

مطالعات جغرافیایی مناطق خشک

دوره هشتم، شماره ۱ سی‌ام، زمستان ۱۳۹۶

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۲/۰۳ تأیید نهایی: ۱۳۹۶/۰۹/۰۸

صص ۶۱-۷۵

واکاوی روند وردش‌های دمای بیشینه و کمینه در فلات ایران

امیرحسین حلبیان*، دانشیار اقلیم‌شناسی-دانشگاه پیام نور تهران

چکیده

دمای هوا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و تعیین‌کننده‌ترین عناصر اقلیمی، شاخص مناسبی برای ردیابی تغییرات اقلیمی در فلات ایران است. با توجه به تأثیر وردش‌های دمای در طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های بشر نظیر انرژی از جهت افزایش نیاز به انرژی برای سرمایش و گرمایش، کشاورزی از جهت افزایش دامنه‌ی فعالیت و هجوم برخی از آفات و عوامل ناقل بیماری و محیط‌زیست، توجه ویژه پژوهشگران به این مهم در فلات مزبور ضرورت می‌یابد. از این‌رو، روش‌های آماری یکی از ابزارهای مفید برای تحلیل و بررسی رفتار این عنصر مهم اقلیمی به شمار می‌رود. تحلیل روند، از جمله مهم‌ترین و متداول‌ترین آزمون‌های آماری است که به‌طور گسترده برای ارزیابی اثرات بالقوه‌ی تغییر اقلیم بر روی سری‌های زمانی پارامترهای آب‌وهواشناسی در نقاط مختلف جهان توسط پژوهشگران استفاده شده است. در این پژوهش به‌منظور واکاوی روند تغییرات دمای بیشینه و کمینه‌ی ماهانه بر روی فلات ایران از داده‌های شبکه‌ای پایگاه داده CRU که با تفکیک مکانی مناسب 0.5×0.5 درجه‌ی طول و عرض جغرافیایی موجود است، در یک دوره‌ی ۶۴ ساله (۱۹۵۱-۲۰۱۴) استفاده شده است. برای بررسی روند تغییرات دمای قلمرو مطالعاتی در مقیاس ماهانه نیز از آزمون ناپارامتری من-کندال که از متداول‌ترین روش‌های ناپارامتری به‌شمار می‌رود، بهره گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد به‌طور کلی دمای بیشینه و کمینه‌ی منطقه‌ی فلات ایران دارای روندی افزایشی است و روند کاهشی دما نمودی بسیار ناچیز دارد. همچنین آشکار گردید روند افزایشی دما در ماه‌های گرم سال از گستره‌ی بالایی برخوردار است. کم‌ترین گستره‌ی مناطق دارای روند هم در ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر مشاهده می‌شود. در مجموع، نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد روند افزایش دما نه‌فقط در ایران، بلکه در تمامی فلات ایران دیده می‌شود که این افزایش دما همراه با روند کاهشی بارش در سال‌های اخیر می‌تواند پیامدهای سوء را در این پهنه به دنبال داشته باشد.

کلید واژگان: تحلیل، تغییرات، دما، پایگاه (CRU)، من-کندال، ایران.

۱- مقدمه

تغییر اقلیم به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های جهانی، ذهن بسیاری از پژوهشگران، دانشمندان، برنامه‌ریزان و سیاستمداران را به خود معطوف نموده است. در واقع، گرمایش جهانی، ذوب توده‌های یخی قطبی، افزایش سطح آب در پهنه‌های آبی و پدیده‌هایی نظیر آن باعث شده تا در دهه‌های اخیر میحث تغییر اقلیم در کانون توجه خاص محققان و اندیشمندان قرار گیرد. شاید بتوان گفت که واقعیت تغییر اقلیم، علل و آثار ناشی از آن بر اکوسیستم‌ها و زندگی انسانی، مهم‌ترین رویکرد کندوکاوهای علمی چند دهه‌ی گذشته بوده است. از آنجاکه اقلیم به‌عنوان یکی از اجزاء فراگیر و مهم اکوسیستم محسوب می‌گردد، تغییرات هرچند ناچیز آن می‌تواند سایر اجزاء را به درجات مختلف تحت تأثیر خود قرار دهد. به‌بیان‌دیگر، اقلیم به‌عنوان تأثیرگذارترین عامل در زندگی انسان و به‌طور کلی حیات موجودات زنده، از گذشته تاکنون بارها تغییر و تحولات کوچک و بزرگی را از خود نشان داده است. به‌استثنای تغییرات اقلیمی کاتاستروف (سریع و ناگهانی) که توسط عده‌ی زیادی از پالئوکلیماتولوژیست‌ها و زمین‌شناسان مورد توجه است، معمولاً تغییرات اقلیمی به‌صورت کند و بطیء بوده و ممکن است در مدت‌زمان کوتاه چندساله محسوس نباشد. عده‌ی زیادی از محققان معتقدند که علاوه بر تغییرات طبیعی و خودبه‌خود اقلیم، تغییرات دیگری در اقلیم و پدیده‌های اقلیمی وجود دارد که عمدتاً از دوره‌ی صنعتی شدن به این‌طرف دیده شده است. در حال حاضر با مطرح‌شدن مسئله‌ی تغییر اقلیم و به دلیل پیامدهای متفاوت ناشی از آن، پرداختن به جنبه‌های مختلف آن در میان محققان علوم جوّی اهمیت چشم‌گیری یافته است (محمدی، ۱۳۹۲: ۱۶۳). در حقیقت، بررسی واقعیت تغییر اقلیم و علل و آثار حاصل از آن در علوم طبیعی امری لازم و ضروری است؛ چراکه توجه و در نظر گرفتن تأثیر آن‌ها در مدل‌سازی‌ها، مدیریت سرزمین را مطابق با شرایط واقعی‌تر تضمین خواهد نمود.

از زمان انتشار کار پیشگامانه‌ی وایلت^۱ (۱۹۵۰) در مورد تغییرات دمای قرن نوزدهم تاکنون، شاهد علاقه و توجه فراوانی به مطالعات تغییر اقلیم از جانب اندیشمندان و دانشمندان علوم مختلف از جمله هواشناسان و اقلیم‌شناسان بوده‌ایم؛ به‌طوری‌که تعداد بی‌شمار منابع منتشرشده در چند دهه‌ی اخیر در خصوص تغییر اقلیم و جنبه‌های مختلف آن می‌تواند تأییدی بر این مطلب باشد. در این تحقیقات با توجه به هدف‌های موردنظر از عناصر مختلف اقلیمی، طول دوره‌های مختلف و شیوه‌های متفاوتی بهره گرفته شده است؛ به‌طوری‌که از دیدگاه مقیاس مکانی می‌توان آن‌ها را در سه دسته‌ی منطقه‌ای، نیمکره‌ای و سیاره‌ای و از دیدگاه مقیاس زمانی به مقیاس‌های ماهانه، فصلی و سالانه تقسیم‌بندی نمود (علی‌جانی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۲). از آنجاکه دما از عناصر اساسی شکل‌گیری اقلیم است و تغییرات آن می‌تواند ساختار آب و هوایی هر منطقه‌ای را دگرگون سازد، لذا بررسی روند دما در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی بخش بزرگی از تحقیقات اقلیم‌شناسی را به خود اختصاص داده است (مسعودیان، ۱۳۸۴: ۹۰). برای اهمیت این پارامتر، دلایل متعددی وجود دارد: نخست این‌که دمای هوا از معدود عناصر اقلیمی است که استمرار زمانی دارد و در همه‌ی مکان‌ها و فضاهای جغرافیایی می‌توان به‌صورت پیوسته آن را اندازه‌گیری نمود. دوم این‌که این متغیر اقلیمی با سایر عناصر آب و هوایی مانند تشعشع خورشیدی، رطوبت موجود در جو، وزش باد و بارندگی در ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم است و فرآیندهای آب و هوایی را کنترل می‌کند (رسولی، ۱۳۸۱: ۸). در واقع، دما به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و تعیین‌کننده‌ترین عناصر اقلیمی، شاخص مناسبی برای ردیابی تغییرات اقلیم به شمار می‌آید. کوچک‌ترین تغییر در دمای یک مکان تأثیرات کاملاً محسوس و مهمی در اکوسیستم‌ها به دنبال دارد. توجه مجامع جهانی به پدیده‌ی گرم شدن زمین در سال‌های اخیر مؤید همین مطلب است. شناسایی رفتار دما و تغییرات آن در حال حاضر برای مدیریت امروز و برنامه‌ریزی فردا بسیار حائز اهمیت است. در این میان روش‌های آماری در تشریح این تغییرات ابرازی مفید و کارآمد به‌شمار می‌آیند (شیرمحمدی، ۱۳۹۱: ۳۴). پژوهش‌های اخیر در مورد تغییرات اقلیم معاصر نیز نشان از محوریت تغییرات دما در این مطالعات دارد. در این زمینه تحقیقات بسیار گسترده‌ای در ارتباط با روند افزایش متوسط دمای جهانی و

منطقه‌ای انجام گرفته و شناسایی و تحلیل الگوهای رفتاری دما با به‌کارگیری روش‌های مختلف در مطالعات پرشماری مورد توجه بوده است. در این ارتباط، تغییرات و روندهای میانگین دمای هوای ترکیه نیز با روش سری‌های زمانی در یک دوره‌ی ۶۳ ساله بررسی گردید. نتایج این مطالعه تغییرات قابل توجه و روندهای مهمی را در میانگین طولانی‌مدت سالانه آشکار ساخت. از نظر مکانی فقط خاور آناتولی رفتار مشابهی را با روند گرمایش جهانی نشان داد. تمامی مناطق ساحلی در دو دهه‌ی اخیر روند سردی را نشان داد (Turkes et al., 1995: 557-569). روندهای بلندمدت ماهانه، فصلی و سالیانه‌ی میانگین دما با روش من-کندال در ژاپن بررسی شد. نتایج نشان داد که از ۱۹۰۰ تا ۱۹۹۶، دمای AMT به‌طور میانگین از ۰/۵ تا ۲/۷ درجه در ۴۶ ایستگاه افزایش داشته است (Yue & Hashino, 2003: 15-27). در پژوهشی، سری‌های زمانی فصلی و سالانه‌ی میانگین دما با داده‌های ایستگاهی و ماهواره‌ای با دو روش من-کندال و حداقل مربعات در یونان بررسی گردید. نتایج نشان‌دهنده‌ی روند سالانه نزدیک صفر بود (Feidas et al., 2004: 185-20). در پژوهشی دیگر با روش آماری من-کندال روندهای حداقلی و حداکثری فصلی و سالانه دما و بارش در اردن بررسی شد. نتایج نشان داد که میانگین دمای سالانه‌ی حداقلی و حداکثری در دوره‌ی ۱۹۶۴ تا ۱۹۹۹ دارای یک روند گرمایشی بوده است (Bani-Domi, 2005: 1425). در تحقیقی دیگر به بررسی روند دمای متوسط سالانه و فصلی در ۱۲۵ ایستگاه در هند با استفاده از روش من-کندال پرداخته شد. نتایج حاصله نشان از افزایش درجه‌ی حرارت سالانه، متوسط حداکثر درجه‌حرارت و متوسط حداقل درجه‌حرارت به ترتیب (۰/۴۲، ۰/۹۲ و ۰/۰۹ سانتی‌گراد در ۱۰۰ سال) داشت (Arora et al., 2005: 1). در پژوهشی دیگر، داده‌های ایستگاه‌های سطحی در کالیفرنیا از ۱۹۵۰-۲۰۰۰ تحلیل شد و گرمایش بیش‌تر در دمای کمینه در مقایسه با دمای بیشینه برای بیش‌تر مناطق شناسایی گردید. این پژوهش نشان داد که روندهای گرمایی بیش‌تر در مناطق شهری به علت افزایش تأثیر جزایر حرارتی بوده است (LaDochy et al, 2007: 159-169). در مطالعه‌ی دیگری تأثیر فعالیت‌های انسانی بر تغییرات اقلیمی به‌ویژه دمای هوای شهرهای پرجمعیت دهلی، کلکته، بمبئی و چنای که دارای رشد سریع جمعیت بوده‌اند، در طی دو دوره‌ی جمعیت کم و دوره‌ی شهرنشینی با استفاده از روش من-کندال مورد توجه قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بمبئی دمای بیشینه در زمستان اتفاق می‌افتد و بارش‌های موسمی افزایش می‌یابد و دمای کمینه نیز به‌صورت قابل توجهی کاهش دارد (Dhorde & Gadgil, 2009: 85-97). در تحقیق دیگری پژوهشگران برای بررسی منابع آب زیرزمینی در ناحیه‌ی پیرنه^۲ فرانسه و تغییرات اقلیمی و یافتن روند در دمای ماهیانه و سالانه، بارش، تبخیر و تعرق بالقوه با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی و پایگاه فضایی درون‌یابی آب و هوایی فرانسه^۳ در دوره‌ی آماری ۱۹۷۰-۲۰۰۶ با بهره‌گیری از روش من-کندال به بررسی محلی روند پرداختند (Chaouche et al., 2010: 234-243). نتایج حاصل از بررسی دمای کمینه و بیشینه‌ی سالانه در ۴ ایستگاه هواشناسی ناپروبی با استفاده از رگرسیون و روش من-کندال در طی دوره‌ی آماری ۱۹۶۶ تا ۱۹۹۹ نشانگر روند افزایشی درجه‌حرارت بیشینه در منطقه‌ی تجاری شهر بود (LukoyeMakokha & Shisanya, 2011: 4). در پژوهش دیگری تغییرات زمانی مکانی دماهای حدی روزانه با آزمون من-کندال و تجانس در ترکیه بررسی گردید. این بررسی یک گرمایش مهم را در دماهای حدی کمینه و بیشینه‌ی سالانه نشان داد. نتایج آشکار ساخت که افزایش دما از ۱۹۸۰ شروع شده و مشخص شد که روندهای افزایشی در دوره‌ی گرم در مقایسه با دوره‌ی سرد قوی‌تر بوده است (Toros, 2011: 1047-1055). در پژوهشی الگوهای متمایز در روندهای دمای کالیفرنیا شناسایی شد. تحلیل‌های آماری با استفاده از داده‌های دمای فصلی و سالانه‌ی ۸۰ ساله، الگوهای زمانی و مکانی متمایز مختلفی را در روندهای بیشینه‌ی دمایی در مقایسه با روندهای کمینه‌ی دمایی نشان داد. در عین حال، نرخ گرمایی در دمای کمینه بیش‌تر از دمای بیشینه بوده است (Cordero et al., 2011: 357-382). در مطالعه‌ی دیگری سه پارامتر بارش سالانه، درجه‌حرارت حداقل و حداکثر در ۳۶ ایستگاه سینوپتیک و اقلیم‌شناسی در یک دوره‌ی ۴۹ ساله (۱۹۵۶-۲۰۰۵) حوضه سفیدرود با روش من-کندال بررسی شد. نتایج حاکی از این بود که تغییرات آب و هوایی در دوره‌ی کوتاه‌مدت دارای روند است. درجه‌حرارت متوسط دارای روند افزایشی و متوسط بارش دارای روند کاهش‌ی است (Gandomkar et al., 2011: 723-727).

2- Pyréne'es- Orientales

3- SAFRAN

در تحقیق دیگری تأثیر کاربری اراضی و تغییرات پوشش سطحی در روندهای دمایی باختر هند نیز مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های دمایی مورد بررسی نشان داد که باختر هند در هر دهه ۰/۱۳ درجه سانتی‌گراد افزایش دارد. این افزایش دما نتیجه‌ی تأثیر افزایش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات کاربری اراضی و تغییرات پوشش سطحی است (Mandal & Nayak, 2012: 1166-1173). در پژوهش دیگری روند دمای سطح زمین در رواندا با استفاده از روش ناپارامتریک من-کندال در دوره‌ی آماری ۱۹۵۸-۲۰۱۰ بررسی گردید. نتایج این تحقیق از افزایش درجه‌حرارت سالیانه در ۱۹۷۷-۱۹۷۹ حکایت دارد، از ۱۹۵۸ تا ۱۹۷۷ نیز دوره‌ای خنک تلقی می‌شود (Safari, 2012: 538-551). در ایران، بررسی دمای ایستگاه جاسک طی سده‌ی گذشته نشان داد که دما طی ۱۰۴ سال گذشته روندی افزایشی داشته است. میزان این افزایش طی دوره‌ی مزبور $0/8 \pm 0/2$ درجه‌ی سلسیوس برآورد شده است (کاوایی و عساکره، ۱۳۸۰: ۱۹). در پژوهش دیگری روند دمایی چند دهه‌ی اخیر ایران و افزایش CO₂ جو با آزمون من-کندال بررسی گردید. طبق نتایج این پژوهش، در اکثر ایستگاه‌های مورد بررسی (ایستگاه‌های سینوپتیک) روند افزایشی دما با شدت‌های مختلف مشاهده شد و با توجه به این که میزان CO₂ جو در این مدت، روندی افزایشی داشته، به نظر می‌رسد روندهای مشاهده‌شده در ایستگاه‌های مذکور نیز از افزایش CO₂ متأثر گردیده است (عزیزی و همکاران: ۱۳۸۳: ۲۷). تحلیل روند دمای ایران با استفاده از داده‌های ماهانه نشان داد که در نیم‌سده‌ی گذشته دمای شبانه، روزانه و شبانه‌روزی ایران به ترتیب با آهنگ حدود سه، یک و دو درجه در هر صدسال افزایش داشته است (مسعودیان، ۱۳۸۴: ۸۹). پهنه‌بندی رژیم‌های دمایی ایران و اعمال تحلیل مؤلفه‌های مینا بر روی آرایه‌ی داده‌های دمای کشور نشان داد که با سه مؤلفه می‌توان ۹۹/۷ درصد از پراش داده‌ها را توصیف نمود. مؤلفه‌ی اول نشان داد که سواحل جنوبی کشور، از خوزستان تا چابهار در تمام طول سال با بقیه‌ی نقاط کشور تباین شدیدی دارد. با اعمال تحلیل خوشه‌ای سلسله‌مراتبی (پایگانی) و روش ادغام وارد بر روی نمرات مؤلفه‌ها، سه قلمرو اصلی رژیم دمایی کشور مشخص شد که عبارت‌اند از: قلمرو کوهستانی، قلمرو کوهپایه‌ای و پست، قلمرو جنوب (غیور و منتظری، ۱۳۸۴: ۲۱). در پژوهش دیگری روند دمای سالانه تبریز با رگرسیون خطی بررسی شد. نتایج نشان داد که افزایش سالانه‌ی دمای شهر تبریز ۰/۰۳ تا ۰/۰۴ (به‌طور متوسط ۰/۰۳) درجه‌ی سلسیوس بوده است (عساکره، ۱۳۸۶: ۳). در تحقیق دیگری با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای و به کمک داده‌های روزانه در ایران شش ناحیه‌ی دمایی متمایز شناسایی گردید. نتایج این بررسی نشان داد که آرایش جغرافیایی این نواحی عمدتاً به ارتفاع وابسته است. همچنین حاکمیت سامانه‌های همدید، نظیر کم‌فشار گنگ و پرفشار آزور از یک‌سو و محتوای رطوبتی جو نیز از سوی دیگر در شکل‌گیری نواحی دمایی ایران نقش دارند (مسعودیان و همکاران، ۱۳۸۷: ۳). در پژوهش دیگری با استفاده از داده‌های میانگین دمایی ماهانه، هشت ناحیه‌ی دمایی در ایران شناسایی شد. بر طبق روش خوشه‌ای هر هشت ناحیه‌ی دمایی به لحاظ زمانی از دو فصل دمایی نسبتاً متمایز سرد و گرم و فصول گذار تشکیل شده‌اند (اکبری و مسعودیان، ۱۳۸۸: ۵۹). در مطالعه‌ی دیگری، تغییرات دمای سالانه‌ی ایستگاه سینوپتیک تهران و انحراف احتمالی آن از حالت نرمال با روش من-کندال در طی دوره‌ی آماری ۲۰۰۵-۱۹۵۱ بررسی گردید. تغییرات از نوع روند برای دمای سالانه، دماهای حداقل و حداکثر سالانه افزایشی و در جهت مثبت بوده است (حجازی‌زاده و پروین، ۱۳۸۸: ۴۳). در تحقیق دیگری نواحی دمای فرین سرد ایران با استفاده از روش وارد شناسایی شد. نتایج این بررسی نشان داد که ایران را می‌توان از نظر سرماهای فرین به شش ناحیه بخش کرد. آرایش جغرافیایی این نواحی نشان می‌دهد که همسایگی با توده‌های بزرگ آب و موانع کوهستانی در منطقه‌بندی نواحی دمای فرین سرد ایران نقش بازی می‌کنند (مسعودیان و دارند، ۱۳۸۹: ۴۳). در پژوهش دیگری برای شناسایی فصول دمایی ایران از روش تحلیل خوشه‌ای بهره گرفته شد. این تحلیل نشان داد که دمای ایران از نظر زمانی به سه فصل چهارماهه قابل تفکیک است. فصل سرد شامل یک دوره‌ی چهارماهه‌ی متوالی با میانگین دمای ۸ درجه است که از آذرماه آغاز و تا اسفند به طول می‌انجامد. فصل گرم نیز دوره‌ی چهارماهه با متوسط دمای ۲۷/۵ درجه است که از خرداد تا شهریور را در برمی‌گیرد، اما فصل معتدل شامل دو دوره‌ی دوماهه است که حالت گذار از فصل سرد به گرم آن ماه‌های فروردین و اردیبهشت و گذار از فصل گرم به سرد آن ماه‌های مهر و آبان را در برمی‌گیرد و میانگین دمای آن ۱۸ درجه است (منتظری، ۱۳۹۰: ۱۷۳).

۲- منطقه‌ی مورد مطالعه

هدف از پژوهش حاضر ارزیابی و تحلیل وردش‌های دماهای بیشینه و کمینه‌ی ماهانه در فلات ایران است. این فلات با وسعت سه میلیون و هفتصد هزار کیلومترمربع در جنوب غرب آسیا بین دو فرورفتگی خلیج فارس در جنوب و دریای خزر در شمال قرار دارد. مرکز و بخش‌هایی از مشرق و مغرب فلات ایران پوشیده از صحاری خشک است که از لحاظ شدت دما صحرای آفریقا را به خاطر می‌آورد. این پهنه‌های خشک نظیر بیابان نمک دشت کویر، بیابان ماسه‌ای دشت لوت، ریگستان و بیابان سنگ‌ریزه‌ای و ماسه‌ای دشت مارگو در زمره‌ی بایرترین کویرهای جهان هستند.

۳- مواد و روش‌ها

تحلیل روند از مهم‌ترین شیوه‌های آماری است که به‌طور گسترده و فزاینده‌ای برای بررسی و تحلیل اثرات بالقوه‌ی تغییر اقلیم بر روی فراسنج‌های اقلیمی نظیر داده‌های دما، بارش در نقاط مختلف جهان توسط پژوهشگران متعدد استفاده شده است. البته این پژوهش‌ها غالباً به‌صورت ایستگاهی بوده است. واحد پژوهش اقلیمی (CRU)^۴ دانشگاه انگلیسی شرقی (UEA) پایگاه داده‌ای یاخته‌ای^۵ را بنیان نهاده که داده‌های اقلیمی گوناگونی را با تفکیک مکانی نیم‌درجه و در مقیاس ماهانه فراهم می‌کند. داده‌های این مؤسسه به سبب استفاده از داده‌های خام با کیفیت و روش‌های بازکاوی دقیق، از معتبرترین داده‌های در دسترس هستند و بسیاری از پژوهشگران در سراسر جهان از آن‌ها بهره می‌برند. در تهیه‌ی این داده‌ها از اطلاعات ایستگاه‌های همدید زمینی و داده‌های ماهواره‌ای استفاده می‌شود. این داده‌ها برای تمامی جهان تهیه می‌شوند و به سبب حجم بالا، زمان بازکاوی و آماده‌سازی آن‌ها برای انتشار نیز طولانی است. در تحقیق حاضر برای بررسی روند تغییرات دما به‌صورت یاخته‌ای در منطقه‌ی فلات ایران، از داده‌های پایگاه دمایی (CRU) برای سال‌های ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۴ استفاده شد. این پایگاه دمایی خشکی‌های کره‌ی زمین را با تفکیک مکانی 0.5×0.5 درجه طول و عرض جغرافیایی پوشش می‌دهد. داده‌های این پایگاه دمایی در تارنمای این پایگاه به آدرس (<https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/>) با فرمت nc در دسترس است. برای پردازش داده‌های این پایگاه و استخراج آن از توابع داخلی در نرم‌افزار متلب استفاده گردید. به این ترتیب که برای استخراج داده‌ها بر روی ایران تابع `inpolygon` و برای خواندن داده‌ها نیز دستور `ncread` مورد استفاده قرار گرفت. پس از این مرحله دو ماتریس نهایی که عبارت بود از: ماتریس میانگین ماهانه‌ی دمای کمینه و بیشینه بر روی منطقه‌ی فلات ایران ساخته شد. ابعاد هر کدام از این دو ماتریس 24×768 بود که سطرهای آن نماینده‌ی ماه‌ها و ستون‌ها نیز نماینده‌ی یاخته‌های مکانی بود. در ادامه، به کمک برنامه‌نویسی در نرم‌افزار متلب هر یک از ماه‌های سال در آرایه‌های جداگانه آرایش داده شدند و سپس آزمون ناپارامتری من-کندال بر روی داده‌ها به منظور آشکارسازی روند دما به کار بسته شد. مراحل محاسبه‌ی این آزمون به شرح زیر است:

۱. محاسبه اختلاف بین تک تک جملات سری با همدیگر و اعمال تابع علامت^۶ و استخراج پارامتر S به شرح رابطه‌ی

(۱):

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad \text{رابطه‌ی ۱}$$

که در فرمول ۱: n تعداد جملات سری، و x_k و x_j به ترتیب داده‌های Z ام و k ام سری می‌باشند. تابع علامت نیز به شرح رابطه (۲) قابل محاسبه است:

4- Climatic Research Unit

5- pixel

6- sign function

$$\text{sgn}(x_i - x_k) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_i - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_i - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_i - x_k) < 0 \end{cases} \quad \text{رابطه‌ی ۲}$$

۲. محاسبه‌ی پراش توسط یکی از روابط (۳ و ۴) زیر:

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t(t-1)(2t+5)}{18} \quad \text{رابطه‌ی ۳}$$

اگر $n > 10$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad \text{اگر } n \leq 10$$

رابطه‌ی ۴

که n تعداد داده‌ها و m معرف تعداد سری‌هایی است که در آن‌ها حداقل یک داده‌ی تکراری وجود دارد و t نیز بیانگر فراوانی داده‌های با ارزش یکسان است.

۳. استخراج آماره‌ی Z به کمک رابطه‌ی (۵):

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad \text{رابطه‌ی ۵}$$

در یک آزمون دو دامنه جهت روندیابی سری داده‌ها، فرض صفر در صورتی پذیرفته می‌شود که رابطه‌ی (۶) برقرار باشد.

$$|Z| \leq Z_{\alpha/2} \quad \text{رابطه‌ی ۶}$$

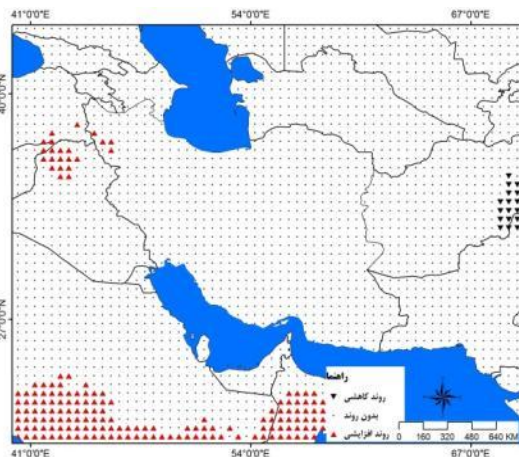
که α سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود و Z_{α} آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی‌دار α است که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، از $\alpha/2$ استفاده شده است. در بررسی حاضر این آزمون برای سطح اعتماد ۹۵٪ به کار گرفته شد. در صورتی که آماره‌ی Z مثبت باشد، روند سری داده‌ها صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می‌شود (Vivekanandan, 2007: 101-113).

۴- بحث و نتایج

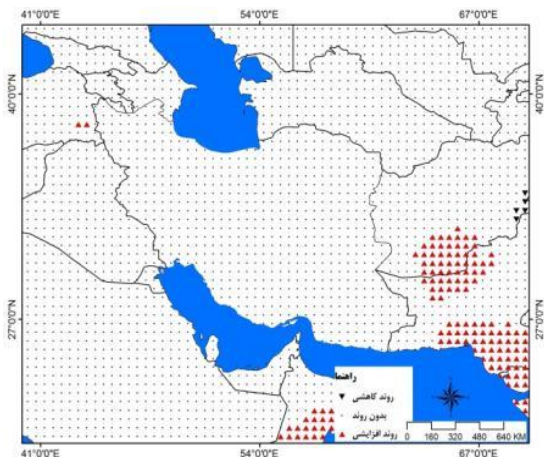
۴-۱- بررسی روند تغییرات دمای بیشینه

بررسی روند تغییرات دمای بیشینه به تفکیک هر ماه نشان می‌دهد در ماه‌های ژانویه و فوریه بسیاری از مناطق فلات ایران فاقد هرگونه روند معنادار است؛ در قسمت‌هایی از جنوب شرق و شرق فلات ایران در ماه ژانویه روند افزایشی دما در ماه ژانویه دیده می‌شود. این در حالی است که در ماه فوریه در بخش‌هایی از شرق فلات ایران بر روی کوه‌های افغانستان روند کاهشی دما دیده می‌شود. در ماه فوریه در بسیاری از بخش‌های جنوبی منطقه شامل کشورهای عربستان و عمان روند افزایشی دما دیده می‌شود. روند افزایشی دما نیز به‌طور محدود بر روی قسمت‌هایی از شمال عراق دیده می‌شود (شکل ۱ و ۲). در ماه ژانویه تنها ۷/۳ درصد از منطقه دارای روندی افزایشی است و ۹۲/۴۵ درصد از منطقه‌ی مورد مطالعه فاقد روند است (جدول ۱). همین وضعیت نیز تقریباً به‌طور مشابه برای ماه فوریه صادق است. در این ماه ۸/۵ درصد از منطقه دارای روندی افزایشی و ۹۰/۶۹ درصد نیز بدون روند است. بررسی تغییرات روند دما در ماه مارس نشان می‌دهد در مقایسه با دو ماه ژانویه و فوریه قلمروهای وسیع‌تری از منطقه‌ی مورد مطالعه در این ماه دارای روندی افزایشی می‌باشند. در این ماه حدود ۲۴ درصد از منطقه‌ی مورد مطالعه دارای روند افزایشی دما است. روند افزایشی دما

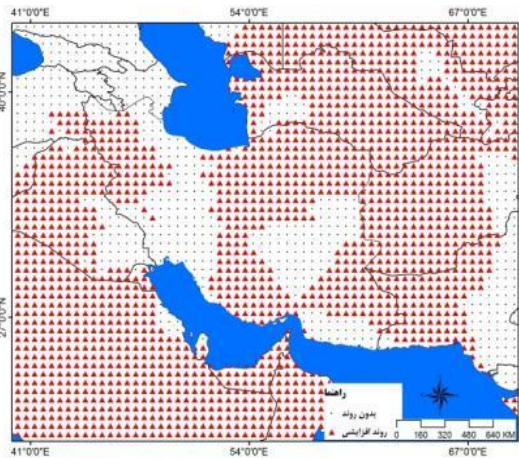
در این ماه عمدتاً بر روی بخش‌های شمالی منطقه دیده می‌شود (شکل ۳ و جدول ۱). بررسی تغییرات روند دما برای ماه آوریل نشان می‌دهد در این ماه نزدیک به ۷۵ درصد از منطقه دارای روندی افزایشی و ۲۵ درصد دیگر فاقد روند معنادار است. نکته‌ی جالبی که در این ماه دیده می‌شود آن است که در هیچ بخشی از منطقه، روند معنادار کاهشی دیده نمی‌شود. در این ماه مناطق شمال غرب و تا حدی قسمت‌های مرکزی منطقه فاقد روند هستند، اما در سایر بخش‌ها روند افزایشی دما دیده می‌شود (شکل ۴ و جدول ۱). بررسی تغییرات روند دما در ماه می نشان می‌دهد در این ماه حدود ۷۷ درصد از منطقه دارای روند افزایشی است و نزدیک به ۲۴ درصد از منطقه نیز فاقد هرگونه روند معنادار است. همانند ماه آوریل در این ماه در هیچ کجای منطقه‌ی مورد مطالعه روند معنادار کاهشی دیده نمی‌شود (شکل ۵ و جدول ۱)؛ اما واکاوی روند تغییرات دما برای ماه ژوئن نشان می‌دهد در این ماه نزدیک به ۸۵ درصد از منطقه‌ی مورد مطالعه دارای روندی افزایشی است؛ حال آنکه تنها نزدیک به ۱۵ درصد از منطقه فاقد هرگونه روند معنادار است. در این ماه هم در هیچ بخشی از منطقه، روند کاهشی دما دیده نمی‌شود (شکل ۶ و جدول ۱). بررسی روند تغییرات دما در ماه ژوئیه نشان می‌دهد در این ماه در نزدیک به ۷۱ درصد از منطقه، روند افزایشی دما مشاهده می‌شود. در نزدیک به ۲۸ درصد از منطقه هم هیچ‌گونه روندی دیده نمی‌شود. در این ماه هم مانند ماه‌های قبلی هیچ‌گونه روند معنادار کاهشی دیده نمی‌شود. در این ماه مناطق شمال غرب، بخش‌هایی از شرق و جنوب شرق منطقه فاقد هرگونه روند معنادار هستند (شکل ۷ و جدول ۱). بررسی روند تغییرات دما در ماه اوت گویای آن است که در این ماه حدود ۶۵ درصد از منطقه دارای روند افزایشی و نزدیک به ۳۳ درصد هم فاقد روند هستند. در این ماه ۱/۵ درصد از منطقه دارای روند کاهشی دما است (شکل ۸ و جدول ۱). بررسی تغییرات دما در ماه سپتامبر نشان می‌دهد در این ماه ۶۵ درصد از منطقه دارای روند افزایشی دما هستند و ۳۴ درصد از گستره‌ی منطقه فاقد هرگونه روند معنادار می‌باشند. در این ماه بخش‌هایی از شرق، شمال غرب و جنوب منطقه، فاقد روند معنادار هستند؛ اما در سایر نقاط، روند افزایش دما مشاهده می‌شود (شکل ۹ و جدول ۱)؛ اما در ماه اکتبر درصد مساحتی از منطقه که دارای روند افزایش دما هستند، نسبت به ماه سپتامبر کاهش قابل توجهی را نشان می‌دهد. در ماه اکتبر حدود ۴۳ درصد از منطقه دارای روند افزایشی و ۵۷ درصد نیز بدون روند معنادار است. در این ماه روند افزایشی دما در بخش‌های شرقی منطقه دیده می‌شود و بخش‌های غربی منطقه فاقد روند معنادار است (شکل ۱۰ و جدول ۱). بررسی روند تغییرات دما برای ماه نوامبر نشان می‌دهد در این ماه تنها حدود ۲۱ درصد از منطقه‌ی مورد مطالعه دارای روند افزایشی دماست که در مقایسه با ماه‌های قبلی کم‌تر است. در این ماه بخش‌هایی از شمال شرق ایران دارای روند افزایش دماست (شکل ۱۱ و جدول ۱). بررسی روند تغییرات دما برای ماه دسامبر نشان می‌دهد در این ماه حدود ۱۲ درصد از منطقه دارای روند افزایشی دماست این در حالی است که حدود ۸۷ درصد از منطقه فاقد هرگونه روند معنادار است. در ماه دسامبر بخش‌هایی از شمال شرق و جنوب غرب ایران دارای روند افزایشی دما می‌باشد (شکل ۱۲ و جدول ۱).



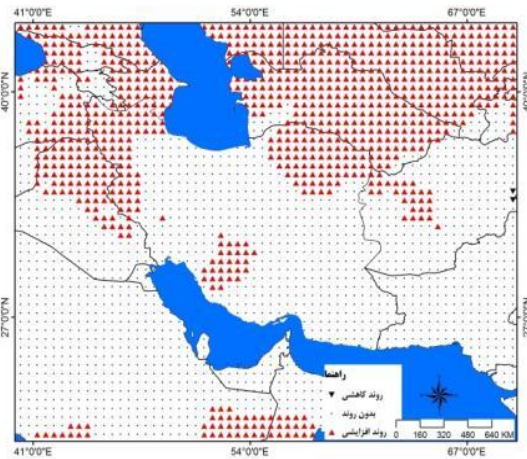
شکل ۲: روند دمای بیشینه‌ی ماه فوریه



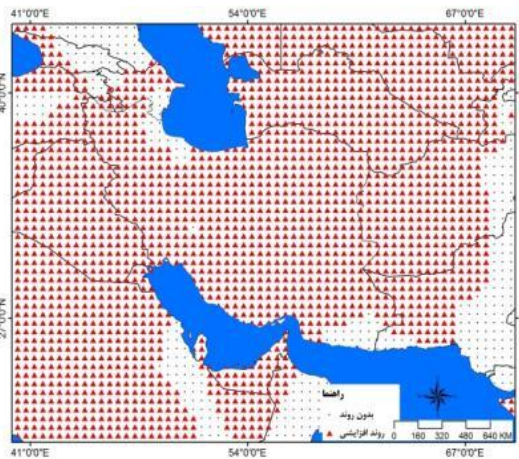
شکل ۱: روند دمای بیشینه‌ی ماه ژانویه



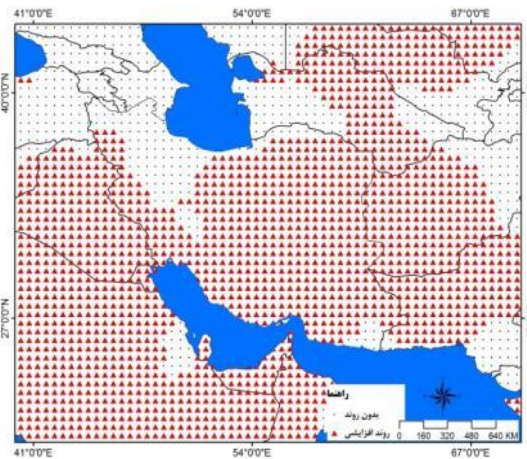
شکل ۴: روند دمای بیشینه‌ی ماه آوریل



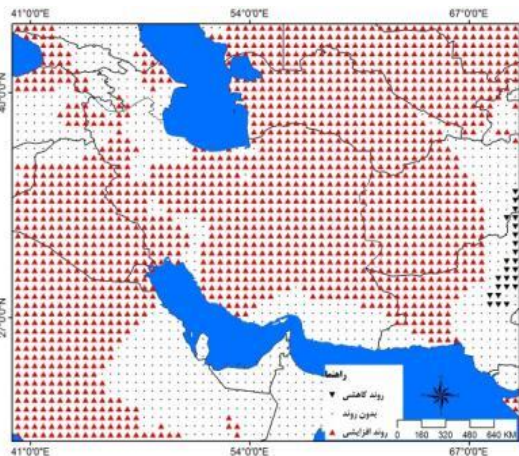
شکل ۳: روند دمای بیشینه‌ی ماه مارس



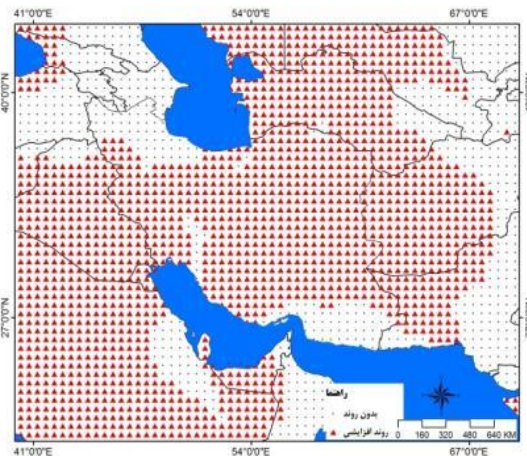
شکل ۶: روند دمای بیشینه‌ی ماه ژوئن



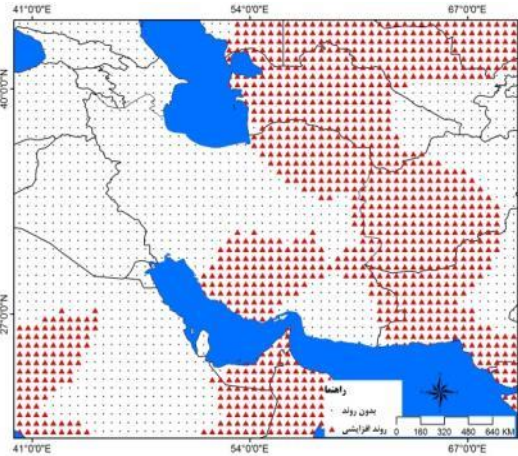
شکل ۵: روند دمای بیشینه‌ی ماه می



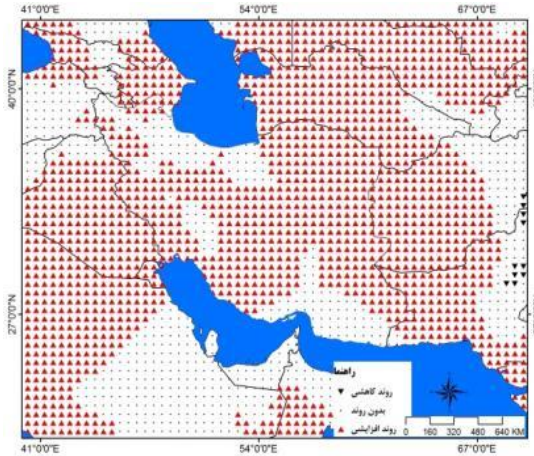
شکل ۸: روند دمای بیشینه‌ی ماه اوت



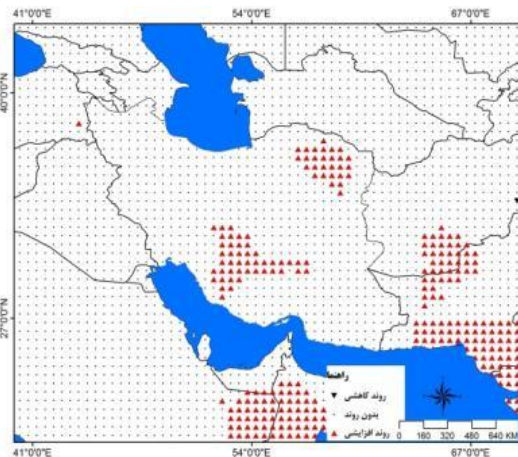
شکل ۷: روند دمای بیشینه‌ی ماه ژوئیه



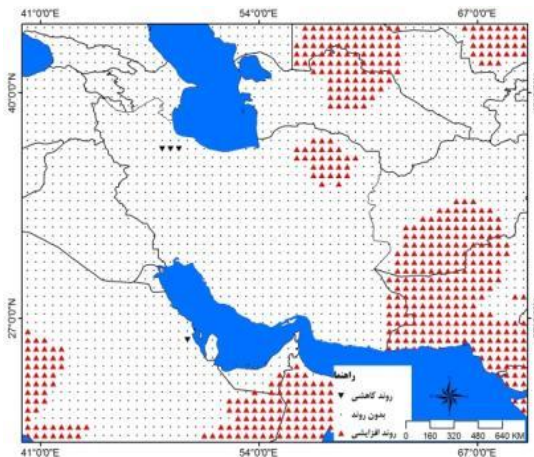
شکل ۱۰: روند دمای بیشینه‌ی ماه اکتبر



شکل ۹: روند دمای بیشینه‌ی ماه سپتامبر



شکل ۱۲: روند دمای بیشینه‌ی ماه دسامبر



شکل ۱۱: روند دمای بیشینه‌ی ماه نوامبر

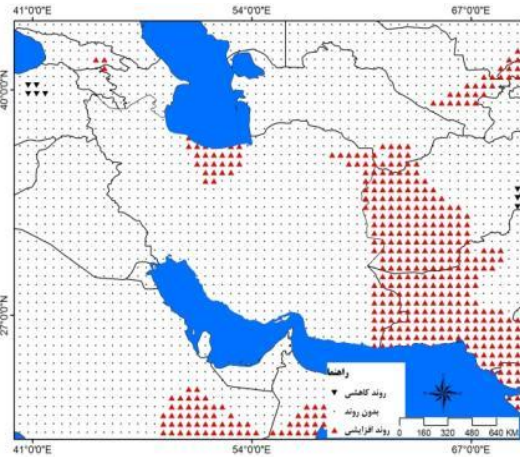
جدول ۱: گستره‌های همراه با روند دمای بیشینه در پهنه‌ی فلات ایران

درصد روند مثبت	درصد روند منفی	درصد بدون روند	ژانویه
۷/۳	۰/۲۴	۹۲/۴۵	ژانویه
۸/۵	۰/۸۱	۹۰/۶۹	فوریه
۲۴/۶۹	۰/۱۰	۷۵/۲۱	مارس
۷۵/۰۲	۰/۰۰	۲۴/۹۸	آوریل
۷۷/۶	۰/۰۰	۲۲/۴	می
۸۴/۷۷	۰/۰۰	۱۵/۲۳	ژوئن
۷۱/۵۴	۰/۰۰	۲۸/۴۶	ژوئیه
۶۵/۷۱	۱/۱۵	۳۳/۱۴	اوت
۶۵/۳۳	۰/۴۸	۳۴/۱۹	سپتامبر
۴۲/۷۹	۰/۰۰	۵۷/۲۱	اکتبر
۲۱/۶۳	۰/۳۸	۷۷/۹۸	نوامبر
۱۲/۹۴	۰/۰۵	۸۷/۰۱	دسامبر

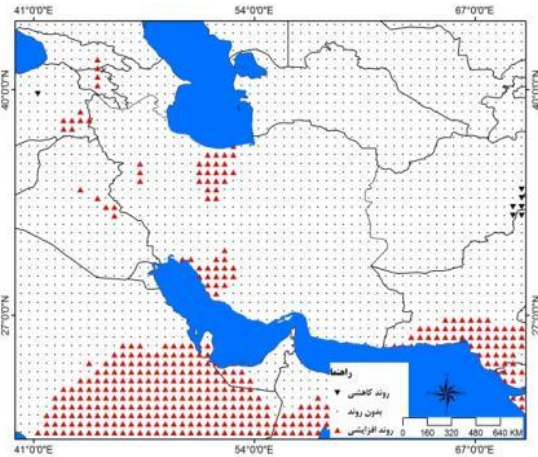
۴-۲- بررسی روند تغییرات دمای کمینه

بررسی روند تغییرات دمای کمینه در ماه ژانویه نشان می‌دهد بر روی کشور ایران، بخش‌هایی از شمال، شمال شرق و جنوب شرق ایران دارای روند افزایش دما هستند (شکل ۱۳). به‌طور کلی در این ماه بخش‌های شرقی فلات ایران دارای روند افزایش دما هستند. در این ماه ۲۰/۹۶ درصد از گستره‌ی منطقه دارای روند افزایش دما و ۷۸/۷۵ درصد نیز فاقد هرگونه روندی است. در این ماه تنها ۰/۲۹ درصد از منطقه فاقد هرگونه روند معنادار است (جدول ۲). در ماه فوریه نیز بسیاری از بخش‌های منطقه فاقد هرگونه روند معناداری است، در این ماه ۸۰/۳۷ درصد از منطقه فاقد روند بوده و روند افزایش دما در ۱۹/۲۹ درصد از منطقه دیده می‌شود. بخش‌هایی از شمال و جنوب ایران هم در این ماه دارای روند افزایش دماست، بیش‌تر روند افزایش دما بر روی مناطق جنوبی منطقه دیده می‌شود (شکل ۱۴ و جدول ۲). روند تغییرات دما در ماه مارس نشان می‌دهد در این ماه بر گستره‌ی مناطقی که دارای روند افزایشی هستند، افزوده شده است، در این ماه بسیاری از بخش‌های شمالی منطقه دارای روند افزایش دما هستند. بخش‌های وسیعی از کشور هم در این ماه روند افزایشی را نشان می‌دهد. در این ماه ۴۳/۳۱ درصد از منطقه دارای روند افزایشی دما می‌باشد؛ این در حالی است که روند کاهش دما تنها در ۰/۰۵ درصد از منطقه مشاهده می‌شود (شکل ۱۵ و جدول ۲). بررسی تغییرات دما در ماه آوریل نشان می‌دهد در این ماه گستره‌ی مناطقی که دارای روند افزایشی هستند، نسبت به ماه‌های قبلی افزایش یافته است؛ به‌گونه‌ای که در این ماه حدود ۸۳ درصد از منطقه افزایش دما را نشان می‌دهد. در این ماه، بخش‌های وسیعی از ایران هم دارای روند افزایشی است، اما در گوشه‌ای از شمال غرب، منطقه‌ی زاگرس مرکزی و بخش‌های کوچکی از جنوب ایران هیچ‌گونه روند معناداری مشاهده نمی‌شود. نکته‌ی جالبی که در مورد این ماه وجود دارد آن است که در این ماه هیچ جایی روند کاهش را از خود نشان نمی‌دهد (شکل ۱۶ و جدول ۲). واکاوی تغییرات دما برای ماه می نشان می‌دهد در این ماه نزدیک به ۹۳ درصد از منطقه دارای روند افزایش دماست. در این ماه مانند ماه قبلی هیچ منطقه‌ای روند کاهش دما را از خود نشان نمی‌دهد. در این ماه تقریباً همه‌ی ایران دارای روند افزایشی دما می‌باشد، اما در بخش‌های شمال غرب و گوشه‌هایی از شمال شرق منطقه هیچ‌گونه روند معناداری دیده نمی‌شود (شکل ۱۷ و جدول ۲). بررسی تغییرات دما در ماه ژوئن نشان می‌دهد که در این ماه نزدیک به ۹۵ درصد از منطقه دارای روند افزایش دما و فقط ۵ درصد از منطقه فاقد هرگونه روند معنادار است. در این ماه هم تقریباً همه‌ی قسمت‌های ایران دارای روند افزایش دماست. در این ماه، بخش‌هایی از مناطق شمال غرب و شرق منطقه فاقد هرگونه روند معناداری هستند (شکل ۱۸ و جدول ۲). تغییرات دما در ماه ژوئیه نشان می‌دهد در این ماه هم مناطق بسیاری از منطقه دارای روند افزایشی دما هستند؛ به‌گونه‌ای که در این ماه نزدیک به ۸۹ درصد از منطقه دارای روند افزایش دما هستند. در این ماه هم هیچ بخشی از منطقه روند کاهش را نشان نمی‌دهد. در این ماه به‌جز بخش‌های کوچکی از جنوب شرق ایران در همه‌ی بخش‌های ایران روند افزایشی دما مشاهده می‌شود. در این ماه، بخش‌هایی از شمال غرب و شرق منطقه فاقد هرگونه روند معناداری هستند (شکل ۱۹ و جدول ۲). واکاوی تغییرات دما برای ماه اوت نشان می‌دهد که در این ماه نزدیک به ۹۰ درصد منطقه دارای روند افزایش دما هستند؛ ۹/۵ درصد از گستره‌ی منطقه هم فاقد هرگونه روندی است. در این ماه تنها بخش‌هایی از زاگرس میانی بدون روند است و در سایر نقاط ایران روند افزایش دما مشاهده می‌شود (شکل ۲۰ و جدول ۲). بررسی تغییرات دما در ماه سپتامبر نشان می‌دهد؛ در این ماه بخش‌هایی از زاگرس میانی و قسمت‌های کوچکی از مناطق جنوبی کشور فاقد هرگونه روندی است. در این ماه حدود ۸۷ درصد از منطقه‌ی دارای روند افزایشی دما هستند (شکل ۲۱ و جدول ۲). واکاوی تغییرات دما برای ماه اکتبر نشان می‌دهد که در این ماه مانند سپتامبر بخش‌هایی از زاگرس میانی، جنوب ایران و گوشه‌هایی از مناطق شمالی ایران فاقد هرگونه روند معنادار می‌باشد. در این ماه حدود ۸۴ درصد از منطقه دارای روند افزایشی و تنها حدود ۱۶ درصد از منطقه‌ی فاقد هرگونه روند معنادار است (شکل ۲۲ و جدول ۲). بررسی تغییرات دما برای ماه نوامبر نشان می‌دهد در این ماه گستره‌ی مناطقی که دارای روند افزایشی دما هستند، نسبت به ماه‌های قبلی کاهش یافته است. در این ماه روند افزایشی دما بیش‌تر در مناطق شرقی و مرکزی ایران دیده می‌شود

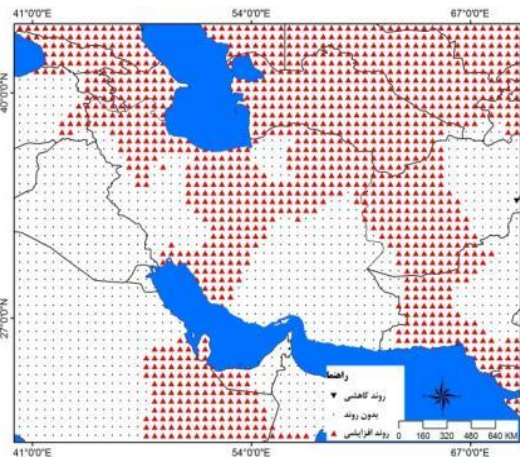
(شکل ۲۳ و جدول ۲). واکاوی تغییرات دما برای ماه دسامبر نشان می‌دهد که در این ماه تنها ۱۹ درصد از منطقه دارای روند افزایشی دما هستند که نسبت به ماه‌های قبلی کاهش بسیاری را نشان می‌دهد. در این ماه بخش‌های جنوبی، شرقی و جنوب شرقی منطقه دارای روند افزایشی دما می‌باشند. در کشور ایران هم بخش‌هایی از شمال شرق، شمال و غرب ایران روند افزایشی را از خود نشان می‌دهند. در این ماه نزدیک به ۸۱ درصد از منطقه فاقد هرگونه روند معنادار است (شکل ۲۴ و جدول ۲).



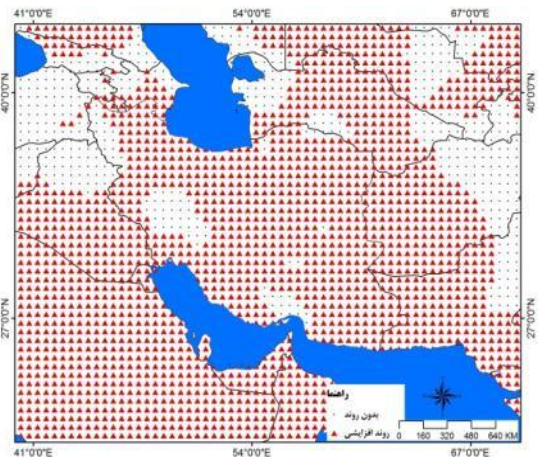
شکل شماره ۱۳: روند دمای کمینه‌ی ماه ژانویه



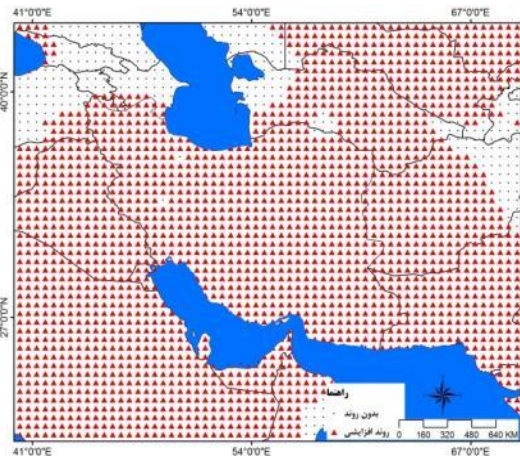
شکل شماره ۱۴: روند دمای کمینه‌ی ماه فوریه



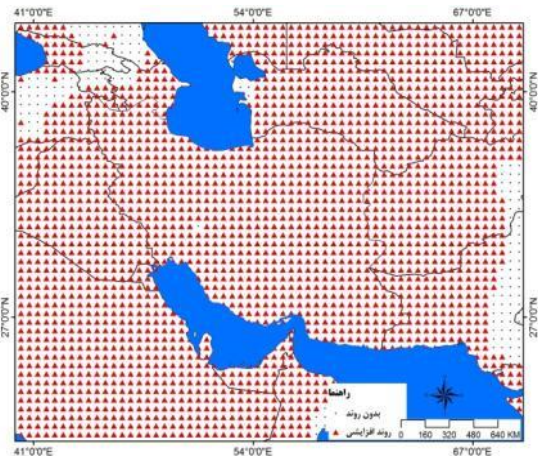
شکل ۱۵: روند دمای کمینه‌ی ماه مارس



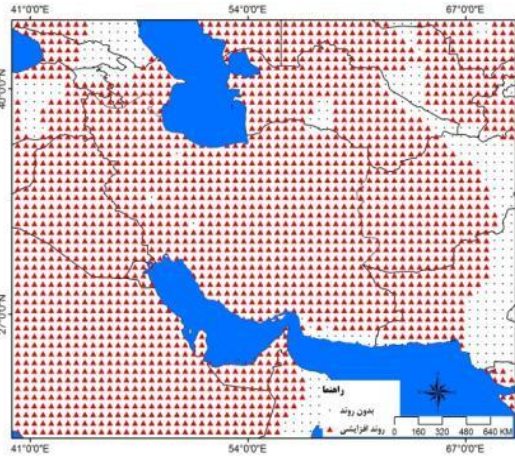
شکل ۱۶: روند دمای کمینه‌ی ماه آوریل



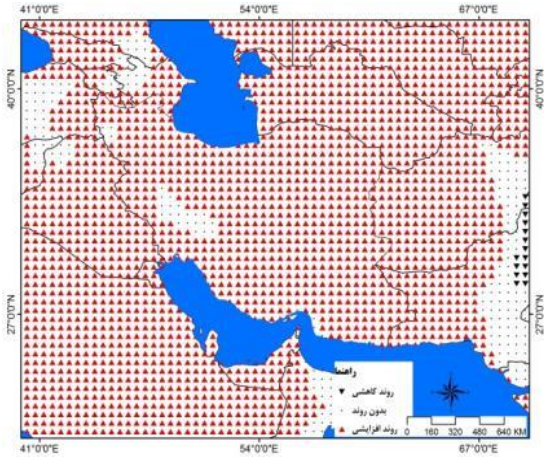
شکل ۱۷: روند دمای کمینه‌ی ماه می



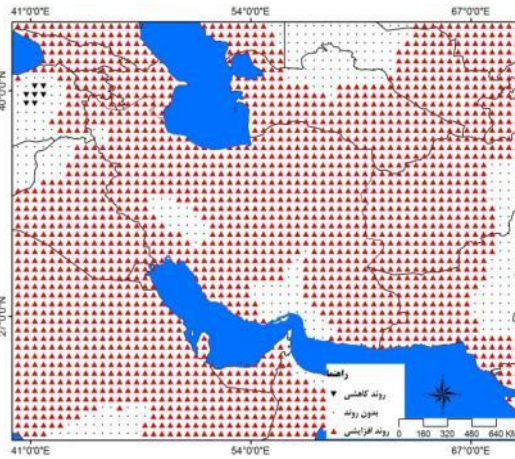
شکل ۱۸: روند دمای کمینه‌ی ماه ژوئن



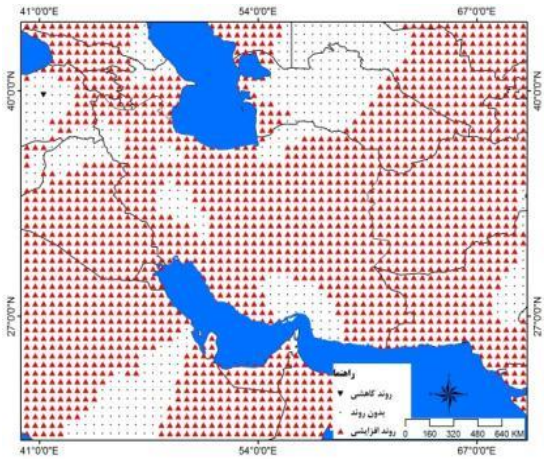
شکل ۱۹: روند دمایی کمینه‌ی ماه ژوئیه



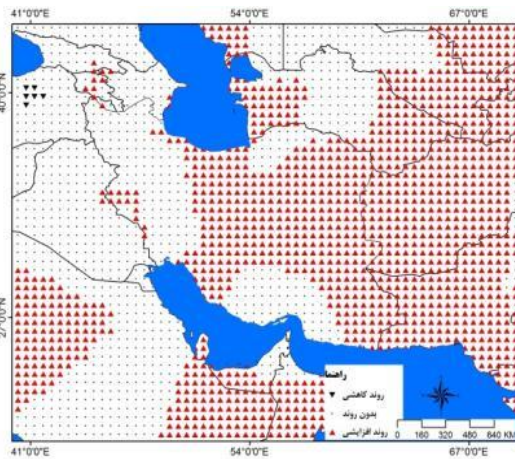
شکل ۲۰: روند دمایی کمینه‌ی ماه اوت



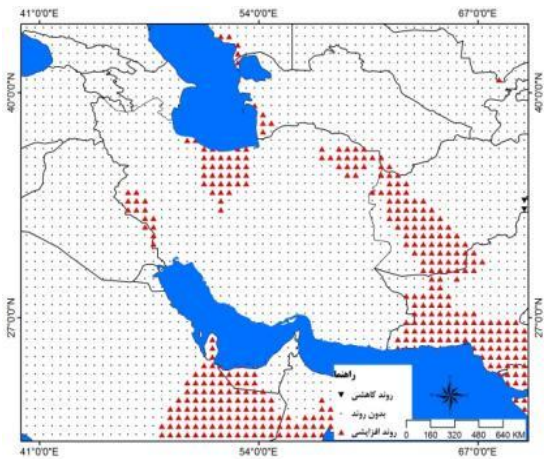
شکل ۲۱: روند دمایی کمینه‌ی ماه سپتامبر



شکل ۲۲: روند دمایی کمینه‌ی ماه اکتبر



شکل ۲۳: روند دمایی کمینه‌ی ماه نوامبر



شکل ۲۴: روند دمایی کمینه‌ی ماه دسامبر

جدول ۲: گستره‌های همراه با روند دمای کمینه در پهنه‌ی فلات ایران

	درصد روند مثبت	درصد روند منفی	درصد بدون روند
ژانویه	۲۰/۹۶	۰/۲۹	۷۸/۷۵
فوریه	۱۹/۲۹	۰/۳۳	۸۰/۳۷
مارس	۴۳/۳۱	۰/۰۵	۵۶/۶۴
آوریل	۸۳/۲۴	۰/۰۰	۱۶/۷۶
می	۹۲/۷۴	۰/۰۰	۷/۲۶
ژوئن	۹۴/۹۴	۰/۰۰	۵/۰۶
ژوئیه	۸۸/۴۹	۰/۰۰	۱۱/۵۱
اوت	۸۹/۷۸	۰/۷۲	۹/۵۰
سپتامبر	۸۷/۳۹	۰/۲۹	۱۲/۳۲
اکتبر	۸۴/۲۹	۰/۰۵	۱۵/۶۶
نوامبر	۶۰/۵۵	۰/۱۹	۳۹/۲۶
دسامبر	۱۹/۱۵	۰/۱۰	۸۰/۷۵

۵- نتیجه‌گیری

اساساً به دلیل اهمیت و تأثیر دما بر شرایط محیطی و نقش آن در برنامه‌ریزی‌های مبتنی بر دانسته‌های اقلیمی، واکاوی روند دما در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف ضرورتی انکارناپذیر است. وردش‌های دمایی در فلات ایران در کنار موقعیت جنب‌حاره‌ای نیز نیاز به پژوهش‌های بیش‌تر این سنج‌های اقلیمی را دوجندان می‌کند. در این ارتباط، روش‌های آماری و از جمله تحلیل روند ابزارهایی سودمند برای درک و ارزیابی رفتار این نهاده‌ی مهم اقلیمی در این قلمرو جغرافیایی به‌شمار می‌آیند. هدف از تحقیق حاضر بررسی تغییرات دمای کمینه و بیشینه بر روی منطقه‌ی فلات ایران می‌باشد. برای این منظور از آنجایی که مهم‌ترین گام در هر پژوهش اقلیمی، دسترسی به داده‌های به‌هنگام بلندمدت و با کیفیت بالاست؛ از داده‌های ماهانه‌ی دمای کمینه و بیشینه‌ی پایگاه داده‌ی شبکه‌ای CRU برای دوره‌ی زمانی ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۴ استفاده شد. بهره‌گیری از این داده‌های خوش‌تفکیک و با کیفیت و ثبات بالا که حاصل بازکاوی‌های دقیق جوی و منتج از منابع مختلف می‌باشد، از امتیازات پژوهش حاضر است. در ادامه، برای بررسی روند دما در پهنه‌ی مطالعاتی از آزمون ناپارامتری من-کندال استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد در همه‌ی ماه‌های سال روند افزایشی دما در منطقه دیده می‌شود، اما این روند در ماه‌های گرم سال نسبت به ماه‌های سرد از نمود بسیار بالاتری برخوردار است؛ به‌گونه‌ای که در ماه‌های تابستانی بیش از ۹۰ درصد از منطقه دارای روند افزایش دمای کمینه می‌باشد. در عین حال، در ماه‌های گرم سال در ۸۵-۶۵ درصد از قلمرو مطالعاتی نیز روند افزایشی دمای بیشینه، نمودی کاملاً آشکار دارد. در ماه‌های گرم سال محدوده‌ی مطالعاتی تحت سیطره و استیلای پرفشار جنب حاره‌ای آזור است که موجب حاکمیت هوایی گرم و خشک بر فلات ایران می‌شود. با استقرار پرفشار آזור، گرمایش بی‌دررو، پایداری هوا و افزایش تابش‌های کوتاه دریافتی گرمایش شدیدی را در سطح فلات ایران پدید می‌آورد. به‌عبارت‌دیگر، در این ماه‌ها برقراری شرایط پایدار جوی ناشی از استقرار این پرفشار ارتفاع‌دینامیکی و فقر ابرناکی بر پهنه مطالعاتی از یک‌سو به نفع افزایش تابش‌های کوتاه ورودی است و از این طریق جو را گرم می‌کند و از دیگر سو، این گرمایش دینامیکی اثر گرمایش تابشی را تقویت می‌نماید. از این گذشته در حالت استقرار پایداری دینامیکی انباشت بخار آب در لایه‌های پایین جو موجب تقویت اثر گلخانه‌ای و سرانجام تشدید گرمایش هوا می‌گردد. در ماه‌های آوریل، می، ژوئن و ژوئیه در هیچ بخشی از منطقه روند کاهشی دما دیده نمی‌شود. در ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر هم کم‌ترین گستره‌ی روند افزایش دما دیده می‌شود. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد دما به‌عنوان یکی از پارامترهای حساس اقلیمی دارای

روندی افزایشی نه فقط در ایران، بلکه در پهنه‌ی فلات ایران است. این موضوع با پژوهش‌های مسعودیان (۱۳۸۳) که معتقد به آهنگ افزایشی دما در سده‌ی گذشته ایران است و علیجانی و همکاران (۱۳۹۰) که روند تغییرات دماهای حداکثری و حداقلی را در گستره‌ی ایران طی دوره‌ی ۲۰۰۸-۱۹۶۸ آشکار ساختند، مطابقت دارد. بدین ترتیب، روند افزایشی دما همراه با کاهش بارش در سال‌های اخیر زنگ خطری جدی برای ساکنین این فلات مهم و ازجمله ایران به حساب می‌آید. درعین حال، این موضوع با توجه به پژوهش حلبیان (۱۳۹۵) مبنی بر روند معنادار و کاهش بارش در این گستره جغرافیایی در دهه‌های اخیر می‌تواند پیامدهای سوء را به دنبال داشته باشد. به نظر می‌رسد یافته‌های این پژوهش شواهد محکمی بر رخنمود الگوی قاره‌ای و گرمایش حاکم بر گستره‌ی فلات ایران است.

۶- منابع

۱. اکبری، طیبه، مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۸). شناسایی رژیم دمایی و پهنه‌بندی نواحی دمایی ایران، مجله‌ی جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره‌ی ۳۳، صص ۷۴-۵۹.
 ۲. حجازی‌زاده زهرا، پروین، نادر (۱۳۸۸). بررسی تغییرات دما و بارش تهران طی نیم‌قرن اخیر، مجله‌ی جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، شماره‌ی ۱، صص ۴۳-۵۶.
 ۳. حلبیان، امیرحسین (۱۳۹۵). ارزیابی تغییرات مکانی و زمانی بارش در ایران، مجله‌ی مهندسی اکوسیستم بیابان، شماره‌ی ۱۳، صص ۱۱۶-۱۰۱.
 ۴. رسولی، علی‌اکبر (۱۳۸۱). تحلیل مقدماتی سری‌های زمانی دمای هوای شهر تبریز، نشریه‌ی نیوار، شماره‌ی ۴۷-۴۶، صص ۲۶-۷.
 ۵. شیرمحمدی، سهیلا (۱۳۹۱). بررسی و مدل‌سازی سری‌های زمانی دمای زنجان (۲۰۰۵-۱۹۵۱)، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی ۱۰۷، صص ۵۸-۳۳.
 ۶. عزیز، قاسم، کریمی احمدآباد مصطفی، سبک‌خیز، زهرا (۱۳۸۳). روند دمایی چند دهه‌ی اخیر ایران و افزایش CO₂ جو، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره‌ی ۴، صص ۴۵-۲۷.
 ۷. عساکره، حسین (۱۳۸۶). کاربرد رگرسیون خطی در تحلیل روند دمای سالانه تبریز، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی ۸۷، صص ۲۶-۳.
 ۸. علیجانی، بهلول، محمودی، پیمان، سلیقه، محمد، ریگی چاهی، الله بخش (۱۳۹۰). بررسی تغییرات کمینه‌ها و بیشینه‌های سالانه دما در ایران، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی ۱۰۲، صص ۱۲۲-۱۰۱.
 ۹. غیور، حسنعلی، منتظری، مجید (۱۳۸۳). پهنه‌بندی رژیم‌های دمایی ایران با مؤلفه‌های مینا و تحلیل خوشه‌ای، جغرافیا و توسعه، شماره‌ی ۴، صص ۳۴-۲۱.
 ۱۰. کویانی، محمدرضا، عساکره، حسین (۱۳۸۰). بررسی و مدل‌سازی روند دما طی سده گذشته (مطالعه‌ی موردی: ایستگاه جاسک)، مجله‌ی دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی اصفهان، شماره‌ی ۲۷-۲۶، صص ۳۸-۱۹.
 ۱۱. محمدی، بختیار (۱۳۹۲). تحلیل روند سالانه آستانه‌های بارش سنگین ایران، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی ۱۰۸، صص ۱۷۶-۱۶۳.
 ۱۲. مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۳). بررسی روند دمای ایران در نیم‌سده‌ی گذشته، جغرافیا و توسعه، شماره‌ی ۲، صص ۱۰۶-۸۹.
 ۱۳. مسعودیان، سید ابوالفضل، دارند، محمد (۱۳۸۹). شناسایی و پهنه‌بندی نواحی دمای فرین سرد ایران، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، شماره‌ی ۱، صص ۵۴-۴۳.
 ۱۴. مسعودیان، سید ابوالفضل، زینالی، حمیده، حجتی‌زاده، رحیم (۱۳۸۷). نواحی دمایی ایران، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی ۸۹، صص ۱۸-۳.
 ۱۵. منتظری، مجید (۱۳۹۰). شناسایی فصول دمایی ایران به روش تحلیل خوشه‌ای، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی ۱۰۱، صص ۱۹۸-۱۷۳.
16. Arora, M., Goel, N. K., & Singh, P. (2005). 57. Evaluation of Temperature Trends over India. Water and Energy Abstracts, Volume 15, Issue 2, pp 21-21.

17. Bani-Domi, M. (2005). Trend analysis of temperatures and precipitation in Jordan. *Umm Al-Qura University Journal of Educational, Social Sciences & Humanities*, Volume 17(1), pp 15-36.
18. Chaouche, K., Neppel, L., Dieulin, C., Pujol, N., Ladouche, B., Martin, E., Caballero, Y. (2010). Analyses of precipitation, temperature and evapotranspiration in a French Mediterranean region in the context of climate change. *Comptes Rendus Geoscience*, Volume 342(3), pp 234-243.
19. Cordero, E. C., Kessomkiat, W., Abatzoglou, J., & Mauget, S. A. (2011). The identification of distinct patterns in California temperature trends. *Climatic change*, Volume 108(1-2), pp 357-382.
20. Dhorde, A., & Gadgil, A. S. (2009). Long-term temperature trends at four largest cities of India during the twentieth century. *J. Indian Geophys. Union*, Volume 13(2), pp 85-97.
21. Feidas, H., Makrogiannis, T., & Bora-Senta, E. (2004). Trend analysis of air temperature time series in Greece and their relationship with circulation using surface and satellite data: 1955–2001. *Theoretical and Applied Climatology*, Volume 79(3-4), pp 185-208.
22. Gandomkar, A., Chafi, P. S., & Amani, A. R. (2011). Analysis of Precipitation and Temperature Trends in Sefid-Roud Basin. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering*, Volume 5(11), pp 723-727.
23. LaDochy, S., Medina, R., & Patzert, W. (2007). Recent California climate variability: spatial and temporal patterns in temperature trends. *Climate research*, Volume 33(2), pp 159-169.
24. Makokha, G. L., & Shisanya, C. A. (2010). Trends in mean annual minimum and maximum near surface temperature in Nairobi City, Kenya. *Advances in Meteorology*, 2010.
25. Nayak, S., & Mandal, M. (2012). Impact of land-use and land-cover changes on temperature trends over Western India. *Current Science*, pp 1166-1173.
26. Safari, B. (2012). Trend analysis of the mean annual temperature in Rwanda during the last fifty-two years. *Journal of Environmental Protection*, Volume 3(6), pp 538.
27. Toros, H. (2012). Spatio-temporal variation of daily extreme temperatures over Turkey. *International Journal of Climatology*, Volume 32(7), pp 1047-1055.
28. Türkeş, M., Sümer, U. M., & Kiliç, G. (1995). Variations and trends in annual mean air temperatures in Turkey with respect to climatic variability. *International Journal of Climatology*, Volume 15(5), pp 557-569.
29. Vivekanandan, N. (2007, July). Analysis of Trend in Rainfall Using Non-Parametric Statistical Methods. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 923, No. 1, pp. 101-113). AIP.
30. Willett, H. C. (1950). Temperature trends of the past century. In *Centenary Proceedings of the Royal Meteorological Society* (Vol. 195).
31. Yue, S., & Hashino, M. (2003). Temperature trends in Japan: 1900–1996. *Theoretical and Applied Climatology*, Volume 75(1-2), pp 15-27.