

## دورنمایی از شرایط تغییر اقلیم ۵۰ سال آینده استان خوزستان با تاکید بر

### عنصر دما

یاسر زکوی<sup>۱</sup>، رضا برنا<sup>۲\*</sup>، جعفر مرشدی<sup>۳</sup>، جبرائیل قربانیان<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲. دانشیار گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳. استادیار گروه شهرسازی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران
۴. استادیار گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

### چکیده

با بررسی روند تغییرات دما، می‌توان ردپای تغییر اقلیم را در پهنه ایران جستجو کرد. در این پژوهش برای پیش‌نگری دما از مدل ریزمقیاس‌نمایی آماری SDSM طبق سناریوهای RCP2.6 و RCP8.5 با استفاده از خروجی‌های مدل اقلیمی CanESM2، برای ۷ ایستگاه سینوپتیک استان خوزستان، که دارای آمار اقلیمی ۴۵ ساله (۲۰۰۵ - ۱۹۶۱) و ۴۰ ساله (۲۰۰۵ - ۱۹۶۶) میلادی بودند، انتخاب گردید. داده‌های دوره پایه (۲۰۰۵ - ۱۹۶۱) میلادی است که از ۳۰ سال اول داده‌ها (۱۹۹۰ - ۱۹۶۱) برای واسنجی و از ۱۵ سال دوم (۲۰۰۵ - ۱۹۹۱) برای ارزیابی نحوه عملکرد مدل استفاده شده است. معیارهای خطا و دقت ارزیابی شده است و تحلیل نتایج خروجی مدل نشان داد این مدل از کارایی بالا و دقت قابل قبولی برای پیش‌بینی دما برخوردار است. ضریب همبستگی بالای ۸۷٪ عملکرد مدل مورد تأیید است. میانگین دما در استان در دوره تاریخی حاصا از مدل SDSM به طور میانگین ۲۴.۸ می‌باشد که میزان تغییرات آن با دو سناریو خوشبینانه و بدبینانه به ترتیب با افزایش ۲.۱ و ۳.۴ روز می‌باشد. بنابراین روند عنصر اقلیمی دما در مورد منطقه مورد مطالعه و دوره آینده تغییر و روند افزایشی دارد. با بررسی فراوانی امواج گرمایی و مقایسه آن با دوره پایه، به این نتیجه رسیدیم که در دوره آینده، افزایش فراوانی امواج گرمایی مشاهده می‌شود. تعداد موج‌های گرمایی شمال و شمال شرقی استان بیشترین افزایش را داشته است. بررسی شرایط اقلیمی آینده کمک می‌کند تا برنامه‌ریزی و مدیریت جامع منابع به سمت توسعه پایدار گامی مهم برداشته شود.

کلید واژه‌ها: تغییر اقلیم، استان خوزستان، دما، پیش‌بینی، مدل SDSM

## ۱- مقدمه

ادبیات اقلیم شناسی جهان مطالعات فراوانی پیرامون تغییرات اقلیم انجام شده است. غالب مطالعات با محوریت بررسی و تحلیل رفتار بلند مدت دما و تغییرات آنها در مناطق مختلف در ارتباط با روند افزایش متوسط دمای جهانی، منطقه ای و محلی صورت گرفته و روش های مدل سازی به کرات مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از پرکاربردترین این روش ها، ریزمقیاس نمایی آماری است. برای تعیین دورنمایی از شرایط تغییر اقلیم از مدل های ریزمقیاس نمایی از جمله مدل SDSM استفاده کرده اند که در پژوهش های پژوهشگرانی چون زرین و همکاران (۱۴۰۱)، عباسی (۱۴۰۱)، اصغری و همکاران (۱۴۰۰)، فلاح قاهره و همکاران (۱۳۹۷)، جوادی زاده و همکاران (۱۳۹۷)، سجادخان و همکاران (۲۰۰۴)، خان ۱ و همکاران (۲۰۰۶)، دورچی و همکاران (۲۰۱۷) دیده می شود و به این نتیجه رسیده اند که مدل از کارایی بالاتر و دقت قابل قبولی برای پیش بینی دما برخوردار است. ام کیو سو و همکاران (۲۰۱۸)، دونگ یانگ و همکاران (۲۰۲۰)، منور و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی نشان دادند که شبیه سازی SDSM برای دمای حداکثر و دمای حداقل با داده های مرجع برای دوره اعتبارسنجی مطابقت دارد و مدل افزایش دما را در مناطق مختلف نشان می دهد. همان طور که عظیمی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی بیان کردند که در استان خوزستان روند داده های ماهانه و سالانه نشان دهنده روند افزایشی معنی داری در سطح ۱ و ۵ در صد است. طبیعت بی نهایت پیچیده است و غالباً این پیچیدگی به صورتی است که ما نسبت به آنها به طرز وحشتناکی جاهل مانده ایم. در نتیجه هنگامی که آگاهانه یا غالباً نادانسته و تصادفی تغییرات عمده ای در جهان به وجود می آوریم مکانیسم های همبستگی فوق العاده پیچیده ای را به صورتی دگرگون می سازیم که خود قادر به پیش بینی عواقب آنها نمی باشیم به همین دلیل است که گاه چیزهای عجیب و قریبی اتفاق می افتد. یکی از اساسی ترین عوامل در ساختار سیاره زمین اقلیم است و بدون شک طبیعت، انسان و کلیه مظاهر حیات در سطح گسترده ای متأثر از شرایط اقلیمی می باشد. که تغییر در الگوی بارش و دما یکی از آنهاست (رزمخواه و همکاران، ۱۴۰۲). به طوری که تقریباً بیشترین نمود تغییرات اقلیمی در سطح کره ی زمین بر روی

روند گرمایش جهانی، یکی از مهم ترین تغییرات آب و هوایی سده کنونی است که پژوهشگران در مقیاس های منطقه ای و سیاره ای به آن پرداخته اند (IPCC، ۲۰۱۳). گرمایش جهانی و تغییر اقلیم یکی از مهم ترین مسائل زیست محیطی جهان است (سمعی، ۱۴۰۰). تأثیرات منفی تغییرات آب و هوایی در آینده به سبب نگرش جوامع بر توسعه سریع صنعت و توجه کمتر به محیط زیست، می تواند شدت گرفتن بسیاری از وقایع را به دنبال داشته باشد (زهراپی و اسعدحسینی، ۱۳۹۹). در چند دهه اخیر افزایش دمای زمین باعث بر هم خوردن تعادل اقلیمی کره زمین شده و تغییرات اقلیمی گسترده ای را در اغلب نواحی کره زمین موجب گردیده است که از آن به عنوان تغییر اقلیم یاد می شود (رضائی و قاسمیه، ۱۳۹۸). هرگونه تغییر منظم و معنی دار متوسط بلند مدت پارامترهای اقلیمی منطقه، به عنوان تغییر اقلیم تعریف می شود (پیرمردیان و همکاران، ۱۳۹۸). مهمترین مشخصه تغییر اقلیم، تغییر در رفتارها و افت و خیزهای اقلیمی می باشد (عساکره، ۱۳۸۶). مساله تغییر اقلیم به یکی از مهم ترین و پیچیده ترین چالش های بشر تبدیل شده است و کشورهایی که در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته اند، نسبت به تغییرات اقلیمی حساس تر هستند (مهدوی، ۱۳۹۲). در کشور پهناوری چون ایران که در طول و عرض جغرافیایی و سطوح ارتفاعی متنوعی، گسترده شده است، آثار تغییر اقلیم را مشاهده می شود (برنا و همکاران، ۱۳۹۸). اثرات تغییر اقلیم بر محیط و جامعه، پیچیده و فراگیر است و اصلی ترین و بارزترین پیامد آن در سراسر جهان، افزایش دما و تغییر الگوهای بارش است که باعث گسترش بیابانزایی، خشکسالی، افزایش امواج گرمایی و کاهش یخبندان پی در پی در جهان شده است (بابائیان، ۱۳۹۸). یکی از مهم ترین مسائل محیطی و دغدغه های جامعه بین المللی، موضوع گرمایش جهانی و پیامدهای آن بر زندگی و فرآیند توسعه در جوامع انسانی است (صلحی و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به منابع موجود و نتایج حاصل، این نکته حاصل می گردد که مقوله اقلیم و شرایط اقلیمی، بحث مهم و جدی بوده که مورد توجه محققان و پژوهشگران در ایران و سایر کشورهای دنیا شده است. در

## ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

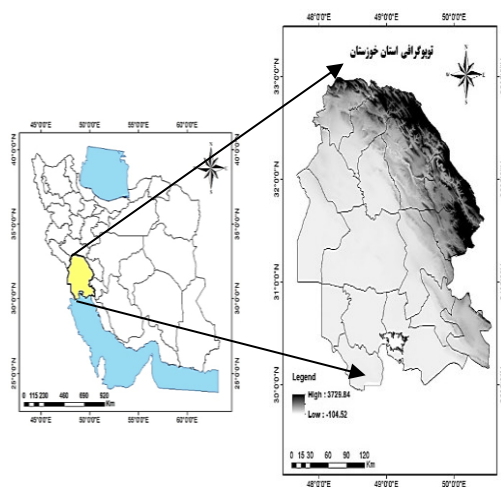
منطقه مورد مطالعه در پژوهش حاضر ایستگاه‌های سینوپتیک استان خوزستان می‌باشد. استان خوزستان با مساحتی حدود ۶۳۲۱۳ کیلومتر مربع و بطور نسبی ۳۰۹ درصد از کل مساحت کشور، بین ۴۷ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی از خط استوا در جنوب غربی ایران واقع شده است. در این مطالعه داده‌های هواشناسی شامل مقادیر دمای کمینه، دمای بیشینه و متوسط دما برای دوره ای مورد مطالعه استفاده شده است.

این دو پارامتر متمرکز شده است (طباطبایی و حسینی، ۱۳۸۹). پدیده تغییر اقلیم به خصوص افزایش دمای حداقل و حداکثر منطقه مورد مطالعه را تحت الشعاع قرار دهد. یافتن چشم‌انداز اقلیم آینده هر ناحیه آب و هوایی و بررسی نظام تغییرات آنها و بررسی پیامدهای تغییر اقلیم، می‌تواند راهگشای برنامه ریزی‌هایی باشد. این پژوهش می‌کوشد تا دورنمایی از شرایط تغییرات اقلیم ۵۰ سال آینده استان خوزستان با تاکید بر عنصر دما را نشان دهد.

## ۲- داده‌ها و روش‌ها

جدول ۱- ایستگاه‌های هواشناسی خوزستان (ماخذ: برگرفته از سازمان هواشناسی کشور)

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع	متوسط دما (۲۰۰۵-۱۹۶۱)
اهواز	۴۸.۷۴	۳۱.۳۴	۲۲.۵	۲۵.۵
آبادان	۴۸.۲۱	۳۰.۳۸	۶.۶	۲۵.۵
دزفول	۴۸.۳۸	۳۲.۴	۱۴۳	۲۴.۴
شوشتر	۴۸.۸۳	۳۲.۰۵	۶۷	۲۷.۴
باغ ملک	۴۹.۸۸	۳۱.۵۳	۷۱۰	۲۲.۲
بندر ماهشهر	۴۹.۱۶	۳۰.۵۵	۶.۲	۲۵.۹
امیدیه آغاچاری	۴۹.۶۹	۳۰.۷۴	۲۷	۲۶.۵



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)

## ۲-۲- روش کار

یکی از ابزارهای ریزمقیاس نمایی آماری SDSM است که توسط ویلی و همکاران (۲۰۱۲) برای ارزیابی اثرات محلی تغییر اقلیم توسعه داده شد (حمیدیان پور و همکاران، ۱۴۰۰). این مدل که هسته اصلی آن تلفیقی از روش های تصادفی و همبستگی می باشد با هدف تبیین حداکثری تغییرپذیری اقلیم محلی یک ایستگاه از تأثیرگذارترین متغیرهای بزرگ مقیاس طراحی شده است. ورودی این مدل داده های دید بانی روزانه ایستگاه (پیش بینی شونده)، (متغیرهای پیش بینی کننده) در دوره مشابه NCEP بزرگ مقیاس دید بانی و برون داد متغیرهای بزرگ مقیاس مدل های گردش عمومی تحت سناریوهای انتشار گوناگون برای دوره مطالعاتی آینده است (عساکره و شادمان، ۱۳۹۷). مراحل کار مدل به طور خلاصه شامل چندین مرحله است. کنترل کیفیت و تبدیل داده ها، انتخاب متغیرهای مستقل مناسب، واسنجی مدل، تولید داده های هواشناسی زمان حاضر با استفاده از متغیرهای مستقل مشاهده ای، آنالیز آماری داده های مشاهده شده، نمایش هندسی خروجی مدل و تولید داده های هواشناسی آینده با استفاده از متغیرهای مستقل است (عرب سلگار و همکاران، ۱۴۰۱). در این پژوهش جهت ریزمقیاس نمایی آماری، از نرم افزار SDSM و داده های مدل CanESM2 استفاده شد. داده های مورد استفاده در این پژوهش شامل دمای کمینه و بیشینه، دمای میانگین روزانه است. همچنین از داده های NCEP و داده های مدل CanESM2 تحت سناریوهای واداشت تابشی استفاده شده است. شامل ۲۶ متغیر اتمسفری است که NCEP متغیرهای از بین آن ها، متغیرهای مستقل انتخاب می شوند. با توجه به این که متغیرهای پیش بینی کننده می توانند روابط مختلفی با داده های پیش بینی شونده داشته باشند بنابراین متغیرهایی دارای اهمیت هستند که دارای بالاترین ضریب همبستگی و پایین ترین واریانس خطا باشند، برای انتخاب متغیرهای مستقل استفاده شد (شمسی پور، ۱۳۹۲). در مرحله واسنجی SDSM غالب مدل از آمار متغیرهای هواشناسی مشاهده شده برای مقایسه با مدل استفاده شد. دوره پایه بر اساس داده های موجود همه ایستگاه ها سال های ۱۹۶۱ الی ۲۰۰۵ است. سال های آماری ۱۹۹۱ الی ۲۰۰۵ برای صحت سنجی مدل استفاده شد. جهت بررسی دقت و ارزیابی مدل در مرحله واسنجی و صحت سنجی مدل، از میانگین خطای مطلق

نرمال (NRMSE) میانگین قدرمطلق خطا (MAE)، میانگین خطای اریبی (MBE)، جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین مربع خطا (MSE) و ضریب همبستگی (R2) استفاده شده است:

$$MBE = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)}{n} \quad (1)$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |P_i - O_i|}{n} \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{n}} \quad (3)$$

$$NRMSE = \frac{RMSE}{X_{max} - X_{min}} \quad (4)$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{n} \quad (5)$$

$$R^2 = \frac{[\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})(O_i - \bar{O})]^2}{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2 \sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad (6)$$

که در آن  $O_i$ ، میزان مقادیر مشاهده شده،  $P_i$  میزان مقادیر پیش بینی شده و  $\bar{O}$  میانگین مقادیر مشاهده شده،  $\bar{P}$  میانگین مقادیر پیش بینی شده و  $n$  تعداد داده ها است (مک گوفی و هندرسون، ۲۰۰۱). پس از اطمینان از صحت نتایج ارزیابی مدل و قابلیت آن در شبیه سازی داده های هواشناسی، این مدل برای ریز مقیاس کردن داده های مدل گردش کلی و تولید داده یا شبیه سازی داده های CanESM2 اقلیمی در دوره های آتی با استفاده از سناریوهای اقلیمی مورد تأیید IPCC اجرا شد. از طریق داده های CanESM2 میزان دمای بیشینه و کمینه و میانگین ایستگاه های منتخب برای سه دوره (۲۰۴۰-۲۰۱۱)، (۲۰۷۰-۲۰۴۱) و (۲۰۷۱-۲۱۰۰) پیش نگری و با دوره پایه مقایسه گردید. میزان دما محاسبه شد و با استفاده از مدل CanESM2 و سناریوهای واداشت تابشی گزارش پنجم هیات بین الدول تغییر اقلیم (IPCC) شبیه سازی و تولید داده های دما در دوره های آتی صورت گرفت و میزان میانگین دمای دوره ها با اطلاعات تولید شده در دوره های آتی به دست آمد. گزارش پنجم IPCC که در سال ۲۰۱۴ منتشر شد، بیش تر بر جنبه های اقتصادی-اجتماعی تغییرات اقلیم و نقش آن در توسعه پایدار، مدیریت ریسک و چهارچوب کلی آن بر کاهش گازهای گلخانه ای و روش های سازگاری با تغییر اقلیم

تأکید دارد (سمنوف و استارتویچ<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰). در این پژوهش پیش‌بینی‌کننده‌های مربوط به مدل ریزمقیاس‌نمایی آماری مدل گردش کلی CanESM2 از سایت اخذ و استفاده شد. سناریوی خانواده RCP شامل ۴ سناریوی مختلف است که این سناریوها عبارتند از: RCP2.6، RCP4.5، RCP8.5 که بر اساس مشخصات متفاوت سطح تکنولوژی، وضعیت اجتماعی و اقتصادی، خط‌مشی‌ها در آینده (زو<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۲) است که در هر شرایطی می‌تواند منجر به سطح انتشار متفاوت گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی گردد (یوسفی، ۱۳۹۸). در این پژوهش از نسل دوم مدل سامانه زمین CanESM2 به همراه نسل چهارم مدل جهانی آب و هوا توسعه یافته توسط مرکز زیست‌کانادا برای مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل آب و هوا استفاده شد. در نهایت با استفاده از نرم‌افزار Gis به پهن‌بندی میانگین دما پرداخته شده است.

مقایسه قرار گرفت. شکل (۱) مقایسه همبستگی بین متوسط داده‌های مدل و متوسط داده‌های مشاهداتی را برای میانگین دما در ماه‌های سال را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از ارزیابی مدل مبتنی بر شاخص آماره‌های خطا جدول (۲) نشان می‌دهد بالا بودن مقدار R<sup>2</sup> و پایین بودن مقادیر مربوط به شاخص‌های RMSE و NRMSE متغیر میانگین دما نشان‌دهنده کارایی بالا و خوب در شبیه‌سازی است. در نهایت بیانگر این است مدل در برآورد دما دارای دقت نسبتاً خوبی می‌باشد. برای نمایش بهتر کارایی مدل در استان خوزستان، دمای ماهانه دوره گذشته نگر مدل با داده‌های مشاهداتی در ایستگاه‌های مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. همانطور که در شکل (۲) نشان داده شده است، در اکثر ایستگاه‌ها در ماه‌های اول سال بیشترین همپوشانی را دارند که دلیل توانمندی بیشتر مدل در ماه‌های فصل زمستان می‌باشد. در ایستگاه‌های اهواز، بندرماهشهر، امیدیه آغاچاری و باغ‌ملک در هفت ماه اول سال میلادی بیشترین همپوشانی و صحت وجود دارد که در پنج ماه آخر سال میلادی دمای گذشته‌نگر به طور متوسط در این ایستگاه‌ها به ترتیب ۲.۴، ۲.۴، ۲.۶ و ۲.۷ درجه سانتیگراد اریبی سرد با داده‌های مشاهداتی را نشان می‌دهد. در ایستگاه‌های دزفول، آبادان و شوشتر بیشترین همپوشانی و صحت را در سه ماه اول سال و ماه جولای دارند در بقیه ماه‌ها دمای گذشته‌نگر به طور متوسط در این ایستگاه‌ها به ترتیب ۲.۶، ۲ و ۲ درجه سانتیگراد اختلاف را با داده‌های مشاهداتی را نشان می‌دهد.

۳ - یافته‌های تحقیق

- صحت سنجی

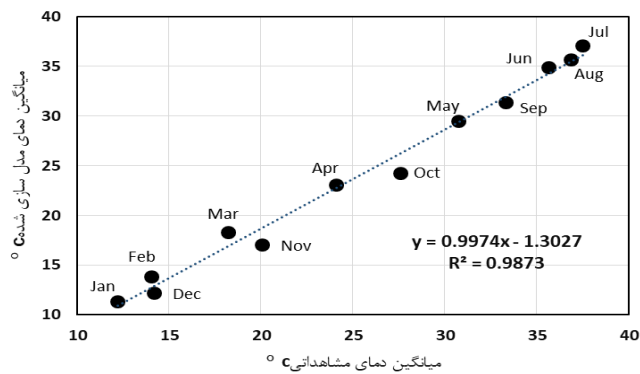
در پژوهش حاضر سری زمانی داده‌های مشاهداتی ایستگاه‌های همدیدی استان خوزستان با سری زمانی داده‌های خروجی مدل SDSM در دوره مشابه مقایسه شدند. فایل‌های داده‌های ماهانه متغیرهای اقلیمی مدل SDSM دریافت شد و در نهایت این مقادیر با میانگین ماهانه دوره آماری متغیرهای اقلیمی مورد

جدول ۲ - ارزیابی داده‌های مدل مورد استفاده در این تحقیق با داده‌های خوزستان (۲۰۰۵-۱۹۶۱) (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)

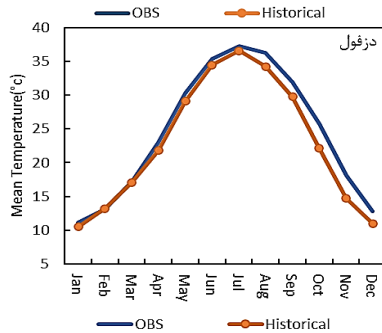
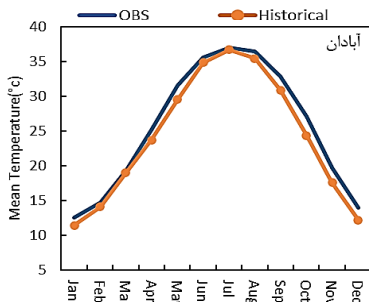
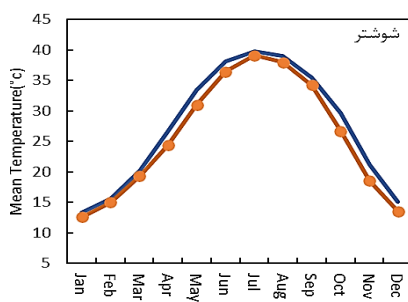
میانگین دما	r	R <sup>2</sup>	RMSE (mm)	NRMSE	MAE (mm)	MBE (mm)
خوزستان	۰.۹۹۴	۰.۹۸۷	۱.۷۱	۰.۰۶۵	۱.۳۷	۱.۳۷

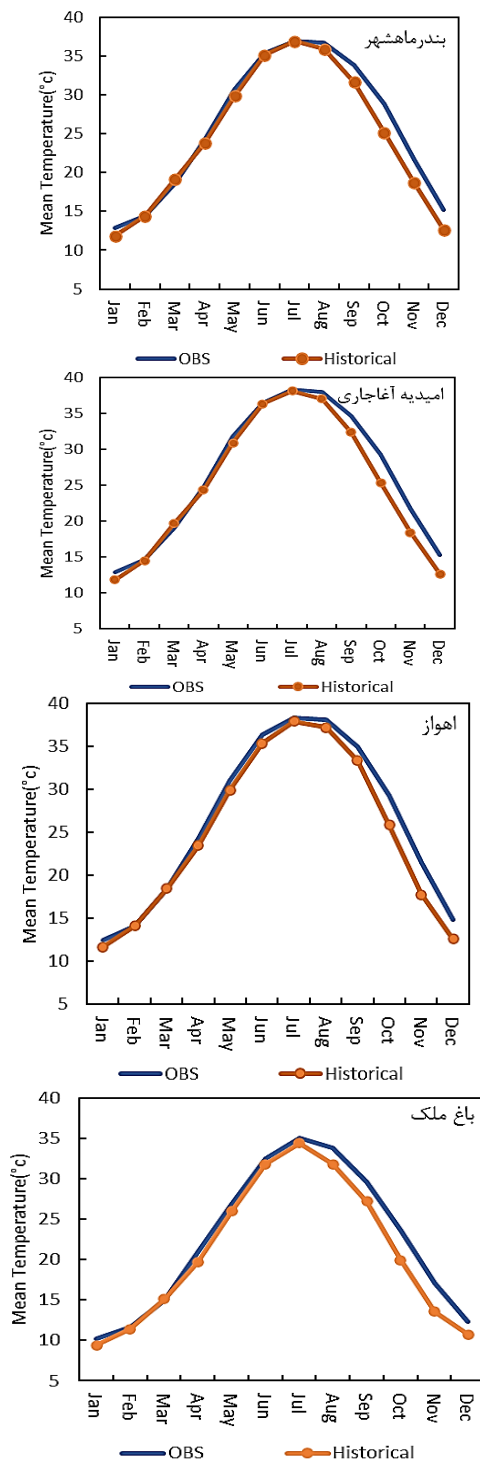
<sup>2</sup> Xu

<sup>1</sup> Semenov & strationvitch



شکل ۱- پراکنش داده‌های مشاهده‌ای و مدل‌سازی شده میانگین دما (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)





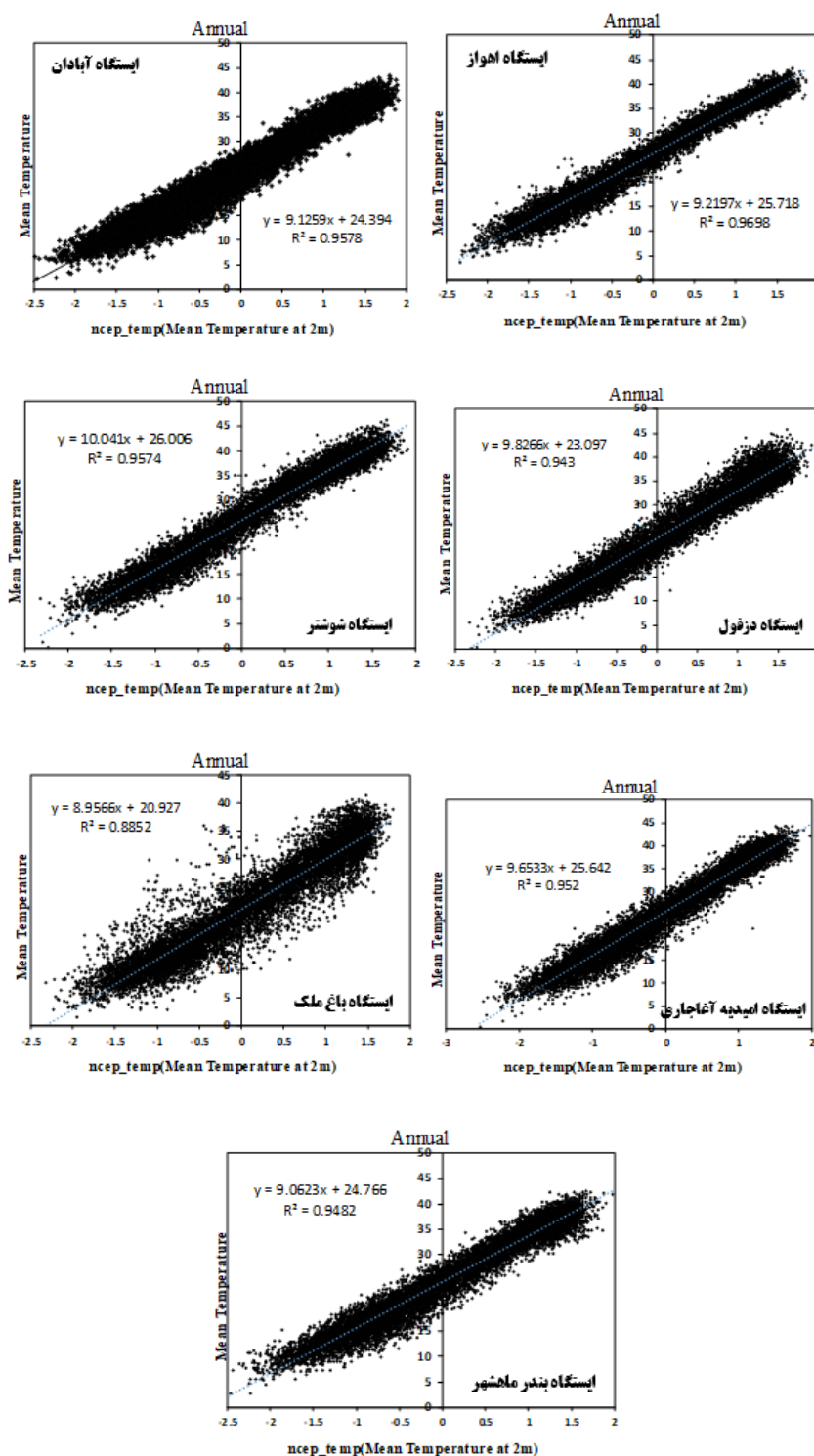
شکل ۲- مقایسه دمای مشاهداتی و شبیه‌سازی شده در ایستگاه‌های مورد بررسی

### پیش‌نگری

بینی‌کننده ncep\_temp داشته است که در شکل (۳) همبستگی سالانه بین پیش‌بینی‌کننده ncep\_temp را با داده‌های میانگین دما را نشان می‌دهد که دمای سالانه در ایستگاه

با توجه به میزان همبستگی داده‌های میانگین دما با داده‌های متغیرهای پیش‌بینی‌کننده، بیشترین همبستگی را با متغیر پیش

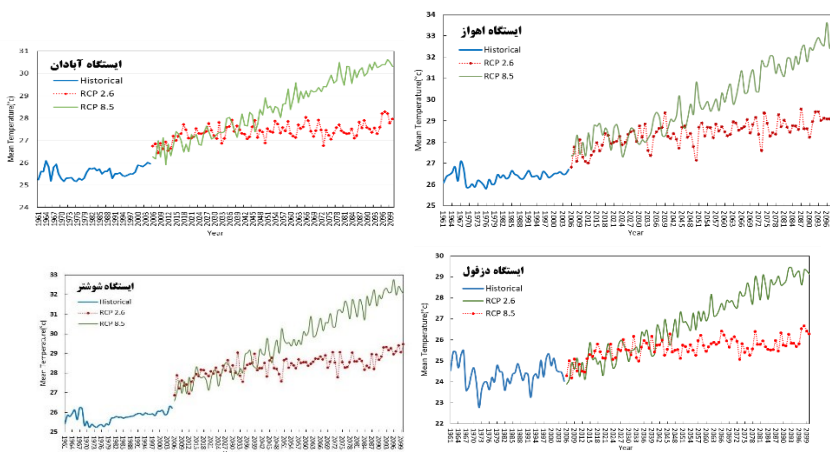
اهواز با همبستگی ۹۶ درصد، ایستگاه آبادان ۹۵ درصد،  
 ایستگاه دزفول ۹۴ درصد، ایستگاه شوشتر ۹۵ درصد، ایستگاه  
 باغ ملک ۸۸ درصد، ایستگاه بندر ماهشهر ۹۴ درصد و ایستگاه  
 امیدیه آغاچاری ۹۵ درصد می باشد.

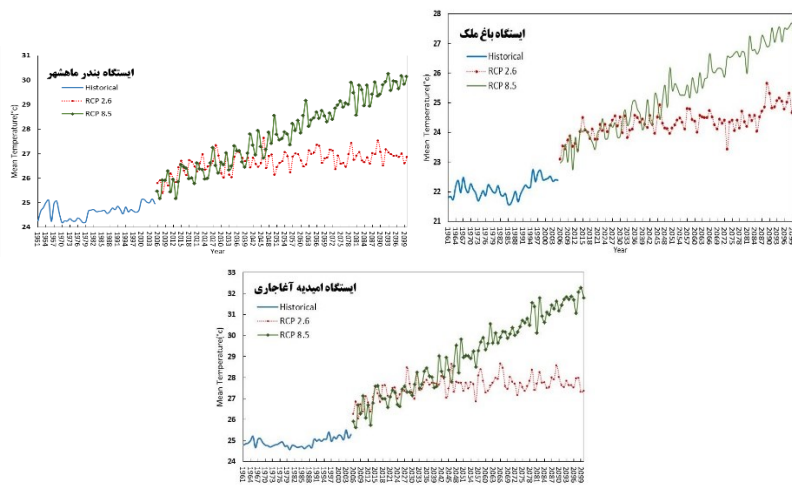


شکل ۳- همبستگی بین میانگین دمای سالانه مشاهداتی و میانگین دمای دو متری NCEP (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)

ایستگاه شوشتر، میانگین دمای دوره آینده با سناریو RCP2.6، 28.4 درجه سانتیگراد و با سناریو RCP8.5، 29.7 درجه سانتیگراد پیش بینی شده است که نسبت به دوره تاریخی پایه به میزان ۲۵.۸ به ترتیب ۲.۶ و ۳.۹ درجه سانتیگراد افزایش یافته است. در ایستگاه باغ ملک، میانگین دمای دوره آینده با سناریو RCP2.6، 24.3 درجه سانتیگراد و با سناریو RCP8.5، 25.4 درجه سانتیگراد پیش بینی شده است که نسبت به دوره پایه تاریخی به میزان ۲۲.۱ به ترتیب ۲.۲ و ۳.۳ درجه سانتیگراد افزایش یافته است. در ایستگاه ماهشهر، میانگین دمای دوره آینده با سناریو RCP2.6، 26.7 درجه سانتیگراد و با سناریو RCP8.5، 27.8 درجه سانتیگراد پیش بینی شده است که نسبت به دوره تاریخی پایه به میزان ۲۴.۶ به ترتیب ۲ و ۳.۲ درجه سانتیگراد افزایش یافته است. در ایستگاه امیدیه آجاجاری، میانگین دمای دوره آینده با سناریو RCP2.6، 27.6 درجه سانتیگراد و با سناریو RCP8.5، 29.1 درجه سانتیگراد پیش بینی شده است که نسبت به دوره پایه به میزان ۲۴.۹ به ترتیب ۲.۶ و ۴.۲ درجه سانتیگراد افزایش یافته است.

در همه ایستگاه‌های مورد نظر استان خوزستان، روند میانگین دما در هر دو سناریو پیش‌بینی کننده به صورت افزایشی می‌باشد. روند افزایشی RCP8.5 از سناریو RCP2.65 بیشتر است. در ایستگاه اهواز، متوسط دمای سناریو RCP2.6 در طی سالهای ۲۰۱۱ تا سال ۲۱۰۰ با ۲۸.۶ درجه سانتیگراد نسبت به متوسط دمای دوره تاریخی پایه با مقدار ۲۶.۴ درجه سانتیگراد، ۲.۱ و متوسط دمای سناریو RCP2.6 در طی سالهای ۲۰۱۱ تا سال ۲۱۰۰ با ۳۰ درجه سانتیگراد نسبت به متوسط دمای دوره تاریخی پایه ۳.۶ درجه سانتیگراد افزایش خواهد یافت. در ایستگاه آبادان، میانگین دمای دوره آینده با سناریو RCP2.6، 27.3 درجه سانتیگراد و با سناریو RCP8.5، 28.5 درجه سانتیگراد پیش بینی شده است که نسبت به دوره تاریخی پایه به میزان ۲۵.۶ به ترتیب ۱.۸ و ۲.۹ درجه سانتیگراد افزایش یافته است. در ایستگاه دزفول، میانگین دمای دوره آینده با سناریو RCP2.6، 25.6 درجه سانتیگراد و با سناریو RCP8.5، 26.9 درجه سانتیگراد پیش بینی شده است که نسبت به دوره تاریخی پایه به میزان ۲۴.۴ به ترتیب ۱.۲ و ۲.۵ درجه سانتیگراد افزایش یافته است. در



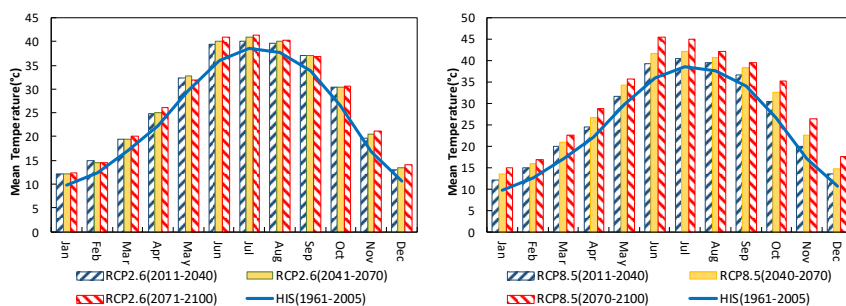


شکل ۴- مقایسه میانگین دمای مشاهداتی سالانه با میانگین دمای پیش بینی شده خوشبینانه و بدبینانه (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)

سه دوره، افزایش میانگین دما را پیش بینی کرده است. که در سه دوره و سناریوهای RCP2.6 و RCP8.5 بیشترین افزایش مربوط به ماه اکتبر و کمترین افزایش در ماه فوریه پیش بینی شده است.

### ایستگاه اهواز

مقایسه میانگین دمای ماهانه ایستگاه اهواز در دوره ها و تحت سناریوهای RCP در شکل (۵) نشان داده شده است. بر اساس نتایج سناریوهای RCP2.6 و RCP8.5 مدل SDSM در هر

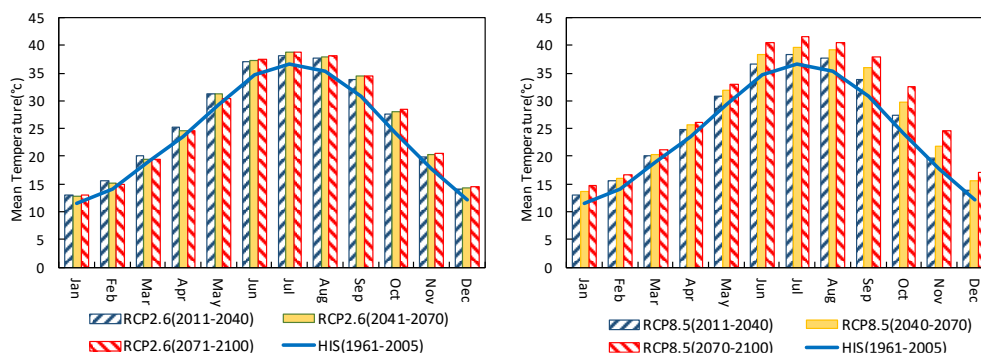


شکل ۵- مقایسه میانگین ماهانه دمای ایستگاه اهواز با میانگین دمای پیش بینی شده خوشبینانه و بدبینانه (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)

RCP 2.6، ۲.۸ درجه سانتیگراد افزایش و با سناریو بدبینانه RCP 8.5، ۴.۸ درجه سانتیگراد افزایش را پیش بینی کرده است.

### ایستگاه آبادان

در ایستگاه آبادان میانگین دمای ماهانه مطابق شکل (۶) در هر دو سناریو بیشترین افزایش دما در فصل های تابستان و پاییز پیش بینی شده است. که در فصل پاییز، با سناریو خوشبینانه

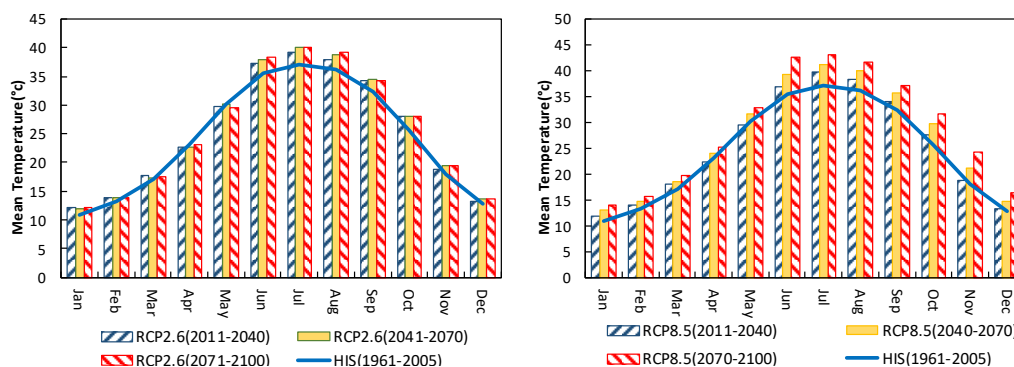


شکل ۶- مقایسه میانگین ماهانه دمای ایستگاه آبادان با میانگین دمای پیش بینی شده خوشبینانه و بدبینانه (ماخذ: RCP2.6(2071-2100) و RCP2.6(2011-2040) و RCP2.6(2041-2070) و HIS(1961-2005)

و پاییز بیشترین افزایش را خواهد داشت که با سناریو خوشبینانه RCP 2.6، ۱٫۸ درجه سانتیگراد افزایش و با سناریو بدبینانه RCP 8.5، ۴ درجه سانتیگراد افزایش را پیش بینی کرده است

### ایستگاه دزفول

در ایستگاه دزفول همانطور که در شکل (۷) مشاهده می‌کنید میانگین دمای ماهانه در هر دو سناریو در فصل‌های تابستان

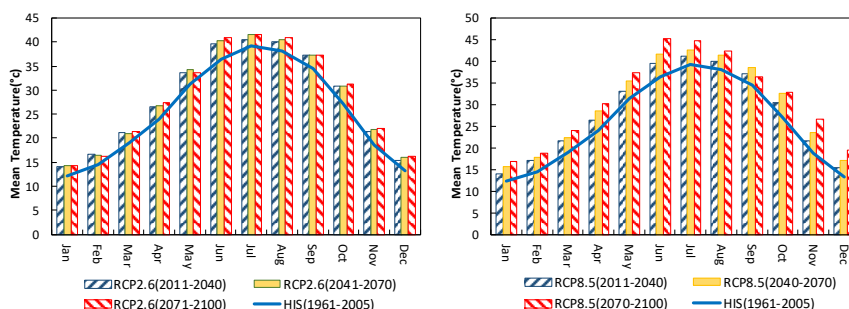


شکل ۷- مقایسه میانگین ماهانه دمای ایستگاه دزفول با میانگین دمای پیش بینی شده خوشبینانه و بدبینانه (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲) و RCP2.6(2071-2100) و RCP2.6(2011-2040) و RCP2.6(2041-2070) و HIS(1961-2005)

افزایش دما در فصل‌های تابستان و پاییز پیش بینی شده است که در فصل پاییز، با سناریو خوشبینانه RCP 2.6، ۳ درجه سانتیگراد افزایش و با سناریو بدبینانه RCP 8.5، ۴٫۲ درجه سانتیگراد افزایش را پیش بینی کرده است.

### ایستگاه شوشتر

همانطور که در شکل (۸) مشاهده می‌کنید میانگین دمای ماهانه ایستگاه شوشتر در هر دو سناریو همچنان بیشترین

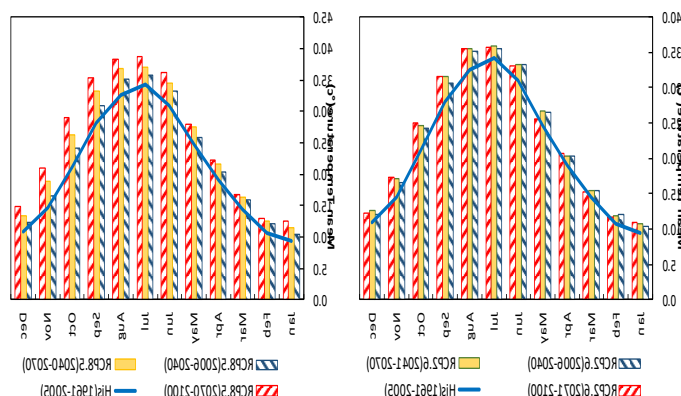


شکل ۸- مقایسه میانگین ماهانه دمای ایستگاه شوشتر با میانگین دمای پیش بینی شده خوشبینانه و بدبینانه (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲) و RCP2.6(2071-2100) و RCP2.6(2011-2040) و RCP2.6(2041-2070) و HIS(1961-2005)

### ایستگاه باغ ملک

در ایستگاه باغ ملک از سال ۱۹۶۶ داده در هواشناسی ثبت شده و موجود است و همچنین تا سال ۲۰۰۵ در بعضی سال ها ناقصی و خلا آماری داشت که از روش ایستگاه های همجوار مانند دزفول و ایذه و مسجد سلیمان و دوگنبدان و با

نرم افزار SPSS برای این ایستگاه داده سازی شده است. در ایستگاه باغ ملک میانگین دمای ماهانه مطابق شکل (۹) در هر دو سناریو نسبت به دوره پایه افزایش را نشان می دهد. در پیش بینی فصل پاییز، سناریوی خوشبینانه RCP 2.6، ۲.۶ درجه سانتیگراد افزایش و با سناریو بدبینانه RCP 8.5، ۴.۸ درجه سانتیگراد افزایش را پیش بینی کرده است.

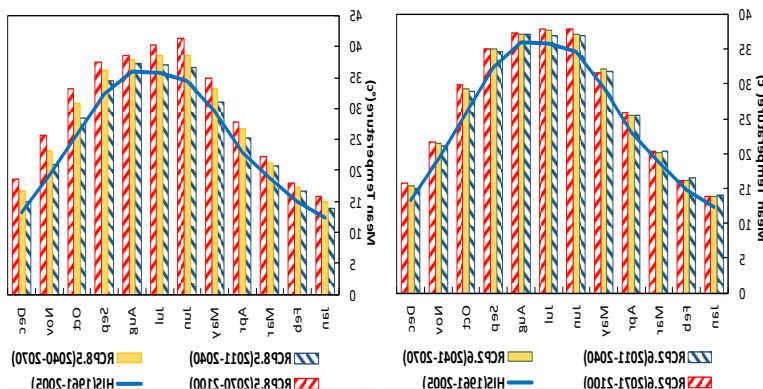


شکل ۹- مقایسه میانگین ماهانه دمای ایستگاه باغ ملک با میانگین دمای پیش بینی شده خوشبینانه و بدبینانه (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)

۲.۴، 2.6 درجه سانتیگراد افزایش و با سناریو بدبینانه RCP 8.5، ۴.۲ درجه سانتیگراد افزایش را خواهیم داشت.

### ایستگاه بندر ماهشهر

میانگین دمای ماهانه بندر ماهشهر همانطور که در شکل (۱۰) مشاهده می کنید در فصل پاییز، سناریوی خوشبینانه RCP

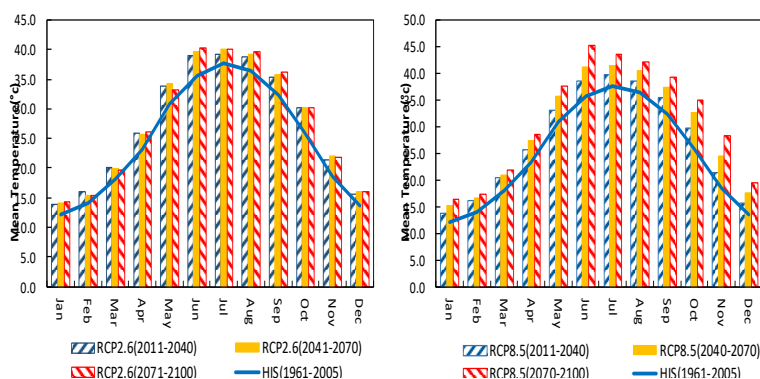


شکل ۱۰- مقایسه میانگین ماهانه دمای ایستگاه بندر ماهشهر با میانگین دمای پیش بینی شده خوشبینانه و بدبینانه (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)

در ایستگاه آغاچاری مطابق شکل (۱۱) میانگین دمای ماهانه در هر دو سناریو نسبت به دوره پایه تاریخی همچنان افزایش را نشان می دهد. در فصل پاییز بیشترین افزایش دما را پیش بینی

### ایستگاه امیدیه آغاچاری

کرده است که در این فصل، سناریوی خوشبینانه RCP 2.6، ۳.۴ درجه سانتیگراد افزایش و با سناریو بدبینانه RCP 8.5، ۴.۸ درجه سانتیگراد افزایش را خواهیم داشت.



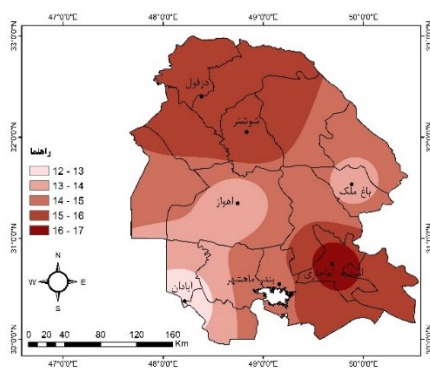
شکل ۱۱- مقایسه میانگین ماهانه دمای ایستگاه امیدیه آغاچاری با میانگین دمای پیش بینی شده خوشبینانه و بدبینانه (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)

نگارنده، ۱۴۰۲)

دوره آینده پیش بینی شده بررسی گردید. در استان خوزستان با سناریوهای خوشبینانه و بدبینانه و تعداد فراوانی امواج گرمایی به طور متوسط به ترتیب ۳.۲ و ۴ روز افزایش میابد. در دوره گذشته در جنوب شرقی استان امیدیه آغاچاری با ۱۶.۶ روز در سال به طور متوسط بیشترین فراوانی وقوع امواج گرمایی را داشته است که در شکل (۲) مشاهده می کنید.

### امواج گرمایی استان خوزستان

برای بررسی امواج گرمایی تعاریف و روش‌های متفاوتی وجود دارد. در این مطالعه برای تعیین امواج گرمایی از روش شاخص صدک ۹۵ ام جهت تعیین امواج گرمایی استفاده شد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۴). نهایتاً به کمک این روش فراوانی امواج گرمایی استان خوزستان در دوره پایه و تاریخی همچنین

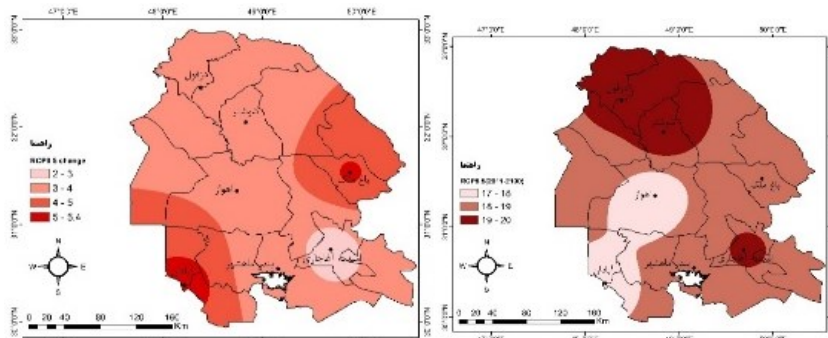


شکل ۱۲- فراوانی امواج گرمایی در طی دوره مشاهداتی (۱۹۶۱-۲۰۰۵) استان خوزستان (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)

در سال، در صورتی که در پیش بینی بدبینانه در ایستگاه‌های دزفول، شوشتر و امیدیه آغاچاری به ترتیب با میانگین ۱۹.۲، ۱۹.۷ و ۱۹.۲ روز در سال رخ خواهد داد. همانطور که در شکل های (۳) و (۴) (سمت چپ) مشاهده می‌شود تغییرات فراوانی

مطابق شکل (۳) (سمت راست) در پیش بینی خوشبینانه دوره ۲۰۱۱-۲۱۰۰ بیشترین فراوانی امواج گرمایی در شمال و شمال شرقی استان، ایستگاه‌های دزفول، شوشتر، باغ ملک و امیدیه آغاچاری به ترتیب با میانگین ۱۸.۶، ۱۸.۴، ۱۸.۳ و ۱۸.۷ روز

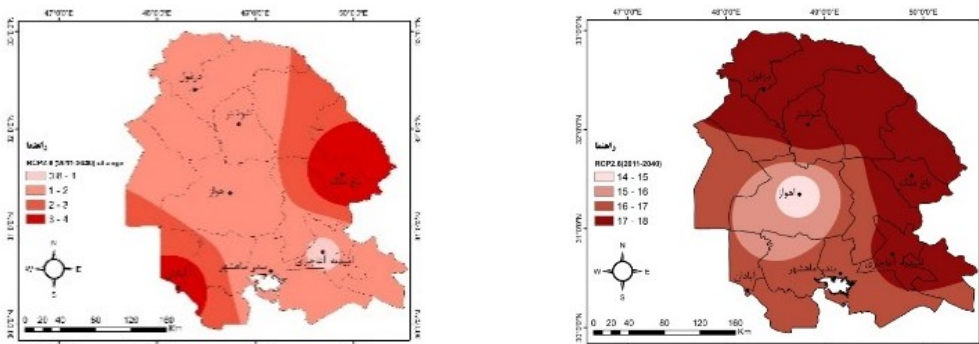
دوره آینده نسبت به دوره پایه در سناریوهای خوشبینانه و بدبینانه در ایستگاه های آبادان و باغ ملک بیشترین افزایش را به ترتیب با تعداد ۵ و ۵.۴ روز نشان می دهد.



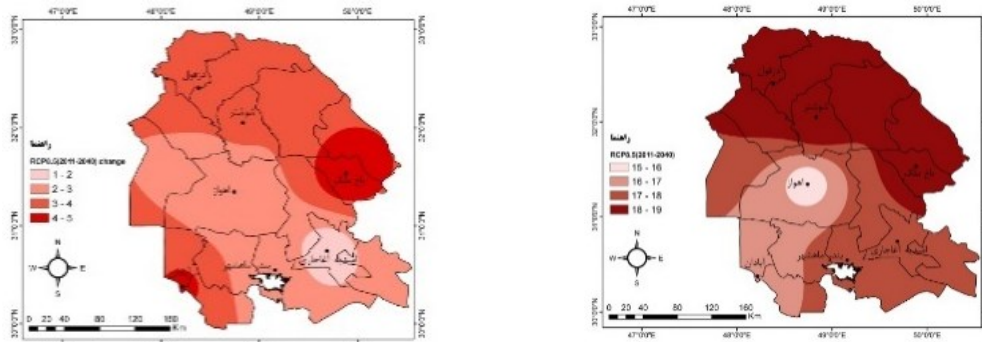
شکل ۱۳- پیش بینی خوشبینانه فراوانی امواج گرمایی (سمت راست) و تغییرات فراوانی آن با دوره مشاهداتی (۲۰۰۵-۱۹۶۱) (سمت چپ) استان خوزستان در طی دوره آماری (۲۰۱۰-۲۰۱۱) (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)

۱۸۸ روز و در سناریو بدبینانه ۱۹ روز خواهد بود. بیشترین افزایش فراوانی را در ایستگاه های آبادان و باغ ملک در سناریوی خوشبینانه به ترتیب با تعداد ۴ و ۵ روز و در سناریوی بدبینانه به ترتیب با تعداد ۵ و ۵.۷ روز خواهد بود. در شکل های (۹) و (۱۰) در دوره سوم ۲۰۷۱-۲۱۰۰ در سناریوی خوشبینانه در ایستگاه های شوشتر و امیدیه آجاجاری تعداد امواج گرمایی به ترتیب ۱۹ و ۲۰ روز و در سناریو بدبینانه در ایستگاه های دزفول، شوشتر و امیدیه آجاجاری به ترتیب ۲۰، ۲۱ و ۲۱ روز خواهد بود. بیشترین افزایش فراوانی در سناریوی خوشبینانه در ایستگاه های آبادان، اهواز و باغ ملک به ترتیب با تعداد ۶، ۵ و ۵ روز و در سناریوی بدبینانه در ایستگاه های آبادان، اهواز به ترتیب با تعداد ۶.۶ و ۵.۶ روز خواهد بود.

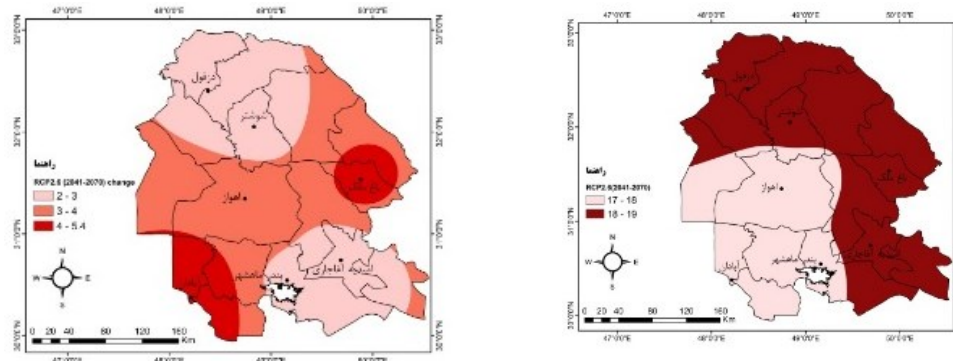
شکل های (۵) و (۶) فراوانی امواج گرمایی در دوره پیش بینی شده ۲۰۴۰-۲۰۱۱ را نشان میدهند که در سناریوی خوشبینانه بیشترین فراوانی امواج گرمایی در ایستگاه های دزفول، شوشتر، باغ ملک و امیدیه آجاجاری تقریباً به تعداد ۱۸ روز در سناریوی بدبینانه در ایستگاه های دزفول، شوشتر و باغ ملک به ترتیب به میزان ۱۹، ۱۹ و ۱۸ روز پیش بینی شده است. بیشترین افزایش فراوانی در دوره ۲۰۴۰-۲۰۱۱ نسبت به دوره پایه در ایستگاه های آبادان و باغ ملک در سناریوی خوشبینانه به تعداد ۴ و ۳.۷ روز و در سناریوی بدبینانه به ترتیب با تعداد ۴ و ۴.۹ روز رخ خواهد داد. همچنان که در شکل های (۷) و (۸) مشاهده می کنید در دوره دوم ۲۰۷۰-۲۰۴۱ در ایستگاه های دزفول، شوشتر، باغ ملک و امیدیه آجاجاری تعداد امواج گرمایی در سناریوی خوشبینانه به ترتیب ۱۸.۲، ۱۸.۸، ۱۸ و



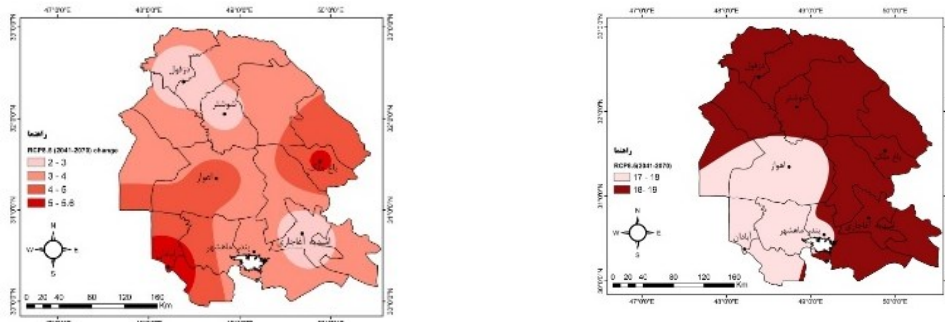
شکل ۱۴- پیش بینی خوشبینانه فراوانی امواج گرمایی (سمت راست) و تغییرات فراوانی آن با دوره پایه (سمت چپ) استان خوزستان در طی دوره آماری (۲۰۴۰-۲۰۱۱) (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)



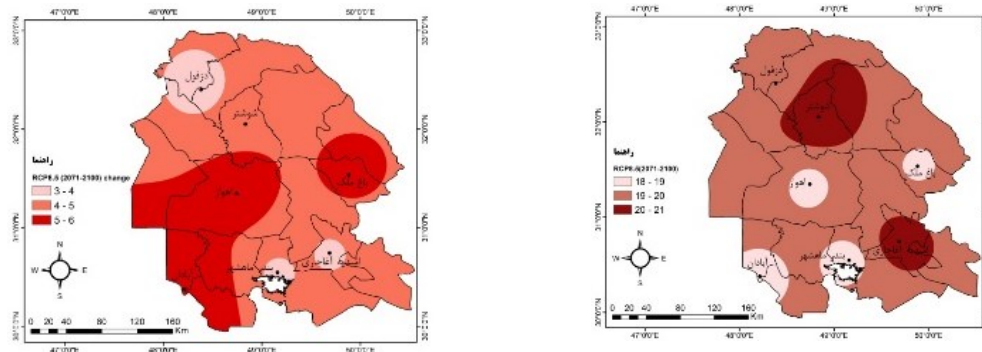
شکل ۱۵- پیش بینی بدینانه فراوانی امواج گرمایی (سمت راست) و تغییرات فراوانی آن با دوره پایه (سمت چپ) استان خوزستان در طی دوره آماری (۲۰۱۱-۲۰۴۱) (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)



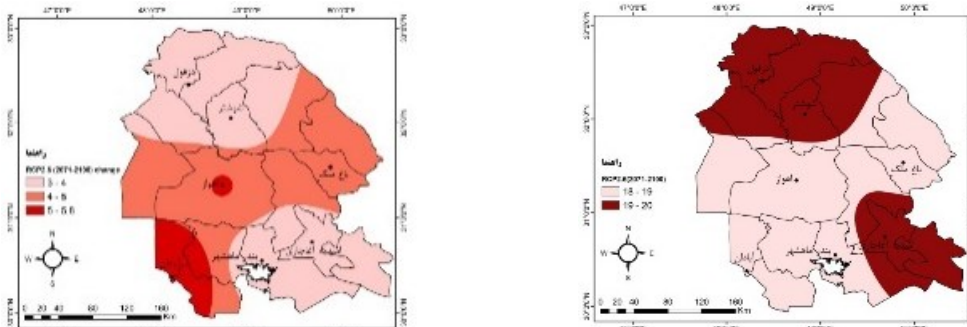
شکل ۱۶- پیش بینی خوشبینانه فراوانی امواج گرمایی (سمت راست) و تغییرات فراوانی آن با دوره پایه (سمت چپ) استان خوزستان در طی دوره آماری (۲۰۱۱-۲۰۷۰) (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)



شکل ۱۷- پیش بینی بدینانه فراوانی امواج گرمایی (سمت راست) و تغییرات فراوانی آن با دوره پایه (سمت چپ) استان خوزستان در طی دوره آماری (۲۰۱۱-۲۰۷۰) (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)



شکل ۱۸- پیش بینی بدینانه فراوانی امواج گرمایی (سمت راست) و تغییرات فراوانی آن با دوره پایه (سمت چپ) استان خوزستان در طی دوره آماری (۲۰۷۱-۲۱۰۰) (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)



شکل ۱۹- پیش بینی خوشینانه فراوانی امواج گرمایی (سمت راست) و تغییرات فراوانی آن با دوره پایه (سمت چپ) استان خوزستان در طی دوره آماری (۲۰۷۱-۲۱۰۰) (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۲)

### بحث و نتیجه گیری

عباس‌نیا (۱۳۹۶) و انصاری (۱۳۹۵) همسویی و مطابقت دارد. زیرا که تغییر اقلیم می‌تواند اثر مهمی بر دمای حداکثر و میانگین دما داشته باشد.

- نتایج حاصل از ارزیابی عملکرد مدل SDSM با استفاده از آزمون‌های آماری و شاخص‌های خطاسنجی مختلف نشان داد این مدل در استان خوزستان مورد بررسی و از دقت مناسبی جهت شبیه‌سازی متغیرهای اقلیمی در سطح منطقه مورد مطالعه برخوردار است.

- در نتیجه با توجه به پیش‌بینی ماهانه برای دوره‌های آبی با توجه به سناریوهای موجود نتایج به دست آمده به شرح زیر می‌باشد:

در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه استان خوزستان طی دوره پیش‌بینی شده ماه جولای گرم‌ترین و ماه ژانویه سردترین ماه سال می‌باشند.

- تحقیقات نشان داده است روند دما حداکثر در دوره پایه ۲۰۰۵-۱۹۶۱ روند افزایشی می‌باشد و در دوره‌های آبی این روند همچنان ادامه پیدا می‌کند. بر این اساس پیامدهای تغییر اقلیم در جنوب غربی کشور (استان خوزستان) محاسبه شده است. مطالعات افزایش دما در استان خوزستان با مطالعات و تحقیقات پژوهش‌گرانی چون عباس‌نیا (۱۳۹۶) و انصاری (۱۳۹۵) همسویی و مطابقت دارد. در دوره‌های آینده روند دمای حداقل کاهشی می‌باشد و در نتیجه باعث کاهش برودت

آب و هوای کره زمین به دلیل فعالیت‌های انسانی در حال نوسان و گرم‌تر شدن می‌باشد. تغییرات اقلیمی، ما را در مسیری قرار داده که در نقاط مختلف جهان شاهد دماهای حدی هستیم که در شرایط آب و هوایی طبیعی بسیار بعید است و بحران اقلیمی نقش آشکاری در تشدید این پارامتر ایفا می‌کند. این افزایش دما با استفاده از مدل‌های پیش‌بینی آینده زنگ خطری برای کره زمین و بشر می‌باشد. مهم‌ترین نتایج اجرای آن به شرح زیر می‌باشند:

- در این تحقیق روند و نوع تغییرات ماهانه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نتایج به دست آمده از تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد در کلیه ایستگاه‌ها، به طور کلی استان خوزستان روند افزایشی پارامتر میانگین دما را نشان می‌دهند.

- ارزیابی اثرات پدیده گرمایش جهانی بر رخداد حدی‌های اقلیمی امری کاملاً بایسته است. افزایش دما در کلیه ایستگاه‌های مورد مطالعه در دوره آبی رخ داده است. در دو سناریو RCP2.6 (تعهد کشورها به کاهش گازهای گلخانه‌ای) و RCP8.5 (در صورت عدم پایبندی به کاهش گازهای گلخانه‌ای) در دوره‌های مورد مطالعه ریزمقیاس گردید. این در حالی است در دوره مطالعاتی سالانه، نواحی هم‌جوار با سواحل جنوبی ایران، کم‌ترین افزایش دما را خواهند داشت، به طوری که میزان این افزایش دما در ایستگاه‌های واقع در خشکی از ایستگاه‌های مناطق ساحلی بیشتر است. مطالعات افزایش دما در استان خوزستان با مطالعات و تحقیقات پژوهش‌گرانی چون

- scenarios in the Dez catchment. *Natural Geography* ۱۵(۵۵), ۱۲۹-۱۴۹
3. Asghari, Ahmed and Darzi Naftchali, Abdullah and Nadi, Mehdi and Saber Ali, Seyed Farhad, (2020), Forecasting temperature and radiation with SDSM model based on RCP scenarios, case study: Qarakhil synoptic station, Irrigation and water engineering of Iran, period: ۱۲, number ۱
  4. Asakreh, Hossein. (۲۰۱۶). Climate change. Zanjan University Press, first edition.
  5. Asakreh, Hossein and Shadman, Hassan, (2017), evaluation of the power of SDSM model in simulating the average temperature of Urmia city, *Journal of Geography and Environmental Planning*, Volume: 29, Number: 4
  6. Babaian, Iman and Mohammadian, Azadeh and Khazandari, Lili and Karimian, Maryam, (۲۰۱۳), the prediction of the country's drought using the post-processing of the output of the dynamic MRI-CGCM ۳ model with the aim of reducing the risk of drought at the country level, the ۶th International Conference on Comprehensive Crisis Management, Mashhad.
  7. Babaian, Iman, (۲۰۱۸), climate change in Iran: from effects and threats to opportunities, the ۶th regional climate change conference, Tehran
  8. Borna, Reza and Farzaneh, mahsa and Sanadzadeh, Sudabah, (۲۰۱۸), Analysis of climate change effects on precipitation changes (case study: Fars station), ۶th regional climate change conference, Tehran
  9. Falah Qalhari, Gholam Abbas, Sarostan, Rasoul, Khosrovian, Maryam. (۲۰۱۷). Investigating temperature parameters using statistical exponential microscale model during the period of ۲۰۱۸-۲۰۹۹ (study area of Ahvaz, Abadan and Masjid Suleiman). Man and environment,
  10. Gohardost, Azam, Azimi, Farideh, Barna, Reza, Kordavani, Parviz. (۲۰۱۷). Analysis of climate change trend in Khuzestan province using statistical models. *Geography*
- هوا و تعدیل آن می‌گردد و از یخبندان‌های شدید کاسته می‌شود.
- بررسی پهنه‌بندی روزهای داغ نشان از افزایش در تعداد روزهای داغ در دوره اقلیمی آینده از نتایج دیگر تحلیل داده‌ها در دوره آینده بوده و با مطالعات محمودی و دیگران (۱۳۹۴) همسویی دارد. تعداد روزهای داغ بیشتر شده است و با مطالعات پودینه (۱۳۹۴) مطابقت دارد. بررسی رفتار مکانی امواج گرما در استان خوزستان پرداخته شده است.
- نتایج نشان داد در شرق و شمال شرقی استان از رخداد بالای امواج گرمایی برخوردار می‌باشند. از نظر مکانی معنی‌دار می‌باشند، در ایستگاه آبادان در جنوب غربی استان و ایستگاه باغ ملک در شرق استان، تقریباً ۴ تا ۵ روز افزایش یافته اند و در بقیه ایستگاه‌های استان، ۲ تا ۳ روز افزایش خواهد داشت که با تحقیقات اسمعیل‌نژاد (۱۳۸۴) تقریباً همسویی دارد و سال‌های اخیر این پیامد پررنگ‌تر شده است.
- در چند دهه اخیر افزایش دمای زمین باعث برهم خوردن تعادل اقلیمی کره زمین شده و تغییرات اقلیمی گسترده‌ای را در اغلب نواحی کره زمین موجب گردیده است که از آن به عنوان تغییر اقلیم یاد می‌شود. تعداد روزهای خشک در آینده در تمامی ایستگاه‌ها افزایش خواهد داشت.
- در حال حاضر آگاهی یافتن از میزان تغییرات اقلیمی و رفتار متغیرهای اقلیمی در جهت کاربرد تمهیدات لازم در برابر اثرات ناشی از تغییر اقلیم موضوع مورد بحث و کانون توجه بسیاری از پژوهش‌گران به‌خصوص اقلیم‌شناسان قرار گرفته است. شناخت و ارزیابی تغییرات اقلیم در دهه‌های آینده با هدف برنامه‌ریزی محیطی مناسب در جهت سازگاری با شرایط آتی اقلیم و کاهش اثرات آن امری تأثیرگذار می‌باشد.

## منابع

1. Abbasi, Habiba (2022) evaluation of SDSM model efficiency in forecasting temperature and precipitation, the second international congress of civil engineering, architecture, building materials and environment
2. Arab Salghar, Ali Akbar, Parhamt, Jahangir, Godarzi, Massoud. (۲۰۲۲). Forecasting climate changes using atmospheric general circulation models and straw-scale SDSM and LARS-WG models under radiative forcing

18. Mahdavi, Reza.( ۲۰۱۲). Investigating the situation of climate change factors in Iran. The ۵th International Conference on Comprehensive Management of Natural Disasters, Tehran.
19. Pirmoradian, Nader, Hadinia, Hossein, Ashrafzadeh, Afshin.( 2015 ) Prediction of minimum and maximum temperature, radiation and precipitation in Rasht synoptic station under different climate change scenarios. Journal of Geography and Planning, Volume ۲۰, Number ۵۵, .۴۴-۲۹
20. Rezaei, Maryam. Ghasemieh, Hoda.( ۲۰۱۸). Assessing the impact of climate change on the variability of precipitation and temperature (case study: Kashan and Khorobiabank stations). Dry Canvas Journal, Volume ۹, Number ۱: .۸۱-۹۹
21. Razmkhah, Homa, Masoudi, Abda..., Rostami Ravari, Amin, Fararoi, Alireza. (2023). Assessing the effects of climate change on meteorological parameters using the LARS-WG model, case study: Abadeh station. Comprehensive management of watersheds
22. Shamsipour, Ali Akbar. (۲۰۱۲). Climate modeling, theory and method. Tehran: University of Tehran
23. Salehi, Mahmoud and Nazim, Zohra and Qayyumi Mohammadi, Hamid, (۲۰۱۸), review of some factors and results of global warming, the second national conference on the effects of drought and its management solutions, Isfahan.
24. Sami, Sara, (2021), an analysis of climate changes on the planet and the crises of natural resources and biodiversity of the world, the fourth international conference of biology and earth sciences, Hamadan
25. Semenov, M.A, Stratonovitch, P, (2010), Use of Multi-Model Ensembles from Global Climate Models for Assessment of Climate Change Impacts, Climate Research, No. 4, PP. 1-14.
26. Tabatabai, Hossein and Hosseini, Mehrdad.( ۲۰۰۳). Investigating climate change in Semnan city based on average monthly precipitation and average monthly temperature Quarterly (Regional Planning ۸(۳۱), .۹۱-۹۹
11. Hamidianpour, Mohsen and Nazaripour, Hamid and Khazai Faizabad, Elnaz and Farzaneh, Mahsa and Firuzeh, Siddiqa, (۲۰۲۳), Determination of the change point of temperature thresholds of heat and cold waves in Iran during the statistical period of (۱۹۶۶-۲۰۱۸), Quarterly Journal of Natural Environment Hazards , period: ۱۲, number ۳۷
12. Hamidianpour, Mohsen, Fallah Qalhari, Gholam Abbas, Alimoradi, Mohammadreza. (۲۰۲۱). Evaluating the effectiveness of the SDSM model in investigating the consequences of climate change for different climatic zones of Iran. Climate change researches ۲(۵), ۱-۱۴
13. IPCC. (2007). Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report, Climate Change.
14. IPCC. (2007). Summary for policy makers Climate change: The physical science basis. Contribution of working group I to the forth assessment report. Cambridge University Press.
15. IPCC .( 2007). Summary for Policymakers. In D. Qin, Z. Chen, K.B. Averyt, H.L. Miller, S. Solomon, M. Manning, M. Marquis & M. Tignor In S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller (eds.), Climate Change (2007): The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press
16. IPCC. (2013). Summary for policymakers. Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J.
17. Javadizadeh, Farshad, Kordavani, Parviz, Alijani, Bahloul, Asadian, Farideh. (۲۰۱۷). The effectiveness of SDSM statistical exponential microscale model models in predicting temperature parameters in Minab watershed. Natural Geography, ۱۱(۴۲), .۴۷-۶۶

30. Zahrai, Akbar, Hosseini, Sidasaad. (۲۰۱۹). Climate change and its effects on water resources. Ilam: Havar Publishing.
31. Zarin, Azar, Yazdani, Dina, Dadashi Rudbari, Abbas Ali. (2022). Forecasting the minimum and maximum temperature of cold regions of Iran using SDSM statistical straw scale model. Climate Change Research, ۲(۱۰), -۱۹
- parameters, the third climate change conference, Isfahan University, p.
27. Xu, C.H, Xu, Y, (2012), The projection of temperature and precipitation over china under RCP scenarios using a CMIP5 multi-model ensemble, Atmospheric and Oceanic Science Letters, Vol. 5, No. 6, PP. 527-533.
28. Yousefi, Abdul Hossein, (۲۰۱۸), Investigating the impact of climate change on the desertification risk potential of land based on climate and
29. groundwater criteria (case study: Bagh Fars Desert), PhD Thesis, Lorestan University, Faculty of Literature and Human Sciences.