نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و دوم، شماره ۶۶، پاییز ۱۴۰۱

شبیه سازی تغییرات دما در نیمه غربی ایران طی دوره (۱۹۶۰-۲۱۰۰) با استفاز مدل های واکاوی شده و خروجی مدل ای RCP۸/۵

دریافت مقاله: ۹۷/۸/۱۵ **پذیرش نهایی**: ۹۸/۲/۷

صفحات: ۱۷-۱

حسین عساکره: استاد آب وهواشناسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران[۱].
Email:asakereh1@yahoo.com
پیرو لیونلو : استاد هواشناسی، دپارتمان علوم و بیولوژی (DisTeBA) و CMCC، دانشگاه سالنتو، ایتالیا.
Email: piero.lionello@unisalento.it
سید حسین میرموسوی : دانشیار اقلیم شناسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
Email: hossein.mirmousavi@znu.ac.ir
سحر صدرافشاری : دانشجوی دکتری آب وهواشناسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
Email: saharsadrafshary@yahoo.com

چکیده

هدف از این پژوهش شناسایی تغییرات روند دما در نیمه غربی ایران می باشد. بدین منظور داده های دمای ماهانه ۱۵ ایستگاه همدید طی دوره آماری ۱۹۶۰-۲۰۱۰ و برای نیمه غربی ایران گردآوری و پس از بررسی توسط آزمون های پتیت، SNHT، بویشاند و وان- نیومن با داده های واکاوی شده ERA-Interim، ERA-20C، NCEP و CMIP5 (RCP۸/۵) برای دوره ۱۹۶۰-۲۱۰۰) مقایسه و شبیه سازی شدند. روند دمای هر یک از این ایستگاه‌ها توسط آزمون من کندال و تخمین گر سن با ۹۵ درصد اطمینان محاسبه گردید. بر اساس نتایج به دست آمده از تمامی مدل ها، روند مثبت معنی دار در بهار، تابستان و پاییز مشاهده و تنها در فصل زمستان روند مثبت معنی دار در نتایج مدل ERA-Interim دیده شد. مدل های CMIP5 برای دوره (۲۰۵۰-۲۱۰۰) مقادیری بین ۲ تا ۴ درجه سلسیوس در صد سال را برای فصول مختلف به همراه داشته که نسبت به نتایج دیگر مدل ها برای دوره ۱۹۷۹-۲۰۱۰ کم تر می باشد. مدل های CMIP5 و میانگین آن‌ها افزایش دمای سالانه را در کل منطقه مورد مطالعه تایید کرده و مقدار ۷ درجه سلسیوس در صد سال را برای نیمه دوم قرن ۲۱ نشان می دهند.

کلید واژگان: روند، تغییرات دما، شبیه سازی اقلیمی ، CMIP5، نیمه غربی ایران.

۱. **نویسنده مسئول**: زنجان، دانشگاه زنجان، دانشکده علوم انسانی، گروه اقلیم شناسی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]

مقدمه

از آنجا که دما از عناصر اساسی شکل گیری اقلیم است تغییرات آن می تواند ساختار آب و هوایی هر محل را دگرگون سازد. به همین دلیل، بررسی روند دما در مقیاس های مختلف زمانی و مکانی بخش بزرگی از پژوهش‌های اقلیم شناسی را به خود اختصاص داده است (مسعودیان و همکاران، ۱۳۸۳) برای اهمیت این عنصر آب و هوایی دلایل متعددی وجود دارد: نخست اینکه دمای هوا از معدود عناصر اقلیمی است که از پیوستگی زمانی - مکانی برخوردار است . دوم اینکه این متغیر اقلیمی با سایر عناصر آب و هوایی نظیر تابش خورشید، رطوبت جو، وزش باد و بارندگی در ارتباط مستقیم یا غیر مستقیم است و نیز بسیاری فرایندهای آب و هوایی را کنترل می کند (رسولی، ۱۳۸۱: ۸) و خود در کنترل بسیاری از فرایندهاست. بررسی های پژوهشگران نشان می دهد که از آغاز قرن بیشتم تا کنون میانگین دمای کرۀ زمین حدود ۰/۶ درجه سلسیوس افزایش یافته است (نیکلاس و همکاران[1]، ۱۹۹۶، استرلینگ[2] و همکاران، ۱۹۹۷، ۳۶۶-۳۶۴) این افزایش عمدتاً حاصل افزایش دماهای بیشینه بوده است (والتر[3] و همکاران، ۲۰۰۲: ۳۹۵-۳۸۹). تغییرات یاد شده از الگوی جغرافیایی (تفاوت‌های زمانی - مکانی) برخوردارند. برای مثال نیدزویدز و همکاران (۱۹۹۶: ۷۷۰) روند دمای روزانه و شبانه را در مرکز و جنوبشرق اروپا بررسی کرده اند. گریزر[4] و همکاران (۲۰۰۲ :۱۷۵) دمای اروپا را طی صد سال بررسی کرده و نشان داده اند که در غرب اروپا چرخه دمای سالانه عقب و در شرق اروپا جلو افتاده است. در شرق اروپا نوسان سالانه دما افزایش معناداری را نشان می دهد و تقریبا در سراسر منطقه دما روند افزایشی داشته است. کاس [5]و فریچ (۱۹۹۵: ۲۱۵) با بررسی دامنه دمای روزانه و ابرناکی در کشورهای شمالی، مدل های روند دمای این منطقه را معرفی کرده و به کمک آن دمای آینده منطقه را پیش بینی کردند. یو[6] و همکاران(۲۰۰۳: ۱۷) روند دمای ماهانه، فصلی و سالانه ژاپن در صد سال گذشته را بررسی کرده و نشان داده اند که دمای سالانه ۴۶ ایستگاه که روند آن ها با آزمون مان -کندال ارزیابی شده در فاصله سال های ۱۹۰۰ تا ۱۹۹۶ بین ۰/۵۱ تا ۲/۷۷ درجه سلسیوس افزایش یافته است. در همین دوره دمای فصلی بین ۰/۴۷ تا ۳/۶۹ درجه سلسیوس (بویژه در فصل زمستان و بهار) افزایش نشان می‌دهد. همین ویژگی در دمای ماهانه هم دیده می شود، اما مقدار افزایش دمای ماهانه طی دوره مورد بررسی بین ۰/۱۷ تا ۴/۱۲ درجه سلسیوس بوده است. دل ریو[7] و همکاران (۲۰۱۱)، در مقاله ایی به بررسی روند دما در ۴۷۳ ایستگاه هواشناسی در اسپانیا در طول دوره زمانی (۱۹۶۱-۲۰۰۶) پرداختند. بر اساس یافته های آن ها روند دما به طور معنی دار و در اغلب ایستگاه های مورد مطالعه افزایش داشته که در بیش از ۶۰ ٪ منطقه مورد مطالعه این روند معنی دار در تابستان و بهار به وقوع پیوسته است. کریستوفر[8] و همکاران (۲۰۱۲)، به بررسی روندهای متوسط، کمینه و بیشینۀ دما در فلوریدا و در بازه زمانی ۱۸۹۵-۲۰۰۹ پرداختند. بر اساس نتایج آن ها تنها در طی ماه های

1 Nicolas
2 Easterling
3 Walter
4 Grieser
5 Kass and Frich
6 Yue
7 Del Río
8 Christopher

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]

اکتبر و می، روند کاهشی معنی دار در داده های بارندگی مشاهده شده است. این در حالی است که داده های دما دارای روندهای معنی دار بیشتری بوده که حداکثر مقدار آن در طی تابستان و پاییز و در کل منطقه مورد مطالعه رخ داده است. اقلیم ایران به علت اشکال پیچیده توپوگرافیک و گسترگی آن متنوع می باشد. ایران با سطحی در حدود ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربع در جنوب غرب آسیا واقع شده است. البرز و زاگرس رشته کوه های مهم ایران به شمار می روند. کوه های البرز از شمال تا غرب و شرق ایران گسترده شده و کوه های زاگرس از شمال غرب تا بخش های جنوبی ایران گسترش یافته اند (دین پژوه ،۲۰۰۶. ۱۲۵). رابطه جریانات جوی با این دو رشته کوه در ایجاد تنوع اقلیمی در ایران دارای اهمیت می باشد. غرب ایران با زمستان های سرد و رخداد دماهای زیر صفر در طی ماه های دسامبر و ژانویه همراه است. در این نواحی بهار و پاییز نسبتا معتدل بوده و تابستان ها گرم و خشک می باشند. در جنوب زمستان ها معتدل و تابستان ها بسیار گرم بوده و میانگین دمای روزانه در جولای به بیش از ۳۸ درجه سلسیوس می رسد. اقلیم ایران به استثنای سواحل شمالی، شمال‌غرب و بخش هایی از غرب، عمدتا خشک و نیمه خشک بوده و بارندگی نسبت به فضا و مکان بسیار متغیر است (کوثری و همکاران، ۲۰۱۱: ۹۰۷). فصول مرطوب و خشک معمولا به ترتیب از نوامبر تا می و ژوئن تا اکتبر رخ می دهند. بخش اعظمی از ایران بخصوص در فصول گرم، بوسیله جریان های جنب حاره ای متاثر شده و تابستان های گرم و خشکی را تجربه می کنند. بارندگی ها در نیمه غربی متاثر از توده هوای مدیترانه ای بوده و بوسیله بادهای غربی در فصل سرد وارد کشور می گردند(علیجانی، ۲۰۰۸: ۱۰۸). با توجه به این موارد لزوم دست یابی به آگاهی در مورد رفتار دما ضروری می باشد. از جمله تحقیقات داخلی صورت گرفته در این مورد می توان به این موارد اشاره نمود. کوثری و اسدی (۲۰۱۰) روند افزایش معنی داری را در میانگین و حداقل سالانه دما و از سال ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۵ یافته و در دوره مورد نظر سیر نزولی میانگین رطوبت نسبی در ۲۶ ایستگاه سینوپتیک بخصوص در دهه های گذشته را مشاهده نمودند. طبری و همکاران(۲۰۱۱) در اکثر ایستگاه های مورد بررسی شاهد افزایش دمای میانگین سالانه، حداکثر روزانه و حداقل دما در دوره زمانی ۱۹۶۶ تا ۲۰۰۵ بوده اند. صبوحی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی دمای ۳۵ ایستگاه سینوپتیک در ایران پرداخته و مشاهده کردند که اکثر ایستگاه ها بویژه در بخش های غربی و شرقی ایران روند افزایشی را در میانگین دمای ماهانه فصول گرم سال به نمایش می گذارند. کوثری و همکاران (۲۰۱۳) روند مثبت معنی داری را در دمای ماه های گرم بخصوص آوریل، ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر مشاهده کردند. مشاهدات فوق در دوره زمانی ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۵ رخ داد. زارع نیستانی و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی به بررسی تغییرات روند دما در ایران و برای دوره ۱۹۵۰-۲۰۰۷ پرداخته و به این نتیجه رسیدند که اقلیم ایران در بخش های وسیعی به سمت گرم شدن سیر نموده و روند آن در تابستان و بهار معنی دار و افزایشی می باشد. در مطالعه ایی دیگر باروس و همکاران (۲۰۱۵)، به بررسی تغییر روند دما در آرژانتین و برای بازه زمانی ۱۹۰۰-۲۱۰۰ پرداخته و به این نتیجه رسیده اند که تا آخر قرن افزایش دما برای این منطقه در حدود ۳/۵ درجه سلسیوس می باشد. با تاکید بر مطالعاتی که روندهای گذشته را در نظر گرفته اند، از میان مطالعاتی که به بررسی تغییرات روند دما در ایران پرداخته اند تنها شمار کوچکی از آن ها به برآورد کارایی روش ها و مدل های متفاوت پرداخته اند. در این میان برخی از تحقیقات تغییرات دما را تا اواخر قرن ۲۱ در نظر گرفته اند که می توان به موارد ذیل اشاره

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]

نمود: سبزی پرور و همکاران (۱۳۹۲)، در تحقیقی به تحلیل روند دما در مناطق خشک و نیمه خشک ایران پرداختند. آن ها ۱۰ ایستگاه سینوپتیک را در بازه زمانی ۱۳۳۵-۱۳۸۴ در نظر گرفته و به این نتیجه رسیدند که دما در بیشتر ایستگاه های انتخابی به طور معنی داری داری روند مثبت معنی دار بوده است. طاووسی و همکاران (۱۳۹۳)، به منظور بررسی روند دمای حداکثر و حداقل فصلی و سالانه استان فارس از روش های ناپارامتری بهره گرفتند. بدین منظور ۶ ایستگاه همدیدی و بازه زمانی ۱۹۸۹-۲۰۱۰ در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج آن ها بیشینه و کمینه دما دارای روند صعودی می باشد. ظهرابی و همکاران (۱۳۹۵)، به شناسایی روند تغییرات دما و بارش سالانه در حوضه آبریز کرخه پرداخته اند. بدین منظور ۲۲ ایستگاه باران سنجی، تبخیر سنجی و سینوپتیک و برای دوره آماری ۱۹۷۱-۲۰۱۱ انتخاب شد. نتایج آن ها برای سری های زمانی دما و بارش سالانه به ترتیب روند افزایشی و کاهشی با سطوح معنی داری بالای ۹ و ۵ درصد را برای اکثر ایستگاه های موردمطالعه نشان داد. ساعی محمدی و همکاران (۲۰۱۷) برای تمام ایران از مدل های HadcM3 و SDSM با سناریوی A2 استفاده کرده اند. در تحقیقی دیگر عساکره و اکبرزاده (۱۳۹۶)، تغییرات دما و بارش ایستگاه تبریز را برای دوره زمانی ۲۰۱۰-۲۱۰۰ شبیه سازی کردند. بدین منظور از مدل SDSM و خروجی مدل CanESM2 برای RCP های مختلف بهره گرفتند. بر اساس نتایج آن‌ها در طول بازه مورد مطالعه دما افزایش و بارندگی کاهش خواهد داشت. اکثر این پژوهش‌ها حاکی از افزایش دما تا میانه قرن ۲۱ است، ولی از آنجا که هیچ یک از این مطالعات ارقام مشابهی از افزایش دما را در ایستگاه‌های انتخابی را ارائه ننموده‌اند، تنها می‌توان به اشتراک نتایج آن‌ها در روند افزایشی دما اشاره نمود.

در مطالعهٔ حاضر نیمه غربی ایران با مساحتی در حدود ۴۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع مورد بررسی قرار گرفته است. این منطقه در موقعیت جغرافیایی ۳۰ تا ۴۰ درجه عرض شمالی و ۴۴ تا ۵۲ درجه طول شرقی واقع شده و حدود ۱۵ استان در این محدوده قرار گرفته اند (شکل ۱). با بررسی و مطالعه بسیاری از منابع داخلی و خارجی که به برخی از آنها نیز در بالا اشاره شد مشاهده گردیدکه تاکنون مطالعه جامع و کاملی که روند تغییرات اقلیمی ناحیه غرب ایران را بویژه از منظر روند تغییرات میانگین دما براساس روش های ناپارامتریک و نیز در تلفیق با فرایندهای احتمالاتی - تصادفی ارائه دهد انجام نشده است. همچنین می‌دانیم که هیات بین الدولی تغییر اقلیم (IPCC) جهت پیش بینی اثرات تغییر اقلیم سناریوهای مختلفی ارائه کرده است. جدیدترین سناریوهای منتشر شده در گزارش ارزیابی پنجم (AR5) آمده است. سناریوهای جدید(RCP) سیر تکوین غلظت های گوناگون گازهای گلخانه ای را بیان می کنند که براساس میزان واداشت تابشی در سال ۲۱۰۰ دارای چهار خط سیر کلیدی به نام های RCP2.6، RCP4.5، RCP6 و RCP8.5 می باشند (صادقی و همکاران، ۱۳۹۷). لذا در این پژوهش منظور فهم بهتر چگونگی تکوین رفتار دما در آینده از داده های ایستگاهی و بازکاوی شده در کنار سناریوهای CMIP5 بهره گرفته می‌شود. با توجه به اینکه RCP8.5 بیشترین میزان انتشار گاز گلخانه ایی را در نظر می گیرد، در پژوهش حاضر برای توصیف روند گذشته دما و پیش بینی رفتار آینده آن در نیمه غربی ایران مورد استفاده قرار گرفت تا با توجه به آن، شدیدترین روند دما در مطالعه لحاظ گردد (IPCC، ۲۰۱۴). بدین منظور از داده های ایستگاهی و واکاوی شده متفاوت شامل: ERA-Interim (۱۹۷۹-۲۰۱۰)، ERA-20C، NCEP، (۱۹۶۰-۲۰۱۰) و داده های CMIP5 -RCP8.5 (در این تحقیق از آن ها با عنوان CLM-ENS نام

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]

برده شده) برای دوره ۱۹۶۰-۲۱۰۰ بهره گرفته شده است. علاوه براین در این مقاله نگاهی دقیق تر به نتیجه فردی هر یک از مدل ها شده تا بدین صورت چگونگی ارزیابی آن ها و داده های ایستگاهی از تغییرات دما بیان شود. در نهایت عدم قطعیت های به دست آمده با در نظر گرفتن تک تک مدل های مورد استفاده که برخی دارای بیش برآورد و یا کم برآورد بودند ارزیابی گردید تا بدین صورت متوسط ترین برآورد ممکن از میزان احتمالی افزایش دما در نیمه غربی ایران در بازه زمانی مورد مطالعه تعیین گردد.

شایان توجه و تاکید است که تمامی یافته‌های پژوهش حاضر به مثابه یک پژوهش علمی حاوی ویژگی‌هایی است که «صحت مطلق» و «دقت کامل» را محدود می‌سازد. برای مثال معایب نمونه‌گیری، محدودیت در ابزار و محدودیت ابزارها، ضعف و نقص روش‌های پژوهش، محدودیت زمانی و محدودیت‌های حاصل از زمان و تفاوت‌های مکانی موجد اختلاف را می‌توان در زمرهٔ این ویژگی‌ها دانست. علاوه براین، توجه کنید که جو زمین «دستگاه (سامانهٔ) پویای غیرخطی[1]» بشمار می‌آید. از این رو شناخت آن به‌شکل قطعی میسر نیست. بدین دلیل یافته‌های پژوهش حاضر را هیچگاه نمی‌توان با یقین و قطعیت کامل تلقی کرد. از این‌رو لازم است که در یافته‌ها عدم قطعیت در نظرگرفته شود. در نتیجه روش‌هایی که این عدم قطعیت را در نظر بگیرند، روش‌هایی کارآمدتر برای انجام پژوهش بشمار می‌آیند. روش‌های آماری - احتمالاتی روش‌هایی مفید و ضروری برای شناخت، بازآفرینی، برآورد و پیش‌بینی رفتار اقلیم از طریق مطالعهٔ عناصر اقلیمی بشمار می‌آیند. باعنایت به آن‌چه که گفته‌شد و نیز به‌منظور بیان عدم قطعیت، «فرض‌های آماری»[2] مربوط به هر بخش از تحلیل‌ها به لحاظ «معنی‌داری آماری»[3] مورد بررسی قرار گرفت.

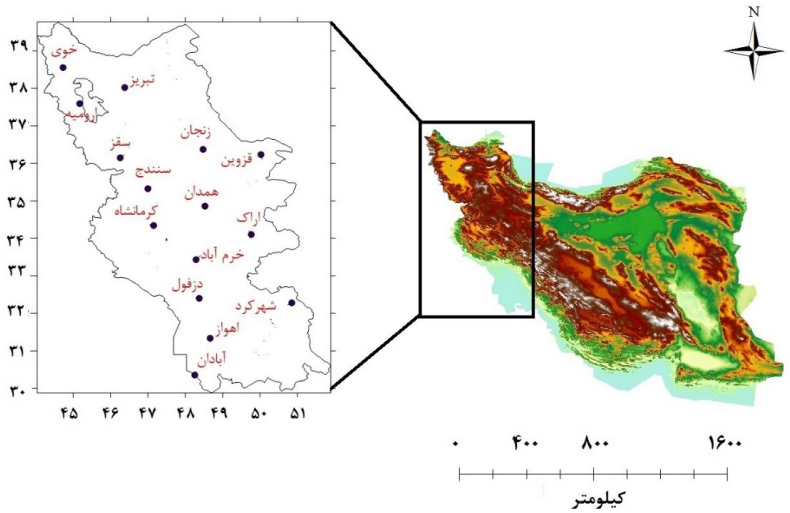
روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

داده های دمای ماهانه ۱۵ ایستگاه سینوپتیک واقع در نیمه غربی ایران و برای دوره مطالعاتی ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۰ توسط اداره هواشناسی کشوری (IRIMO) گردآوری شدند شکل (۱) و جدول (۱). ایستگاه های انتخابی دارای طول مدت اندازه گیری مناسب (حداقل ۵۰ سال) بوده و از پراکندگی مکانی خوبی برخوردار بوده اند. ارزیابی های کیفی و آماری توسط آزمون های پتی (پتی، ۱۹۷۹: ۱۲۶)، SNHT (پوهلرت، ۲۰۱۵: ۶۰۰)، بویشاند (بویشاند، ۱۹۸۲: ۱۱) و وان-نیومن (بارتلت، ۱۹۸۴: ۳۰۰) انجام گرفت. بر اساس این آزمون ها، چندین جهش در داده های دما در ایستگاه های انتخابی مشاهده گردید (در حدود دهه ۹۰).

1- Nonlinear Dynamic System
2- Statistical Hypothises
3 - Statistical Significent

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]



شکل (۱). موقعیت ایستگاه های انتخاب شده در منطقه مورد مطالعه

جدول (۱). ایستگاه های سینوپیک استفاده شده در این تحقیق

ردیف	ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع به متر
۱	خوی	°۳۸ ۳۳′	۴۴ ° ۵۸′	۱۱۰۳
۲	ارومیه	°۳۷ ۳۲′	°۴۵ ۰۵′	۱۳۱۶
۳	تبریز	°۳۸ ۰۵′	°۴۶ ۱۷′	۱۳۶۱
۴	سقز	°۳۶ ۱۵′	۴۶ ° ۱۶′	۱۵۲۳
۵	زنجان	°۳۶ ۴۱′	۴۸ ° ۲۹′	۱۶۶۳
۶	قزوین	°۳۶ ۱۵′	°۵۰ ۰۳′	۱۲۷۹
۷	سنندج	°۳۵ ۲۰′	°۴۷ ۰۰′	۱۳۷۳
۸	همدان	°۳۵ ۱۲′	°۴۸ ۴۳′	۱۶۸۰
۹	کرمانشاه	°۳۴ ۲۱′	°۴۷ ۰۹′	۱۳۱۹
۱۰	اراک	۳۴ ° ۰۶′	°۴۹ ۴۶′	۱۷۰۸
۱۱	خرم آباد	°۳۳ ۲۶′	°۴۸ ۱۷′	۱۱۴۸
۱۲	شهرکرد	°۳۲ ۱۷′	°۵۰ ۵۱′	۲۰۴۹
۱۳	دزفول	°۳۲ ۰۴′	°۴۸ ۳۸′	۱۴۳
۱۴	اهواز	°۳۱ ۲۰′	°۴۸ ۴۰′	۲۳
۱۵	آبادان	°۳۱ ۱۱′	°۵۲ ۴۰′	۲۰۳۰

در این تحقیق داده های ایستگاهی با سری های زمانی حاصل از پایگاه های متفاوت مانند NCEP (بازه زمانی ۲۰۱۵ – ۱۸۷۱ و توان تفکیک ۲۷۸ کیلومتر (کومپو و همکاران[1]، ۲۰۱۱: ۱۶۰))، ERA20C (بازه زمانی

1 Compo and et al

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]

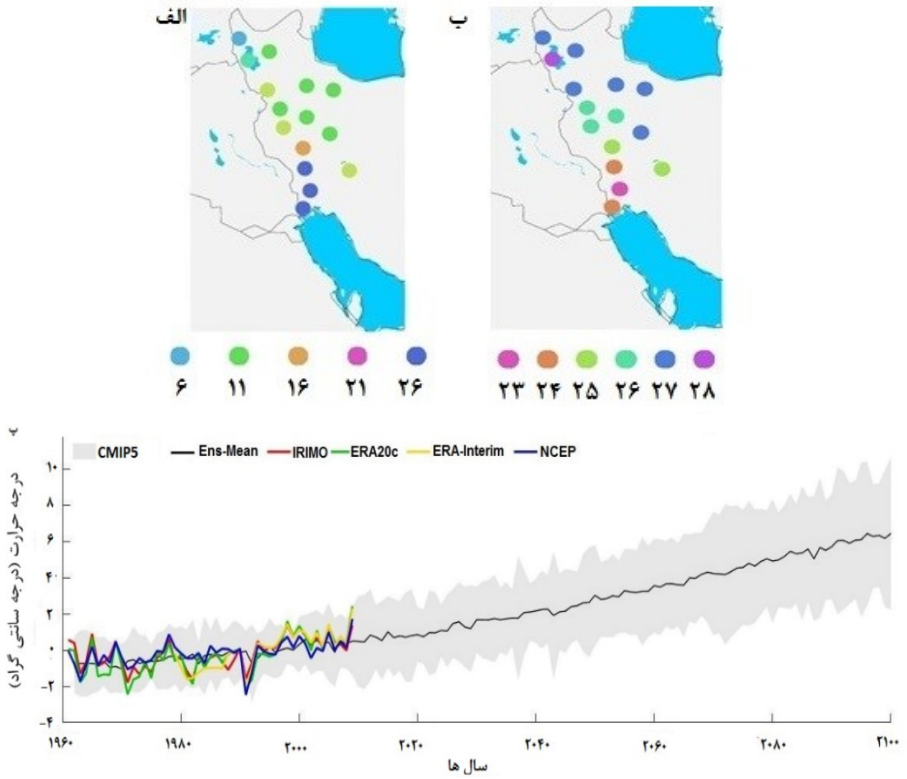
۲۰۱۰- ۱۹۰۰ با توان تفکیک ۱۲۵ کیلومتر (پولی و همکاران[1]، ۲۰۱۶: ۴۰۹۰))، ERA-Interim (بازه زمانی ۱۹۷۹ تاکنون و با تفکیک ۸۰ کیلومتر) و در نهایت مدل های CMIP5 (RCP8.5) (این مدل ها انتشار گازهای گلخانه ای و نیروهای تابشی را تا سال ۲۱۰۰ در حد ۸/۵ w/m2 در نظر می گیرد) مورد مقایسه قرار گرفتند. تمامی این داده ها به صورت شبکه بندی شده و برای کل کره زمین در دسترس می باشند. سری های مورد نیاز برای هر یک از ایستگاه های انتخابی بوسیله درون یابی استخراج شدند. در ادامه به محاسبه ضریب همبستگی پیرسون و اریبی بین داده های ایستگاهی و هر یک از این مدل ها پرداخته شد. برای بررسی رفتار دما، روندهای آن ها بوسیله آزمون من کندال و تخمین گر سن (با درجه اعتماد ۹۵ درصد) برآورد شد(سن[2]، ۱۹۶۸: ۸۰). این آزمون روند، به دلیل این‌که توزیع آزاد بوده و حساسیت کم نسبت به جهش‌های محتمل در سری های زمانی دارد، انتخاب گردید(جاگوس، ۲۰۰۶: ۷۸). تحلیل ها برای داده های سالانه و فصلی صورت پذیرفته است. برای تحلیل آماری و انتخاب مناسب ترین الگو از دیاگرام تیلور، مجذور میانگین مربعات خطا و نسبت واریانس استفاده شد. لذا پارامترهای استفاده شده شامل همبستگی پیرسون، خطای RMS و انحراف معیار می باشند.

نتایج

میانگین دمای سالانه در نیمه غربی ایران دارای نوساتی در حد ۶ تا ۲۶ درجه سلسیوس بوده و به سمت جنوب نیمه غربی ایران افزایش می یابد. دامنه چرخهٔ سالانه دما رفتاری متضاد داشته و در جنوب نسبت به شمال کمتر و در بین ۲۳ تا ۲۸ درجه سلسیوس می باشد (شکل ۲، الف و ب). شکل ۲ (پ) رفتار بلند مدت دما را بر اساس نتایج مدل های متفاوت نشان می دهد. هر یک از خطوط ناهنجاری دما برپایهٔ هنجار دورهٔ ۱۹۷۹-۲۰۱۰ می باشند. با توجه به این نمودارها افزایش دما (همراه با کاهش ناگهانی دما همزمان با فوران آتشفشان پیناتو در سال ۱۹۹۳) در طول قرن بیستم قابل مشاهده بوده است. درحالی که این افزایش با نزدیک تر شدن به سال ۲۱۰۰ با شیبی تندتر رخ داده است.

2 Poli and et al
3 Sen

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]



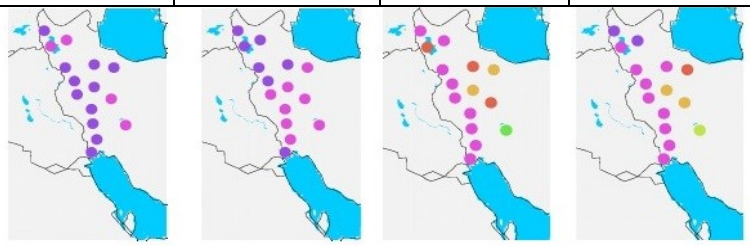
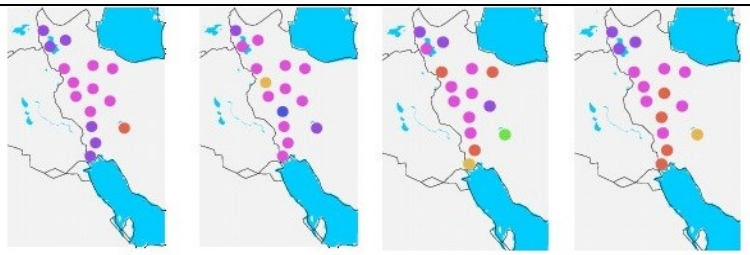
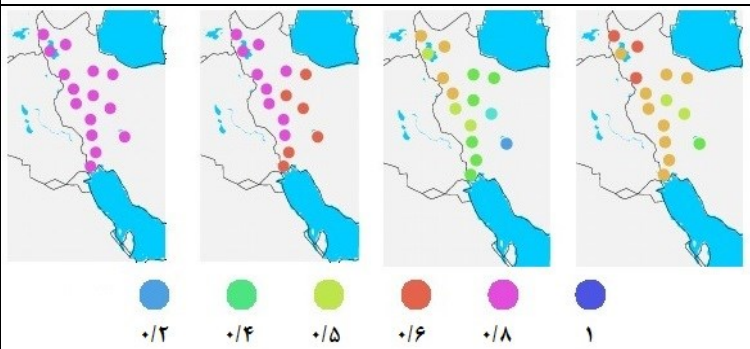
شکل (۲). متوسط دمای سالانه در نیمه غربی ایران به درجه سلسیوس (الف)؛ دامنه چرخه دمای سالانه (تفاوت گرمترین و سردترین ماه) (ب). تصویر (پ) تکامل دما در منطقه مورد مطالعه می باشد.

مقادیر متفاوتی از اریبی بین مدل های مورد استفاده با داده های ایستگاهی حاصل گردید. در این میان ERA-Interim و ERA20c از انحراف کمتری نسبت به مقادیر مشاهداتی برخوردار می باشند شکل(۳). NCEP و CLM-ENS بیشترین مقدار اریبی را در بر می‌گیرند که هر دو در بخش های مرکزی یا جنوبی منطقه مورد مطالعه به ترتیب به تخمین های بیشتر و کمتری دست یافته اند. چنین به نظر می رسد که این دو مدل به دلیل توان تفکیک خود در تشریح شیو دمایی در این منطقه از ضعف هایی برخوردارند. دو مدل دیگر اریبی کمتری داشته و این به معنی نزدیکی بیشتر با داده های واقعی می باشد. همبستگی بین داده های ایستگاهی با مدل های مختلف در تمام فصول بالا بوده و تنها NCEP مقادیر کمتری را در طی تابستان و پاییز نشان می دهد شکل (۴). نتایج به دست آمده از محاسبه روندها نشان دهنده تشابه نتایج همه آن ها (به جز NCEP) در وجود روند مثبت معنی دار در بهار، تابستان و پاییز می باشد. تنها در فصل زمستان روند مثبت معنی دار در نتایج مدل ERA-Interim دیده شد. نقاط سیاه نشان دهنده ایستگاه هایی با روندهای غیر معنی دار هستند. فصل بهار و تابستان بیشترین میزان روندهای معنی دار را به خود اختصاص داده و تنها ERA-Interim در زمستان روند معنی دار قابل ملاحظه را به نمایش می گذارد. مدل های CMIP5 برای دوره (۲۰۵۰-۲۱۰۰)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]

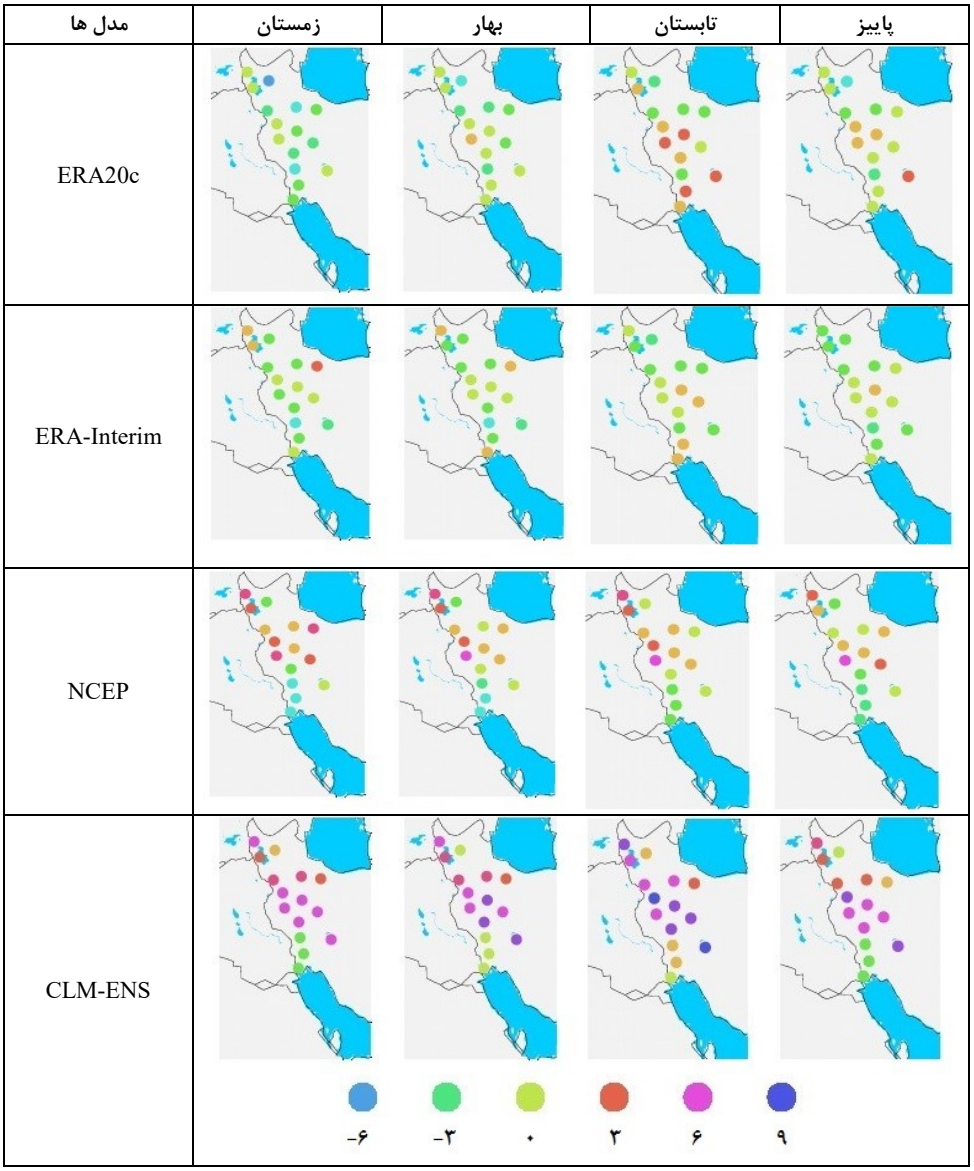
مقادیری بین ۲ تا ۴ درجه سلسیوس در صد سال را برای فصول مختلف به همراه داشته است که نسبت به نتایج دیگر مدل ها برای دوره ۱۹۷۹-۲۰۱۰ کمتر می باشد شکل (۵).

شکل (۳). اریبی های فصلی محاسبه شده بین داده های مشاهداتی و داده های مدل های متفاوت

مدل ها	زمستان	بهار	تابستان	پاییز
ERA20c				
ERA-Interim				
NCEP				

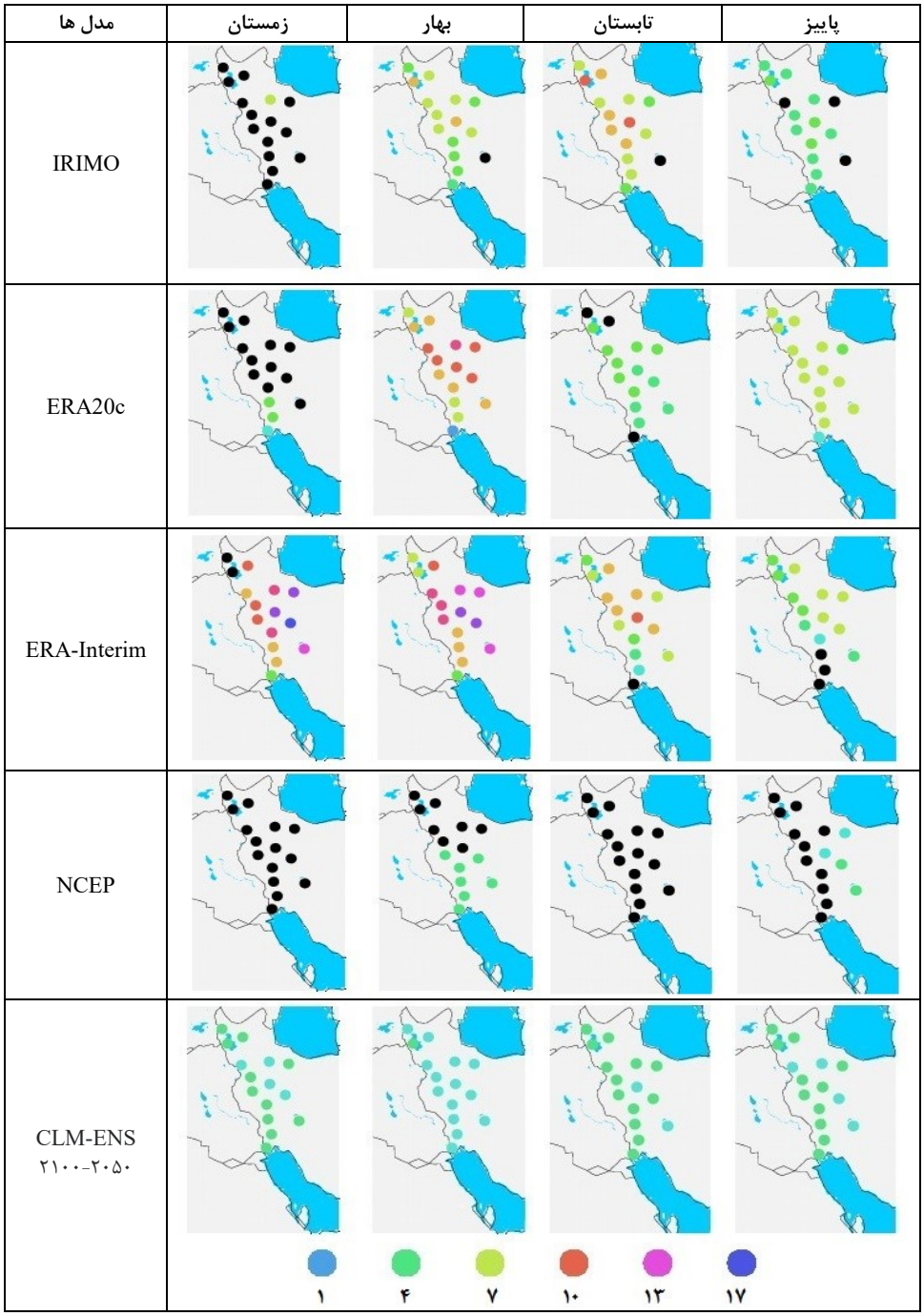
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]

شکل(۴). همبستگی فصلی محاسبه شده بین داده های مشاهداتی و داده های مدل های متفاوت



[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]

شکل (۵). روندهای فصلی محاسبه شده برای داده های مشاهداتی و داده های مدل های متفاوت



جدول (۲) مقادیر روند محاسبه شده برای هر یک از مدل ها را در کل نیمه غربی ایران به نمایش می‌گذارد. برای درک بهتر نتایج، محاسبه روندها برای ۳ صدک ۵، ۵۰ و ۹۵ انجام گرفت. مدل ERA-Interim مقادیر

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]

بزرگتری (در حدود ۹ درجه سلسیوس) داشته است. این مقدار به دلیل پراکندگی مقادیر آن بین صدک پنجم و صدک ۹۵ می باشد و با روندهای به دست آمده برای ERA20c و داده های مشاهداتی نزدیک تر است. در حالی که NCEP مقادیر کمتری (۲ درجه سلسیوس) را نشان می‌دهد. ERA20cو داده های مشاهداتی در مورد شدت بیشتر گرمایش در طی دوره ۱۹۷۹-۲۰۱۰ نسبت ۱۹۶۰-۲۰۱۰ به یکدیگر نزدیک‌ترند. برای دوره ۱۹۶۰-۲۰۱۰ مقداری تقریبا برابر با ۳ درجه سلسیوس در صد سال بیان کننده هماهنگی بین مشاهدات، ERA-Interim و CMIP5 ها می باشد. نتایج به دست آمده از CMIP5 ها و میانگین آنها افزایش دما در منطقه مورد مطالعه را تایید کرده و مقدار ۷ درجه سلسیوس در صد سال را برای نیمه دوم قرن ۲۱ نشان می دهند.

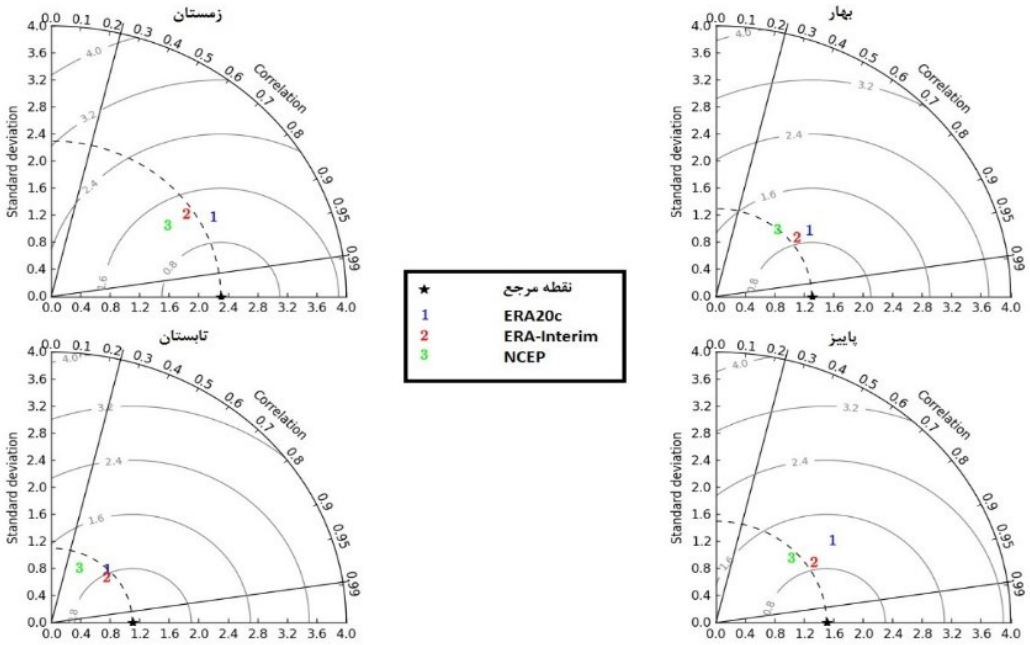
جدول (۲). روند داده های حاصل از سازمان هواشناسی، داده های تحلیل شده و مدل های اقلیمی برای میانگین دمای سالانه بر حسب سلسیوس در قرن با در نظر گرفتن مقادیر میانگین برای تمام نیمه غربی ایران. به این منظور سه دوره زمانی ۲۰۱۰- ۱۹۶۱، ۲۰۱۰- ۱۹۷۹ و ۲۱۰۰- ۲۰۵۰ در نظر گرفته شدند. برای هر دوره مقادیر ۵، ۵۰ و ۹۵ درصدی گزارش شدند. ستاره ها اشاره به معنی داری آماری در سطح یقین ۹۵ درصدی دارند.

روند دما (سانتیمتر در قرن)									
مدل ها	۲۰۱۰- ۱۹۶۱			۲۰۱۰- ۱۹۷۹			۲۱۰۰- ۲۰۵۰		
	۵	۵۰	۹۵	۵	۵۰	۹۵	۵	۵۰	۹۵
IRIMO	*۱/۶	*۳	*۴/۷	*۲/۹	*۵/۷	*۸/۳	-	-	-
ERA20C	*۲/۸	*۴/۶	*۶/۲	*۳	*۶/۴	*۹/۲	-	-	-
ERA-Interim	-	-	-	*۶/۳	*۹/۱	*۱۲/۱	-	-	-
NCEP	*۱/۳	*۲/۳	*۳/۴	۰۸/۲	*۱/۹	*۴/۲	-	-	-
ACCESS1	*۲/۴	*۳/۶	*۴/۸	*۲/۸	*۵/۳	*۷	*۵/۶	*۶/۵	*۷/۴
Bcc-Csm1-1m	*۲/۸	*۳/۷	*۴/۸	*۱/۹	*۴/۳	*۶/۹	*۵/۲	*۶/۲	*۷/۲
Bcc-Csm1-1	*۲/۹	*۴	*۵	*۲/۶	*۴/۷	*۷/۳	*۴/۷	*۵/۶	*۶/۶
Bnu-Esm	*۱/۵	*۲/۶	۳۸/۶	*۰	*۲/۴	*۴/۵	*۵/۲	*۶/۵	*۷/۶
CanEsm2	*۳/۲	*۴/۲	*۵/۱	*۲/۷	*۵	*۶/۹	*۶/۷	*۷/۴	*۸/۲
CCSM4	*۲/۶	*۳/۶	*۴/۶	*۲/۴	*۴/۲	*۵/۹	*۵	*۶	*۶/۸
Cmcc-Csm	*۱/۱	*۲/۱	*۳/۱	*-۱/۸	۱	*۳/۱	*۷/۴	*۴/۸	*۹/۳
CSIRO-MK3	*۱/۲	*۲/۱	*۳/۱	*۱/۶	*۳/۶	*۵/۶	*۶/۴	*۷/۴	*۸/۱
HadGEM2-CC	*۱/۸	*۲/۹	*۳/۹	*۱/۹	*۳/۹	*۵/۹	*۷/۴	*۸/۶	*۹/۷
IPSL-CM5A-LR	*۰/۸	*۲	*۳/۲	*-۱/۹	*۰/۵	*۳/۲	*۵/۸	*۷	*۸/۲
MIROC-ESM-CHEM	*۱/۶	*۲/۴	*۳/۱	*۱/۹	*۳/۳	*۴/۵	*۷/۹	*۹	*۱۰/۱
MIROC-ESM	*۱/۳	*۲/۳	*۳/۳	*۱/۵	*۳/۲	*۴/۹	*۹/۶	*۱۰/۵	*۱۱/۳
MPI-ESM	۲/۴	*۳/۶	*۴/۶	*۳/۱	*۴/۹	*۷	*۹/۶	*۱۰/۵	*۱۱/۳
NorESM1-M	*۱/۴	*۲/۳	*۳/۱	۰	۱/۴	۳	*۵/۷	*۶/۴	*۷/۱
ENS-Mean	۲/۶	۲/۹	۳/۲	۲/۷	۳/۳	۳/۹	۷/۳	*۷/۶	۷/۸

نمودار تیلور بر اساس داده های مشاهداتی و ۳ مدل ERA20c، ERA-Interim و NCEP و به شکل فصلی ترسیم شده است شکل(۶). در این نمودار همبستگی، انحراف معیار داده ها و ریشه میانگین مربع خطا محاسبه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]

ومدل های مختلف با شماره هایی نمایش داده می شوند. با توجه به این نمودار کمترین همبستگی مربوط به فصل تابستان بوده و بیشترین میزان همبستگی به فصل زمستان مربوط می باشد. داده های واکاوی شده دمای فصلی در تابستان نسبت به سایر فصول از کمترین انطباق برخوردار بوده و این امر برای داده های NCEP قابل توجه تر می باشد.



شکل (۶). نمودار تیلور توصیف کننده روابط بین مجموعه داده های متفاوت و دمای فصلی.

نتیجه گیری

دما از عناصر اساسی آب و هوا بوده و تغییرات آن می تواند ساختار آب و هوایی هر منطقه ای را دگرگون سازد، لذا بررسی روند دما در مقیاس های مختلف زمانی و مکانی از اهمیت بسیاری برخوردار می باشد. بدین منظور ۱۵ ایستگاه سینوپتیک در نیمه غربی ایران و برای دوره ۱۹۶۰-۲۰۱۰ انتخاب گردید. سری های زمانی دما بعد از آزمون های مختلف با داده های حاصل از مدل های NCEP، ERA-20C ERA-Interim و داده های CMIP5 (۸/۵RCP برای دوره ۱۹۶۰-۲۱۰۰) مورد مقایسه قرار گرفتند. برای بررسی میزان تفاوت هر یک از سری های زمانی با داده های مشاهداتی به محاسبه اریبی میان آن ها پرداخته شد. بر این اساس ERA-Interim و ERA20c از انحراف کمتری نسبت به داده های مشاهداتی برخوردار بودند در حالیکه بیشترین میزان اریبی به NCEP و داده های CMIP5 مربوط می شود که هر دو در بخش های مرکزی یا جنوبی منطقه مورد مطالعه به ترتیب به تخمین های بیشتر و کمتری دست یافته اند. دو مدل دیگر یعنی ERA- Interim و ERA-20C اریبی های کمتری داشته و این به معنی نزدیکی بیشتر با داده های واقعی می باشد. همبستگی بین داده های ایستگاهی با مدل های مختلف در تمام فصول بالا بوده و تنها NCEP مقادیر کمتری را در طی تابستان و پاییز نشان می دهد. در نهایت نتایج حاصل از محاسبه روندها نشان دهنده تشابه نتایج همه آن ها

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]

(به جز NCEP) در وجود روند مثبت معنی دار در بهار، تابستان و پاییز می باشد. تنها در فصل زمستان روند مثبت معنی دار در نتایج مدل ERA-Interim دیده شد. برای نمایش ایستگاه های بدون روند معنی دار از نقاط سیاه رنگ استفاده شد. مدل های CMIP5 برای دوره (۲۰۵۰-۲۱۰۰) مقادیری بین ۲ تا ۴ درجه سلسیوس در صد سال را برای فصول مختلف به همراه داشته که نسبت به نتایج دیگر مدل ها برای دوره ۱۹۷۹-۲۰۱۰ کمتر می باشد. برای درک بهتر نتایج، به محاسبه روند هر یک از مدل های انتخابی برای کل محدوده مورد مطالعه پرداخته شد. محاسبه روندها برای ۳ صدک ۵، ۵۰ و ۹۵ انجام گرفت. مدل ERA-Interim مقادیر بزرگتری (۹ درجه سلسیوس در صد سال) داشته که این مقدار به دلیل پراکندگی آن بین صدک پنجم و صدک ۹۵ می باشد. در حالی که NCEP مقادیر کمتری (۲ درجه سلسیوس در صد سال) دارد. نتایج به دست آمده از CMIP5 ها و میانگین آن ها افزایش دما در منطقه مورد مطالعه را تایید کرده و مقدار ۷ درجه سلسیوس در صد سال را برای نیمه دوم قرن ۲۱(۲۰۵۰-۲۱۰۰) برآورد می نماید. برای بررسی وضعیت هر یک از مدل های ERA- Interim، ERA-20C وNCEP در تبیین دما در نیمه غربی ایران و در فصول مختلف از نمودار تیلور استفاده شد. بر اساس این نمودار کمترین همبستگی مربوط به فصل تابستان بوده و بیشترین میزان همبستگی به فصل زمستان مربوط می باشد. NCEP نسبت به دو مدل دیگر از هماهنگی کمتری با داده های ایستگاهی برخوردا می باشد.

بیان مقادیر قطعی میزان تغییرات روند پارامترهای آب و هوایی که تا حد زیادی وابسته به قابلیت و توان تفکیک هر یک از مدل های مورد استفاده است، ممکن نمی باشد. با این حال با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، دیگر مطالعات و همچنین گزارش های IPCC می توان نتیجه گرفت که دو برابر شدن افزایش دما در منطقه مورد مطالعه در نیمه دوم قرن۲۱ محتمل و غیر قابل اجتناب خواهد بود. همانطور که قویدل و همکاران (۱۳۸۴)، در مقاله ایی به بررسی تغییر اقلیم پرداخته و به این نتیجه رسیده اند که در شرایط دو برابر شدن CO2 مدت و شدت دوره های سرد و یخبندان کاهش یافته و همچنین از میزان بارش های بهاره و زمستانی کاسته شده و بارش های زمستانی از برف به باران تغییر پیدا خواهند کرد، علاوه بر این در این مقاله به افزایش دما و به طبع آن خشکی بیشتر هوا نیز اشاره شده است. در مقاله ایی دیگر قویدل و همکاران(۱۳۹۲) به این نتیجه رسیده اند که با در نظر گرفتن افزایش میزان انتشار گازهای گلخانه ایی، افزایش دما در ایران مملوس بوده که در بخش های مرکز و جنوب شرقی مشهود تر خواهد بود. با توجه به تمام موارد ذکر شده مهم است که درک و آگاهی درستی از تغییرات دما در مناطق خشک و نیمه خشک کشور داشته باشیم که همواره از کمبود آب رنج می‌برند. نکته مهم در تغییرات منطقه‌ای بارش و دما، منطبق بودن بیشترین کاهش بارش و بیشترین افزایش دما بر روی منطقه زاگرس و پس از آن در منطقه شمال غرب است مناطقی که هم اکنون درگیر مشکلات زیست محیطی مانند وقوع گرد و خاک، خشکسالی‌های گسترده، آتش‌سوزی و خشک شدن درختان جنگلی، کاهش شدید سطح آب دریاچه ارومیه و حذف برخی اکوسیستم‌های طبیعی می‌باشند. ادامه چنین وضعیتی موجب تشدید مشکالت زیست محیطی در مناطق یادشده می‌گردد. لذا باید برنامه‌ای جامع برای کاهش اثرات تغییر اقلیم در مناطق غربی کشور تدوین و حتی در برخی برنامه‌های توسعه کشاورزی و منابع آب آن تجدید نظر صورت پذیرد (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۶).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]

منابع

خورشیددوست، علی محمد. قویدل، یوسف. (۱۳۸۵). **شبیه سازی آثار دو برابر شدن دی اکسید کربن جو بر تغییرات اقلیم تبریز با استفاده از مدل آزمایشگاهی پویایی سیالات ژئوفیزیکی (GFDL)**. مجله محیط شناسی، ۹ : ۱-۱۰.

رسولی، اکبر(۱۳۸۱). **تحلیل مقدماتی سری های زمانی دمای هوای شهر تبریز**. نیوار، ۴۶ و ۴۷. ۲۶-۷.

سبزی پرور، علی‌اکبر. سیف، زهرا. قیامی، فرشته، (۱۳۹۲)، **تحلیل روند دما در برخی از ایستگاه‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور**. ۱۱(۱۱): ۱۱۷-۱۳۸.

سازمان هواشناسی کشور (۱۳۹۶)، **آشکارسازی، ارزیابی اثرات و چشم انداز تغییر اقلیم در ایران طی قرن بیست و یکم**. دفتر مرجع ملی هیات بین الدولی تغییر اقلیم (IPCC) پژوهشکده اقلیم شناسی – مشهد.

طاوسی، تقی. رخشانی، زینب. فیروزی، فاطمه (۱۳۹۳)، **تحلیل روند تغییرات بیشینه و کمینه دمای فصلی و سالانه استان فارس با استفاده از روشهای ناپارامتری**. مجله علمی و ترویجی نیوار. ۸۶ (۸۷)، ، ۲۹-۳۸.

ظهرابی، نرگس. مساح بوانی، علیرضا. گودرزی، الهه، حیدر نژاد، محمد (۱۳۹۵)، **شناسایی روند تغییرات دما و بارش سالانه در حوضه آبریز کرخه**. **فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب**- دانشگاه آزاد اسالمی واحد اهواز. ۸۲ (۸۸).

عساکره، حسین. اکبرزاده، یونس، (۱۳۹۶)، **شبیه‌سازی تغییرات دما و بارش ایستگاه سینوپتیک تبریز طی دوره (۲۰۱۰-۲۱۰۰) با استفاده از ریزمقیاس نمایی آماری (SDSM) و خروجی مدل CanESM**. جغرافیا و مخاطرات محیطی, ۶ (۲۱) ، ۱۷۴-۱۵۳.

قویدل، یوسف. فرج زاده، منوچهر. صالحیان، مسعود. (۱۳۹۷). **تحلیل نقش گاز دی اکسید کربن در نوسانات دمای حداکثر فصلی ایران**. جغرافیا و برنامه ریزی. ۲۲(۶۳): ۲۰۳-۲۲۳.

مسعودیان، سید ابوالفضل. (۱۳۸۳). **بررسی روند دمای ایران در نیم سده گذشته**. مجله جغرافیا و توسعه.

Alijani, B. O'Brien, J. Yarna, B. (2008). **Spatial analysis of precipitation intensity and concentration in Iran**. Theor. Appl. Climatol. 94: 107–124.

Barros, Vicente Ricardo., Boninsegna, José Armando., Camilloni, Inés Angela., Chidiak, Martina., Magrín, Graciela Odilia., Rusticucci, Matilde. (2015). **Climate change in Argentina: trends, projections, impacts and adaptation.** *WIREs Clim Change* 2015, 6:151–169.

Buishand TA (1982). **Some Methods for Testing the Homogeneity of Rainfall Records**. Journal of Hydrology, 58, 11–27.

Bartels, Robert. (1984). **The Rank von Neumann Test as A Test for Autocorrelation in Regression Models.** Communication in Statistics- Theory and Methods. 300pp. DOI: 13. 2495-2502. 10.1080/03.

Christopher J. Martinez., Jerome J. Maleski., Martin F. Miller. (2012). **Trends in precipitation and temperature in Florida, USA**. Journal of Hydrology 452(453). 259–281.

Compo, G P. Whitaker, J S. Sardeshmukh, P D. Matsui, N. Allan, R J. Yin, X. Brönnimann, S. (2011). **The twentieth century reanalysis project**. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 137(654). 160-170. 1-28.

Dinpashoh, Y. (2006). **Study of reference crop evapotranspiration in I. R. of Iran.** Agricultural Water Management. 84, 123–129.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]

Del Río, S., Herrero, L., Pinto-Gomes, C., Penas, A. (2011). **Spatial analysis of mean temperature trends in Spain over the period 1961–2006.** Global and Planetary Change 78. 65–75.

Easterling, D. R., B. Horton, P. D. Jones, T. C. Peterson, T. R. Karl, D. E. Parker, M. J. Saliger, V. Razuvayev, N. Plummer, P. Jamason, and C. K. Folland., (1997). **Maximum and minimum temperature trends for the globe**. Science, 277, 364-366.

Grieser J., S. Tromel, C.D. Schonwiese (2002). **Statistical time series decomposition into significant components and application to European temperature**, Theor. Appl. Climatol. 71, PP. 171-183.

IPCC. (2014). **Climate Change: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change 2014.** [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Jaagus, J. (2006). **Climatic changes in Estonia during the second half of the 20th century in relationship with changes in large-scale atmospheric circulation.** Theoretical and Applied Climatology. 83, 77–88.

Kass E, Frich P (1995). **Daily temperature range and cloud cover in the Nordic countries: observed trends and estimates for the future**. Atmos Res 37: 211–228

Kousari MR, Asadi Zarch MA. (2011). **Minimum, maximum, and mean annual temperatures, relative humidity, and precipitation trends in arid and semi-arid regions of Iran.** Arab J Geosci. 907–914 pp. DOI: 10.1007/s12517-009-0113-6.

Kousari, Mohammad Reza. Ekhtesasi, Mohammad Reza. Tazeh, Mehdi. Saremi Naeini, Mohammad Ali. Asadi Zarch, Mohammad Amin. (2011). **an investigation of the Iranian climatic changes by considering the precipitation, temperature, and relative humidity parameters**. Theor Appl Climatol. 103, 321–335.

Kousari, Mohammad Reza. Ahani, Hossein, Hendi-zadeh, Razieh. (2013). **Temporal and spatial trend detection of maximum air temperature in Iran during 1960–2005**. Global and Planetary Change. 111, 97–110.

Niedzwiedz T, Ustrnul Z, Szalai S, Weber RO (1996). **Trends of maximum and minimum daily temperatures in central and southeastern Europe**. Int J Climatol 16:765– 782.

Nicolas, N., G. Gruza, J. Jouzel, T. Carl, L. Ogallo, and D. Parker. (1996). **Observed climate variability and change. In: IPCC 1995**. The Second IPCC scientific assessment of climate change. J. Houghton & L. Meira Filho, eds. Cambridge Univ. Press.

Pettitt, AN. (1979). **A non-parametric approach to the change-point problem**. Appl. Statist., 28, 126–135.

Pohlert, Thorsten. (2015). **Trend: Non-Parametric Trend Tests and Change-Point Detection.** R package version 0.0.1. 600pp. DOI:10.13140/RG.2.1.2633.4243.

Poli, P. Hersbach, H. Dee, D P. Berrisford, P. Simmons, A J. Vitart, F. Trémolet, Y. (2016). **ERA-20C: An atmospheric reanalysis of the twentieth century.** Journal of Climate. 29(11): 4083-4097.

Sen, P.K. (1968). **Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau.** Journal of the American Statistical Association. 63 (324). 80.

Saboohi, R., Soltani, S., Khodagholi,M. (2012) **Trend analysis of temperature parameters in Iran.** Theor. Appl. Climatol. 109 (4), 529–547.

Saymohammadi, Samireh. Zarafshani, Kiumars. Tavakoli, Mohsen. Mahdizadeh, Hossien. Amiri, Farzad. (2017). **Prediction of Climate Change Induced Temperature & Precipitation: The Case of Iran.** Sustainability. 9-146; DOI: 10.3390/su9010146.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]
[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]

Tabari, H. Somee, Behzad. Rezaeian Zadeh, Mehdi, Hossein. (2011). **Testing for long-term trends in climatic variables in Iran** Atmospheric Research 100. 132–140.

Walter, G.R., E. Post, P. Convey, A. Menzel, C. Parmesean, T. J. Beebee, J. M. Formentin, O. Hoegh-Guldberg, and F. Bairlein., 2002**. Ecological responses to recent climate change**. Nature 416, 389-395.

Yue S., M. Hashino (2003). **Temperature trends in Japan: 1900–1996**. Theor. Appl. Climatol. 75, 15–27.

Zarenistanak, Mohammad. Dhorde, Amit G. Kripalani, R H. (2014). **Trend analysis and change point detection of annual and seasonal precipitation and temperature series over southwest Iran.** Earth Syst. Sci. 2, 281–295.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1401.22.66.5.0]

[DOI: 10.52547/jgs.22.66.1]