نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال شانزدهم، شماره ۴۳، زمستان ۹۵

اثرگرمایش جهانی برتغییرات دمای ایران تحت مدل دینامیکی EH5OM

دریافت مقاله: ۹۴/۷/۴ پذیرش نهایی: ۹۵/۸/۲۸

صفحات:۲۱۶-۱۹۵

کمال امیدوار: استاد اقلیم شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
komidvar@yazd.ac.ir
رضا ابراهیمی: دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران [1]
Email: ebraimireza7679@yahoo.com
محمدکیخسروی کیانی: دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
Email: re30@gmail.com
قاسم لکزاشکور: دانشجوی کارشناسی ارشد مخاطرات آب و هوایی، دانشگاه گلستان، گلستان، ایران
Email: ghasemshakour@yahoo.com

چکیده

هدف از این پژوهش واکاوی اثر گرمایش جهانی بر تغییرات زمانی مکانی روند وشیب روند ماهانه دما در قلمرو ایران طی دهه های آینده(۲۰۵۰-۲۰۱۵) می باشد. داده های دمای روزانه شبیه سازی شده از پایگاه داده EH5OM و تحت سناریوA1B ، طی بازه زمانی(۲۰۵۰-۲۰۱۵) از موسسه ماکس پلانک آلمان استخراج شد. سپس داده های دمای روزانه با تفکیک مکانی۲۷ /۰ * ۰/۲۷ درجه طول و عرض جغرافیایی که حدوداً نقاطی با ابعاد ۳۰*۳۰ کیلومتر مساحت ایران را پوشش می دهند توسط مدل اقلیم منطقه ای ریزمقیاس گردید. درنهایت آرایه ای به ابعاد ۲۱۴۰*۱۳۱۴۰ به دست آمد که سطرها بیانگر دمای روز و ستون ها ایستگاه ها می باشند. در نهایت روند وشیب روند میانگین دمای ماهانه طی دوره مورد مطالعه از طریق آزمون من کندال وشیب سن در نرم افزار متلب محاسبه و ماتریسی به ابعاد ۱۳۱۴۰*۱۲ به دست آمد. نتایج بیانگر روند افزایشی دما در ماه های مارس، آوریل، می و ژوئن در بیش از ۹۰ درصد از وسعت مناطق کشور است که گویای گرمتر شدن ایران درفصل بهار طی دهه های آتی است. افزایش دما در ماه های فصل زمستان و بهار دربخش های کوهستانی نیمه غربی کشور گرمتر شدن مناطق سرد ایران را در ماه های سرد سال گویا است . روند منفی دما در ماه های اکتبر و نوامبر نیز در بخش های شمالی کشور بیانگرسردتر شدن این مناطق از ایران درفصل پاییزاست . بیشترین شیب مثبت افزایش دما دربخش های شمال غرب به میزان ۶-۴ درجه درسال است.

کلیدواژگان: دما، مدل EH5OM،آزمون من کندال، مدل RegCM4 ، ایران

---

[1]. **نویسنده مسئول:** یزد، صفاییه، بلوار دانشگاه، دانشگاه یزد

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

مقدمه

طی چند دهه اخیر، رشد صنایع و کارخانه ها از یک طرف و جنگل زدایـی و تخریـب محیط زیست از طرف دیگر باعث افزایش روز افزون تخریب طبیعت و افزایش گازهای گلخانه ای در سطح کره زمین شده است(ویگلی وهمکاران،۱۱:۲۰۰۳) تغییرات اقلیمی در قرن بیست و یکم مهم ترین چالش پیش روی جوامع بشری است. نهادهای پژوهشی بسیاری در سراسردنیا،شبیه سازی های گوناگونی را به منظور پیش بینی اقلیم و فراسنج های آن ارائه نموده اند. بر اساس گزارش چهارم هیئت بین الدول تغییر اقلیم متوسط دمای جهانی در قرن بیستم در حدود ۰/۶ درجه سانتی گراد فزونی داشته است و این افزایش را برای قرن بیست و یکم درحدود ۱/۱ تا۶/۴ درجه پیش بینی نموده اند (هیئت بین الدول تغییراقلیم[1]،130:2007) . در دهه ۱۹۸۰، محققین با تحلیل روند بلندمدت میانگین دما، به افزایش روند دماو به دنبال آن گرمایش جهانی پی بردند. نتایج آن ها نشان داد که دریک دوره ۱۹۴۰تا ۱۹۶۰ روند دما کاهشی بوده و پس از آن سیر صعودی به خود گرفته است (هانس،۲۰۱۴). امروزه برای انجام مطالعات تغییر اقلیم بر فراسنج های جوی در دوره های آتی، می بایست ابتدا این فراسنجها تحت تأثیر تغییرات گازهای گلخانه ای شبیه سازی‌شوند. روش های مختلفی برای این کار وجود دارد که معتبرترین آن‌ها استفاده از داده های مدل گردش عمومی جو[2] است(عباسی و همکاران ۹۲:۱۳۸۹). در واقع اصول کلیه این روش‌ها بر پایه برقراری ارتباط بین متغیرهای مدل‌های گردش عمومی جو زمین (رطوبت،فشار هوا ، باد به‌عنوان متغیر مستقل و متغیر اقلیمی(دما) به‌عنوان متغیرهای وابسته در مقیاس منطقه‌ای، محلی و حتی نقطه‌ای استوار می‌باشد(امیدوار وهمکاران،۶۰:۱۳۹۵). عمده ترین مشکل این مدل ها قدرت تفکیک مکانی کم آن هاست که نمی‌توانند اثر شرایط محلی نظیر توپوگرافی و پوشش گیاهی را روی متغیرهای اتمسفری نظیر دما، دخالت دهند (فانگ و همکاران،۲۰۱۱). لذا به ابزاری نیاز است که بتوان از داده‌های مدل عمومی گردش جو در مقیاس منطقه استفاده کرد، به همین منظور دانشمندان روش‌های متعددی ابداع نموده‌اند که به مجموع این روش‌ها، ریزمقیاس نمایی گویند (فانگ و همکاران،۲۰۱۱).تا بتوان داده ها را جهت اهداف مورد نظر بکاربرند.امروزه در بسیاری از مطالعات از مدل اقلیم منطقه ای جهت ریزمقیاس نمایی داده ها استفاده می شود. مدل اقلیم منطقه ای در آغاز کار خود جهت شبیه سازی های بلندمدت به کار برده می شد . این مدل توسط بسیاری از متخصصان کشورهای صنعتی جهت پیشبرد اهداف کشورشان در مرکز بین

[1].IPCC
[2]. GCM

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

الملی فیزیک نظری عبدالسلام[1] طراحی گردید(پال وهمکاران،۲۰۰۷). اولین نسخه مدل اقلیم منطقه‌ای در سال ۱۹۸۰ توسعه یافت (RegCM1,جیورجی،۱۹۹۶). نسخه دوم این مدل در اواخر سال ۱۹۹۰ (RegCM2.5,جیورجی و میرنس،۱۹۹۹)، سومین نسخه مدل اقلیم منطقه‌ای در سال ۲۰۰۰ و سرانجام جدیدترین نسخه مدل اقلیم منطقه‌ای در سال ۲۰۱۰ با عنوان RegCM4 در این مرکز منتشر شد. مدل مورد استفاده در این پژوهش، نسخه چهارم مدل اقلیم منطقه ای است.در زمینه اثر گرمایش جهانی بر تغییرات دما در داخل و خارج کشور مطالعاتی انجام گرفته است.جین(۲۰۰۳) با استفاده از شبکه عصبی ward و درنهایت با استفاده از روش مصنوعی،دمای هوای را در منطقه جنوب جورجیا برای یک تا دوازده ساعت آینده پیش‌بینی کرد. چِن و همکاران (۲۰۱۱) با وزن دهی به پنج مدل برتر AOGCM از ۲۸ مدل، افزایش معنی دار دما و بارش در نیمه و پایان قرن ۲۱ را نتیجه گرفتند.المزروری(۲۰۱۲) در پژوهشی به ریز مقیاس نمایی دما و بارش عربستان با استفاده از مدل RegCM4پرداخت.براساس خروجی مدل ریزگردانی شده ،دوره ۲۰۰۰-۱۹۷۹ میزان دما در بخش های شمال و جنوبی این کشور افزایش محسوسی دارد. همچنین نتایج مدل اقلیم منطقه ای در شبیه سازی دما منطقی تر از بارش عمل کرده است. تورکو و همکاران (۲۰۱۳)، برونداد بارش الگوی COSMO-CLM را با چندین روش آماری پس پردازش کردند و به این نتیجه رسیدند که تمام روش ها موجب بهبود برونداد الگو می شود. آن چه در این پژوهش به آن پرداخته می شود، ریزگردانی با استفاده از الگوی RegCM4 است که به منظور افزایش صحت برونداد داده ها می شود.فرانکو وهمکاران(۲۰۱۳) تغییر پذیری بارش و دمای مکزیک را از طریق مدل RegCM4 و چندل مدل دیگر طی دوره ۲۰۰۸-۱۹۸۲ شبیه سازی کردند نتایج حاصل گویای برتری مدل RegCM4 درشبیه سازی این فراسنج ها است. جهت واکاوی تغییرات دما در سطح جهانی و منطقه‌ای،لینگ لیانگ وجی پتر کریشنا (۲۰۱۴)،تومازیکس و همکاران(۲۰۰۶) تحقیقاتی ارائه دادند. از جمله تحقیقات داخلی نیز می توان به چند مورد اشاره داشت.عباسی و اثمری(۱۳۹۰)، در تحقیقی با عنوان پیش بینی و ارزیابی تغییرات دما و بارش ایران در دهه های آینده با الگوی MAGICC-SCENGEN به بررسی شرایط اقلیم ایران در دهه های۲۰۰۰، ۲۰۲۵، ۲۰۵۰، ۲۰۷۵ و ۲۱۰۰ با استفاده از خروجی دو الگوی گردش عمومی جو(HadCM2 و ECHAM4) با لحاظ ۱۸ سناریوی انتشارIPCC پرداختند. بر اساس بررسی های به عمل آمده نتایج هر دو الگو بیانگر افزایش دمای تمامی استانهای کشورمان دردهه‌های آینده هستند.

[1]. http://users.ictp.it/RegCNET

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

طاوسی و همکاران(۱۳۹۱)، به پیش بینی تغییرات یخبندان شهر زابل بر پایه شبیه سازی مدل گردش عمومی جو پرداختند. بدین منظور نخست داده های ایستگاه همدید زابل در دوره آماری(۲۰۰۸-۱۹۹۶) با مقیاس روزانه فراهم شد، سپس داده های مدل گردش عمومی جو در دو دوره جداگانه ۲۰۰۴-۱۹۹۸ و ۲۰۳۹-۲۰۱۰ برای تهیه یک سناریوی تغییر اقلیم برای این ایستگاه استفاده گردید. نتایج تحلیل انواع یخبندان نشان داد که در هر سه نوع یخبندان، سری ها نا ایستا می باشند .در یخبندان های ضعیف جهت روند آن افزایشی و در یخبندان های متوسط و شدید جهت روند کاهش می باشد .افزایش تعداد یخبندان های ضعیف و کاهش نوع متوسط و شدید برای ایستگاه زابل بیانگر حساسیت یخبندان نسبت به پدیده گرمایش جهانی می باشد. محمدی و همکاران(۱۳۹۲) به واکاوی و پیش‌یابی اثر گرمایش جهانی بر مؤلفه‌های فرین آب و هوایی آبادان پرداختند. از مدلMAGICCبه‌منظور شبیه‌سازی دما،و به‌منظور روند یابی تغییرات آن از مدل INMCM-30 استفاده گردید.بر اساس نتایج به‌دست‌آمده آستانه بیشینه دمای بیش از ۴۳ درجه سلسیوس بیشترین افزایش و همچنین آستانه مربوط به دمای کمینه نیز روند افزایشی داشته‌اند. کاظمی راد و محمدی(۱۳۹۴)، به ارزیابی مدل مناسب گردش عمومی جو برای پیش بینی تغییرات اقلیم استان گلستان پرداختند،در این تحقیق از خروجی مدل های گردش عمومی جو شامل MPEH5 و ADCM3با سناریوهای A2 و B1 در دوره زمانی ۲۰۳۰-۲۰۱۱ استفاده شد. نتایج حاکی از افزایش دماهای کمینه و بیشینه، تعداد روزهای خشک و تعداد روزهای داغ در دوره زمانی مورد مطالعه است. دشت بزرگی و همکاران(۱۳۹۴)، به منظور شبیه سازی شاخص های حدی دمای استان خوزستان بر اساس سناریوهای RCP از شاخص های DTR ، TMIN mean ، TMAXmean ، TX10p ، TN90p ، TN90p ، TX90p جهت تحلیل روند دما استفاده نمودند، نتایج نشان داد تا سال ۲۰۵۰ شاخص های دوره سرد روند کاهشی و شاخص های دوره گرم سال روند افزایشی خواهند داشت. امیدوار وهمکاران(۱۳۹۴) در پژوهشی به پیش بینی نیاز سرمایش استان فارس از طریق مدل ریزمقیاس نمایی RegCM4 پرداختند و به این نتیجه رسیدند که وجود روند مثبت و افزایشی دما در فصل بهار، به‌ویژه در ماه‌های می و ژوئن در بیشتر نقاط استان، گرم شدن هوا را در این فصل نسبت به تابستان گویاست که نوید دهندۀ استفادۀ بیش از حد از وسایل سرمازا در آینده در فصل بهار است.

از آن جا که ایران در یک منطقه خشک و نیمه خشک جهان واقع شده و میانگین دمای آن بالاتر از میانگین دمای جهانی است، بر اثر گرمایش جهانی شاهد افزایش میانگین دمای کشور در دهه‌های آتی نسبت به زمان حال خواهیم بود، تصور یک اقلیم گرمتر در آینده به نظر

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

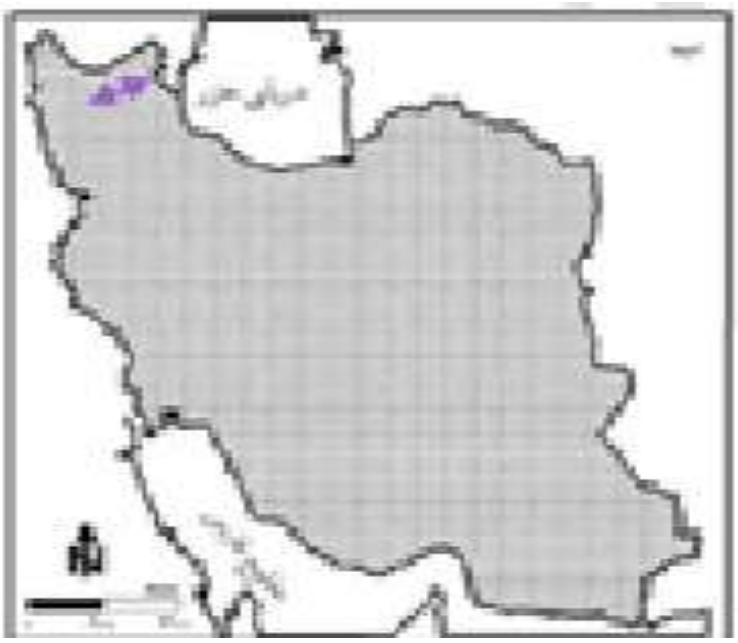
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

می‌رسد لذا شناخت تغییرات مکانی زمانی این فراسنج در ایران طی دهه های آینده گامی در جهت شناخت تاثیر اثرگرمایش جهانی بر روی دما و به تبع بر آن را بر زندگی گیاهان وحیوانات خواهد بود.

داده ها و روش کار

محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه کشور ایران با مساحت ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومترمربع میان ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی و ۴۴ تا ۶۳ درجه طول شرقی واقع شده‌است.



شکل (۱). محدوده موردمطالعه

در این پژوهش نخست دمای روزانه هوا از پایگاه داده EH5OM یکی از مدل های ترکیبی گردش عمومی هوا [1] تولید شده در موسسه ماکس پلانک آلمان تحت سناریوA1B پنل بین المللی تغییر اقلیم استخراج شد. در این پژوهش از مدل ترکیبی اقیانوسی جوی EH5OM استفاده شد.

[1]. GCM

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

توصیف و برتری مدل EH5OM نسبت به مدل های دیگر

اصولا مدل هایی که در قرن بیست جهت تجزیه و تحلیل تغییرات آب و هوایی مورد استفاده قرار می گرفتند در اغلب موارد تک بعدی بوده که دارای نقطه ضعف در مقایسه با رویکرد چند مدلی است (روکنر وهمکاران،۲۰۰۳:۱۲) لذا جهت بهترشدن عملکرد شبیه سازی در پژوهش ها از مدل های ترکیبی استفاده می گردد. مدل‌ترکیبی EH5OM یکی از موفق ترین مدل های CMIP3 در شبیه سازی آب و هوا نسبت به مدل های قرن بیستم است.EH5OM یکی از مدل های ترکیبی جو- اقیانوس می‌باشد(AOGCMs) که ECHAM5 مربوط به مدل اتمسفری وMPI-OM مربوط به مدل اقیانوسی است. ECHAM با هسته دینامیکی طیفی وقدرت تفکیک T63L31 است(ریچارد وکیم،۲۰۰۸.روکنر وهمکاران،۲۰۰۳:۲۴۸). طرحواره های مورد استفاده در مدل EH5OM در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱). طرحواره های مورد استفاده در مدل EH5OM (منبع:نیلی وهمکاران[1]،۲۰۱۰)

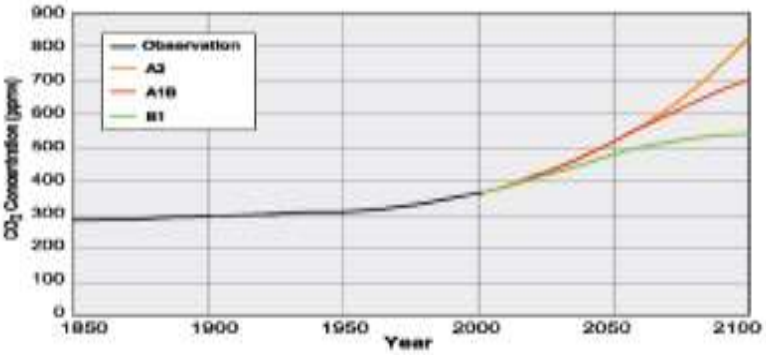
نام مدل	ارائه دهنده
شرایط ثانویه مرزی	holtslag PBL (1990)
شرایط اولیه مرزی	holtslag PBL (1990)
شرایط همرفتی	emanuel (1991)
گرل ،طرح خوشه بندی (کومولوس)	arakawa & schubert(1974)
رطوبت،	subex, pal et al(2000)
نیروی گرادیان فشار	arakawa & schubert(1974)

همانگونه که در شکل (۲) که توسط موسسه ماکس پلانک انتشار یافته مشاهده می شود سناریوهای این مدل تحت شرایط گازهای گلخانه ای(دی اکسید کربن وسولفورجو) برای دوره زمانی ۲۱۰۰-۲۰۰۰ شبیه سازی شده اند. که در این پژوهش از داده های سناریوA1B طی بازه زمانی ۲۰۵۰- ۲۰۱۵ استفاده گردید. در این سناریو علاوه بر استفاده از سوخت های فسیلی به صورت متعادل، غیرفسیلی هم بکار گرفته می شوند.

[1]. Nellie et al

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]



شکل(۲). میزان روند تغییرات میزان دی اکسید کربن موجود در جو طی دوره زمانی(۲۱۰۰-۱۸۵۰)
(روکنر وهمکاران،۲۰۰۶)

گام زمانی داده ها ی این مدل به صورت شش ساعته بوده که دمای روزانه را در بازه زمانی بین سال های (۲۰۵۰-۲۰۱۵) در محدوده عرض های ایران شبیه سازی می‌کند. ابعاد شبکه داده‌های مدل گردش عمومی مورد استفاده ۱/۷۵*۱/۷۵ درجه طول و عرض جغرافیایی می‌باشد.با توجه به اینکه این پژوهش بعد منطقه ای(ایران) دارد و مدل های گردش عمومی هوا کل سیاره زمین را در بر می گیرند و قدرت تفکیک پایینی دارند(۲۰۰*۲۰۰ کیلومتر) لذا قادر به آشکار سازی رفتار اقلیم در مقیاس محلی ومنطقه ای نیستند. بدین جهت در این پژوهش جهت ریزمقیاس نمایی داده ها از مدل اقلیم منطقه ای[1] استفاده شد.

خصوصیات مدل ریزمقیاس نمایی اقلیم منطقه ای(RegCM4)

این مدل از معادلات هیدروستاتیک استفاده می کند، سیستم مختصات آن همانند مدل هواشناسی میان مقیاسMM4 ، سیگما است. قدرت تفکیک قائم مدل شامل ۱۸ سطح است که ۷ سطح آن زیر لایه ۸۰۰ هکتو پاسکال قرار دارد. مدل برای اجرا، به داده های‌توپوگرافی (GTOPO),پوشش سطح زمین(GLCC),دمای سطح دریا(SST) و شرایط اولیه و مرزی نیاز دارد. داده های GLCC با استفاده از سنجندهAVHRR از آوریل ۱۹۹۲ تا مارس ۱۹۹۳ موجود است و بر اساس نوع پوشش گیاهی و سطح زمین، توسط طرحواره BATS تعیین می شود. مبادله انرژی رطوبت، اندازه حرکت بین سطح زمین و اتمسفر با استفاده از مدلBATSE محاسبه می شود. از طرحواره لایه مرزی سیاره ای که توسط هالتسلاگ و همکارانش تدوین

[1]. Regional Climate Modle

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

شده، استفاده می کند.بعد از ریزمقیاس نمایی، دمای روزانه هوا با ابعاد ۰/۲۷*۰/۲۷ درجه که حدوداً نقاطی با ابعاد ۳۰*۳۰ کیلومتر مساحت ایران را پوشش می‌دهند در بازه زمانی ۳۶ ساله(۲۰۵۰-۲۰۱۵) در ماتریسی به ابعاد ۲۱۴۰*۱۳۱۴۰ استخراج شد. در این ماتریس سطرها(۱۳۱۴۰) نشان دهنده زمان(ساعت، هر روز، هرسال) و ماتریس ستون ها یاخته ها(نقاط میان یابی شده با ابعاد ۳۰*۳۰ کیلومتر) می باشند. سپس جمع ماهانه دمای یاخته ها در محیط متلب محاسبه و سپس از طریق آزمون من کندال و شیب سن روند و شیب روند دمای ماهانه ایران طی دوره مورد مطالعه محاسبه و ماتریسی به ابعاد ۱۳۱۴۰*۱۲ به دست آمد که عدد ۱۲ روند روند وشیب روند هرماه و۱۳۱۴۰ تعداد یاخته های میان یابی شده بر روی ایران است. همانگونه که بیان شد جهت روندگیری داده های دمای شبیه سازی شده از آزمون من کندال استفاده گردید.

آزمون من کندال

آزمون روندچندین دهه‌است‌که‌توسط آب‌شناسان وپژوهشگران جهت شناسایی‌رفتارمتغیرهای هیدرولوژیکی- هواشناسی مانندبارش ،دما ومواردیگراستفاده می شود(کین وهمکاران، ۲۰۱۰). درابتدا من(Mann) درسال ۱۹۴۵این ازمون را ارائه کردوسپس توسط کندال(Kendall) به صورت آزمون آماری بسط وگسترش یافت.این آزمون بدون توجه به خطی یا غیرخطی بودن روند،جهت شناسایی معنی داری روند به لحاظ آماری هرسری زمانی کاربرد دارد.امروزه این آزمون توسط سازمان هواشناسی جهانی برای شناسایی روندپیشنهاد می گردد (مسعودیان ،۱۳۹۳:۳).

الف) ابتدابراساس آمارهSاختلاف بین تک‌تک مشاهدات(بارش،دما،یاهرپارامتراقلیمی دیگر) راباهمدیگرمحاسبه می کنیم.

رابطه(۱)

$$s = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{i=k+1}^{n} \operatorname{sgn}(xj - xk)$$

ب)که $j > i$است وnتعدادکل مشاهدات ،x_j وx_kبه ترتیب مقادیرjوkسری می باشد.خروجی تابع بالا علامت هرسری رابصورت زیر روشن می کند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

$$\mathrm{sgn}(xj - xk) = \begin{cases} +1(xj - xk) > \\ 0.(xj - xk) = 0 \\ -1(xj - xk) < 0 \end{cases}$$

رابطه(۲)

پ)بعداز تعیین علامت ،واریانس هرکدام ازمشاهدات را با استفاده از فرمول زیر محاسبه می کنیم.تعدادمشاهدات باید بزرگتر از ۱۰ باشد($n > 10$).

رابطه (۳)

$$V(S) = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18}$$

ج).مرحله بعد محاسبه آماره Z است.

رابطه (۴)

$$z = \begin{cases} \dfrac{s-1}{\sqrt{var}} & s > 0 \\ 0 & s = 0 \\ \dfrac{s+1}{\sqrt{var}} & s < 0 \end{cases}$$

د)مرحله بعد آزمون فرض است .فرض صفر برعدم وجود روند وتصادفی بودن آن دلالت دارد وبدین معنی است کهZآماری معنی داری نیست(برای مثال دما ودوره ی تروخشک وجود ندارد).زمانی این فرض تایید می شود که رابطه زیر برقرار باشد.

$$-Z_{\alpha/2} < Z < Z_{\alpha/2}$$

رابطه (۵)

مقادیر $Z_{\alpha/2}$ انحراف نرمال استاندارد(Zجدول) است. فرض مقابل یا فرض یک بر وجود روند دلالت دارد وبدین معنی است که Z به لحاظ آماری معنی دار است.زمانی این فرض تایید می شود که $Z < -Z_{\alpha/2}$ است .دربرخی پیمانگاه ها روند دما مثبت (گرمایش) ودربرخی دیگر از آن ها روند دما منفی (سرمایش) یابرخی ماه ها مرطوب وبرخی دیگر خشک هستند.بنابرین فرضیه ها درچنین مواردی دوطرفه انتخاب می شوند سطح معنی داری دراین پژوهش ۰۵/.α=می باشد بنابرین با توجه به دوطرفه بودن آزمون میزان z جدول برابر ۱/۹۶خواهد بود (مسعودیان وهمکاران، ۱۳۹۳: ۴).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

بحث ونتایج

روند دما

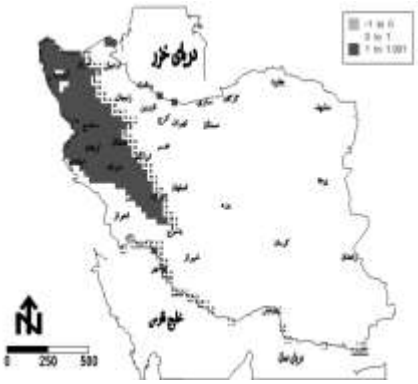
یکی از کاربردهای مدل های گردش عمومی هوا شبیه سازی فراسنج های آب وهوایی است. دراین پژوهش به واکاوی مکانی زمانی روند ماهانه دمای ایران در دهه های آینده پرداخته شد. نقشه های ماهانه روند دمای ایران شکل های (۳تا۱۴) طی دوره آماری ۲۰۵۰- ۲۰۱۵در نرم افزار سورفر ترسیم گردید. در ماه ژانویه نیمه غربی و نوار شمالی با ۲۵ درصد وسعت کشورروندی افزایشی در میزان دما خواهند داشت. این درحالی است که بخش های جنوبی، مرکزی و شرقی کشور فاقد روند می باشندشکل(۳). در ماه فوریه روند مثبت (افزایشی) دما محدود به بخش های کوهستانی شمال غرب و زاگرس مرکزی و شمالی با ۱۶ درصد ازمساحت کشور شده است. در این ماه ۸۴ درصد کشور از لحاظ دمایی فاقد روند می باشندشکل(۴). بیشترین افزایش دمای فصل زمستان را ماه مارس به خود اختصاص می دهد در این ماه به جز نوار زاگرس جنوبی،کرمان و شمال اصفهان که با ۱۷ درصد وسعت فاقد روند می باشند، روند بقیه مناطق کشور با ۸۲ درصد وسعت مثبت و افزایشی است شکل(۵). واکاوی دمای فصل زمستان به ویژه ماه های ژانویه وفوریه نشان داد که اگر میزان خروج گازهای گلخانه ای جو تحت این سناریو افزایش یابد مناطق سرد کشور به ویژه رشته کوه های زاگرس و آذربایجان در ماه های سرد سال باید شاهد تغییرات دمایی بارزی باشند. بیشترین گستره مکانی افزایش دما در ماه های آوریل ، می و حتی ژوئن خواهد بود شکل های(۶و۷). در واقع طبق برآورد این سناریو دمای فصل بهار اکثر نقاط کشور افزایش خواهد یافت. این نتایج با نتایج عباسی وهمکاران(۱۳۸۹) و روان وناظم السادات(۱۳۹۰) نیز که درپژوهش های خود افزایش دمای کشور طی دهه های ۲۰۲۵ ۲۰۴۰ و ۲۰۷۰ را بیان داشتند همراستاست. در ماه ژوئن سواحل شمالی ،استان یزد و شرق اصفهان از لحاظ دما تغییراتی نخواهند داشت اما بقیه مناطق کشور همانند دوماه آوریل و می روند دمای آن ها افزایشی است شکل(۸). با شروع فصل تابستان و رسیدن فصل گرم سال از گستره مکانی مناطق دارای روند کاسته و اکثر مناطق کشور در این فصل از لحاظ دمایی تغییری در آن ها مشاهده نمی شود. در ماه ژوئیه تنها نیمه غربی و جلگه ها و سواحل جنوبی روند دمای آن ها افزایشی است و بقیه مناطق کشور با وسعت ۷۲ درصد فاقد روند می باشند شکل(۹). در ماه اوت روند افزایش دما منحصر به نوار ساحلی جنوب و استان کرمانشاه با ۱۴ درصد وسعت کشور بوده و روند بقیه مناطق کشور فاقد روند می باشند شکل(۱۰). بیشترین گستره مکانی مناطق فاقد روند را ماه سپتامبر به خود اختصاص می دهد در این ماه تقریبا ۹۹ درصد وسعت کشور از لحاظ دمایی فاقد روند می باشند شکل(۱۱). روند

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

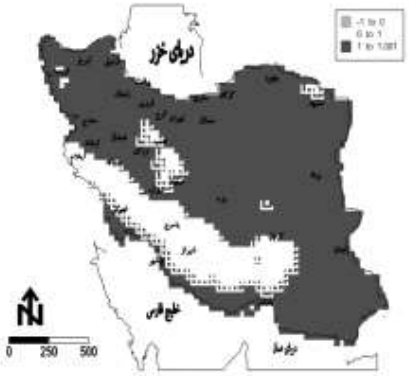
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

منفی دما در ماه های اکتبر ، نوامبرو دسامبر در بخش های شمالی نیمه شرقی کشور کاهش دمای این مناطق را گویاست شکل های (۱۲،۱۳و۱۴). وجود روند افزایش دما در اکثر ماه های کشور به جز فصل پاییز درنوارکوهستانی زاگرس وشمال غرب گویای افزایش دمای نقاط کوهستانی کشور در دهه های آینده می باشد که می توان آن را زنگ خطری برای این نقاط سرد کشور دانست.

شکل (۳). روند دمای ماه زانویه در قلمرو ایران ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵



شکل(۴). روند دمای ماه فوریه در قلمرو طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵



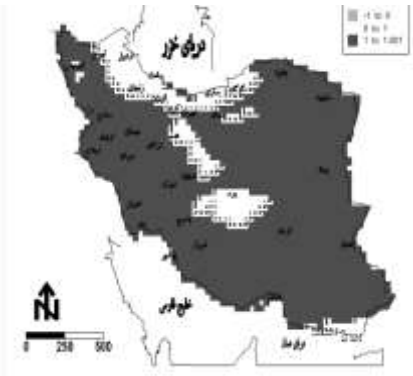
شکل (۵).روند دمای ماه مارس در قلمرو ایران قلمرو ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

شکل(۶). روند دمای ماه اوریل در طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

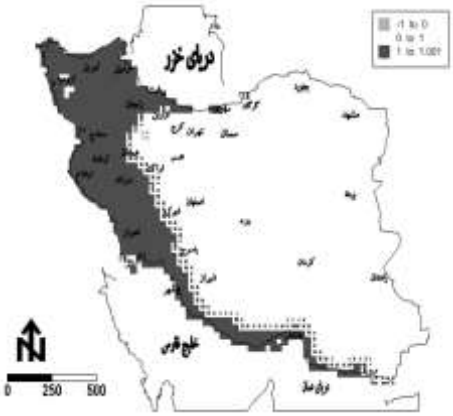
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

شکل (۷).روند دمای ما می در قلمرو ایران دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵



شکل(۸). روند دمای ماه ژوئن در قلمرو ایران طی طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵



شکل (۹). روند دمای ماه زولای در قلمرو ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

شکل(۱۰). روند دمای ماه اوت در قلمرو ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

شکل (۱۱). روند دمای ماه سپتامبر در قلمرو ایران ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

شکل(۱۲). روند دمای ماه اکتبر در قلمرو طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

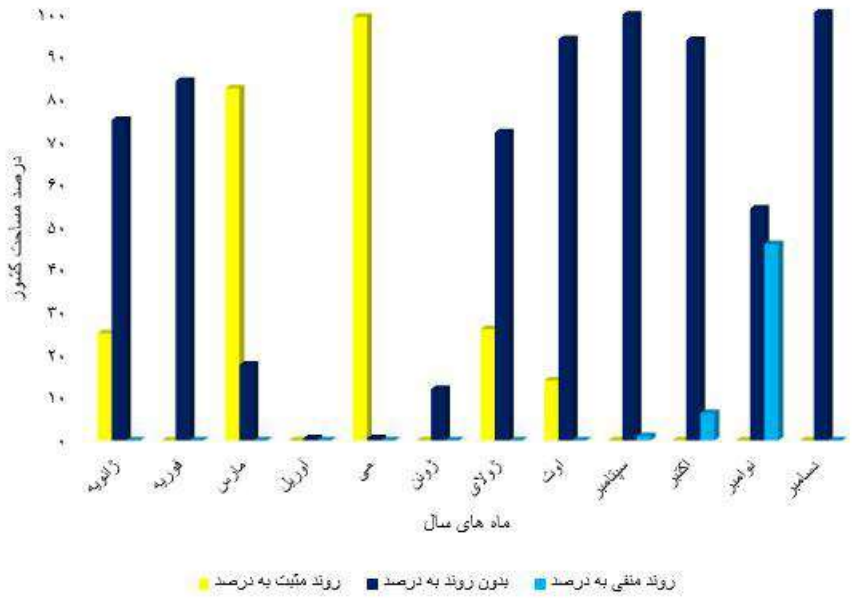
شکل (۱۳).روند دمای ماه نوامبر در قلمرو ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

شکل(۱۴). روند دمای ماه دسامبر در قلمرو ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

شکل(۱۵) میزان درصد مناطق دارای روند را نشان می دهد. همانگونه که بیان شد در ماه های مارس تا ژوئن بیش از ۸۰ درصد مناطق کشور روند افزایشی دما را دارا می باشند. بیش از ۹۰ درصد مساحت کشور نیز در ماه های تابستان فاقد روند می باشند. روند منفی دما نیز در ماه نوامبر ۴۶ درصد گستره این را در بر می گیرد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]



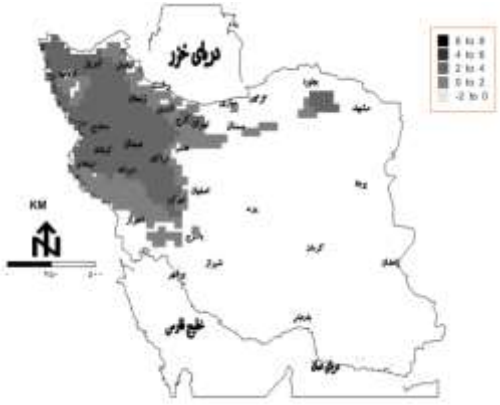
شکل(۱۵). درصدمساحت مناطق دارای روند(مثبت ،منفی و فاقد روند)برحسب درصد

شیب روند دما

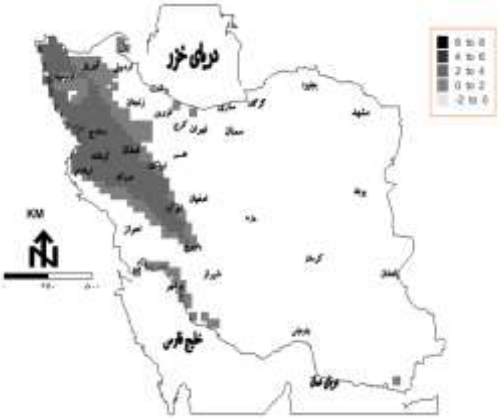
شیب روند در واقع گویای میزان عددی افزایش دما درمناطق دارای روند برحسب درجه در سال می باشد. شکل های (۱۶-۲۷) شیب روند دمای ماه های کشور طی ده های آینده را نشان می دهد.در ماه های ژانویه و فوریه نوار کوهستانی زاگرس مرکزی وشمالی با وسعت ۶۰ درصد از مناطق دارای روند شیب روندشان به میزان ۴-۲درجه است به این معنی که میزان دمای آن ها به این میزان در دهه افزایش می یابد و در پایان دوره مورد مطالعه شاهد افزایش ۸-۶ درجه سانتیگرادی دما در این بخش کوهستانی کشور خواهیم بود بخش هایی از نوار کوهستانی البرز ،جلگه خوزستان و بوشهر نیز در ماه های یاد شده از شیب روند کمتری به میزان ۲-۰ درجه در دهه برخوردار می باشند شکل های (۱۶و۱۷). در ماه های مارس، آوریل و می بیشترین شیب روند افزایش دمای کشور را می توان در نوار کوهستانی شمال غرب و شرق دشت کویر مشاهده کرد این مناطق با شیب روند ۶-۴ درجه شاهد افزایش۱۰-۸ درجه سانتیگرادی دمای هوا طی ۴۰ سال آینده خواهند بود بقیه نقاط شیب روندشان به میزان ۴-۲ درجه روز درسال است شکل های (۲۰،۱۹،۱۸). در ماه ژوئن نیمه غربی و نیمه شرقی کشور شیب روند ۴-۲ درجه و بخش های مرکزی کشور ۲-۰ درجه روز درسال را دارا می باشند شکل(۲۱). در ماه ژولای

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

شیب روند نیمه غربی کشور و سواحل جنوبی که دارای روند می باشند مثبت و به میزان ۲تا ۶ درجه در دهه می باشد که بیشینه آن در نوار غربی کشور است بدین گونه که نوار غربی کشور طی دهه آینده به میزان ۴تا ۶ درجه سانتیگراد در این ماه گرمتر خواهد شد شکل(۲۲). در ماه اوت نوار ساحلی جنوب و بخش هایی از استان های کرمانشاه و لرستان که در این ماه میزان سرمایش آن ها روندی مثبت دارا می باشند شیب روندشان بین ۰تا ۲ درجه روز در دهه می باشدشکل(۲۳). در ماه سپتامبر در میزان دمای کشور تغییری رخ نداده است شکل(۲۴). در ماه اکتبر دمای بخش های غربی و شمالی دشت کویر به میزان ۲- درجه روز در دهه کاهشی است که گویای سردتر شدن این بخش پست وکم ارتفاع کشور را گویاشت شکل(۲۵). بیشترین درصد مساحت کشور که روند دمای آن منفی است در نوامبر مشاهده می گردد که استان های یزد،خراسان جنوبی و نوار کوهستانی البرز از جمله مناطق دارای روند منفی می باشند شیب روند مناطق ذکر شده نیز ۲- درجه سانتیگراد در دهه می باشد که کاهش دمای این ماه در مناطق ذکر شده راگویاست شکل(۲۶). درماه دسامبر نیز اکثر مساحت کشور فاقد روند می باشندشکل(۲۷).



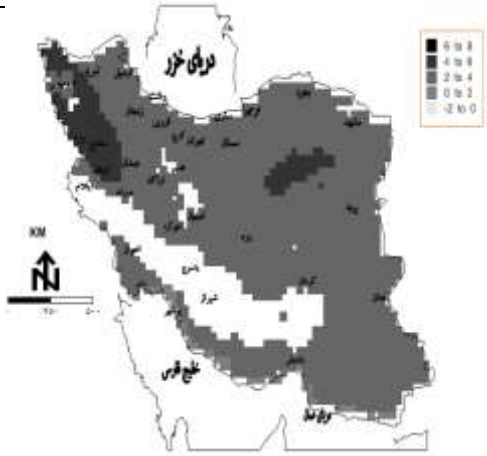
شکل(۱۶). شیب روند دمای ماه ژانویه در قلمرو ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵



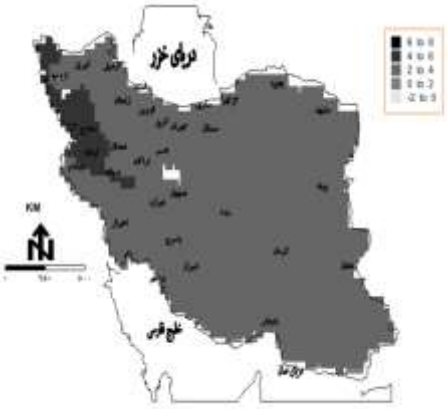
شکل(۱۷). شیب روند دمای ماه فوریه در قلمرو ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

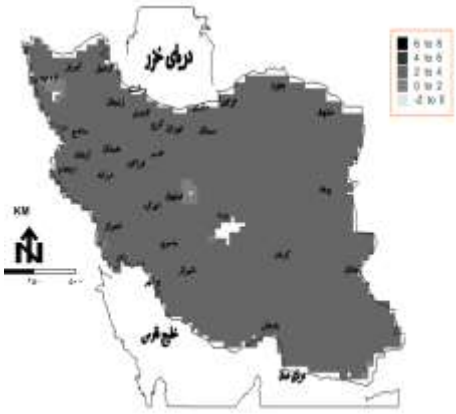
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]



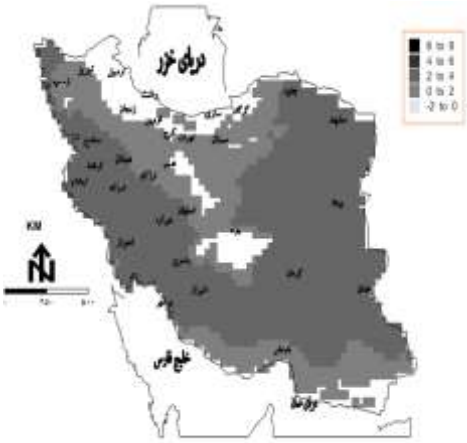
شکل(۱۸). شیب روند دمای ماه مارس در قلمرو ایران دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵



شکل(۱۹). شیب روند دمای ماه آوریل در قلمرو ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵



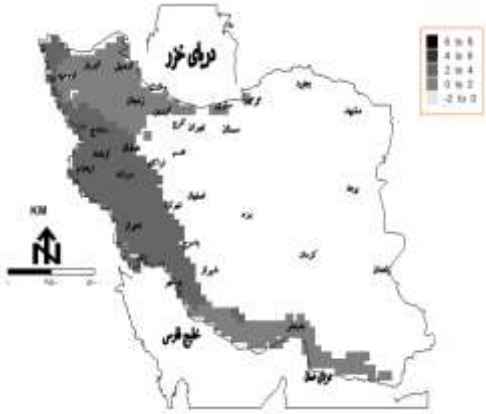
شکل(۲۰). شیب روند دمای ماه می ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵



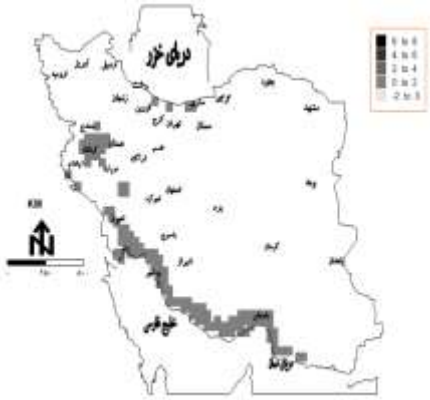
شکل(۲۱). شیب روند دمای ماه ژوئن در قلمرو ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

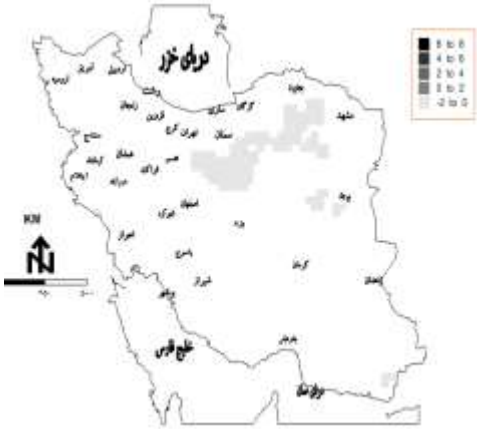


شکل(۲۲). شیب روند دمای ماه ژولای
در قلمرو ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰- ۲۰۱۵



شکل(۲۳). شیب روند دمای ماه اوت
در قلمرو ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

شکل(۲۴). شیب روند دمای ماه سپتامبر
قلمرو ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵



شکل(۲۵). شیب روند دمای ماه اکتبر
در قلمرو ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

شکل(۲۶). شیب روند دمای ماه نوامبر ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

شکل(۲۷). شیب روند دمای ماه دسامبرقلمرو قلمرو ایران طی دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

جدول (۲) درصدمساحت مناطق دارای شیب روند را برحسب درجه در دهه نشان می دهد. بیشترین شیب روند مناطق به میزان ۴-۲ درجه در دهه می باشد که بیشترین شدت میزان این شیب را اه های فصل بهار دارا می باشند.

جدول(۲).درصدمساحت مناطق دارای شیب روند(مثبت ،منفی) برحسب درجه دردهه

ماه های سال	۰ - ۲-	۲-۰	۴-۲
ژانویه	۱/۳۰	۳۶/۸	۶۱/۸
فوریه	-	۳۵	۶۴/۵
مارس	-	۲/۵	۸۷/۵
آوریل	-	-	۹۳/۵
می	-	-	۹۸/۹
ژوئن	-	۲۹	۷۰
ژولای	-	۴۴	۵۵
اوت	-	۱۰۰	-
سپتامبر	۱۰۰	-	-
اکتبر	۱۰۰	-	-
نوامبر	۱۰۰	-	-
دسامبر	۱۰۰	-	-

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

نتیجه گیری

جهت شبیه سازی میانگین دمای کشور نخست از دمای روزانه شبیه سازی پایگاه داده EH5OM استفاده شد این مدل دینامیکی در موسسه ماکس پلانک آلمان طراحی گردید داده های این مدل تحت سناریو A1B می باشند برای استفاده کاربردی از این داده ها نیاز به ریز مقیاس کردن بود که جهت این امر از مدل اقلیم منطقه ای (RegCM4) طراحی شده در مرکز فیزیک نظری عبدالسلام که جهت فرآیندهای کوچک مقیاس و منطقه ای مناسب ترند استفاده و داده دمای روزانه بین سال های (۲۰۵۰-۲۰۱۵) در محدوده عرض های ایران ریز مقیاس گردیددر نهایت روند میانگین دمای ماهانه طی دوره مورد مطالعه از طریق آزمون من کندال وشیب سن محاسبه و ماتریسی به ابعاد ۱۳۱۴۰*۱۲ به دست آمد که عدد ۱۲ روند میانگین دمای هرما ه و۱۳۱۴۰ تعداد یاخته های میان یابی شده بر روی ایران است. نتایج حاصل از این سناریو را می توان این چنین بیان نمود. مورد اول روند دما درفصول زمستان و بهار درنوار کوهستانی زاگرس و شمال غرب افزایشی است که می تواند زنگ خطری برای این نقاط از کشور باشد که موجب تغییرات نوع بارش در فصول بارش و خشکی و تغییرات پوشش گیاهی و امکان آتش سوزی های گسترده در فصل بهار را در این خطه کوهستانی درپی خواهد داشت. این نتیجه با نتایج بابائیان وهمکاران(۱۳۹۳،۱۳۹۲،۱۳۸۸) که بامدل های ریزمقیاس نمایی آماری دمای ایران را طی دهه های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ شبیه سازی کردند و روند افزایشی دمای مناطق کوهستانی را عنوان داشتند همخوانی دارد نکته بعد روند افزایشی دما در بیش از ۹۰ درصد مناطق کشور طی ماه های فصل بهار (مارس تا ژوئن)می باشد که این امر به نوبه خود تغییرات بارش و استفاده زود هنگام از وسایل سرمایش زا را نوید می دهد.این درحالی است که درفصل تابستان بجز نوارجنوبی و نوار غربی، شمال غربی کشور که در ماه های جولای و اوت روند افزایشی دما را دارا می باشند در بقیه نقاط روندی در میزان دما شاهد نخواهیم بود. روند منفی دما در ماه های اکتبر ونوامبر در بخش های شمالی نیمه شرقی کشور نیز سردتر شدن هوا را نمایانگراست. از لحاظ شیب روند ، بیشتر مناطق کشور که دارای روند مثبت دما می باشند دمای آن ها به میزان ۴-۲ درجه در سال گرمتر می شود.

پیشنهادات

در این پژوهش جهت شبیه سازی دما از پایگاه داده EH5OM انتشار یافته در موسسه ماکس پلانک آلمان استفاده گردید با توجه به اینکه مدل های متعدد در پایگاه داده ای مختلف از جمله مرکز هدلی انگلیس یا کانادا نیز موجود می باشند لذا میزان دمای شبیه سازی مدل

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

های مختلف متفاوت و عملا عدم قطعیت در همه آن ها موجود می باشد . لذا در این پژوهش میزان تغییرات دما برحسب مدل EH5OM سنجیده شد و ممکن است در مدل های دیگر نتایج متفاوتی حاصل شود.

منابع و ماخذ

۱. امیدوار کمال، ابراهیمی رضا، نارنگی فرد مهدی (۱۳۹۵). **پیش‌بینی نیاز سرمایش استان فارس با کاربست داده‌های EH5OM**.مجله مخاطرات محیطی زاهدان. دوره ۴، شماره ۶، زمستان ۱۳۹۴، ۵۷,-۷۵

۲. اثمری مرتضی، عباسی فاطمه (۱۳۹۰) .**پیش بینی و ارزیابی تغییرات دما و بارش ایران در دهه های آینده با الگوی MAGICC-SCENGEN**. نشریه آب و خاک. جلد ۲۵، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۰، ۱۷-۷.

۳.دشت بزرگی آمنه، علیجانی بهلول، جعفرپور زین العابدین، شکیبا علیرضا (۱۳۹۴). **شبیه سازی شاخص های حدی دمای استان خوزستان بر اساس سناریوهای RCP** .جغرافیا ومخاطرات محیطی، شماره شانزدهم، زمستان ،۱۳۹۴، ۳۲۱- ۳۰۱ .

۴.طاوسی تقی، خسروی محمود ، زهرایی اکبر (۱۳۹۱). **پیش بینی تغییرات یخبندان شهر زابل بر پایه شبیه سازی مدل گردش عمومی جو**،مجله مخاطرات محیطی،سال اول،شماره دوم**۱۹- ,۶**

۵. عباسی فاطمه، بابائیان ایمان، حبیبی نوخندان، مجیدگلی، مختاری لیلا، ملبوسی شراره(۱۳۸۹)، **ارزیابی تأثیرتغییراقلیم بردماوبارش ایران دردهه های آینده با کمک مدل MAGICC-SCENGEN**، پژوهش های جغرافیای طبیعی، **شماره ۷۲، ۱۱۰**-۹۱

۶. کاظمی راد لادن، محمدی، حسین (۱۳۹۴). **ارزیابی مدل مناسب گردش عمومی جو برای پیش بینی تغییرات اقلیمی استان گیلان**، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره شانزدهم، زمستان ۱۳۹۴ ، ۳۷, -۵۵

۷. مسعودیان سیدابوالفضل، ابراهیمی رضا، یار احمدی الهام (۱۳۹۳). **واکاوی مکانی- زمانی میزان روند ماهانه درجه روز گرمایش در قلمرو ایران زمین**.مجله، جغرافیا و توسعه ناحیه ای،سال ۱۲،شماره ۲۳. ,۲۳:۳۶

۸. محمدی، حسین، خوش‌اخلاق فرامرز، حیدری محمدامین، غیاث الحسینی مرضیه (۱۳۹۲). **واکاوی و پیشیابی اثر گرمایش جهانی بر مؤلفه‌های فرین آب و هوایی آبادان، کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی**، سال دوم، شماره سوم، ۲۳-۱۱.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

Almazroui, M (2012). ***Dynamical downscaling of rainfall and temperature over the Arabian Peninsula using RegCM4*** .Climate Research Clim Res Vol. 52: 49–62.

Chean.Li ,Fang .XiuQi, LI. Shuai, (2010). ***Impacts of climate warming on heating energyconsumption and southern boundaries of severe cold and cold regions in China***,Springer: 2854-2858.

Fung, F., A.L. Lopez and M. New(2011). ***Modeling the impact of climate change on water resources***.Wiley-Blackwell,N,(187):43-62.

Giorgi F, Marinucci ,MR. Bates, G, (1999).***Development of a second generation regional climate model (RegCM2.*** *MonWeather Rev*., vol.121, pp. 2794–2813, 1999.

Giorgi F, Marinucci ,MR, Bates, G, DeCanio, G.(2006***). Development of a second generation regional climate model***,National Researce Modle.,pp.1:40

Hansen, J. Lebed eff, S. (1987). ***Global trends of measured surface air temperature.*** Journal of Geophysical Research, 92(13), 345-13.

Hegrel, G C,.Von Stroch, H.Hasselmaun,K. Santer. BD, Cubasch, U.and P.D.Jonses (1996). ***Detecting Greenhouse-gas- induced Climat Change with an Optimal Fingerprit Method***,Journal of Cimate,9, 2281-2306.

IPCCSemenov, M.A., (2007). ***Developing of High-resolution UKCUP02-based Climate Change Scenarios in the UK***, Agricultural Forest Meteorology, Vol. 144, PP.127-138.

Jain, A. (2003). ***Predicting Air Temperature For Frost Warning Using Artificial Neural Network***, A Thesis Submitted to the Graduate Faculty of The University of Georgia in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree MASTER OF SCIENCE, *ATHENS*, GEORGIA, 92 P.

L. V. Krishna,(2014). ***Long Term Temperature Trends in Four Different Climatic Zones of Saudi Arabia***, International Journal of Applied Science and Technology, Vol. 4, No. 5.

Pal, J, Small, E, Eltahir, E,(2000).***Simulation of Regional-scale Water and Energy Budgets Representation of Subgrid Cloud and Precipitation***

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]

Processes Within Regcm, Journal of Geophysical Research-Atmospheres. vol.105, PP. 29579-29594.

Roeckner E, Brokopf R, Esch M, Giorgetta M, Hagemann S, Kornblueh L, Manzini E, Schlese U Schulzweida U (2003). ***Sensitivity of simulated climate to horizontal and vertical resolution in the ECHAM5 atmosphere model***. J Clim 19: 3771–3791.

Reichard, T., & Kim, J. (2008). ***How well do coupled models simulate today's climate?***. Bulletin of the American Meteorological Society, 89(3), 303-311.

FRanko, F, Erika, Ca, Filippo, G, Federico, G, Edgar G. Pavia(2013) ***.Assessment of RegCM4 simulated inter-annual variability and daily-scale statistics of temperature and precipitation over Mexico .***Clim Dyn. DOI 10. 1007/s0038028-1-16.

Tomozeix.R, Cacciamani.C, Pavan.V, Morgillo.A, and Busuioc.A, (2006). ***Climate change Scenarios for surface temperature in Emilia- Romagna (Italy) obtained using statistical downscaling models***, Appl.Climatol, 10.78-94.

Turco, M., Zollo, A., Rianna, G., Cattaneo, L., Vezzoli, R. and Mercogliano, P. (2013). ***Post-processing methods for COSMO-CLMprecipitation over Italy***, Center Euro-Mediterraneo. Research Papers. Issue RP0171.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.43.9.6]