCP4.5 به میزان ۰/۳ درجه سلسیوس در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۱۱۷/۱ رخ می‌دهد. درحالی‌که مدل GFDL-CM3 با سناریو RCP8.5 به میزان ۱۱/۲ میلی‌متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ نشان می‌دهد. با توجه مقادیر جدول ۵-۷ میانگین دمای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده یکسان برآورد گردیده است.

جدول ۵-۷ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی بستک با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش‌نگری دوره پایه	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری دوره پایه	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری دوره پایه	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۵/۹	۰/۵	۱۹/۴	۰/۵	۲۹۹/۹	۳۱/۴
		HadGEM2-ES	۳۶/۱	۰/۶	۱۹/۶	۰/۷	۳۲۶/۳	۵۷/۹
		میانگین RCP2.6	۳۶	۰/۵	۱۹/۵	۰/۶	۳۱۳/۱	۴۴/۶
	RCP4.5	CanESM2	۳۵/۸	۰/۴	۱۹/۴	۰/۴	۳۳۰	۶۱/۵
		GFDL-CM3	۳۶	۰/۶	۱۹/۵	۰/۶	۳۰۱/۲	۳۲/۷
		HadGEM2-ES	۳۶	۰/۵	۱۹/۵	۰/۶	۲۹۶/۲	۲۷/۷
		MIROC5	۳۵/۸	۰/۴	۱۹/۳	۰/۴	۲۹۵/۹	۲۷/۴
		MPI-ESM-MR	۳۵/۸	۰/۴	۱۹/۳	۰/۳	۲۷۰/۶	۲/۲
		میانگین RCP4.5	۳۵/۹	۰/۴	۱۹/۴	۰/۵	۲۹۸/۸	۳۰/۳
	RCP8.5	CanESM2	۳۵/۹	۰/۵	۱۹/۵	۰/۶	۳۲۲/۵	۵۴/۱
		GFDL-CM3	۳۶/۱	۰/۶	۱۹/۶	۰/۶	۲۹۲/۸	۲۴/۴
		HadGEM2-ES	۳۶/۱	۰/۷	۱۹/۷	۰/۸	۲۹۸/۷	۳۰/۲
		MIROC5	۳۵/۸	۰/۳	۱۹/۳	۰/۴	۳۱۱/۶	۴۳/۱
		MPI-ESM-MR	۳۵/۹	۰/۵	۱۹/۴	۰/۵	۳۱۷/۴	۴۹
		میانگین RCP8.5	۳۶	۰/۵	۱۹/۵	۰/۶	۳۰۸/۶	۴۰/۲
	میانگین 2021-2040		۹/۳۵	۰/۵	۱۹/۴	۰/۵	۳۰۵/۳	۳۶/۸
2041-2060	RCP2.6	CanESM2	۳۶/۳	۰/۸	۱۹/۹	۱	۳۹۰/۷	۱۲۲/۳

۲۷/۲	۲۹۵/۷	۱/۳	۲۰/۲	۱/۳	۳۶/۸	HadGEM2-ES	2061-2080
۷۴/۸	۳۴۳/۲	۱/۱	۲۰/۱	۱/۱	۳۶/۵	میانگین RCP2.6	
۳۹/۸	۳۰۸/۳	۱/۳	۲۰/۲	۱/۲	۳۶/۶	CanESM2	
۱۹/۱	۲۸۷/۶	۱/۳	۲۰/۲	۱/۴	۳۶/۹	GFDL-CM3	
۱۰۴/۴	۳۷۲/۸	۱/۵	۲۰/۴	۱/۳	۳۶/۸	HadGEM2-ES	
۳۶/۲	۳۰۴/۶	۱/۱	۲۰/۱	۱/۱	۳۶/۵	MIROC5	
۳۱/۸	۳۰۰/۲	۱	۲۰	۱/۱	۳۶/۵	MPI-ESM-MR	
۴۶/۳	۳۱۴/۷	۱/۲	۲۰/۲	۱/۲	۳۶/۷	میانگین RCP4.5	
۷۹/۶	۳۴۸/۱	۱/۷	۲۰/۶	۱/۵	۳۷	CanESM2	
۱۵/۱	۲۸۳/۶	۱/۷	۲۰/۶	۱/۸	۳۷/۳	GFDL-CM3	
۸/۶	۲۷۷/۱	۲	۲۰/۹	۱/۹	۳۷/۳	HadGEM2-ES	
۵۶/۳	۳۲۴/۷	۱/۵	۲۰/۵	۱/۳	۳۶/۸	MIROC5	
۱۸/۴	۲۸۶/۹	۱/۵	۲۰/۴	۱/۴	۳۶/۹	MPI-ESM-MR	
۳۵/۶	۳۰۴/۱	۱/۷	۲۰/۶	۱/۶	۳۷	میانگین RCP8.5	
۴۶/۶	۳۱۵	۱/۴	۲۰/۳	۱/۴	۸/۳۶	میانگین 2041-2060	
۸۲/۶	۳۵۱/۱	۱/۱	۲۰/۱	۱/۱	۳۶/۵	CanESM2	2061-2080
۳۰/۸	۲۹۹/۳	۱/۴	۲۰/۳	۱/۴	۳۶/۹	HadGEM2-ES	
۵۶/۷	۳۲۵/۲	۱/۳	۲۰/۲	۱/۳	۳۶/۷	میانگین RCP2.6	
۳۸/۳	۳۰۶/۸	۱/۷	۲۰/۶	۱/۷	۳۷/۱	CanESM2	
۳۳/۲	۳۰۱/۷	۲	۲۰/۹	۲/۲	۳۷/۶	GFDL-CM3	
۱۰/۷-	۲۵۷/۸	۲/۳	۲۱/۲	۲/۳	۳۷/۷	HadGEM2-ES	
۱۳/۸	۲۸۲/۲	۱/۹	۲۰/۸	۱/۹	۳۷/۳	MIROC5	
۷۸/۳	۳۴۶/۷	۱/۵	۲۰/۴	۱/۵	۳۷	MPI-ESM-MR	
۳۰/۶	۲۹۹	۱/۹	۲۰/۸	۱/۹	۳۷/۴	میانگین RCP4.5	
۱۷۷/۱	۴۴۵/۶	۳	۲۲	۲/۷	۳۸/۱	CanESM2	
۱۱/۲-	۲۵۷/۲	۳/۱	۲۲/۱	۳/۳	۳۸/۷	GFDL-CM3	
۳۲/۸	۳۰۱/۲	۳/۷	۲۲/۶	۳/۵	۳۹	HadGEM2-ES	
۱۷/۹	۲۸۶/۴	۳/۱	۲۲	۲/۶	۳۸/۱	MIROC5	
۶۲/۸	۳۳۱/۳	۲/۸	۲۱/۷	۲/۸	۳۸/۳	MPI-ESM-MR	
۵۵/۹	۳۲۴/۳	۳/۱	۲۲/۱	۳	۳۸/۴	میانگین RCP8.5	
۴۵/۵	۳۱۳/۹	۲/۳	۲۱/۲	۲/۳	۳۷/۷	میانگین ۲۰۸۰-۲۰۶۱	

و) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی حاجی آباد با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۵-۸ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به‌طوری‌که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۳ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MIROC5 به میزان ۰/۷ درجه سلسیوس در سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۵ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MIROC5 با سناریو RCP4.5 به میزان ۰/۷ سلسیوس در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۱۲۸/۸ رخ می‌دهد. در حالی که مدل GFDL-CM3 با سناریو RCP8.5 به میزان ۱۹ میلی‌متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ نشان می‌دهد. با توجه مقادیر جدول ۵-۸ میانگین دمای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده یکسان برآورد گردیده است.

جدول ۵-۸ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی حاجی‌آباد با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۲/۵	۰/۹	۱۵/۹	۱/۲	۲۲۵/۷	۲۷/۲
		HadGEM2-ES	۳۲/۶	۱/۱	۱۶	۱/۳	۲۴۷/۵	۴۹
		میانگین RCP2.6	۳۲/۶	۱	۱۶	۱/۲	۲۳۶/۶	۳۸/۱
	RCP4.5	CanESM2	۳۲/۳	۰/۸	۱۵/۹	۱/۱	۲۵۷/۸	۵۹/۳
		GFDL-CM3	۳۲/۸	۱/۲	۱۶/۱	۱/۳	۲۰۴/۵	۶
		HadGEM2-ES	۳۲/۵	۱	۱۵/۹	۱/۱	۲۲۴/۶	۲۶/۱
		MIROC5	۳۲/۳	۰/۷	۱۵/۵	۰/۷	۲۰۴/۱	۵/۶
		MPI-ESM-MR	۳۲/۳	۰/۷	۱۵/۶	۰/۸	۱۹۳/۲	-۵/۳
		میانگین RCP4.5	۳۲/۵	۰/۹	۱۵/۸	۱	۲۱۶/۹	۱۸/۳
	RCP8.5	CanESM2	۳۲/۵	۰/۹	۱۶/۱	۱/۳	۲۴۹/۲	۵۰/۷
		GFDL-CM3	۳۲/۸	۱/۲	۱۶/۱	۱/۳	۲۰۷	۸/۵
		HadGEM2-ES	۳۲/۸	۱/۲	۱۶/۲	۱/۴	۲۳۳/۶	۳۵/۱
		MIROC5	۳۲/۳	۰/۷	۱۵/۶	۰/۸	۲۱۵/۷	۱۷/۲
		MPI-ESM-MR	۳۲/۴	۰/۹	۱۵/۸	۱	۲۳۱/۸	۳۳/۳
		میانگین RCP8.5	۳۲/۶	۱	۱۵/۹	۱/۲	۲۲۷/۴	۲۸/۹
	میانگین 2021-2040			۰/۹	۱۵/۹	۱/۱	۲۲۴/۶	۲۶
2041-2060	RCP2.6	CanESM2	۳۲/۸	۱/۲	۱۶/۵	۱/۷	۳۰۰/۷	۱۰۲/۱
		HadGEM2-ES	۳۳/۳	۱/۸	۱۶/۵	۱/۸	۲۰۴/۴	۵/۹
		میانگین RCP2.6	۳۳/۱	۱/۵	۱۶/۵	۱/۸	۲۵۲/۵	۵۴

۳۶/۹	۲۳۵/۴	۲/۱	۱۶/۹	۱/۷	۳۳/۳	CanESM2	RCP4.5
۱۴/۶	۲۱۳/۱	۲	۱۶/۷	۲	۳۳/۶	GFDL-CM3	
۶۸/۳	۲۶۶/۸	۲	۱۶/۸	۱/۸	۳۳/۴	HadGEM2-ES	
۸	۲۰۶/۵	۱/۴	۱۶/۲	۱/۵	۳۳/۱	MIROC5	
۱۰	۲۰۸/۵	۱/۶	۱۶/۴	۱/۵	۳۳/۱	MPI-ESM-MR	
۲۷/۵	۲۲۶/۱	۱/۸	۱۶/۶	۱/۷	۳۳/۳	میانگین RCP4.5	
۶۰/۲	۲۵۸/۷	۲/۸	۱۷/۶	۲/۲	۳۳/۷	CanESM2	RCP8.5
-۲	۱۹۶/۵	۲/۵	۱۷/۳	۲/۶	۳۴/۲	GFDL-CM3	
-۵/۲	۱۹۳/۳	۲/۶	۱۷/۴	۲/۴	۳۴	HadGEM2-ES	
۳۴/۳	۲۳۲/۸	۱/۹	۱۶/۷	۱/۸	۳۳/۴	MIROC5	
۰/۹	۱۹۹/۴	۲/۱	۱۶/۸	۱/۹	۳۳/۵	MPI-ESM-MR	
۱۷/۶	۲۱۶/۱	۲/۴	۱۷/۱	۲/۲	۳۳/۷	میانگین RCP8.5	
۲۷/۸	۲۲۶/۳	۲	۱۶/۸	۱/۹		میانگین 2041-2060	
۶۷/۴	۲۶۶	۱/۸	۱۶/۵	۱/۴	۳۳	CanESM2	RCP2.6
۱۷/۸	۲۱۶/۳	۱/۹	۱۶/۶	۱/۸	۳۳/۴	HadGEM2-ES	
۴۲/۶	۲۴۱/۱	۱/۸	۱۶/۶	۱/۶	۳۳/۲	میانگین RCP2.6	
۱۹/۷	۲۱۸/۲	۲/۵	۱۷/۳	۲/۳	۳۳/۹	CanESM2	RCP4.5
۲۴/۵	۲۲۳	۲/۷	۱۷/۴	۲/۹	۳۴/۴	GFDL-CM3	
-۱۷/۶	۱۸۱	۲/۸	۱۷/۶	۳	۳۴/۵	HadGEM2-ES	
-۱۰/۳	۱۸۸/۲	۲/۱	۱۶/۸	۲/۴	۳۴	MIROC5	
۲۰/۴	۲۱۸/۹	۲	۱۶/۸	۱/۹	۳۳/۵	MPI-ESM-MR	
۷/۴	۲۰۵/۹	۲/۴	۱۷/۲	۲/۵	۳۴/۱	میانگین RCP4.5	
۱۲۸/۸	۳۲۷/۳	۴/۵	۱۹/۲	۳/۵	۳۵/۱	CanESM2	RCP8.5
-۱۹/۱	۱۷۹/۴	۴/۲	۱۹	۴/۳	۳۵/۹	GFDL-CM3	
۱۷/۸	۲۱۶/۳	۴/۵	۱۹/۳	۴/۳	۳۵/۹	HadGEM2-ES	
۴/۷	۲۰۳/۳	۳/۳	۱۸	۳/۲	۳۴/۸	MIROC5	
۲۱/۵	۲۲۰	۳/۶	۱۸/۳	۳/۵	۳۵	MPI-ESM-MR	
۳۰/۸	۲۲۹/۳	۴	۱۸/۸	۳/۸	۳۵/۳	میانگین RCP8.5	
۲۳	۲۲۱/۵	۳	۱۷/۷	۲/۹		میانگین ۲۰۸۰-۲۰۶۱	

(ز) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندر جاسک با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۵-۹ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به‌طوری‌که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل GFDL-CM3 به میزان ۴ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MIROC5 به میزان ۰٫۸ درجه سلسیوس در سناریو RCP4.5 در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل CanESM2 به میزان ۴٫۳ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MIROC5 با سناریو RCP4.5 به میزان ۰٫۸ درجه سلسیوس در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۸۳٫۶ رخ می‌دهد. درحالی‌که مدل MPI-ESM-MRS با سناریو RCP4.5 به میزان ۳۹٫۱ میلی‌متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۱ نشان می‌دهد. با توجه مقادیر جدول ۵-۹ میانگین دمای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده یکسان برآورد گردیده است.

جدول ۵-۹ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی جاسک با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۱/۱	۱/۲	۲۵/۸	۱/۲	۱۲۸/۳	۱۱/۳
		HadGEM2-ES	۳۱/۱	۱/۲	۲۵/۸	۱/۲	۱۴۷/۳	۳۰/۳
		RCP2.6 میانگین	۳۱/۱	۱/۲	۲۵/۸	۱/۲	۱۳۷/۸	۲۰/۸
	RCP4.5	CanESM2	۳۱	۱/۱	۲۵/۸	۱/۲	۱۶۷/۷	۵۰/۷
		GFDL-CM3	۳۱/۲	۱/۳	۲۵/۹	۱/۳	۱۳۹/۶	۲۲/۶
		HadGEM2-ES	۳۰/۹	۱	۲۵/۶	۱	۱۲۱/۲	۴/۲
		MIROC5	۳۰/۷	۰/۸	۲۵/۳	۰/۸	۱۴۳/۸	۲۶/۸
		MPI-ESM-MR	۳۰/۷	۰/۸	۲۵/۴	۰/۸	۸۷/۷	-۲۹/۲
		RCP4.5 میانگین	۳۰/۹	۱	۲۵/۶	۱	۱۳۲	۱۵
	RCP8.5	CanESM2	۳۱/۲	۱/۳	۲۶/۱	۱/۵	۱۶۶/۵	۴۹/۵
		GFDL-CM3	۳۱/۲	۱/۳	۲۵/۹	۱/۳	۱۳۹/۸	۲۲/۸
		HadGEM2-ES	۳۱/۲	۱/۳	۲۶	۱/۴	۱۳۱/۸	۱۴/۹
		MIROC5	۳۰/۷	۰/۸	۲۵/۵	۰/۹	۱۴۱/۱	۲۴/۱
		MPI-ESM-MR	۳۰/۹	۱	۲۵/۶	۱	۱۱۵/۳	-۱/۶
		RCP8.5 میانگین	۳۱/۱	۱/۲	۲۵/۸	۱/۲	۱۳۸/۹	۲۱/۹
	2021-2040 میانگین							۱۸/۹
2041-2060	RCP2.6	CanESM2	۳۱/۳	۱/۴	۲۶/۳	۱/۷	۲۰۰/۵	۸۳/۵
		HadGEM2-ES	۳۱/۵	۱/۶	۲۶/۱	۱/۵	۱۳۶/۹	۲۰
		RCP2.6 میانگین	۳۱/۴	۱/۵	۲۶/۲	۱/۶	۱۶۸/۷	۵۱/۸

۶	۱۲۲/۹	۲/۱	۲۶/۷	۱/۹	۳۱/۸	CanESM2	RCP4.5	
۲۸/۳	۱۴۵/۳	۲	۲۶/۶	۲	۳۱/۹	GFDL-CM3		
۳۷	۱۵۳/۹	۱/۷	۲۶/۳	۱/۶	۳۱/۵	HadGEM2-ES		
۵/۴	۱۲۲/۴	۱/۴	۲۶	۱/۵	۳۱/۴	MIROC5		
-۳۹/۱	۷۷/۹	۱/۵	۲۶/۱	۱/۵	۳۱/۴	MPI-ESM-MR		
۷/۵	۱۲۴/۵	۱/۷	۲۶/۳	۱/۷	۳۱/۶	میانگین RCP4.5		
۳۳/۹	۱۵۰/۹	۲/۸	۲۷/۴	۲/۴	۳۲/۳	CanESM2	RCP8.5	
۱۶/۲	۱۳۳/۲	۲/۵	۲۷	۲/۵	۳۲/۴	GFDL-CM3		
-۲۴/۱	۹۲/۹	۲/۴	۲۶/۹	۲/۳	۳۲/۲	HadGEM2-ES		
۳۷/۱	۱۵۴	۱/۹	۲۶/۵	۱/۸	۳۱/۷	MIROC5		
-۳/۱	۱۱۳/۹	۱/۹	۲۶/۵	۱/۹	۳۱/۸	MPI-ESM-MR		
۱۲	۱۲۹	۲/۳	۲۶/۹	۲/۲	۳۲/۱	میانگین RCP8.5		
۱۶/۸	۱۳۳/۷	۲	۲۶/۵	۱/۹		2041-2060 میانگین		
۲۶/۷	۱۴۳/۶	۱/۶	۲۶/۱	۱/۵	۳۱/۴	CanESM2	RCP2.6	
۲۲/۶	۱۳۹/۶	۱/۶	۲۶/۲	۱/۶	۳۱/۵	HadGEM2-ES		
۲۴/۶	۱۴۱/۶	۱/۶	۲۶/۲	۱/۶	۳۱/۵	میانگین RCP2.6		
۲۸/۳	۱۴۵/۳	۲/۵	۲۷/۱	۲/۳	۳۲/۲	CanESM2	RCP4.5	
۲۸/۶	۱۴۵/۵	۲/۵	۲۷/۱	۲/۶	۳۲/۵	GFDL-CM3		
-۲۴/۶	۹۲/۳	۲/۵	۲۷/۱	۲/۵	۳۲/۴	HadGEM2-ES		
-۳/۵	۱۱۳/۴	۱/۸	۲۶/۴	۲	۳۱/۹	MIROC5		
۵/۳	۱۲۲/۲	۱/۸	۲۶/۴	۱/۸	۳۱/۷	MPI-ESM-MR		
۶/۸	۱۲۳/۸	۲/۲	۲۶/۸	۲/۳	۳۲/۲	میانگین RCP4.5		
۸۳/۶	۲۰۰/۵	۴/۳	۲۸/۹	۳/۶	۳۳/۵	CanESM2	RCP8.5	
۱۸/۹	۱۳۵/۹	۴	۲۸/۶	۴	۳۳/۹	GFDL-CM3		
-۲۰/۵	۹۶/۵	۳/۹	۲۸/۵	۳/۷	۳۳/۶	HadGEM2-ES		
-۱۲	۱۰۵	۳	۲۷/۶	۲/۸	۳۲/۷	MIROC5		
-۳/۳	۱۱۳/۷	۳/۳	۲۷/۹	۳/۲	۳۳/۱	MPI-ESM-MR		
۱۳/۳	۱۳۰/۳	۳/۷	۲۸/۳	۳/۵	۳۳/۴	میانگین RCP8.5		
۱۲/۵	۱۲۹/۵	۲/۷	۲۷/۳	۲/۶		2061-2080 میانگین ۲۰۸۰-۲۰۶۱		

ح) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندر خمیر با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۵-۱۰ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به‌طوری‌که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۳/۷ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MIROC5 به میزان ۰/۴ درجه

سلسیوس در سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۲۱-۲۰۴۰ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۳/۹ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MPI-ESM-MRS با سناریو RCP4.5 به میزان ۰/۴ سلسیوس در دوره ۲۰۲۱-۲۰۴۰ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۸۴/۶ رخ می‌دهد. درحالی‌که مدل HadGEM2-ES با سناریو RCP4.5 به میزان ۹ میلی‌متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ نشان می‌دهد. با توجه مقادیر جدول ۵-۱۰ میزان افزایش در دمای کمینه در کلیه مدل‌ها نسبت به دمای بیشینه در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده بیشتر بوده و بیانگر آن است که افزایش در دمای شهر ابوموسی بیشتر متأثر از افزایش در دمای کمینه آن خواهد بود.

جدول ۵-۱۰ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندر خمیر با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۴/۸	۰/۶	۲۴/۵	۰/۶	۱۵۴	۱۴/۴
		HadGEM2-ES	۳۴/۹	۰/۷	۲۴/۷	۰/۸	۱۶۶/۱	۲۶/۵
		RCP2.6 میانگین	۳۴/۹	۰/۶	۲۴/۶	۰/۷	۱۶۰/۱	۲۰/۵
	RCP4.5	CanESM2	۳۴/۷	۰/۵	۲۴/۵	۰/۶	۱۷۴/۹	۳۵/۳
		GFDL-CM3	۳۴/۹	۰/۷	۲۴/۶	۰/۷	۱۵۶/۹	۱۷/۳
		HadGEM2-ES	۳۴/۸	۰/۶	۲۴/۶	۰/۶	۱۴۷/۴	۷/۸
		MIROC5	۳۴/۷	۰/۵	۲۴/۴	۰/۴	۱۵۴/۴	۱۴/۸
		MPI-ESM-MR	۳۴/۷	۰/۵	۲۴/۴	۰/۴	۱۳۱/۴	-۸/۲
		RCP4.5 میانگین	۳۴/۸	۰/۶	۲۴/۵	۰/۶	۱۵۳	۱۳/۴
	RCP8.5	CanESM2	۳۴/۸	۰/۶	۲۴/۷	۰/۷	۱۶۶/۲	۲۶/۶
		GFDL-CM3	۳۴/۹	۰/۷	۲۴/۷	۰/۷	۱۴۶/۳	۶/۷
		HadGEM2-ES	۳۵	۰/۸	۲۴/۸	۰/۹	۱۵۷	۱۷/۴
		MIROC5	۳۴/۶	۰/۴	۲۴/۴	۰/۵	۱۶۲/۳	۲۲/۷
		MPI-ESM-MR	۳۴/۸	۰/۶	۲۴/۵	۰/۶	۱۵۹/۷	۲۰/۱
		RCP8.5 میانگین	۳۴/۸	۰/۶	۲۴/۶	۰/۷	۱۵۸/۳	۱۸/۷
	2021-2040 میانگین							۱۶/۸
2041-2060	RCP2.6	CanESM2	۳۵/۲	۱	۲۵/۱	۱/۲	۱۹۸/۸	۵۹/۲
		HadGEM2-ES	۳۵/۶	۱/۴	۲۵/۳	۱/۴	۱۵۱/۹	۱۲/۳
		RCP2.6 میانگین	۳۵/۴	۱/۲	۲۵/۲	۱/۳	۱۷۵/۴	۳۵/۸
	RCP4.5	CanESM2	۳۵/۶	۱/۴	۲۵/۴	۱/۵	۱۵۸/۶	۱۹
		GFDL-CM3	۳۵/۷	۱/۵	۲۵/۴	۱/۵	۱۴۷/۶	۸
		HadGEM2-ES	۳۵/۶	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۱۸۲/۵	۴۲/۹

۱۸/۳	۱۵۷/۹	۱/۲	۲۵/۱	۱/۲	۳۵/۴	MIROC5	RCP8.5	
-۲/۱	۱۳۷/۵	۱/۲	۲۵/۱	۱/۲	۳۵/۴	MPI-ESM-MR		
۱۷/۲	۱۵۶/۸	۱/۴	۲۵/۳	۱/۳	۳۵/۶	میانگینRCP4.5		
۳۵/۱	۱۷۴/۷	۲	۲۶	۱/۷	۳۵/۹	CanESM2		
۶/۸	۱۴۶/۴	۱/۹	۲۵/۸	۱/۹	۳۶/۱	GFDL-CM3		
-۲/۹	۱۳۶/۷	۲/۱	۲۶/۱	۲	۳۶/۲	HadGEM2-ES		
۳۶/۱	۱۷۵/۷	۱/۶	۲۵/۵	۱/۴	۳۵/۶	MIROC5		
۰/۵	۱۴۰/۱	۱/۶	۲۵/۵	۱/۵	۳۵/۷	MPI-ESM-MR		
۱۵/۱	۱۵۴/۷	۱/۸	۲۵/۸	۱/۷	۳۵/۹	میانگینRCP8.5		
۱۹/۴	۱۵۹	۱/۶	۲۵/۵	۱/۵	2041-2060 میانگین			
۳۸/۲	۱۷۷/۸	۱/۳	۲۵/۲	۱/۲	۳۵/۴	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
۱۲/۹	۱۵۲/۵	۱/۵	۲۵/۴	۱/۵	۳۵/۷	HadGEM2-ES		
۲۵/۶	۱۶۵/۲	۱/۴	۲۵/۳	۱/۴	۳۵/۶	میانگین RCP2.6		
۲۱/۳	۱۶۰/۹	۲	۲۵/۹	۱/۹	۳۶/۱	CanESM2	RCP4.5	
۱۱/۶	۱۵۱/۲	۲/۱	۲۶/۱	۲/۳	۳۶/۵	GFDL-CM3		
-۹	۱۳۰/۶	۲/۴	۲۶/۴	۲/۴	۳۶/۶	HadGEM2-ES		
۱۲/۶	۱۵۲/۲	۱/۹	۲۵/۹	۲	۳۶/۲	MIROC5		
۱۴/۷	۱۵۴/۳	۱/۶	۲۵/۵	۱/۶	۳۵/۸	MPI-ESM-MR		
۱۰/۳	۱۴۹/۹	۲	۲۵/۹	۲	۳۶/۳	میانگین RCP4.5		
۸۴/۶	۲۲۴/۲	۳/۵	۲۷/۵	۳	۳۷/۲	CanESM2	RCP8.5	
-۵/۵	۱۳۴/۱	۳/۴	۲۷/۴	۳/۵	۳۷/۷	GFDL-CM3		
۱۶/۳	۱۵۵/۹	۳/۹	۲۷/۸	۳/۷	۳۷/۹	HadGEM2-ES		
۱۴/۱	۱۵۳/۷	۳/۱	۲۷	۲/۷	۳۶/۹	MIROC5		
۱۹/۵	۱۵۹/۱	۳	۲۶/۹	۲/۹	۳۷/۲	MPI-ESM-MR		
۲۵/۸	۱۶۵/۴	۳/۴	۲۷/۳	۳/۱	۳۷/۴	میانگین RCP8.5		
۱۹/۳	۱۵۸/۹	۲/۵	۲۶/۴	۲/۴	میانگین ۲۰۸۰-۲۰۶۱			

ط) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی کیش با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۵-۱۱ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به‌طوری‌که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۴ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MIROC5 به میزان ۱/۰۴ درجه سلسیوس در سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل

HadGEM2-ES به میزان ۴/۴ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MPI-ESM-MR با سناریو RCP4.5 به میزان ۰/۹۹ سلسیوس در دوره ۲۰۲۱-۲۰۴۰ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۱۲۹/۹ رخ می‌دهد. درحالی‌که مدل HadGEM2-ES با سناریو RCP4.5 به میزان ۳۶/۵ میلی‌متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ نشان می‌دهد. با توجه مقادیر جدول ۵-۱۱ میزان افزایش در دمای کمینه در کلیه مدل‌ها نسبت به دمای پیشینه در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده بیشتر بوده و بیانگر آن است که افزایش در دمای شهر کیش بیشتر متأثر از افزایش در دمای کمینه آن خواهد بود.

جدول ۵-۱۱ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی جزیره کیش با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۲/۷	۱/۲	۲۴/۴	۱/۳	۱۷۹/۷	۱۹/۲
		HadGEM2-ES	۳۳/۱	۱/۷	۲۴/۸	۱/۶	۱۹۷/۳	۳۶/۸
		میانگین RCP2.6	۳۲/۹	۱/۵	۲۴/۶	۱/۴	۱۸۸/۵	۲۸
	RCP4.5	CanESM2	۳۲/۵	۱/۱	۲۴/۳	۱/۱	۲۲۷/۲	۶۶/۸
		GFDL-CM3	۳۳	۱/۶	۲۴/۷	۱/۵	۱۹۷	۳۶/۶
		HadGEM2-ES	۳۲/۸	۱/۴	۲۴/۶	۱/۴	۱۵۳/۴	-۷
		MIROC5	۳۲/۵	۱/۱	۲۴/۴	۱/۲	۱۶۴/۶	۴/۲
		MPI-ESM-MR	۳۲/۵	۱/۱	۲۴/۲	۱	۱۳۳/۵	-۲۶/۹
		میانگین RCP4.5	۳۲/۷	۱/۲	۲۴/۴	۱/۲	۱۷۵/۲	۱۴/۸
		CanESM2	۳۲/۸	۱/۳	۲۴/۶	۱/۴	۲۰۷/۱	۴۶/۷
	RCP8.5	GFDL-CM3	۳۳/۱	۱/۶	۲۴/۹	۱/۷	۱۸۹/۸	۲۹/۴
		HadGEM2-ES	۳۳/۲	۱/۸	۲۵	۱/۸	۱۵۱/۱	-۹/۴
		MIROC5	۳۲/۵	۱	۲۴/۵	۱/۳	۱۸۳/۳	۲۲/۹
		MPI-ESM-MR	۳۲/۷	۱/۲	۲۴/۴	۱/۲	۱۹۹/۵	۳۹
		میانگین RCP8.5	۳۲/۸	۱/۴	۲۴/۷	۱/۵	۱۸۶/۲	۲۵/۷
		میانگین 2021-2040						۲۱/۵
		CanESM2	۳۲/۸	۱/۴	۲۴/۶	۱/۴	۲۶۴/۱	۱۰۳/۷
2041-2060	RCP2.6	HadGEM2-ES	۳۳/۵	۲/۱	۲۵/۱	۲	۱۶۵/۳	۴/۸
		میانگین RCP2.6	۳۳/۲	۱/۷	۲۴/۹	۱/۷	۲۱۴/۷	۵۴/۳
		CanESM2	۳۳/۳	۱/۹	۲۵/۱	۱/۹	۱۷۳/۶	۱۳/۱
	RCP4.5	GFDL-CM3	۳۳/۷	۲/۲	۲۵/۳	۲/۱	۱۷۹/۱	۱۸/۷
		HadGEM2-ES	۳۳/۵	۲/۱	۲۵/۳	۲/۱	۲۰۹/۱	۴۸/۷
		میانگین RCP4.5	۳۳/۶	۲/۱	۲۵/۲	۲/۱	۱۸۴/۱	۲۵/۷

۵/۶	۱۶۶	۲	۲۵/۲	۱/۸	۳۳/۳	MIROC5	RCP8.5	
۴/۶	۱۶۵	۱/۶	۲۴/۸	۱/۷	۳۳/۱	MPI-ESM-MR		
۱۸/۲	۱۷۸/۶	۱/۹	۲۵/۱	۱/۹	۳۳/۴	میانگین RCP4.5		
۶۶/۳	۲۲۶/۷	۲/۴	۲۵/۶	۲/۴	۳۳/۸	CanESM2		
۸/۱	۱۶۸/۵	۲/۷	۲۵/۹	۲/۸	۳۴/۳	GFDL-CM3		
-۱۹/۶	۱۴۰/۸	۲/۸	۲۶	۲/۹	۳۴/۳	HadGEM2-ES		
۲۲/۹	۱۸۳/۳	۲/۶	۲۵/۸	۲/۲	۳۳/۶	MIROC5		
-۳/۴	۱۵۷	۲/۲	۲۵/۴	۲/۲	۳۳/۷	MPI-ESM-MR		
۱۴/۸	۱۷۵/۳	۲/۶	۲۵/۷	۲/۵	۳۳/۹	میانگین RCP8.5		
۲۲/۸	۱۸۳/۲	۲/۲	۲۵/۳	۲/۱	2041-2060 میانگین			
۵۰/۹	۲۱۱/۳	۱/۵	۲۴/۷	۱/۵	۳۲/۹	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
-۱۰/۶	۱۴۹/۸	۱/۹	۲۵/۱	۱/۹	۳۳/۴	HadGEM2-ES		
۲۰/۱	۱۸۰/۶	۱/۷	۲۴/۹	۱/۷	۳۳/۲	میانگین RCP2.6		
۲۵/۵	۱۸۵/۹	۲/۲	۲۵/۴	۲/۲	۳۳/۶	CanESM2	RCP4.5	
۳۱/۳	۱۹۱/۸	۲/۷	۲۵/۹	۲/۸	۳۴/۳	GFDL-CM3		
-۳۶/۵	۱۲۳/۹	۲/۸	۲۶	۲/۹	۳۴/۳	HadGEM2-ES		
-۲۴/۳	۱۳۶/۱	۲/۷	۲۵/۹	۲/۶	۳۴/۱	MIROC5		
۴۲/۳	۲۰۲/۷	۱/۹	۲۵/۱	۲	۳۳/۵	MPI-ESM-MR		
۷/۶	۱۶۸/۱	۲/۵	۲۵/۷	۲/۵	۳۴	میانگین RCP4.5		
۱۲۹/۳	۲۸۹/۷	۳/۶	۲۶/۸	۳/۵	۳۵	CanESM2	RCP8.5	
۰/۵	۱۶۰/۹	۴/۱	۲۷/۳	۴/۳	۳۵/۷	GFDL-CM3		
-۱۳/۲	۱۴۷/۲	۴/۴	۲۷/۶	۴/۴	۳۵/۹	HadGEM2-ES		
-۱۷/۳	۱۴۳/۲	۴/۴	۲۷/۶	۳/۶	۳۵	MIROC5		
۳۵/۵	۱۹۵/۹	۳/۶	۲۶/۸	۳/۷	۳۵/۱	MPI-ESM-MR		
۲۷	۱۸۷/۴	۴	۲۷/۲	۳/۹	۳۵/۳	میانگین RCP8.5		
۱۷/۸	۱۷۸/۲	۳	۲۶/۲	۳	2۰۸۰-۲۰۶۱ میانگین			

ی) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی جزیره لاوان با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۵-۱۲ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به‌طوری‌که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل GFDL-CM3 به میزان ۳/۶ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MPI-ESM-MR به میزان ۰/۶ درجه سلسیوس در سناریو RCP4.5 در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای

کمینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۳/۵ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MPI-ESM-MR با سناریو RCP4.5 به میزان ۰/۵ سلسیوس در دوره ۲۰۲۱-۲۰۴۰ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۱۲۶/۲ رخ می‌دهد. درحالی‌که مدل HadGEM2-ES با سناریو RCP4.5 به میزان ۱۷/۸ میلی‌متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ نشان می‌دهد. با توجه مقادیر جدول ۵-۱۲ میزان افزایش در دمای کمینه در کلیه مدل‌ها نسبت به دمای بیشینه در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده بیشتر بوده و بیانگر آن است که افزایش در دمای شهر لاوان بیشتر متأثر از افزایش در دمای کمینه آن خواهد بود.

جدول ۵-۱۲ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره لاوان با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۲/۱	۰/۷	۲۴/۶	۰/۷	۱۹۲/۵	۳۶
		HadGEM2-ES	۳۲/۴	۰/۹	۲۴/۸	۰/۹	۱۸۰/۵	۲۴/۱
		RCP2.6 میانگین	۳۲/۲	۰/۸	۲۴/۷	۰/۸	۱۸۶/۵	۳۰
	RCP4.5	CanESM2	۳۲	۰/۶	۲۴/۵	۰/۶	۲۰۲/۸	۴۶/۳
		GFDL-CM3	۳۲/۳	۰/۹	۲۴/۸	۰/۹	۱۹۵/۴	۳۸/۹
		HadGEM2-ES	۳۲/۲	۰/۸	۲۴/۷	۰/۸	۱۷۴/۵	۱۸
		MIROC5	۳۲/۱	۰/۶	۲۴/۶	۰/۷	۱۷۴/۵	۱۸
		MPI-ESM-MR	۳۲	۰/۶	۲۴/۵	۰/۵	۱۵۹/۵	۳
		RCP4.5 میانگین	۳۲/۱	۰/۷	۲۴/۶	۰/۷	۱۸۱/۳	۲۴/۸
		CanESM2	۳۲/۲	۰/۷	۲۴/۷	۰/۸	۱۹۵/۶	۳۹/۱
	RCP8.5	GFDL-CM3	۳۲/۴	۱	۲۴/۹	۱	۱۹۴/۸	۳۸/۳
		HadGEM2-ES	۳۲/۴	۱	۲۴/۹	۱	۱۶۵/۷	۹/۲
		MIROC5	۳۲	۰/۶	۲۴/۶	۰/۷	۱۸۵/۱	۲۸/۶
		MPI-ESM-MR	۳۲/۱	۰/۷	۲۴/۶	۰/۷	۲۰۳/۴	۴۶/۹
		RCP8.5 میانگین	۳۲/۲	۰/۸	۲۴/۷	۰/۸	۱۸۸/۹	۳۲/۴
		2021-2040 میانگین		۰/۷	۲۴/۷	۰/۸	۱۸۵/۳	۲۸/۹
2041-2060	RCP2.6	CanESM2	۳۲/۴	۱	۲۵	۱	۲۴۳/۳	۸۶/۸
		HadGEM2-ES	۳۲/۹	۱/۵	۲۵/۴	۱/۴	۱۶۰/۳	۳/۹
		RCP2.6 میانگین	۳۲/۷	۱/۲	۲۵/۲	۱/۲	۲۰۱/۸	۴۵/۳
	RCP4.5	CanESM2	۳۲/۸	۱/۳	۲۵/۳	۱/۳	۱۸۴/۸	۲۸/۳

۳۳/۵	۱۸۹/۹	۱/۵	۲۵/۵	۱/۷	۳۳/۱	GFDL-CM3		
۵۳/۵	۲۱۰	۱/۵	۲۵/۴	۱/۵	۳۳	HadGEM2-ES		
۲۲	۱۷۸/۵	۱/۴	۲۵/۴	۱/۳	۳۲/۸	MIROC5		
۳۳/۶	۱۹۰/۱	۱/۱	۲۵/۱	۱/۲	۳۲/۶	MPI-ESM-MR		
۳۴/۲	۱۹۰/۷	۱/۴	۲۵/۳	۱/۴	۳۲/۸	میانگین RCP4.5		
۷۰/۲	۲۲۶/۶	۱/۷	۲۵/۶	۱/۷	۳۳/۱	CanESM2	RCP8.5	
۲۴/۶	۱۸۱/۱	۲	۲۶	۲/۱	۳۳/۶	GFDL-CM3		
-۷/۸	۱۴۸/۶	۲/۱	۲۶	۲/۱	۳۳/۵	HadGEM2-ES		
۳۰/۷	۱۸۷/۲	۱/۹	۲۵/۹	۱/۶	۳۳/۱	MIROC5		
۳۴/۴	۱۹۰/۹	۱/۶	۲۵/۵	۱/۶	۳۳	MPI-ESM-MR		
۳۰/۴	۱۸۶/۹	۱/۹	۲۵/۸	۱/۸	۳۳/۳	میانگین RCP8.5		
۳۴/۵	۱۹۱	۱/۶	۲۵/۵	۱/۶		میانگین 2041-2060		
۵۵/۱	۲۱۱/۵	۱/۲	۲۵/۱	۱/۲	۳۲/۶	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
-۳	۱۵۳/۵	۱/۵	۲۵/۵	۱/۵	۳۳	HadGEM2-ES		
۲۶	۱۸۲/۵	۱/۴	۲۵/۳	۱/۴	۳۲/۸	میانگین RCP2.6		
۲۵/۷	۱۸۲/۲	۱/۷	۲۵/۶	۱/۸	۳۳/۲	CanESM2	RCP4.5	
۴۶/۸	۲۰۳/۳	۲/۳	۲۶/۲	۲/۴	۳۳/۸	GFDL-CM3		
-۱۷/۸	۱۳۸/۷	۲/۳	۲۶/۲	۲/۳	۳۳/۷	HadGEM2-ES		
-۵/۹	۱۵۰/۵	۲/۲	۲۶/۱	۲/۱	۳۳/۶	MIROC5		
۵۵/۴	۲۱۱/۹	۱/۵	۲۵/۴	۱/۶	۳۳	MPI-ESM-MR		
۲۰/۸	۱۷۷/۳	۲	۲۵/۹	۲	۳۳/۵	میانگین RCP4.5		
۱۲۶/۲	۲۸۲/۷	۲/۸	۲۶/۷	۲/۸	۳۴/۳	CanESM2	RCP8.5	
۱۹/۸	۱۷۶/۳	۳/۴	۲۷/۴	۳/۶	۳۵	GFDL-CM3		
-۱/۶	۱۵۴/۹	۳/۵	۲۷/۵	۳/۵	۳۵	HadGEM2-ES		
۱۰/۳	۱۶۶/۸	۳/۵	۲۷/۵	۲/۹	۳۴/۴	MIROC5		
۶۵/۴	۲۲۱/۹	۲/۸	۲۶/۷	۲/۹	۳۴/۳	MPI-ESM-MR		
۴۴	۲۰۰/۵	۳/۲	۲۷/۱	۳/۱	۳۴/۶	میانگین RCP8.5		
۳۱/۴	۱۸۷/۹	۲/۴	۲۶/۳	۲/۴		میانگین ۲۰۸۰-۲۰۶۱		

ک) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی میناب با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۵-۱۳ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به‌طوری‌که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۵ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MIROC5 به میزان ۰/۸ درجه

سلسیوس در سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۲۱-۲۰۴۰ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۹ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MIROC5 با سناریو RCP4.5 به میزان ۰/۹ سلسیوس در دوره ۲۰۲۱-۲۰۴۰ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۱۷۳/۲ رخ می‌دهد. درحالی‌که مدل MPI-ESM-MRS با سناریو RCP4.5 به میزان ۲۶/۸ میلی‌متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۲۱-۲۰۴۰ نشان می‌دهد. با توجه مقادیر جدول ۵-۱۳ میزان افزایش در دمای کمینه در کلیه مدل‌ها نسبت به دمای بیشینه در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده بیشتر بوده و بیانگر آن است که افزایش در دمای شهر میناب بیشتر متأثر از افزایش در دمای کمینه آن خواهد بود.

جدول ۵-۱۳ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی میناب با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش‌نگری دوره پایه	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۵/۲	۱/۲	۲۲/۵	۱/۴	۲۴۲/۱	۳۶/۷
		HadGEM2-ES	۳۵/۳	۱/۳	۲۲/۶	۱/۶	۳۱۵/۱	۱۰۹/۷
		RCP2.6 میانگین	۳۵/۳	۱/۲	۲۲/۶	۱/۵	۲۷۸/۶	۷۳/۲
	RCP4.5	CanESM2	۳۵/۱	۱/۱	۲۲/۵	۱/۴	۳۱۶/۵	۱۱۱/۱
		GFDL-CM3	۳۵/۵	۱/۴	۲۲/۷	۱/۶	۲۴۲/۵	۳۷/۱
		HadGEM2-ES	۳۵/۲	۱/۲	۲۲/۵	۱/۴	۲۵۰/۶	۴۵/۳
		MIROC5	۳۴/۹	۰/۹	۲۲/۱	۱	۲۴۴/۹	۳۹/۵
		MPI-ESM-MR	۳۵	۰/۹	۲۲/۱	۱	۱۷۸/۵	-۲۶/۸
		RCP4.5 میانگین	۳۵/۱	۱/۱	۲۲/۴	۱/۳	۲۴۶/۶	۴۱/۲
	RCP8.5	CanESM2	۳۵/۳	۱/۳	۲۲/۷	۱/۷	۲۹۸/۲	۹۲/۸
		GFDL-CM3	۳۵/۵	۱/۴	۲۲/۷	۱/۶	۲۳۵/۷	۳۰/۳
		HadGEM2-ES	۳۵/۵	۱/۵	۲۳	۱/۹	۲۶۸/۴	۶۳
		MIROC5	۳۴/۹	۰/۹	۲۲/۲	۱/۱	۲۷۰/۷	۶۵/۳
		MPI-ESM-MR	۳۵/۱	۱/۱	۲۲/۳	۱/۲	۲۶۱/۸	۵۶/۴
		RCP8.5 میانگین	۳۵/۳	۱/۲	۲۲/۶	۱/۵	۲۶۶/۹	۶۱/۶
	2021-2040 میانگین			۱/۲	۲۲/۵	۱/۴	۲۶۰/۴	۵۵
2041-2060	RCP2.6	CanESM2	۳۵/۴	۱/۴	۲۳	۱/۹	۳۴۹	۱۴۳/۶
		HadGEM2-ES	۳۵/۹	۱/۹	۲۳/۱	۲	۲۴۰/۹	۳۵/۵
		RCP2.6 میانگین	۳۵/۷	۱/۶	۲۳	۱/۹	۲۹۴/۹	۸۹/۶
	RCP4.5	CanESM2	۳۶	۲	۲۳/۴	۲/۳	۲۳۰/۶	۲۵/۲
		GFDL-CM3	۳۶/۲	۲/۲	۲۳/۴	۲/۳	۲۴۸/۲	۴۲/۸

۱۳۶/۵	۳۴۱/۹	۲/۳	۲۳/۴	۱/۹	۳۵/۹	HadGEM2-ES	RCP8.5
۳۴/۴	۲۳۹/۸	۱/۷	۲۲/۸	۱/۷	۳۵/۷	MIROC5	
-۲۵/۱	۱۸۰/۲	۱/۷	۲۲/۸	۱/۷	۳۵/۷	MPI-ESM-MR	
۴۲/۸	۲۴۸/۱	۲/۱	۲۳/۲	۱/۹	۳۵/۹	میانگین RCP4.5	
۷۶	۲۸۱/۴	۳/۱	۲۴/۲	۲/۵	۳۶/۵	CanESM2	
۷/۶	۲۱۳	۲/۸	۲۳/۹	۲/۷	۳۶/۷	GFDL-CM3	
-۶/۲	۱۹۹/۱	۳	۲۴/۱	۲/۷	۳۶/۷	HadGEM2-ES	
۸۹/۴	۲۹۴/۸	۲/۲	۲۳/۳	۱/۹	۳۶	MIROC5	
-۳/۳	۲۰۲	۲/۳	۲۳/۴	۲/۱	۳۶/۱	MPI-ESM-MR	
۳۲/۷	۲۳۸/۱	۲/۷	۲۳/۸	۲/۴	۳۶/۴	میانگین RCP8.5	
۴۶/۴	۲۵۱/۷	۲/۳	۲۳/۴	۲/۱		2041-2060 میانگین	
۶۷/۵	۲۷۲/۹	۱/۷	۲۲/۸	۱/۵	۳۵/۶	CanESM2	RCP2.6
۵۲/۸	۲۵۸/۲	۲	۲۳/۱	۱/۹	۳۵/۹	HadGEM2-ES	
۶۰/۲	۲۶۵/۵	۱/۹	۲۲/۹	۱/۷	۳۵/۷	میانگین RCP2.6	
۳۴/۱	۲۳۹/۵	۲/۸	۲۳/۸	۲/۵	۳۶/۵	CanESM2	RCP4.5
۴۹/۹	۲۵۵/۲	۲/۸	۲۳/۹	۲/۹	۳۶/۹	GFDL-CM3	
-۱۵/۹	۱۸۹/۵	۳/۱	۲۴/۲	۳	۳۷/۱	HadGEM2-ES	
۱۲/۹	۲۱۸/۲	۲/۳	۲۳/۴	۲/۵	۳۶/۵	MIROC5	
۱۲/۴	۲۱۷/۷	۲/۱	۲۳/۲	۲	۳۶	MPI-ESM-MR	
۱۸/۷	۲۲۴	۲/۶	۲۳/۷	۲/۶	۳۶/۶	میانگین RCP4.5	
۱۷۳/۳	۳۷۸/۶	۴/۹	۲۶	۳/۸	۳۷/۸	CanESM2	RCP8.5
۸/۸	۲۱۴/۱	۴/۶	۲۵/۷	۴/۴	۳۸/۴	GFDL-CM3	
۶۱/۶	۲۶۷	۵	۲۶/۱	۴/۶	۳۸/۶	HadGEM2-ES	
۸/۸	۲۱۴/۲	۳/۷	۲۴/۸	۳/۳	۳۷/۳	MIROC5	
۴۸/۱	۲۵۳/۴	۳/۸	۲۴/۹	۳/۶	۳۷/۷	MPI-ESM-MR	
۶۰/۱	۲۶۵/۵	۴/۴	۲۵/۵	۳/۹	۳۸	میانگین RCP8.5	
۴۲/۹	۲۴۸/۲	۳/۲	۲۴/۳	۳		2۰۸۰-۲۰۶۱ میانگین	

ل) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی پارسیان با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۵-۱۴ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به‌طوری‌که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل GFDL-CM3 به میزان ۳/۷ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MPI-ESM-MR به میزان ۰/۵ درجه سلسیوس در سناریو RCP4.5 در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۳/۶ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات

دمای کمینه مربوط به مدل MPI-ESM-MR با سناریو RCP4.5 به میزان ۰/۵ سلسیوس در دوره ۲۰۲۱-۲۰۴۰ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۱۳۶/۲ رخ می‌دهد. درحالی‌که مدل HadGEM2-ES با سناریو RCP4.5 به میزان ۲۷/۲ میلی‌متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ نشان می‌دهد. با توجه مقادیر جدول ۵-۱۴ میزان افزایش در دمای کمینه در کلیه مدل‌ها نسبت به دمای بیشینه در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده بیشتر بوده و بیانگر آن است که افزایش در دمای شهر پارسیان بیشتر متأثر از افزایش در دمای کمینه آن خواهد بود.

جدول ۵-۱۴ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی پارسیان با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۵/۴	۰/۷	۲۲	۰/۷	۲۳۰/۱	۲۵/۹
		HadGEM2-ES	۳۵/۶	۰/۹	۲۲/۱	۰/۹	۲۲۸/۲	۲۴
		RCP2.6 میانگین	۳۵/۵	۰/۸	۲۲	۰/۸	۲۲۹/۲	۲۴/۹
	RCP4.5	CanESM2	۳۵/۳	۰/۵	۲۱/۹	۰/۶	۲۴۵/۴	۴۱/۲
		GFDL-CM3	۳۵/۶	۰/۹	۲۲/۱	۰/۹	۲۲۶/۴	۲۲/۲
		HadGEM2-ES	۳۵/۵	۰/۷	۲۲	۰/۷	۲۱۳/۵	۹/۳
		MIROC5	۳۵/۳	۰/۶	۲۱/۹	۰/۶	۲۰۹/۷	۵/۴
		MPI-ESM-MR	۳۵/۲	۰/۵	۲۱/۸	۰/۵	۱۸۵/۱	-۱۹/۱
		RCP4.5 میانگین	۳۵/۴	۰/۷	۲۱/۹	۰/۷	۲۱۶	۱۱/۸
		CanESM2	۳۵/۴	۰/۷	۲۲	۰/۸	۲۴۳/۳	۳۹/۱
	RCP8.5	GFDL-CM3	۳۵/۷	۰/۹	۲۲/۳	۱	۲۲۴	۱۹/۷
		HadGEM2-ES	۳۵/۶	۰/۹	۲۲/۲	۱	۲۰۹/۸	۵/۵
		MIROC5	۳۵/۳	۰/۵	۲۱/۹	۰/۷	۲۱۹/۶	۱۵/۳
		MPI-ESM-MR	۳۵/۳	۰/۶	۲۱/۹	۰/۶	۲۳۹	۳۴/۷
		RCP8.5 میانگین	۳۵/۵	۰/۷	۲۲/۱	۰/۸	۲۲۷/۱	۲۲/۹
		2021-2040 میانگین		۰/۷	۲۲	۰/۸	۲۲۲/۸	۱۸/۶
2041-2060	RCP2.6	CanESM2	۳۵/۷	۱	۲۲/۳	۱/۱	۲۹۳/۲	۸۹
		HadGEM2-ES	۳۶/۲	۱/۵	۲۲/۷	۱/۴	۲۰۵/۴	۱/۲
		RCP2.6 میانگین	۳۵/۹	۱/۲	۲۲/۵	۱/۳	۲۴۹/۳	۴۵/۱
	RCP4.5	CanESM2	۳۶	۱/۳	۲۲/۶	۱/۴	۲۳۱/۶	۲۷/۳
		GFDL-CM3	۳۶/۴	۱/۷	۲۲/۸	۱/۶	۲۱۹/۷	۱۵/۴
		HadGEM2-ES	۳۶/۲	۱/۵	۲۲/۷	۱/۵	۲۶۶/۳	۶۲
		MIROC5	۳۶	۱/۳	۲۲/۷	۱/۴	۲۲۱/۲	۱۶/۹

۱۸/۷	۲۲۳	۱/۱	۲۲/۴	۱/۱	۳۵/۹	MPI-ESM-MR	RCP8.5	2061-2080
۲۸/۱	۲۳۲/۳	۱/۴	۲۲/۶	۱/۴	۳۶/۱	میانگین RCP4.5		
۶۶/۹	۲۷۱/۱	۱/۸	۲۳/۱	۱/۷	۳۶/۴	CanESM2		
۷/۷	۲۱۱/۹	۲/۱	۲۳/۴	۲/۲	۳۶/۹	GFDL-CM3		
-۱۲/۶	۱۹۱/۷	۲/۱	۲۳/۳	۲	۳۶/۸	HadGEM2-ES		
۲۰/۸	۲۲۵/۱	۱/۹	۲۳/۱	۱/۶	۳۶/۳	MIROC5		
۱۲/۸	۲۱۷	۱/۶	۲۲/۸	۱/۶	۳۶/۳	MPI-ESM-MR		
۱۹/۱	۲۲۳/۴	۱/۹	۲۳/۱	۱/۸	۳۶/۵	میانگین RCP8.5		
۲۷/۲	۲۳۱/۴	۱/۶	۲۲/۸	۱/۵		میانگین 2041-2060		
۵۷/۴	۲۶۱/۶	۱/۳	۲۲/۵	۱/۲	۳۵/۹	CanESM2	RCP2.6	
-۸/۴	۱۹۵/۹	۱/۶	۲۲/۸	۱/۵	۳۶/۲	HadGEM2-ES		
۲۴/۵	۲۲۸/۸	۱/۴	۲۲/۷	۱/۴	۳۶/۱	میانگین RCP2.6		
۱۶/۲	۲۲۰/۵	۱/۸	۲۳	۱/۸	۳۶/۵	CanESM2	RCP4.5	
۲۳/۳	۲۲۷/۶	۲/۴	۲۳/۶	۲/۵	۳۷/۲	GFDL-CM3		
-۲۷/۲	۱۷۷	۲/۳	۲۳/۵	۲/۳	۳۷	HadGEM2-ES		
-۱۹/۴	۱۸۴/۸	۲/۱	۲۳/۴	۲/۱	۳۶/۸	MIROC5		
۲۹/۴	۲۳۳/۶	۱/۵	۲۲/۸	۱/۶	۳۶/۳	MPI-ESM-MR		
۴/۵	۲۰۸/۷	۲	۲۳/۳	۲/۱	۳۶/۸	میانگین RCP4.5		
۱۳۶/۳	۳۴۰/۵	۳	۲۴/۳	۲/۸	۳۷/۶	CanESM2	RCP8.5	
-۱/۱	۲۰۳/۲	۳/۶	۲۴/۸	۳/۷	۳۸/۴	GFDL-CM3		
۷/۸	۱۹۶/۴	۳/۶	۲۴/۸	۳/۵	۳۸/۲	HadGEM2-ES		
-۹/۱	۱۹۵/۲	۳/۴	۲۴/۷	۲/۹	۳۷/۶	MIROC5		
۴۱/۹	۲۴۶/۲	۲/۷	۲۴	۲/۸	۳۷/۵	MPI-ESM-MR		
۳۲	۲۳۶/۳	۳/۳	۲۴/۵	۳/۲	۳۷/۹	میانگین RCP8.5		
۱۹/۳	۲۲۳/۵	۲/۴	۲۳/۷	۲/۴		میانگین ۲۰۸۰-۲۰۶۱		

م) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره قشم با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۵-۱۵ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به طوری که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۰۱ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MIROC5 به میزان ۰/۶ درجه سلسیوس در سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۳ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MIROC5 با سناریو RCP4.5 به میزان ۰/۶ سلسیوس در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ است. بیشترین افزایش

بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۸۶/۹ رخ می‌دهد. درحالی‌که مدل MPI-ESM-MRS با سناریو RCP4.5 به میزان ۱۷/۶ میلی‌متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ نشان می‌دهد. با توجه مقادیر جدول ۵-۱۵ میزان افزایش در دمای کمینه در کلیه مدل‌ها نسبت به دمای بیشینه در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده بیشتر بوده و بیانگر آن است که افزایش در دمای شهر قشم دریایی بیشتر متأثر از افزایش در دمای کمینه آن خواهد بود. جدول ۵-۱۵ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره قشم با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۲/۳	۰/۸	۲۵/۳	۰/۹	۱۴۵/۷	۷/۹
		HadGEM2-ES	۳۲/۴	۰/۹	۲۵/۵	۱/۱	۱۷۸/۱	۴۰/۲
		RCP2.6 میانگین	۳۲/۳	۰/۹	۲۵/۴	۱	۱۶۱/۹	۲۴
	RCP4.5	CanESM2	۳۲/۲	۰/۷	۲۵/۳	۰/۹	۱۸۴/۲	۴۶/۳
		GFDL-CM3	۳۲/۴	۰/۹	۲۵/۵	۱	۱۵۰/۴	۱۲/۵
		HadGEM2-ES	۳۲/۳	۰/۸	۲۵/۳	۰/۹	۱۴۶/۴	۸/۵
		MIROC5	۳۲/۱	۰/۶	۲۵/۱	۰/۷	۱۵۱	۱۳/۱
		MPI-ESM-MR	۳۲/۱	۰/۶	۲۵/۱	۰/۷	۱۲۰/۳	-۱۷/۶
		RCP4.5 میانگین	۳۲/۲	۰/۷	۲۵/۲	۰/۸	۱۵۰/۵	۱۲/۶
		CanESM2	۳۲/۳	۰/۹	۲۵/۵	۱/۱	۱۶۹/۵	۳۱/۶
	RCP8.5	GFDL-CM3	۳۲/۴	۱	۲۵/۵	۱/۱	۱۴۲/۷	۴/۸
		HadGEM2-ES	۳۲/۵	۱	۲۵/۷	۱/۳	۱۵۸/۸	۲۰/۹
		MIROC5	۳۲/۱	۰/۶	۲۵/۱	۰/۷	۱۶۰/۶	۲۲/۷
		MPI-ESM-MR	۳۲/۲	۰/۷	۲۵/۲	۰/۸	۱۶۱/۹	۲۴
		RCP8.5 میانگین	۳۲/۳	۰/۸	۲۵/۴	۱	۱۵۸/۷	۲۰/۸
	2021-2040 میانگین			۰/۸	۲۵/۳	۰/۹	۱۵۵/۸	۱۷/۹
2041-2060	RCP2.6	CanESM2	۳۲/۶	۱/۱	۲۵/۹	۱/۵	۲۰۵/۲	۶۷/۳
		HadGEM2-ES	۳۳/۱	۱/۶	۲۶	۱/۶	۱۴۹/۵	۱۱/۶
		RCP2.6 میانگین	۳۲/۸	۱/۴	۲۶	۱/۶	۱۷۷/۴	۳۹/۵
	RCP4.5	CanESM2	۳۳/۱	۱/۶	۲۶/۳	۱/۸	۱۵۱/۱	۱۳/۲
		GFDL-CM3	۳۳/۲	۱/۷	۲۶/۲	۱/۸	۱۴۶/۵	۸/۶
		HadGEM2-ES	۳۳/۱	۱/۶	۲۶/۳	۱/۹	۱۹۶/۱	۵۸/۲
		MIROC5	۳۲/۸	۱/۴	۲۵/۸	۱/۴	۱۵۱/۱	۱۳/۳
		MPI-ESM-MR	۳۲/۸	۱/۳	۲۵/۸	۱/۴	۱۲۶/۹	-۱۱
		RCP4.5 میانگین	۳۳	۱/۵	۲۶/۱	۱/۷	۱۵۴/۳	۱۶/۵

۳۳/۱	۱۷۱	۲/۵	۲۶/۹	۲	۳۳/۵	CanESM2	RCP8.5	
۱/۱	۱۳۹	۲/۲	۲۶/۶	۲/۲	۳۳/۷	GFDL-CM3		
-۸/۸	۱۲۹/۱	۲/۵	۲۶/۹	۲/۳	۳۳/۷	HadGEM2-ES		
۳۸/۴	۱۷۶/۲	۱/۸	۲۶/۳	۱/۶	۳۳/۱	MIROC5		
-۱۰/۳	۱۲۷/۶	۱/۹	۲۶/۳	۱/۷	۳۳/۲	MPI-ESM-MR		
۱۰/۷	۱۴۸/۶	۲/۲	۲۶/۶	۲	۳۳/۴	میانگین RCP8.5		
۱۷/۹	۱۵۵/۸	۱/۹	۲۶/۳	۱/۷		2041-2060 میانگین		
۳۶/۲	۱۷۴/۱	۱/۵	۲۵/۹	۱/۴	۳۲/۸	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
۱۵/۶	۱۵۳/۵	۱/۷	۲۶/۱	۱/۷	۳۳/۱	HadGEM2-ES		
۲۵/۹	۱۶۳/۸	۱/۶	۲۶	۱/۵	۳۳	میانگین RCP2.6		
۱۶/۳	۱۵۴/۲	۲/۴	۲۶/۸	۲/۱	۳۳/۶	CanESM2	RCP4.5	
۱۶/۶	۱۵۴/۵	۲/۴	۲۶/۸	۲/۵	۳۴	GFDL-CM3		
-۱۱/۳	۱۲۶/۶	۲/۸	۲۷/۲	۲/۷	۳۴/۱	HadGEM2-ES		
۵/۱	۱۴۳	۲/۱	۲۶/۵	۲/۲	۳۳/۶	MIROC5		
۴/۹	۱۴۲/۸	۱/۸	۲۶/۲	۱/۷	۳۳/۲	MPI-ESM-MR		
۶/۳	۱۴۴/۲	۲/۳	۲۶/۷	۲/۲	۳۳/۷	میانگین RCP4.5		
۸۷	۲۲۴/۹	۴/۲	۲۸/۶	۳/۳	۳۴/۸	CanESM2	RCP8.5	
-۱۰/۷	۱۲۷/۲	۳/۹	۲۸/۳	۳/۸	۳۵/۳	GFDL-CM3		
۲۶/۵	۱۶۴/۴	۴/۴	۲۸/۸	۴	۳۵/۵	HadGEM2-ES		
۵/۶	۱۴۳/۵	۳/۳	۲۷/۷	۲/۹	۳۴/۳	MIROC5		
۲۲/۲	۱۶۰/۱	۳/۳	۲۷/۷	۳/۲	۳۴/۷	MPI-ESM-MR		
۲۶/۱	۱۶۴	۳/۸	۲۸/۲	۳/۴	۳۴/۹	میانگین RCP8.5		
۱۷/۸	۱۵۵/۷	۲/۸	۲۷/۲	۲/۶		میانگین ۲۰۸۰-۲۰۶۱		

ن) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی فرودگاهی جزیره قشم با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۵-۱۶ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به طوری که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۱ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MIROC5 به میزان ۰/۷ درجه سلسیوس در سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۵ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MPI-ESM-MRS با سناریو RCP4.5 به میزان ۰/۷ سلسیوس در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۷۲/۷ رخ می‌دهد. درحالی که مدل

MPI-ESM-MRS با سناریو RCP4.5 به میزان ۲۶/۳ میلی متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۲۱-۲۰۴۰ نشان می‌دهد. با توجه مقادیر جدول ۵-۱۶ میزان افزایش در دمای کمینه در کلیه مدل‌ها نسبت به دمای بیشینه در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده بیشتر بوده و بیانگر آن است که افزایش در دمای شهر جزیره قشم بیشتر متأثر از افزایش در دمای کمینه آن خواهد بود.

جدول ۵-۱۶ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی فرودگاهی جزیره قشم با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه	پیش‌نگری	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۲/۹	۰/۹	۲۳/۳	۰/۹	۲۳/۳	۰/۹
		HadGEM2-ES	۳۳/۱	۱/۱	۲۳/۵	۱/۱	۲۳/۵	۱/۱
		RCP2.6 میانگین	۳۳	۱	۲۳/۴	۱	۲۳/۴	۱
	RCP4.5	CanESM2	۳۲/۸	۰/۸	۲۳/۲	۰/۸	۲۳/۲	۰/۸
		GFDL-CM3	۳۳/۱	۱/۱	۲۳/۴	۱/۱	۲۳/۴	۱/۱
		HadGEM2-ES	۳۳	۱	۲۳/۳	۱	۲۳/۳	۱
		MIROC5	۳۲/۷	۰/۷	۲۳	۰/۷	۲۳	۰/۷
		MPI-ESM-MR	۳۲/۷	۰/۷	۲۳	۰/۷	۲۳	۰/۷
		RCP4.5 میانگین	۳۲/۹	۰/۹	۲۳/۲	۰/۹	۲۳/۲	۰/۹
	RCP8.5	CanESM2	۳۳	۱	۲۳/۴	۱	۲۳/۴	۱
		GFDL-CM3	۳۳/۱	۱/۱	۲۳/۵	۱/۱	۲۳/۵	۱/۱
		HadGEM2-ES	۳۳/۲	۱/۲	۲۳/۷	۱/۲	۲۳/۷	۱/۲
		MIROC5	۳۲/۷	۰/۷	۲۳/۱	۰/۷	۲۳/۱	۰/۷
		MPI-ESM-MR	۳۲/۹	۰/۹	۲۳/۲	۰/۹	۲۳/۲	۰/۹
		RCP8.5 میانگین	۳۳	۱	۲۳/۴	۱	۲۳/۴	۱
	2021-2040 میانگین							۰/۹
2041-2060	RCP2.6	CanESM2	۳۳/۲	۱/۲	۲۳/۸	۱/۲	۲۳/۸	۱/۲
		HadGEM2-ES	۳۳/۷	۱/۸	۲۴	۱/۸	۲۴	۱/۸
		RCP2.6 میانگین	۳۳/۴	۱/۵	۲۳/۹	۱/۵	۲۳/۹	۱/۵
	RCP4.5	CanESM2	۳۳/۷	۱/۷	۲۴/۲	۱/۷	۲۴/۲	۱/۷
		GFDL-CM3	۳۳/۹	۱/۹	۲۴/۲	۱/۹	۲۴/۲	۱/۹
		HadGEM2-ES	۳۳/۷	۱/۷	۲۴/۲	۱/۷	۲۴/۲	۱/۷
		MIROC5	۳۳/۵	۱/۵	۲۳/۸	۱/۵	۲۳/۸	۱/۵
		MPI-ESM-MR	۳۳/۴	۱/۵	۲۳/۷	۱/۵	۲۳/۷	۱/۵
		RCP4.5 میانگین	۳۳/۶	۱/۷	۲۴	۱/۷	۲۴	۱/۷
	RCP8.5	CanESM2	۳۴/۱	۲/۲	۲۴/۸	۲/۲	۲۴/۸	۲/۲

۲۴/۶	۲/۳	۳۴/۳	۲۴/۶	۲/۳	۳۴/۳	GFDL-CM3		
۲۴/۹	۲/۵	۳۴/۴	۲۴/۹	۲/۵	۳۴/۴	HadGEM2-ES		
۲۴/۳	۱/۷	۳۳/۷	۲۴/۳	۱/۷	۳۳/۷	MIROC5		
۲۴/۲	۱/۹	۳۳/۸	۲۴/۲	۱/۹	۳۳/۸	MPI-ESM-MR		
۲۴/۶	۲/۱	۳۴/۱	۲۴/۶	۲/۱	۳۴/۱	میانگین RCP8.5		
۱/۸	۳۳/۸	۲۴/۲	۱/۸	۳۳/۸		2041-2060 میانگین		
۲۳/۸	۱/۴	۳۳/۴	۲۳/۸	۱/۴	۳۳/۴	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
۲۴	۱/۸	۳۳/۷	۲۴	۱/۸	۳۳/۷	HadGEM2-ES		
۲۳/۹	۱/۶	۳۳/۶	۲۳/۹	۱/۶	۳۳/۶	میانگین RCP2.6		
۲۴/۶	۲/۲	۳۴/۲	۲۴/۶	۲/۲	۳۴/۲	CanESM2	RCP4.5	
۲۴/۸	۲/۶	۳۴/۶	۲۴/۸	۲/۶	۳۴/۶	GFDL-CM3		
۲۵/۱	۲/۸	۳۴/۷	۲۵/۱	۲/۸	۳۴/۷	HadGEM2-ES		
۲۴/۵	۲/۳	۳۴/۲	۲۴/۵	۲/۳	۳۴/۲	MIROC5		
۲۴/۱	۱/۸	۳۳/۸	۲۴/۱	۱/۸	۳۳/۸	MPI-ESM-MR		
۲۴/۶	۲/۳	۳۴/۳	۲۴/۶	۲/۳	۳۴/۳	میانگین RCP4.5		
۲۶/۵	۳/۴	۳۵/۴	۲۶/۵	۳/۴	۳۵/۴	CanESM2	RCP8.5	
۲۶/۳	۳/۹	۳۵/۹	۲۶/۳	۳/۹	۳۵/۹	GFDL-CM3		
۲۶/۷	۴/۲	۳۶/۲	۲۶/۷	۴/۲	۳۶/۲	HadGEM2-ES		
۲۵/۸	۳	۳۵	۲۵/۸	۳	۳۵	MIROC5		
۲۵/۷	۳/۳	۳۵/۳	۲۵/۷	۳/۳	۳۵/۳	MPI-ESM-MR		
۲۶/۲	۳/۶	۳۵/۵	۲۶/۲	۳/۶	۳۵/۵	میانگین RCP8.5		
۲/۷	۳۴/۷	۲۵/۲	۲/۷	۳۴/۷		۲۰۸۰-۲۰۶۱ میانگین		

س) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی رودان با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۵-۱۷ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به‌طوری‌که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۰ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MIROC5 به میزان ۰/۶ درجه سلسیوس در سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۳ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MIROC5 با سناریو RCP4.5 به میزان ۰/۶ سلسیوس در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۲۱۰/۶ رخ می‌دهد. درحالی‌که مدل HadGEM2-ES با

سناریو RCP4.5 به میزان ۷/۱ میلی متر افزایش بارندگی را در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ نشان می دهد. با توجه مقادیر جدول ۵-۱۷ میزان افزایش در دمای کمینه در کلیه مدل ها نسبت به دمای بیشینه در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده بیشتر بوده و بیانگر آن است که افزایش در دمای شهر رودان بیشتر متأثر از افزایش در دمای کمینه آن خواهد بود.

جدول ۵-۱۷ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی رودان با مدل های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش نگر	اختلاف با دوره پایه	پیش نگر	اختلاف با دوره پایه	پیش نگر	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۵/۷	۰/۸	۲۴	۱	۳۱۱/۲	۶۵/۶
		HadGEM2-ES	۳۵/۸	۰/۹	۲۴/۱	۱	۳۷۰/۲	۱۲۴/۵
		RCP2.6 میانگین	۳۵/۷	۰/۸	۲۴	۱	۳۴۰/۷	۹۵
	RCP4.5	CanESM2	۳۵/۶	۰/۷	۲۴	۰/۹	۳۶۸/۸	۱۲۳/۱
		GFDL-CM3	۳۵/۹	۱	۲۴/۱	۱/۱	۳۰۱	۵۵/۳
		HadGEM2-ES	۳۵/۷	۰/۸	۲۴	۱	۳۲۷/۵	۸۱/۹
		MIROC5	۳۵/۵	۰/۶	۲۳/۷	۰/۶	۲۹۶/۸	۵۱/۱
		MPI-ESM-MR	۳۵/۵	۰/۶	۲۳/۷	۰/۷	۲۵۳/۵	۷/۸
		RCP4.5 میانگین	۳۵/۶	۰/۸	۲۳/۹	۰/۹	۳۰۹/۵	۶۳/۸
	RCP8.5	CanESM2	۳۵/۷	۰/۹	۲۴/۲	۱/۱	۳۵۸/۸	۱۱۳/۱
		GFDL-CM3	۳۵/۹	۱	۲۴/۱	۱/۱	۲۹۴/۴	۴۸/۷
		HadGEM2-ES	۳۵/۹	۱	۲۴/۳	۱/۲	۳۳۵/۸	۹۰/۱
		MIROC5	۳۵/۵	۰/۶	۲۳/۷	۰/۷	۳۲۳/۵	۷۷/۸
		MPI-ESM-MR	۳۵/۶	۰/۸	۲۳/۸	۰/۸	۳۲۴/۲	۷۸/۵
		RCP8.5 میانگین	۳۵/۷	۰/۸	۲۴	۱	۳۲۷/۳	۸۱/۷
	2021-2040 میانگین							۷۶/۵
2041-2060	RCP2.6	CanESM2	۳۶	۱/۲	۲۴/۶	۱/۶	۴۱۷/۵	۱۷۱/۸
		HadGEM2-ES	۳۶/۴	۱/۶	۲۴/۷	۱/۶	۳۰۰/۶	۵۴/۹
		RCP2.6 میانگین	۳۶/۲	۱/۴	۲۴/۶	۱/۶	۳۵۹	۱۱۳/۴
	RCP4.5	CanESM2	۳۶/۵	۱/۶	۲۴/۹	۱/۹	۳۰۶/۲	۶۰/۵
		GFDL-CM3	۳۶/۷	۱/۸	۲۴/۸	۱/۸	۳۰۹/۷	۶۴
		HadGEM2-ES	۳۶/۴	۱/۶	۲۴/۹	۱/۹	۴۱۹/۵	۱۷۳/۸
		MIROC5	۳۶/۳	۱/۴	۲۴/۴	۱/۳	۲۹۴/۳	۴۸/۶
		MPI-ESM-MR	۳۶/۲	۱/۴	۲۴/۴	۱/۴	۲۵۷/۱	۱۱/۴
		RCP4.5 میانگین	۳۶/۴	۱/۶	۲۴/۷	۱/۷	۳۱۷/۴	۷۱/۷
	RCP8.5	CanESM2	۳۶/۹	۲/۱	۲۵/۶	۲/۵	۳۵۵/۹	۱۱۰/۳
		GFDL-CM3	۳۷/۱	۲/۳	۲۵/۳	۲/۳	۲۷۲/۲	۲۶/۵

۳۰/۱	۲۷۵/۸	۲/۵	۲۵/۵	۲/۲	۳۷/۱	HadGEM2-ES		
۱۰۶/۲	۳۵۱/۹	۱/۸	۲۴/۸	۱/۶	۳۶/۵	MIROC5		
۲۳/۹	۲۶۹/۶	۱/۸	۲۴/۹	۱/۷	۳۶/۶	MPI-ESM-MR		
۵۹/۴	۳۰۵/۱	۲/۲	۲۵/۲	۲	۳۶/۹	میانگین RCP8.5		
۷۳/۵	۳۱۹/۲	۱/۹	۲۴/۹	۱/۷		2041-2060 میانگین		
۱۰۳/۶	۳۴۹/۳	۱/۵	۲۴/۶	۱/۴	۳۶/۲	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
۷۹	۳۲۴/۷	۱/۷	۲۴/۷	۱/۷	۳۶/۵	HadGEM2-ES		
۹۱/۳	۳۳۷	۱/۶	۲۴/۷	۱/۵	۳۶/۴	میانگین RCP2.6		
۵۴	۲۹۹/۷	۲/۴	۲۵/۴	۲/۲	۳۷/۱	CanESM2	RCP4.5	
۷۳/۹	۳۱۹/۵	۲/۴	۲۵/۵	۲/۶	۳۷/۵	GFDL-CM3		
۷/۱	۲۵۲/۸	۲/۷	۲۵/۸	۲/۷	۳۷/۶	HadGEM2-ES		
۲۸/۵	۲۷۴/۱	۲	۲۵	۲/۲	۳۷/۱	MIROC5		
۳۸/۵	۲۸۴/۲	۱/۸	۲۴/۸	۱/۸	۳۶/۷	MPI-ESM-MR		
۴۰/۴	۲۸۶/۱	۲/۳	۲۵/۳	۲/۳	۳۷/۲	میانگین RCP4.5		
۲۱۰/۶	۴۵۶/۳	۴/۲	۲۷/۳	۳/۴	۳۸/۲	CanESM2		
۲۲/۴	۲۶۸/۱	۴	۲۷	۳/۹	۳۸/۸	GFDL-CM3		
۱۱۰/۶	۳۵۶/۲	۴/۴	۲۷/۴	۴	۳۸/۹	HadGEM2-ES		
۲۸/۶	۲۷۴/۲	۳/۲	۲۶/۲	۲/۹	۳۷/۸	MIROC5		
۷۶/۷	۳۲۲/۴	۳/۳	۲۶/۳	۳/۲	۳۸/۱	MPI-ESM-MR		
۸۹/۸	۳۳۵/۵	۳/۸	۲۶/۸	۳/۵	۳۸/۴	میانگین RCP8.5		
۶۹/۵	۳۱۵/۱	۲/۸	۲۵/۸	۲/۷		20۸۰-۲۰۶۱ میانگین		

ع) بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی جزیره سیری با مدل‌های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

جدول ۵-۱۸ حاکی از آن است که دماهای کمینه و بیشینه در کلیه مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در طی ۲۰ تا ۶۰ سال آینده افزایشی بوده، به طوری که بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل HadGEM2-ES به میزان ۴/۲ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای بیشینه با مدل MPI-ESM-MRS به میزان ۰/۹ درجه سلسیوس در سناریو RCP4.5 در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ رخ می‌دهد. به همین ترتیب بیشترین تغییرات دمای کمینه با مدل MIROC5 به میزان ۴/۲ درجه سلسیوس با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و کمترین تغییرات دمای کمینه مربوط به مدل MPI-ESM-MRS با سناریو RCP4.5 به میزان ۰/۸ سلسیوس در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ است. بیشترین افزایش بارندگی با مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۷۸/۸ رخ می‌دهد. درحالی که مدل

HadGEM2-ES با سناریو RCP4.5 به میزان ۲۷/۶ میلی متر کاهش بارندگی را در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ نشان می دهد. با توجه مقادیر جدول ۵-۱۸ میزان افزایش در دمای کمینه در کلیه مدل ها نسبت به دمای بیشینه در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده بیشتر بوده و بیانگر آن است که افزایش در دمای شهر سیری بیشتر متأثر از افزایش در دمای کمینه آن خواهد بود.

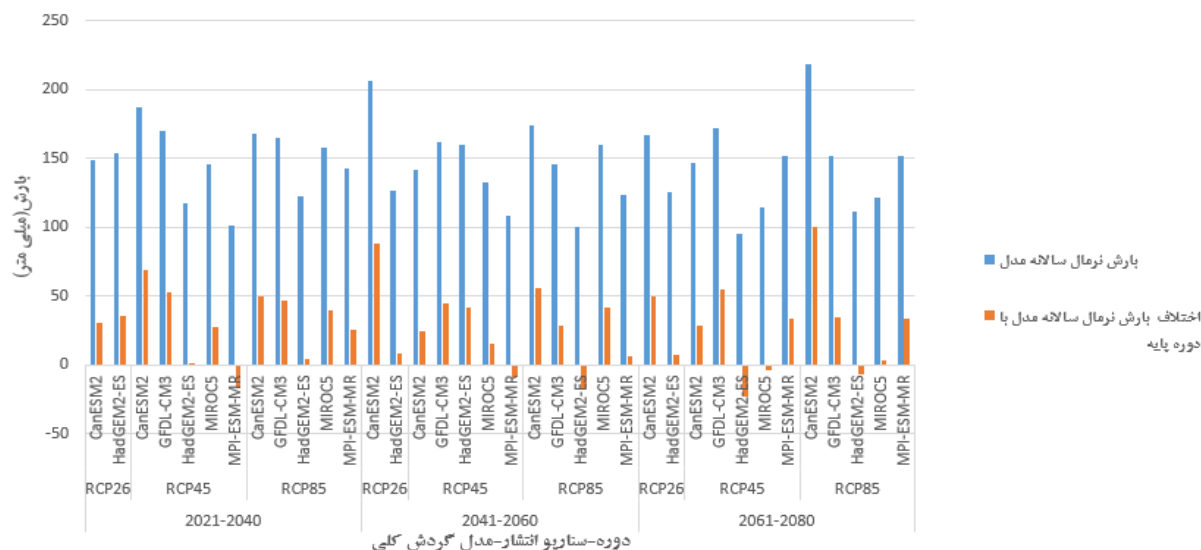
جدول ۵-۱۸ تغییرات پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی همدیدی جزیره سیری با مدل های گزارش پنجم نسبت به دوره پایه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی جو	میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین بارش سالانه	
			پیش نگر	اختلاف با دوره پایه	پیش نگر	اختلاف با دوره پایه	پیش نگر	اختلاف با دوره پایه
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	۳۱/۷	۱/۲	۲۶/۴	۱/۳	۱۲۱/۸	۱۶
		HadGEM2-ES	۳۲/۱	۱/۵	۲۶/۶	۱/۴	۱۲۶/۲	۲۰/۴
		RCP2.6 میانگین	۳۱/۹	۱/۴	۲۶/۵	۱/۳	۱۲۴	۱۸/۲
	RCP4.5	CanESM2	۳۱/۶	۱/۱	۲۶/۳	۱/۱	۱۵۳/۱	۴۷/۳
		GFDL-CM3	۳۱/۹	۱/۴	۲۶/۶	۱/۴	۱۳۹/۲	۳۳/۳
		HadGEM2-ES	۳۱/۸	۱/۳	۲۶/۴	۱/۲	۹۵/۱	-۱۰/۸
		MIROC5	۳۱/۵	۱	۲۶/۳	۱/۱	۱۱۶/۶	۱۰/۸
		MPI-ESM-MR	۳۱/۴	۰/۹	۲۶/۱	۰/۹	۸۳/۹	-۲۱/۹
		RCP4.5 میانگین	۳۱/۷	۱/۱	۲۶/۳	۱/۱	۱۱۷/۶	۱۱/۷
		CanESM2	۳۱/۸	۱/۳	۲۶/۶	۱/۴	۱۳۹/۴	۳۳/۵
	RCP8.5	GFDL-CM3	۳۲	۱/۵	۲۶/۷	۱/۵	۱۳۲	۲۶/۱
		HadGEM2-ES	۳۲/۱	۱/۶	۲۶/۸	۱/۶	۹۶/۵	-۹/۳
		MIROC5	۳۱/۵	۱	۲۶/۴	۱/۲	۱۲۷/۷	۲۱/۹
		MPI-ESM-MR	۳۱/۶	۱/۱	۲۶/۳	۱/۱	۱۲۴	۱۸/۱
		RCP8.5 میانگین	۳۱/۸	۱/۳	۲۶/۵	۱/۴	۱۲۳/۹	۱۸/۱
		2021-2040 میانگین						۱۵/۴
2041-2060	RCP2.6	CanESM2	۳۱/۹	۱/۴	۲۶/۸	۱/۶	۱۷۱/۷	۶۵/۹
		HadGEM2-ES	۳۲/۵	۲	۲۷	۱/۸	۱۰۶/۸	۰/۹
		RCP2.6 میانگین	۳۲/۲	۱/۷	۲۶/۹	۱/۷	۱۳۹/۲	۳۳/۴
	RCP4.5	CanESM2	۳۲/۴	۱/۹	۲۷/۲	۲	۱۱۶/۱	۱۰/۳
		GFDL-CM3	۳۲/۶	۲/۱	۲۷/۲	۲/۱	۱۲۸/۴	۲۲/۶
		HadGEM2-ES	۳۲/۵	۲	۲۷/۱	۱/۹	۱۲۹/۱	۲۳/۲
		MIROC5	۳۲/۳	۱/۷	۲۷/۱	۱/۹	۱۱۲/۳	۶/۴
		MPI-ESM-MR	۳۲/۱	۱/۵	۲۶/۷	۱/۵	۹۶/۳	-۹/۶
		RCP4.5 میانگین	۳۲/۴	۱/۸	۲۷/۱	۱/۹	۱۱۶/۴	۱۰/۶
		CanESM2	۳۲/۹	۲/۴	۲۷/۸	۲/۷	۱۴۸/۱	۴۲/۳
	RCP8.5	GFDL-CM3	۳۳/۱	۲/۶	۲۷/۸	۲/۶	۱۱۷/۲	۱۱/۳
		HadGEM2-ES	۳۳/۲	۲/۷	۲۷/۸	۲/۶	۸۵/۵	-۲۰/۴

۲۵/۵	۱۳۱/۳	۲/۵	۲۷/۷	۲/۱	۳۲/۶	MIROC5		
-۶/۵	۹۹/۴	۲/۱	۲۷/۳	۲/۱	۳۲/۶	MPI-ESM-MR		
۱۰/۴	۱۱۶/۳	۲/۵	۲۷/۷	۲/۴	۳۲/۹	میانگین RCP8.5		
۱۴/۳	۱۲۰/۲	۲/۱	۲۷/۳	۲		2041-2060 میانگین		
۳۵/۶	۱۴۱/۵	۱/۶	۲۶/۷	۱/۵	۳۲	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
- ۵/۶	۱۰۰/۳	۱/۸	۲۶/۹	۱/۹	۳۲/۴	HadGEM2-ES		
۱۵	۱۲۰/۹	۱/۷	۲۶/۸	۱/۷	۳۲/۲	میانگین RCP2.6		
۱۶/۱	۱۲۱/۹	۲/۴	۲۷/۵	۲/۳	۳۲/۸	CanESM2	RCP4.5	
۲۹/۳	۱۳۵/۲	۲/۶	۲۷/۸	۲/۷	۳۳/۲	GFDL-CM3		
-۲۷/۶	۷۸/۲	۲/۷	۲۷/۹	۲/۸	۳۳/۳	HadGEM2-ES		
-۱۲/۶	۹۳/۲	۲/۷	۲۷/۹	۲/۵	۳۳	MIROC5		
۲۰/۶	۱۲۶/۵	۱/۸	۲۷	۱/۹	۳۲/۴	MPI-ESM-MR		
۵/۲	۱۱۱	۲/۴	۲۷/۶	۲/۴	۳۲/۹	میانگین RCP4.5		
۷۸/۹	۱۸۴/۷	۴/۱	۲۹/۳	۳/۶	۳۴/۱	CanESM2	RCP8.5	
۱۵	۱۲۰/۸	۴/۱	۲۹/۳	۴/۱	۳۴/۶	GFDL-CM3		
-۱۲/۹	۹۲/۹	۴/۲	۲۹/۳	۴/۳	۳۴/۸	HadGEM2-ES		
-۳/۳	۱۰۲/۶	۴/۳	۲۹/۴	۳/۴	۳۳/۹	MIROC5		
۲۲/۳	۱۲۸/۱	۳/۴	۲۸/۶	۳/۴	۳۴	MPI-ESM-MR		
۲۰	۱۲۵/۸	۴	۲۹/۲	۳/۷	۳۴/۳	میانگین RCP8.5		
۱۳	۱۱۸/۸	۳	۲۸/۱	۲/۸		20۸۰-۲۰۶۱ میانگین		

۴-۵. بررسی تغییرات بارش ایستگاه همدیدی استان هرمزگان با مدل‌ها و سناریوهای مختلف اقلیمی

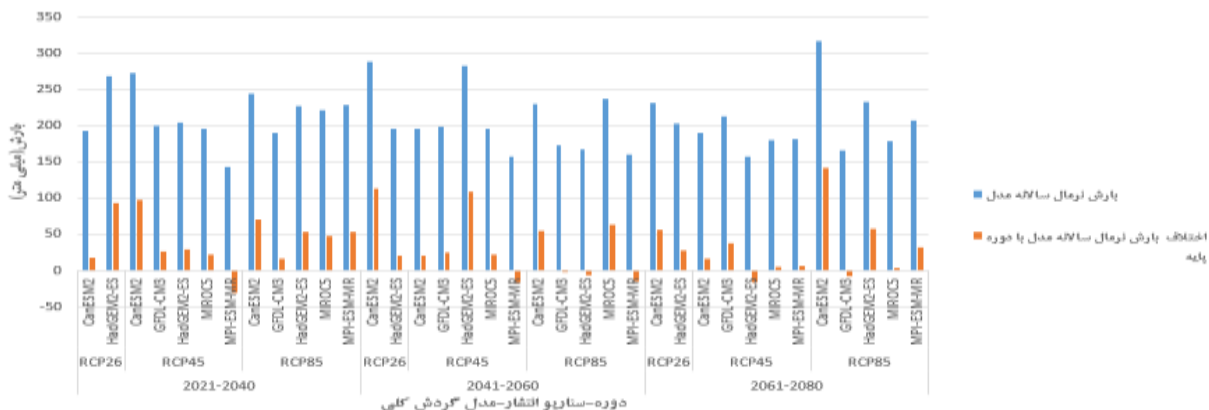
الف-ابوموسی:



شکل ۵-۲. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه در ایستگاه هواشناسی همدیدی ابوموسی

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه ابوموسی مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ هست. درحالی که مدل HadGEM2-ES با سناریو RCP4.5 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ نشان می دهد.

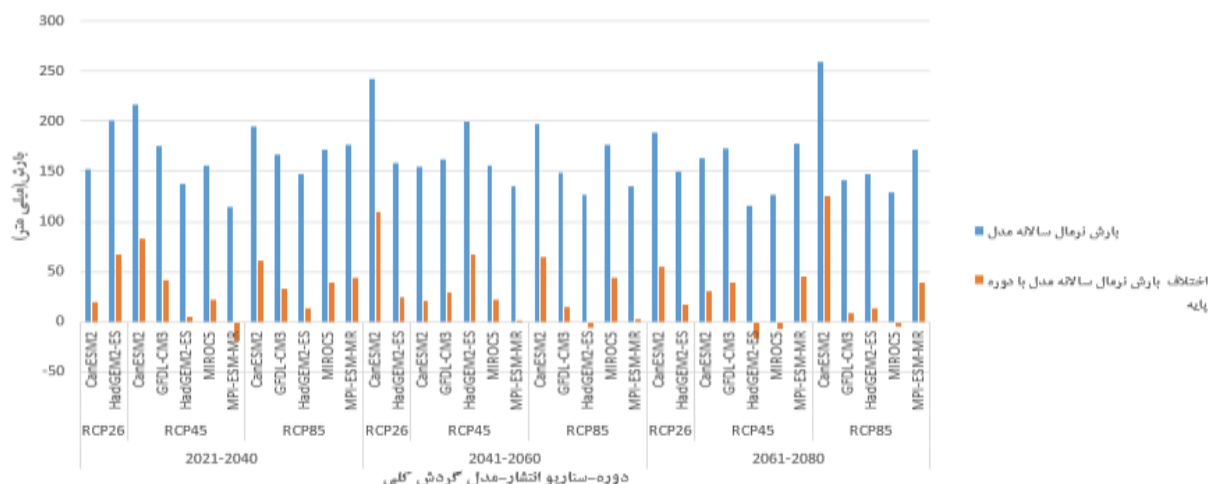
ب-بندرعباس:



شکل ۵-۳. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه در ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرعباس

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه بندرعباس مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ هست. درحالی که مدل GFDL-CM3 با سناریو RCP8.5 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۱ نشان می دهد.

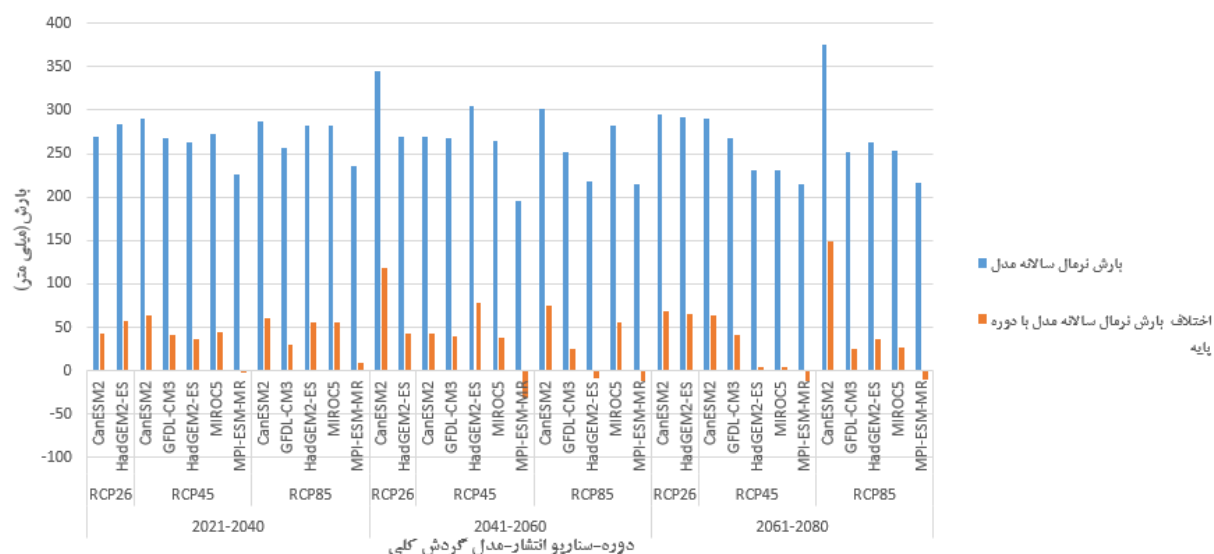
پ-بندرلنگه:



شکل ۴-۵. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرلنگه

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه بندرلنگه مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ هست. درحالی که مدل MPL-ESM-MR با سناریو RCP4.5 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۱ نشان می دهد.

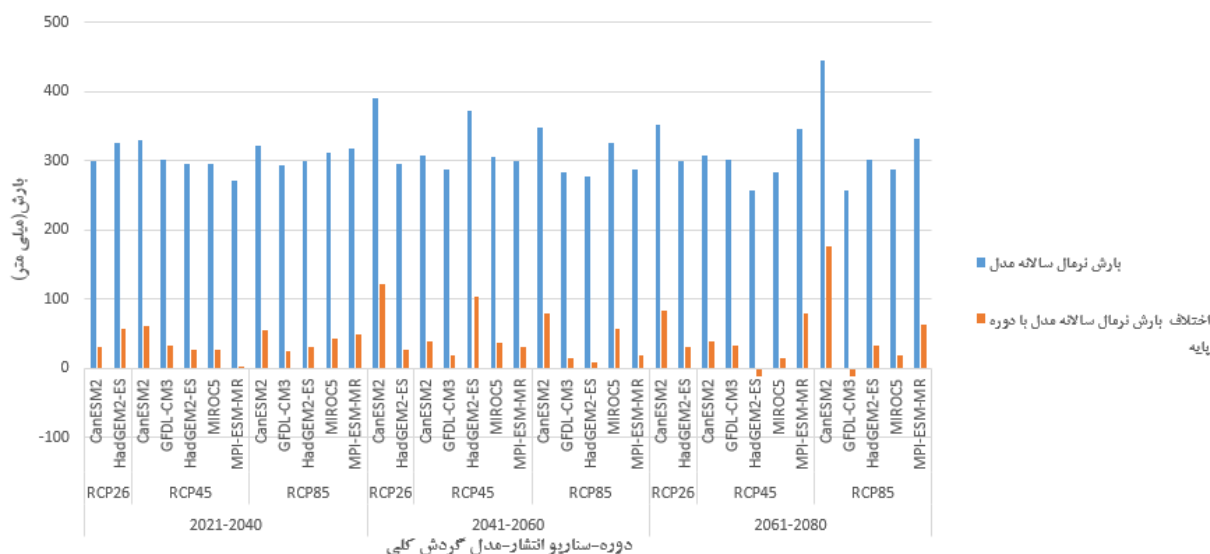
ت-بشاگرد:



شکل ۵-۵. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی بشاگرد

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه بشاگرد مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ هست. درحالی که مدل MPL-ESM-MR با سناریو RCP4.5 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ نشان می دهد.

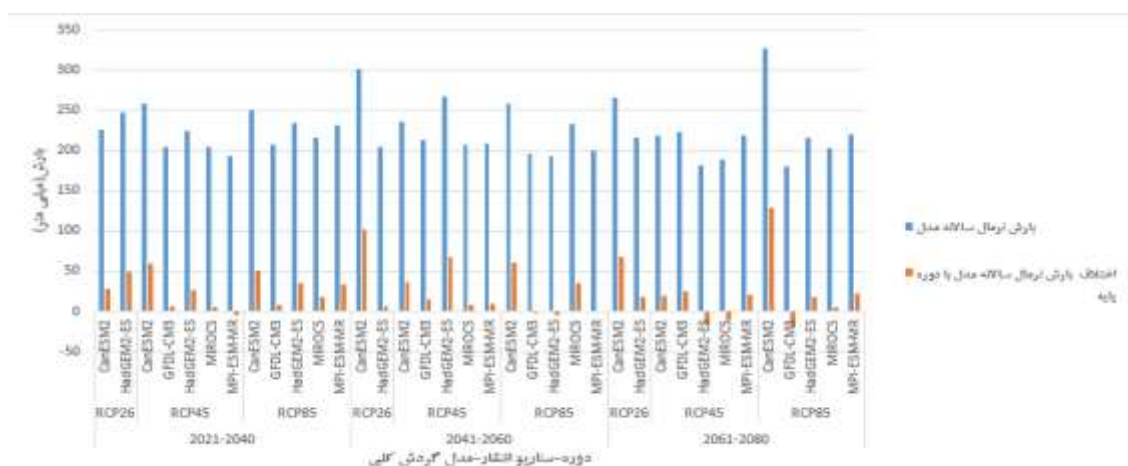
ث-بستک:



شکل ۵-۶. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی بستک

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه بستک مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ هست. درحالی که مدل MPL-ESM-MR با سناریو RCP4.5 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ نشان می دهد.

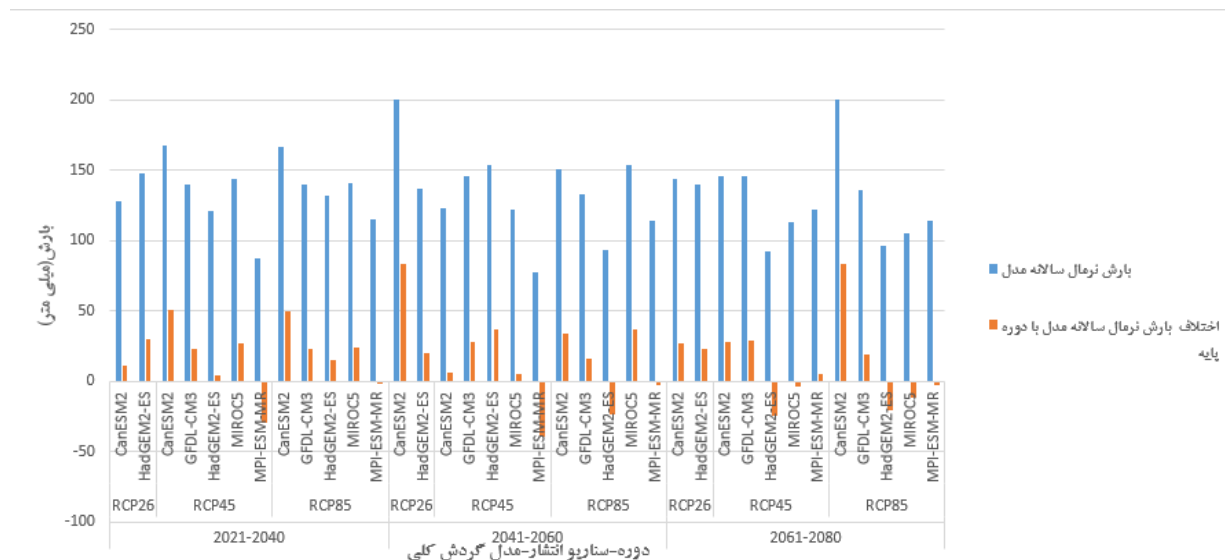
ج-حاجی آباد:



شکل ۵-۷. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی حاجی آباد

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه حاجی آباد مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ هست. درحالی که مدل GFDL-CM3 با سناریو RCP8.5 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۱ نشان می دهد.

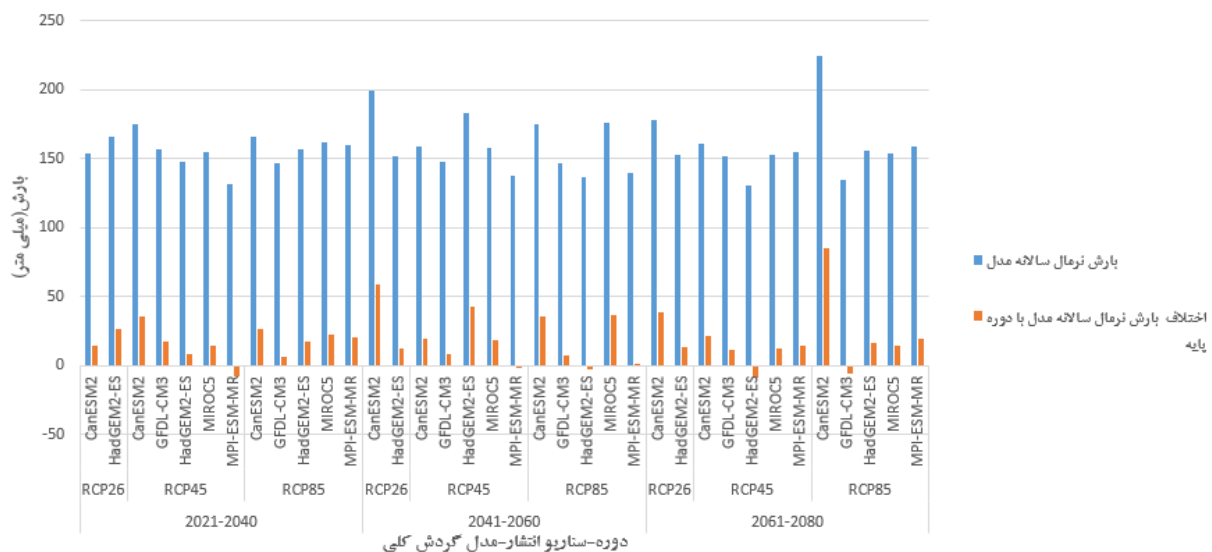
چ-جاسک:



شکل ۵-۸. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی جاسک

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه جاسک مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ هست درحالی که مدل MPL-ESM-MR با سناریو RCP8.5 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ نشان می دهد.

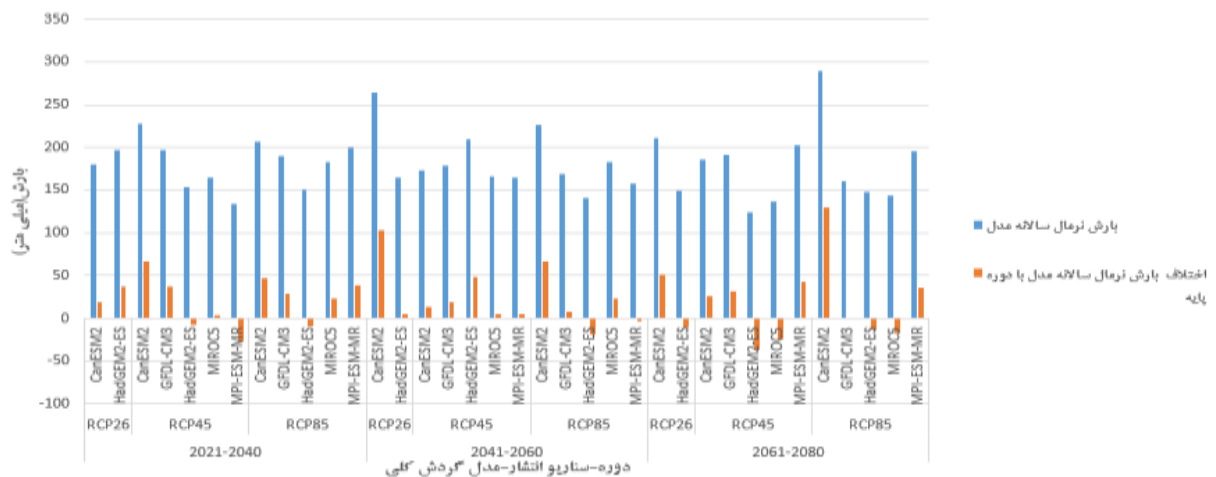
ح-خمیر:



شکل ۵-۹. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی بندر خمیر

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه بندر خمیر مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ هست باشد درحالی که مدل MPL-ESM-MR با سناریو RCP4.5 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۱ نشان می دهد.

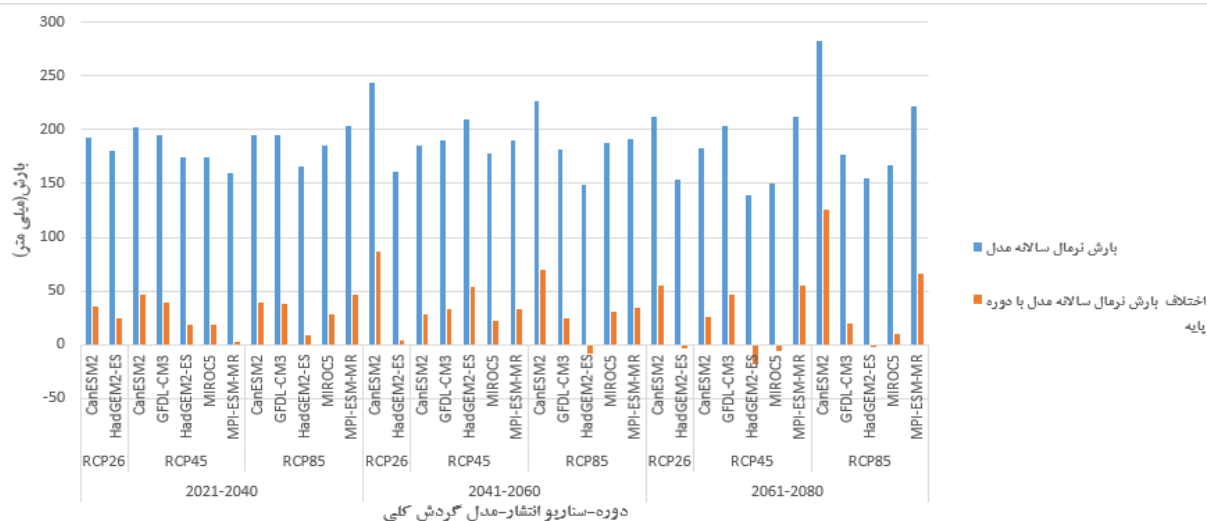
خ-کیش:



شکل ۵-۱۰. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی کیش

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه کیش مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ است. درحالی که مدل GFDL-CM3 با سناریو RCP8.5 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ نشان می دهد.

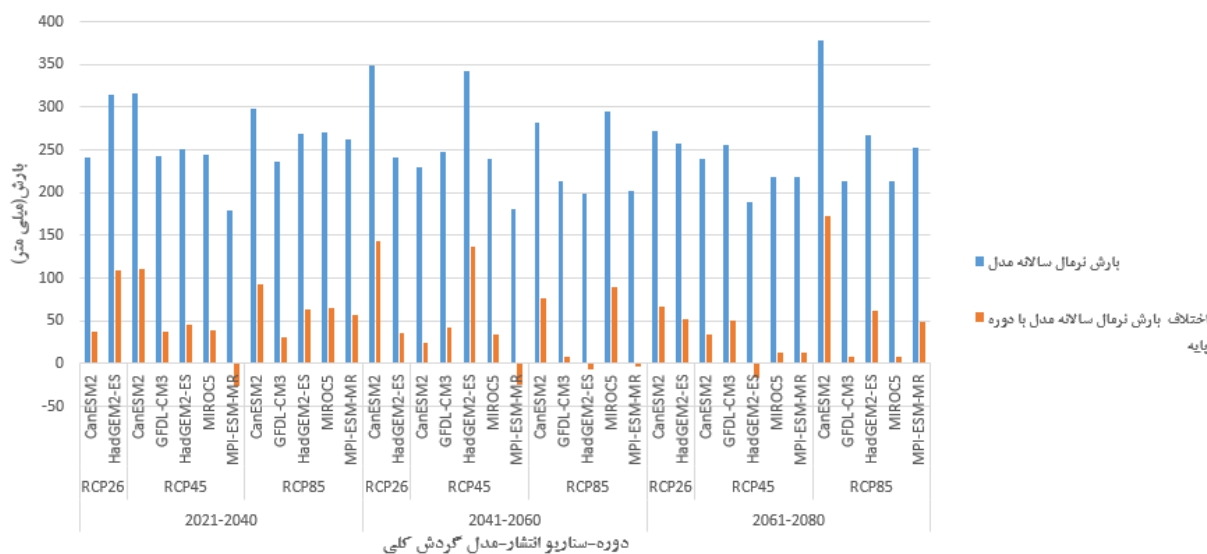
د-لاوان:



شکل ۵-۱۱. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی لاوان

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه لاوان مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ است. درحالی که مدل HadGEM2-ES با سناریو RCP8.5 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ نشان می دهد.

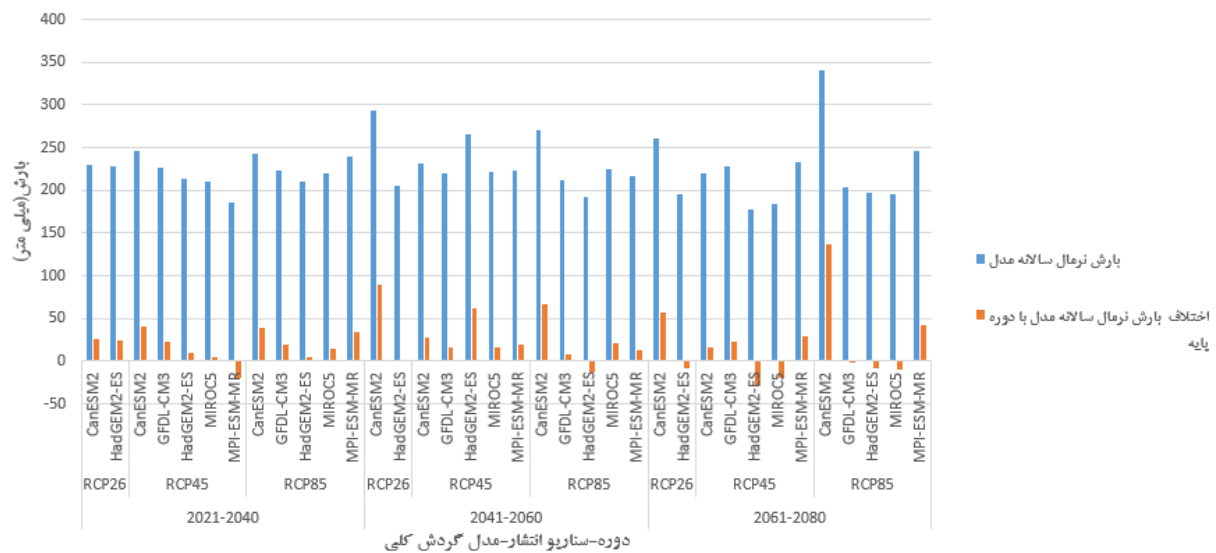
ذ-میناب:



شکل ۵-۱۲. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی میناب

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه میناب مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ است. درحالی که مدل MPL-ESM-MR با سناریو RCP8.5 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۱ نشان می دهد.

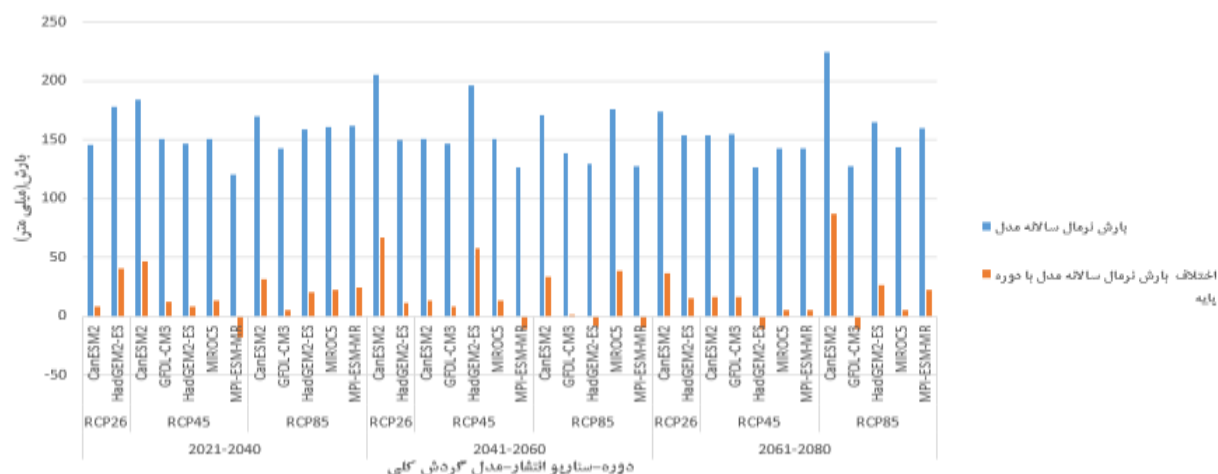
ر-پارسیان:



شکل ۵-۱۳. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی پارسیان

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه پارسیان مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ است. درحالی که مدل HadGEM2-ES با سناریو RCP2.6 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۱ نشان می دهد.

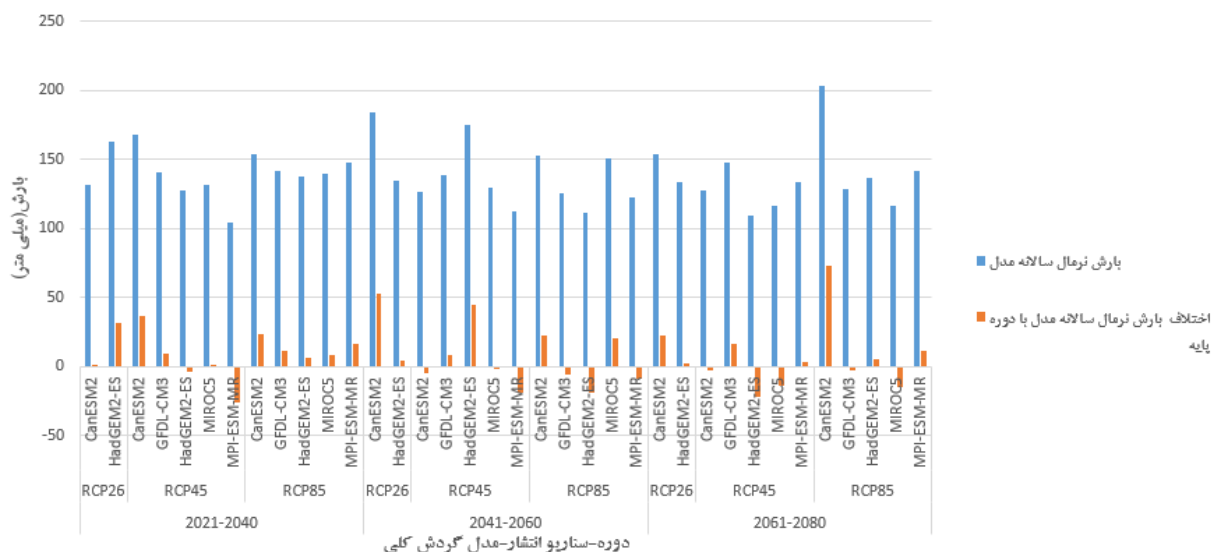
ز-قسم دریایی:



شکل ۵-۱۴. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی قسم دریایی

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه قسم دریایی مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ است. درحالی که مدل GFDL-CM3 با سناریو RCP8.5 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۱ نشان می دهد.

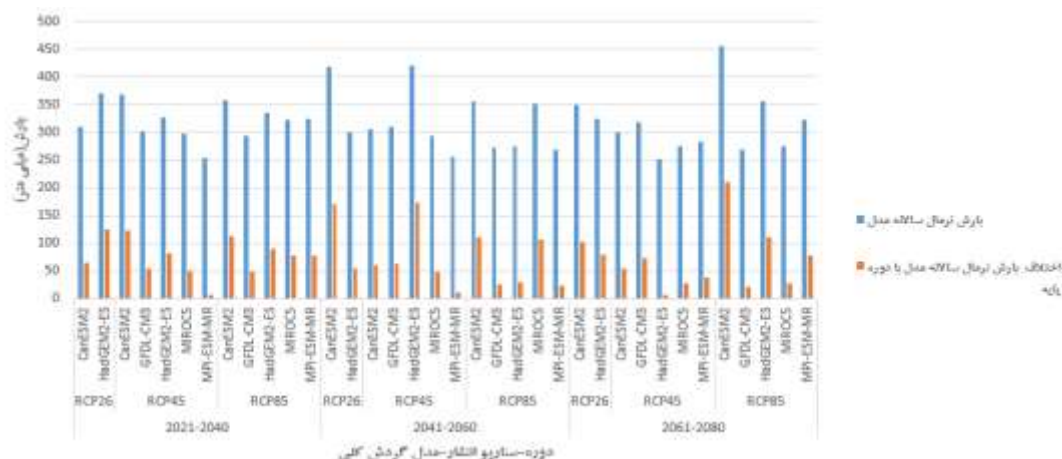
ژ-قسم فرودگاهی:



شکل ۵-۱۵. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی قسم فرودگاهی

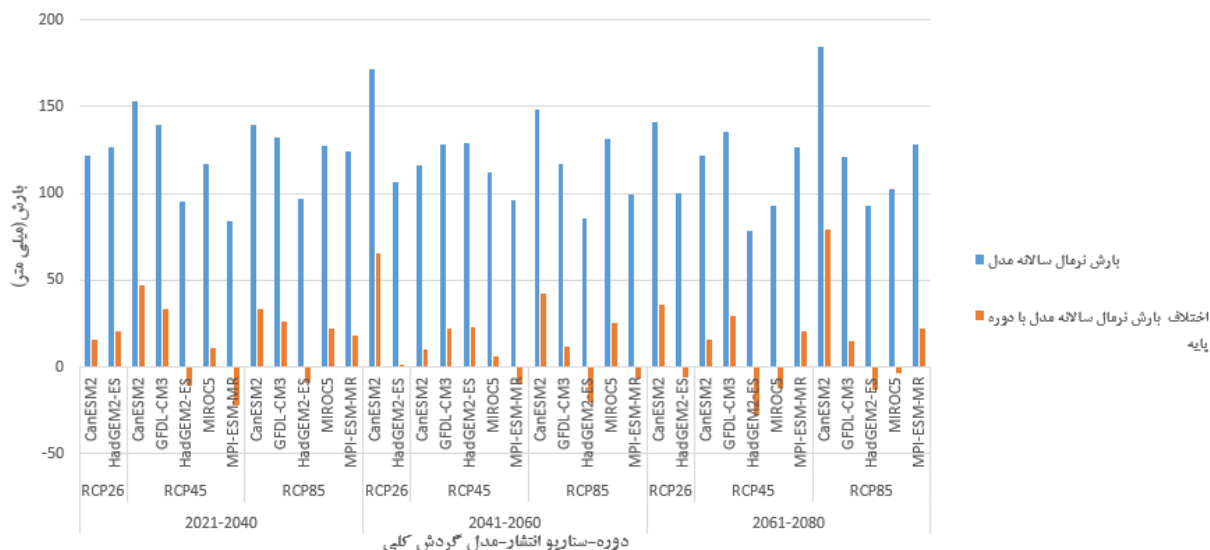
طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه قشم فرودگاهی مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ است. درحالی که مدل MIROC5 با سناریو RCP4.5 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۱ نشان می دهد.

س-رودان:



شکل ۵-۱۶. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی رودان

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه رودان مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ است. درحالی که مدل HadGEM2-ES با سناریو RCP4.5 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ نشان می دهد.



شکل ۵-۱۷. نمودار اختلاف بارش نرمال سالانه مدل با دوره پایه ایستگاه هواشناسی همدیدی سیری

طبق نمودار فوق بیشترین اختلاف بارش نرمال سالانه با دوره پایه در ایستگاه سیری مربوط به مدل CANESM2S با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ است. درحالی که مدل HadGEM2-ES با سناریو RCP2.6 کمترین میزان اختلاف با دوره پایه را در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ نشان می دهد.

۵-۵ بررسی تغییرات بارشی سناریوهای اقلیمی در دوره های آتی ایستگاه های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان

با توجه به سناریوهای بکار رفته در این پژوهش که شامل سناریوهای اقلیمی هیئت بین الدول تغییر اقلیم است و در تدوین گزارش پنجم ارزیابی خود^۱ AR5 که از سناریوهای جدید^۲ RCP به عنوان نماینده های خطوط سیر غلظت های گوناگون گازهای گلخانه ای استفاده کرده است، سناریوهای جدید انتشار دارای چهار خط سیر کلیدی بانام های RCP2.6، RCP4.5، RCP6 و RCP8.5 می باشند که بر اساس میزان واداشت تابشی آن ها در سال ۲۱۰۰ نام گذاری شده اند. در این پژوهش جهت بررسی تغییرات بارشی در استان هرمزگان، از سناریوهای RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 به استفاده شده است، که نتایج آن به شرح ذیل است:

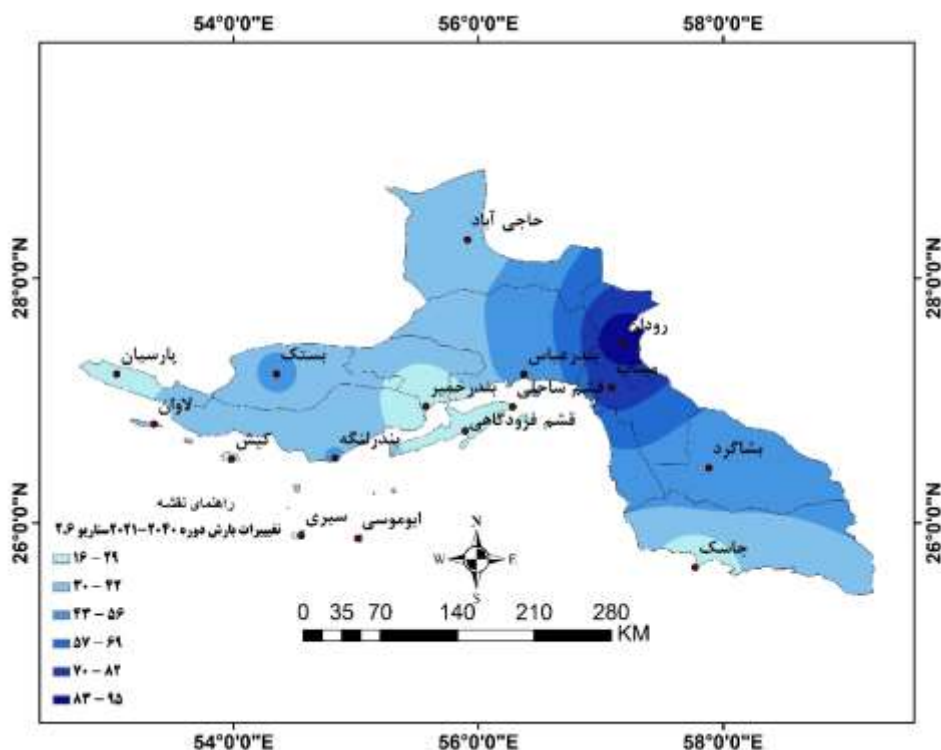
^۱ . Assessment Report AR5 (Fifth)

^۲ . Representative Concentration Pathways

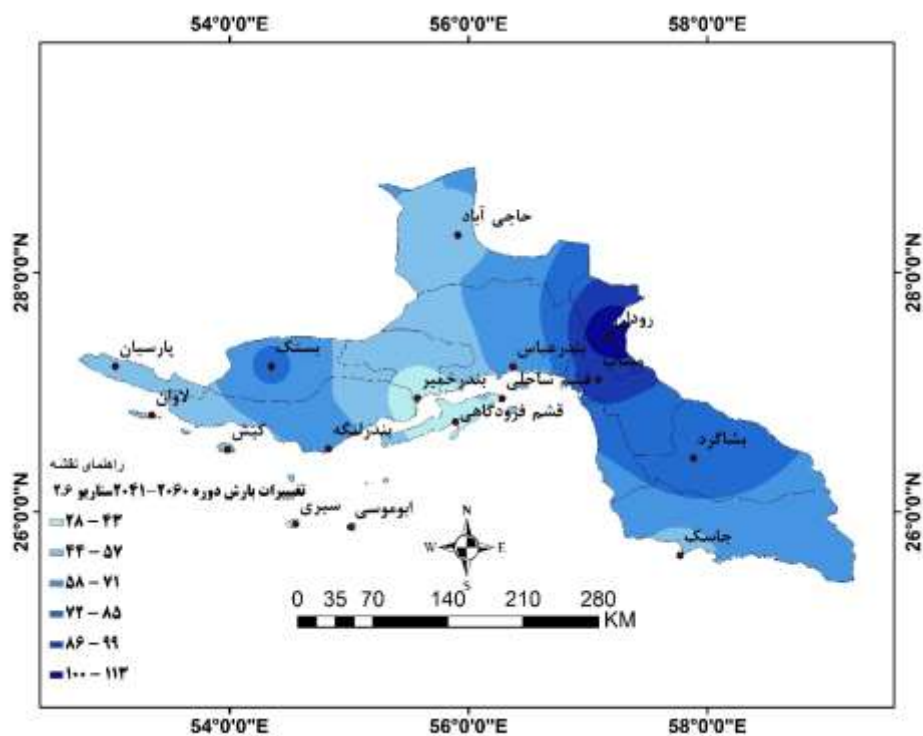
۵-۵-۱ بررسی تغییرات بارشی در دوره‌های آبی ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان با سناریوهای

اقلیمی خوش‌بینانه

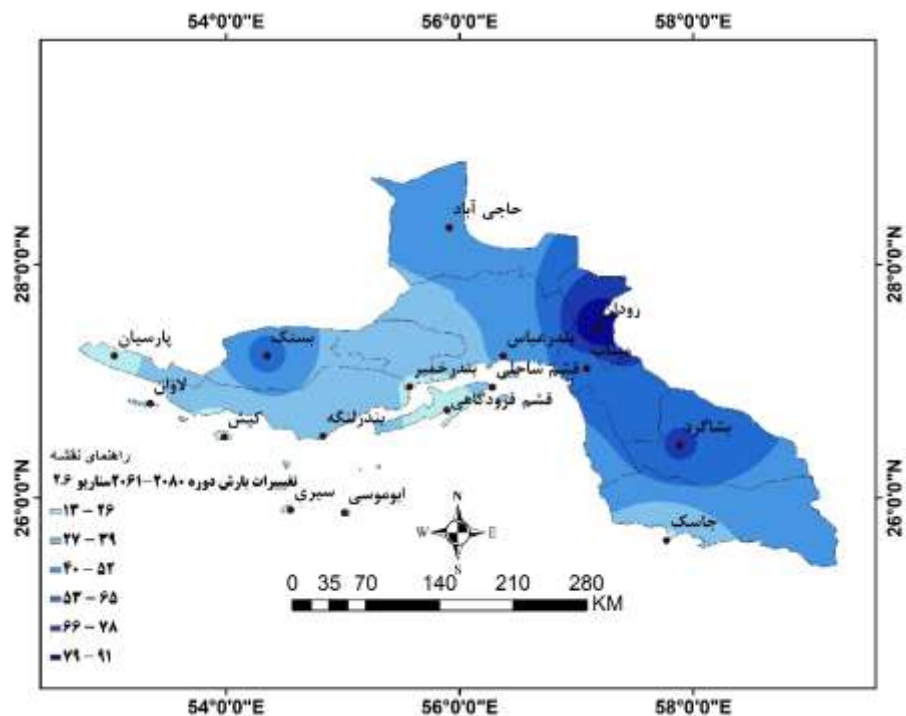
مطابق این سناریو واداشت تابشی در اواسط این قرن به حدود $3/1$ رسیده و سپس کاهش یافته و در سال ۲۱۰۰ به $2/6$ وات بر مترمربع می‌رسد. برای رسیدن به این سطح واداشت تابشی بایستی گازهای گلخانه‌ای به میزان قابل توجهی کاهش یابند. بر این اساس تغییرات بارشی استان هرمزگان با توجه به شکل ۵-۱۸ تا ۲۰-۵ به صورت افزایشی بوده و این افزایش بارش در ناحیه شرق و شمال شرق نسبت به دوره پایه بیشتر خواهد بود. بر این اساس بیشترین افزایش در دوره ۲۰۴۱-۲۰۶۰ به میزان ۱۱۳-۲۸ میلی‌متر در ایستگاه‌های استان متغیر بوده و این افزایش در شرق و شمال شرق (شهرستان رودان) به میزان ۱۱۳ میلی‌متر است. در این سناریو کمترین میزان افزایش باران در نواحی مرکزی و جزایر و قسمتی از غرب استان خواهد داد.



شکل ۵-۱۸. پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ با سناریو خوش‌بینانه



شکل ۵-۱۹. پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۴۱-۲۰۶۰ با سناریو خوش‌بینانه

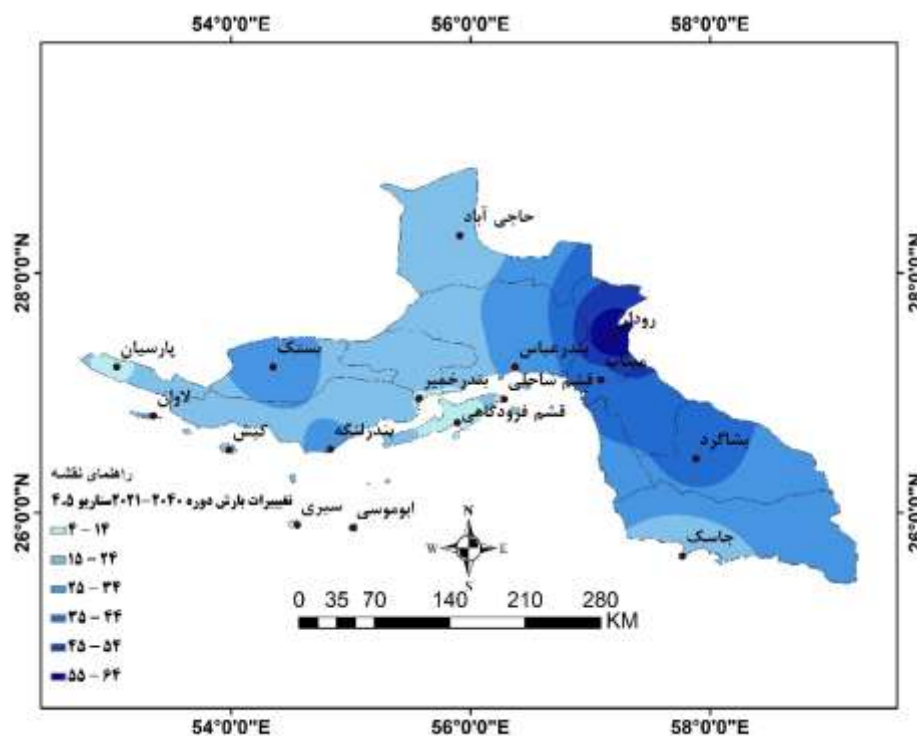


شکل ۵-۲۰. پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۶۱-۲۰۸۰ با سناریو خوش‌بینانه

۵-۵-۲ بررسی تغییرات بارشی در دوره‌های آبی ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان با سناریوهای

اقلیمی خوش‌بینانه تا متوسط

مطابق این سناریو واداشت تابشی ناشی از گازهای گلخانه‌ای قبل از سال ۲۱۰۰ در مقدار ۴/۵ وات بر مترمربع ثابت می‌ماند. بر اساس این سناریو تغییرات بارشی استان هرمزگان با توجه به شکل ۵-۲۱ تا ۵-۲۳ به صورت افزایشی بوده و این افزایش بارش در ناحیه شرق و شمال شرق نسبت به دوره پایه بیشتر بوده و در مرکز و شمال استان بارش دارای تغییرات کمتری خواهد بود. بیشترین افزایش بارش در دوره ۲۰۶۰-۲۰۴۱ به میزان ۶۴-۴ میلی‌متر در ایستگاه‌های استان متغیر بوده و این افزایش در شرق و شمال شرق (شهرستان رودان) به میزان بر ۶۴ میلی‌متر است. در این سناریو کمترین میزان افزایش باران در نواحی مرکزی و شمال و بخشی از غرب استان در شهرستان پارسیان رخ خواهد داد.



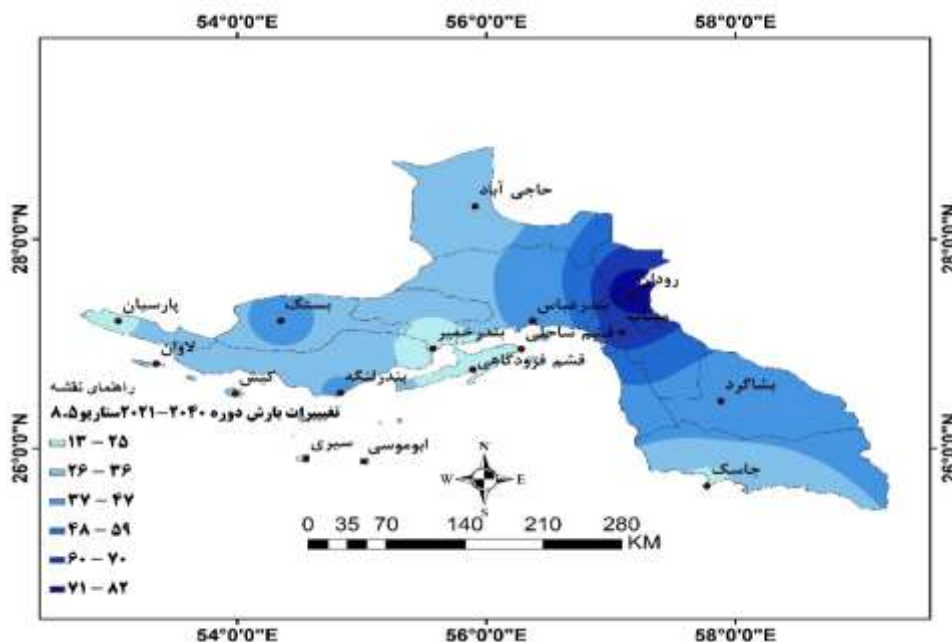
شکل ۵-۲۱. پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۲۱-۲۰۴۰ با سناریو خوش‌بینانه تا متوسط

شکل ۵-۲۳. پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با سناریو خوش‌بینانه تا متوسط

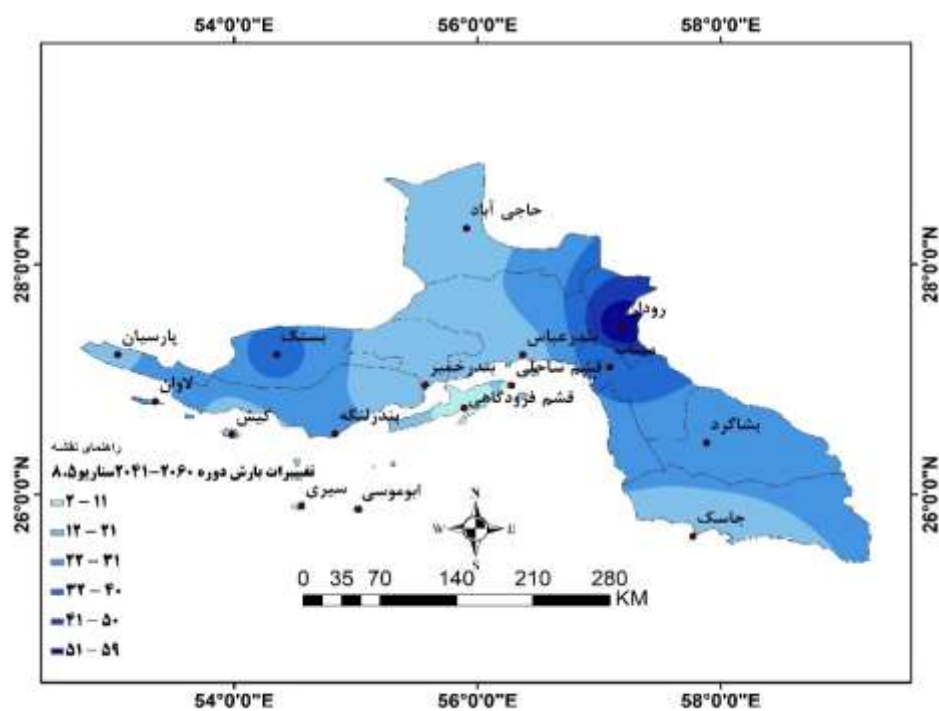
۵-۳ بررسی تغییرات بارشی در دوره‌های آتی ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان با سناریوهای

اقلیمی بدبینانه

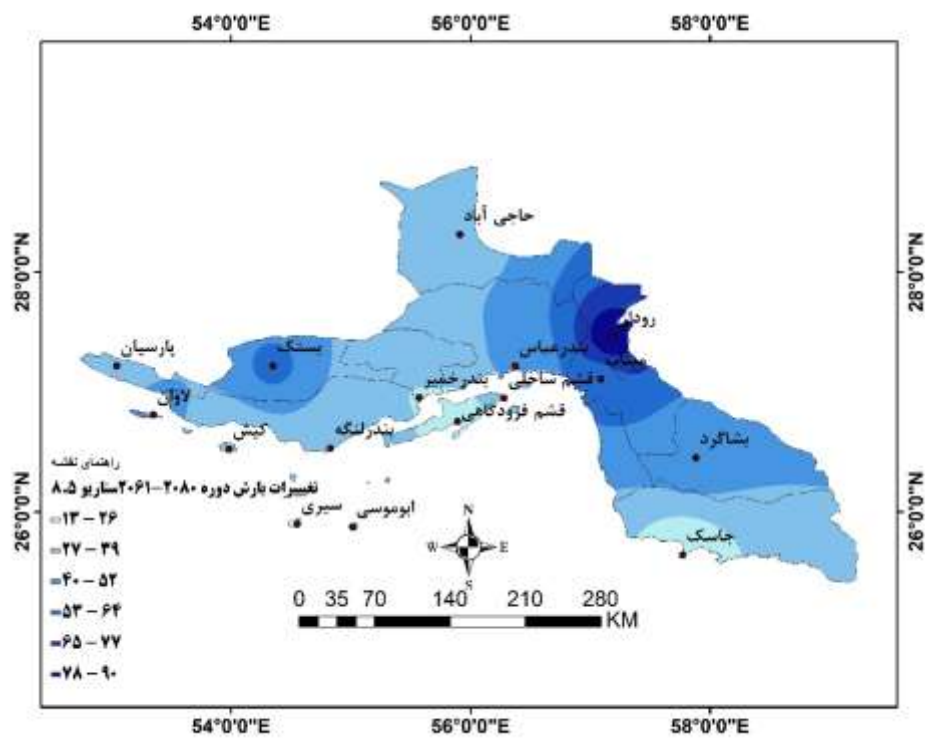
مطابق این سناریو بدون اتخاذ هیچ‌گونه سیاست‌های کاهش آثار و مقابله با پیامدهای اقلیم، آب‌وهوای کره زمین در خط سیر سناریوی انتشار RCP 8.5 پیش خواهد رفت. به‌طوری‌که ادامه این روند منجر به واداشت تابشی به میزان ۸,۵ وات بر مترمربع در سال ۲۱۰۰ می‌گردد. در این هنگام غلظت دی‌اکسید کربن به ۱۰۰۰ ppm رسیده و همچنان روند افزایش خواهد داشت. با توجه به این سناریو تغییرات بارشی استان هرمزگان (شکل ۵-۲۴ تا ۵-۲۶) به‌صورت افزایشی بوده و این افزایش بارش در ناحیه شرق و شمال شرق نسبت به دوره پایه بیشتر خواهد بود. بر این اساس بیشترین افزایش در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ به میزان ۹۰-۱۳ میلی‌متر در ایستگاه‌های استان متغیر بوده و این افزایش در شرق و شمال شرق (شهرستان رودان) به میزان ۹۰ میلی‌متر است. در این سناریو کمترین میزان افزایش باران در شهرستان بندر خمیر و جزایر و قسمتی از غرب استان رخ خواهد داد. در این سناریو میزان بارش در شهرستان بستک افزایش فراوانی دارد.



شکل ۵-۲۴. پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ با سناریو بدبینانه



شکل ۵-۲۵. پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۴۱-۲۰۶۰ با سناریو بدبینانه



شکل ۵-۲۶. پهنه‌بندی تغییرات بارش استان هرمزگان طی دوره ۲۰۶۱-۲۰۸۰ با سناریو بدبینانه

با توجه به سناریوهای اقلیمی در دوره‌های مختلف اقلیمی، به نظر می‌رسد شرق و شمال شرق استان هرمزگان (شهرستان‌های رودان، میناب، بшаگرد) و همچنین قسمتی از غرب استان (بستک) با افزایش بارش را در دوره‌های آتی تجربه خواهند کرد. با توجه به شرایط توپوگرافی استان هرمزگان بیش‌ترین افزایش بارندگی در مناطق مرتفع استان رخ می‌دهد. از طرفی مناطق مرکزی و ساحلی افزایش کمتری در میزان بارش آن‌ها روی می‌دهد.

فصل ششم

۶. بحث و بررسی نتایج

۶-۱ بحث و بررسی خشک‌سالی دوره‌های آبی ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان با شاخص SPI

پس از شبیه‌سازی بارش ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان توسط LARS WG، طبق نتایج حاصل از بررسی تغییرات این پارامتر اقلیمی با مدل‌های گزارش پنجم طی دوره‌های ۲۰۲۱-۲۰۴۰، ۲۰۴۱-۲۰۶۰ و ۲۰۸۱-۲۰۶۱ با استفاده از سناریوهای اقلیمی RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5، شاخص خشک‌سالی استان هرمزگان نیز به تفکیک هر ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن به شرح جداول ذیل است.

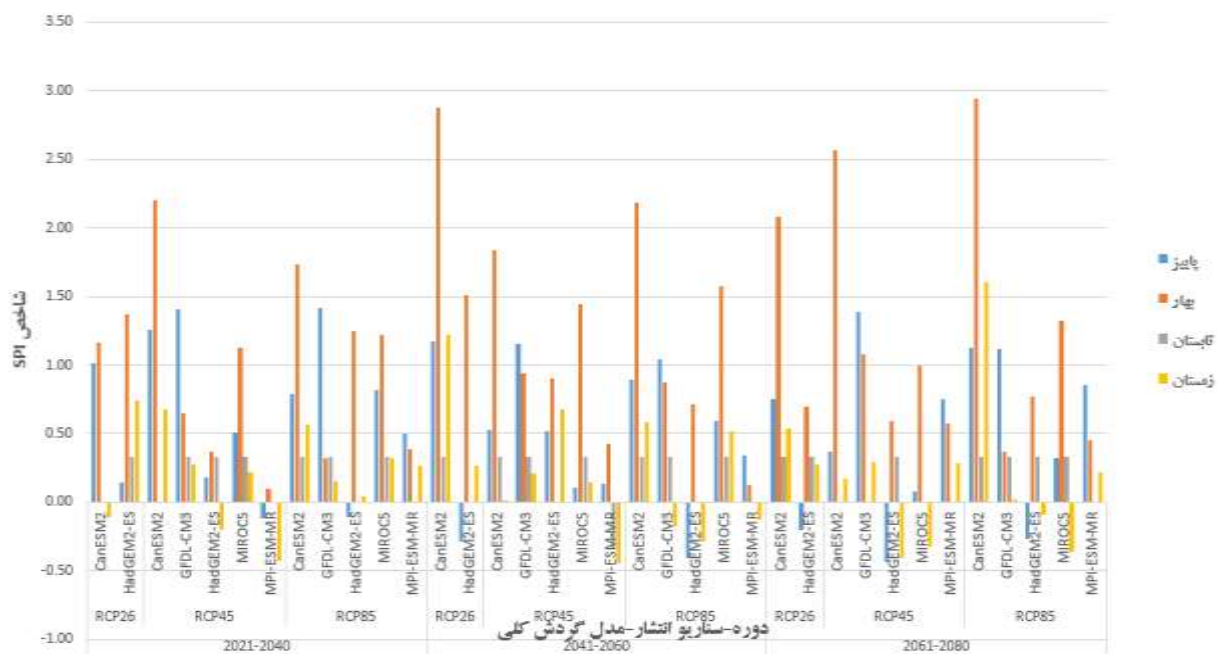
الف- ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره ابوموسی

طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک‌سالی SPI در ایستگاه ابوموسی نشان می‌دهد که در غالب مدل‌های مورد بررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد نزدیک به نرمال تا ترسالی بسیار شدید قرار دارد بدین ترتیب که در مدل CanESM2 در دوره‌های ۲۰۲۱-۲۰۶۰ به ترتیب در فصل بهار و پاییز در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۰ فصل بهار و زمستان بیشترین شاخص SPI برآورد گردیده است.

جدول ۶-۱. شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره ابوموسی

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تابستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	1/01	1/16	0/00	-0/10
		HadGEM2-ES	0/15	1/37	0/33	0/74
	RCP4.5	CanESM2	1/26	2/20	0/00	0/68
		GFDL-CM3	1/41	0/65	0/33	0/28
		HadGEM2-ES	0/18	0/37	0/33	-0/20
		MIROC5	0/51	1/12	0/33	0/22
		MPI-ESM-MR	-0/11	0/10	0/00	-0/42
		CanESM2	0/79	1/73	0/33	0/57
	RCP8.5	GFDL-CM3	1/42	0/33	0/33	0/15
		HadGEM2-ES	-0/11	1/24	0/00	0/04
		MIROC5	0/82	1/22	0/33	0/32
		MPI-ESM-MR	0/50	0/39	0/00	0/27
		CanESM2	1/18	2/88	0/33	1/22
2041-2060	RCP2.6	HadGEM2-ES	-0/29	1/51	0/00	0/26

0/01	0/33	1/84	0/53	CanESM2	RCP4.5	2061-2080
0/21	0/33	0/94	1/16	GFDL-CM3		
0/67	0/00	0/90	0/51	HadGEM2-ES		
0/15	0/33	1/45	0/11	MIROC5		
-0/45	-0/33	0/43	0/13	MPI-ESM-MR		
0/59	0/33	2/18	0/90	CanESM2	RCP8.5	
-0/18	0/33	0/88	1/05	GFDL-CM3		
-0/28	0/00	0/71	-0/41	HadGEM2-ES		
0/52	0/33	1/57	0/60	MIROC5		
-0/12	0/00	0/12	0/34	MPI-ESM-MR		
0/53	0/33	2/08	0/75	CanESM2	RCP2.6	
0/28	0/33	0/69	-0/20	HadGEM2-ES		
0/18	0/00	2/57	0/37	CanESM2	RCP4.5	
0/29	0/00	1/08	1/39	GFDL-CM3		
-0/40	0/33	0/59	-0/44	HadGEM2-ES		
-0/32	0/00	1/00	0/07	MIROC5		
0/29	0/00	0/57	0/75	MPI-ESM-MR		
1/60	0/33	2/94	1/12	CanESM2	RCP8.5	
0/02	0/33	0/37	1/11	GFDL-CM3		
-0/09	0/33	0/78	-0/27	HadGEM2-ES		
-0/36	0/33	1/33	0/32	MIROC5		
0/22	0/00	0/45	0/86	MPI-ESM-MR		



شکل ۱-۶ نمودار شاخص خشک‌سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره ابوموسی

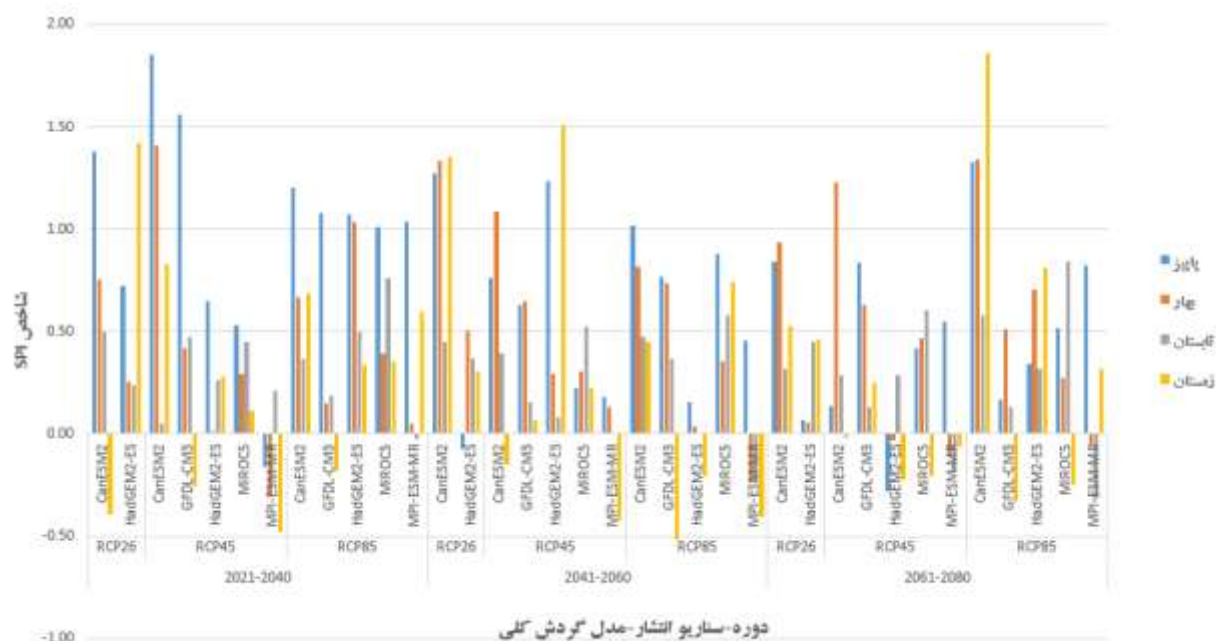
ب- ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرعباس

طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک‌سالی SPI در ایستگاه بندرعباس نشان می‌دهد که در غالب مدل‌های موردبررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد نزدیک به نرمال تا ترسالی شدید قرار دارد. بدین ترتیب که در مدل CanESM2 در دوره‌های ۲۰۲۱-۲۰۴۰ در فصل پاییز و ۲۰۸۰-۲۰۶۱ در فصل زمستان بیشترین شاخص SPI برآورد گردیده است.

جدول ۲-۶. شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرعباس

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تابستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	1/38	0/75	0/50	-0/40
		HadGEM2-ES	0/72	0/26	0/24	1/42
	RCP4.5	CanESM2	1/85	1/41	0/05	0/83
		GFDL-CM3	1/56	0/42	0/47	-0/25
		HadGEM2-ES	0/65	0/01	0/26	0/28
		MIROC5	0/53	0/30	0/45	0/11

-0/48	0/21	-0/30	-0/16	MPI-ESM-MR		RCP8.5	
0/68	0/37	0/67	1/20	CanESM2			
-0/18	0/18	0/15	1/08	GFDL-CM3			
0/33	0/50	1/04	1/07	HadGEM2-ES			
0/36	0/76	0/39	1/01	MIROC5			
0/60	-0/03	0/05	1/03	MPI-ESM-MR			
1/35	0/45	1/33	1/27	CanESM2	RCP2.6	2041-2060	
0/31	0/37	0/50	-0/08	HadGEM2-ES			
-0/15	0/39	1/09	0/76	CanESM2	RCP4.5		
0/07	0/16	0/65	0/63	GFDL-CM3			
1/51	0/08	0/30	1/24	HadGEM2-ES			
0/22	0/53	0/30	0/23	MIROC5			
-0/42	0/00	0/13	0/18	MPI-ESM-MR			
0/45	0/47	0/82	1/01	CanESM2	RCP8.5		
-0/52	0/37	0/73	0/77	GFDL-CM3			
-0/20	0/00	0/04	0/16	HadGEM2-ES			
0/74	0/58	0/35	0/88	MIROC5			
-0/40	-0/24	-0/24	0/46	MPI-ESM-MR			
0/53	0/32	0/93	0/84	CanESM2	RCP2.6	2061-2080	
0/46	0/45	0/06	0/07	HadGEM2-ES			
-0/02	0/29	1/23	0/14	CanESM2	RCP4.5		
0/25	0/13	0/63	0/83	GFDL-CM3			
-0/23	0/29	-0/03	-0/28	HadGEM2-ES			
-0/21	0/61	0/47	0/42	MIROC5			
-0/06	-0/18	-0/10	0/55	MPI-ESM-MR			
1/86	0/58	1/34	1/33	CanESM2	RCP8.5		
-0/33	0/13	0/51	0/17	GFDL-CM3			
0/81	0/32	0/70	0/34	HadGEM2-ES			
-0/25	0/84	0/28	0/52	MIROC5			
0/32	-0/32	-0/06	0/83	MPI-ESM-MR			



شکل ۶-۲ نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرعباس

پ-ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرلنگه

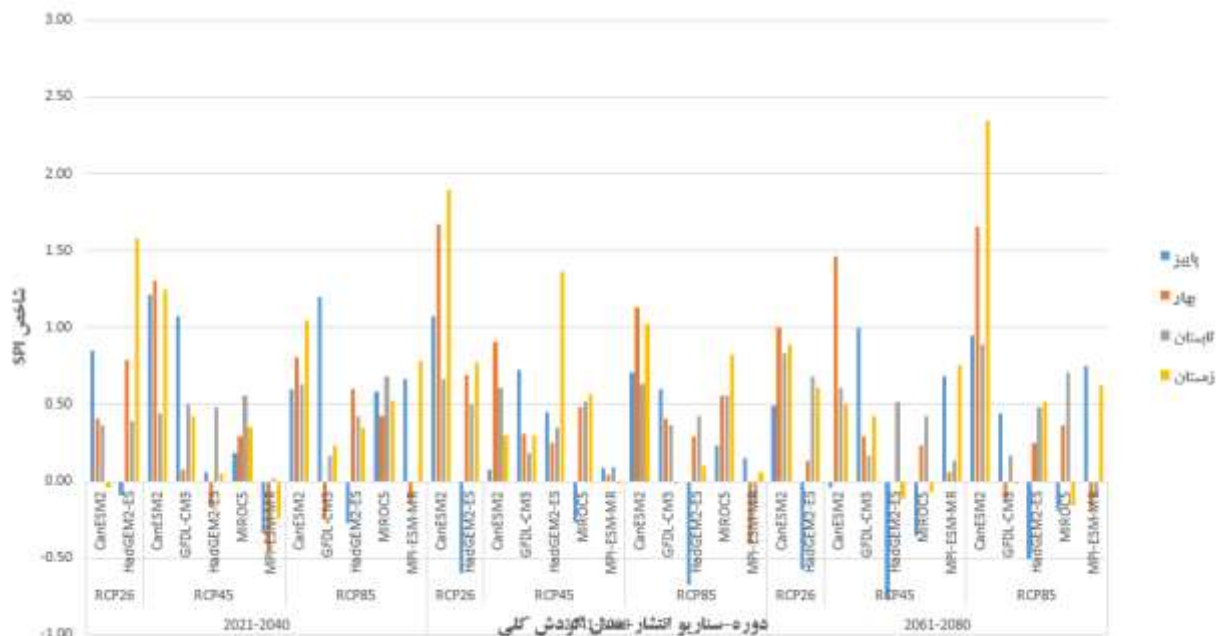
طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک سالی SPI در ایستگاه بندرلنگه نشان می دهد که در غالب مدل های موردبررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد نزدیک به نرمال تا ترسالی بسیار (در فصل زمستان در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱) شدید قرار دارد. بدین ترتیب که در مدل CanESM2 در دوره های ۲۰۸۰-۲۰۶۰ در فصل زمستان و بهار با سناریو بدبینانه بیشترین شاخص SPI برآورد گردیده است.

جدول ۶-۳ شاخص خشک سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندرلنگه

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تابستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	0/85	0/40	0/37	-0/04
		HadGEM2-ES	-0/09	0/79	0/39	1/58
	RCP4.5	CanESM2	1/21	1/31	0/44	1/25
		GFDL-CM3	1/07	0/08	0/50	0/42
		HadGEM2-ES	0/06	-0/17	0/48	0/05

0/35	0/56	0/29	0/18	MIROC5			
-0/24	0/02	-0/46	-0/34	MPI-ESM-MR			
1/05	0/63	0/81	0/60	CanESM2	RCP8.5		
0/23	0/17	-0/23	1/20	GFDL-CM3			
0/35	0/43	0/60	-0/27	HadGEM2-ES			
0/52	0/69	0/42	0/58	MIROC5			
0/78	0/00	-0/13	0/66	MPI-ESM-MR			
1/89	0/67	1/67	1/07	CanESM2	RCP2.6		2041-2060
0/77	0/50	0/69	-0/60	HadGEM2-ES			
0/30	0/61	0/90	0/07	CanESM2	RCP4.5		
0/30	0/19	0/31	0/73	GFDL-CM3			
1/37	0/35	0/25	0/45	HadGEM2-ES			
0/56	0/52	0/48	-0/26	MIROC5			
-0/02	0/09	0/04	0/08	MPI-ESM-MR			
1/02	0/63	1/13	0/71	CanESM2	RCP8.5		
-0/02	0/37	0/40	0/60	GFDL-CM3			
0/10	0/43	0/29	-0/68	HadGEM2-ES			
0/82	0/56	0/56	0/23	MIROC5			
0/06	-0/15	-0/40	0/15	MPI-ESM-MR			
0/89	0/83	1/00	0/49	CanESM2	RCP2.6	2061-2080	
0/61	0/69	0/13	-0/57	HadGEM2-ES			
0/50	0/61	1/46	-0/04	CanESM2	RCP4.5		
0/43	0/17	0/29	1/00	GFDL-CM3			
-0/12	0/52	0/00	-0/77	HadGEM2-ES			
-0/07	0/43	0/23	-0/36	MIROC5			
0/76	0/13	0/06	0/68	MPI-ESM-MR			
2/35	0/89	1/65	0/95	CanESM2	RCP8.5		
-0/01	0/17	-0/12	0/44	GFDL-CM3			
0/51	0/48	0/25	-0/51	HadGEM2-ES			
-0/16	0/70	0/37	-0/19	MIROC5			

0/63	-0/11	-0/17	0/75	MPI-ESM-MR		
------	-------	-------	------	------------	--	--



شکل ۶-۳ نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی بندرلنگه

ت-ایستگاه هواشناسی همدیدی سردشت بشاگرد

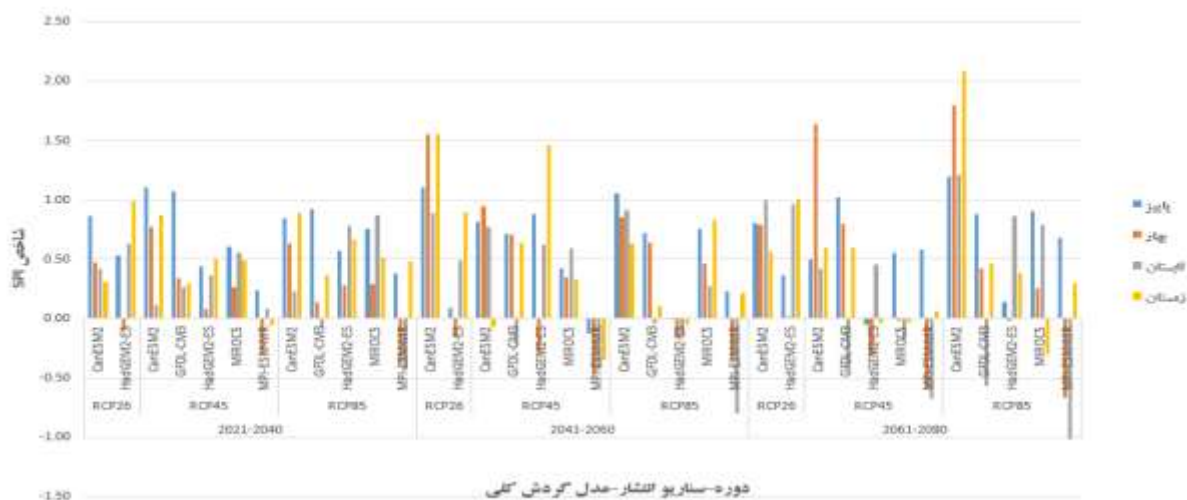
طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک سالی SPI در ایستگاه سردشت بشاگرد نشان می دهد که در مدل های موردبررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد خشک سالی متوسط تا ترسالی بسیار شدید قرار دارد. بدین ترتیب که کمترین شاخص SPI مربوط به مدل MPI-ESM-MR در تابستان دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با سناریو بدبینانه و بیشترین شاخص SPI در فصل زمستان در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با CanESM2 و سناریو بدبینانه است.

جدول ۶-۴ شاخص خشک سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی سردشت بشاگرد

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تابستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	0/87	0/48	0/43	0/31
		HadGEM2-ES	0/53	-0/09	0/63	0/99
	RCP4.5	CanESM2	1/10	0/77	0/12	0/87
		GFDL-CM3	1/07	0/34	0/26	0/30

0/51	0/37	0/08	0/44	HadGEM2-ES			
0/49	0/56	0/27	0/61	MIROC5			
-0/06	0/08	-0/30	0/24	MPI-ESM-MR			
0/89	0/24	0/63	0/84	CanESM2			
0/36	-0/08	0/14	0/92	GFDL-CM3	RCP8.5		
0/67	0/78	0/28	0/57	HadGEM2-ES			
0/52	0/87	0/29	0/75	MIROC5			
0/48	-0/43	-0/37	0/38	MPI-ESM-MR			
1/55	0/89	1/56	1/11	CanESM2	RCP2.6		2041-2060
0/90	0/49	-0/16	0/09	HadGEM2-ES			
-0/07	0/77	0/94	0/81	CanESM2	RCP4.5		
0/64	-0/22	0/70	0/72	GFDL-CM3			
1/46	0/62	-0/29	0/88	HadGEM2-ES			
0/33	0/59	0/35	0/42	MIROC5			
-0/35	-0/43	-0/46	-0/13	MPI-ESM-MR	RCP8.5		
0/63	0/91	0/86	1/06	CanESM2			
0/11	-0/04	0/64	0/72	GFDL-CM3			
-0/05	-0/15	-0/17	-0/01	HadGEM2-ES			
0/83	0/27	0/47	0/76	MIROC5			
0/22	-0/80	-0/34	0/24	MPI-ESM-MR	RCP2.6	2061-2080	
0/57	1/00	0/79	0/80	CanESM2			
1/01	0/97	0/01	0/37	HadGEM2-ES			
0/59	0/43	1/64	0/50	CanESM2			
0/60	-0/43	0/80	1/02	GFDL-CM3			
-0/03	0/45	-0/32	-0/05	HadGEM2-ES	RCP4.5		
-0/04	-0/18	-0/02	0/56	MIROC5			
0/06	-0/67	-0/58	0/58	MPI-ESM-MR			
2/08	1/21	1/79	1/20	CanESM2	RCP8.5		
0/46	-0/56	0/43	0/88	GFDL-CM3			
0/38	0/86	-0/02	0/14	HadGEM2-ES			

-0/30	0/79	0/26	0/91	MIROC5		
0/30	-1/02	-0/67	0/68	MPI-ESM-MR		



شکل ۴-۶ نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی

ث- ایستگاه هواشناسی همدیدی بستک

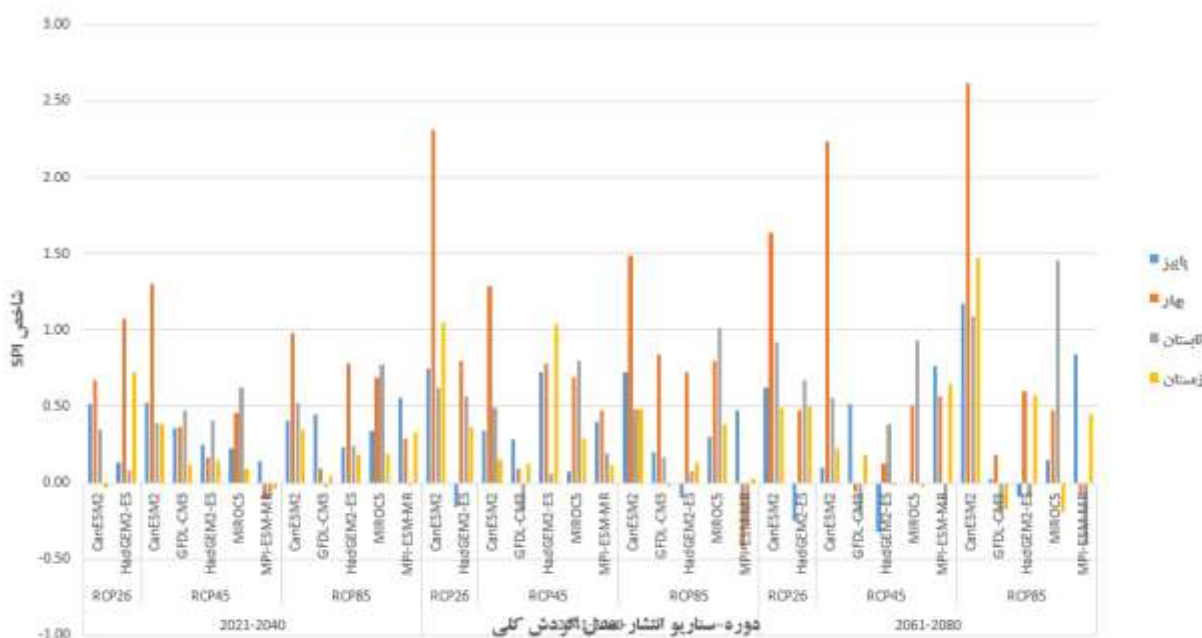
طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک سالی SPI در ایستگاه بستک نشان می دهد که در مدل های مورد بررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد نرمال تا ترسالی بسیار شدید قرار دارد. بدین ترتیب که کمترین شاخص SPI مربوط به مدل MPI-ESM-MR در تابستان دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با سناریو بدبینانه و بیشترین شاخص SPI در فصل بهار در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با مدل CanESM2 با سناریو بدبینانه است.

جدول ۵-۶ شاخص خشک سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی بستک

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تابستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	0/51	0/67	0/35	-0/03
		HadGEM2-ES	0/13	1/07	0/09	0/72
	RCP4.5	CanESM2	0/52	1/31	0/39	0/38
		GFDL-CM3	0/35	0/36	0/47	0/11

0/15	0/41	0/16	0/25	HadGEM2-ES			
0/09	0/63	0/45	0/22	MIROC5			
-0/04	-0/11	-0/11	0/14	MPI-ESM-MR			
0/35	0/53	0/98	0/41	CanESM2	RCP8.5		
0/04	-0/02	0/09	0/45	GFDL-CM3			
0/19	0/24	0/78	0/23	HadGEM2-ES			
0/19	0/77	0/69	0/34	MIROC5			
0/33	-0/01	0/29	0/56	MPI-ESM-MR			
1/05	0/62	2/31	0/75	CanESM2	RCP2.6		2041-2060
0/37	0/57	0/80	-0/16	HadGEM2-ES			
0/15	0/49	1/29	0/34	CanESM2	RCP4.5		
0/12	-0/19	0/09	0/28	GFDL-CM3			
1/04	0/06	0/78	0/72	HadGEM2-ES			
0/29	0/80	0/69	0/07	MIROC5			
0/12	0/19	0/47	0/40	MPI-ESM-MR			
0/48	0/48	1/49	0/72	CanESM2	RCP8.5		
-0/02	0/17	0/84	0/20	GFDL-CM3			
0/14	0/07	0/73	-0/10	HadGEM2-ES			
0/38	1/01	0/80	0/30	MIROC5			
0/02	-0/27	-0/44	0/47	MPI-ESM-MR			
0/50	0/93	1/64	0/62	CanESM2	RCP2.6	2061-2080	
0/50	0/67	0/47	-0/25	HadGEM2-ES			
0/22	0/55	2/24	0/10	CanESM2	RCP4.5		
0/18	-0/21	-0/05	0/52	GFDL-CM3			
-0/02	0/39	0/13	-0/32	HadGEM2-ES			
-0/03	0/93	0/51	0/00	MIROC5			
0/65	-0/15	0/56	0/76	MPI-ESM-MR			
1/47	1/09	2/62	1/18	CanESM2	RCP8.5		
-0/18	-0/20	0/18	0/03	GFDL-CM3			
0/57	-0/09	0/60	-0/09	HadGEM2-ES			

-0/19	1/46	0/47	0/15	MIROC5		
0/45	-0/40	-0/07	0/84	MPI-ESM-MR		



شکل ۵-۶ نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی بستک

ج- ایستگاه هواشناسی همدیدی حاجی آباد

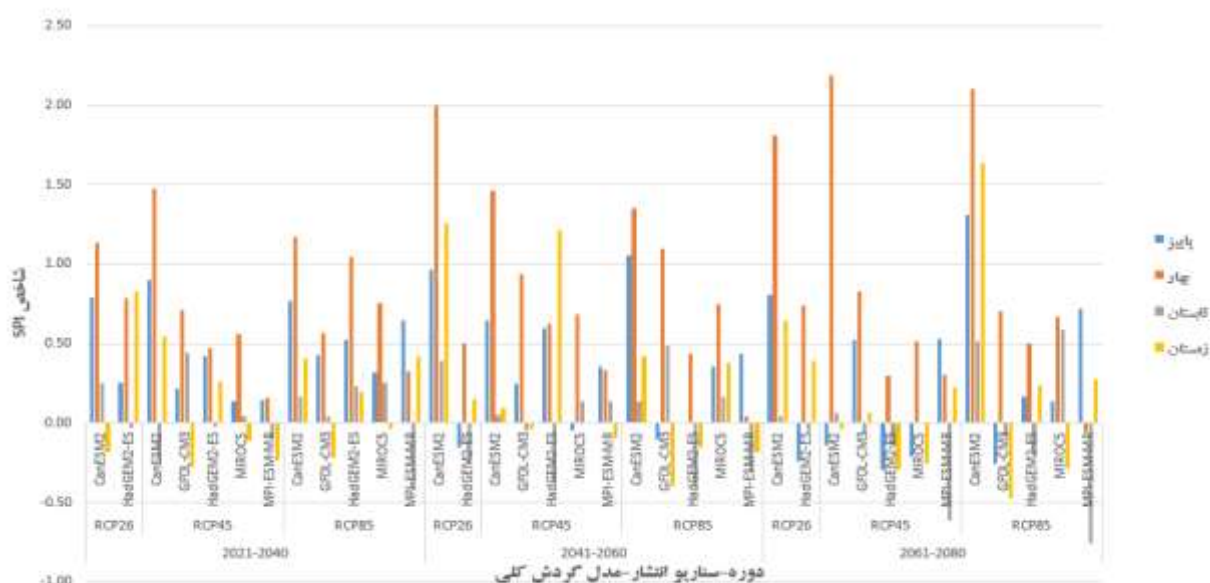
طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک سالی SPI در ایستگاه حاجی آباد نشان می دهد که در مدل های مورد بررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد نرمال تا ترسالی بسیار شدید قرار دارد. بدین ترتیب که کمترین شاخص SPI مربوط به مدل MPI-ESM-MR در تابستان دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با سناریو بدبینانه و بیشترین شاخص SPI در فصل بهار در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با مدل CanESM2 با سناریو خوش بینانه تا متوسط و همچنین بدبینانه است.

جدول ۶-۶ شاخص خشک سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی حاجی آباد

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تابستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	0/79	1/14	0/25	-0/18
		HadGEM2-ES	0/25	0/78	-0/03	0/83

0/54	-0/24	1/48	0/90	CanESM2	RCP4.5	
-0/28	0/44	0/71	0/22	GFDL-CM3		
0/26	-0/02	0/47	0/42	HadGEM2-ES		
-0/11	0/04	0/56	0/14	MIROC5		
-0/23	-0/11	0/16	0/14	MPI-ESM-MR		
0/41	0/17	1/17	0/77	CanESM2	RCP8.5	
-0/22	0/04	0/57	0/43	GFDL-CM3		
0/20	0/23	1/05	0/53	HadGEM2-ES		
-0/03	0/25	0/76	0/32	MIROC5		
0/42	-0/42	0/32	0/65	MPI-ESM-MR		
1/26	0/39	2/00	0/96	CanESM2	RCP2.6	2041-2060
0/15	-0/24	0/50	-0/15	HadGEM2-ES		
0/09	0/05	1/46	0/65	CanESM2	RCP4.5	
-0/04	-0/04	0/94	0/25	GFDL-CM3		
1/22	-0/38	0/62	0/59	HadGEM2-ES		
0/00	0/14	0/68	-0/04	MIROC5		
-0/10	0/14	0/33	0/36	MPI-ESM-MR		
0/42	0/14	1/35	1/06	CanESM2	RCP8.5	
-0/39	0/48	1/10	-0/10	GFDL-CM3		
-0/15	-0/40	0/43	0/00	HadGEM2-ES		
0/38	0/17	0/75	0/35	MIROC5		
-0/19	-0/31	0/05	0/44	MPI-ESM-MR		
0/65	0/04	1/81	0/81	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
0/39	-0/05	0/74	-0/24	HadGEM2-ES		
-0/04	0/06	2/19	-0/14	CanESM2	RCP4.5	
0/07	-0/06	0/83	0/53	GFDL-CM3		
-0/29	-0/15	0/30	-0/29	HadGEM2-ES		
-0/26	0/00	0/51	-0/22	MIROC5		
0/23	-0/61	0/31	0/53	MPI-ESM-MR		
1/64	0/52	2/10	1/31	CanESM2	RCP8.5	

-0/47	-0/08	0/70	-0/26	GFDL-CM3		
0/24	-0/20	0/50	0/17	HadGEM2-ES		
-0/29	0/59	0/67	0/14	MIROC5		
0/27	-0/76	-0/05	0/72	MPI-ESM-MR		



شکل ۶-۶ نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی حاجی آباد

چ-ایستگاه هواشناسی همدیدی جاسک

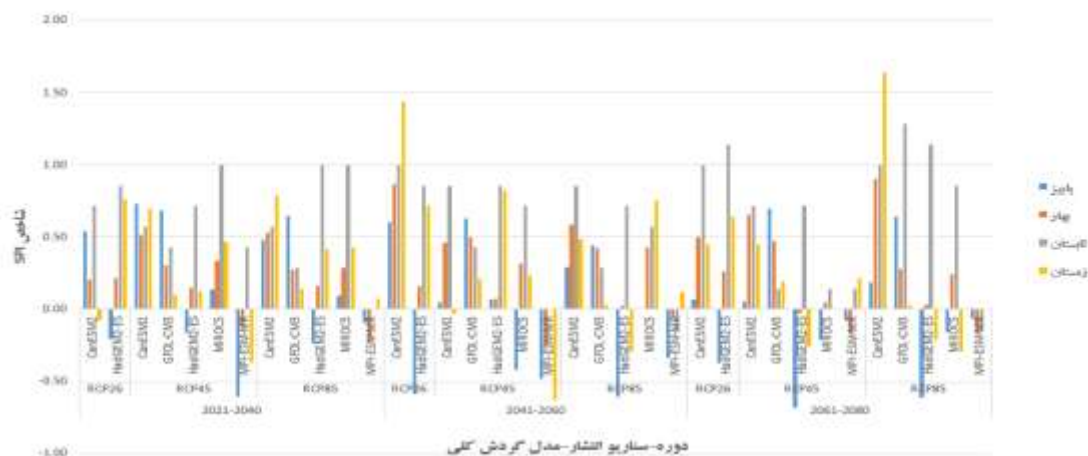
طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک سالی SPI در ایستگاه جاسک نشان می‌دهد که در مدل‌های موردبررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد نرمال تا تر سالی شدید قرار دارد. بدین ترتیب که کمترین شاخص SPI مربوط به مدل HadGEM2-ES در پاییز دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با سناریو خوش‌بینانه تا متوسط و بیشترین شاخص SPI در فصل زمستان در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با مدل CanESM2 با سناریو بدبینانه است.

جدول ۶-۷ شاخص خشک سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی جاسک

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تابستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	0/55	0/21	0/71	-0/08

0/76	0/86	0/22	-0/21	HadGEM2-ES		2041-2060
0/70	0/57	0/52	0/73	CanESM2	RCP4.5	
0/10	0/43	0/30	0/69	GFDL-CM3		
0/13	0/71	0/15	-0/16	HadGEM2-ES		
0/46	1/00	0/34	0/14	MIROC5		
-0/37	0/43	-0/13	-0/61	MPI-ESM-MR		
0/79	0/57	0/53	0/48	CanESM2		
0/14	0/29	0/27	0/65	GFDL-CM3		
0/42	1/00	0/16	-0/24	HadGEM2-ES		
0/43	1/00	0/29	0/10	MIROC5		
0/08	0/00	-0/22	-0/09	MPI-ESM-MR		
1/44	1/00	0/86	0/60	CanESM2	RCP2.6	
0/72	0/86	0/16	-0/59	HadGEM2-ES		
-0/03	0/86	0/46	0/05	CanESM2	RCP4.5	
0/21	0/43	0/50	0/63	GFDL-CM3		
0/82	0/86	0/07	0/07	HadGEM2-ES		
0/24	0/71	0/32	-0/42	MIROC5		
-0/63	0/00	-0/25	-0/48	MPI-ESM-MR		
0/48	0/86	0/58	0/29	CanESM2		RCP8.5
0/03	0/29	0/42	0/44	GFDL-CM3		
-0/30	0/71	0/02	-0/61	HadGEM2-ES		
0/76	0/57	0/43	0/00	MIROC5		
0/12	-0/14	-0/06	-0/34	MPI-ESM-MR		
0/45	1/00	0/50	0/07	CanESM2	RCP2.6	
0/64	1/14	0/26	-0/37	HadGEM2-ES		
0/45	0/71	0/66	0/06	CanESM2	RCP4.5	
0/20	0/14	0/47	0/70	GFDL-CM3		
-0/26	0/71	-0/02	-0/68	HadGEM2-ES		
0/00	0/14	0/05	-0/21	MIROC5		
0/22	0/14	-0/17	-0/08	MPI-ESM-MR		

1/64	1/00	0/90	0/19	CanESM2	RCP8.5	
0/03	1/29	0/28	0/64	GFDL-CM3		
-0/21	1/14	0/03	-0/61	HadGEM2-ES		
-0/29	0/86	0/24	-0/16	MIROC5		
0/00	-0/14	-0/17	-0/06	MPI-ESM-MR		



شکل ۶-۷ نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی جاسک

ح- ایستگاه هواشناسی همدیدی بندر خمیر

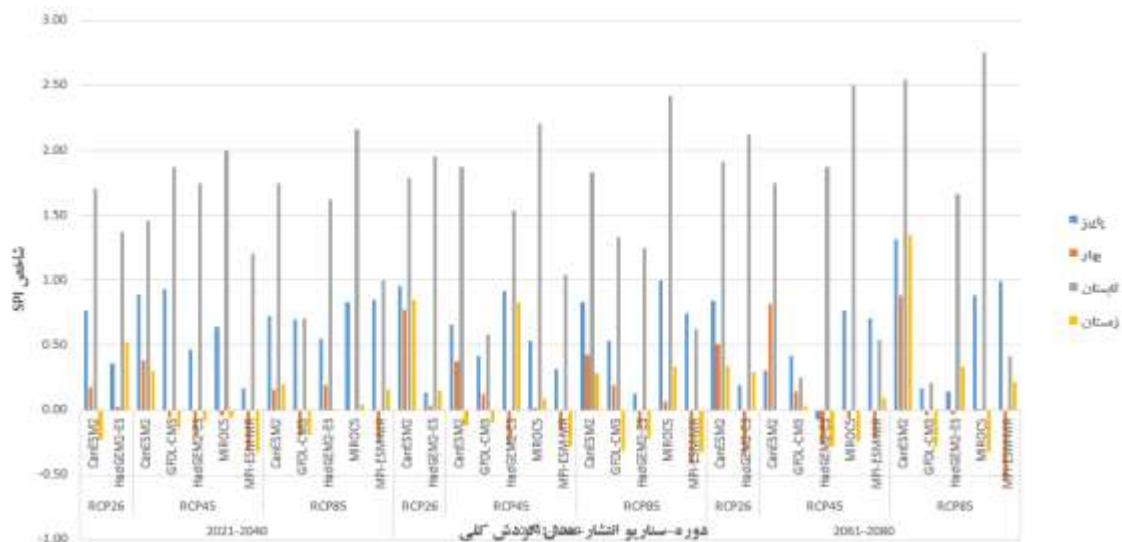
طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک سالی SPI در ایستگاه جاسک نشان می دهد که در مدل های موردبررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد نرمال تا ترسالی شدید قرار دارد. بدین ترتیب که کمترین شاخص SPI مربوط به مدل MPI-ESM-MR در بهار دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با سناریو بدبینانه بیشترین شاخص SPI در فصل تابستان در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با مدل MIROC5 با سناریو بدبینانه است.

جدول ۶-۸ شاخص خشک سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی بندر خمیر

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تابستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	0/77	0/17	1/71	-0/23
		HadGEM2-ES	0/36	0/03	1/38	0/52
	RCP4.5	CanESM2	0/89	0/38	1/46	0/30

-0/14	1/88	-0/06	0/93	GFDL-CM3		
-0/09	1/75	-0/20	0/46	HadGEM2-ES		
-0/06	2/00	-0/04	0/64	MIROC5		
-0/33	1/21	-0/32	0/16	MPI-ESM-MR		
0/20	1/75	0/16	0/73	CanESM2	RCP8.5	
-0/19	0/71	-0/20	0/70	GFDL-CM3		
0/01	1/63	0/19	0/55	HadGEM2-ES		
0/04	2/17	0/00	0/84	MIROC5		
0/16	1/00	-0/25	0/85	MPI-ESM-MR		
0/84	1/79	0/78	0/96	CanESM2	RCP2.6	2041-2060
0/15	1/96	0/04	0/13	HadGEM2-ES		
-0/12	1/88	0/38	0/66	CanESM2	RCP4.5	
-0/10	0/58	0/12	0/41	GFDL-CM3		
0/83	1/54	-0/28	0/92	HadGEM2-ES		
0/09	2/21	0/01	0/53	MIROC5		
-0/28	1/04	-0/17	0/32	MPI-ESM-MR		
0/28	1/83	0/43	0/83	CanESM2	RCP8.5	
-0/31	1/33	0/20	0/54	GFDL-CM3		
-0/22	1/25	-0/13	0/13	HadGEM2-ES		
0/33	2/42	0/07	1/00	MIROC5		
-0/32	0/63	-0/41	0/74	MPI-ESM-MR		
0/34	1/92	0/51	0/84	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
0/29	2/13	-0/34	0/19	HadGEM2-ES		
-0/01	1/75	0/82	0/31	CanESM2	RCP4.5	
0/04	0/25	0/14	0/42	GFDL-CM3		
-0/28	1/88	-0/25	-0/08	HadGEM2-ES		
-0/24	2/50	-0/07	0/77	MIROC5		
0/09	0/54	-0/22	0/71	MPI-ESM-MR		
1/35	2/54	0/88	1/31	CanESM2	RCP8.5	
-0/28	0/21	-0/04	0/16	GFDL-CM3		

0/33	1/67	-0/04	0/14	HadGEM2-ES		
-0/32	2/75	0/01	0/88	MIROC5		
0/22	0/42	-0/53	0/99	MPI-ESM-MR		



شکل ۸-۶ نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی بندر خمیر

خ- ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره کیش

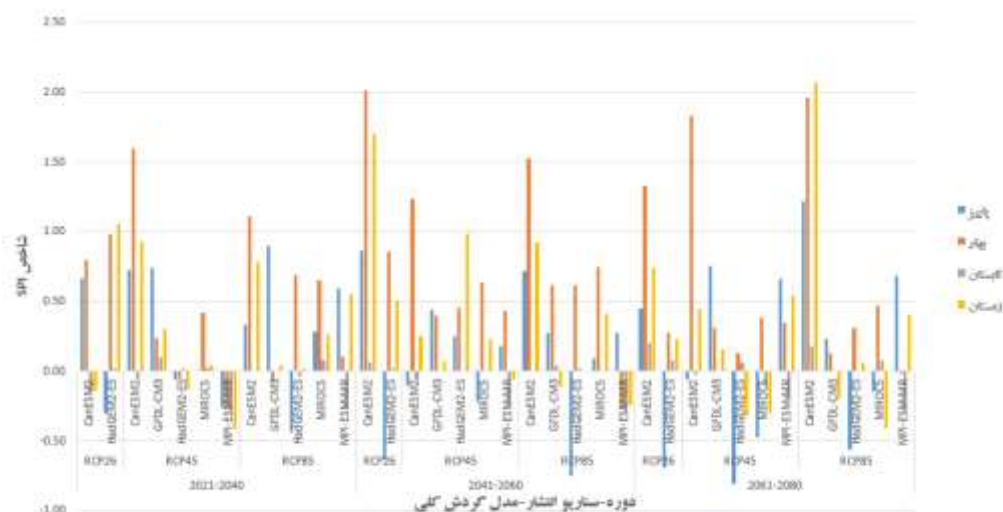
طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک سالی SPI در ایستگاه کیش نشان می‌دهد که در غالب مدل‌های مورد بررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد نزدیک به نرمال تا تر سالی بسیار شدید قرار دارد بدین ترتیب که در مدل CanESM2 در دوره‌های ۲۰۲۱-۲۰۶۰ به ترتیب در فصل بهار و زمستان در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۰ فصل زمستان و بهار بیشترین شاخص SPI برآورد گردیده است.

جدول ۹-۶ شاخص خشک سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره کیش

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تابستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	0/67	0/80	-0/14	-0/14
		HadGEM2-ES	-0/30	0/98	0/02	1/05
	RCP4.5	CanESM2	0/72	1/60	-0/06	0/93
		GFDL-CM3	0/74	0/24	0/10	0/30

-0/13	0/02	-0/05	-0/06	HadGEM2-ES		
0/04	0/02	0/42	0/01	MIROC5		
-0/42	-0/29	-0/25	-0/26	MPI-ESM-MR		
0/78	0/00	1/11	0/33	CanESM2	RCP8.5	
0/04	0/00	-0/07	0/90	GFDL-CM3		
0/02	-0/04	0/69	-0/44	HadGEM2-ES		
0/26	0/08	0/65	0/28	MIROC5		
0/55	-0/27	0/11	0/59	MPI-ESM-MR		
1/70	0/06	2/02	0/86	CanESM2	RCP2.6	2041-2060
0/51	0/02	0/85	-0/64	HadGEM2-ES		
0/25	-0/06	1/24	-0/10	CanESM2	RCP4.5	
0/07	0/00	0/40	0/44	GFDL-CM3		
0/99	0/00	0/45	0/25	HadGEM2-ES		
0/23	0/00	0/64	-0/22	MIROC5		
-0/06	-0/24	0/44	0/18	MPI-ESM-MR		
0/92	0/00	1/53	0/72	CanESM2	RCP8.5	
-0/11	0/04	0/62	0/28	GFDL-CM3		
0/01	0/02	0/62	-0/75	HadGEM2-ES		
0/41	0/00	0/75	0/09	MIROC5		
-0/24	-0/29	-0/25	0/27	MPI-ESM-MR		
0/74	0/20	1/33	0/45	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
0/23	0/08	0/27	-0/69	HadGEM2-ES		
0/45	-0/02	1/84	-0/06	CanESM2	RCP4.5	
0/16	0/00	0/31	0/76	GFDL-CM3		
-0/32	0/06	0/13	-0/81	HadGEM2-ES		
-0/30	-0/10	0/38	-0/47	MIROC5		
0/54	-0/20	0/35	0/66	MPI-ESM-MR		
2/07	0/18	1/96	1/22	CanESM2	RCP8.5	
-0/19	0/00	0/13	0/23	GFDL-CM3		
0/06	0/00	0/31	-0/56	HadGEM2-ES		

-0/41	0/08	0/47	-0/14	MIROC5		
0/41	-0/29	-0/02	0/68	MPI-ESM-MR		



شکل ۶-۹ نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی جزیره کیش

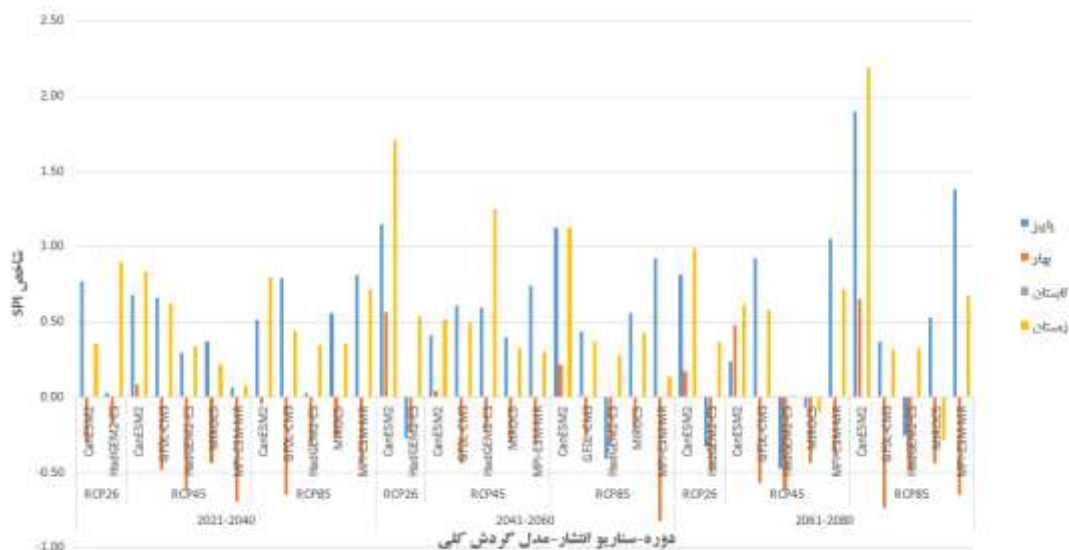
د- ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره لاوان

طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک سالی SPI در ایستگاه لاوان نشان می‌دهد که در غالب مدل‌های مورد بررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد نزدیک به نرمال تا ترسالی بسیار شدید قرار دارد بدین ترتیب که در مدل CanESM2 در دوره‌های ۲۰۲۱-۲۰۶۰ به ترتیب در فصل زمستان و پاییز در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۰ فصل زمستان و پاییز بیشترین شاخص SPI برآورد گردیده است.

جدول ۶-۱۰ شاخص خشک سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی دریایی جزیره لاوان

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تابستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	0/77	-0/30	0/00	0/35
		HadGEM2-ES	0/03	-0/17	0/00	0/90
	RCP4.5	CanESM2	0/68	0/09	0/00	0/84
		GFDL-CM3	0/66	-0/48	0/00	0/63
		HadGEM2-ES	0/29	-0/61	0/00	0/34
		MIROC5	0/37	-0/43	0/00	0/22

0/08	0/00	-0/70	0/07	MPI-ESM-MR	RCP8.5	
0/80	0/00	-0/04	0/52	CanESM2		
0/44	0/00	-0/65	0/79	GFDL-CM3		
0/34	0/00	-0/30	0/03	HadGEM2-ES		
0/36	0/00	-0/26	0/56	MIROC5		
0/72	0/00	-0/43	0/82	MPI-ESM-MR		
1/71	0/00	0/57	1/15	CanESM2	RCP2.6	2041-2060
0/54	0/00	-0/22	-0/27	HadGEM2-ES		
0/51	0/00	0/04	0/41	CanESM2	RCP4.5	
0/49	0/00	-0/43	0/61	GFDL-CM3		
1/25	0/00	-0/22	0/60	HadGEM2-ES		
0/33	0/00	-0/30	0/40	MIROC5		
0/30	0/00	-0/30	0/74	MPI-ESM-MR		
1/13	0/00	0/22	1/13	CanESM2	RCP8.5	
0/37	0/00	-0/26	0/44	GFDL-CM3		
0/28	0/00	-0/30	-0/41	HadGEM2-ES		
0/43	0/00	-0/22	0/56	MIROC5		
0/13	0/00	-0/83	0/92	MPI-ESM-MR		
0/99	0/00	0/17	0/81	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
0/37	0/00	-0/48	-0/33	HadGEM2-ES		
0/62	0/00	0/48	0/24	CanESM2	RCP4.5	
0/58	0/00	-0/57	0/92	GFDL-CM3		
0/02	0/00	-0/61	-0/47	HadGEM2-ES		
-0/10	0/00	-0/43	-0/06	MIROC5		
0/72	0/00	-0/39	1/05	MPI-ESM-MR		
2/19	0/00	0/65	1/90	CanESM2	RCP8.5	
0/32	0/00	-0/74	0/37	GFDL-CM3		
0/33	0/00	-0/48	-0/25	HadGEM2-ES		
-0/29	0/00	-0/43	0/53	MIROC5		
0/68	0/00	-0/65	1/38	MPI-ESM-MR		



شکل ۶-۱۰ نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی جزیره لاوان

ذ- ایستگاه هواشناسی همدیدی میناب

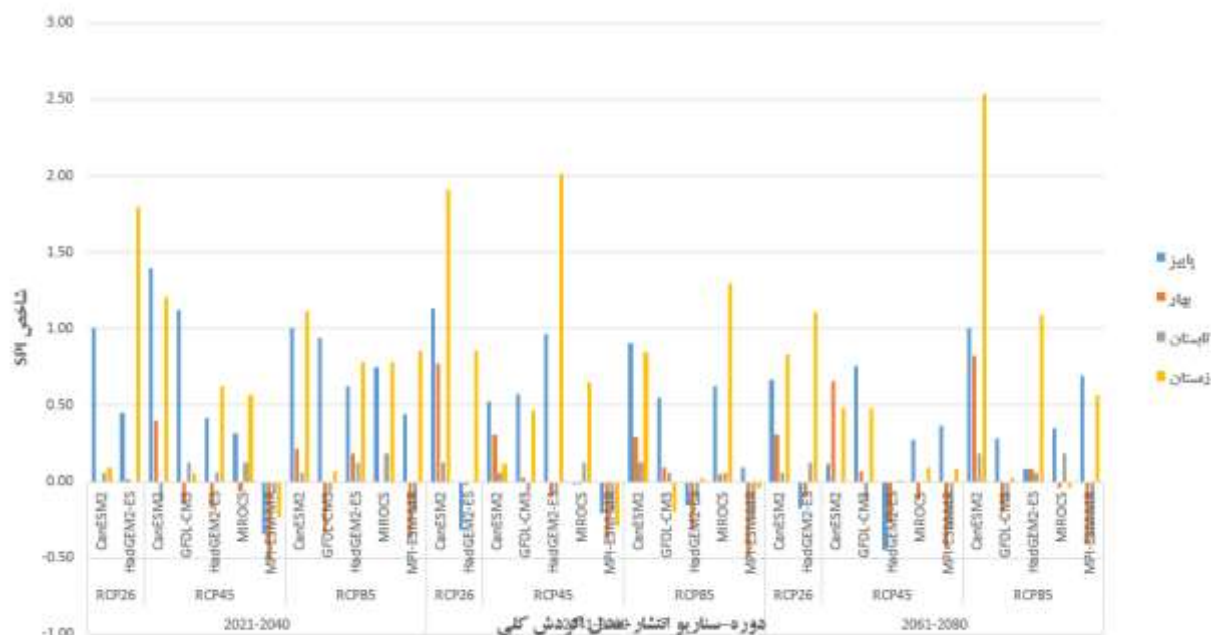
طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک سالی SPI در ایستگاه میناب نشان می دهد که در غالب مدل های مورد بررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد نزدیک به نرمال تا ترسالی بسیار شدید قرار دارد بدین ترتیب که در مدل CanESM2 در دوره های ۲۰۲۱-۲۰۶۰ به ترتیب در فصل زمستان و پاییز در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۰ فصل زمستان و پاییز بیشترین شاخص SPI برآورد گردیده است.

جدول ۶-۱۱ شاخص خشک سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی میناب

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تابستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	1/01	0/00	0/06	0/09
		HadGEM2-ES	0/45	0/01	0/00	1/80
	RCP4.5	CanESM2	1/40	0/40	-0/13	1/21
		GFDL-CM3	1/12	-0/15	0/13	0/05
		HadGEM2-ES	0/42	-0/17	0/06	0/63

0/56	0/13	-0/07	0/32	MIROC5		
-0/23	-0/06	-0/51	-0/34	MPI-ESM-MR		
1/12	0/06	0/21	1/01	CanESM2	RCP8.5	
0/06	-0/06	-0/33	0/94	GFDL-CM3		
0/79	0/13	0/19	0/62	HadGEM2-ES		
0/78	0/19	0/00	0/75	MIROC5		
0/86	-0/19	-0/37	0/44	MPI-ESM-MR		
1/92	0/13	0/77	1/13	CanESM2		
0/86	0/00	-0/03	-0/31	HadGEM2-ES		
0/12	0/06	0/31	0/53	CanESM2	RCP4.5	2041-2060
0/47	-0/06	0/03	0/57	GFDL-CM3		
2/01	-0/06	-0/09	0/96	HadGEM2-ES		
0/65	0/13	-0/01	-0/02	MIROC5		
-0/29	-0/19	-0/37	-0/21	MPI-ESM-MR		
0/85	0/13	0/29	0/91	CanESM2		
-0/20	0/06	0/09	0/55	GFDL-CM3		
0/02	-0/13	-0/31	-0/16	HadGEM2-ES		
1/30	0/06	0/05	0/63	MIROC5		
-0/04	-0/25	-0/49	0/09	MPI-ESM-MR		
0/83	0/06	0/31	0/66	CanESM2	RCP2.6	
1/10	0/13	-0/09	-0/17	HadGEM2-ES		
0/48	0/00	0/65	0/12	CanESM2	RCP4.5	
0/49	-0/13	0/07	0/75	GFDL-CM3		
0/00	0/00	-0/27	-0/45	HadGEM2-ES		
0/10	0/00	-0/12	0/27	MIROC5		
0/09	-0/31	-0/44	0/37	MPI-ESM-MR		
2/54	0/19	0/83	1/00	CanESM2		RCP8.5
0/03	-0/13	-0/20	0/29	GFDL-CM3		
1/09	0/06	0/08	0/08	HadGEM2-ES		
-0/04	0/19	-0/04	0/35	MIROC5		

0/56	-0/38	-0/40	0/69	MPI-ESM-MR		
------	-------	-------	------	------------	--	--



شکل ۶-۱۱ نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی میناب

ر-ایستگاه هواشناسی همدیدی پارسین

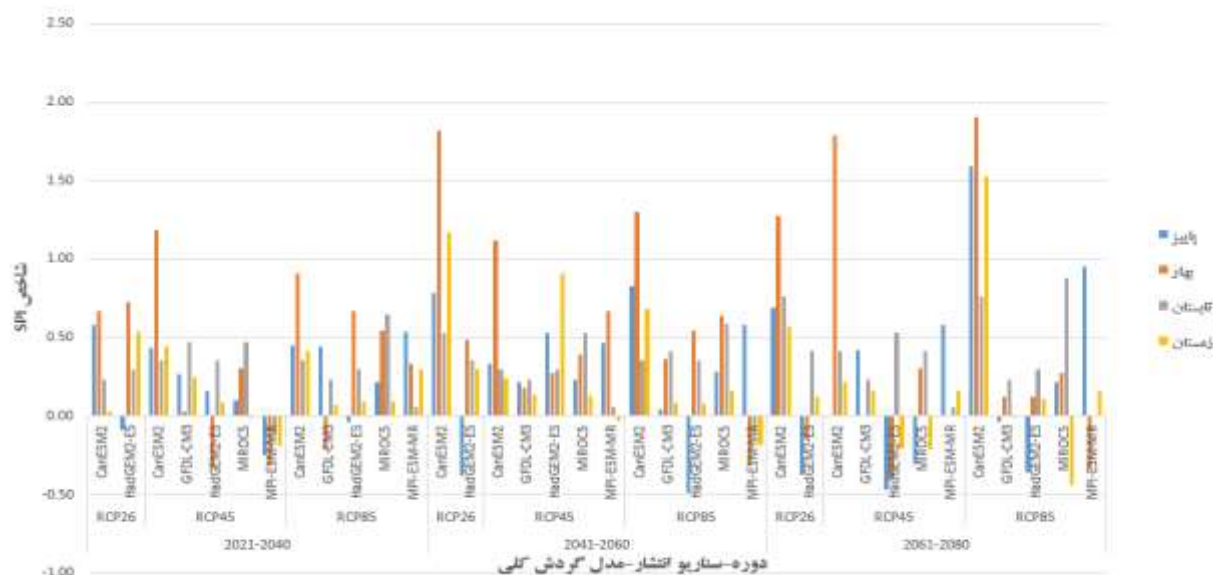
طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک سالی SPI در ایستگاه پارسین نشان می‌دهد که در غالب مدل‌های موردبررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد نزدیک به نرمال تا تر سالی شدید قرار دارد بدین ترتیب که در مدل CanESM2 در دوره‌های ۲۰۶۰-۲۰۲۱ به ترتیب در فصل بهار و زمستان در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۰ فصل بهار و پاییز بیشترین شاخص SPI برآورد گردیده است.

جدول ۶-۱۲. شاخص خشک سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی پارسین

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تابستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	0/58	0/67	0/24	0/03
		HadGEM2-ES	-0/08	0/73	0/29	0/54
	RCP4.5	CanESM2	0/44	1/18	0/35	0/45

0/25	0/47	0/03	0/27	GFDL-CM3		
0/08	0/35	-0/33	0/16	HadGEM2-ES		
-0/01	0/47	0/30	0/10	MIROC5		
-0/19	-0/12	-0/30	-0/25	MPI-ESM-MR		
0/41	0/35	0/91	0/45	CanESM2	RCP8.5	
0/07	0/24	-0/21	0/44	GFDL-CM3		
0/09	0/29	0/67	-0/04	HadGEM2-ES		
0/09	0/65	0/55	0/22	MIROC5		
0/29	0/06	0/33	0/54	MPI-ESM-MR		
1/17	0/53	1/82	0/78	CanESM2	RCP2.6	2041-2060
0/30	0/35	0/48	-0/38	HadGEM2-ES		
0/24	0/29	1/12	0/33	CanESM2	RCP4.5	
0/14	0/24	0/18	0/22	GFDL-CM3		
0/91	0/29	0/27	0/53	HadGEM2-ES		
0/13	0/53	0/39	0/23	MIROC5		
-0/03	0/06	0/67	0/47	MPI-ESM-MR		
0/68	0/35	1/30	0/83	CanESM2	RCP8.5	
0/09	0/41	0/36	0/04	GFDL-CM3		
0/08	0/35	0/55	-0/49	HadGEM2-ES		
0/16	0/59	0/64	0/28	MIROC5		
-0/18	-0/12	-0/30	0/58	MPI-ESM-MR		
0/57	0/76	1/27	0/69	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
0/12	0/41	-0/15	-0/37	HadGEM2-ES		
0/21	0/41	1/79	0/00	CanESM2	RCP4.5	
0/16	0/24	0/00	0/42	GFDL-CM3		
-0/21	0/53	-0/39	-0/47	HadGEM2-ES		
-0/21	0/41	0/30	-0/30	MIROC5		
0/16	0/06	0/00	0/58	MPI-ESM-MR		
1/52	0/76	1/91	1/60	CanESM2	RCP8.5	
-0/01	0/24	0/12	-0/04	GFDL-CM3		

0/10	0/29	0/12	-0/35	HadGEM2-ES		
-0/44	0/88	0/27	0/21	MIROC5		
0/16	0/00	-0/33	0/95	MPI-ESM-MR		



شکل ۶-۱۲ نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی پارسین

ز- ایستگاه هواشناسی همدیدی قشم فرودگاهی

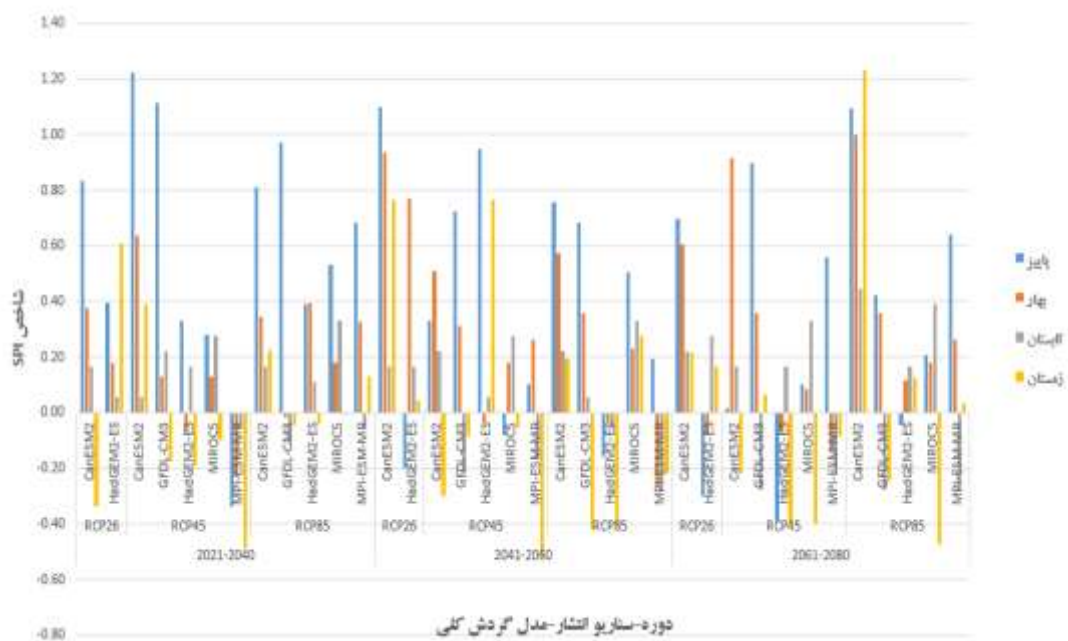
طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک سالی SPI در ایستگاه قشم فرودگاهی نشان می دهد که در غالب مدل های موردبررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد نزدیک به نرمال تا تر سالی شدید قرار دارد بدین ترتیب که در مدل CanESM2 در دوره های ۲۰۶۰-۲۰۲۱ به ترتیب در فصل پاییز و بهار در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۰ فصل زمستان و پاییز بیشترین شاخص SPI برآورد گردیده است.

جدول ۶-۱۳ شاخص خشک سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی قشم دریایی

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تایستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	0/83	0/38	0/17	-0/33
		HadGEM2-ES	0/40	0/18	0/06	0/61

0/39	0/06	0/64	1/22	CanESM2	RCP4.5	
-0/17	0/22	0/13	1/12	GFDL-CM3		
-0/19	0/17	-0/07	0/33	HadGEM2-ES		
-0/10	0/28	0/13	0/28	MIROC5		
-0/49	-0/06	-0/23	-0/34	MPI-ESM-MR		
0/23	0/17	0/34	0/81	CanESM2	RCP8.5	
-0/05	-0/11	-0/02	0/97	GFDL-CM3		
-0/04	0/11	0/39	0/39	HadGEM2-ES		
-0/01	0/33	0/18	0/53	MIROC5		
0/13	-0/06	0/33	0/68	MPI-ESM-MR		
0/77	0/17	0/93	1/10	CanESM2	RCP2.6	2041-2060
0/04	0/17	0/77	-0/20	HadGEM2-ES		
-0/30	0/22	0/51	0/33	CanESM2	RCP4.5	
-0/09	-0/22	0/31	0/73	GFDL-CM3		
0/77	0/06	-0/03	0/95	HadGEM2-ES		
-0/05	0/28	0/18	-0/08	MIROC5		
-0/52	-0/17	0/26	0/10	MPI-ESM-MR		
0/19	0/22	0/57	0/76	CanESM2	RCP8.5	
-0/42	0/06	0/36	0/68	GFDL-CM3		
-0/40	-0/06	-0/03	-0/16	HadGEM2-ES		
0/28	0/33	0/23	0/50	MIROC5		
-0/22	-0/28	-0/26	0/19	MPI-ESM-MR		
0/22	0/22	0/61	0/70	CanESM2	RCP2.6	2061-2080
0/17	0/28	-0/08	-0/30	HadGEM2-ES		
-0/22	0/17	0/92	0/01	CanESM2	RCP4.5	
0/07	-0/28	0/36	0/90	GFDL-CM3		
-0/40	0/17	-0/07	-0/39	HadGEM2-ES		
-0/40	0/33	0/08	0/10	MIROC5		
-0/08	-0/22	-0/13	0/56	MPI-ESM-MR		
1/23	0/44	1/00	1/09	CanESM2	RCP8.5	

-0/25	-0/28	0/36	0/42	GFDL-CM3		
0/12	0/17	0/11	-0/04	HadGEM2-ES		
-0/47	0/39	0/18	0/21	MIROC5		
0/03	-0/28	0/26	0/64	MPI-ESM-MR		



شکل ۶-۱۳ نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی قشم فرودگاهی

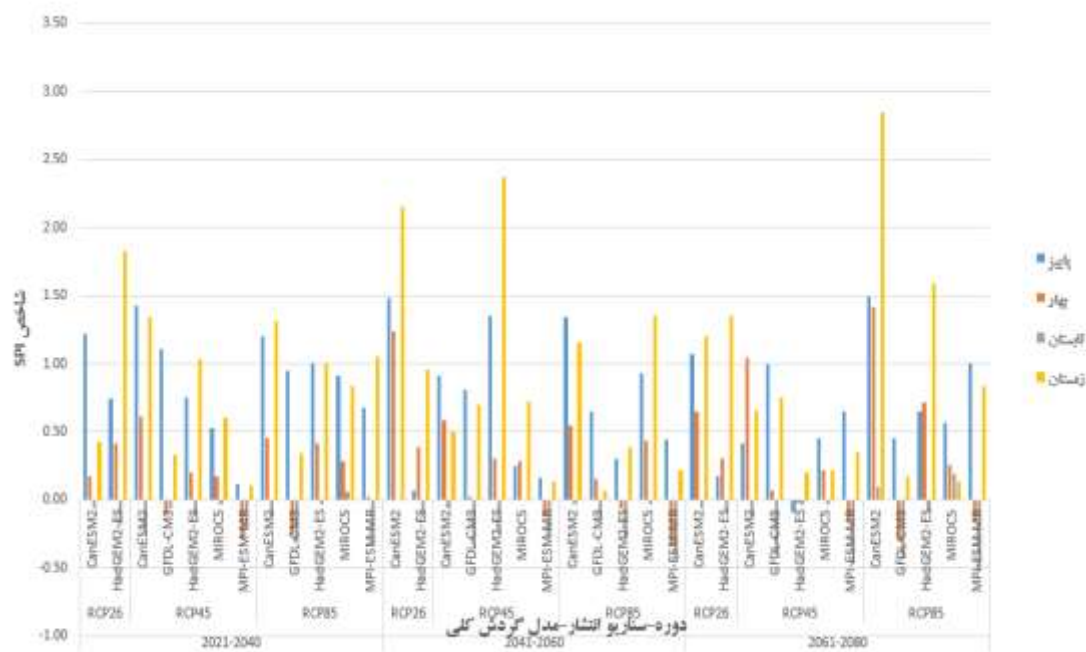
ژ-ایستگاه هواشناسی همدیدی رودان

طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک سالی SPI در ایستگاه رودان نشان می‌دهد که در غالب مدل‌های موردبررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد نزدیک به نرمال تا ترسالی بسیار شدید قرار دارد بدین ترتیب که در مدل CanESM2 در دوره‌های ۲۰۲۱-۲۰۶۰ به ترتیب در فصل زمستان و پاییز در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۰ فصل زمستان و پاییز بیشترین شاخص SPI برآورد گردیده است.

جدول ۶-۱۴ شاخص خشک سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی رودان

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تابستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	1/22	0/17	-0/06	0/43
		HadGEM2-ES	0/74	0/41	-0/19	1/83
	RCP4.5	CanESM2	1/43	0/61	-0/25	1/35
		GFDL-CM3	1/11	-0/11	-0/06	0/33
		HadGEM2-ES	0/75	0/20	-0/13	1/04
		MIROC5	0/53	0/17	-0/03	0/60
		MPI-ESM-MR	0/12	-0/28	-0/22	0/11
			1/20	0/46	-0/13	1/31
	RCP8.5	CanESM2	0/94	-0/26	-0/31	0/34
		GFDL-CM3	1/01	0/41	-0/03	1/00
		HadGEM2-ES	0/91	0/28	0/06	0/84
		MIROC5	0/68	0/02	-0/34	1/05
		MPI-ESM-MR	1/48	1/24	0/00	2/16
2041-2060	RCP2.6	CanESM2	0/07	0/39	-0/13	0/96
		HadGEM2-ES	0/91	0/59	-0/06	0/50
	RCP4.5	CanESM2	0/81	0/02	-0/34	0/70
		GFDL-CM3	1/35	0/30	-0/25	2/37
		HadGEM2-ES	0/25	0/28	0/00	0/72
		MIROC5	0/17	-0/13	-0/28	0/13
		MPI-ESM-MR	1/34	0/54	-0/03	1/15
	RCP8.5	CanESM2	0/65	0/15	-0/16	0/07
		GFDL-CM3	0/30	-0/07	-0/28	0/39
		HadGEM2-ES	0/93	0/43	-0/03	1/35
		MIROC5	0/44	-0/33	-0/44	0/22
		MPI-ESM-MR	1/07	0/65	-0/06	1/20
2061-2080	RCP2.6	CanESM2	0/17	0/30	-0/09	1/35
		HadGEM2-ES	0/41	1/04	-0/13	0/66
	RCP4.5	CanESM2	1/00	0/07	-0/41	0/76
		GFDL-CM3	-0/09	-0/02	-0/03	0/20
		HadGEM2-ES				

0/22	-0/03	0/22	0/45	MIROC5		RCP8.5
0/35	-0/47	-0/15	0/65	MPI-ESM-MR		
2/85	0/09	1/41	1/50	CanESM2		
0/18	-0/44	-0/30	0/46	GFDL-CM3		
1/60	-0/09	0/72	0/65	HadGEM2-ES		
0/14	0/19	0/26	0/56	MIROC5		
0/83	-0/53	-0/15	1/01	MPI-ESM-MR		



شکل ۶-۱۴ نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی رودان

س-ایستگاه هواشناسی همدیدی سیری

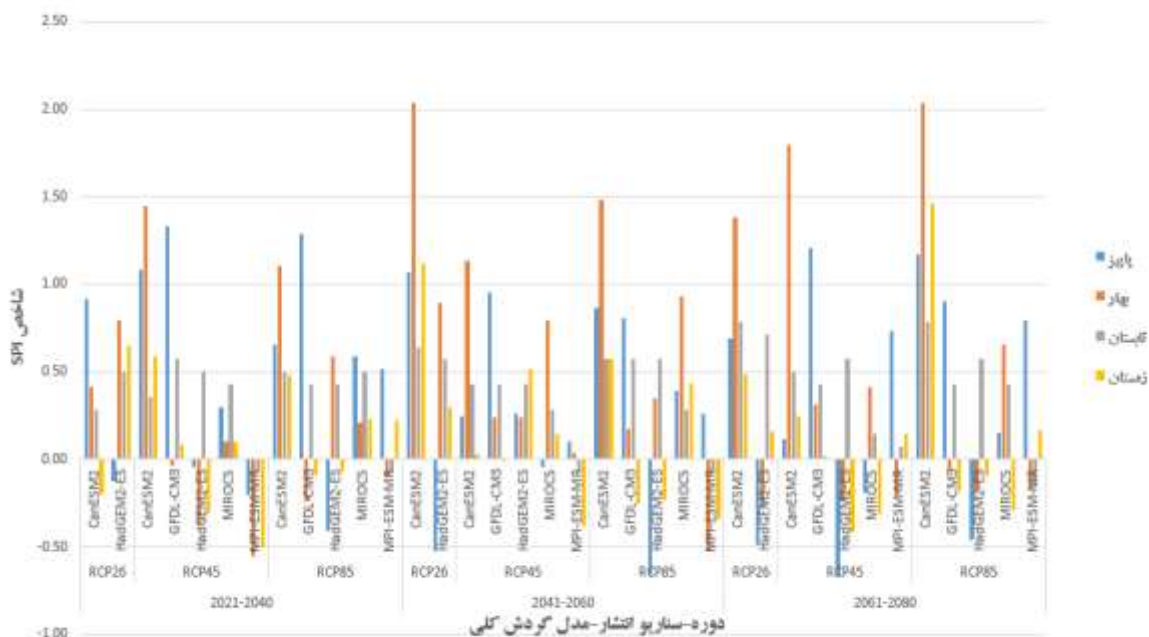
طبق جدول و نمودار ذیل بیشترین شاخص خشک سالی SPI در ایستگاه سیری نشان می‌دهد که در غالب مدل‌های موردبررسی در این پژوهش شاخص SPI در حد نزدیک به نرمال تا ترسالی بسیار شدید قرار دارد بدین ترتیب که در

مدل CanESM2 در دوره‌های ۲۰۶۰-۲۰۲۱ به ترتیب در فصل بهار و پاییز در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۰ فصل بهار و زمستان بیشترین شاخص SPI برآورد گردیده است.

جدول ۶-۱۵ شاخص خشک‌سالی ایستگاه هواشناسی همدیدی سیری

دوره	سناریو انتشار	مدل گردش کلی	پاییز	بهار	تابستان	زمستان
2021-2040	RCP2.6	CanESM2	0/92	0/41	0/29	-0/20
		HadGEM2-ES	-0/13	0/79	0/50	0/64
	RCP4.5	CanESM2	1/08	1/45	0/36	0/59
		GFDL-CM3	1/33	-0/03	0/57	0/09
		HadGEM2-ES	-0/04	-0/38	0/50	-0/30
		MIROC5	0/30	0/10	0/43	0/10
		MPI-ESM-MR	-0/21	-0/55	-0/07	-0/50
		CanESM2	0/66	1/10	0/50	0/48
	RCP8.5	GFDL-CM3	1/29	-0/24	0/43	-0/09
		HadGEM2-ES	-0/41	0/59	0/43	-0/08
		MIROC5	0/59	0/21	0/50	0/23
		MPI-ESM-MR	0/51	-0/10	-0/07	0/22
		CanESM2	1/07	2/03	0/64	1/12
2041-2060	RCP2.6	HadGEM2-ES	-0/52	0/90	0/57	0/29
		CanESM2	0/25	1/14	0/43	0/03
	RCP4.5	GFDL-CM3	0/95	0/24	0/43	-0/01
		HadGEM2-ES	0/26	0/24	0/43	0/52
		MIROC5	-0/04	0/79	0/29	0/15
		MPI-ESM-MR	0/10	0/03	-0/07	-0/38
		CanESM2	0/86	1/48	0/57	0/57
	RCP8.5	GFDL-CM3	0/80	0/17	0/57	-0/25
		HadGEM2-ES	-0/66	0/34	0/57	-0/24
		MIROC5	0/39	0/93	0/29	0/44
		MPI-ESM-MR	0/26	-0/52	-0/07	-0/34
		CanESM2	0/69	1/38	0/79	0/48
2061-2080	RCP2.6	CanESM2				

0/16	0/71	-0/28	-0/49	HadGEM2-ES		
0/25	0/50	1/79	0/12	CanESM2	RCP4.5	
0/02	0/43	0/31	1/21	GFDL-CM3		
-0/41	0/57	-0/24	-0/67	HadGEM2-ES		
-0/31	0/14	0/41	-0/19	MIROC5		
0/15	0/07	-0/21	0/74	MPI-ESM-MR		
1/46	0/79	2/03	1/17	CanESM2		
-0/18	0/43	-0/07	0/90	GFDL-CM3		
-0/10	0/57	-0/17	-0/46	HadGEM2-ES		
-0/29	0/43	0/66	0/15	MIROC5		
0/17	-0/14	-0/17	0/79	MPI-ESM-MR		



شکل ۶-۱۵ نمودار شاخص خشک سالی SPI ایستگاه هواشناسی همدیدی سیری

فصل هفتم

۷. نتیجه گیری و پیشنهادات

۷-۱ نتیجه گیری

برای پیش‌بینی و بررسی بارش و خشکسالی استان هرمزگان طی دوره های آینده (دوره زمانی ۲۰۴۰-۲۰۲۱، ۲۰۴۱-۲۰۶۰ و ۲۰۸۰-۲۰۶۱، ۵ مدل گردش عمومی جو شامل مدل‌های MPI-CanESM2، HadGEM2-ES، MIRO C5 و GFDL-CM3، ESM-MR، RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 قابل‌دسترس در LARS-WG6 بکار گرفته شدند. خروجی مدل‌های گزارش پنجم با استفاده از شاخص‌های ضریب تعیین R^2 ، میانگین مربعات خطا (MSE) و مجذور مربعات خطا (RMSE) ارزیابی گردید.

ارزیابی خروجی LARS-WG6 در دوره مشابه اقلیمی نشان داد که به دلیل اینکه پارامتر دمای کمینه و بیشینه توزیع یکسانی در طی روزهای سال دارند، در کلاس ارزیابی بسیار مناسب تا مناسب و برای پارامتر بارش به دلیل عدم توزیع یکنواخت در طول سال در کلاس ارزیابی مناسب تا متوسط طبقه‌بندی می‌شوند.

نتایج بررسی‌های تغییرات پارامترهای اقلیمی با مدل‌های گزارش پنجم در تمام دوره‌ها حاکی از افزایش دماهای کمینه و بیشینه در تمام این مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در دوره‌های آینده است. این نتایج نشان می‌دهد هرچه از دوره پایه فاصله بگیریم میزان تغییرات دما افزایش می‌یابد. بیشترین تغییرات دمای بیشینه در اکثر ایستگاه‌های استان هرمزگان، مربوط به مدل HadGEM2-ES با سناریو RCP8.5 و دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ می‌باشد. میزان افزایش در دمای کمینه در غالب مدل‌ها نسبت به دمای بیشینه سالانه در طی ۲۰ تا ۸۰ سال آینده بیشتر بوده و بیانگر آن است که افزایش در دمای استان هرمزگان بیشتر متأثر از افزایش در دمای کمینه آن خواهد بود تا دمای بیشینه، که با نتایج عباسی و همکاران (۱۳۸۹) در ارزیابی تأثیر تغییر اقلیم بر دمای ایران در دهه‌های آینده و نتایج پژوهش جعفری گدنه و همکاران (۱۳۹۹) در مورد پیش‌بینی مقایسه‌ای بارش و دمای شهرستان کرمان بیان کردند، مطابقت دارد. در کلیه ایستگاه‌های هواشناسی استان هرمزگان بیشترین افزایش بارندگی در مدل CanESM2 با سناریو RCP8.5 در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ پیش‌بینی شده است. در حالی که مدل MPI-ESM-MRS با سناریو RCP4.5 در ایستگاه‌های بندرعباس، بندرلنگه، بشاگرد، جاسک، میناب، قشم فرودگاهی و قشم دریایی در دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۱ کاهش بارندگی را نشان می‌دهد.

سناریوهای بکار رفته در این پژوهش، سناریوهای جدید RCP به‌عنوان نماینده‌های خطوط سیر غلظت‌های گوناگون گازهای گلخانه‌ای بر اساس سناریوهای اقلیمی هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (که در تدوین گزارش پنجم

ارزیابی خود AR5 از استفاده کرده است) می‌باشد. در این پژوهش جهت بررسی تغییرات بارشی در استان هرمزگان، از سناریوهای RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 استفاده گردیده است. مطابق سناریوی خوش‌بینانه تغییرات بارشی استان هرمزگان به‌صورت افزایشی بوده و این افزایش بارش در ناحیه شرق و شمال شرق نسبت به دوره پایه بیشتر خواهد بود. بر این اساس بیشترین افزایش در دوره ۲۰۴۱-۲۰۶۰ روی می‌دهد که این افزایش در شرق و شمال شرق (به‌ویژه شهرستان رودان) بیشتر خواهد بود. در این سناریو کمترین میزان افزایش باران در نواحی مرکزی و جزایر و قسمتی از غرب استان رخ می‌دهد. بر اساس سناریو خوش‌بینانه تا متوسط، واداشت تابشی ناشی از گازهای گلخانه‌ای قبل از سال ۲۱۰۰ در مقدار ۴/۵ وات بر مترمربع ثابت می‌ماند. بر اساس این سناریو تغییرات بارشی استان هرمزگان با توجه به یافته‌های تحقیق افزایشی بوده و این افزایش بارش در ناحیه شرق و شمال شرق نسبت به دوره پایه بیشتر بوده و در مرکز و شمال استان بارش دارای تغییرات کمتری خواهد بود. بیشترین افزایش بارش در دوره ۲۰۴۱-۲۰۶۰ به میزان ۴-۶۴ میلی‌متر در ایستگاه‌های استان متغیر بوده و این افزایش در شرق و شمال شرق (شهرستان رودان) به میزان ۶۴ میلی‌متر است. در این سناریو کمترین میزان افزایش باران در نواحی مرکزی و شمال و بخشی از غرب استان در شهرستان پارسیان رخ خواهد داد. مطابق سناریوی بدبینانه، بدون اتخاذ هیچ‌گونه سیاست‌های کاهش آثار و مقابله با پیامدهای اقلیم، آب‌وهوای کره زمین در خط سیر سناریوی انتشار RCP 8.5 پیش خواهد رفت. به‌طوری‌که ادامه این روند منجر به واداشت تابشی به میزان ۸/۵ وات بر مترمربع در سال ۲۱۰۰ می‌گردد. در این هنگام غلظت دی‌اکسید کربن به ۱۰۰۰ ppm رسیده و همچنان روند افزایشی را خواهد داشت. با توجه به این سناریو تغییرات بارشی استان هرمزگان به‌صورت افزایشی بوده و این افزایش بارش در ناحیه شرق و شمال شرق نسبت به دوره پایه بیشتر خواهد بود. بر این اساس بیشترین افزایش در دوره ۲۰۴۱-۲۰۸۰ به میزان ۹۰-۱۳ میلی‌متر در ایستگاه‌های استان متغیر بوده و این افزایش در شرق و شمال شرق (شهرستان رودان) به میزان ۹۰ میلی‌متر است. در این سناریو کمترین میزان افزایش باران در شهرستان بندر خمیر و جزایر و قسمتی از غرب استان رخ خواهد داد. در این سناریو میزان بارش در شهرستان بستک افزایش قابل‌ملاحظه‌ای دارد.

پس از شبیه‌سازی عناصر اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان هرمزگان توسط LARS WG، نتایج بررسی‌های تغییرات پارامترهای اقلیمی با مدل‌های گزارش پنجم طی دوره‌های ۲۰۴۰-۲۰۲۱، ۲۰۶۰-۲۰۴۱ و ۲۰۸۱-۲۰۶۱ با سناریوهای اقلیمی RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 به تفکیک هر ایستگاه برآورد گردید.

شاخص خشک‌سالی SPI در ایستگاه‌های استان هرمزگان در فصول مختلف نشان داد که بیشترین شاخص SPI در فصل بهار مربوط به مدل CanESM2، در فصل تابستان مربوط به مدل MIRO C5، در فصل پاییز مربوط به مدل CanESM2 و در فصل زمستان مربوط به مدل CanESM2 می‌باشد. همچنین بررسی سناریوهای مختلف اقلیم نشان می‌دهد که در سناریو RCP2.6 شاخص SPI در ایستگاه ابوموسی با ترسالی بسیار شدید در دوره ۲۰۴۱-۲۰۶۰ با مدل CanESM2 و در فصل بهار، سناریو RCP4.5 شاخص SPI در ایستگاه ابوموسی با ترسالی بسیار شدید در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با مدل CanESM2 و در فصل بهار، و همچنین در سناریو RCP8.5 شاخص SPI در ایستگاه ابوموسی با ترسالی بسیار شدید در دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با مدل CanESM2 و در فصل بهار برآورد گردیده است. برآوردهای شاخص SPI در دوره‌های آینده نشان می‌دهد که در فصل بهار تمام ایستگاه‌های هواشناسی در مدل‌های مختلف اقلیمی در حد نرمال قرار دارند. همچنین در فصل تابستان (به‌جز ایستگاه بشاگرد با مدل MPI-ESM-MR با سناریو بدبینانه دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱) در حد نرمال قرار می‌گیرند. در فصل پاییز و زمستان شاخص SPI در حد نرمال تا بسیار شدید برآورد گردید.

۲-۷ بررسی فرضیات تحقیق

۱. دوره‌های خشک‌سالی اقلیم آینده در استان هرمزگان در غالب مدل‌های اقلیمی مورد مطالعه افزایشی است. با توجه به نتایج تحقیق شامل مدل‌ها، جداول و نمودارها، شاخص خشک‌سالی SPI در ایستگاه‌های استان هرمزگان در فصول مختلف، برآوردهای شاخص SPI در دوره‌های آینده نشان می‌دهد که در فصل بهار تمام ایستگاه‌های هواشناسی در مدل‌های مختلف اقلیمی در حد نرمال قرار دارند. همچنین در فصل تابستان (به‌جز ایستگاه بشاگرد با مدل MPI-ESM-MR با سناریو بدبینانه دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱) در حد نرمال قرار می‌گیرند. در فصل پاییز و زمستان شاخص SPI در حد نرمال تا بسیار شدید برآورد گردید. بنابراین فرض صفر رد شده و فرض یک مبنی بر عدم خشک‌سالی در دوره‌های آینده در استان هرمزگان پذیرفته می‌شود.

۲. پارامتر دمای بیشینه در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه در غالب سناریوهای مختلف افزایشی است.

۳. پارامتر دمای کمینه در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه در غالب سناریوهای مختلف افزایشی است.

نتایج بررسی‌های تغییرات پارامترهای اقلیمی با مدل‌های گزارش پنجم در تمام دوره‌ها حاکی از افزایش دماهای کمینه و بیشینه در تمام این مدل‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی در دوره‌های آینده است، و هرچه از دوره پایه فاصله بگیریم میزان تغییرات دما افزایش می‌یابد. بیشترین تغییرات دمای بیشینه با مدل HadGEM2-ES با سناریو RCP8.5 دوره ۲۰۸۰-۲۰۶۱ در غالب ایستگاه‌های استان هرمزگان می‌باشد. بر این اساس فرضیه صفر پذیرفته شده و فرضیه یک رد می‌گردد.

۴. پارامتر بارش سالانه در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه در غالب سناریوهای مختلف کاهش‌ی است.

مطابق سناریوی خوش‌بینانه، خوش‌بینانه تا متوسط و بدبینانه تغییرات بارشی استان هرمزگان با توجه به صورت افزایشی بوده و این افزایش بارش در ناحیه شرق و شمال شرق نسبت به دوره پایه بیشتر خواهد بود. در این سناریو کمترین میزان افزایش باران در نواحی مرکزی و جزایر و قسمتی از غرب استان رخ می‌دهد. با توجه به یافته‌های تحقیق فرض صفر (کاهش بارش سالانه ایستگاه‌های استان هرمزگان) رد شده و فرض یک مبنی برافزایش بارش سالانه ایستگاه‌های مذکور پذیرفته می‌شود.

۳-۷ پیشنهادها

۱. با توجه به وقوع پدیده‌های حدی در کشور و وارد آمدن خسارات فراوان هر ساله به‌ویژه وقوع پدیده‌های حدی نظیر بارش‌های سیلابی و نیز خشک‌سالی در استان هرمزگان، انجام تحقیقات مشابه بر روی این پدیده‌های هواشناسی، که باعث کمک‌های شایانی به مسئولین مربوطه خواهد شد، پیشنهاد می‌گردد.

۲. پیشنهاد می‌گردد علاوه بر استفاده از روش‌های مختلف ریزمقیاس‌نمایی آماری، از مدل‌های ریزمقیاس‌نمایی دینامیکی برای شبیه‌سازی و پیش‌یابی پارامترهای اقلیمی آینده استفاده شده و سپس نتایج خروجی مدل‌های آماری و دینامیکی باهم مقایسه شوند.

۳. با توجه به اینکه خشک‌سالی در پهنه گسترده در منطقه اثر می‌گذارد، پیشنهاد می‌گردد، علاوه بر استفاده از ایستگاه‌های همدیدی، از تصاویر ماهواره جهت استخراج پارامترهای اقلیمی موردنیاز جهت برآورد خشک‌سالی در نقاط فاقد ایستگاه نیز استفاده گردد.

۴. با توجه به نتایج قابل قبول پژوهش، پیشنهاد می‌گردد در قالب طرحی، در سطح استان بررسی گردد.

۵. با انجام تحقیقات مشابه، الگوهای مؤثر بر سایر پارامترهای هواشناسی از جمله میزان تشعشع و ساعت آفتابی، موردبررسی قرار گیرد.

منابع:

۱. اخوان، سمیرا، دلاور، نسرین (۱۳۹۵). ارزیابی دقت داده های CFSR و مدل LARS-WG در شبیه سازی پارامتر های اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری. پژوهشهای جغرافیای طبیعی (پژوهش های جغرافیایی)، ۴۸(۲)، ۳۲۱-۳۳۴.

۲. باباییان، ایمان، نجفی نیک، زهرا، زابل عباسی، فاطمه، حبیبی نوخندان، مجید، ادب، حامد، ملبوسی، شراره (۱۳۸۸). ارزیابی تغییر اقلیم کشور در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ میلادی با استفاده از ریزمقیاس نمایی داده های مدل گردش عمومی جو ECHO-G. جغرافیا و توسعه، ۷(پیاپی ۱۶)، ۱۵۲-۱۳۵.

۳. بdaq جمالی، جواد، جوانمرد، سهیلا، شیرمحمدی، رضا (۱۳۸۱). پایش و پهنه بندی وضعیت خشکسالی استان خراسان با استفاده از نمایه استاندارد شده بارش. تحقیقات جغرافیایی، ۱۷(۴) (پیاپی ۶۷)، ۲۱-۴.

۴. پاپلی یزدی، محمد حسین، جلالی، عباس (۱۳۷۸)، آیین های باران خواهی در زمان خشکسالیها، فصلنامه ی تحقیقات جغرافیایی ویژه ی هوا اقلیم، شماره ی ۵۴، صص ۱۷۶-۱۸۷. پایگاه اطلاع رسانی سامانه ی خشکسالی، ۱۳۸۹.
۵. جعفری گدنه، میثم، سلاجقه، علی، حقیقی، پارسا (۱۳۹۹). پیش بینی مقایسه ای بارش و دمای شهرستان کرمان با استفاده از مدل های WG6-LARS، مجله هیدرو اکولوژی، دوره ۷، شماره ۲، ص ۵۳۶.
۶. جهانگیر، محمد حسین، جهان پناه، مریم، ابوالقاسمی، مهناز (۱۳۹۹). پیش بینی وضعیت خشکسالی برای دوره های آتی با استفاده از مدل LARS-WG (مطالعه موردی: ایستگاه شیراز). محیط زیست و مهندسی آب، ۶(۱)، ۶۹-۸۲.
۷. خلیلی اقدم، نبی، مساعدی، ابوالفضل، سلطانی، افشین، کامکار، بهنام (۱۳۹۱). ارزیابی توانایی مدل LARS-WG در پیش بینی برخی از پارامترهای جوی سندج. پژوهش های حفاظت آب و خاک (علوم کشاورزی و منابع طبیعی)، ۱۹(۴)، ۸۵-۱۰۲.
۸. خسروی، محمود، موقری، علیرضا، منصوری دانشور، محمدرضا (۱۳۹۱). ارزیابی شاخص های PNI, RAI, SIP و SPI برای پهنه بندی شدت خشکسالی ایران با مقایسه دو روش درون یابی IDW و مدل ارتفاعی رقومی DEM. جغرافیا و پایداری محیط (پژوهشنامه جغرافیایی)، ۲(۵).
۹. خورشید دوست، علی محمد، قویدل رحیمی، یوسف (۱۳۸۳)، مقدمه های بر اصول فلسفی، نظریه ها و مفاهیم نوین آب و هواشناسی، فضای جغرافیایی، شماره ۱۲، صص ۱-۲۳.
۱۰. رحیم زاده، فاطمه، اکرم هدایت دزفولی (۱۳۹۰)، ارزیابی روند و جهش نمایه های حدی دما و بارش در استان هرمزگان، فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره 21، صص ۹۷-۱۱۶.
۱۱. رضانی پور، مهرداد (۱۳۹۷). پیش بینی اثر تغییر آب و هوایی بر شاخص های اقلیم-کشاورزی و عملکرد برنج مطالعه موردی: مناطق شمال ایران. برنامه ریزی منطقه ای، ۸(۳۲)، ۶۹-۸۰.
۱۲. روشن، غلامرضا، محمدنژاد، آروق (۱۳۹۱)، پیش بینی تغییرات هیدرولوژیکی تراز آب دریاچه ارومیه با رویکرد به طرح های فرضی متفاوت گرمایش جهانی در دهه های آینده، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۳، صص ۶۹-۸۸.
۱۳. صبحی، راضیه، بارانی، حسین، خداقلی، مرتضی، عابدی سروستانی، احمد، طهماسبی، اصغر (۱۳۹۸). بررسی روند گذشته و پیش بینی متغیرهای اقلیمی در منطقه سمیرم. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۱۱۲-۱۲۸.

۱۴. عباسی، فاطمه، بابایان، ایمان، ملبوسی، شراره، اثری، مرتضی، مختاری، لیلی گلی (۱۳۹۱). ارزیابی تغییر اقلیم ایران در دهه های آینده (۲۰۲۵ تا ۲۱۰۰ میلادی) با استفاده از ریز مقیاس نمایی داده های مدل گردش عمومی جو. تحقیقات جغرافیایی، ۲۷(۱) (پیاپی ۱۰۴)، ۲۰۵-۲۳۰.
۱۵. عباسی، فاطمه، بابائیان، ایمان، گلی مختاری، لایلا؛ ملبوسی، شراره (۱۳۸۹). ارزیابی تأثیر تغییر اقلیم بر دما و بارش ایران در دهه های آینده، با کمک مدل SCENGEN-MAGICC، مجله پژوهش های جغرافیایی، دوره ۴۲، شماره ۷۲، ص ۱۰۷.
۱۶. عزیزی، قاسم (۱۳۸۳)، تغییر اقلیم، نشر قومس.
۱۷. عساکره، حسین (۱۳۸۶)، تغییر اقلیم، انتشارات دانشگاه زنجان، ص ۳۲.
۱۸. عساکره، حسین (۱۳۹۲)، تحلیل روند موسم های خشک و تر در شهر زنجان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۳۱، ص ۴۷-۵۶.
۱۹. کریمی، مهشید، شاهی، کاکا، بایزیدی، مطلب (۱۳۹۲)، تحلیل خشکسالی هیدرولوژیکی با روش حد آستانه ثابت (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کرخه)، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز سال ششم، شماره ۱۱، بهار و تابستان ۱۳۹۴.
۲۰. گل محمدی، مریم، مساح بوانی، علیرضا (۱۳۹۰). بررسی تغییرات شدت و دوره بازگشت خشکسالی حوضه قره سو در دوره های آتی تحت تاثیر تغییر اقلیم. آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵(۲)، ۳۱۵-۳۲۶.
۲۱. مشکاتی، امیرحسین، کردجری، محمد، بابایان، ایمان (۱۳۸۹). بررسی و ارزیابی مدل Lars-WG در شبیه سازی داده های هواشناسی استان گلستان در دوره ۲۰۰۷-۱۹۹۳ میلادی. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، جلد ۱۶، شماره ۱۹، زمستان ۱۳۸۹، ۹۶-۸۱.
۲۲. گودرزی، مسعود، خسروانیان، جهانتاب، حجازی، سید اسداله (۱۳۹۴). کاربرد مدل LARS-WG در پیش بینی پارامترهای هواشناسی حوضه قره سو. فضای جغرافیایی، ۱۵(۵۱)، ۲۶۳-۲۷۹.
۲۳. قاسمی، الهه، فتاحی، ابراهیم، بابائی، ام السلیمه، ۱۳۹۲، تحلیل روند نمایه های حدی دما و بارش شمالغرب ایران در دوره ۲۰۴۰-۲۰۱۱، اولین کنفرانس ملی هیدرولوژی مناطق نیمه خشک،
<https://civilica.com/doc/233412>، سندج،
۲۴. مروت، سیدعلی اصغر، ابراهیمی، حسین، بخش کلارستانی، کیومرث (۱۳۹۲). ارزیابی شرایط تغییر اقلیم و اثر آن بر روی تقویم زراعی کشت گندم در مشهد. یافته های نوین کشاورزی، ۷(۴) (۲۸)، ۳۵۴-۳۳۹.
۲۵. مساعدی، ابوالفضل، خلیلی زاده، مجتبی، محمدی استادکلاویه، امین (۱۳۸۷)، پایش خشک سالی، هواشناسی در سطح استان گلستان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۵، شماره ۲، ص ۸-۱.

۲۶. مشکاتی، امیرحسین، کردجزی، محمد، باباییان، ایمان (۱۳۸۹). بررسی و ارزیابی مدل Lars-WG در شبیه سازی داده های هواشناسی استان گلستان در دوره ۲۰۰۷-۱۹۹۳ میلادی. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، جلد ۱۶، شماره ۱۹، زمستان ۱۳۸۹، ۸۱-۹۶.
۲۷. منہاج، محمد، باقر. ۱۳۸۴. مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی)، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ سوم، ج ۷۱۲، ص.
۲۸. مؤمنی، منصور. ۱۳۸۷. تحلیل آماری با استفاده از SPSS. انتشارات کتاب نو، ۳۰۰.
۲۹. نبی بید هندی، غلامرضا (۱۳۸۷)، مفاهیم و پیامدهای تغییر آب‌وهوا، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳.

30. Babaei Fini A, Qasemi A, Fatahi A. Investigating the Impact of Climate Change on the Trend of Iran Earth's Limit Rainfall Profiles. *Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards*. 2014; 1(3): 103-85. [Persian].
31. Bayatvarkeshi, M., Zhang, B., Fasihi, R., Adnan, R. M., Kisi, O., & Yuan, X. (2020). Investigation into the Effects of Climate Change on Reference Evapotranspiration Using the HadCM3 and LARS-WG. *Water*, 12(3), 666.
32. Chen, H., Guo, J., Zhang, Z., & Xu, C. Y. (2013). Prediction of temperature and precipitation in Sudan and South Sudan by using LARS-WG in future. *Theoretical and Applied Climatology*, 113(3-4), 363-375.
33. Dahal, N.; Shrestha, U.; Tuitui, A.; Ojha, H. Temporal Changes in Precipitation and Temperature and their Implications on the Streamflow of Rosi River. *Cent. Nepal Clim*. 2018, 7, 3
34. Gaitán, E., Monjo, R., Pórtolés, J., & Pino-Otín, M. R. (2019). Projection of temperatures and heat and cold waves for Aragón (Spain) using a two-step statistical downscaling of CMIP5 model outputs. *Science of The Total Environment*, 650, 2778-2795.
35. Hassan, Z.; Shamsudin, S.; Harun, S. Application of SDSM and LARS-WG for simulating and downscaling
36. IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis; Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (AR5); Cambridge University Press: New York, NY, USA, 2013; p. 1535
37. IPCC-TGCIA (1999) Guidelines on the Use of Scenario Data for Climate Impact and Adaptation Assessment, Version 1. Intergovernmental Panel on Climate Change, 69 p.
38. IPCC-TGCIA (2007) General Guidelines on the Use of Scenario Data for Climate Impact and Adaptation Assessment. Version 1, 312, Intergovernmental Panel on Climate Change, 66 p.
39. Karimi M, Nabizadeh A. Evaluation of Climate Change Impacts on Climate Parameters of Lake Urmia Watershed during 2040-2011 Using LARS-WG Model. *Journal of Geography and Planning*. 2018; 22(65): 285-267. [Persian].
40. Mohammadzadeh, N., Amiri, B. J., Endergoli, L. E., & Karimi, S. (2019). Coupling Tank Model and Lars-Weather Generator in Assessments of the Impacts of Climate Change on Water Resources. *Slovak Journal of Civil Engineering*, 27(1), 14-24.
41. Molanezhad, M. (2017) Statistical modeling of the association between pervasive precipitation anomalies in Southern Alburz and global ocean-atmospheric patterns. *Pollution*, 3(1), pp. 167-174.
42. Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., Van Vuuren, D. P., Carter, T. R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G. A. (2010) The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463(7282), p. 747.

43. Nakicenovic, N., Alcamo, J., Grubler, A., Riahi, K., Roehrl, R. A., Rogner, H. H., Victor, N. (2000) Special report on emissions scenarios (SRES), a special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
44. Nkomozepe, T. and Chung, S.O. (2013) Uncertainty of Simulated Paddy Rice Yield using LARS-WG Derived Climate Data in the Geumho River Basin, Korea. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers*, 55, 55-63.
45. *Theoretical and Applied Climatology*. (2014). volume 116, p243–257.
46. Osman, Y., Al-Ansari, N., Abdellatif, M., Aljawad, S.B. and Knutsson, S. (2014) Expected Future Precipitation in Central Iraq Using LARS-WG Stochastic Weather Generator. *Engineering*, 3, 948-959.
47. Parry, M., Canziani, O., Palutikof, J., van der Linden, P. & Hanson, C. (2007) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 1st edition, Cambridge University Press.
48. Sha, J., Li, X., & Wang, Z. L. (2019). Estimation of future climate change in cold weather areas with the LARS-WG model under CMIP5 scenarios. *Theoretical and Applied Climatology*, 137(3-4), 3027-3039.
49. Shagega, F. P., Munishi, S. E., & Kongo, V. M. (2019). Prediction of future climate in Ngerengere river catchment, Tanzania. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 112, 200-209.
50. Singh, D.; Jain, S.K.; Gupta, R.D. Trend in observed and projected maximum and minimum temperature over N-W Himalayan basin. *J. Mt. Sci.* 2015, 12, 417–433.
51. Vallam, P., & Qin, X. S. (2018). Projecting future precipitation and temperature at sites with diverse climate through multiple statistical downscaling schemes. *Theoretical and Applied Climatology*, 134(1-2), 669-688.
52. van Beek, L.P.H.; Konz, M.; Shrestha, A.B.; Bierkens, M.F.P. Hydrological response to climate change in a glacierized catchment in the Himalayas. *Clim. Chang.* 2012, 110, 721–736.
53. Weiss, A., Hays, C.J. and Won, J. (2003) Assessing Winter Wheat Responses to Climate Change Scenarios: A Simulation Study in the U.S. Great Plains. *Climatic Change*, 58, 119-147.
54. Wilby, R. L. and C. W. Dawson. (2002). SDSM-a decision support tool for the assessment of regional climate change impacts. *Environmental Modelling & Software*, 17(2), 145-157.
55. Hang jian,T.,Riuang,c.,Jiung,H.2016.Decadal Winter drought in south West china since the late 1990 and its atmospheric teleconnection.*International Jornal of climatology*.37(1),pp 455-467
56. Hossein Tabari, Parisa Hosseinzadeh Talaei (2011), Temporal variability of precipitation over Iran: 1966–2005 *Journal of Hydrology*, Volume 396, Issues 3– 4, 13 January 2011, Pages 313-320.
57. <http://appliedclimatology.blogfa.com>
58. <http://www.appliedclimatology.blogfa.com>
59. http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/teleconnections.shtml
60. <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/>
61. <http://www.tehranweather.i>

Abstract

Projection and simulation of climatic parameters for determining the drought indices of future climate in Hormozgan province using LARS-WG model

Precipitation is one of the most important meteorological factors that its decrease compared to normal amounts in a period of time causes drought. In this study, statistical microscale methods were used to project and simulate climatic parameters to determine future drought indices of Hormozgan province using the LARS-WG model. For this study, climatic data of synoptic stations of Hormozgan province as well as 5 models of general atmospheric circulation including CanESM2, HadGEM-ES2, MPI-ESM-MR, GFDL-CM3 and MIROC5 with RCP2.6, RCP4.5 and RCP8.5 scenarios were used. The capability of the fifth report models was evaluated using coefficient of determination, mean square error (MSE) and root-mean-square error (RMSE). The results of evaluating the data generated in the LARS-WG model with climatic data showed that the highest coefficients of determination are related to the parameters of minimum and maximum temperatures (99%) and precipitation (94%), respectively. The results of studies of changes in climate parameters with the models of the fifth report in all periods indicate an increase in minimum and maximum temperatures in all these models in different climatic scenarios in future periods, and as we move away from the base period 2040-2021, the rate of temperature changes increases. The highest temperature changes in the most stations of Hormozgan province were related to HadGEM2-ES model with RCP8.5 scenario in 2061-2080 period. The rate of increase in minimum temperature in most models is higher than the annual maximum temperature over the next 20 to 80 years and indicates that the increase in temperature in Hormozgan province will be more affected by the increase in minimum temperature. Examination of the results of different climatic scenarios shows that according to the optimistic scenario, precipitation changes in Hormozgan province are increasing and this increase in precipitation in the east and northeast will be more than the base period. Accordingly, the largest increase will occur in the period 2060-2041, which will be greater in the east and northeast (especially the city of Rudan). In this scenario, the least amount of rainfall occurs in the central areas and islands and part of the west of the province. According to the optimistic to moderate scenario, precipitation changes in Hormozgan province are increasing and this increase in precipitation in the east and northeast is more than the base period and in the center and north of the province precipitation will be less. The highest increase in precipitation in the period 2060-2041 by 4-64 mm varies in the stations of the province and this increase is in the east and northeast (Rudan city) by 64 mm. In this scenario, the least amount of rain will occur in the central and northern areas and part of the west of the province in Parsian city. According to the pessimistic scenario, the precipitation changes in Hormozgan province are increasing and this increase in precipitation in the east and northeast will be more than the base period. Accordingly, the highest increase in the period 2080-2061 is 13-90 mm in the stations of the province and this increase is 90 mm in the east

and northeast (Rudan city). In this scenario, the least amount of rain will occur in Bandar Khamir city and the islands and part of the west of the province. In this scenario, the amount of rainfall in Bastak city increases significantly. SPI drought index in Hormozgan province stations in different seasons showed that the highest SPI index in spring is related to CanESM2 model, in summer is related to MIRO C5 model, in autumn is CanESM2 model and in winter is CanESM2 model. Estimates of the SPI index in future periods show that in the spring all meteorological stations in different climatic models are in the normal range. Also in summer (except for Bashagard station with MPI-ESM-MR model with a pessimistic scenario of 2061-2080 period) are normal. In autumn and winter, the SPI index was estimated to be normal to very severe.

Keywords: Climate change - Precipitation - Modeling - Hormozgan province – LARS-WG model

Atmospheric Science & Meteorological Research Center

Title of report

Projection and simulation of climatic parameters for determining the drought indices of future climate in Hormozgan province using LARS-WG model

The name of the project executor

Meteorological Research Center

The names of the partners and scientific advisers of the project

Raheleh Ramezani

Mohammad Roohollah Nejad

Vahid Salamati Hormozi

Razieh Amirtaheeri