

بررسی روند تغییرات زمانی - مکانی دمای شبانه استان اصفهان

چکیده

در پژوهش حاضر، روند تغییرات زمانی - مکانی دمای شبانه طی نیم قرن اخیر در استان اصفهان، با هدف آشکارسازی تغییرات دمایی، شناسایی ناهنجاری دمایی و مقایسه دو روش یاخته ای و ایستگاهی مورد بررسی قرار گرفته است. براین اساس داده های میانگین دمای حداقل ماهانه و سالانه ۲۱ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی در داخل و خارج استان طی دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۶۱ مورد استفاده قرار گرفت. برای اطمینان از ناهنجار بودن داده ها از نرم افزارهای NCSS و مینی تب و همچنین جهت شناسایی همگنی داده ها از آزمون های توالی، کالموگورف اسمیرنوف و کای اسکور استفاده شد. در روش ایستگاهی داده های مفقود به روش واسطه یابی و توسط نرم افزار سرفر بازسازی شد و با برنامه نویسی در نرم افزار سرفر داده های ایستگاهی به داده های یاخته ای با ابعاد 5×5 کیلومتر تبدیل شد. سپس در ماتریسی با ابعاد 600×4260 قرار گرفته و روند هر یک از یاخته ها توسط نرم افزار مت لب با استفاده از آزمون آماری - گرافیکی من- کندال در سطح معنی داری ۹۵ درصد در مقیاس ماهانه و سالانه محاسبه و تغییرات روند داده ها شناسایی و نوع و زمان آنها شناسایی گردید. نتایج حاصل شده، بیانگر آن است که در تمام ماه های سال روند افزایشی دمای حداقل نسبت به روند کاهشی حاکمیت داشته، به طوری که در روش یاخته ای در هر ماه بیش از ۴۱ درصد و در روش ایستگاهی در هر ماه بیش از ۱۲/۵ درصد از مساحت استان را فرا گرفته است. از نظر گستردگی مکانی هم در مناطق کم ارتفاع واقع در شرق استان روند افزایشی نمود بیشتری داشته است. با توجه به نمودار ترسیم شده و معادله خط برازش، دمای شبانه این استان دارای سیر صعودی و در هر سال 0.052 و در طول نیم قرن اخیر $2/6$ درجه سانتی گراد افزایش داشته است.

واژه های کلیدی: استان اصفهان، تغییرات زمانی - مکانی، روند، دمای شبانه، من - کندال.

مقدمه

تحلیل روند، از جمله مهم ترین روش های آماری است که به طور گسترده برای ارزیابی اثرات بالقوه تغییر اقلیم بر روی سری های زمانی هیدرولوژیکی مانند سری های مشاهداتی دما، بارش و سایر عناصر در نقاط مختلف جهان توسط محققین استفاده شده و اغلب تحقیقات آنها نیز به صورت ایستگاهی (نقطه ای) می باشد. گرمایش جهانی، ذوب شدن یخچال های قطبی، افزایش سطح آب دریاچه ها و پدیده هایی نظیر آن باعث شده تا در سال های اخیر مبحث تغییر اقلیم مورد توجه خاص محققان و اندیشمندان قرار گیرد و در رابطه با آن مطالعات فراوانی انجام دهند. از جمله: استافورد^۱ و همکاران

¹- Stafford

(۲۰۰۰، ۳۶)، دمای شبانه، روزانه و شبانه روزی ۲۵ ایستگاه در آلاسکا را بررسی و نشان دادند، در تمام ایستگاه‌ها دما روند افزایشی داشته است. یو^۱ و همکاران (۲۰۰۳، ۱۵)، روند دمای ماهانه، فصلی و سالانه ژاپن را در صد سال گذشته بررسی و به این نتیجه رسیدند که دمای سالانه ۴۶ ایستگاه بین ۰/۵۱ تا ۲/۷۷ درجه افزایش داشته است. نتایج تحقیق فیسچر^۲ و همکاران (۲۰۱۰، ۱)، در مطالعه روندهای دما و بارش در حوضه رودخانه ژوجیانگ^۳ در جنوب چین در دماهای سالانه و دوره‌های گرم روندهای معنی دار مثبت و در مقابل در داده‌های بارش و دوره‌های سرد روندهای منفی مشاهده شده است. ژی لی^۴ و همکاران (۲۰۱۰، ۹۲)، در بررسی روندهای زمانی و مکانی حداکثر دما و بارش لوئیس پلتیو^۵ چین به این نتیجه رسیدند که پیشگیری‌های اثرات سازگاری و ناسازگاری دما و بارش برای توسعه کشاورزی باید ادامه داشته باشد. چاوشی^۶ و همکاران (۲۰۱۰، ۲۳۴)، در تحلیل بارش، دما و تبخیر و تعرق در ناحیه مدیترانه فرانسه به این نتیجه دست یافتند که دمای ماهانه در سرتاسر ژوئن و در فصل بهار افزایش داشته است. نتایج بررسی‌های ورجنی^۷ و تودیسکو^۸ (۲۰۱۱، ۳۰۱)، در بررسی تغییرات بارش و دما در ایتالای مرکزی، روندهای معنی داری در دمای حداقل و حداکثر و روندهای افزایشی در میانگین دما مشاهده شده است. مسعودیان (۱۳۸۳)، در بررسی روند دمای ایران در نیم سده گذشته به این نتیجه دست یافت که دمای شبانه، روزانه و شبانه روزی ایران به ترتیب با آهنگ حدود سه، یک و دو درجه در هر صد سال افزایش داشته است. نتایج تحقیق شیر غلامی و قهرمان (۱۳۸۴)، در بررسی روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران نشان داد که در ۵۹ درصد ایستگاه‌ها تغییرات دما دارای روند مثبت و در ۴۱ درصد ایستگاه‌ها دارای روند منفی می‌باشند. ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۴)، در بررسی تغییر دما در دشت مشهد به این نتیجه دست یافتند که روند تغییرات در اغلب ماه‌ها مثبت و افزایشی است. بخشی و بیرویدیان (۱۳۸۶، ۷۲)، عزیزی و روشنی (۱۳۸۷، ۱۳)، عزیزی و همکاران (۱۳۸۷، ۱۹)، پروین و ساکی (۱۳۸۸)، مدرسی و همکاران (۱۳۸۸، ۴۷۶)، طاوسی و همکاران (۱۳۸۹)، جهانبخش و همکاران (۱۳۸۹)، ظهرابی و همکاران (۱۳۸۹)، جهانبخش و همکاران (۱۳۸۹)، فرج زاده و همکاران (۱۳۸۹)، سی سی پور و همکاران (۱۳۸۹) نیز پژوهش‌هایی در این زمینه انجام داده‌اند.

در این پژوهش نیز سعی بر آن شده تا روند تغییر زمانی - مکانی دمای شبانه استان اصفهان به دو شیوه یاخته‌ای و ایستگاهی مورد بررسی قرار گیرد. در همین راستا فرضیه‌ای که مد نظر می‌باشد عبارت است از:

دمای شبانه استان اصفهان طی نیم قرن اخیر روند صعودی داشته است.

داده‌ها و روش پژوهش

استان اصفهان با مساحت ۱۰۷۰۴۴/۲۹۱ کیلومتر مربع، حدود ۶/۲۵ از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده و بین ۳۰ درجه و ۴ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است. در این پژوهش از آمار میانگین دمای حداقل ماهانه ۱۸ ایستگاه سینوپتیک و ۸ ایستگاه کليما تولوژی با پراکندگی مناسب در داخل استان و ۴ ایستگاه سینوپتیک و ۱ ایستگاه کليما تولوژی جهت پوشش

1- Yue

2- Fischer

3- Zhujiang

4- Zhi Li

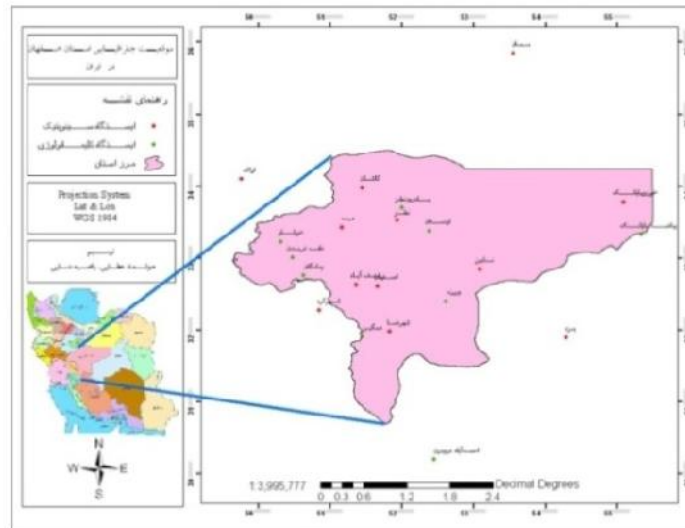
5- Loess Plateau

6- Chaouche

7- Vergni

8- Todisco

مناسب و دقت بیشتر محاسبات در خارج استان بهره گرفته شد (شکل ۱). به دلیل نیاز به دوره آماری طولانی مدت در مطالعات تغییر اقلیم، بازه زمانی مورد استفاده در این تحقیق یک دوره ۵۰ ساله طی سال‌های (۲۰۱۰-۱۹۶۱) انتخاب شد. ابتدا داده‌های مورد مطالعه جهت سنجش نرمال بودن توسط نرم افزارهای NCSS و مینی تب^۱ مورد سنجش قرار گرفت و با توجه به غیر نرمال بودن داده‌ها آزمون ناپارامتری من - کندال جهت تعیین روند آنها انتخاب شد. جهت اطمینان از همگن بودن داده‌ها آزمون‌های توالی^۲، کالموگورف - اسمیرنوف^۳ و کای اسکور^۴ مورد استفاده قرار گرفت. داده‌ها در ماتریسی به ابعاد 600×21 چیدمان شده، سپس به وسیله برنامه نویسی در نرم افزار سرفر^۵ داده‌های ایستگاهی به داده‌های یاخته‌ای با ابعاد 5×5 کیلومتر تبدیل شد. برای حصول اطمینان از صحت ابعاد یاخته‌ها آزمون گرافیکی تثبیت و کاهش نوسان میانگین پهنه‌ای حداقل دما در نرم افزار سرفر مورد استفاده قرار گرفت، به طوری که ابعاد کوچکتر از ۵ کیلومتر یاخته‌ای دارای نوسان و در ابعاد بزرگ‌تر از ۵ کیلومتر دامنه تغییرات نمودار کاهش یافت؛ لذا ابعاد ۵ کیلومتری برای محدوده مورد مطالعه مناسب شناخته شد. در ادامه یاخته‌ها در ماتریسی با ابعاد 600×4260 چیدمان شدند، به طوری که بر روی سطرها مکان‌ها (یاخته‌ها) و بر روی ستون‌ها زمان‌ها قرار گرفتند. سپس روند هر یک از یاخته‌ها (۲۵ کیلومتر مربع) توسط نرم افزار مت لب^۶ با استفاده از آزمون آماری - گرافیکی من - کندال در سطح معنی داری ۹۵ درصد در مقیاس ماهانه و سالانه محاسبه و پهنه بندی آنها توسط نرم افزار ArcGis صورت گرفت. در روش ایستگاهی قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، داده‌های مفقود به روش واسطه یابی^۷ به روش کریگینگ^۸ توسط نرم افزار سرفر مورد بازسازی قرار گرفت. سپس روند آنها با استفاده از آزمون من - کندال در سطح معنی داری ۹۵ درصد بررسی و پهنه بندی‌های آنها انجام پذیرفت. در نهایت تغییرات داده‌ها شناسایی و نوع و زمان آنها مشخص گردید.



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

^۱- MINITAB

^۲- Runs Test

^۳-Kolmogorov-Smirnov Test

^۴-Chi-Square Test

^۵- SURFER

^۶- MATLAB

^۷- Interpolation

^۸-Kriging

آزمون آماری - گرافیکی من - کندال

این آزمون برای تعیین تصادفی بودن و روند در سری‌ها استفاده می‌شود. در صورت وجود روند، داده‌ها غیر تصادفی بوده و برای تعیین تصادفی بودن داده‌ها از رابطه (۱) استفاده می‌شود (فرج زاده و همکاران، ۱۳۸۹).

$$T = \frac{4P}{N(N-1)} - 1 \quad \text{رابطه (۱)}$$

T: آماره من کندال و P: مجموع تعداد رتبه‌های بزرگ‌تر از ردیف n_i که بعد از آن قرار می‌گیرند و از رابطه (۲) به دست می‌آید:

$$p = \sum_{i=1}^{N-1} ni \quad \text{رابطه (۲)}$$

این آماره برای $N > 10$ به توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس $\frac{4N+10}{9N(N-1)}$ شبیه است. بنابراین آزمون معنی داری آن از رابطه (۳) قابل محاسبه می‌باشد:

$$(T)_i = \pm tg \sqrt{\frac{4N+10}{9N(N-1)}} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه tg : برابر با مقدار بحرانی توزیع نرمال استاندارد (z) براساس احتمال ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ می‌باشد. در صورت اعمال این مقدار، $(T)_i$ در این تحقیق برابر ± 0.19 می‌شود. حال با توجه به مقدار بحرانی به دست آمده، اگر $(T)_i > T$ یعنی $(T)_i > 0.19$ باشد، هیچ گونه روند مهمی در سری‌ها مشاهده نمی‌شود و سری‌ها تصادفی هستند و اگر $(T)_i < -T$ یعنی $(T)_i < -0.19$ شد، روند منفی در سری‌ها و اگر $(T)_i > T$ یعنی $(T)_i > 0.19$ باشد، روند مثبت در سری‌ها غالب خواهد بود. جهت شناسایی روندهای جزئی و کوتاه مدت، نقاط جهش و نقاط شروع روند سری‌های زمانی از نمودار سری زمانی بر حسب مقادیر ui و ui' استفاده می‌گردد. برای ترسیم نمودار سری زمانی مقادیر متوالی، آماره‌های ui و ui' با استفاده از آزمون من کندال محاسبه گردید. مراحل محاسبه این آماره‌ها به قرار زیر است:

۱- داده‌ها به ترتیب وقوع ردیف می‌شوند و ترتیب زمانی داده‌ها را n در نظر می‌گیریم (علیزاده، ۱۳۸۶).

۲- داده‌ها رتبه بندی می‌شوند که برای این منظور از آماره T (نسبت رتبه I به رتبه‌های ما قبل) استفاده می‌شود.

۳- امید ریاضی E_i ، واریانس V_i و شاخص من - کندال U_i براساس رابطه‌های زیر محاسبه می‌شوند:

$$E_i = ni(ni - 1) / 4 \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$V_i = ni (ni - 1) (2ni + 5) / 72 \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$U_i = (\sum ti - E_i) / \sqrt{V_i} \quad \text{رابطه (۶)}$$

در روابط فوق، ni ترتیب زمانی داده‌ها می‌باشد. این شاخص دارای توزیع نرمال است؛ لذا جهت شناسایی معنی دار بودن از جدول منحنی استفاده می‌شود. برای بررسی تغییرات باید شاخص ui' نیز محاسبه شود، مراحل محاسبه ui' بدین شرح است:

۱- داده‌ها رتبه بندی می‌شوند که برای این منظور از آماره T (نسبت رتبه I به رتبه‌های بعد) استفاده می‌شود.

۲- امید ریاضی E_i' ، واریانس V_i' و شاخص U_i' از رابطه‌های زیر محاسبه می‌شود:

$$E_i' = [N - (ni - 1)](N - ni) / 4 \quad \text{رابطه (۷)}$$

$$V_i' = [N - (ni - 1)](N - ni)[2(N - (ni - 1))] + 5 / 72 \quad \text{رابطه (۸)}$$

رابطه ۹)

$$U i' = -(\sum ti' - E i') / \sqrt{V i'}$$

در روابط فوق، N تعداد سال‌های آماری مورد استفاده می‌باشد. در این روش مقادیر متوالی از مقدار $U i'$ و $U i'$ حاصله از آزمون من- کندال به صورت گرافیکی نمایش داده می‌شود. محل تلاقی شاخص $U i'$ و $U i'$ با محدوده ۹۵ درصد اطمینان نشان دهنده تغییرات سری زمانی بوده و رفتار $U i'$ بعد از محل تلاقی، وضعیت روند (کاهشی یا افزایشی) سری را نشان می‌دهد (گوسنز و برگر^۱، ۱۹۸۶، ۳۸۵). زمانی که روند معنی داری در داده‌ها وجود داشته باشد، خطوط $U i'$ و $U i'$ همدیگر را قطع می‌کنند (عزیزی و روشنی، ۱۳۸۷، ۱۳). اگر مقادیر $U i'$ و $U i'$ از منحنی‌ها چندین بار روی هم قرار بگیرند، روند یا تغییری وجود نخواهد داشت، ولی در جایی که همدیگر را قطع می‌کنند. منحنی‌ها محل شروع روند یا تغییرات را به صورت تقریبی به نمایش می‌گذارند. اگر منحنی‌ها همدیگر را در داخل محدوده $(\pm 1/96)$ قطع کنند، نشانه زمان آغاز تغییر ناگهانی و در صورتی که خارج از محدوده بحرانی همدیگر را قطع کنند، بیانگر وجود روند معنی دار در سری زمانی است. عدم تلاقی دو شاخص، معرف عدم روند سری می‌باشد (فرج زاده و همکاران ۱۳۸۹).

یافته های پژوهش

بررسی تغییرات دما و نقش آن در گرمایش جهانی، مطالعات زیادی را در دهه‌های اخیر به خود اختصاص داده است. در این میان دمای شبانه حایز اهمیت فراوان است، زیرا تحقیقات صورت گرفته، حاکی از روند افزایشی دمای شبانه در ایران و جهان می‌باشد. دمای شبانه نتیجه ترازمندی تابش خروجی است. از سوی دیگر گازهای گلخانه‌ای مانند بخار آب و دی اکسید کربن از عوامل اساسی مؤثر بر ترازمندی تابش‌های خروجی هستند، در حالی که تابش‌های ورودی به ویژگی‌های تابشی جو از جمله به شفافیت جو بستگی دارند (مسعودیان، ۱۳۸۳، ۸۹). جدول (۱) نشان دهنده روند تغییرات دمای شبانه در مقیاس ماهانه به روش یاخته ای در ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان اصفهان می‌باشد. در این جدول روند صعودی معنی دار با عدد ۱، روند نزولی معنی دار با عدد ۱- و عدم روند با عدد ۰ مشخص شده است.

جدول ۱) روند معنی داری دمای شبانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه به شیوه یاخته‌ای

ایستگاه‌ها	پایان	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	اردیبهشت	خرداد	تیر	مهر	آبان
خورویبانک	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°
نابین	۱°	۱°	۱°	۰	۱°	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱°
کاشان	۰	۰	۱°	۱°	۰	۰	۰	۱°	۱°	۰	۰	۰
نجف آباد	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۰	۱°	۱°	۱°
میمه	-۱°	۰	۰	۰	-۱°	-۱°	-۱°	-۱°	۰	۰	۰	-۱°
نطنز	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۰	۱°	۱°	۱°
شهرضا	۰	۰	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۰	۰	۰	۰
اردستان	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°
اصفهان	۰	۰	۰	۰	۰	۱°	۰	۰	۰	۰	۰	۰
بیاضه	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۰	۰	۱°
ورزنه	۰	۰	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۰	۰	۰	۰	۰
بادرودنطنز	۰	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۰	۱°	۰	۰
همگین	۰	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۱°	۰	۰	۰	۰	۰
چادگان	۰	۰	۰	۰	-۱°	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
خوانسار	۰	۰	۱°	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
دامنه فریدن	۰	۰	۰	۰	-۱°	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

* معنی داری در سطح ۹۵ درصد

با عنایت به جدول (۱) ایستگاه‌های خورویابانک، نطنز و اردستان در تمام ماه‌های سال از روند صعودی معنی دار برخوردار هستند. در مقابل روند نزولی معنی دار در ایستگاه‌های میمه (ماه‌های ژانویه، مه، ژوئن، ژولای و آگوست) و چادگان (ماه آگوست) به وقوع پیوسته است. همچنین عدم وجود روند در ایستگاه‌های کاشان، اصفهان، ورزنه، بادرود نطنز، همگین، چادگان، خوانسار و دامنه فریدن طی ماه‌های ژانویه تا مارس، به عبارت دیگر در فصل زمستان غالب بوده و پس از آن اکثر آنها در ماه‌های گرم سال از روند صعودی برخوردار می‌باشند. بررسی‌های تغییرات زمانی بیانگر آن است که طی ماه‌های ژوئن تا دسامبر روند مثبت به بیشترین وسعت خود در سطح استان می‌رسد، به طوری که در نیمه سرد سال، ماه نوامبر با ۸۱/۷ درصد و در نیمه گرم سال، ماه‌های ژوئن و سپتامبر با ۸۰/۲ درصد بیشترین مساحت پهنه‌ها را به خود اختصاص داده و در فاصله اطمینان ۹۵ درصد تأیید می‌شوند (جدول ۲). البته خاطر نشان می‌سازد، در طول دوره آماری مورد مطالعه بیشترین وسعت روند مثبت در ماه نوامبر با ۳۴۸۲ یاخته و روند منفی در ماه آگوست با ۲۱۶ یاخته مشاهده شده است (جدول ۳).

جدول ۲) درصد مساحت دمای شبانه به شیوه یاخته‌ای طی ماه‌های مختلف سال در استان اصفهان

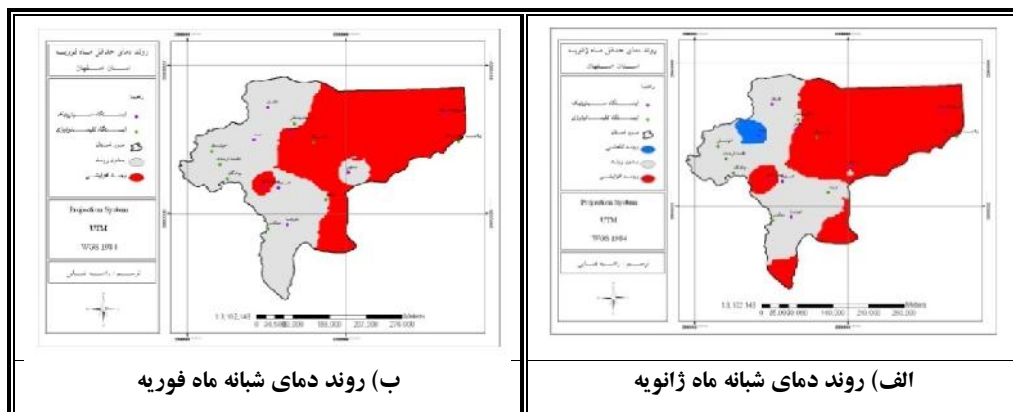
ماه روند	ژوئن	ژوئیه	آگوست	سپتامبر	اکتوبر	نوامبر	دسامبر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	م
روند مثبت	۵۶/۱	۵۲/۲	۴۱/۱	۵۱/۳	۵۷/۷	۸۰/۲	۲۷/۷	۷۴/۴	۸۰/۲	۷۹/۵	۸۱/۷	۷۹/۴
بدون روند	۴۱/۹	۴۷/۸	۵۸/۶	۴۸/۷	۴۰	۱۸/۲	۲۳/۸	۲۰/۵	۱۹/۸	۲۰/۴	۱۸/۳	۲۰/۶
روند منفی	۲	۰	۰	۰	۲/۳	۱/۶	۳/۵	۵/۱	۰	۰	۰	۰

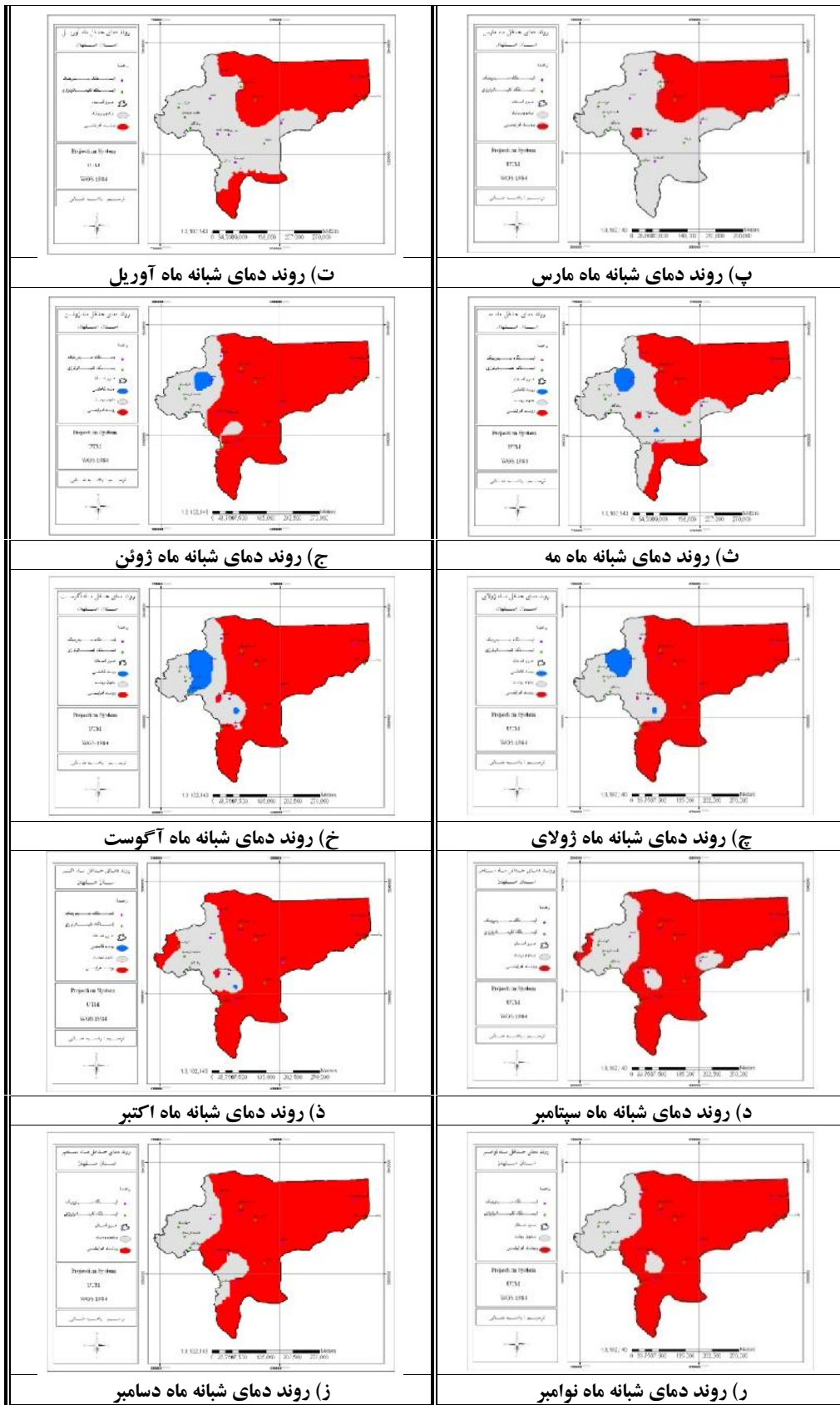
جدول ۳) تعداد یاخته‌های روندهای دمای شبانه طی ماه‌های مختلف سال در استان اصفهان

ماه روند	ژوئن	ژوئیه	آگوست	سپتامبر	اکتوبر	نوامبر	دسامبر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	م
روند	۲۳۸۹	۲۲۲۳	۱۷۶۵	۲۱۸۴	۲۴۵۹	۳۴۱۷	۳۰۹۷	۳۱۷۰	۳۴۱۶	۳۳۸۶	۳۴۸۲	۳۳۸۲
بدون روند	۱۷۸۵	۲۰۳۷	۲۴۹۵	۲۰۷۶	۱۷۰۵	۷۷۵	۱۰۱۴	۸۷۴	۸۴۴	۸۷۱	۷۷۸	۸۷۸
روند	۸۶	۰	۰	۰	۹۶	۶۸	۱۴۹	۲۱۶	۰	۳	۰	۰

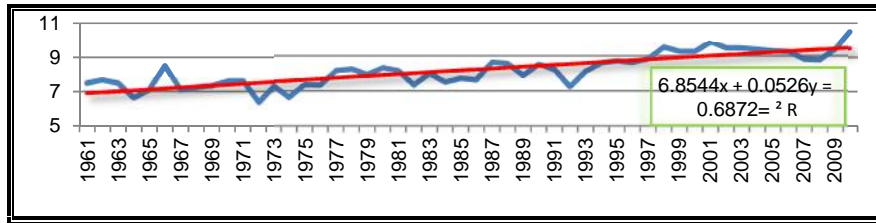
بررسی نقشه‌های پهنه بندی روند در شکل (۲) روشن می‌سازد، طی ماه ژانویه در نواحی شرقی، قسمت‌هایی از مرکز و جنوب استان روند مثبت و در قسمت اندکی از غرب استان واقع در ایستگاه میمه روند منفی مشاهده شده است. در ماه فوریه از میزان روند مثبت کاسته شده و جنوب استان نیز از پهنه روند مثبت خارج گردیده و به پهنه بدون روند می‌پیوندد. سرانجام در ماه مارس پهنه روند مثبت به کمترین وسعت خود در طول دوره رسیده و فقط شامل نواحی شرقی استان می‌گردد، اما در ایستگاه نجف آباد واقع در جنوب غربی استان همچنان روند مثبت مشاهده می‌شود. همزمان با تغییر فصل و شروع فصل بهار، از ماه آوریل روند مثبت رو به افزایش می‌رود و مجدداً قسمت‌هایی از جنوب استان را دربر می‌گیرد. با این تفاوت که در این ماه در ایستگاه نجف آباد روندی مشاهده نمی‌شود. در ماه مه میزان روند مثبت بیشتر شده و در جنوب استان تا ایستگاه شهرضا را فرا می‌گیرد. در ایستگاه نجف آباد نیز مجدداً روند مثبت قابل مشاهده می‌باشد. لازم به ذکر است، در این ماه در قسمت‌هایی از غرب استان واقع در ایستگاه میمه و ناحیه بسیار کوچکی به سمت جنوب استان، مابین ایستگاه‌های اصفهان و شهرضا روند منفی ملاحظه می‌شود. طی ماه ژوئن پهنه روند مثبت افزایش داشته، به طوری

که شمال، شرق، جنوب و مرکز استان را فرا گرفته است. در غرب استان نیز واقع در ایستگاه میمه همچنان روند منفی وجود دارد. در ماه ژولای از پهنه روند مثبت در قسمت‌هایی از جنوب غرب استان کاسته شده و جای خود را به پهنه بدون روند می‌دهد. البته در قسمت اندکی بین ایستگاه‌های اصفهان و شهرضا، روند منفی مشاهده شده است. طی ماه آگوست تفاوت چندانی در پهنه‌ها مشاهده نشده، فقط در ایستگاه نجف آباد میزان روند مثبت تا حدودی افزایش داشته است. در ماه سپتامبر روند مثبت افزایش داشته و بجز دو ایستگاه ناین و اصفهان، تمام نواحی شمال، شرق، جنوب و مرکز استان و حتی کناره‌هایی از مرز غربی استان را فرا گرفته است. طی ماه اکتبر، روند های مشاهده شده همانند ماه سپتامبر می‌باشد، با این تفاوت که در این ماه جنوب غرب استان بدون روند می‌باشد و در کناره‌های غربی استان نیز روند مثبت افزایش داشته و تا قسمت‌هایی از خوانسار را شامل می‌شود. در ماه نوامبر پهنه روند مثبت به بیشترین وسعت خود در بین ماه‌های سال می‌رسد و ۸۱/۷ درصد (۳۴۸۲ یاخته) از مساحت استان را فرا می‌گیرد. در این ماه تنها غرب استان و ناحیه‌ای بین دو ایستگاه اصفهان و شهرضا بدون روند هستند و سایر نقاط استان از روند مثبت برخوردار می‌باشند. در ماه دسامبر نیز پهنه‌ها تقریباً مشابه ماه نوامبر دیده شده، با این تفاوت که در این ماه ایستگاه همگین از پهنه روند مثبت خارج گردیده و شامل پهنه بدون روند می‌شود. از نکات بارز قابل مشاهده در این نقشه‌ها و مقایسه آنها در ماه‌های مختلف با یکدیگر، روند منفی در غرب و روند مثبت در مناطق شرقی، مرکزی و بعضاً جنوبی استان است که وسعت آن در مناطق شرقی کاملاً چشمگیر می‌باشد. به طور کلی در مناطق پست و کم ارتفاع شرق، روند افزایشی و در مناطق مرتفع غرب روند کاهشی غالب بوده است. باتوجه به نتایج به دست آمده، به نظر می‌رسد، مناطق گرم استان در ماه‌های گرم، شب‌های گرم‌تری را نیز تجربه کنند، زیرا روند افزایشی دمای شبانه بیشتر در شرق این استان به وقوع پیوسته است. به خصوص در ماه‌های گرم سال به سبب افزایش دما و بالارفتن ظرفیت جو در نگهداری رطوبت، روندهای افزایشی شدیدتری در دمای شبانه مشاهده می‌شود. در مجموع باتوجه به نمودار سیر دمای شبانه ترسیم شده در شکل (۳) دمای شبانه استان اصفهان در هر سال ۰/۰۵۲ افزایش داشته است. این بدان معناست که در طول ۵۰ سال گذشته، دمای شبانه این استان حدود ۲/۶ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. این یافته‌ها با نتایج پژوهش محققان دیگر از جمله کاویانی و عساکره (۱۳۸۰، ۱۹)، رحیم زاده و همکاران (۱۳۸۲، ۸۱) و مسعودیان (۱۳۸۳، ۸۹)، مبنی بر افزایش روند دمای حداقل مطابقت دارد.





شکل ۲) پهنه بندی روند دمای شبانه به شیوه یاخته ای طی ماه های مختلف سال در استان اصفهان



شکل ۳) نمودار سیر دمای شبانه سالانه استان طی دوره آماری مورد مطالعه

با استنباط از یافته‌های حاصل از گستردگی پهنه‌های روند به شیوه ایستگاهی طی ماه‌های مختلف در جدول (۴) و نقشه‌های شکل (۴) پهنه روند مثبت، بیشترین گستردگی را نسبت به پهنه روند منفی دارد. به طوری که در هر ماه بیش از ۱۲/۵ درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده است. نتایج ماهانه و سالانه به دست آمده از آماره من - کندال (T) به شیوه ایستگاهی در جدول (۵) حاکی از آن است که در ایستگاه‌های خورویبانک و اردستان طی دوره آماری مورد مطالعه در تمام ماه‌های سال روند صعودی غالب می‌باشد.

جدول ۴) درصد مساحت دمای شبانه به شیوه ایستگاهی طی ماه‌های مختلف سال در استان اصفهان

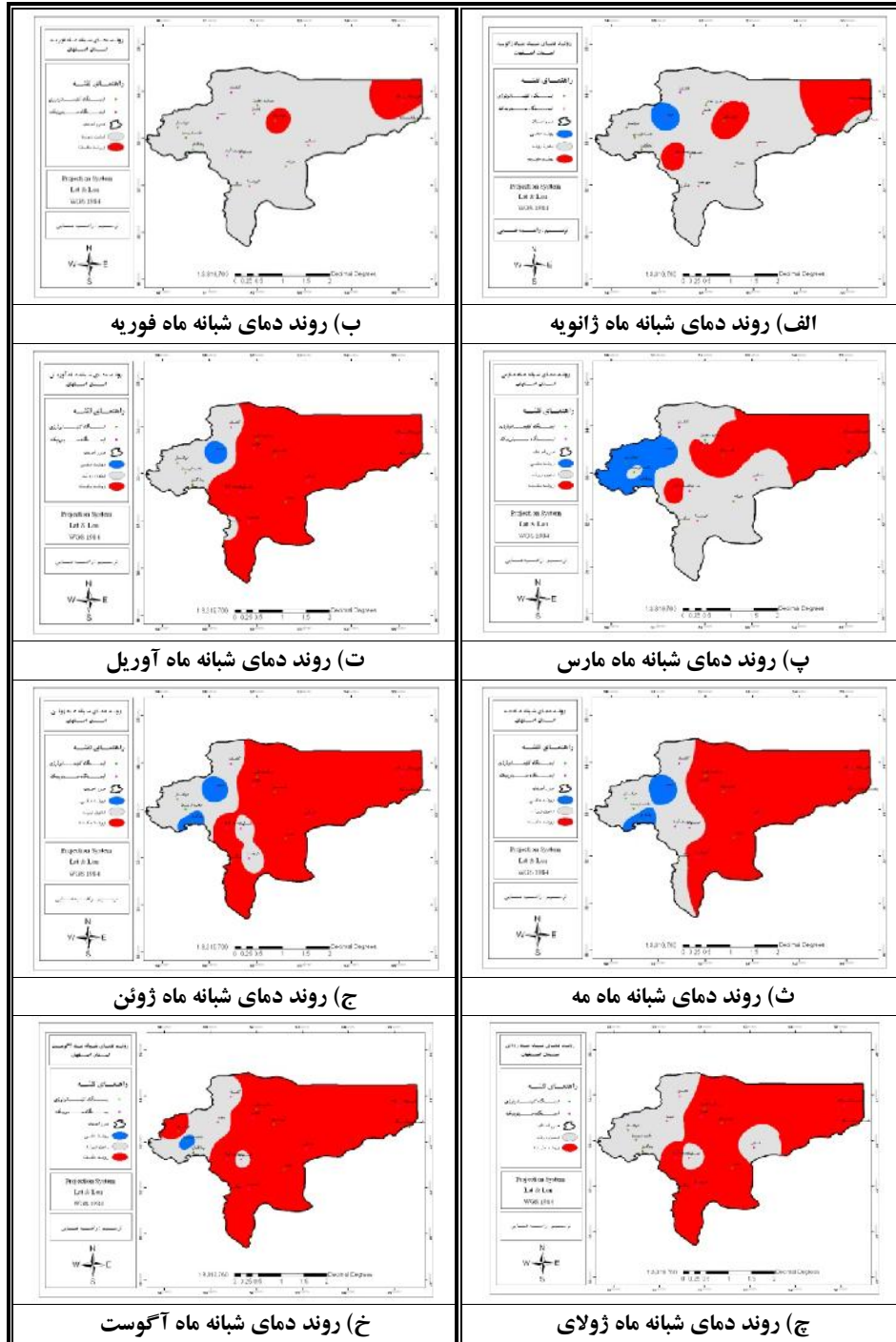
ماه روند	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	م	ژوئن	ژوئیه	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
روند مثبت	۱۸/۸	۱۲/۵	۳۱/۳	۶۲/۵	۵۰	۵۶/۳	۵۶/۳	۶۸/۸	۵۶/۳	۵۶/۳	۳۷/۵	۳۷/۵	۵۶/۳
بدون روند	۷۵	۸۷/۵	۵۰	۳۱/۳	۳۷/۵	۳۱/۳	۴۳/۸	۲۵	۴۳/۸	۴۳/۸	۶۲/۵	۶۲/۵	۳۷/۵
روند منفی	۶/۳	۰	۱۸/۸	۶/۳	۱۲/۵	۱۲/۵	۰	۶/۳	۰	۰	۶/۳	۰	۶/۳

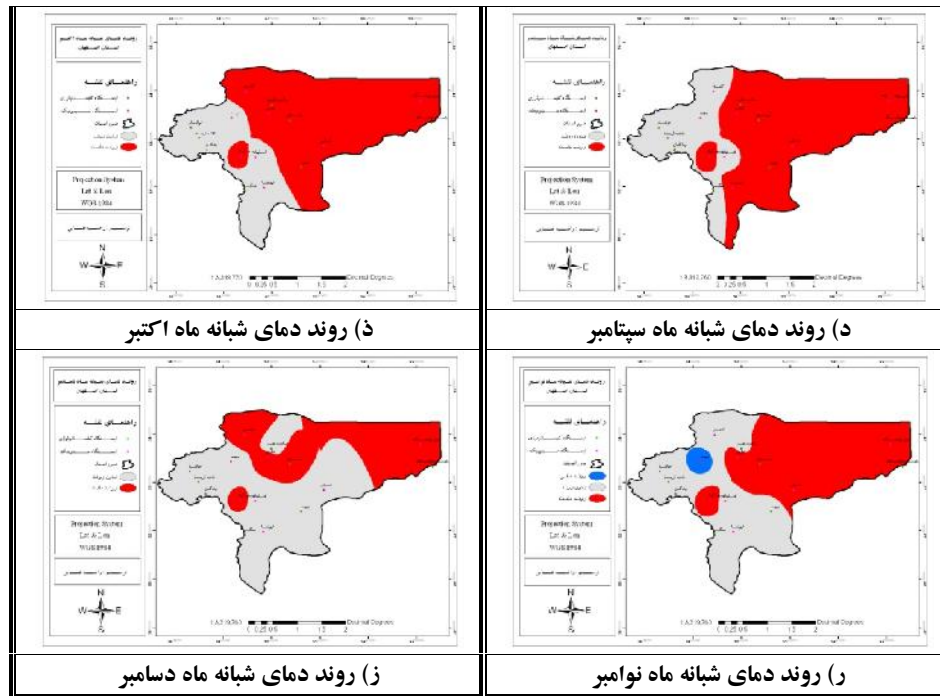
جدول ۵) نتایج ماهانه و سالانه آماره من - کندال (T) در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه‌ها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	م	ژوئن	ژوئیه	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
خورویبانک	۲۲°	۲۸°	۲۸°	۴۲°	۲۹°	۳۰°	۳۶°	۳۷°	۳۵°	۳۴°	۳۳°	۳۴°	۵۴°
نابین	۰/۱	۰/۶	۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۲۶	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۲۳	۰/۱۶	۳۴°
کاشان	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۱۷
نجف آباد	۲۶°	۱۳°	۲۰°	۴۰°	۱۷°	۲۰°	۲۷°	۲۱°	۳۷°	۵۱°	۴۰°	۳۹°	۵۳°
میمه	۲۴°	۱۷°	۳۴°	۲۹°	۲۶°	۲۸°	۱۱°	۰/۱	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۲۳	۰/۱۰۶	۰/۱۳
نطنز	۱۵°	۱۵°	۱۹°	۴۴°	۳۹°	۴۴°	۴۳°	۳۶°	۴۳°	۴۳°	۲۱°	۳۲°	۵۱°
شهرضا	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۲۹	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۲۳	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۳۱
اردستان	۳۵°	۳۶°	۴۵°	۵۷°	۵۳°	۵۵°	۵۹°	۶۱°	۵۵°	۵۸°	۴۵°	۳۸°	۶۳°
اصفهان	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۲۳	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۷
بیاضه بیابانک	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۲۹	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۳۰	۰/۳۴	۰/۲۹	۰/۳۰	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۲۰	۰/۳۸
ورزنه	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۳۹	۰/۴۳	۰/۴۲	۰/۵۱	۰/۴۹	۰/۴۲	۰/۲۷	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۴۳
بادرودنطنز	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۳۷	۰/۴۲	۰/۴۴	۰/۴۷	۰/۴۸	۰/۳۹	۰/۳۰	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۴۹
همگین	۰/۱۱	۰/۰۰	۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۳۷	۰/۲۶	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۹
چادگان	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۱۹
خوانسار	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۷۴	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۴
دامنه فریدن	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۱۱
مقدار آماره بحرانی t (T)	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹
	±۰	±۰	±۰	±۰	±۰	±۰	±۰	±۰	±۰	±۰	±۰	±۰	±۰

* معنی داری در سطح ۹۵ درصد

روندهای منفی در ایستگاه‌های میمه (ماه‌های ژانویه، مارس، ژوئن، نوامبر)، چادگان (ماه‌های مارس، مه و ژوئن)، خوانسار (ماه مارس) و دامنه فریدن (ماه آگوست) مشاهده شده است.





شکل ۴) پهنه بندی روند دمای شبانه به شیوه ایستگاهی در ماه‌های مختلف سال در استان اصفهان

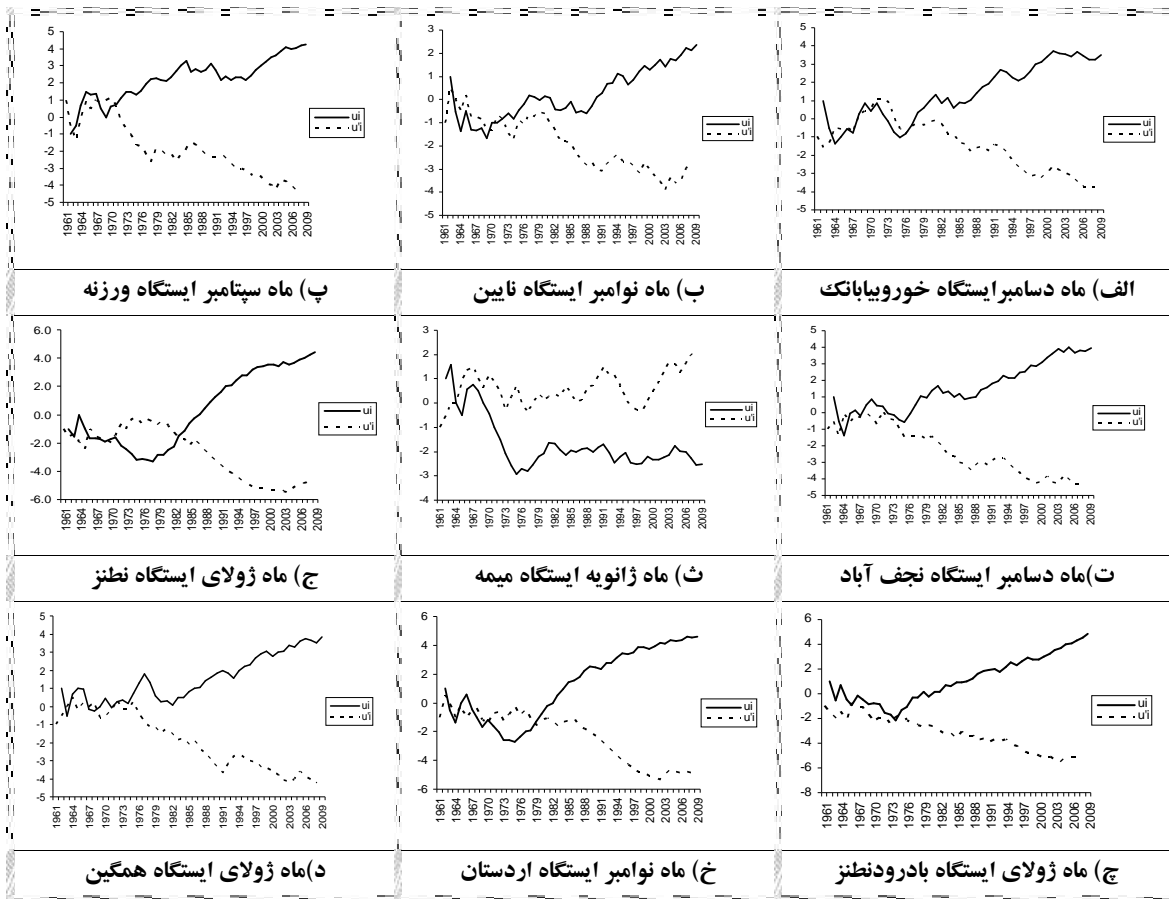
جهت تعیین نوع و زمان تغییرات در ایستگاه‌های مورد مطالعه با استفاده از مؤلفه های U_i و U_{ii} نمودارهای من- کندال در مقیاس ماهانه و سالانه ترسیم گردید. نتایج حاصل از نمودارهای ماهانه و سالانه در جدول (۶) قابل مشاهده می‌باشد. به دلیل حجم بسیار زیاد نمودارها، امکان نمایش همه آنها در این تحقیق وجود ندارد و برای نمونه تعدادی از نمودارهای ترسیم شده در شکل (۵) ارائه شده است. طبق نتایج حاصل از این نمودارها، زمان آغاز تغییرات ایستگاه‌های اردستان از سال ۱۹۷۷، نطنز از سال ۱۹۸۳، ناین از سال ۱۹۷۲ و نجف آباد از سال ۱۹۶۷ بوده و با شیب تندی دارای تغییرات تصادفی افزایشی می‌باشند. شروع تغییرات ایستگاه میمه از سال ۱۹۶۵ بوده و تغییرات تصادفی کاهشی در این ایستگاه مشاهده شده است. همچنین ایستگاه‌های بادرود نطنز از سال ۱۹۷۵ و همگین از سال ۱۹۷۲ با شیب ملایمی دارای تغییرات تصادفی افزایشی می‌باشند.

طبق جدول (۶) نتایج ماهانه و سالانه نوع و زمان تغییرات نشان می‌دهد در ایستگاه‌های خورویابانک و ناین تمام تغییرات، و در ایستگاه‌های کاشان، نجف آباد، نطنز، شهرضا، اردستان، بیاضه بیابانک، ورزنه، بادرود نطنز، همگین و خوانسار اکثر تغییرات مشاهده شده از نوع تصادفی افزایشی می‌باشد. در ایستگاه دامنه فریدن بیشتر تغییرات تصادفی کاهشی رخ داده است. بررسی‌های تغییرات ایستگاه‌های چادگان و میمه نشان از وجود روند افزایشی در اکثر ماه‌ها در ایستگاه چادگان و روند کاهشی و افزایشی در ایستگاه میمه دارد. درصد فراوانی هر یک از تغییرات رخ داده در ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول (۷) قابل مشاهده می‌باشد. با توجه به این جدول اکثر تغییرات رخ داده در ایستگاه‌های مطالعاتی از نوع تصادفی افزایشی می‌باشد. بیشتر روندهای مشاهده شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه طی فصل زمستان (ماه‌های فوریه و مارس) به وقوع پیوسته است. همچنین در تغییرات تصادفی افزایشی ایستگاه‌های خور و بیابانک و ناین، در تغییرات تصادفی کاهشی ایستگاه‌های اصفهان و دامنه فریدن، در روند افزایشی ایستگاه چادگان و در روند کاهشی ایستگاه میمه بیشترین میزان تغییرات را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۶) بررسی نوع (حروف) و زمان (اعداد) تغییر در مقیاس ماهانه و سالانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه‌ها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	م	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
خورویابانک	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI
	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	196
	80	78	67	69	88	63	75	80	75	67	62	6	9
نابین	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI
	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	197
	88	94	98	70	69	66	67	65	71	73	72	3	0
کاشان	CI	CI	---	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	TD
	19	19	---	20	20	20	20	19	19	19	19	19	197
	75	76	---	02	04	05	02	02	02	02	67	5	0
نجف آباد	CI	TI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI
	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	196
	79	78	64	67	67	64	67	65	74	72	64	5	8
میمه	CD	TI	TD	TD	CD	CD	CD	TI	TI	CI	CD	CI	TI
	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	199
	64	87	76	79	73	75	72	99	85	81	74	9	7
نطنز	CI	TI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	TI
	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	197
	85	83	63	82	84	84	83	86	84	77	87	8	8
شهرضا	CD	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CD	CI	CI
	20	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	197
	06	85	68	72	64	68	64	72	64	85	87	7	2
اردستان	CI	TI	TI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	TI
	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	197
	79	78	76	75	77	75	78	77	79	75	79	8	7
اصفهان	CD	CI	CI	CI	CD	CD	CD	CD	CD	CI	CI	CI	CD
	20	19	19	19	19	19	19	19	19	20	19	19	198
	05	90	95	70	06	07	96	88	88	07	87	5	5
بیاضه بیابانک	CD	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI
	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	198
	94	78	84	84	87	87	86	87	81	72	82	4	6
ورزنه	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI
	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	197
	97	98	01	69	64	64	68	65	71	76	76	6	0
بادرودنطنز	CI	TI	---	CI	CI	CI	CI	CI	CI	---	---	CI	CI
	19	19	---	19	19	19	19	19	19	---	---	19	196
	70	70	---	66	70	75	75	77	75	---	---	9	9
همگین	CD	TI	TD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	19	20	19	19	19	19	19	19	19	19	20	19	198
	64	08	82	97	83	75	74	07	01	01	01	4	3
چادگان	CD	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	CI	TI
	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	197
	67	88	82	89	79	93	91	98	97	97	07	6	9
خوانسار	CI	TI	CI	CI	CD	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI	TI
	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	197
	93	78	01	01	87	89	66	78	85	68	66	5	7
دامنه فریدن	CD	CI	CI	TI	CD	CD	CD	CI	CD	CD	CD	CI	CD
	20	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	19	200
	06	05	91	03	02	02	06	65	04	04	04	6	4

CI: تغییرات تصادفی افزایشی CD: تغییرات تصادفی کاهشی TI: روند افزایشی TD: روند کاهشی



شکل ۵) زمان و نوع تغییرات دمای شبانه تعدادی از ایستگاه های مورد مطالعه

جدول ۷) درصد فراوانی نوع (حروف) و زمان (اعداد) تغییر در مقیاس ماهانه و سالانه در ایستگاه های مورد مطالعه

ایستگاه ها	CI	CD	TI	TD
خورویبابانک	٪۱۰۰	---	---	---
ناین	٪۱۰۰	---	---	---
کاشان	٪۸۴/۶۱	---	---	٪۷/۶۹
نجف آباد	٪۹۲/۳۰	---	٪۷/۶۹	---
میمه	٪۲۳/۰۷	٪۳۰/۷۶	---	۱۵/۳۸
ننظز	٪۷۶/۹۲	---	٪۲۳/۰۷	---
شهرضا	٪۸۴/۶۱	٪۱۵/۳۸	---	---
اردستان	٪۷۶/۹۲	---	۲۳/۰۷	---
اصفهان	٪۴۶/۱۵	٪۵۳/۸۴	---	---
بیاضه بیابانک	٪۹۲/۳۰	۷/۶۹	---	---
ورزنه	٪۸۴/۶۱	---	٪۱۵/۳۸	---
بادرودننظز	٪۶۹/۲۳	---	٪۱۵/۳۸	---
همگین	٪۶۱/۵۳	٪۱۵/۳۸	٪۷/۶۹	٪۷/۶۹
چادگان	٪۱۵/۳۸	٪۷/۶۹	٪۷۶/۹۲	---
خوانسار	٪۷۶/۹۲	٪۷/۶۹	٪۱۵/۳۸	---
دامنه فریدن	٪۳۸/۴۶	٪۵۳/۸۴	٪۷/۶۹	---

نتیجه گیری

آن چه از تحلیل روند زمانی - مکانی دمای شبانه استان اصفهان به دست می آید، بیانگر آن است که طی دوره آماری مورد مطالعه روند افزایشی دمای شبانه دارای گستردگی بیشتری نسبت به روند کاهشی می باشد. نتایج حاصل از روش یاخته ای حاکی از آن است که در نیمه سرد سال، ماه نوامبر و در نیمه گرم سال، ماه های ژوئن و سپتامبر بیشترین درصد مساحت استان را در روند مثبت به خود اختصاص داده اند. در مجموع در تمام ماه های سال روند مثبت بیش از ۴۱ درصد از مساحت استان را فرا گرفته است. این درصد در ماه های گرم سال بیشتر از ماه های سرد مشاهده شده که می تواند به دلیل افزایش دما و بالارفتن ظرفیت جو در نگهداری رطوبت باشد. طی فصل زمستان از میزان روند مثبت کاسته شده و بیشتر نقاط استان در پهنه بدون روند جای می گیرند، به طوری که در ماه مارس پهنه بدون روند با ۵۸/۶ درصد بیشترین مساحت پهنه ها را به خود اختصاص داده است. با شروع فصل بهار و گرم شدن هوا پهنه روند مثبت رو به افزایش رفته به طوری که شدیدترین آهنگ افزایش آن در ماه نوامبر مشاهده شده و ۸۱/۷ درصد از مساحت استان را فرا می گیرد. در نتایج ایستگاهی، موقعیت مکانی ایستگاه ها در روند مثبت و منفی تقریباً شبیه به روش یاخته ای به دست آمده و به غیر از ماه های ژانویه تا آوریل، سایر ماه ها نتایج روش یاخته ای را تأیید می کند. در این روش بیشترین گسترش روند در نیمه گرم سال طی ماه آگوست و در نیمه سرد سال در ماه فوریه مشاهده شده است. طبق بررسی های به عمل آمده مناطق پست و کم ارتفاع واقع در شرق از روند مثبت و اغلب مناطق مرتفع غرب استان از روند منفی برخوردار هستند. به طور کلی همزمان با روند گرمایش جهانی، افزایش دمای شبانه در اکثر ایستگاه های مورد مطالعه، مشاهده شده است. نتایج بررسی های به عمل آمده در رابطه با نوع و زمان تغییرات در ایستگاه های مورد مطالعه نشان از فراوانی تغییرات تصادفی افزایشی در اکثر ایستگاه ها دارد. در مجموع در کل ایستگاه های مورد مطالعه، ۷۰/۵۸ درصد تغییرات تصادفی افزایشی (CI)، ۱۲/۲۵ درصد تغییرات تصادفی کاهشی (CD)، ۱۴/۲۱ درصد روند افزایشی (TI) و ۱/۹۶ درصد روند کاهشی (TD) به وقوع پیوسته است. در نهایت نتایج نشان داد که روند دمای شبانه استان اصفهان صعودی و در هر سال ۰/۰۵۲ و در طول ۵۰ سال گذشته حدود ۲/۶ درجه سانتی گراد افزایش داشته است.

منابع و مآخذ

- ۱) ابراهیمی، حسین، علیزاده، امین، جوانمرد، سهیلا (۱۳۸۴)، بررسی وجود تغییر دما در دشت مشهد به عنوان نمایه تغییر اقلیم در منطقه، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۹، صص ۲۰-۵.
- ۲) بخشی، جمال، بیرویدان، نادر (۱۳۸۶)، بررسی تغییر اقلیم اراک طی ۴۶ سال گذشته، فصلنامه جنگل و مرتع، شماره ۷۵، صص ۷۸-۷۲.
- ۳) پروین، نادر، سلکی، هیوا (۱۳۸۸)، بررسی تغییر اقلیم ایستگاه ارومیه طی ۵۵ سال اخیر به روش من- کندال، دومین همایش ملی علوم جغرافیایی، دانشگاه پیام نور استان آذربایجان غربی مرکز ارومیه.
- ۴) جهانبخش، سعید، هادیانی، میرامید، رضایی بنفشه، مجید، دین پژوه، یعقوب (۱۳۸۹)، مدل سازی پارامترهای تغییر اقلیم در استان مازندران، چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، ایران، زاهدان.
- ۵) جهانبخش، سعی، رحیمی، سیما، حسینی، عباس، رضایی، سمیه، خوش زمان، تورج (۱۳۸۹)، بررسی تغییرات بارندگی و دما در حوزه کرخه، چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، ایران، زاهدان.
- ۶) رحیم زاده، فاطمه، عسگری، احمد، نوحی، کیوان (۱۳۸۲)، نگرشی بر تفاوت نرخ افزایش دمای حداقل و حداکثر و کاهش دامنه شبانه روزی دما در کشور، مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، اصفهان، صص ۸۱.
- ۷) سی سی پور، مرضیه، پوراصغریان، آرزو، رحیم زاده، فاطمه، هدایتی دزفولی، اکرم (۱۳۸۹)، مطالعه روند تغییر اقلیم هرمزگان به روش من- کندال، چهارمین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، ایران، تهران.
- ۸) شیرغلامی، هادی، قهرمان، بیژن (۱۳۸۴)، بررسی روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره اول، صص ۲۳-۹.
- ۹) طاوسی، تقی، ثریا، محمد، راحتی، زیبا (۱۳۸۹)، بررسی روند دمای ماهانه شهر زاهدان، مجموعه مقالات چهارمین کنگره جغرافیدانان جهان اسلام.
- ۱۰) ظهراهی، نرگس، مساح بوانی، علیرضا، تلوری، عبدالرسول، صدقی، حسین (۱۳۸۹)، آشکار سازی تغییر اقلیم در حوضه آبریز کارون بزرگ، چهارمین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، ایران، تهران.
- ۱۱) عزیز، قاسم، روشنی، محمود (۱۳۸۷)، مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی خزر به روش من- کندال، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۶۴، صص ۲۸-۱۳.
- ۱۲) عزیز، قاسم، شمسی پور، علی اکبر، یاراحمدی، داریوش (۱۳۸۷)، بازایی تغییر اقلیم در نیمه غربی کشور با استفاده از تحلیل های آماری چند متغیره، پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۶، صص ۳۵-۱۹.
- ۱۳) علیزاده، امین، کمالی، غلامعلی، موسوی، فرهاد، موسوی پایگی، محمد (۱۳۸۶)، هوا و اقلیم شناسی، چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صص ۳۵۹-۳۷۶.
- ۱۴) فرج زاده، منوچهر، فیضی، وحید، ملاشاهی، مریم (۱۳۸۹)، مطالعه تغییر اقلیم در شمال غرب ایران به روش من کندال، همایش کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی محیطی، خرم آباد.
- ۱۵) کاویانی، محمدرضا، عساکره، حسین (۱۳۸۰)، بررسی و مدلسازی روند دما طی سده گذشته: مطالعه موردی ایستگاه جاسک، مجله علمی و پژوهشی دانشکده علوم انسانی دانشگاه اصفهان، دوره دوم، شماره ۲۶ و ۲۷، صص ۳۸-۱۹.
- ۱۶) مدرسی، فرشته، عراقی نژاد، شهاب، ابراهیمی، کیومرث، خلقی، مجید (۱۳۸۸)، بررسی منطقه ای پدیده تغییر اقلیم با استفاده از آزمون های آماری مطالعه موردی: حوضه آبریز گرگانرود- قره سو، نشریه آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۳، صص ۴۸۹-۴۷۶.
- ۱۷) مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۸۳)، بررسی روند دمای ایران در نیم سده گذشته، جغرافیا و توسعه، صص ۱۰۶-۸۹.
- 18) Chaouche, Keltoum, Neppal, Luc, Dieulin, Claudine, Pujol, Nicolas, Ladouche, Bernard, Ladouche, Martin, Eric, Salas, Dallas, Caballero, Yvan, (2010), Analyses of precipitation, temperature and evapotranspiration in a French Mediterranean region in the context of climate change, *Comptes Rendus Geoscience* 342, pp 234-243.
- 19) Driouech, Fatima, Deque, Michel, Sanchez-Gomez, Emilia (2010), Weather regimes-Moroccan precipitation link in a regional a climate change simulation, *Glibal and Planetary Change* 72, pp 1-10.
- 20) Fischer, T, Gemmer, M, Luliu, L, Buda, S (2010), Temperature and precipitation trends and dryness pattern in the Zhujiang River Basin, south china, 2007-1961, *Quaternary International*, pp 1-11.
- 21) Goossens C, Berger A. (1986), Annual and seasonal climatic variations over the Northern Hemisphere and Europe during the century. *Annales Geophysicae* 4: pp 385-399.
- 22) Stofferford, J, M, G, Wendler, J, Curtis (2000), Tempreture and precipitation of Alaska: 50 year trend analysis, *theor, appl, climatol*, 67.
- 23) Vergni, L, Todisco, F (2011), Spotio-Temporal variability of precipitation, temperature and agricultural drought indices in central italy, *agricultural and forest meteorology*, 151, pp 313-301.
- 24) Yue, S, Hoshinio, M (2003), Temperature tiends in Japan 1900-1996, *Theor, Appl, Climatol*, 75, pp 15- 27.
- 25) Zhi Li, Fen-li Zheng, Wen-zhao Liu, Dennis C. Flanagan (2010), Spatial distribution and temporal trends of extreme temperature and precipitation events on the Loess Plateau of China during 1961-2007, *Quaternary International*, Volume 226, Issues 1-2, 15 October 2010, pp 92-100.

