



**Geographic Notion**  
Vol. ۱۸. spring and summer ۲۰۱۸  
Zanjan University  
No. ۱۳۴

**اندیشه جغرافیایی**  
سال دهم، شماره نوزده، پاییز و زمستان ۱۳۹۷  
دانشگاه زنجان  
مقاله شماره ۱۳۴

## چشم انداز نوسانات نمایه‌های فرین بارش و دما در شهر تربت حیدریه با استفاده از مدل ریزمقیاس نمایی LARS-WG برای دوره آتی ۲۰۱۱-۲۰۳۰

سید محمد عسکری زاده<sup>۱</sup>، غلامعلی مظفری\*<sup>۲</sup>، منصوره کوهی<sup>۳</sup>، آذر رضایی پور<sup>۴</sup>

### چکیده

براساس نتایج مطالعات و تحقیقات مرتبط، گرمایش جهانی و تغییرات اقلیم، دارای اثرات بالقوه‌ای در نوسانات بارش و دما دارد که تأثیر این نوسانات بر بخش‌های مختلفی مانند آب، کشاورزی، مدیریت جمع‌آوری روان آبهای شهری حائز اهمیت می‌باشد. لذا جهت ارائه دورنمایی از تغییرات آتی رویدادهای فرین بویژه بارش و دما با استفاده از خروجی سه مدل گردش عمومی جو (HadCM۳، CNCM۳، NCCCSM) براساس سناریوهای A<sub>۱</sub>B، A<sub>۲</sub> گزارش چهارم هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC) تحت مدل LARS-WG<sup>۵</sup> برای دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ برای ایستگاه تربت حیدریه ریزمقیاس نمایی شده. نمایه‌های بارش مورد مطالعه شامل مقدار سالانه بارش در روزهای تر (PRCPTOT)، حداکثر بارش یک روزه (RX<sub>۱</sub>day)، روزهای با بارش سنگین (R<sub>۱</sub>.mm)، حداکثر بارش پنج روزه (RX<sub>۵</sub>day)، روزهای با بارش خیلی سنگین (R<sub>۲</sub>.mm)، بارش بیش از صدک ۹۵ (R<sub>۹۵</sub>P)، بارش بیش از صدک ۹۹ (R<sub>۹۹</sub>P)، شدت روزانه بارش (SDII) نمایه‌های دما شامل تعداد روزهای تابستانی با دمای بالاتر از ۳۵ درجه سانتیگراد (SU۳۵)، شب‌های سرد (TN<sub>۱۰</sub>p)، کمینه ماهانه دمای حداقل روزانه (TNn)، بیشینه ماهانه دمای حداقل روزانه (TNx)، تعداد شب‌های حاره ای (TR۲۰)، در صد روزهای که دمای حداکثر بیشتر از صدک نودم است (TX۹۰P) و بیشینه ماهانه

<sup>۱</sup> - دکتری آب و هواشناسی اداره کل هواشناسی خراسان رضوی

<sup>۲</sup> - دانشیار آب و هواشناسی دانشگاه یزد- نویسنده مسئول.

<sup>۳</sup> - عضو گروه پژوهشی اقلیم شناسی کاربردی پژوهشکده اقلیم شناسی

<sup>۴</sup> - کارشناس ارشد آب و هواشناسی اداره کل هواشناسی خراسان رضوی

دمای حداکثر روزانه (TXx)، که برای دوره آتی فوق محاسبه گردید. نتایج نشان می‌دهد احتمال می‌رود میانگین بیشینه بارش پنج روزه و شدت بارش طی دوره ۲۰۳۰-۲۰۱۱ تحت سناریوی A<sub>۲</sub> افزایش یابد. همچنین سهم بیشتری از کل بارش سالانه به وقوع بارش‌های سیل آسا یعنی بارش‌های بیش از صدک ۹۵ و ۹۹ دوره پایه تعلق خواهد داشت. با توجه به نتایج بدست آمده افزایش این نمایه‌ها به معنی افزایش فراوانی وقوع سیل و شدت آن در طی دوره ۲۰۳۰-۲۰۱۱ خواهد بود، این در حالی است که طی دوره ۲۰۳۰-۲۰۱۱ تمام نمایه‌های مورد مطالعه دما افزایش یافته بطوریکه پیش بینی می‌شود تعداد روزهای تابستانی (SU۳۵) و تعداد شبهای حاره ای (TR۲۰) بر اساس سناریو A<sub>۱</sub>B به ترتیب ۱۷ و ۱۵ بر اساس سناریو A<sub>۲</sub> در هر دو نمایه ۱۳ روز افزایش یابد

**واژه های کلیدی: نمایه‌های فرین ، مدل‌گردش عمومی جو- اقیانوس، ریز مقیاس نمایی، تربت حیدریه**

### مقدمه

گزارش‌های هیات بین الدول تغییر اقلیم (IPCC) طی سالیان اخیر، بر افزایش فراوانی و شدت رویدادهای فرین آب و هوایی تحت شرایط تغییر اقلیم تاکید کرده بطوریکه افزایش گازهای گلخانه‌ای و گرمایش زمین به شکل افزایش شدت و فراوانی رویدادهای فرین تجلی یافته است. طی سالیان اخیر بسیاری از مناطق جهان شاهد وقوع رخداد‌های فرین بوده‌اند مانند رخداد دمای بسیار پایین در زمستان ۲۰۱۰-۲۰۰۹ در قسمت‌های اعظم نیمکره شمالی شامل اروپا، آسیا و آمریکای شمالی، وقوع مخرب‌ترین سیل پاکستان در تابستان ۲۰۱۰ و ... (WMO, ۲۰۱۱)<sup>۱</sup> لذا هر نوع تلاشی برای پیش‌بینی وضعیت رویدادهای فرین بویژه بارش در هر منطقه امری ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا و جهت بررسی و تحلیل مقادیر فرین اقلیمی بارش و دما می‌توان از مجموعه نمایه‌های فرین که توسط شبکه پشتیبانی اقلیم اروپا معرفی شده استفاده کرد. این نمایه‌ها در سال ۱۹۹۸ و توسط کمیسیون اقلیم شناسی سازمان جهانی هواشناسی<sup>۲</sup> (CCL) و برنامه تحقیقات اقلیم جهانی<sup>۳</sup> (WCRP) وابسته به طرح پیش‌بینی پذیری و تغییرپذیری اقلیم<sup>۴</sup> (CLIVAR) متشکل از یک تیم کارشناسی در زمینه

<sup>۱</sup> World meteorological organization

<sup>۲</sup> Commission for Climatology

<sup>۳</sup> World Climate Research Program

<sup>۴</sup> Climate Variability and Predictability

آشکارسازی و پایش تغییر اقلیم و نمایه‌های آن‌ها<sup>۱</sup> (ETCCDMI) جهت بررسی و تعیین نمایه‌های حدی اقلیمی، تعیین و معرفی شدند. (عساکره، ۱۳۸۹)

انجام این پژوهش با هدف ارائه چشم اندازی از وضعیت آتی مقدار بارش و تغییرات رویدادهای فرین آن انجام شده که این امر امکان برنامه‌ریزی‌های بلند مدت و صحیح را در بخش‌های مختلف کشاورزی، منابع آب و غیره را فراهم می‌آورد.

### پیشینه تحقیق

از اوایل دهه ۹۰ میلادی بررسی تغییرات مقادیر فرین منطقه‌ای و جهانی بویژه دما و بارش با نگرشی نو به آب در مناطق مختلف دنیا مانند آمریکا (داگانتو<sup>۲</sup>، ۱۹۹۶) استرالیا، زلاند نو (پلومر<sup>۳</sup>، ۱۹۹۹) چین (ژای<sup>۴</sup>، ۱۹۹۹) کانادا (بونسال<sup>۵</sup>، ۲۰۰۱) آغاز گردید از مهمترین نتایج این مطالعه کاهش تعداد روزهای یخبندان در عرض‌های بالا و میانی نیمکره شمالی و افزایش طول دوره رویش در مقیاس جهانی به طور میانگین به مدت یک هفته در طول قرن بیستم است.

(فریچ<sup>۶</sup> و همکاران ۲۰۰۲) تغییرات همزمان مشاهده شده در مقادیر فرین اقلیمی طی نیمه دوم قرن بیستم از سال ۹۹-۱۹۴۶ را برای ۳۰۰۰ ایستگاه بررسی کرده است. این مطالعه نشان می‌دهد که افزایش قابل توجهی در دمای شب‌های تابستان و زمستان و کاهش در تعداد روزهای یخبندان بوجود آمده است.

(سیلمن<sup>۷</sup>، ۲۰۰۵) اقدام به برآورد نمایه‌های بارش و دما با استفاده از خروجی مدل ECHAM۵ نمود. نتایج نشان داد طی دوره‌های آتی، امواج گرمایی و بیشینه تعداد روزهای خشک متوالی افزایش و مجموع تعداد روزهای یخبندان کاهش می‌یابد

<sup>۱</sup> Expert team on climatic change detection monitoring and indices

<sup>۲</sup> Degaetaho

<sup>۳</sup> Plumer

<sup>۴</sup> Zhai

<sup>۵</sup> Bonsal

<sup>۶</sup> Frich

<sup>۷</sup> Sillman

(وانگ<sup>۱</sup> و همکاران ۲۰۱۱) که با هدف بررسی میزان تغییر رویدادهای فرین دما و بارش تحت سناریوهای مختلف اقلیمی در حوضه رودخانه زرد انجام شد نیز نشان داد که برای قرن ۲۱، نمایه‌های دما و تبخیر تحت سناریوهای اقلیمی افزایش و بیشینه بارش و میانگین آن کاهش خواهند داشت.

(جانگ<sup>۲</sup> و همکاران ۲۰۱۲) از داده‌های ۵۵۰ ایستگاه زمینی در چین طی دوره ۲۰۰۰-۱۹۶۱ جهت ارزیابی هفت مدل جفت شده اقلیمی در شبیه‌سازی نمایه‌های فرین دما و بارش استفاده کردند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که مدل‌ها دارای قابلیت مطمئنی در شبیه‌سازی روند و توزیع مکانی رویدادهای حدی اقلیمی هستند.

(کریم زاده مقدم و قهرمان ۱۳۸۰) روند تغییرات متوسط سالانه دمای ایستگاه تربت حیدریه طی دوره سی ساله روند افزایشی را در تمامی ماه‌ها نشان می‌دهد علاوه بر آن اختلاف معنی داری بین متوسط دوره‌های ده ساله مشاهده می‌گردد.

(عسکری و رحیم زاده، ۱۳۸۵) به منظور مطالعه تغییر پذیری بارش دهه‌های اخیر ایران داده‌های ۳۴ ایستگاه سینوپتیک کشور در دوره آماری ۱۹۹۷-۱۹۵۱ استفاده کرده که نتایج هر دو روند کاهشی و افزایش در جمع بارش سالیانه را نشان می‌دهد.

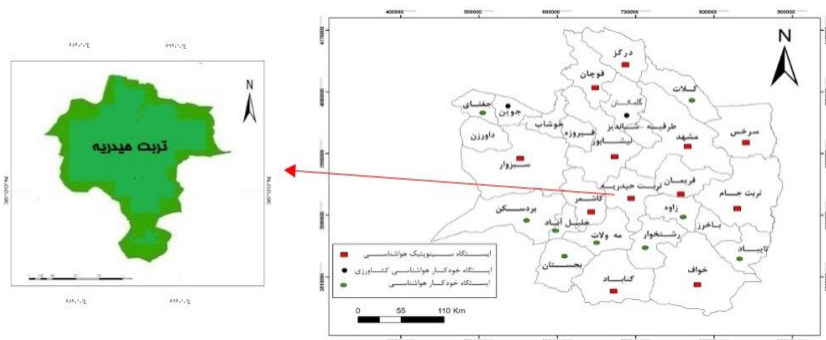
(حمیدیان پور و همکاران ۱۳۹۵) به ارزیابی تغییر اقلیم بر روی دو پارامتر دما و بارش بر اساس خروجی مدل‌های گردش عمومی جو در ایستگاه‌های سینوپتیک واقع در جنوب شرق ایران پرداختند. و نتیجه گرفتند که مدل LARS-WG توانایی مدل‌سازی مقادیر دما و بارش را دارد.

### منطقه مورد مطالعه

ایستگاه سینوپتیک تربت حیدریه با طول جغرافیایی ۱۶° ۳۵' و عرض جغرافیایی ۱۳° ۵۹' در ارتفاع ۱۴۵۱ متری از سطح دریا واقع شده است. موقعیت شهرستان تربت حیدریه به عنوان منطقه مورد مطالعه در شکل زیر نشان داده شده است.

<sup>۱</sup> wang

<sup>۲</sup> Jiang



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی شهرستان تربت حیدریه در خراسان رضوی

## داده ها و روش تحقیق

### داده ها

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل داده‌های دیده بانی و شبیه‌سازی شده هستند. داده‌های دیده بانی شامل داده‌های دمای کمینه، بیشینه، بارش روزانه و ساعت آفتابی می‌باشند که این داده‌ها مربوط به دوره ۲۰۱۴-۱۹۶۱ میلادی ایستگاه تربت حیدریه می‌باشند. داده‌های شبیه‌سازی شده توسط سه مدل گردش عمومی (HadCM۳, CNM۳, NCCCSM) مربوط به دوره ۲۰۳۰-۲۰۱۱ است که تحت دو سناریو A<sub>۲</sub> و A<sub>۱</sub>B و توسط مدل LARS-WG (دوره آماری پایه ۲۰۱۴-۱۹۶۱) در مقیاس ایستگاه ریزگرانی شده و در راستای کاهش عدم قطعیت (IPCC, ۲۰۱۰) میانگین نمایه‌های محاسبه شده برای سه مدل بدست آمده است در نهایت، مقدار درصد و میزان تغییر نمایه توسط رابطه (۱) و (۲) محاسبه گردید. نمایه‌های فرین دما و بارش مورد بررسی در این پژوهش در جداول (۱) و (۲) آورده شده است.

جدول ۱- نمایه‌های فرین دما مورد مطالعه - مآخذ: (هیات بین الدول تغییر اقلیم، ۲۰۱۰)

ردیف	نمایه	معرفی نمایه‌ها	یکا
۱	SU۳۵	تعداد روزهای تابستانی (c > ۳۵۰) دمای حداقل روزانه (Number of Summer Days)	روز
۲	TR۲۰	تعداد شبهای جاره‌ای (c > ۲۰۰) دمای حداقل روزانه (Number of Tropical Nights)	روز
۳	TXx	بیشینه ماهانه دمای حداکثر روزانه (Maximum Tmax)	°C

ردیف	نمایه	معرفی نمایه ها	یکا
۴	TNx	بیشینه ماهانه دمای حداقل روزانه (Maximum Tmin)	°C
۵	TNn	کمینه ماهانه دمای حداقل روزانه (Minimum Tmin)	°C
۶	TN۱۰P	درصد روزهایی که دمای حداقل کمتر از صدک دهم باشد ** (شب @های سرد) (Cool Nights)	روز
۷	TX۹۰P	درصد روزهایی که دمای حداکثر بیشتر از صدک نودم باشد ** (شب‌های سرد) (Warm Days)	روز

جدول ۲- نمایه های فرین بارش مورد مطالعه، مآخذ: (هیات بین الدول تغییر اقلیم، ۲۰۱۰)

ردیف	نماد	تعریف نمایه بارش فرین	واحد
۱	PRCPTOT	اگر $RR_{ij}$ میزان بارش در روز $i$ در دوره $j$ و $i$ نماینده تعداد روزهای در $j$ باشد آنگاه $PRCPTOT_j = \sum_{i=1}^j RRI_j$	میلیمتر
۲	RX۱ day	اگر $RR_{ij}$ میزان بارش در روز $i$ در دوره $j$ باشد آنگاه حداکثر بارش روزانه برای دوره $j$ عبارتست از $RX_{1DAY_j} = MAX(RRI_j)$	میلیمتر
۳	RX۵ day	اگر $RR_{ij}$ میزان بارش ماهانه ۵ روزه در دوره $j$ باشد، آنگاه حداکثر بارش ۵ روزه برای دوره $j$ عبارتست از $RX_{5DAY_j} = MAX(RRI_j)$	میلیمتر
۴	SDII	اگر $RR_{wj}$ میزان بارش در یک روز بارانی ( $RR \geq 1mm$ ) در دوره $j$ و عبارت باشد از روزهای $w$ تر در دوره $j$ آنگاه $SDII_j = \frac{\sum_{w=1}^w RR_{wj}}{w}$	میلی متر بر روز
۵	R۱۰mm	اگر $RR_{ij}$ میزان بارش روزانه در روز $i$ در دوره $j$ باشد، آنگاه روزهای با بارش سنگین یعنی تعداد روزهایی با مقدار بارش روزانه مساوی یا بیشتر از ۱۰ میلی متر عبارتست از تعداد روزهایی که $RR_{ij} \geq 10mm$	روز
۶	R۲۰mm	اگر $RR_{ij}$ میزان بارش روزانه در روز $i$ در دوره $j$ باشد، آنگاه روزهای با بارش خیلی سنگین یعنی تعداد روزهایی با مقدار بارش روزانه مساوی یا بیشتر از ۲۰ میلی متر عبارتست از تعداد روزهایی که $RR_{ij} \geq 20mm$	روز
۷	R۹۵p	اگر $RR_{wj}$ میزان بارش روزانه دوره $j$ در یک روز تر ( $RR \geq 1,0mm$ ) و $RR_{wn} 95$ صدک ۹۵ام بارش در روزهای تر دوره ۹۰-۱۹۶۱ و $w$ نماینده روزهای تر در دوره باشد، آنگاه $R95_{pj} = \sum_{w=1}^w RR_{wj}$ که در آن $R95_{pj} > RR_{wn} 95$	میلی متر
۸	R۹۹p	اگر $RR_{wj}$ میزان بارش روزانه دوره $j$ در یک روز تر ( $RR \geq 1,0mm$ ) و $RR_{wn} 99$ صدک ۹۹ام بارش در روزهای تر دوره ۹۰-۱۹۶۱ و $w$ نماینده روزهای تر در دوره باشد، آنگاه $R99_{pj} = \sum_{w=1}^w RR_{wj}$ که در آن $R99_{pj} > RR_{wn} 99$	میلی متر

$$\Delta 2020s = \frac{(V_{2020s} - V_{base}) * 100}{V_{base}} \quad (1)$$

$$V_{2020s} = V_{2020} - V_{base} \quad (2)$$

$\Delta 2020s$ : درصد تغییر نمایه طی دوره (به عنوان مثال ۲۰۲۰) نسبت به دوره پایه،

۷۲۰۲۰s: مقدار بارش در دوره مورد نظر (در اینجا ۲۰۲۰)

Vbase: میزان بارش طی دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۶۱م)

در ارزیابی رویدادهای حدی به رکوردهای اقلیمی طولانی مدت، با کیفیت بالا و قابل اعتماد با تفکیک زمانی روزانه (یا بالاتر) مورد نیاز است (تنک و همکاران، ۲۰۰۹). لذا در اولین قدم، کنترل کیفی و همگنی داده ها مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق کنترل کیفی داده ها با بسته ی نرم افزاری به نام RCLimDex انجام شد.

### مدل های مورد استفاده

#### الف- مدل های AOGCM<sup>۱</sup>

جهت بررسی تاثیر اقلیم بر سیستم های مختلف مانند منابع آب در دوره های آتی ابتدا بایست متغیرهای اقلیمی تحت تاثیر تغییرات گازهای گلخانه ای شبیه سازی شوند که یکی از معتبرترین آنها استفاده از مدل گردش عمومی جو<sup>۲</sup> (GCM) می باشد که مهمترین ورودی این مدل ها میزان انتشار گازهای گلخانه ای می باشد، سناریوهای مختلف انتشار که دربرگیرنده چگونگی تغییرات این گازها در آینده می باشد، ارایه شده اند (جدول ۳) (سمنف و استارتویچ، ۲۰۱۰)<sup>۳</sup>

#### ب- معرفی مدل LARS-WG

مدل LARS-WG یکی از مشهورترین مدل های تولید داده های هواشناسی است که برای تولید مقادیر روزانه دمای بیشینه و کمینه بارش و تابش در یک ایستگاه، تحت شرایط اقلیم حاضر و آینده به کار می رود. (اشرف و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۱۸۸)

این مدل از سه بخش اصلی واسنجی، ارزیابی و شبیه سازی داده های هواشناسی دهه های آینده تشکیل شده است. نیاز اساسی این مدل در مرحله واسنجی، فایلی است

<sup>۱</sup> Atmospheric - ocean

<sup>۲</sup> General circulation models

<sup>۳</sup> Semenov & strationvitch

که مشخص کننده رفتار اقلیم در دوره گذشته است. که با استفاده از داده‌های روزانه پارامترهای ایستگاه هواشناسی مورد مطالعه اخذ شده، که با در نظر گرفتن یک دوره ۵۳ ساله ۲۰۱۴-۱۹۶۱ بعنوان دوره پایه تهیه و مدل بر اساس آن اجرا شد. پس از اطمینان از قابلیت مدل در شبیه سازی داده‌های هواشناسی، اقدام به اجرای مرحله سوم یا شبیه سازی داده‌های اقلیمی برای دوره آتی ۲۰۳۰-۲۰۱۱ گردید. نیاز اساسی مدل برای اجرای این مدل، دو فایل با پسوند WG و Sce است. فایل اول همان داده‌های روزانه در دوره پایه است و فایل دوم از خروجی ۳ مدل گردش عمومی جو (HadCM۳, CNCM۳, NCCCSM) در دوره مشابه با دوره پایه به دست می آید.

جدول ۳ سناریوهای A<sub>1</sub>B و A<sub>2</sub> (غلظت CO<sub>2</sub> دوره‌ی پایه: ۳۳۴ ppm) مأخذ: (سمنف و استارتویچ،

(۲۰۱۰)

	غلظت CO <sub>2</sub> (ppm)	فرض های کلیدی	سناریو
-۲۰۶۵ ۲۰۴۶	۲۰۱۱-۲۰۳۰		
۵۴۱	۴۱۸	این سناریو با رشد اقتصادی بسیار سریع (۳٪ در سال)، رشد جمعیت پایین (۰/۲۷ در سال) و معرفی سریع فناوری‌های موثرتر و جدید مشخص می شود.	A <sub>1</sub> B (جهان غنی)
۵۴۵	۴۱۴	. ارزش‌های فامیلی، سنت‌های محلی و رشد جمعیت بالا (۰/۸۳ درصد در سال) مورد تایید است. تمرکز کمتر بر رشد اقتصادی (۱/۶۵ درصدی) و ثروت مادی.	A <sub>2</sub> (جهان تفکیک شده)

## بحث و نتایج

### کنترل کیفی و همگنی داده‌ها

در زمان استفاده از داده های روزانه بارش یک ایستگاه باید مطمئن بود که علاوه بر اینکه داده های ایستگاه از کیفیت بالایی برخوردارند، به طور غیر طبیعی ناهمگن نباشند. (ونگ<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰). ونگ در راستای تکمیل روش خود اقدام به ارایه یک رهیافت تجربی عملی نمود که در این روش خود همبستگی پس فاز با کاربرد آزمون های PMT یا PMF در تشخیص تغییرات میانگین در سری های زمانی لحاظ می شود. چنین

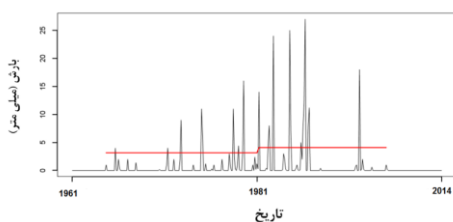
<sup>۱</sup>wang



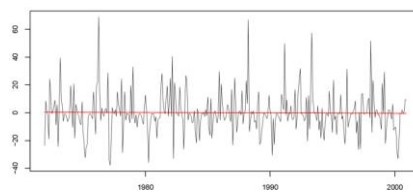
الگوریتم هایی قادر به تشخیص نقاط تغییر چندگانه در سری داده ها نیز می باشند. این روش در بسته نرم افزاری RHtests\_dlyPrpc برای بررسی همگنی داده های روزانه بارش و RHtestsV3.r جهت بررسی همگنی داده های روزانه، ماهانه و سالانه دما و بارش (به جز داده های روزانه بارش) گنجانده شده استفاده شده است. این نرم افزارها از یک مدل رگرسیون دو مرحله ای برای کنترل نقاط تغییر چندگانه ی که ممکن است در یک سری زمانی وجود داشته باشد استفاده می کنند. بررسی همگنی داده های یک ایستگاه را می توان با استفاده از یک سری داده که همگن می باشد (سری مرجع) انجام داد یا می توان بدون داشتن یک سری مرجع اقدام به بررسی همگنی داده ها نمود. در این پژوهش با توجه به عدم دسترسی به یک سری مرجع، در بررسی همگنی داده ها از روش دوم استفاده شد.

PMF	Penalized Maximal F test	جریمه حداکثری آزمون F
PMT	Penalized Maximal t Test	جریمه حداکثری آزمون t

داده های ایستگاه هواشناسی تربت حیدریه توسط اداره تحقیقات سازمان هواشناسی کشور کنترل کیفی گردیده و همگنی داده ها مورد بررسی قرار گرفته و در نتیجه داده های ایستگاه تربت حیدریه دارای کیفیت مطلوبی می باشد نتایج همگنی داده های بارش و دما نیز نشان داد که این ایستگاه در مقیاس روزانه دارای داده های همگن می باشد. شکل های (۲ و ۳)



شکل ۳ - نقطه تغییر در سری داده های بارش روزانه تربت حیدریه ۱۹۶۱-۲۰۱۴



شکل ۲. سرهای ناهنجاری پایه همراه با برازش مدل رگرسیون چند گانه داده های بارش ماهانه تربت حیدریه ۱۹۶۱-۲۰۱۴

### بررسی توانمندی مدل های مورد استفاده

جهت بررسی توانمندی سه مدل  $HadCM^3$ ،  $NCCCSM$  و  $CGCM^3$  یا  $CGMR$  در شبیه سازی داده‌های آب و هوایی بویژه بارش از ضریب همبستگی بین داده‌های ماهانه بارش مشاهده شده و داده‌های شبیه سازی سه مدل طی دوره پایه ۲۰۱۴-۱۹۶۱ استفاده گردید (جدول ۵). لازم به ذکر است که با توجه به عدم قطعیت زیاد داده‌های بارش در مقیاس روزانه از داده‌های بارش مدل های گردش عمومی جو در مقیاس ماهانه استفاده می شود. با وجود پایین بودن مقدار ضریب همبستگی موجود بین داده‌های مشاهده شده و شبیه سازی شده، در آزمون معنی داری این ضریب، مشخص شد که با اطمینان ۹۹ بین این دو سری داده رابطه وجود دارد. در جدول شماره ۴ مشخصات مدل‌های اقلیمی مورد استفاده در این پژوهش ارائه گردیده است.

جدول ۴- مشخصات مدل های اقلیمی و ضریب همبستگی ماهانه بارش مشاهداتی و شبیه سازی شده

مدل جهانی اقلیم	کشور	تفکیک شبکه	سناریو های انتشار	ضریب همبستگی
$HadCM^3$	انگلستان	$2/5^{\circ} \times 3/75^{\circ}$	$SRA^1B, A^2, B^1$	۰/۵۶
$NCCCSM^3$	آمریکا	$1/4^{\circ} \times 1/4^{\circ}$	$SRA^1B, A^2, B^1$	۰/۶۱
$CNCM^3$	فرانسه	$2/8^{\circ} \times 2/8^{\circ}$	$SRA^1B$	۰/۶۲

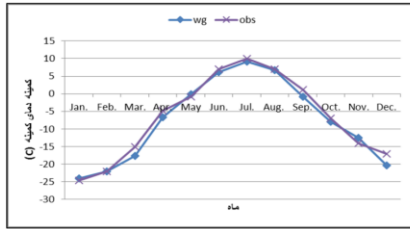
در بررسی توانمندی مدل  $LARS-WG$  در شبیه سازی داده‌های آب و هوایی می‌توان مقادیر میانگین، واریانس و انحراف معیار متغیرهای اقلیمی را با استفاده از آزمون  $t$  و  $F$  مورد مقایسه قرار داد (سمنف، ۲۰۰۸) در این رابطه، ابتدا با استفاده از ۵۳ سال داده دیده بانی شده در ایستگاه تربت حیدریه (۱۹۶۱-۲۰۱۴) پارامترهای اقلیمی بارش ایستگاه تربت حیدریه با استفاده از توزیع نیمه تجربی در مدل  $LARS-WG$  محاسبه گردید. سپس مدل برای تولید ۸۰ سال داده بر اساس پارامترهای بدست آمده بر اساس سری داده‌های مشاهده شده ایستگاه اجرا گردید. با تغییر عدد تصادفی این عمل چندین بار اجرا شد تا نتایج آماری قابل قبولی بدست آمد. نتایج حاصل از آزمون  $t$  برای این

ایستگاه نشان داد که بین میانگین شبیه سازی شده ی بارش با مقدار واقعی آن اختلاف معنی داری در سطح معنی داری ۰/۰۵ وجود ندارد. همچنین ضرایب همبستگی، اریبی و میانگین خطای مطلق در سری ماهانه داده های دیده بانی شده و شبیه سازی شده نیز برای این ایستگاه محاسبه شد (جدول ۵). در ادامه مقایسه ای بین مقادیر میانگین، انحراف معیار و بیشینه بارش ماهانه دو سری مشاهداتی و شبیه سازی شده انجام گردید که در اشکال (۴ تا ۷) ارائه شده است. همانطور که در اشکال زیر مشاهده می شود مدل در شبیه سازی نمایه میانگین بیشینه بارش ماهانه روزانه و صدک نود و پنجم و میانگین کمینه دما در ایستگاه تربت حیدریه در تمام ماههای سال تقریباً از یک الگو پیروی می کند. که نشان از توانمندی مدل می باشد.

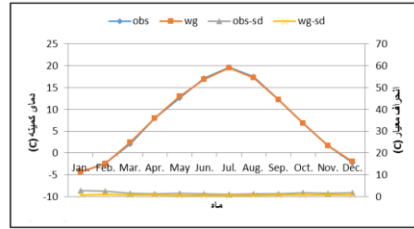
جدول ۵- مقایسه مقادیر مدلسازی مدل LARS-WG با مقادیر واقعی دوره ۲۰۱۴-۱۹۶۱

ضریب همبستگی			MAE			BIAS			ایستگاه
دمای بیشینه	دمای کمینه	بارش	دمای بیشینه	دمای کمینه	بارش	دمای بیشینه	دمای کمینه	بارش	
۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۰/۹۹۶	۰/۱	۰/۲	۱/۵	۰٫۰	۰٫۰	۰/۶	تربت حیدریه

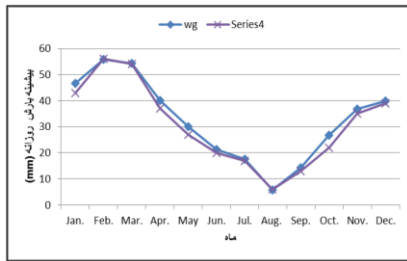
با واسنجی مدل LARS-WG و اطمینان از قابلیت آن در شبیه سازی مطلوب سری داده ها برای ایستگاه تربت حیدریه، این مدل برای دوره زمانی ۲۰۳۰-۲۰۴۶ با استفاده از خروجی سه مدل گردش عمومی جو 'HadCM۳' NCCCSM 'CNCM۳' تحت سناریوی A1B (با تولید ۸۰ سال داده روزانه بارش) اجرا شد. سپس با استفاده از نرم افزار RCLimDex نمایه های فرین محاسبه گردید. در ادامه میانگین هر کدام از نمایه ها برای دوره پایه و دوره آتی مورد مطالعه بدست آمد.



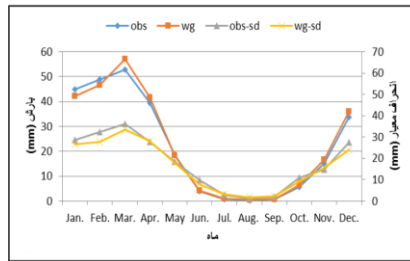
شکل (۵) مقایسه کمینه دمای کمینه مشاهداتی و شبیه‌سازی شده و انحراف معیار ایستگاه تربت‌حیدریه



شکل (۴) مقایسه میانگین دمای کمینه مشاهداتی و شبیه‌سازی شده ایستگاه تربت‌حیدریه



شکل (۷) مقایسه بیشینه بارش روزانه مشاهداتی و شبیه‌سازی شده ایستگاه تربت‌حیدریه



شکل (۶) مقایسه میانگین بارش ماهانه مشاهداتی و شبیه‌سازی شده و انحراف معیار ایستگاه تربت‌حیدریه

### محاسبه نمایه فرین بارش

در جدول (۶) نمایه‌های فرین بارش ودما شهرستان تربت حیدریه با استفاده از خروجی مدل‌های گردش عمومی جو ارائه شده است.

جدول (۶) نمایه‌های فرین بارش ودما شهرستان تربت حیدریه با استفاده از خروجی مدل‌گردش عمومی جوتحت دو سناریوی انتشار  $A_1B$ ،  $A_2$  طی دوره آتی ۲۰۱۱-۲۰۳۰ نسبت به دوره پایه

		تربت حیدریه ۲۰۱۱-۲۰۳۰														
		PRCPOT	R10mm	R20mm	R95p	R99p	RX1day	Rx5day	SDII	SU35	TN10p	TNn	TNx	TR20	TX90P	TXx
A1B	دوره پایه (WG)	259.7	8.5	2.7	51.2	14.2	30.8	45.8	7.7	16.6	9.9	-15.4	25.1	23.2	9.8	38.7
	CNCM3	225.8	7.0	1.9	41.9	11.7	26.1	37.7	6.7	32.1	10.0	-14.8	26.3	38.1	9.9	39.8
	HadCM3	289.3	9.4	2.8	61.1	17.5	35.4	54.5	7.9	30.9	10.0	-15.1	26.0	36.2	9.8	40.1
	NCCCSM	272.9	8.9	3.1	53.1	14.3	32.4	45.8	8.0	36.2	10.0	-14.7	26.5	41.0	9.9	40.0
A2	CNCM3	278.2	9.1	3.0	53.8	14.8	33.1	47.2	8.2	25.5	10.0	-14.6	25.9	32.0	10.0	39.4
	HadCM3	270.9	8.8	2.7	56.3	15.3	33.1	49.3	7.6	27.9	10.0	-15.2	25.8	33.8	9.8	39.9
	NCCCSM	286.8	9.6	3.0	54.8	14.9	34.5	50.9	8.4	35.1	10.0	-14.7	26.2	42.3	9.9	40.2

### محاسبه درصد و میزان تغییرات نمایه های حدی بارش

در جدول (۷) محاسبه درصد و میزان تغییرات نمایه های فرین بارش ودما شهرستان تربت حیدریه با استفاده از خروجی مدل های گردش عمومی جو تحت سناریو انتشار  $A_2$  و  $A_1B$  طی دوره آتی ۲۰۳۰-۲۰۱۱ نسبت به دوره پایه ۲۰۱۴-۱۹۶۱ ارائه شده است.

جدول (۷) درصد و میزان نمایه های فرین بارش ودما شهرستان تربت حیدریه با استفاده از مدل های خروجی

گردش عمومی جو تحت دو سناریو  $A_1B$  و  $A_2$  طی دوره آتی ۲۰۳۰-۲۰۱۱

تربت حیدریه ۲۰۳۰-۲۰۱۱		PRCPTOT	R10mm	R20mm	R95p	R99p	RX1day	Rx5day	SDII	SU35	TN10p	TN5	TN5	TR20	TX90P	TXx
میانگین سناریوی $A_1B$	میانگین سناریوی $A_2$	262.7	8.4	2.6	52.0	14.5	31.3	46.0	7.5	33.1	10.0	-14.9	26.3	38.4	9.9	40.0
	میانگین سناریوی $A_2$	278.7	9.2	2.9	55.0	15.0	33.5	49.1	8.1	29.5	10.0	-14.8	25.9	36.0	9.9	39.8
درصد تفاوت با دوره پایه	CNCM3	-13.0	-17.1	-29.8	-18.2	-17.3	-15.2	-17.7	-12.2	93.6	0.9	-4.0	5.0	64.4	1.4	3.0
	HadCM3	11.4	10.6	4.2	19.2	22.9	15.0	18.9	2.5	86.6	0.4	-1.8	3.5	55.9	-0.1	3.8
	NCCCSM	5.1	4.4	15.5	3.6	0.8	5.3	0.1	4.3	118.8	0.9	-4.8	5.7	76.6	1.5	3.6
	CNCM3	7.1	7.2	11.7	5.0	4.6	7.4	3.0	6.6	53.8	0.9	-5.2	3.1	38.0	1.7	1.8
HadCM3	4.3	3.5	0.5	9.8	7.4	7.3	7.6	-0.9	68.4	0.5	-1.6	2.7	45.5	0.0	3.2	
NCCCSM	10.5	13.3	13.2	7.0	4.8	12.1	11.2	9.3	111.9	0.3	-4.9	4.3	82.2	0.7	4.0	
میانگین سناریوی $A_1B$	میانگین سناریوی $A_2$	1.2	-0.7	-3.4	1.6	2.1	1.7	0.4	-1.8	99.7	0.7	-3.5	4.7	65.6	0.9	3.5
	میانگین سناریوی $A_2$	7.3	8.0	8.5	7.3	5.6	8.9	7.2	5.0	78.0	0.5	-3.9	3.4	55.2	0.8	3.0
تفاوت مطلق	CNCM3	-33.8	-1.4	-0.8	-9.3	-2.5	-4.7	-8.1	-0.9	15.5	0.1	0.6	1.2	14.9	0.1	1.2
	HadCM3	29.7	0.9	0.1	9.9	3.3	4.6	8.7	0.2	14.4	0.0	0.3	0.9	13.0	0.0	1.5
	NCCCSM	13.3	0.4	0.4	1.9	0.1	1.6	0.0	0.3	19.7	0.1	0.7	1.4	17.8	0.1	1.4
	CNCM3	18.6	0.6	0.3	2.5	0.6	2.3	1.4	0.5	8.9	0.1	0.8	0.8	8.8	0.2	0.7
HadCM3	11.3	0.3	0.0	5.0	1.1	2.3	3.5	-0.1	11.3	0.1	0.3	0.7	10.6	0.0	1.3	
NCCCSM	27.2	1.1	0.4	3.6	0.7	3.7	5.1	0.7	18.5	0.0	0.8	1.1	19.1	0.1	1.6	
میانگین سناریوی $A_1B$	میانگین سناریوی $A_2$	3.0	-0.1	-0.1	0.8	0.3	0.5	0.2	-0.1	16.5	0.1	0.5	1.2	15.2	0.1	1.3
	میانگین سناریوی $A_2$	19.0	0.7	0.2	3.7	0.8	2.7	3.3	0.4	12.9	0.1	0.6	0.9	12.8	0.1	1.2

### مقدار سالانه بارش در روزهای تر (prcpToT)

مطابق جدول (۷) طی دوره آتی ۲۰۳۰-۲۰۱۱ میانگین درصد تغییرات این نمایه براساس سناریو  $A_1B$  و  $A_2$  به ترتیب به میزان ۱ و ۷ درصد افزایش می یابد که بیشترین افزایش مربوط به مدل HadCM3 به میزان ۱۱ درصد می باشد. بطوریکه میانگین این نمایه تحت سناریو  $A_1B$ ، ۳ میلی متر و تحت سناریوی  $A_2$  به میزان ۱۹ میلی متر نسبت به دوره پایه افزایش دارد.

### روزهای با بارش سنگین ۱ ( $R_{1,mm}$ )

همانطور که در جدول (۷) مشاهده می‌کنید احتمال می‌رود که بطور میانگین تعداد این روزها طی دوره آتی ۲۰۱۱-۲۰۳۰ نسبت به دوره پایه افزایش یابد که از بین سه مدل مورد مطالعه مدل NCCCSM تحت سناریو A۲ بیشترین درصد افزایش یعنی ۱۳ درصد را دارا می‌باشد.

### روزهای با بارش خیلی سنگین ۲ ( $R_{20,mm}$ )

این نمایه نشان دهنده تعداد روزهای با بارش ابر سنگین است. طی دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ پیش بینی میشود میانگین درصد تغییرات این نمایه در سه مدل تحت سناریو A۱B ۳ درصد کاهش و تحت سناریو A۲ ۹ درصد افزایش می‌باشد. جدول (۷)

### سهیم بارش کل سالانه به علت بارش های بیش از صدک ۹۵ و ۹۹

همانطور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود میانگین میزان تغییرات این نمایه تحت سناریوی A۱B و A۲ در دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ افزایش داشته که بیشترین افزایش این نمایه مربوط به مدل HadCM۳ تحت سناریو A۱B به میزان ۲۱ درصد نسبت به دوره پایه می‌باشد.

### حداکثر بارش یک روزه ( $R_{x,day}$ )

همانطور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود میانگین میزان تغییرات این نمایه بر اساس سناریو A۱B نسبت به دوره پایه تحت سه مدل مورد مطالعه در دو دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ به میزان ۰/۵ میلی‌متر افزایش و تحت سناریوی A۲ در دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ ۲/۷ میلی‌متر افزایش پیش بینی شده است.

### حداکثر بارش ۵ روزه ( $R_{x,5day}$ )

با توجه به اینکه این نمایه بیانگر تداوم فعالیت سامانه های بارانزا و یا ناپایداری در دوره های چند روزه است لذا نمایه ای مناسب برای سیل محسوب می‌شود. نتایج بدست آمده در مقیاس سالانه نشان می‌دهد طی دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ میانگین سه مدل این نمایه

۱ Number of heavy precipitation days

۲ Number of very heavy precipitation days

تحت سناریوی A1B و A2 افزایش یافته که بیشترین افزایش مربوط به مدل HadCM3 تحت سناریوی A1B به میزان ۱۹ درصد می باشد. (جدول ۷)

**نمایه ساده شدت روزانه (SDII)**

این نمایه ساده شدت روزانه بارش را نشان می دهد. نتایج حاصل از ریزگردانی سه مدل در ایستگاه تربت حیدریه نشان دهنده تغییرات بسیار نامحسوس این نمایه است بطوریکه میانگین تغییرات این نمایه در دوره آتی مورد مطالعه حداکثر ۰/۱ میلی متر کاهش یا افزایش می یابد.

**نمایه تعداد روزهای تابستانی با دمای بالاتر از ۳۵ درجه (SU35)**

مطابق جدول (۷) درصد تغییرات این نمایه نسبت به دوره پایه در سناریو A1B و A2 برای هر سه مدل مورد مطالعه (HadCM3, CNCCSM, NCCCSM) افزایش را نشان می دهد در سناریو A1B این افزایش به ترتیب ۹۴، ۸۷ و ۱۱۹ درصد و در سناریو A2 به ترتیب ۵۴، ۶۸ و ۱۱۲ درصد خواهد بود. و میانگین تغییرات آن نسبت به دوره پایه در سناریو A1B ۱۷ روز و در سناریو A2 ۱۳ روز افزایش را نشان می دهد.

**شب های سرد (TX10p)**

درصد تغییرات این نمایه نسبت به دوره پایه در دوره ۲۰۳۰-۲۰۱۱ تحت سه مدل مورد مطالعه افزایش یافته بطوریکه میانگین این نمایه تحت سناریو A1B و A2 ۱ درصد افزایش را نشان می دهد (جدول ۷)

**کمینه ماهانه دمای حداقل روزانه (TNn)**

طبق جدول (۷) شاهد کاهش درصد تغییرات نمایه کمینه ماهانه دمای حداقل روزانه تحت سه مدل مورد مطالعه می باشیم و احتمال می رود که میانگین این نمایه تحت سناریو A2 و A1B ۴ درصد کاهش یابد که بیشترین درصد کاهش مربوط به سناریو A1B تحت مدل NCCCSM به میزان ۵ درصد می باشد.

**بیشینه ماهانه دمای حداقل روزانه (TNx)**

پیش بینی می شود طی دوره آتی ۲۰۳۰-۲۰۱۱ درصد تغییرات بیشینه دمای حداقل روزانه نسبت به دوره پایه افزایش یابد. بطوریکه میانگین درصد افزایش این تغییرات بر

اساس سناریو A1B و A2 به ترتیب ۵ و ۳ درصد می باشد که بیشترین درصد این تغییرات متعلق به سناریو A1B تحت مدل NCCCSM به میزان ۶ درصد می باشد

### تعداد شب های حاره ای (TR20)

مطابق جدول (۷) پیش بینی می شود درصد تغییرات نمایه (TR20) برای دوره آتی ۲۰۱۱-۲۰۳۰ بر اساس سناریو A1B تحت سه مدل مورد مطالعه (HadCM3, CNCSM, NCCCSM) به ترتیب ۶۴، ۵۶ و ۷۷ و تحت سناریو A2 به ترتیب ۴۸، ۴۶ و ۸۲ درصد افزایش یابد بطوریکه میانگین این سه مدل تحت سناریو A1B ۶۶ درصد و تحت سناریو A2 ۵۵ درصد افزایش را نشان می دهد. و میانگین این تغییرات نسبت به دوره پایه در سناریو A1B ۱۵ روز و در سناریو A2 ۱۳ روز می باشد.

### روزهای گرم (TX90P)

طبق جدول (۷) بر اساس سناریو A1B و A2 تحت هر سه مدل مورد مطالعه درصد روزهای گرم نسبت به دوره پایه افزایش می یابد.

### بیشینه ماهانه دمای حداکثر روزانه (TXx)

احتمال می رود میانگین درصد تغییرات این نمایه در دوره آتی ۲۰۱۱-۲۰۳۰ نسبت به دوره پایه بر اساس سناریو A1B و A2 به ترتیب ۳ و ۲ درصد افزایش یابد که این افزایش معادل ۱ درجه سانتیگراد تحت هر دو سناریو مورد مطالعه می باشد. (جدول ۷) و در جدول (۸) میزان تغییرات نمایه های فرین دما و بارش مورد بررسی در دوره آتی ۲۰۱۱-۲۰۳۰ نسبت به دوره پایه تحت سناریو A2 و A1B نشان داده شده است.

جدول (۸) میزان تغییرات نمایه های حدی دما و بارش طی دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ نسبت به دوره پایه

نوع سناریو	PRC	R10mm	R20mm	R95p	R99p	RX1day	Rx5day	SDII	SU35	TN10p	TNn	TNx	TR20	TX90P	TXx
A1B	۳.۰	-۰.۱	-۰.۱	۰.۸	۰.۳	۰.۵	۰.۲	-۰.۱	۱۶.۵	۰.۱	۰.۵	۱.۲	۱۵.۲	۰.۱	۱.۳
A2	۱۹.۰	۰.۷	۰.۲	۳.۷	۰.۸	۲.۷	۳.۳	۰.۴	۱۲.۹	۰.۱	۰.۶	۰.۹	۱۲.۸	۰.۱	۱.۲



## نتیجه گیری

در این پژوهش با هدف ارزیابی دورنمایی از تاثیر تغییرات میزان گازهای گلخانه‌ای بر مبنای سناریوی A1B و A2 بر نمایه‌های دما و بارش به صورت درصد و مقدار تغییر آن‌ها نسبت به دوره پایه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان از کاهش میانگین اکثر نمایه‌ها طی دوره مورد مطالعه تحت تأثیر سناریو A1B است. که این امر ممکن است بدلیل فرآیندهای برگشتی رطوبت و بارندگی باشد. (در این راستا، بر اساس پژوهش‌های انجام شده، مدل‌ها پیش‌بینی می‌کنند که در پاسخ به گرمای اضافی حاصل از گرمایش جهانی، آب تبخیر شده از سطح اقیانوس در عرض‌های حاره‌ای، قبل از وقوع بارش بیشتر به سمت قطب انتقال می‌یابد) و تحت افزایش گازهای گلخانه‌ای انتظار می‌رود شهرستان تربت حیدریه بدلیل افزایش دما و به تبع آن افزایش تبخیر، خشک‌تر شود. اما نکته قابل تامل این که درصد افزایش احتمالی بارش میانگین نمایه R99p و R95p تحت سناریو A1B طی دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ است که بیشترین افزایش این دو نمایه مربوط به مدل HadCM3 است از آنجایی که این دو نمایه معیارهای مناسبی برای بارندگی‌های فرین به شمار می‌روند لذا می‌توان نتیجه گرفت که افزایش بارش‌های فرین در نتیجه قدرت گازهای گلخانه‌ای (بر مبنای میزان فرض شده مقدار این گازها در سناریوی A2) رخ خواهد داد که در دوره اول شاهد افزایش این دو نمایه می‌باشیم. ولی همانطور که در (جدول ۸) مشاهده می‌کنید نتایج نشان از افزایش تمام نمایه‌های مورد مطالعه در تمام مدل‌ها تحت سناریو A2 در دوره آتی ۲۰۱۱-۲۰۳۰ است که افزایش دو نمایه R20mm و R10mm به ترتیب به میزان ۸ و ۹ درصد نسبت به دوره پایه چشمگیر است. با توجه به اینکه در اغلب اقلیم‌ها این دو نمایه ارتباط زیادی با جمع بارش فصلی و سالیانه دارند لذا با افزایش بارش در دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ انتظار می‌رود تعداد روزهای خشک متوالی تا حدودی در شهرستان تربت حیدریه کاهش یابد و بارش‌ها از حالت ملایم به حالت رگباری و سیل آسا تبدیل گردد. نمایه SDII نیز تنها طی دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ تحت سناریوی A2 افزایش خواهد یافت که این

امر با پیش‌بینی‌های صورت گرفته مبنی بر افزایش شدت بارندگی در اغلب اقلیم‌ها بر اثر افزایش قدرت گازهای گلخانه‌ای مطابقت دارد.

همچنین نتایج بررسی نمایه‌های حدی دما نشان داد که کلیه این نمایه‌ها تحت سناریو A1B و A2 طی دوره مورد مطالعه بویژه نمایه‌های SU35 و TR20mm افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابند. بطوریکه احتمال می‌رود نمایه SU35 و TR20mm بر اساس سناریو A1B به ترتیب 17 و 15 روز و بر اساس سناریو A2 در هر دو نمایه 13 روز نسبت به دوره پایه افزایش یابد. (جدول 7). لذا تحت افزایش گازهای گلخانه‌ای انتظار می‌رود به دلیل افزایش دما و به تبع آن افزایش تبخیر، این ناحیه از خراسان رضوی نسبت به دوره پایه گرم‌تر شود.

نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش نمایه‌های سیل همچون R95p، R99p و Rx5day، طی دوره 2011-2030 برخی زیرساخت‌ها و مناطق شهری تربت حیدریه در معرض خطر آسیب پذیری بالایی نسبت به این رخداد قرار خواهند گرفت.

## منابع

1. اشرف، بتول. موسوی بایگی، محمد. کمالی، غلامعلی و داوری، کامران (1390). پیش‌بینی نیاز آبی چغندر قند در دوره 2011-2030 با استفاده از داده‌های شبیه‌سازی شده مدل LARS-WG مجله آب و خاک. جلد 25. شماره 5. صص 1196-1184
2. حمیدیان پور، محسن با عقیده، محمد و عباس نیا، محسن (1395) ارزیابی دما و بارش جنوب شرق ایران با استفاده از خروجی مدل‌های مختلف گردش عمومی جو در دوره 2011-2099، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره 1، بهار 1395، صص 133-107
3. عسکری، احمد و رحیم زاده، فاطمه (1385) "مطالعه تغییر پذیری بارش دهه‌های اخیر ایران" مجله پژوهشی پژوهش‌های جغرافیایی، شماره 58، زمستان 1385.
4. کریم زاده مقدم، محمد و قهرمان، بیژن. (1380) "نگرشی بر افزایش تدریجی تبخیر و تعرق گیاه مرجع در تربت حیدریه و پیامدهای احتمالی آن" مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی، بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب جلد دوم 108-95

۵. عساکره، حسین (۱۳۸۹)، "تحلیل تغییرات بارش های فرین شهرزنجان"، پژوهش های

اقلیم شناسی، سال اول، شماره اول و دوم، صص ۸۹-۱۰۰

۶. Bonsal, B. R., X. Zhang, L. A. Vincent, and W. D. Hogg, (۲۰۰۱), Characteristics of daily and extremetemperature over Canada," Journal of Climate, ۱۴, pp. ۱۹۵۹-۱۹۷۶.

۷. DeaGaetano, A.T., (۱۹۹۶), "Recent trends in Maximum and Minimum temperature threshold exceedencesin Northern United States," Journal of Climate, ۹, pp. ۱۶۴۶-۱۶۵۷.

۸. Frich, P., L. V. Alexander, P. Della-Marta, B. Gleason, M. Haylock, A. M.G

۹. Intergovernmental Panel on Climate Change (۲۰۱۰), Meeting Report, IPCC Expert Meeting on Assessing and Combining Multi Model Climate Projections, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado. USA.

۱۰. Jiang, Z., Song, J., Li, L., Chen, W., Wang, Z., Wang, J (۲۰۱۲), "Extreme climate events in China: IPCC-AR۴ model Evaluation and projection," Climatic Change, ۱۱(۱-۲), pp. ۳۸۵-۴۰۱

۱۱. Plummer, N. Salinger MJ, Nicholls N. Suppiah R. Hennessy KJ Leighton RM, Trewin BC, page CM, Lough JM, (۱۹۹۹), "Changes in climate extremes over the Australian region and New Zeland during the twentieth century," Climate Change ۴۲:۱۸۳-۲۰۲.

۱۲. Semenov, M (۲۰۰۸), "Simulation of extreme weather events by a stochastic weather generator," Climate Research, ۳۵, ۲۰۳-۲۱۲.

۱۳. Semenov, M. A., Stratonovitch, P (۲۰۱۰), "Use of Multi-model Ensembles from Global Climate Models for Assessment of Climate Change Impacts," CLIMATE RESEARCH, ۴, pp. ۱-۱۴.

۱۴. Sillmann, J (۲۰۰۵), "Extreme Events in Climate Model Data," IPCC Workshop, International Max Plank Research School on Earth System Modeling.

۱۵. Tank, A. K., Zwiers, F. W., Zhang, X (۲۰۰۹), "Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation," World Meteorological Organization, pp. ۵۲.

۱۶. World Meteorological Organization (۲۰۱۱), Weather extremes in a changing climate: hindsight on foresight," ISBN: ۹۷۸-۹۲-۶۳-۱۱۰۷۵-۶.

۱۷. Wang, X. L., Feng, Y. ۲۰۱۰. RHtestsV۳ User Manual, Climate Research Division, Atmospheric Science and Technology Directorate, Science and Technology Branch, Environment Canada, Toronto, Ontario, Canada, Published online at

<http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/software.shtml>, January ۲۰۱۰, Visited in June ۲۰۱۰.

۱۸. Zhai Pm. Sun A, Ren F Liu X, gao B. Zhang Q., (۱۹۹۹), "Changes of climate extremes in China," *ClimateChange* ۴۲: ۲۰۳-۲۱۸e.

***Viewriatof Vaion in Precipitation and temperature Extream Values in Torbathe hidariyh by LARS-WG Downscaling Model during ۲۰۱۱-۲۰۳۰***

**Abstract**

The global warming and climate changes, based on the results of related studies and research, have potential effects on precipitation and temperature fluctuations which the impact of these fluctuations is significant on various sectors such as water, agriculture and the management of urban runoff collecting. So, the forth report of Intergovernmental Panel On Climate Change is downscaled in order to provide the outlook of future changes in extreme events specially precipitation and temperature by using the output of three atmosphere general circulation models (HadCM۳, CNM۳, NCCSM) based on A,B, A<sub>r</sub> scenarios. The precipitation indexes under investigation in this research include (PRCPTOT, R<sub>۱۰</sub>mm, R<sub>۲۰</sub>mm, R<sub>۹۵p</sub>, R<sub>۹۹p</sub>, RX<sub>۱</sub>day, RX<sub>۵</sub>day, SDII ) and temperature indexes include (SU<sub>۳۵</sub>, TN<sub>۱۰P</sub>, TN<sub>n</sub>, TN<sub>x</sub>, TR<sub>۲۰</sub>, Tx<sub>۹۰p</sub>, TX<sub>x</sub>) calculated for said coming futures. The results show that it's likely the maximum average of five days precipitation and intensity of precipitation increase under A<sub>r</sub> scenario during coming future ۲۰۱۱-۲۰۳۰. As well as a larger share of the total annual rainfall will be belonged the occurrence of torrential rains and showers namely showers over ۹۵<sup>th</sup> and ۹۹<sup>th</sup> percentile of base period. According to the obtained results, increasing of the indexes would mean the increasing of frequency and severity of floods specially during coming period ۲۰۱۱-۲۰۳۰. While all the studied extreme indexes increase during ۲۰۱۱-۲۰۳۰, so that it's predicted SU<sub>۳۵</sub> and TR<sub>۲۰</sub> indexes would increase based on A,B scenario ۱۷ and ۱۵ respectively and based on A<sub>r</sub> scenario ۱۳ days respectively.

**Keywords:** Atmospheric-Ocean General Circulation Model, Extreme events, Torbathe hidariyh, Downscaling