

بررسی روند دمای ایران در نیم سده‌ی گذشته

دکتر سید ابوالفضل مسعودیان

استادیار جغرافیا دانشگاه اصفهان

چکیده

ایران در کمربند خشک عرض میانه قرار گرفته است. میانگین دمای ایران حدود ۱۸ درجه سلسیوس است. دمای ایران در نیم سده‌ی گذشته روندهای مثبت و منفی داشته است. برای ارزیابی این روندها داده‌های دمای ماهانه‌ی ایران (دمای شبانه، روزانه و شبانروزی) از ژانویه ۱۹۵۱ تا دسامبر ۲۰۰۰ بررسی شد. به کمک این پایگاه داده نقشه‌های همدمای ماهانه‌ی کشور با اندازه‌ی یاخته^۱ ۱۵×۱۵ کیلومتر و روش کریگینگ محاسبه شد. به این ترتیب هر نقشه شامل ۷۲۳۸ یاخته بر روی ایران است. برای تعیین روند دمای شبانه، روزانه و شبانروزی روی تک تک یاخته‌های نقشه‌های همدمای هر ماه به طور جداگانه یک مدل رگرسیون به روش حداقل مربعات پیاده شد.

تحلیل روند دما نشان داد که در نیم سده‌ی گذشته دمای شبانه، روزانه و شبانروزی ایران به ترتیب با آهنگ حدود سه، یک و دو درجه در هر صد سال افزایش داشته است. روندهای افزایش دما عمدتاً در سرزمین‌های گرم و کم ارتفاع و روندهای کاهش عمده‌تاً در رشته کوه‌ها دیده می‌شوند.

کلید واژه‌ها : تحلیل روند، ایران، دما، میانمایی.

مقدمه

از آنجا که دما از عناصر اساسی شکل‌گیری اقلیم است تغییرات آن می‌تواند ساختار آب و هوایی هر محل را دگرگون سازد. به همین دلیل است که بررسی روند دما در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی بخش بزرگی از تحقیقات اقلیم‌شناسی را به خود اختصاص داده است. بررسی‌های پژوهشگران نشان داده است که در اکثر نقاط جهان دما در طی سده‌ی گذشته رو به افزایش بوده است نیدزویدز^۲ و همکاران (۱۹۹۶: ۷۷۰). روند دمای روزانه^۳ و شبانه^۴ را در مرکز و جنوب شرق اروپا بررسی کرده‌اند. گریزر^۵ و

1- pixel
2- Niedzwiedz
3- Maximum
4- Minimum
5- Grieser

همکاران (۲۰۰۲: ۱۷۵) صد سال دمای اروپا را بررسی کرده و نشان داده‌اند که در غرب اروپا چرخه‌ی دمای سالانه عقب و در شرق اروپا جلو افتاده است. در شرق اروپا نوسان سالانه‌ی دما افزایش معناداری را نشان می‌دهد و تقریباً در سراسر منطقه دما روند افزایشی داشته است. رویدادهای فرین^۱ عمدتاً شامل رخداد‌های سردی بوده که در زمستان روی داده‌اند و تعداد آنها رو به افزایش بوده است. ایشان نشان داده‌اند که در مرکز و شمال اروپا دما دارای دوره تناوب ۷.۷ ساله است.

کاس^۲ و همکاران (۱۹۹۵: ۲۱۵) با بررسی دامنه‌ی دمای روزانه و ابرناکی در کشورهای شمالی مدل‌های روند دمای این منطقه را معرفی کرده‌اند و به کمک آن دمای آینده‌ی منطقه را پیش‌بینی کرده‌اند.

کوتیاری^۳ و همکاران (۱۹۹۶: ۳۶۱) روند بارش و دما در هند را مطالعه کرده‌اند. بین^۴ (۱۹۹۹: ۲۳) ناهنجاری‌های دمای زمستانی دشت‌های شمال چین را بررسی کرده و ارتباط آن را با الگوهای کلان جریان‌های جوی در برون حاره نشان داده است. ژانگ^۵ و همکاران (۲۰۰۰: ۳۹۹) به شناسایی مدل‌های روند دما و بارش در کانادا طی قرن بیستم پرداخته‌اند.

سالینگر^۶ (۱۹۹۵: ۹۰) روند دمای شبانه و روزانه را در منطقه جنوب غرب اقیانوس آرام جستجو کرده است. پرزیبلاک^۷ (۲۰۰۰: ۵۶۱) با استفاده از داده‌هایی ایستگاه‌های اندازه‌گیری از آغاز ثبت داده‌های هواسنجی در شمالگان، تغییرات زمانی و مکانی دمای سطحی این منطقه را بررسی کرده است. اناته^۸ و همکاران (۱۹۹۶: ۸۰۸) تغییرات دمای اسپانیا در سده‌ی گذشته را تشریح کرده‌اند. ماهراس^۹ و همکاران (۱۹۹۹: ۱۷۰۲) با استفاده از ۴۰ سال آمار، ناهنجاری‌های دمای ماهانه حوزه مدیترانه را بررسی و ارتباط آن را با گردش‌های جوی نشان داده‌اند.

یو^{۱۰} و همکاران (۲۰۰۳: ۱۷) روند دمای ماهانه، فصلی و سالانه‌ی ژاپن در صد سال گذشته را بررسی کرده‌اند و نشان داده‌اند که دمای سالانه‌ی ۴۶ ایستگاه که روند آنها با آزمون مان کندال ارزیابی شده در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۰۰ تا ۱۹۹۶ بین ۰.۵۱ تا

1-Extremes
2- Kass
3- Kothyari
4- Yin
5- Zhang
6- Salinger
7- Przybylak
8- Onate
9- Maheras
10- Yue

۲,۷۷ درجه سلسیوس افزایش یافته است. در همین دوره دمای فصلی بین ۰,۴۷ تا ۳,۶۹ درجه سلسیوس افزایش داشته است که بیشترین افزایش در فصل زمستان و بهار دیده شده است. همین ویژگی در دمای ماهانه هم دیده می‌شود اما مقدار افزایش دمای ماهانه در طی دوره مورد بررسی بین ۰,۱۷ تا ۴,۱۲ درجه سلسیوس بوده است. استافورد^۱ و همکاران (۲۰۰۰: ۳۶) دمای شبانه، روزانه، شبانه‌روزی و دامنه نوسان دمای ۲۵ ایستگاه هواسنجی آلاسکا را به روش رگرسیون حداقل مربعات در فاصله سال‌های ۱۹۴۹ تا ۱۹۹۸ بررسی کرده‌اند. این بررسی نشان می‌دهد که در تمام ایستگاه‌ها دما روند افزایشی داشته و بیشترین افزایش در زمستان و در میانه‌ی آلاسکا به میزان ۲,۲ درجه سلسیوس در ۵۰ ساله مورد بررسی مشاهده شده است. در نتیجه دامنه‌ی نوسان دما در همین دوره حدود ۰,۳ درجه سلسیوس کاهش یافته است. چانگ^۲ و همکاران (۲۰۰۰: ۱۷۴) دمای سالانه‌ی شبه‌جزیره‌ی کره را در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۷۴ تا ۱۹۹۷ بررسی کرده‌اند. ایشان نشان می‌دهند که دمای منطقه در طی این دوره ۰,۹۶ درجه سلسیوس افزایش یافته است. این افزایش در مناطق شهری ۱,۵ و در مناطق روستایی ۰,۵۸ درجه سلسیوس بوده است. مقدار افزایش در زمستان بیش از دیگر فصول گزارش شده است. در ایران استفاده از روش‌های کمی نوین برای مطالعه عناصر اقلیمی با تحقیقات علیجانی آغاز شده است. حیدری و علیجانی (۱۳۷۸: ۷۴-۵۷) یکی از نخستین طبقه‌بندی‌های اقلیمی ایران را با استفاده از تحلیل‌های چند متغیری ارایه کردند. علیجانی (۱۳۷۲: ۱۰۴-۸۷) به روش تحلیل خوشه‌ای نواحی گرمایی آذربایجان را شناسایی و معرفی کرد. در ادامه‌ی همین تحقیقات، علیجانی (۱۳۷۷: ۳۳-۲۱) دست به شناسایی فصول طبیعی ایران زد. او برای روشن ساختن رابطه‌ی الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال با دما و بارش ایران شگرد تحلیل مؤلفه‌های مبنای دوران یافته را به کار برد (علیجانی، ۲۰۰۲: ۵۴-۴۱، ۷۲). در دو مطالعه‌ی موردی او شاخص آسایش اقلیمی تهران را محاسبه کرده (علیجانی و احمدی ۱۳۷۵: ۱۴۳-۱۲۷) و نقش پرفشار سبیری را در آب و هوای شمال شرق ایران بررسی کرده است (علیجانی ۱۳۶۹: ۵۱-۴۱).

داده‌ها و روش‌شناسی

برای ارزیابی روند دما در ایران داده‌های دمای ماهانه‌ی شبانه (دمای کمینه)، روزانه (دمای بیشینه) و شبانه‌روزی (دمای میانگین) ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی از

1- Stafford

2- Chung

ژانویه ۱۹۵۱ تا دسامبر ۲۰۰۰ گردآوری شد. این پایگاه داده، شامل حدود ۴۱۴۰۰۰ ماه ایستگاه دیده بانی دماست. به کمک این پایگاه داده، نقشه‌های همدمای ایران (دمای شبانه، روزانه و شبانروزی) از ژانویه ۱۹۵۱ تا دسامبر ۲۰۰۰ به روش میانبایی کریگینگ به دست آمد. با توجه به اینکه تفکیک مکانی هر یک از این ۱۸۰۰ نقشه‌ی همدمای ۱۵×۱۵ کیلومتر است هر کدام شامل ۷۲۳۸ یاخته در مرزهای ایران زمین هستند. به این ترتیب سری زمانی دما برای همه‌ی این یاخته‌ها طی نیم سده‌ی گذشته برآورد شد. سپس این برآوردها مبنای داوری درباره‌ی روند دما در هر یک از یاخته‌ها قرار گرفت. تعداد و پراکندگی ایستگاه‌های کلیماتولوژی و سینوپتیک در هر سال متفاوت بوده است اما در هر یک از ماه‌های سال با استفاده از تمامی ایستگاه‌هایی که دمای آن ماه را ثبت کرده بودند نقشه‌ی همدمای بر روی شبکه‌ای به ابعاد ۱۵×۱۵ کیلومتر محاسبه شده است. به این ترتیب اگر یک ایستگاه در سراسر طول دوره‌ی آماری تنها دمای یک‌ماه را ثبت کرده باشد از این اندازه‌گیری در محاسبه‌ی نقشه‌های دما استفاده می‌شود. به این ترتیب برخلاف روش‌های سنتی که برای محاسبه نقشه‌ی همدمای ابتدا میانگین بلندمدت دمای ایستگاه‌هایی که دوره‌ی آماری مشترکی داشته‌اند مبنای ترسیم نقشه قرار می‌گیرد در روش نوین نخست برای هر یک از تک اندازه‌گیری‌ها یک نقشه‌ی رقومی تهیه می‌شود و سپس برای به دست آوردن نقشه‌ی میانگین دما این نقشه‌های رقومی را در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی با هم جمع و بر تعداد آنها تقسیم می‌کنیم. به این طریق است که می‌توان از تمام داده‌های اندازه‌گیری شده بر روی ایستگاه‌ها استفاده کرد و از بازسازی داده‌ها که به احتمال قوی به نتایج خوبی نمی‌رسد پرهیز می‌کنیم.

آزمون‌های روند به دو دسته‌ی پارامتری و ناپارامتری دسته‌بندی می‌شوند. پیش فرض آزمون‌های پارامتری آن است که داده‌ها تصادفی و برآمدهای یک توزیع، نرمال باشند. در عین حال فرض نرمال بودن داده‌ها در آزمون‌های ناپارامتری وجود ندارد. بنابراین در صورتی که به نرمال بودن داده‌ها اطمینان نداریم به کارگیری آزمون‌های ناپارامتری محتاطانه‌تر به نظر می‌رسد. با این حال برخی محققان نشان داده‌اند که تفاوت نتایج دو روش در مورد بسیاری از عناصر اقلیمی معنادار نیست (وینیکف^۱، ۲۰۰۲: ۱۴۱). در اینجا برای انجام آزمون روند دما فرض می‌کنیم دما تابعی خطی از زمان است. بنابراین مدل تغییرات به صورت زیر خواهد بود.

$$\text{Temperature} = \alpha + \beta \text{ Time}$$

روشن است که یک مقدار مثبت برای β نشانگر افزایش دما با زمان و یک مقدار منفی برای β نشانگر کاهش دما با زمان است. برای $\beta = 0$ فرض وجود روند تأیید نمی‌شود. اما از آنجا که مقدار β نامعلوم است یک برآورد از β با اطمینان ۹۵ درصد از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید (باتاچاریا^۱ و همکاران، ۱۹۷۷: ۴۲۰).

$$\beta \pm t_{0.025} \frac{S}{S_x}$$

اگر حد بالا و پایین β که به این ترتیب به دست می‌آید هر دو مثبت باشند فرض وجود روند افزایشی در دما را رد نمی‌کنیم. اگر حد بالا و پایین β هر دو منفی باشند فرض وجود روند کاهشی در دما را رد نمی‌کنیم و اگر حد بالا و پایین مختلف‌العلامه باشند فرض وجود روند را تأیید نمی‌کنیم.

انجام این آزمون بر روی سری زمانی بارش هر یک از ۷۲۳۸ یاخته برای هر یک از ماه‌های سال جداگانه انجام شد و نقشه‌ی روند ترسیم گردید. این نقشه‌ها نشان می‌دهند که در هر ماه کدام بخش‌های کشور با ۹۵ درصد اطمینان طی نیم سده‌ی گذشته روند کاهشی یا افزایشی داشته‌اند و کدام بخش‌ها روند نشان نمی‌دهند. سپس مساحت نواحی دارای روند و بدون روند و میانگین روند بر روی آنها برای هر یک از ماه‌ها محاسبه شده است. همه‌ی این محاسبات به لطف بهره‌گیری از اصول سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و جبر نقشه‌ها در مطالعات اقلیمی امکان‌پذیر شده است. روی آوردن به مطالعات کمی و متکی بر اصول سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در یچه‌های نوینی را فرا روی اقلیم‌شناسان باز کرده است و آنان را در شناسایی و تفسیر الگوهای زمانی و مکانی عناصر و عوامل اقلیمی بسیار توانا ساخته است.

بحث و نتیجه گیری

دمای شبانه نتیجه‌ی ترازمندی^۲ تابش‌های خروجی و دمای روزانه نتیجه‌ی ترازمندی تابش‌های ورودی است. از سوی دیگر گازهای گلخانه‌ای مانند بخار آب و دی‌اکسید 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 دارد. بنابراین دمای شبانه و دمای روزانه از عوامل متفاوتی تاثیر می‌پذیرند و ممکن است رفتار روند آنها با یکدیگر متفاوت باشد. گزارش‌های پژوهشگران نیز نشان می‌دهد که عموماً روند دمای

1- Bhattacharyya

2- Balance

شبانه و روزانه با هم تفاوت داشته و در غالب موارد آهنگ افزایش دمای شبانه بزرگتر از آهنگ افزایش دمای روزانه بوده است (نیدزوییدز و همکاران، ۱۹۹۶: ۷۷۵).

بررسی دمای شبانه‌ی ایران نشان می‌دهد که به‌طور متوسط در ۴۶ درصد از مساحت کشور افزایش دمای شبانه در فاصله اطمینان ۹۵ درصد تأیید می‌شود. در عین حال حدود ۱۸ درصد از مساحت کشور نیز در نیم سده‌ی گذشته کاهش دمای شبانه را تأیید می‌کند (جدول ۱). در ماه‌های گرم سال بخش‌های وسیع‌تری از ایران افزایش دمای شبانه را نشان می‌دهد (نقشه ۵ و ۶). در ماه ژوئن وسعت مناطقی که دمای شبانه‌ی آنها روند افزایشی داشته به بیشترین مقدار می‌رسد اما شدیدترین آهنگ افزایش دمای شبانه در ماه اوت و نوامبر دیده می‌شود. در این دو ماه آهنگ افزایش دمای شبانه ۵ درجه سلسیوس در هر صد سال بوده است (جدول ۴ و نمودار ۲). بر عکس در ماه فوریه دمای شبانه تغییری نداشته و در ماه مارس آهنگ کاهش ضعیفی (یک درجه در هر صدسال) را نشان می‌دهد (جدول ۴). در مجموع دمای شبانه‌ی ایران در نیم سده‌ی گذشته با آهنگ سه درجه در هر صد سال افزایش یافته است. این بدان معناست که دمای شبانه‌ی ایران در حال حاضر نسبت به پنجاه سال پیش در مجموع ۱٫۵ درجه بیشتر شده است. بررسی نقشه‌های روند (نقشه ۵ و ۶) روشن می‌سازد که افزایش دمای شبانه در همه جای ایران مگر در کمربندهای کوهستانی رخ داده است. در کمربندهای کوهستانی دمای شبانه روند کاهش داشته است. بنابراین به نظر می‌رسد مناطق گرم ایران در ماه‌های گرم شب‌های گرم‌تری را تجربه می‌کنند و در مناطق سرد در ماه‌های سرد دمای شبانه یا اندکی کاهش یافته و یا تقریباً بدون تغییر مانده است.

دمای روزانه ایران نیز الگوی مشابهی را نشان می‌دهد. با این حال هم از جهت وسعت و هم از لحاظ شدت نسبت به دمای شبانه ضعیفتر است. به‌طور متوسط حدود ۳۵ درصد کشور افزایش دمای روزانه و نزدیک ۱۸ درصد کاهش دمای روزانه را تجربه کرده‌اند (جدول ۹). در ماه آوریل بیشترین مساحت کشور با افزایش دمای روزانه همراه بوده است (حدود ۵۳ درصد). در همین ماه شدیدترین آهنگ افزایش دمای روزانه نیز دیده می‌شود که حدود ۴ درجه سلسیوس در هر صد سال است (جدول ۱۲ و نمودار ۱). در ماه‌های سرد یا روند دیده نمی‌شود یا روند دما کاهش یافته است. در مجموع، دمای روزانه‌ی ایران با آهنگ یک درجه در هر صد سال رو به افزایش بوده است (جدول ۱۲). در مقایسه با آهنگ افزایش دمای شبانه روشن می‌شود که روندهای افزایشی دمای شبانه سه بار قوی‌تر از آهنگ افزایش دمای روزانه بوده‌اند. نتیجه آن که افزایش دمای

ایران در نیم سده‌ی گذشته معلول عواملی بوده که خروج تابش‌های بلند زمینی را کنترل می‌کرده‌اند. در عین حال این افزایش همانند دمای شبانه عمدتاً در مناطق غیر کوهستانی دیده می‌شود و روی کمربندهای کوهستانی کشور روند کاهش دما دیده می‌شود (نقشه ۱ و ۲). روند دمای شبانروزی (دمای میانگین) نماینده‌ی متوسط روند دمای شبانه و دمای روزانه است. همان‌الگوهای مکانی و زمانی که در روند دمای شبانه و دمای روزانه دیده شد در دمای شبانروزی هم وجود دارد. به بیان دیگر افزایش دما بیشتر در ماه‌های گرم و در مناطق گرم کشور رخ داده است. در این صورت به نظر می‌رسد در طی نیم سده‌ی گذشته دامنه‌ی تغییرات دما در ایران بالاتر رفته و تباین حرارتی مناطق مختلف کشور نیز با افزایش همراه باشد. دمای شبانروزی روی حدود ۴۴ درصد کشور روند افزایشی و روی حدود ۱۹ درصد کشور روند کاهشی داشته است. در ژوئن وسعت قلمروهایی که روند افزایشی نشان می‌دهند از همه‌ی ماه‌های دیگر بیشتر بوده و به حدود ۵۷ درصد می‌رسد. با این حال شدیدترین روند افزایش دما در ماه آوریل دیده می‌شود که آهنگ ۴ درجه در هر صد سال را نشان می‌دهد. در فوریه و مارس دمای شبانروزی ایران کاهش یافته است. آهنگ کاهش دما در این دو ماه به ترتیب یک و دو درجه در هر صد سال بوده است. در مجموع دمای شبانروزی ایران دو درجه در هر صد سال افزایش داشته است. به بیان دیگر دمای شبانروزی ایران در حال حاضر یک درجه گرم‌تر از پنجاه سال پیش شده است. بنابراین افزایش دمای ایران نسبت به میانگین گرمایش جهانی نزدیک دو برابر است. با توجه به این‌که با افزایش هر یک درجه، مرز برف‌های دایمی در ایران حدود ۱۶۰ متر بالاتر می‌رود (مسعودیان، ۱۳۸۲: ۹۰).

به نظر می‌رسد روند افزایش دما در ایران با محدودتر شدن انباره‌های آبی کشور همراه باشد. با توجه به این واقعیت که بارش ایران در مجموع متمرکز است و در سراسر سال توزیع نشده است؛ کاهش وسعت انباره‌های آبی به معنای تشدید کم آبی در ماه‌های گرم و بدون بارش خواهد بود. از مجموعه‌ی بررسی‌ها چنین به نظر می‌آید که آب و هوای ایران رو به سوی اقلیمی گرم‌تر و کم بارش تر در حرکت است.

جدول ۱: درصد مساحت روند دمای شبانه در ایران

سالانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژوئیه	ژوئن	مئ	آوریل	مارچ	فوریه	ژانویه
۴۶،۵	۴۶،۴	۵۵،۳	۵۰،۶	۵۳،۷	۵۸،۴	۵۵،۶	۵۶،۲	۵۲،۴	۵۰،۹	۲۳،۸	۲۲،۷	۳۱،۶
۳۵،۴	۴۵،۱	۳۳،۳	۳۱،۵	۲۷،۵	۲۸،۱	۲۷،۵	۲۵،۴	۲۵،۴	۳۰،۴	۴۴،۱	۵۴،۳	۵۲،۵
۱۸،۱	۸،۵	۱۱،۴	۱۷،۹	۱۸،۸	۱۳،۵	۱۶،۹	۱۸،۴	۲۲،۲	۱۸،۷	۳۲،۱	۲۳،۰	۱۵،۹

جدول ۲: ویژگی‌های آهنگ روندهای کاهشی دمای شبانه برحسب درجه سلسیوس در سال

سالانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژوئیه	ژوئن	مئ	آوریل	مارچ	فوریه	ژانویه
-۰،۲۶	-۰،۲۴	-۰،۲۳	-۰،۲۸	-۰،۲۸	-۰،۲۵	-۰،۲۵	-۰،۲۵	-۰،۲۴	-۰،۲۱	-۰،۲۵	-۰،۳۰	-۰،۳۱
-۰،۰۲	-۰،۰۳	-۰،۰۳	-۰،۰۲	-۰،۰۲	-۰،۰۲	-۰،۰۲	-۰،۰۲	-۰،۰۲	-۰،۰۲	-۰،۰۳	-۰،۰۳	-۰،۰۳
-۰،۰۷	-۰،۰۶	-۰،۰۶	-۰،۰۶	-۰،۰۷	-۰،۰۷	-۰،۰۶	-۰،۰۷	-۰،۰۶	-۰،۰۶	-۰،۰۷	-۰،۰۸	-۰،۰۸

جدول ۳: ویژگی‌های آهنگ روندهای افزایشی دمای شبانه برحسب درجه سلسیوس در سال

سالانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژوئیه	ژوئن	مئ	آوریل	مارچ	فوریه	ژانویه
۰،۰۲	۰،۰۳	۰،۰۲	۰،۰۳	۰،۰۲	۰،۰۲	۰،۰۲	۰،۰۲	۰،۰۲	۰،۰۲	۰،۰۲	۰،۰۳	۰،۰۳
۰،۲۰	۰،۲۲	۰،۲۲	۰،۲۲	۰،۲۴	۰،۲۳	۰،۲۳	۰،۲۵	۰،۲۳	۰،۱۷	۰،۱۵	۰،۱۹	۰،۲۲
۰،۰۹	۰،۰۸	۰،۱۰	۰،۱۰	۰،۱۰	۰،۱۰	۰،۰۹	۰،۰۹	۰،۰۹	۰،۰۸	۰،۰۶	۰،۰۸	۰،۰۸

جدول ۴: آهنگ تغییرات دمای شبانه ایران برحسب درجه سلسیوس در سال

سالانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژوئیه	ژوئن	مئ	آوریل	مارچ	فوریه	ژانویه
۰،۰۳	۰،۰۳	۰،۰۵	۰،۰۴	۰،۰۴	۰،۰۵	۰،۰۴	۰،۰۴	۰،۰۳	۰،۰۳	-۰،۰۱	۰،۰۰	۰،۰۱

جدول ۵: درصد مساحت روند دمای شبانه در ایران

سالانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژوئیه	ژوئن	مئ	آوریل	مارچ	فوریه	ژانویه
۴۳،۶	۴۴،۳	۵۲،۸	۴۶،۰	۵۳،۰	۵۵،۵	۵۴،۷	۵۷،۲	۵۱،۳	۵۴،۶	۱۵،۱	۱۵،۲	۲۴،۱
۳۷،۸	۵۰،۸	۳۶،۶	۲۹،۷	۲۴،۵	۲۸،۵	۲۴،۲	۲۲،۸	۲۷،۸	۳۵،۱	۵۰،۳	۶۱،۴	۶۱،۵
۱۸،۶	۴،۹	۱۰،۶	۲۴،۳	۲۲،۵	۱۶،۰	۲۱،۱	۲۰،۰	۲۰،۹	۱۰،۳	۳۴،۶	۲۳،۴	۱۴،۴

جدول ۶: ویژگی‌های آهنگ روندهای کاهشی دمای شبانه برحسب درجه سلسیوس در سال

سالانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژوئیه	ژوئن	مئ	آوریل	مارچ	فوریه	ژانویه
-۰،۲۰	-۰،۱۹	-۰،۱۷	-۰،۲۰	-۰،۱۹	-۰،۱۷	-۰،۱۷	-۰،۱۸	-۰،۱۹	-۰،۱۸	-۰،۲۳	-۰،۲۵	-۰،۲۵
-۰،۰۲	-۰،۰۳	-۰،۰۲	-۰،۰۲	-۰،۰۱	-۰،۰۲	-۰،۰۲	-۰،۰۲	-۰،۰۲	-۰،۰۲	-۰،۰۳	-۰،۰۳	-۰،۰۳
-۰،۰۶	-۰،۰۶	-۰،۰۵	-۰،۰۶	-۰،۰۵	-۰،۰۶	-۰،۰۶	-۰،۰۶	-۰،۰۶	-۰،۰۶	-۰،۰۷	-۰،۰۸	-۰،۰۷

جدول ۷: ویژگی‌های آهنگ روندهای افزایشی دمای شبانروزی برحسب درجه سلسیوس در سال

سالانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژوئیه	ژوئن	م	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
کمترین	۰.۰۳	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۱	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۳
بیشترین	۰.۱۷	۰.۱۹	۰.۲۰	۰.۲۲	۰.۲۴	۰.۲۴	۰.۲۳	۰.۲۴	۰.۲۱	۰.۱۴	۰.۱۳	۰.۱۶
میانگین	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۰۸

جدول ۸: آهنگ تغییرات دمای شبانروزی ایران برحسب درجه سلسیوس در سال

سالانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژوئیه	ژوئن	م	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
میانگین روند	۰.۰۳	۰.۰۴	۰.۰۲	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۴	۰.۰۲	۰.۰۱	۰.۰۱

جدول ۹: درصد مساحت روند دمای روزانه در ایران

سالانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژوئیه	ژوئن	م	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
افزایشی	۳۳.۳	۴۰.۱	۳۰.۸	۴۲.۴	۴۵.۱	۴۶.۷	۵۰.۸	۴۶.۰	۵۳.۲	۶.۹	۱۰.۲	۱۳.۷
بی‌روند	۶۴.۰	۵۲.۵	۴۲.۵	۳۴.۴	۳۶.۱	۲۹.۷	۳۰.۱	۳۸.۸	۲۹.۴	۶۱.۶	۶۷.۱	۷۶.۶
کاهشی	۱۷.۷	۲.۷	۲۶.۷	۲۳.۲	۱۸.۸	۲۳.۶	۱۹.۱	۱۵.۲	۷.۴	۳۱.۵	۲۲.۷	۱۳.۷

جدول ۱۰: ویژگی‌های آهنگ روندهای کاهشی دمای روزانه برحسب درجه سلسیوس در سال

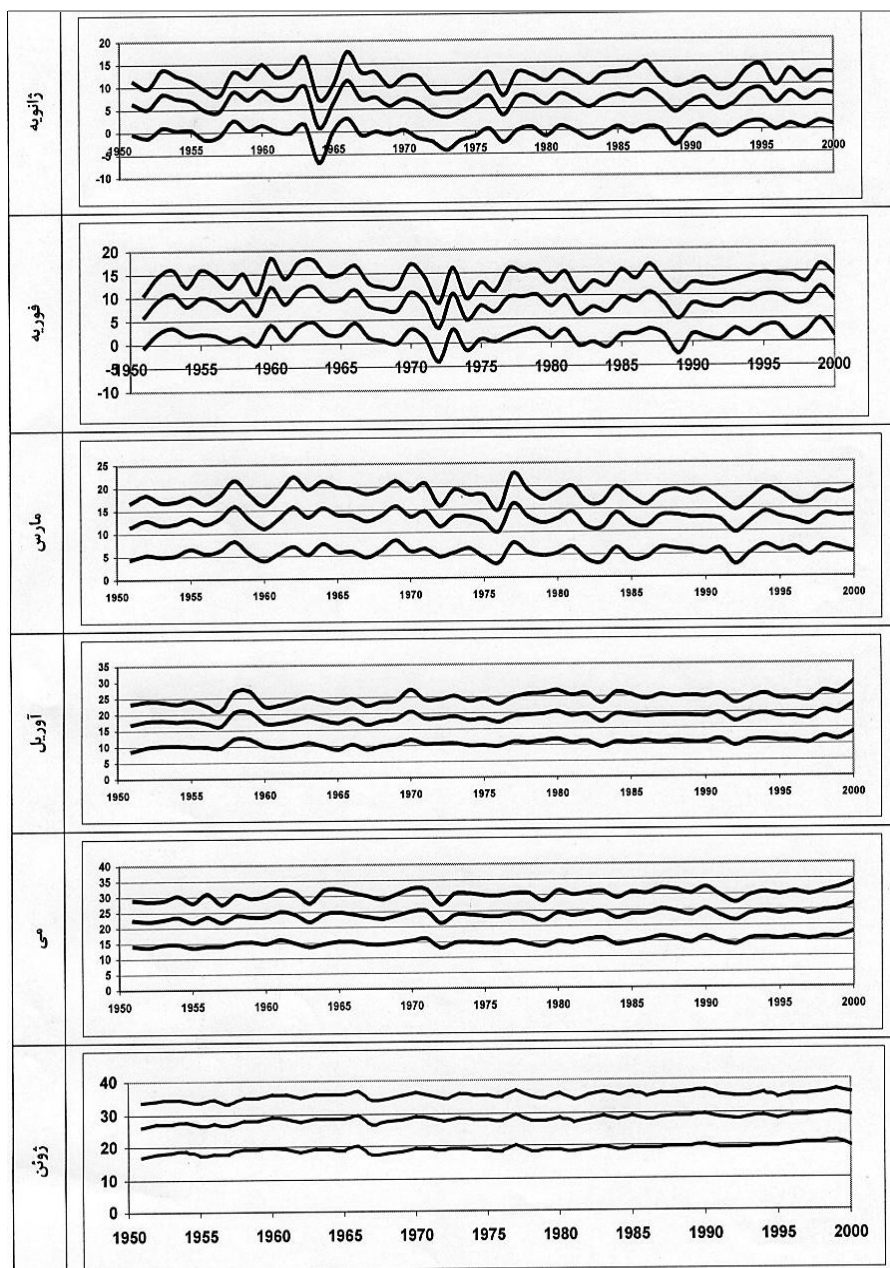
سالانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژوئیه	ژوئن	م	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
بیشترین	-۰.۱۷	-۰.۱۸	-۰.۲۱	-۰.۱۸	-۰.۱۸	-۰.۱۹	-۰.۲۱	-۰.۲۲	-۰.۲۳	-۰.۲۶	-۰.۲۴	-۰.۲۱
کمترین	-۰.۰۵	-۰.۰۴	-۰.۰۲	-۰.۰۲	-۰.۰۲	-۰.۰۲	-۰.۰۲	-۰.۰۳	-۰.۰۴	-۰.۰۲	-۰.۰۴	-۰.۰۴
میانگین	-۰.۰۸	-۰.۰۷	-۰.۰۷	-۰.۰۶	-۰.۰۶	-۰.۰۶	-۰.۰۶	-۰.۰۷	-۰.۰۸	-۰.۰۸	-۰.۰۹	-۰.۰۸

جدول ۱۱: ویژگی‌های آهنگ روندهای افزایشی دمای روزانه برحسب درجه سلسیوس در سال

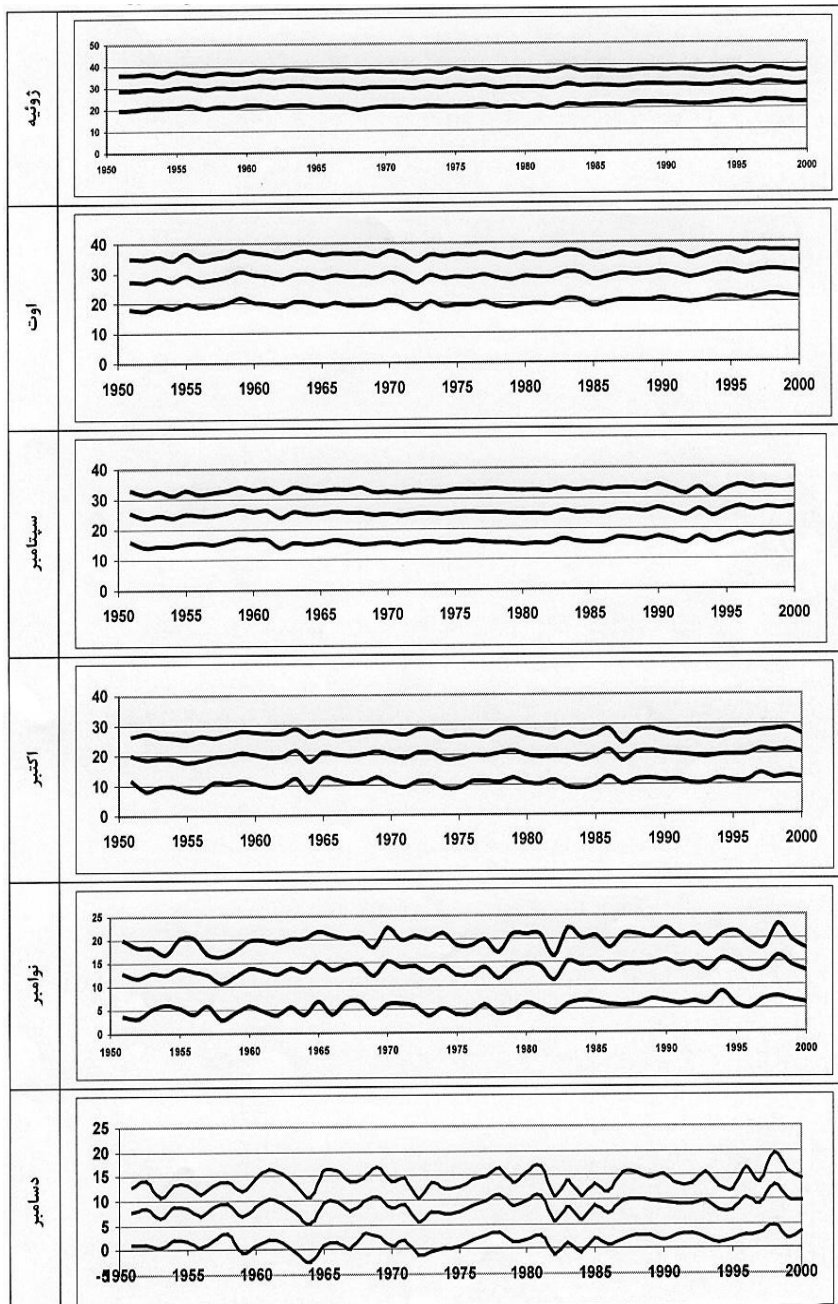
سالانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژوئیه	ژوئن	م	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
کمترین	۰.۰۳	۰.۰۴	۰.۰۳	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۰۴
بیشترین	۰.۲۳	۰.۱۹	۰.۲۲	۰.۲۵	۰.۲۶	۰.۲۷	۰.۲۷	۰.۲۸	۰.۲۶	۰.۱۷	۰.۱۶	۰.۱۶
میانگین	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۷	۰.۰۷	۰.۰۷	۰.۰۷	۰.۰۸	۰.۰۹	۰.۰۸	۰.۰۷	۰.۰۷	۰.۰۸

جدول ۱۲: آهنگ تغییرات دمای روزانه ایران برحسب درجه سلسیوس در سال

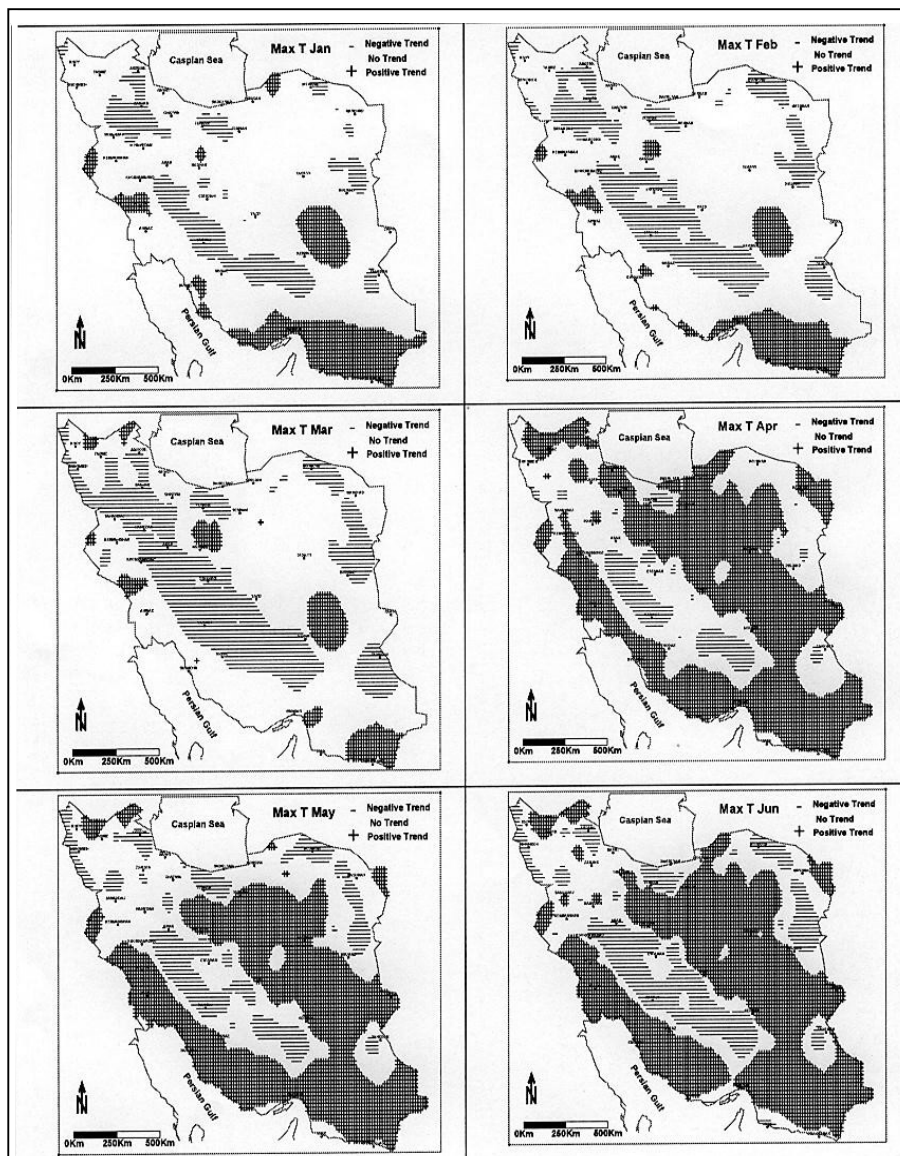
سالانه	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژوئیه	ژوئن	م	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
میانگین روند	۰.۰۱	۰.۰۲	۰.۰۳	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۴	-۰.۰۲	-۰.۰۱	۰.۰



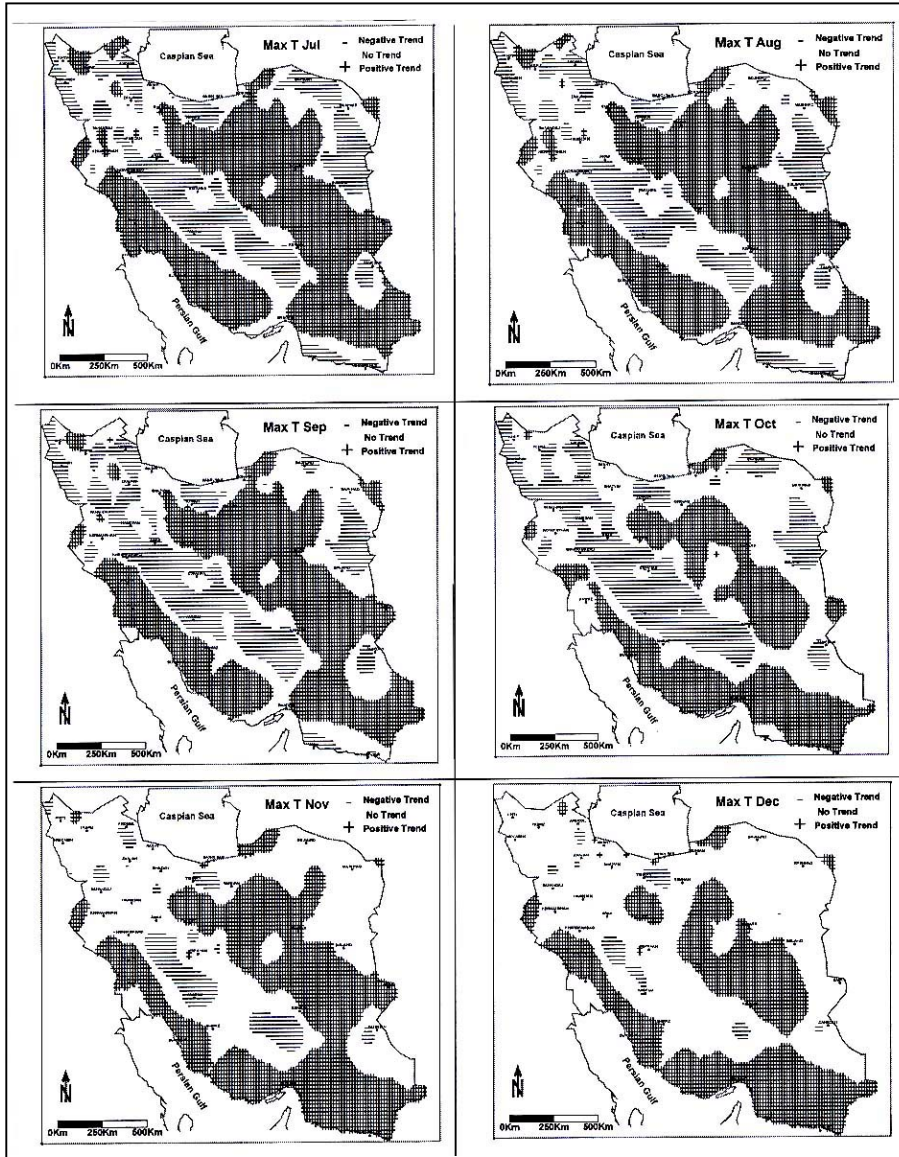
نمودار ۱: سری زمانی دمای شبانه، شبانروزی و روزانه ایران در نیم سده‌ی گذشته
(شش ماهه اول)



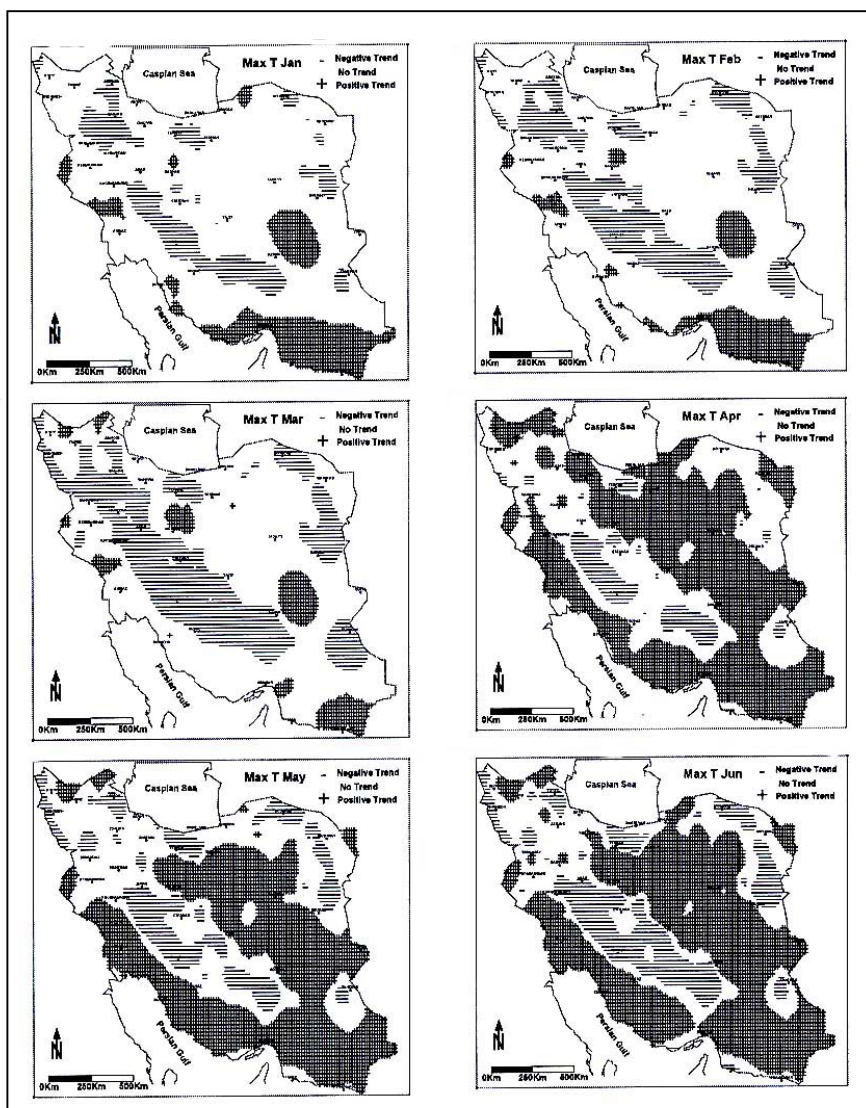
نمودار ۲: سری زمانی دمای شبانه، شبانروزی و روزانه ایران در نیم سده‌ی گذشته (شش ماهه اول)



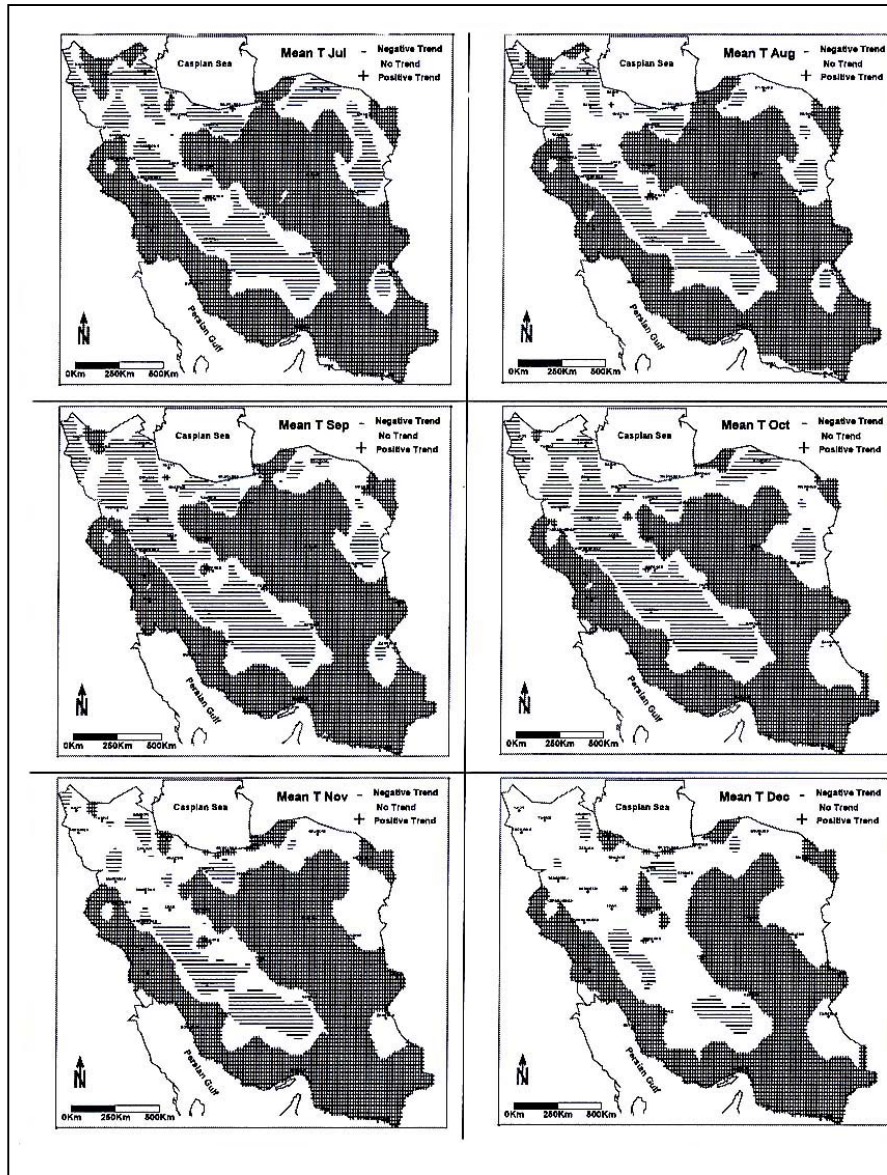
نقشه ۱: مناطقی از ایران که دمای روزانه آنها در نیم سده‌ی گذشته با اطمینان ۹۵ درصد روند داشته است (شش ماهه اول)



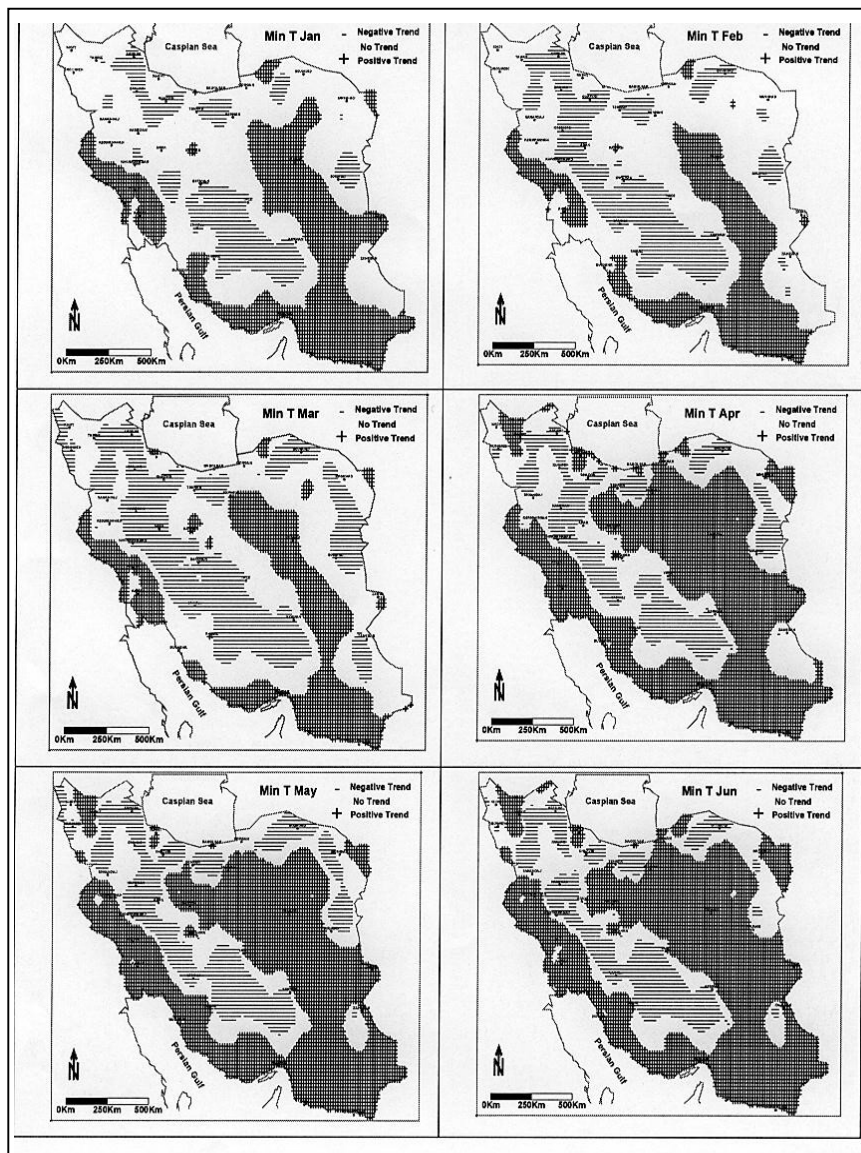
نقشه ۲: مناطقی از ایران که دمای روزانه آنها در نیم سده‌ی گذشته با اطمینان ۹۵ درصد روند داشته است (شش ماهه دوم)



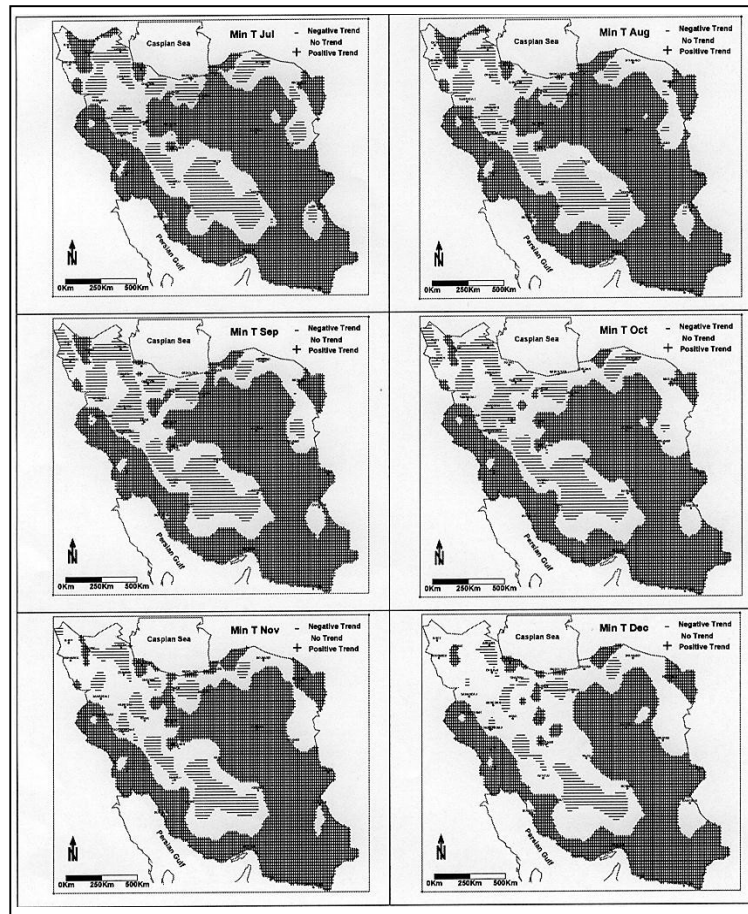
نقشه ۳: مناطقی از ایران که دمای شبانه‌روزی آنها در نیم سده‌ی گذشته با اطمینان ۹۵ درصد روند داشته است (شش ماهه اول)



نقشه ۴: مناطقی از ایران که دمای شبانه‌روزی آنها در نیم سده‌ی گذشته با اطمینان ۹۵ درصد روند داشته است (شش ماهه دوم)



نقشه ۵: مناطقی از ایران که دمای شبانه آنها در نیم سده‌ی گذشته با اطمینان ۹۵ درصد روند داشته است (شش ماهه اول)



نقشه ۶: مناطقی از ایران که دمای شبانه آنها در نیم سده‌ی گذشته با اطمینان ۹۵ درصد روند داشته است (شش ماهه دوم)

منابع و مأخذ

- 1- Alijani, B. (2002) "Variations of 500 hpa Flow Patterns over Iran and Surrounding Areas and Their Relationship with The Climate of Iran" Theoretical and Applied Climatology, 72, 41-54
- 2- Bhattacharyya Gouri K., Richard A. Johnson(1977), "Statistical concepts and methods", John Wiley and Sons.
- 3- Chung Y. S., M. B. Yoon (2000), "Interpretation of recent temperature and precipitation trends observed in Korea", Theor. Appl. Climatol. 67, 171-180
- 4- Grieser J., S. Tromel, C. D. Schonwiese (2002), "Statistical time series decomposition into significant components and application to European temperature", Theor. Appl. Climatol. 71, PP. 171-183

- 5- Kass E, Frich P (1995) "Daily temperature range and cloud cover in the Nordic countries: observed trends and estimates for the future". *Atmos Res* 37: 211-228
- 6- Kothyari UC, Singh VP (1996) "Rainfall and temperature trends in India". *Hydrological Processes* 10: 357-372.
- 7- Maheras P, Xoplaki E, Davies T, Martin-Vide J, Bariendos M, Alcoforado MJ (1999) "Warm and cold monthly anomalies across the Mediterranean basin and their relationship with circulation; 1860-1990". *Int J Climatol* 19:1697-1715.
- 8- Niedzwiedz T, Ustrnul Z, Szalai S, Weber RO (1996) "Trends of maximum and minimum daily temperatures in central and southeastern Europe." *Int J Climatol* 16:765-782.
- 9- Onate JJ, Pou A (1996) "Temperature variations in Spain since 1901: A preliminary analysis." *Int J Climatol* 16:805-815
- 10- Przybylak R (2000) "Temporal and spatial variation of surface air temperature over the period of instrumental observations in the Arctic." *Int J Climatol* 20:587-614.
- 11- Salinger MJ (1995) "Southwest Pacific temperatures: Trends in maximum and minimum temperatures." *Atmos Res* 37:87-99.
- 12- Stafford J. M, G. Wendler, J. Curtis (2000), "Temperature and precipitation of Alaska: 50 year trend analysis, Theor" *Appl. Climatol.* 67.
- 13- Vinnikov Konstantin Y. (2002) Trends in moments of climatic indices, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 29, NO. 2:141-144
- 14- Yin ZY (1999) Winter temperature anomalies of the north China plain and macroscale extratropical circulation patterns. *Int J Climatol* 19:291-308.
- 15- Yue S., M. Hashino (2003), Temperature trends in Japan: 1900-1996, *Theor. Appl. Climatol.* 75, 15-27
- 16- Zhang X, Vincent LA, Hogg WD, Niitsoo A (2000) Temperature and precipitation trends in Canada during the 20th century. *Atmosphere Ocean* 38(1): 395-429.
- ۱۷- حیدری، حسن؛ بهلول علیجانی. (۱۳۷۸). «طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره». پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۳۷.
- ۱۸- علیجانی، بهلول، م احمدی. (۱۳۷۵). «تعیین شاخص آسایش اقلیمی در تهران»، مجله علوم انسانی دانشگاه تربیت معلم. شماره ۹-۱۰-۱۱.
- ۱۹- علیجانی، بهلول. (۱۳۷۲). «تعیین نواحی گرمایی آذربایجان به روش تحلیل خوشه‌ای». مجله علوم انسانی دانشگاه تربیت معلم. شماره ۲-۳.
- ۲۰- علیجانی، بهلول. (۱۳۶۹). «تشکیل پرفشار سبیری و اثر آن بر اقلیم شمال شرق ایران». فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۱۷.
- ۲۱- علیجانی، بهلول. (۱۳۷۷). «فصول طبیعی ایران». پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۳۵.
- ۲۲- مسعودیان، سیدابوالفضل. (۱۳۸۲). «تحلیل ساختار دمای ماهانه ایران». مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان. ج پانزدهم. شماره ۲ و ۱.