

صص ۳۰-۱۵

شبیه‌سازی الگوهای دمای استان مرکزی بر پایه برون‌داد مدل ترکیبی گردش عمومی جو**بهرز ساری صراف**

استاد گروه آب و هواشناسی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

مجید رضایی بنفشه

استاد گروه آب و هواشناسی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

هاشم رستم زاده

استادیار گروه آب و هواشناسی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

سعید محمودی*

دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱۶

چکیده

این مقاله با هدف بررسی مکانی الگوهای دمای شبیه‌سازی شده روزانه متأثر از تغییرات اقلیمی آینده، با استفاده از خروجی مدل گردش جو انجام شده است. در این راستا نخست داده‌های مدل گردش عمومی هوا طی دوره ۲۰۱۵ تا ۲۰۵۰ از پایگاه داده‌های EH5OM دریافت شد. این پایگاه از داده‌های مدل گردش کلی جو و اقیانوس، تحت سناریو A1B، هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم تشکیل شده است. سپس ریز گردانی آن‌ها در نسخه چهارم مدل RegCM4 انجام شد. سرانجام میانگین دمای روزانه ریزمقیاس شده با ابعاد 27×27 درجه طول و عرض جغرافیایی که نقاطی با ابعاد تقریبی 30×30 کیلومتر از مساحت منطقه را پوشش می‌دهد استخراج شد. سپس دمای ماهانه، فصلی و سالانه حوضه، میانبایی و نقشه‌ها ترسیم شد. نتایج نشان داد اگرچه الگوهای مکانی دمای سالانه، فصلی و ماهانه؛ از لحاظ دمایی متفاوت است اما از لحاظ مکانی از الگوی نسبتاً یکسانی برخوردار است. الگوهای یکسان متأثر از منحنی هم‌تراز منطقه مورد مطالعه است. دلیل الگوهای مکانی نسبتاً یکسان در بازه‌های زمانی متفاوت به دلیل تأثیر پذیری بالا و رابطه قوی الگوهای دمایی با طبقات ارتفاعی است.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، EH5OM، RegCM4، تالاب میقان.

مقدمه

تغییرات آب و هوایی با تغییر الگوهای اقلیمی و به هم ریختن نظم اکوسیستم‌ها، تأثیرات جدی بر محیط‌زیست دارد. تغییر در الگوهای آب و هوایی می‌تواند به وقوع سیل‌های شدید، گرما و سرماهای شدید، تکرار بیشتر خشک‌سالی‌ها و گرم شدن جهانی هوا منجر شود. حتی هر یک از این پدیده‌ها می‌تواند ذخایر غذایی یک منطقه را نیز در معرض خطر قرار دهد

(احمدی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱). شواهد روشنی جهت تغییرات آب و هوایی در چند دهه اخیر وجود دارد که عامل اصلی آن فعالیت‌ها انسانی عنوان می‌شود. مسئله مهم و کلیدی در سال‌ها اخیر چگونگی بهبود و سازگاری با شرایط محیطی به وجود آمده و کاهش آسیب‌پذیری اجتماعی اثرات ناگوار حاصل از این دسته از تغییرات آب و هوایی است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱). 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 به‌عنوان تغییر اقلیم یاد می‌شود (مظفری و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۰۱). گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی و محیطی ناشی از آن همچون ذوب شدن یخ و برف‌ها در نقاط مختلف کره زمین، بالا آمدن سطح آب دریاها و اقیانوس‌ها، افزایش مخاطرات طبیعی (افزایش در شدت و فراوانی توفان‌ها، سیل‌ها و خشک‌سالی‌ها) و غیره می‌تواند برای حیات آینده انسان بر روی کره زمین آثار مخرب زیادی را به همراه داشته باشد، از این‌رو بررسی شرایط اقلیمی حال و آینده برای مناطق مختلف دارای اهمیت است. در واقع افزایش دمای جو و دمای سطح اقیانوس‌ها می‌تواند منجر به افزایش میزان تبخیر گردد. این در حالی است که جو با دمای بالاتر، گنجایش رطوبتی بیشتری خواهد داشت و این امر نیز می‌تواند باعث افزایش شدت و انرژی توفان‌ها در اقیانوس‌ها و مناطق ساحلی کره زمین گردد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹). روند دمای ایران در نیم سده گذشته نشان داد که دمای شبانه، روزانه و شبانه روزی ایران به ترتیب با آهنگ حدود سه، یک و دو درجه در هر صدسال افزایش داشته است. روندهای افزایش دما عمدتاً در سرزمین‌های گرم و کم ارتفاع و روندهای کاهش دما عمدتاً در رشته کوه‌ها دیده می‌شوند، همچنین ایران نسبت به دیگر مناطق نیمکره شمالی، بیشتر در معرض آسیب‌های جدی این پدیده قرار دارد (مسعودیان، ۱۳۸۴؛ کوچکی و کمالی، ۱۳۸۹؛ مسعودیان و منتظری، ۱۳۹۴).

استفورد^۱ و همکاران (۲۰۰۰) دمای شبانه، روزانه، شبانه‌روزی و دامنه نوسان دمای ۲۵ ایستگاه هواسنجی آلاسکا را به روش رگرسیون حداقل مربعات در فاصله سال‌های ۱۹۴۹ تا ۱۹۹۸، بررسی کرده‌اند. این بررسی نشان داد که در تمام ایستگاه‌ها دما روند افزایشی داشته و بیشترین افزایش در زمستان و در میانه آلاسکا به میزان ۲/۲ درجه سلسیوس در ۵۰ ساله مورد بررسی دیده شده است.^۲ گیان و همکاران (۲۰۰۲) در پژوهشی به علل وقوع پدیده گرد و غبار و تأثیرات آن بر آب و هوای چین مطالعه کردند، نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که گرمایش کشور مغولستان و سرمایش شمال چین بر ایجاد گرد و غبار در شمال چین مؤثر است. یو^۳ (۲۰۰۳) در پژوهشی، روند دمای ماهانه، فصلی و سالانه ژاپن در صدسال گذشته را با به‌کارگیری آزمون من-کندال مورد ارزیابی قرار داد و نشان داد که دمای سالانه ۴۶ ایستگاه در فاصله سال‌های ۱۹۰۰ تا ۱۹۹۶، بین ۰/۵۱ تا ۲/۷۷ درجه سلسیوس افزایش یافته است. بوئیج^۴ و همکاران (۲۰۱۱) با شبیه‌سازی اثر تغییر اقلیم بر دبی رودخانه نیل با استفاده از مدل گردش عمومی هوا به این نتیجه رسیدند که تغییرات اقلیمی آثار چشمگیری بر

^۱ - Stafford

^۲ - Qian

^۳ - Yue

^۴ - Booij

آبدهی حوضه رود نیل داشته و آبدهی آن طی سال‌های آینده کاهش خواهد داد. تشمیانگا^۵ و هاگس (۲۰۱۲) با بررسی آثار تغییر اقلیم بر منابع آب در حوضه کنگو با استفاده از مدل مقیاس جهانی به این نتیجه رسیدند که در آینده‌ای نزدیک مناطقی از کنگو که دارای آب و هوای گرمسیری یا استوایی هستند، با کاهش رواناب مواجه خواهند شد تون^۶ (۲۰۱۵) تغییرپذیری‌های گذشته و آینده دما و بارش منطقه کامبودیا با استفاده از مدل MAGICC-SCENGEN و تحت دو سناریوی B2 و A2 در بازه زمانی (۲۰۰۸-۲۰۹۹) مورد بررسی قرار داد. داستاگر^۷ (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی نتایج مدل‌سازی اقلیمی در رابطه با رخدادهای فرین^۸ آب و هوایی در حوضه یکی از رودخانه‌های بنگلادش پرداخت و نشان داد رخدادهای فرین با رخداد گرمایش جهانی و اثرات آن در آینده افزایش خواهد یافت.

در ایران پژوهش‌های مختلفی به بررسی تغییرات و روند دما در ایران پرداخته‌اند که از این میان مسعودیان (۱۳۸۴) روند دمای ایران را در نیم سده گذشته مورد بررسی قرار داد و نتایج این پژوهش نشان داد که در نیم سده گذشته دمای شبانه، روزانه و شبانه روزی ایران به ترتیب با آهنگ حدود سه، یک و دو درجه در هر صدسال افزایش داشته است. روندهای افزایش دما عمدتاً در سرزمین‌های گرم و کم ارتفاع و روندهای کاهش عمده‌تر در رشته کوه‌ها دیده می‌شوند. روشن و همکاران (۱۳۹۱) با آزمون مدل‌های گوناگون برای شبیه‌سازی مقادیر دما و بارش مشاهداتی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ دریافتند که هیچ‌یک از مدل‌ها به تنهایی قادر به شبیه‌سازی صحیح اقلیم کشور نیستند و باید از ترکیب آن‌ها استفاده شود، همچنین نتایج شبیه‌سازی دما با استفاده از مدل INMCM-30 افزایش دمای ایران به میزان ۱/۳ و ۲/۵ درجه سلسیوس برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۵۰ را نشان داد. طاووسی و زهرایی (۱۳۹۲) با مدل‌سازی سری‌های زمانی به تحلیل پدیده گرد و غبار پرداختند. در این پژوهش با استفاده از روش ناپارامتریک به مدل‌سازی تغییرات و برآورد سری‌های زمانی روزهای گرد و غباری شهر اهواز در دوره زمانی ۱۹۵۱-۲۰۰۵ پرداخته شد. نتایج حاصل نشان داد که بیشینه روزهای گرد و غباری در دوره گرم سال رخ می‌دهد و در نیمه دوم سال افزایش بیشتری نسبت به نیمه اول دارد. احمدی و زهرایی (۱۳۹۳) در پژوهشی، اثرات تغییر اقلیم را بر یخبندان‌های شهر زاهدان با استفاده از مدل‌های سه بعدی گردش عمومی جو شبیه‌سازی کردند. در این پژوهش پس از صحت‌سنجی مدل‌های بکار گرفته شده با روش‌های آماری مدل HADGEM با میزان خطای مطلق ۰/۱۶، به‌عنوان مدل مناسب جهت شبیه‌سازی مؤلفه کمینه دما در دوره سرد سال برگزیده شد. نتایج پژوهش نشان داد، تعداد یخبندان‌های سالانه در آینده حدود ۱۸ روز نسبت به دوره حاضر کاهش خواهد یافت. همچنین در میان طبقات، یخبندان‌های ضعیف دارای روند افزایشی و یخبندان‌های شدید و خیلی شدید دارای روند کاهش است. بازه زمانی یخبندان‌های شدید و خیلی شدید از هفت ماه در دوره آماری حاضر به پنج ماه در بازه زمانی آینده کاهش خواهد یافت. ابراهیمی و کردوانی (۱۳۹۳) روند تغییر اقلیم در تالاب بین‌المللی انزلی را به روش من‌کنندال مورد بررسی قرار دادند. نتایج

⁵ - Tshimanga

⁶ - Thoeun

⁷ - Dastagir

⁸ - Extreme

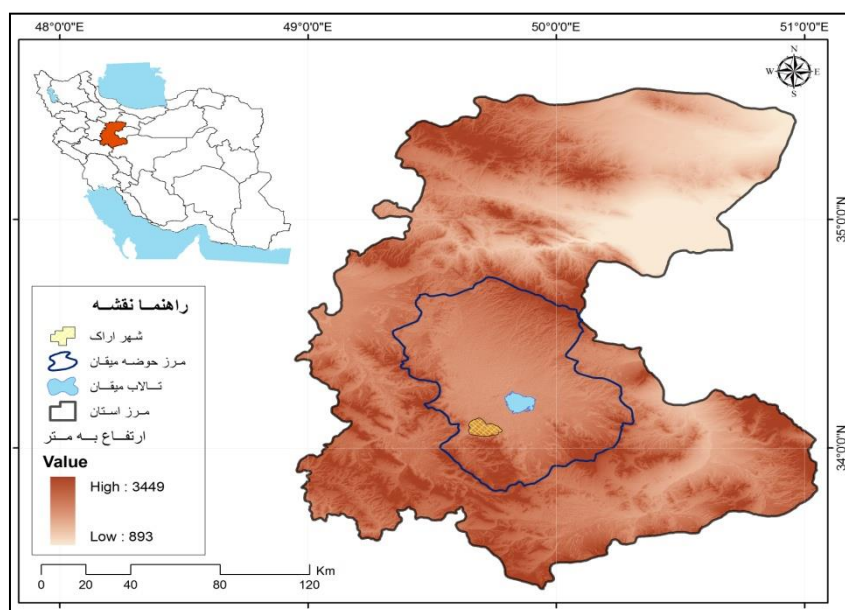
نشان داد در ایستگاه انزلی دمای بیشینه دارای روند منفی و دمای کمینه دارای روند مثبت و بارش سالانه هیچ‌گونه تغییری شدیدی نداشته است. یاراحمدی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی تأثیر نوسانات آب و هوایی بر رخداد پدیده گرد و غبار در مناطق غرب و جنوب غرب ایران پرداختند، در این مطالعه داده‌های سرعت باد، دما، بارش و تعداد روزهای گرد و غباری ۵ ایستگاه منطقه‌ای برای یک دوره ۵ ساله با استفاده از روش‌های آماری، بازه‌های زمانی فعالیت آن‌ها و روند تغییراتشان مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که میزان متوسط بارش سالانه، کاهش و میزان دما، سرعت باد و تعداد روزهای گرد و غباری افزایش یافته است. همچنین هر گاه یک ناه عمیق در سطوح فوقانی جو منطقه مستقر و در سطح زمین هم سلیکون‌های سطحی ایجاد شود، باعث پدیده گرد و غبار در منطقه شده و چون جهت وزش باد بر اثر سیستم‌های فشار، عرض جغرافیایی و اختلاف دمایی ارتفاعات شرق ترکیه با منطقه پست خلیج فارس، از شمال غرب به جنوب شرق است، گرد و غبار را به داخل کشور هدایت می‌کند. مزیدی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی، به تحلیل مکانی الگوهای دمایی و بررسی تغییرات ساختار مسلط بر فرا سنج پیش‌بینی شده روزانه دما در دهه‌های آینده (۲۰۱۵-۲۰۵۰) با به‌کارگیری برون‌داد مدل EH5OM در حوضه آبخیز دریاچه‌های طشک، بختگان و مهارلو در استان فارس پرداختند. عسکری‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) با به‌کارگیری از ریزمقیاس‌نمایی مدل LARS-WG به پیش‌بینی نوسان‌های نمایه‌های فرین بارش در شهر سبزوار پرداختند؛ یافته‌های پژوهش نشان داد احتمالاً میانگین بیشینه بارش پنج روزه و شدت بارش طی دوره آینده ۲۰۱۱-۲۰۳۰ و ۲۰۴۶-۲۰۶۵ تحت سناریوی A2 افزایش خواهد یافت. همچنین سهم بیشتری از کل بارش سالانه به وقوع بارش‌های سیل‌آسا و رگباری تعلق خواهد گرفت.

هدف اصلی در این پژوهش بررسی مکانی الگوهای دمایی شبیه‌سازی شده روزانه دما در دهه‌های آینده (۲۰۱۵-۲۰۵۰) با استفاده از خروجی مدل گردش جو در منطقه مورد مطالعه است.

داده‌ها و روش‌ها

استان مرکزی بین عرض‌های جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی واقع شده است. استان مرکزی از شمال به استان‌های تهران، البرز و قزوین، از غرب به استان همدان، از جنوب به استان لرستان و شرق به استان‌های قم و اصفهان محدود شده است. مساحت کل آن در حدود ۲۹۱۲۷ کیلومترمربع است که حدود ۱/۸۵ درصد از مساحت کل کشور را به خود اختصاص می‌دهد. استان مرکزی از یک‌طرف در کویر مرکزی و از طرف دیگر در محل زاویه چین‌خوردگی البرز و زاگرس واقع شده است. قلمرو ارتفاعات در استان مرکزی از جنوب غربی به شمال شرقی کاهش می‌یابد به طوری که مرتفع‌ترین نقطه استان، قله کوه آدینه در جنوب غرب شازند با ارتفاع ۳۳۹۰ متر از سطح دریا و پست‌ترین نقطه آن اراضی جنوبی و جنوب غربی دشت ساوه با ارتفاع ۹۵۰ متر از سطح دریا است. میزان بارندگی نواحی مختلف استان نیز متناسب با این کاهش ارتفاع کم می‌شود، به طوری

که پر باران ترین نقطه آن، شهرستان شازند با بارندگی ۵۲۰ میلی متر و کم باران ترین آن دلیجان با ۱۷۷ میلی متر و متوسط بارندگی آن ۲۹۰ میلی متر در سال است (دماوندی و همکاران، ۱۳۹۵: ۵۲).



مآخذ: نگارندگان

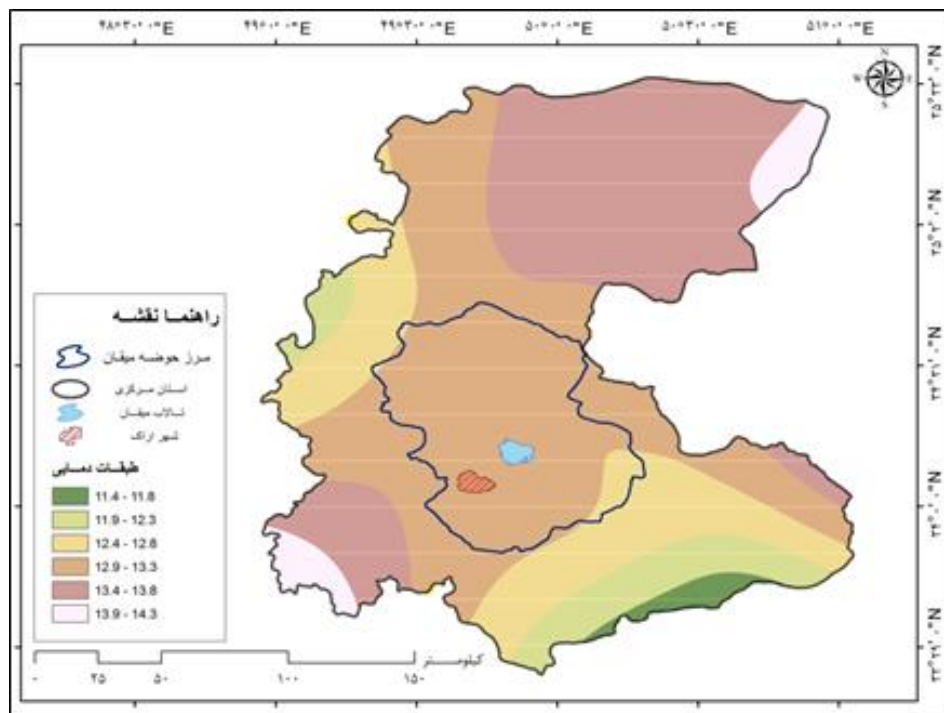
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی تالاب میقان

در این مقاله به منظور شبیه سازی دمای روزانه از پایگاه داده های EH50M استفاده شد. این پایگاه به عنوان داده های مدل گردش کلی جو و اقیانوس AOGCM^۹ بوده و از داده های مدل جو و مدل اقیانوسی تشکیل شده اند. این داده ها پنجمین نسخه از داده های ECHAM مدل گردش کلی جو با طیف هسته دینامیکی که برای پروژه های اقلیمی با تفکیک T63 درجه طولی و عرضی و ۳۱ سطح جو تا نزدیک ۱۰ هکتوپاسکال بوده که در موسسه پلانک در دانشگاه هامبورگ تولید شده است (2006. Roeckner, et al). برای استفاده از آن ها نیاز است که از مدل ریز مقیاس نمایی منطقه ای ۴ Regcm استفاده شود. داده های خروجی مدل ریزگردانی شده با ابعاد 0.27×0.27 درجه طول و عرض جغرافیایی است که حدوداً نواحی با ابعاد 30×30 کیلومتر مساحت ایران را پوشش می دهند. پس از شبیه سازی، داده های دمای هوا روزانه در بازه زمانی ۳۶ ساله (۲۰۱۵-۲۰۵۰) توسط مدل استخراج می شود. سپس برای تحلیل الگوهای مکانی- زمانی پهنه های دمایی، میانبایی پهنه های دما در قالب های زمانی سالانه، فصلی و ماهانه با استفاده از فنون زمین آماری، پهنه بندی الگوهای دمایی در محیط نرم افزار ArcGIS 9.2 انجام پذیرفت.

^۹ - Atmosphere-Ocean General circulation Model

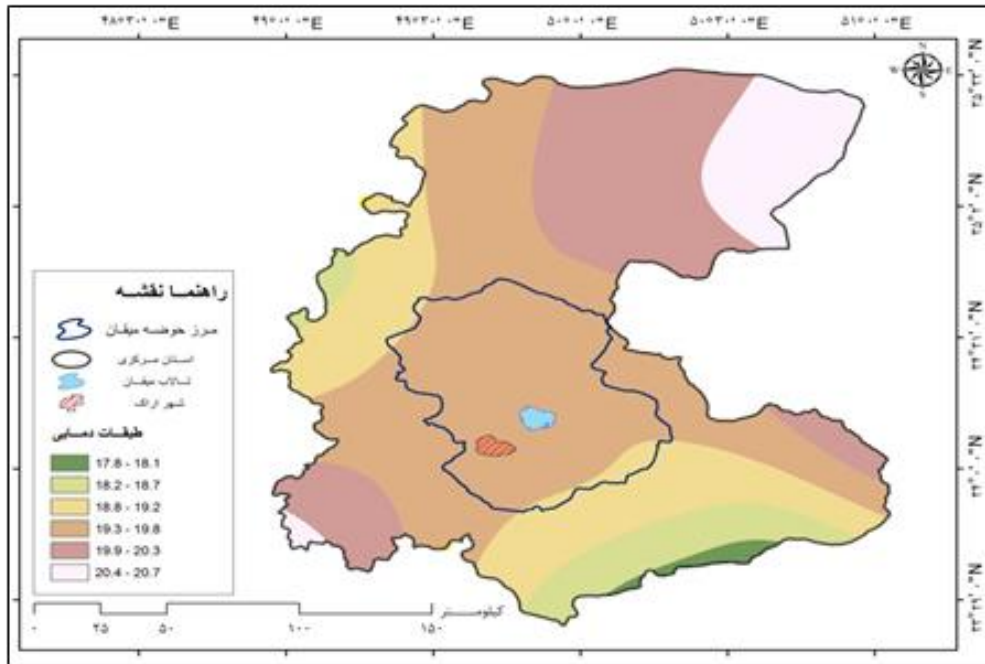
یافته‌ها

میانگین سالانه دمای شبیه‌سازی شده در منطقه مورد مطالعه ترسیم و پهنه‌بندی (شکل ۲) شد. با توجه به این شکل، دامنه دمایی ۱۳/۳-۱۲/۹ درجه سانتی‌گراد در حوضه میقان قابل مشاهده است. طبقات دمایی سردتر بر نواحی کوهستان جنوب شرقی انطباق دارد. میانگین بهاره دمای شبیه‌سازی شده در منطقه مورد مطالعه در (شکل ۳) قابل مشاهده است. الگوها دمایی فصل بهار به مانند الگو سالانه است. دامنه دمایی ۱۹/۳-۱۹/۸ درجه سانتی‌گراد حوضه میقان را در بر گرفته است. میانگین تابستانه دمای شبیه‌سازی شده در منطقه مورد مطالعه در (شکل ۴) قابل مشاهده است. در فصل تابستان پراکنش الگوهای دمایی کمی دچار تغییر شده است. و سه دامنه دمایی ۲۴-۲۵/۸ درجه سانتی‌گراد در حوضه میقان قابل مشاهده است. نواحی جنوب شرقی سردتر و نواحی غربی حوضه از دامنه دمایی گرمتر برخوردار است. میانگین پاییزه دمای شبیه‌سازی شده در منطقه مورد مطالعه در (شکل ۵) قابل مشاهده است. الگوی دمایی در فصل پاییز هم به مانند الگو سالانه و بهاره است و دامنه دمایی ۹/۲-۱۰/۴ درجه سانتی‌گراد در حوضه میقان قابل مشاهده است. میانگین زمستانه دمای شبیه‌سازی شده در منطقه مورد مطالعه در (شکل ۶) قابل مشاهده است. دامنه دمایی کمتر از دو درجه سانتی‌گراد حوضه میقان را در بر گرفته است.



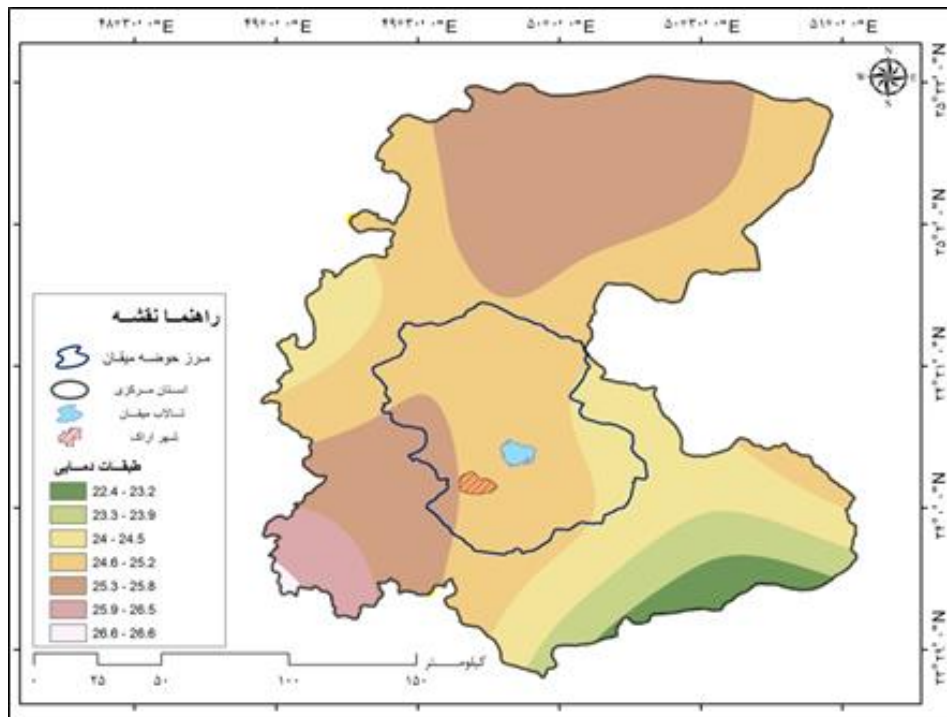
مأخذ: نگارندگان

شکل ۲: الگوهای دمایی میانگین سالانه مدل در منطقه مورد مطالعه



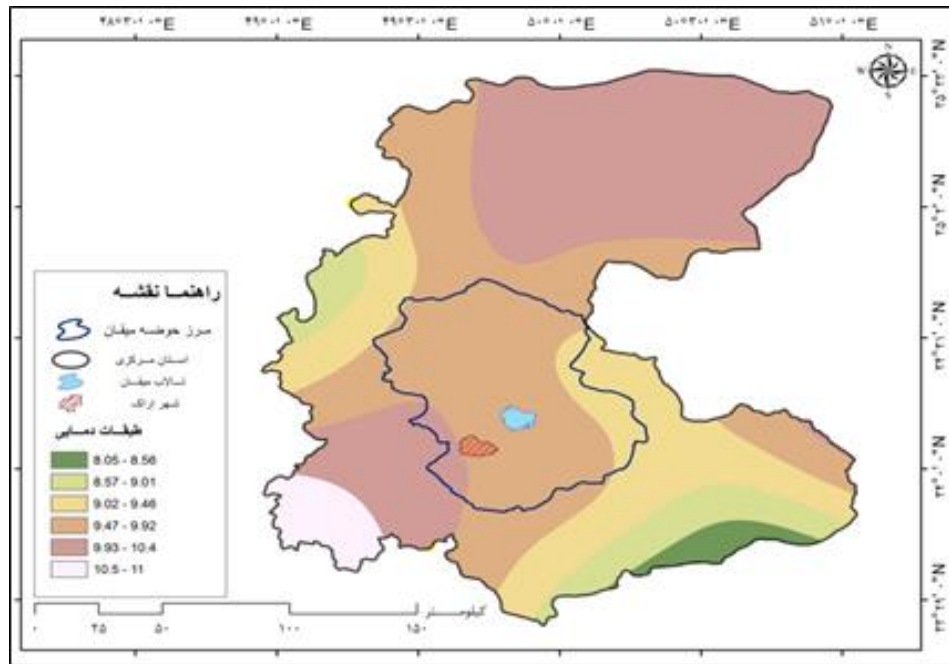
مأخذ: نگارندگان

شکل ۳: الگوهای دمایی میانگین بهاره مدل در منطقه مورد مطالعه



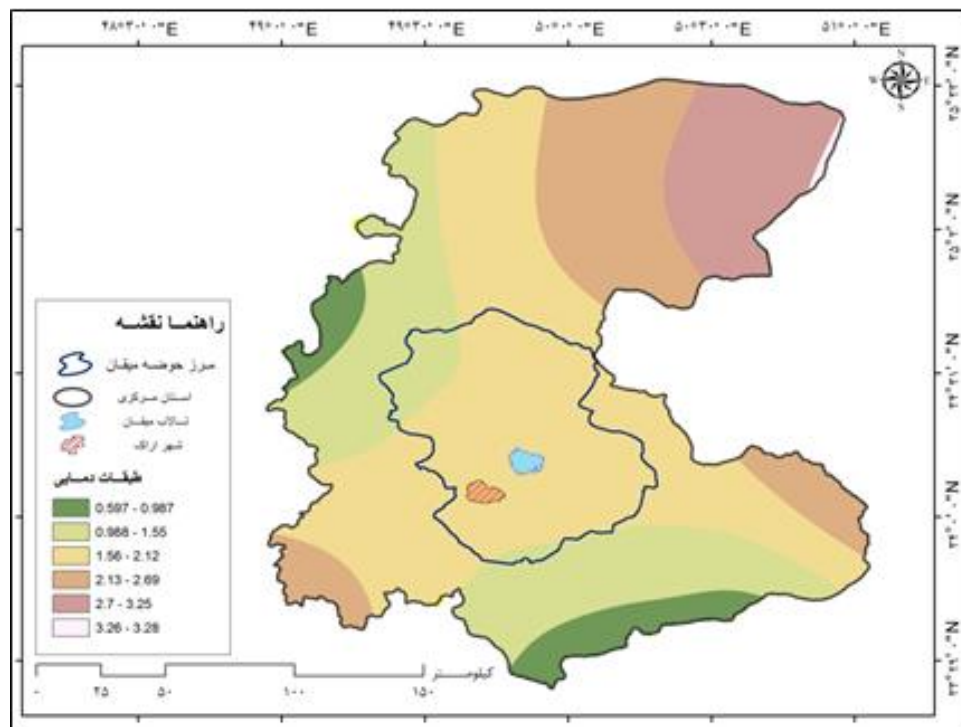
مأخذ: نگارندگان

شکل ۴: الگوهای دمایی میانگین تابستانه مدل در منطقه مورد مطالعه



مآخذ: نگارندگان

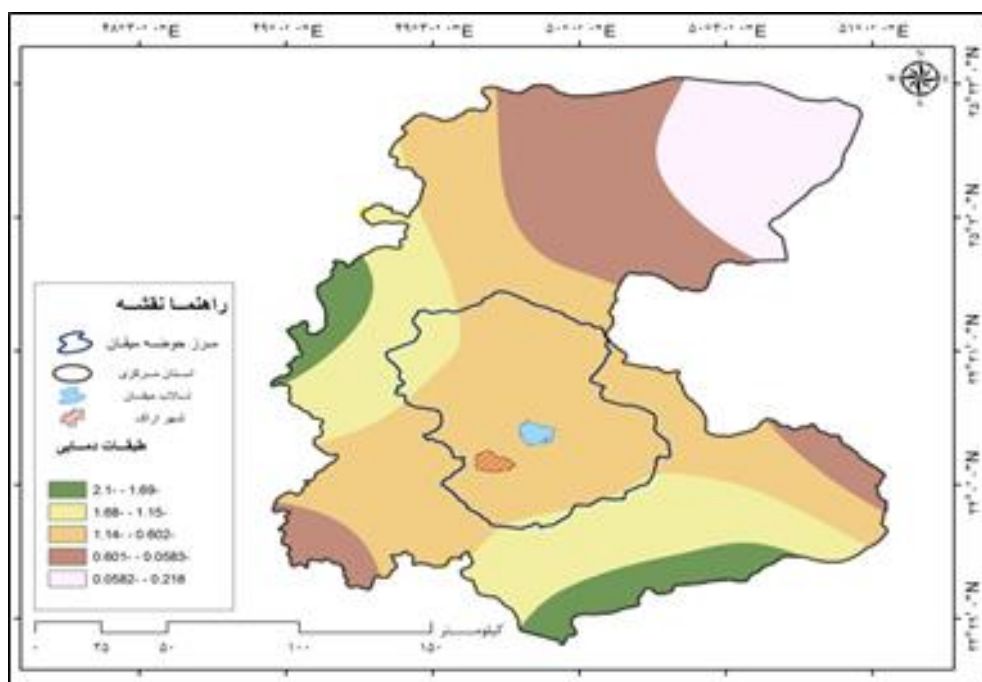
شکل ۵: الگوهای دمایی میانگین پاییزه مدل در منطقه مورد مطالعه



مآخذ: نگارندگان

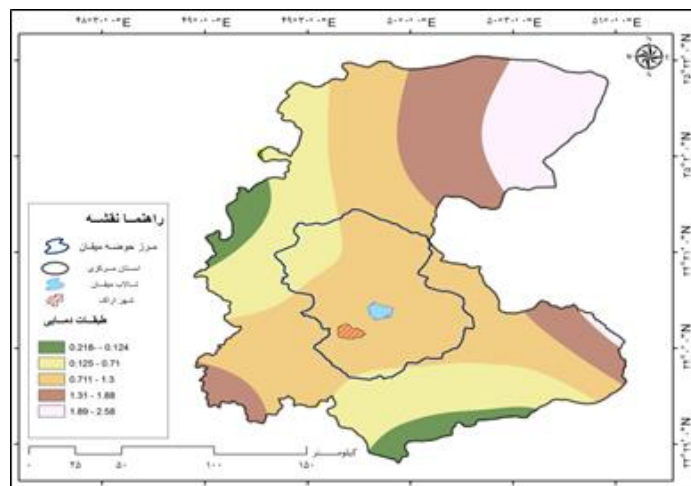
شکل ۶: الگوهای دمایی میانگین زمستانه مدل در منطقه مورد مطالعه

همچنین میانگین ماهانه پهنه‌بندی دمای شبیه‌سازی شده در منطقه مورد مطالعه با استفاده از داده‌های خروجی مدل مذکور ترسیم شدند. میانگین دمای شبیه‌سازی شده در ماه ژانویه در منطقه مورد مطالعه در (شکل ۷) قابل مشاهده است. دامنه دمایی منفی $1/14$ تا منفی $0/6$ درجه سانتی‌گراد حوضه میقان را در این ماه در بر گرفته است. میانگین دمای شبیه‌سازی شده در ماه فوریه در منطقه مورد مطالعه در (شکل ۸) قابل مشاهده است. افزایش دمای در ماه فوریه نسبت به ماه ژانویه رخ داده است اما الگوها دمایی در این ماه تغییر نکرده است. دامنه دمایی $0/7$ - $1/3$ درجه سانتی‌گراد حوضه میقان را در ماه فوریه در بر گرفته است. میانگین دمای شبیه‌سازی شده در ماه مارس در منطقه مورد مطالعه در (شکل ۹) قابل مشاهده است. دما با افزایش همراه است اما الگوهای دمایی تغییری نکرده‌اند. دامنه دمایی $4/5$ - $5/6$ درجه سانتی‌گراد حوضه میقان را در این ماه پوشش داده است. میانگین دمای شبیه‌سازی شده در ماه آوریل منطقه مورد مطالعه در (شکل ۱۰) قابل مشاهده است. در این ماه نیز الگوهای دمایی نسبتاً ثابت اما با افزایش دما همراه می‌باشند. دامنه دمایی $11/6$ - $12/9$ درجه سانتی‌گراد حوضه میقان را در این ماه پوشش داده است.



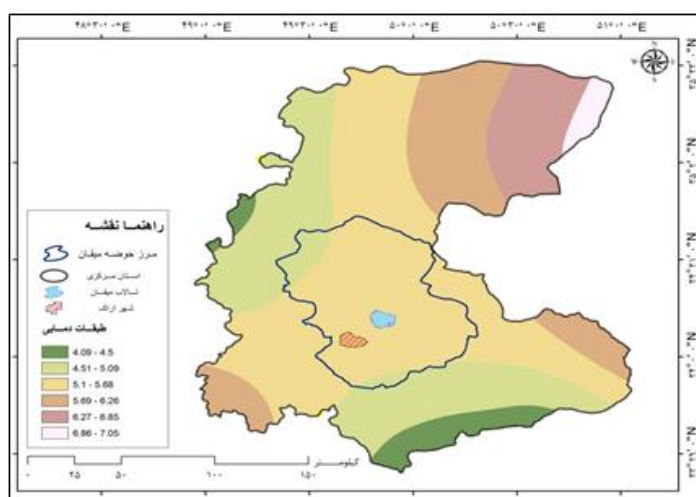
مأخذ: نگارندگان

شکل ۷: الگوهای دمایی میانگین ماهانه (ژانویه) مدل در منطقه مورد مطالعه



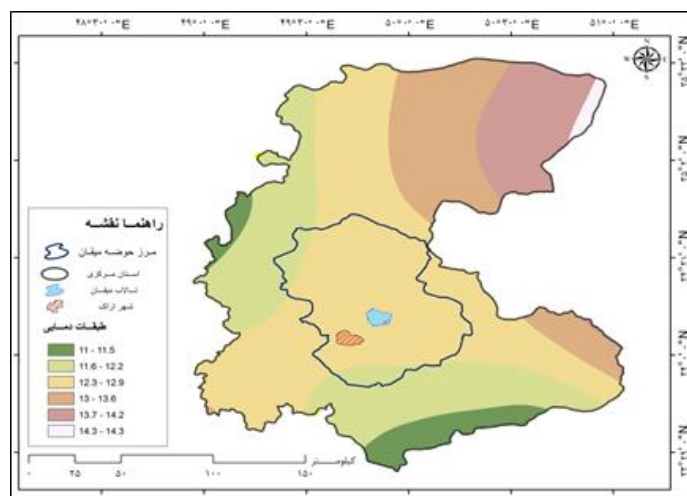
مأخذ: نگارندگان

شکل ۸: الگوهای دمایی میانگین ماهانه (فوریه) مدل در منطقه مورد مطالعه



مأخذ: نگارندگان

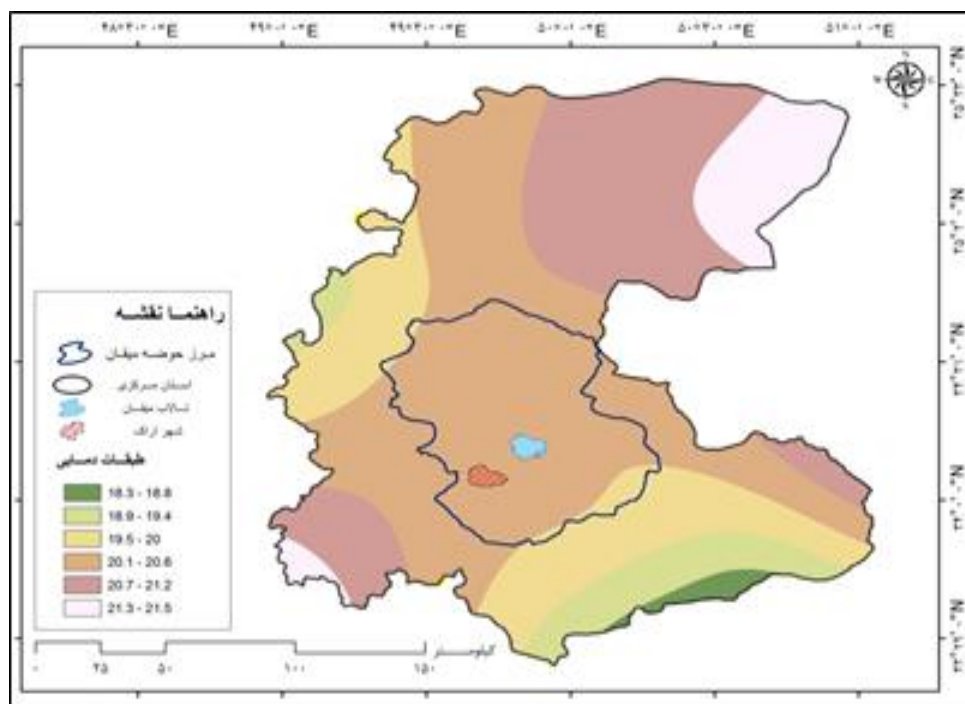
شکل ۹: الگوهای دمایی میانگین ماهانه (مارس) مدل در منطقه مورد مطالعه



مأخذ: نگارندگان

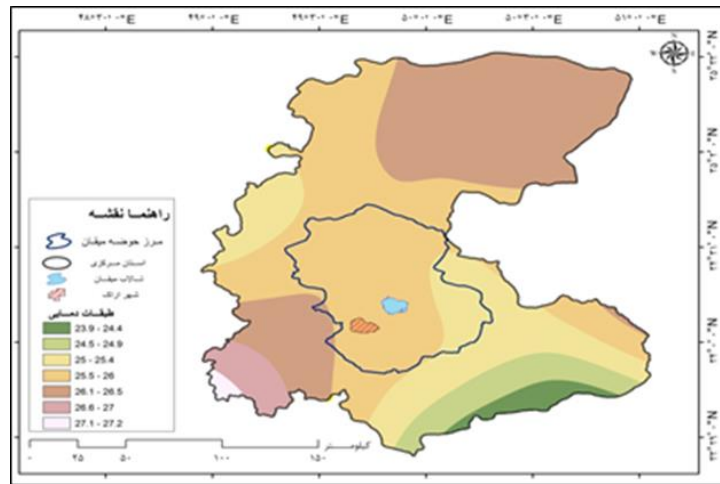
شکل ۱۰: الگوهای دمایی میانگین ماهانه (آوریل) مدل در منطقه مورد مطالعه

میانگین دمای شبیه‌سازی شده در ماه می منطقه مورد مطالعه در (شکل ۱۱) قابل مشاهده است. روند افزایش دما همچنان ادامه دارد اما در این ماه نیز الگوهای دمایی نسبتاً ثابت می‌باشند. دامنه دمایی $۱۹/۵ - ۲۰/۶$ درجه سانتی‌گراد حوضه میقان را در این ماه در بر گرفته است. میانگین دمای شبیه‌سازی شده در ماه ژوئن منطقه مورد مطالعه در (شکل ۱۲) قابل مشاهده است. در این ماه الگوهای دمایی گرم در حال گسترش بیشتر در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. دامنه دمایی $۲۶ - ۲۵$ درجه سانتی‌گراد حوضه میقان را در این ماه پوشش داده است. میانگین دمای شبیه‌سازی شده در این ماه پوشش داده است. در این ماه الگوهای دمایی نسبتاً ثابت اما با افزایش دما نسبت به ماه‌های پیشین همراه است. دامنه دمایی $۲۷/۴ - ۲۹/۱$ درجه سانتی‌گراد حوضه میقان را در این ماه پوشش داده است. میانگین دمای شبیه‌سازی شده در ماه اوت منطقه مورد مطالعه در (شکل ۱۴) قابل مشاهده است. در این ماه الگوهای دمایی در منطقه مورد مطالعه با روند کاهشی روبه روست. دامنه دمایی $۲۵ - ۲۶/۳$ درجه سانتی‌گراد حوضه میقان را در این ماه پوشش داده است.



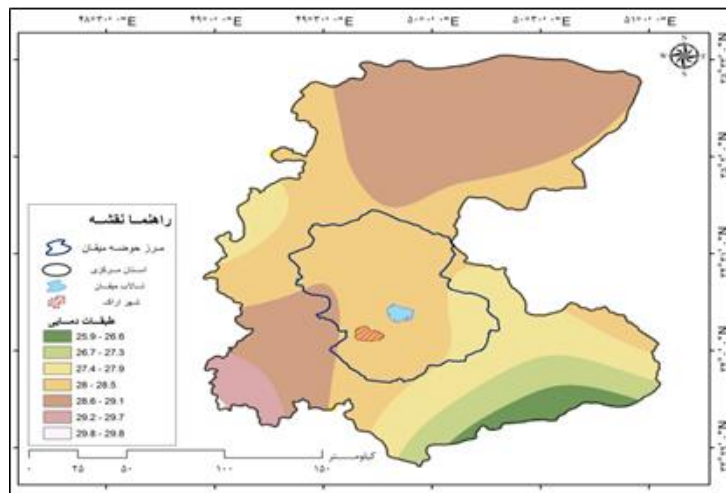
مآخذ: نگارندگان

شکل ۱۱: الگوهای دمایی میانگین ماهانه (می) مدل در منطقه مورد مطالعه



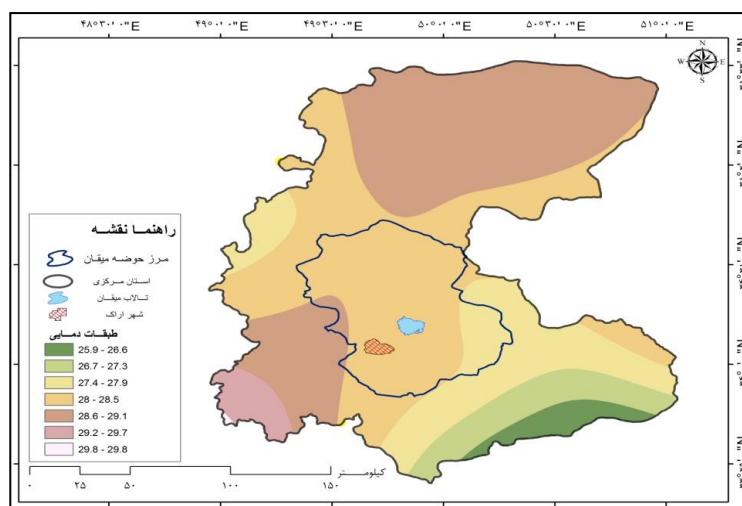
ماخذ: نگارندگان

شکل ۱۲: الگوهای دمایی میانگین ماهانه (ژوئن) مدل در منطقه مورد مطالعه



ماخذ: نگارندگان

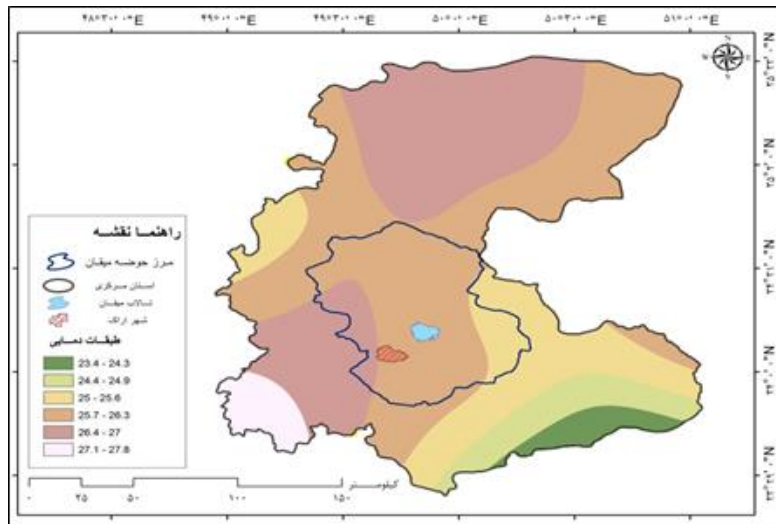
شکل ۱۳: الگوهای دمایی میانگین ماهانه (جولای) مدل در منطقه مورد مطالعه



ماخذ: نگارندگان

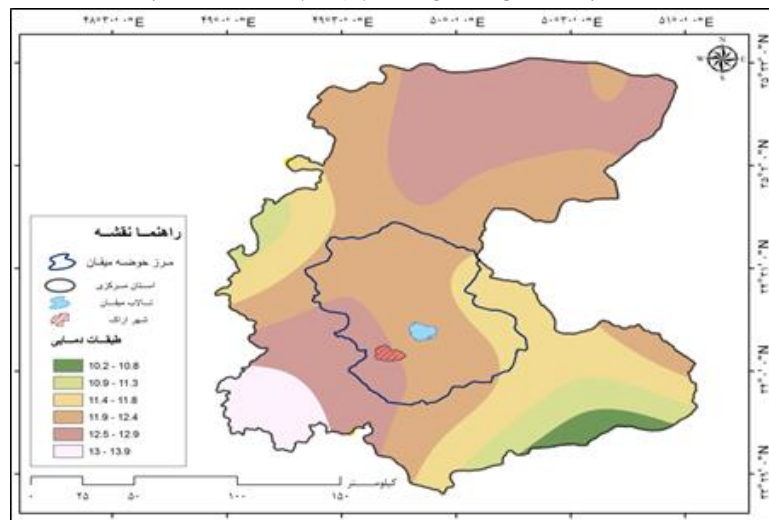
شکل ۱۴: الگوهای دمایی میانگین ماهانه (اوت) مدل در منطقه مورد مطالعه

میانگین دمای شبیه‌سازی شده در ماه سپتامبر در منطقه مورد مطالعه در (شکل ۱۵) قابل مشاهده است. الگوهای دمایی در این ماه به مانند گذشته است. دامنه دمایی ۲۵-۲۷ درجه سانتی‌گراد حوضه میقان را در این ماه در بر گرفته است. میانگین دمای شبیه‌سازی شده در ماه اکتبر در منطقه مورد مطالعه در (شکل ۱۶) قابل مشاهده است. روند کاهش دما همچنان ادامه دارد اما در این ماه نیز الگوهای دمایی نسبتاً ثابت می‌باشند. دامنه دمایی ۱۱/۴ - ۱۲/۹ درجه سانتی‌گراد حوضه میقان را در این ماه در بر گرفته است. میانگین دمای شبیه‌سازی شده در ماه نوامبر در منطقه مورد مطالعه در (شکل ۱۷) قابل مشاهده است. الگوهای دمایی در این ماه مشابه ماه‌های پیشین است. دامنه دمایی ۴/۸ - ۵/۸ درجه سانتی‌گراد حوضه میقان را در این ماه در بر گرفته است. میانگین دمای شبیه‌سازی شده در ماه دسامبر در منطقه مورد مطالعه در (شکل ۱۸) قابل مشاهده است. الگوهای دمایی در این ماه به مانند گذشته می‌باشد و از الگوی نسبتاً یکسانی برخوردار است. دامنه دمایی ۱/۱ - ۰/۳ درجه سانتی‌گراد حوضه میقان را در این ماه پوشش داده است.



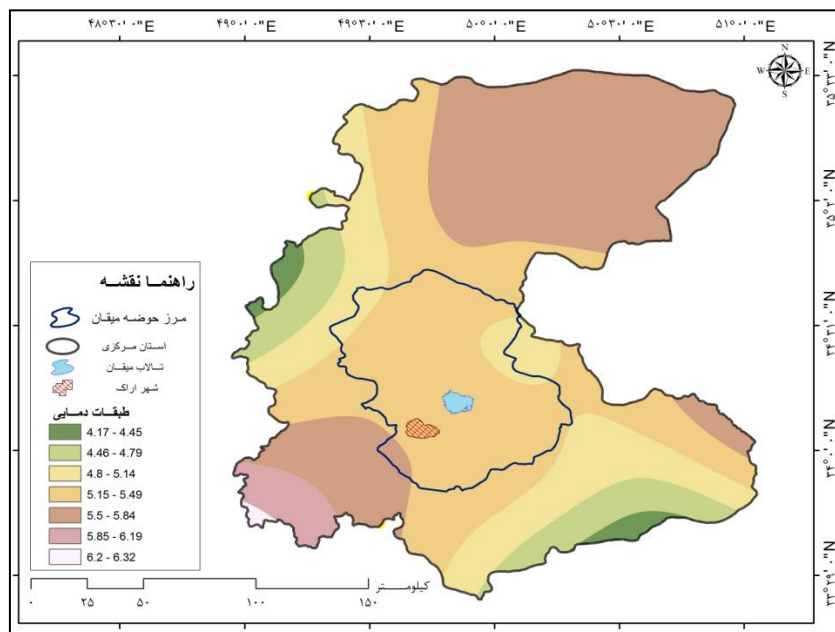
مأخذ: نگارندگان

شکل ۱۵: الگوهای دمایی میانگین ماهانه (سپتامبر) مدل در منطقه مورد مطالعه



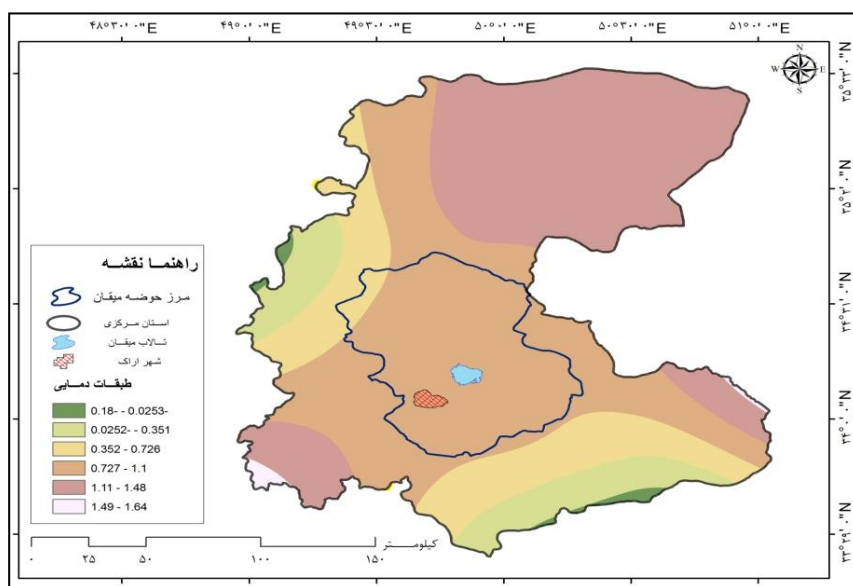
مأخذ: نگارندگان

شکل ۱۶: الگوهای دمایی میانگین ماهانه (اکتبر) مدل در منطقه مورد مطالعه



مآخذ: نگارندگان

شکل ۱۷: الگوهای دمایی میانگین ماهانه (نوامبر) مدل در منطقه مورد مطالعه



مآخذ: نگارندگان

شکل ۱۸: الگوهای دمایی میانگین ماهانه (دسامبر) مدل در منطقه مورد مطالعه

نتیجه‌گیری

بررسی تغییرات زمانی مکانی الگوهای دمایی برای اطلاع از تغییرات اقلیمی حائز اهمیت فراوان است. یکی از اثرات گرمایش جهانی تغییرات میانگین دمای هوا است که در بسیاری از پژوهش‌ها بدان پرداخته شده است. تغییرات دمایی نیز به‌نوبه خود بر تغییرات شرایط آسایشی انسان و غیره تأثیرگذار است. در این راستا برای بررسی اثر گرمایش جهانی بر تغییرات دمایی از مدل‌های گردش عمومی جو بسته به نوع پایگاه داده و سناریوی انتخابی استفاده می‌شود. در این پژوهش

الگوهای دمایی استان مرکزی با مدل EH5OM و تحت سناریو A1B که یک سناریو منطقی تر و متعادل تر در میان سناریوهای دیگر (خوش بینانه A1، بدبینانه B1) بوده طی دوره‌های زمانی آینده (۲۰۱۵-۲۰۵۰) استفاده شد. با به کارگیری این روش قدرت تفکیک افقی داده‌های مدل گردش عمومی جو از حدود ۲/۵ درجه جغرافیایی به ۰/۲۷ درجه جغرافیایی افزایش یافته است. بر اساس نتایج حاصله الگوهای دمایی نسبتاً ثابت در فصول چهارگانه و دوازده ماه مورد مطالعه قابل مشاهده است که این الگوها متأثر از طبقات ارتفاعی در منطقه مورد مطالعه می‌باشند؛ به عبارت دیگر الگوهای مکانی نسبتاً یکسان در قالب‌های زمانی متفاوت ماهانه، فصلی و سالانه به دلیل تأثیر پذیری بالا و رابطه قوی الگوهای دمایی با طبقات ارتفاعی در منطقه مورد مطالعه است.

منابع

- ۱- ابراهیمی، هدی و پرویز کردوانی (۱۳۹۳): مطالعه تغییر اقلیم در تالاب بین‌المللی انزلی به روش من کنдал، فصل‌نامه علمی پژوهشی اکو بیولوژی تالاب، سال ۶، شماره ۲۱، صص ۷۲-۵۹.
- ۲- احمدی، محمود، حسن لشکری، قاسم کیخسروی و مجید آزادی (۱۳۹۴): واکاوی عناصر هواشناسی ایستگاه‌های شمال شرق کشور به‌عنوان نمایه‌ای از تغییر اقلیم، علوم محیطی، دوره ۱۳، شماره ۱، صص ۱۴-۱.
- ۳- احمدی، محمود، مصطفی عیسی‌پور و مهدی نارنگی‌فرد (۱۳۹۳): واکاوی تغییرات دما در شهر شیراز، همایش ملی تغییرات اقلیم و مهندسی توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی، تهران، شرکت علم و صنعت طلوع فرزین، همدان.
- ۴- احمدی، محمود و اکبر زهرایی (۱۳۹۳): شبیه‌سازی اثرات تغییر اقلیم بر یخبندان‌های زاهدان با استفاده از مدل‌های سه بعدی گردش عمومی جو، پژوهش‌های دانش زمین، سال ۵، شماره ۲۰، صص ۲۹-۴۴.
- ۵- دماوندی، علی‌اکبر، محمد رحیمی، محمدرضا یزدانی و علی‌اکبر نوروزی (۱۳۹۵): پایش مکانی خشک‌سالی در جغرافیای کشاورزی مناطق خشک از طریق شاخص شرایط حرارتی پوشش گیاهی (VTCI) به‌وسیله داده‌های دورسنجی MODIS مطالعه موردی: استان مرکزی، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، دوره ۷، شماره ۲۳، صص ۵۰-۶۳.
- ۶- روشن، غلامرضا. فرامرز خوش‌اخلاق و قاسم عزیزی (۱۳۹۱): آزمون مدل مناسب گردش عمومی جو برای پیش‌یابی مقادیر دما و بارش، تحت شرایط گرمایش جهانی، جغرافیا و توسعه، سال ۱۰، شماره ۲۷، صص ۳۶-۱۹.
- ۷- طاووسی، تقی و اکبر زهرایی (۱۳۹۲): مدل‌سازی سری‌های زمانی پدیده گرد و غبار شهر اهواز، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۸، شماره ۲، صص ۱۷۰-۱۵۹.
- ۸- عسکری‌زاده، سید محمد، غلامعلی مظفری و احمد مزیدی (۱۳۹۵): پیش‌بینی نوسانات نمایه‌های حدی بارش در شهر سبزوار با استفاده از ریزمقیاس‌نمایی مدل LARS-WG برای دو دوره آبی ۲۰۱۱-۲۰۳۰ و ۲۰۴۶-۲۰۶۵، جغرافیا طبیعی، دوره ۹، شماره ۳۴، صص ۸۲-۶۳.
- ۹- کوچکی، عباس و غلامعلی کمالی (۱۳۸۹): تغییر اقلیم و تولید گندم در ایران. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. دوره ۸، شماره ۳، صص ۵۰۸-۵۲۰.
- ۱۰- محمدی، حسین، معصومه مقبل و فیروز رنجبر (۱۳۸۹): مطالعه تغییرات بارش و دمای ایران با استفاده از مدل MAGICC SCENGEN، جغرافیا، دوره ۸، شماره ۲۵، صص ۱۲۵-۱۴۲.

- ۱۱- مزیدی، احمد، عبدالعلی کمانه، مهدی نارنگی‌فرد، رضا ابراهیمی (۱۳۹۵): واکاوی ساختار تعادلی آینده فرا سنج دما در حوضه آبخیز دریاچه‌های طشت، بختگان و مهارلو با استفاده از مدل EH5OM، اکو بیولوژی تالاب، دوره ۸، شماره ۳۰، صص ۴۵-۶۲.
- ۱۲- مسعودیان، ابوالفضل و مجید منتظری (۱۳۹۴): گرمایش جهانی و ستبرای نیمه زیرین هوا سپهر، تحقیقات جغرافیایی، سال ۳۰، شماره ۲، صص ۱-۱۲.
- ۱۳- مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۴): بررسی روند دمای ایران در نیم سده گذشته، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۴، صص ۴۵-۲۹.
- ۱۴- مظفری، غلامعلی، شهاب شفیع و زهرا تقی‌زاده (۱۳۹۴): ارزیابی شرایط خشک‌سالی در استان سیستان و بلوچستان طی (۱۳۹۱-۱۴۱۰) با استفاده از ریز مقیاس‌نمایی داده‌های مدل گردش عمومی جو، اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، سال ۲۴، شماره ۹۳، صص ۱۰۱-۱۱۴.
- ۱۵- یاراحمدی، داریوش، بهروز نصیری، اسدا... خوش کیش و حاتم نیکبخت (۱۳۹۳): تأثیر نوسانات آب و هوایی بر رخداد پدیده گرد و غبار (مطالعه موردی: گرد و غبارهای غرب و جنوب غرب ایران). مجله علمی پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان. دوره سوم. شماره پنجم، صص ۱۹-۲۸.

- 16- Booij, M. J. Tollenaar, D. Van Beek, E. & Kwadijk, J. C. (2011): Simulating Impacts Of Climate Change On River Discharges In The Nile Basin. *Physics And Chemistry Of The Earth, Parts A/B/C*, 36(13): 696-709.
- 17- Dastagir, M. R. (2015): Modeling Recent Climate Change Induced Extreme Events In Bangladesh: A Review. *Weather And Climate Extremes*, 7: 49-60.
- 18- Qian, W. Quan, L. & Shi, S. (2002): Variations Of The Dust Storm In China And Its Climatic Control. *Journal Of Climate*, 15(10), 1216-1229.
- 19- Roeckner, E. Brokopf, R. Esch, M. Giorgetta, M. Hagemann, S. Kornblueh, L. And Schulzweida, U. (2006): Sensitivity Of Simulated Climate To Horizontal And Vertical Resolution In The ECHAM5 Atmosphere Model. *Journal Of Climate*, 19(16): 3771-3791.
- 20- Stafford, J. M. Wendler, G. & Curtis, J. (2000): Temperature And Precipitation Of Alaska: 50 Year Trend Analysis. *Theoretical And Applied Climatology*, 67(1-2), 33-44.
- 21- Thoenu, H. C. (2015): Observed And Projected Changes In Temperature And Rainfall In Cambodia. *Weather And Climate Extremes*, 7: 61-71.
- 22- Tshimanga, R.M. Hughes, D.A. (2012): Climate Change And Impacts On The Hydrology Of The Congo Basin: The Case Of The Northern Sub-Basins Of The Oubangui And Sangha Rivers, *Physics And Chemistry Of The Earth*, 52: 72-83.
- 23- Yue, S. & Hashino, M. (2003): Temperature Trends In Japan: 1900-1996. *Theoretical And Applied Climatology*, 75(1-2), 15-27.