

## واکاوی مکانی- زمانی میزان روند ماهانه درجه روز گرمایش در قلمرو ایران زمین

سید ابوالفضل مسعودیان (استاد اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران)

[s.a.masoudian@geo.ui.ac.ir](mailto:s.a.masoudian@geo.ui.ac.ir)

رضا ابراهیمی (دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران، نویسنده مسئول)

[ebrahimireza7679@yahoo.com](mailto:ebrahimireza7679@yahoo.com)

الهام یاراحمدی (دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران)

[yarahmadi\\_elham@yahoo.com](mailto:yarahmadi_elham@yahoo.com)

### چکیده

**اهداف:** افزایش درجه حرارت یکی از مسائل مهم زیست‌محیطی بشر است که در سال‌های اخیر، مطالعات زیادی را به‌خود اختصاص داده است. هدف از محاسبه روند درجه روز گرمایش در ایران، می‌تواند دیدی کلی از تغییرات نیاز گرمایش و تغییرات مکانی- زمانی این فراسنج، به-خصوص در فصول سرد و گرم سال برای مدیریت منابع انرژی ارائه کند.

**روش:** روند و شیب روند ماهانه درجه روز گرمایش ایران، با پایه دمایی ۱۸ درجه با استفاده از میانگین دمای روزانه هوا، در طی دوره آماری ۴۴ ساله (۱۳۸۳-۱۳۴۰) از پایگاه شخصی داده‌های دکتر مسعودیان در دانشگاه اصفهان<sup>۱</sup> استخراج و محاسبه شد. سپس، به‌کمک آزمون ناپارامتری من‌کندال روند و شیب روند جمع ماهانه درجه روز گرمایش در سطح معنی‌داری ۰/۰۵، برای هر کدام از یاخته‌ها در نرم‌افزار مطلب محاسبه گردید. ابعاد ماتریس به‌دست‌آمده ۷۱۸۷×۴۴ می-باشد. درنهایت، نقشه‌های روند و شیب روند این فراسنج در نرم‌افزار سورفر ترسیم شد و واکاوی گردید.

**یافته‌ها/ نتایج:** بیانگر روند مثبت نیاز گرمایشی در شمال کردستان و زنجان صول بهار و پاییز است. روند منفی نیاز گرمایشی نیز در چاله‌های داخلی، دامنه‌های زاگرس شمالی و جنوبی و کوهپایه‌های ن، غرب شهرکرد، ارتفاعات ماکو و کوهپایه‌های غربی بجنورد است که بیانگر کاهش

دمای این نقاط در ف کرمان و خراسان نمایان است که روند افزایش دمای این مناطق را در ماه-های سرد سال نشان می‌دهد.

**نتیجه‌گیری:** بیشترین گستره مکانی روند منفی نیاز به گرمایش، در دی ماه است که ۵۴٪ از وسعت ایران را در بر گرفته است که نمایانگر گرم‌تر شدن هوا در این ماه از سال در نیمی از کشور می‌باشد. بلوک لوت و تهران در فرودین ماه به میزان ۲- تا ۴- درجه روز در سال، بیشینه شیب روند منفی نیاز به گرمایش را دارا هستند.

**کلیدواژه‌ها:** درجه روز گرمایش، روند، من‌کندال، ایران.

#### ۱. مقدمه

تغییرات آب‌وهوایی حاصل فعالیت‌های بشر می‌باشند. تحقیقات اخیر نشان‌دهنده افزایش میانگین دمای جهانی به میزان ۰/۴ تا ۰/۸ درجه سانتیگراد طی قرن بیستم هستند. گرمایش جهانی و اثر مخرب آن یکی از موضوعات نگران‌کننده جوامع بشری است.

اثر گرمایش جهانی بر روی رژیم‌های دمایی، به دلیل افزایش گازهای گلخانه‌ای است. تغییرات دما بر روی فعالیت‌های کشاورزی، حمل‌ونقل، منابع آب، تولید انرژی، معماری، انرژی مصرفی برای گرمایش و سرمایش ساختمان، رشد گیاه، گل‌دهی و برداشت محصول، ذوب برف و موارد دیگر اثرگذار هستند. انرژی مصرفی برای گرمایش و سرمایش ساختمان‌ها، بیش‌ازهمه تحت‌تأثیر تغییرات دمایی بوده است و از جمله مطالعاتی که اثر تغییرات دما را بر انرژی مصرفی برای گرمایش و سرمایش ساختمان بررسی کرده‌اند، می‌توان به چن و هیوانگ<sup>۱</sup> (۲۰۰۰، ص. ۱۳) اشاره کرد. درجه روز، اندازه‌گیری انرژی موردنیاز برای گرمایش و سرمایش و فعالیت‌های دیگر است که این فراسنج در فواصل زمانی (ماهانه، فصلی و سالانه) محاسبه می‌گردد. در واقع، درجه روز عبارت است از تفاضل میانگین دمای روزانه از آستانه دمایی مورد استفاده که این آستانه‌های دمایی طبق هدف مطالعه انتخاب می‌شوند. در اغلب نقاط جهان برای محاسبه روند درجه روز گرمایش از پایه‌های دمایی ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ درجه

استفاده می‌شود (بنسال، زانگ، وینسنت، هوگ<sup>۱</sup>، ۲۰۰۱؛ ماتاراکیس و بالافوتیس<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴؛ ییلدیز و سوساگلو<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷).

## ۲. پیشینه تحقیق

از جمله مطالعات انجام گرفته در زمینه واکاوی روند درجه روزهای سرمایش و گرمایش می‌توان به تحقیق بنسال و همکاران (۲۰۰۱) اشاره کرد که روند گرمایش در کانادا را از طریق داده‌های دمای کمینه و بیشینه، طی دوره آماری ۱۹۹۸-۱۹۰۰ بررسی کردند. این مطالعه، بیانگر روند افزایشی میزان گرمایش به میزان ۰/۹ درجه، طی سال ۱۹۰۰ در جنوب کانادا می‌باشد. در این مدت، بیشترین گرمایش مربوط به میانگین دمای فصل زمستان و اوایل بهار بود. کدی اغلو و سایلان<sup>۴</sup> (۲۰۰۲) روند فصلی و سالانه درجه روز رشد در ترکیه را از طریق آزمون ناپارامتری من‌کندال و روند غیرخطی و رگرسیون خطی با آستانه دمایی ۵ درجه محاسبه کردند. روند درجه روز رشد، به‌طور معمول در فصول تابستان و پاییز برای نواحی ساحلی ترکیه منفی است که این بر روند رشد گیاهان در این مناطق اثرگذار می‌باشد. لی و فانگ<sup>۵</sup> (۲۰۰۷)، به بررسی گرمایش جهانی و اثرات آن بر میزان انرژی مصرفی گرمایش، با استفاده از میانگین دمای روزانه و ماهانه ۵۹۰ ایستگاه هواشناسی در سرتاسر چین، در طی دوره آماری ۲۰ ساله (۲۰۰۴ - ۱۹۸۰) پرداختند. نتایج نشان داد میزان انرژی سوخت ذخیره‌شده و میزان کمتر مصرف برای فصول سرد سال ناشی از تغییرات اقلیم جهانی است. آرتمان، جیالیستراس، مانز و هیسلبرگ<sup>۶</sup> (۲۰۰۸) به بررسی روند گرمایش جهانی و اثر آن بر مصرف انرژی مورد نیاز، برای سرمایش در طول شب در ۸ منطقه اروپا پرداختند. نتایج حاکی از روند افزایشی مثبت سرمایش در مرکز و شمال اروپا، حداقل در طی دهه‌های آتی می‌باشد. برای مرکز و شمال اروپا نیز روند کاهشی نیاز به سرمایش در فصل تابستان، بین ماه‌های ژوئن تا اوت به میزان ۲۰٪ تا ۵۰٪

1. Bonsal, Zhang, Vincent, & hogg

2. Matzarakisa & Balafoutis

3. Sosaoglu & Yildiz

4. Kadiog & Saylan

5. Li & Fang

6. Artmann, Gyalistras, Manz, & Heiselberg

تخمین زده شد. دوردی و گادگیل<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) روند تغییرات دمای هوا را در چهار شهر دهلی، کلکته، بمبئی و چینار در هند بررسی کردند. روند سالانه و فصلی دمای\* هوا با روش رگرسیون خطی و آزمون من‌کندال ارزیابی شد. نتایج به‌دست‌آمده از واکاوی‌های دمایی نشان‌دهنده تغییرات مثبت در روند افزایش دما می‌باشد؛ به‌نحوی که شاهد تغییرات فصلی دمای هوا نیز می‌باشیم. در ایران، از مطالعات انجام‌گرفته می‌توان به تحقیق فرجی و زاهدی (۱۳۸۷) اشاره کرد که به پهنه‌بندی درجه روزهای گرمایش و سرمایش منطقه آذربایجان در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند. بیشترین نیاز به گرمایش (HDD) در ماه‌های سرد سال، به‌ویژه در ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر مشاهده شد. ذوالفقاری، هاشمی، و رادمهر (۱۳۸۸)، به تحلیل نیازهای گرمایش و سرمایش شمال غرب ایران با استفاده از سامانه جدید پهنه‌بندی اقلیمی، از دیدگاه نیازهای سرمایشی و گرمایشی محیط پرداختند. منطقه مورد مطالعه پهنه‌بندی و نقشه اقلیمی شمال غرب ایران، برپایه طبقه‌بندی‌های ذکرشده ارائه گردید. ایران سرزمینی نسبتاً بلند و ناهموار است و مساحت آن ۲ میلیون کیلومتر مربع می‌باشد. ارتفاع رشته‌کوه‌های حاشیه شمالی و جنوب‌غربی فلات، در بیشتر طول آن‌ها بیشتر از ۲۵۰۰ متر است. ارتفاع میانگین تمامی کشور حدود ۱۲۵۰ متر و ارتفاع میانگین فلات داخلی نزدیک به ۹۰۰ متر است. دمای متوسط سالانه ایران ۱۸ درجه سانتیگراد است که از شمال به جنوب و از غرب به شرق روند افزایشی دارد. این مطالعه، روند و شیب روند ماهانه درجه روز گرمایش را در سرتاسر ایران ارزیابی می‌کند. اهمیت محاسبه روند درجه روز گرمایش در ایران می‌تواند دیدی کلی از تغییرات نیاز به گرمایش و تغییرات مکانی-زمانی این فراسنج را به‌خصوص در فصول سرد و گرم سال برای مدیریت منابع انرژی به‌دست دهد. خلیلی (۱۳۷۸) در پژوهشی با عنوان «تحلیل سه بعدی درجه روزهای گرمایش و سرمایش در گستره ایران» به بررسی نیاز گرمایشی و سرمایشی سالانه ایران پرداخته است و ایران را از نظر نیاز سرمایشی، به ۷ منطقه (H1 تا H7) و از نظر نیاز گرمایشی، به ۵ منطقه (C1 تا C5) تقسیم کرده است. این پهنه‌بندی رابطه مستقیم با ارتفاع و عرض جغرافیایی را در ارتباط با نیاز گرمایشی و سرمایشی نشان می‌دهد.

حقیقت‌جو (۱۳۸۱) در پژوهشی با عنوان «کاربرد درجه‌ روز گرمایشی و سرمایشی در تعیین مقدار انرژی و سوخت مورد نیاز و قابلیت سکنی‌پذیری مناطق مختلف کشور» درجه‌ روز گرمایشی و سرمایشی را برای شهرهای تهران، شیراز، بندرعباس، رشت، اهواز، شهرکرد و زابل محاسبه کرده است. نتایج نشان می‌دهد مصرف سوخت در اهواز و بندرعباس در ماه‌های گرم سال زیاد می‌باشد و قابلیت سکنی‌پذیری شهرهای یادشده کم است و نیز مصرف سوخت در شهرکرد در ماه‌های سرد سال زیاد می‌باشد و در ماه‌های سرد، قابلیت سکنی‌پذیری این شهر کم است. همچنین، از پارامترهای درجه‌ روز گرمایشی و سرمایشی می‌توان در تعیین مناطق و اقلیم‌های مناسب برای زندگی و نیز توسعه مناطق شهری و مکان‌یابی مناسب برای شهرها استفاده‌های علمی زیادی کرد.

### ۳. روش‌شناسی تحقیق

#### ۳.۱. روش تحقیق

در این پژوهش، برای واکاوی روند و شیب روند، جمع ماهانه درجه‌ روز گرمایش با آستانه دمایی ۱۸ درجه میانگین دمای روزانه هوا، در طی دوره آماری ۴۴ ساله (۱۳۸۳-۱۳۴۰) از پایگاه داده‌های اسفزاری استفاده گردید (جدول ۱). داده‌های درجه‌ روز گرمایش با یاخته‌های ۱۵×۱۵ کیلومتر برای کل ایران میان‌یابی شد که حاصل آن ماتریسی به ابعاد ۷۱۸۷×۴۴ (یاخته × زمان) می‌باشد. در نهایت، به کمک آزمون ناپارامتری من‌کندال، روند و شیب روند درجه‌ روز گرمایش برای هرکدام از یاخته‌ها محاسبه شد. نرم‌افزارهای مورد استفاده متلب<sup>۱</sup> و سورفر<sup>۲</sup> می‌باشند. در بیشتر مطالعات انجام گرفته، از آستانه‌های دمایی متفاوت طبق اهداف پژوهش، برای محاسبه روند درجه‌ روز گرمایش و سرمایش استفاده شده است.

جدول ۱- اسامی محققان و علل انتخاب آستانه‌های دمایی به کار برده شده برای محاسبه روند

درجه روز گرمایش و سرمایش

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

| اسامی محققان                                  | آستانه‌های دمایی مورد انتخاب | کاربرد و علل انتخاب   |
|---|------------------------------|---|
| کدی اغلو، سن، و آلتکین <sup>۱</sup><br>(۱۹۹۹) | ۱۵ و ۲۴ درجه                 | آستانه دمایی ۲۴ درجه به عنوان دمای بیشینه و دمای ۱۵ درجه، میانگین دمای کشور ترکیه برای محاسبه انرژی مصرفی |
| خلیلی (۱۳۷۹)                                  | ۱۸ درجه                      | میانگین دمای کشور   |
| رحمان و همکاران<br>(۲۰۱۰)                     | ۲۰، ۱۸ و ۲۴ درجه             | محاسبه انرژی مورد نیاز صنایع در نواحی ساحلی عربستان   |
| یلدیزوسوسا و اغلو (۲۰۰۷)                      | ۲۰، ۱۸ و ۲۴                  | محاسبه انرژی مورد نیاز صنایع در نواحی ساحلی ترکیه   |
| ماتزراکیس و بالافوتیس<br>(۲۰۰۴)               | ۱۴ درجه                      | به عنوان میانگین دمای یونان   |
| جیانگ، لی، وی، و هو <sup>۲</sup><br>(۲۰۱۰)    | ۱۸ و ۲۴ درجه                 | دمای ۱۸ درجه به عنوان آسایش انسان و دمای ۲۴ به عنوان دمای بیشینه کشور چین                                 |

آزمون روند چندین دهه است که توسط آب‌شناسان و پژوهشگران برای شناسایی رفتار متغیرهای هیدرولوژیک- هواشناسی مانند بارش، دما و موارد دیگر استفاده می‌شود (جیانگ و همکاران، ۲۰۱۰، ص. ۳۵۰). در ابتدا، من<sup>۳</sup> در سال ۱۹۴۵ این آزمون را ارائه کرد و سپس، کندال<sup>۴</sup> آن را به صورت آزمون آماری بسط و گسترش داد. این آزمون ناپارامتری است و در مواقعی استفاده می‌شود که داده‌ها نرمال نیستند. به عبارت دیگر، نیاز به نرمال بودن داده‌ها نیست. این آزمون بدون توجه به خطی یا غیرخطی بودن روند، برای شناسایی به لحاظ آماری معنی‌داری روند هر سری زمانی کاربرد دارد.

الف. ابتدا، براساس آماره S اختلاف بین تک تک مشاهدات (بارش، دما یا هر پارامتر اقلیمی دیگر) را با یکدیگر محاسبه می‌کنیم؛

1. Kadioglu, Sen, & Ultekin
2. Jiang, Li, Wei, & Hu
3. Mann
4. Kendall

رابطه (۱):

$$s = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k)$$

ب.  $i > j$  است و  $n$  تعداد کل مشاهدات،  $x_j$  و  $x_k$  به ترتیب مقادیر  $j$  و  $k$  سری می‌باشند. خروجی تابع بالا علامت هر سری را به صورت زیر روشن می‌کند:

رابطه (۲):

$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} +1 & (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & (x_j - x_k) < 0 \end{cases}$$

پ. بعد از تعیین علامت، واریانس هرکدام از مشاهدات را با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌کنیم. تعداد مشاهدات باید بیشتر از ۱۰ باشند ( $10n() >$ ):

رابطه (۳):

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

ت. مرحله بعد، محاسبه آماره  $Z$  است؛

رابطه (۴):

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

ث. آزمون فرض: فرض صفر بر نبود روند و تصادفی بودن آن دلالت دارد؛ به این معنا که  $Z$  آماره معنی‌داری نیست؛ برای مثال، گرمایش یا سرمایش و دوره تر و خشک وجود ندارد. زمانی این فرض تأیید می‌شود که  $-\alpha/2 < Z < \alpha/2$  باشد (رابطه ۵). مقادیر  $\alpha/2Z$  انحراف نرمال استاندارد ( $Z$  جدول) است. فرض مقابل یا فرض یک بر وجود روند دلالت دارد و به این معنا است که  $Z$  به لحاظ آماری معنی‌دار است. زمانی این فرض تأیید می‌شود که  $Z < -\alpha/2$  است (جیانگ و همکاران، ۲۰۱۰، ص. ۳۵۳).

در برخی از ایستگاه‌ها، روند دما، مثبت (گرمایش) و در برخی دیگر از آن‌ها، روند دما، منفی (سرمایش) است؛ بنابراین، در چنین مواردی، فرضیه‌ها دو طرفه انتخاب می‌شوند. در این پژوهش،

سطح معنی‌داری  $\alpha=0/05$  می‌باشد؛ بنابراین، با توجه به دو طرفه‌بودن آزمون، میزان  $Z$  جدول برابر با  $1/96$  خواهد بود.

در ادامه، میزان شیب روند برای هرکدام از یاخته‌ها محاسبه می‌گردد و پراکنش مکانی - فضایی آن‌ها بر روی نقشه نمایش داده می‌شود.

### ۲.۳. منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد پژوهش، کل سرزمین ایران در عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۳۹ درجه و طول جغرافیایی ۴۴ تا ۶۴ درجه است. وسعت این منطقه ۱۶۴۸۹۵ کیلومتر مربع است.

### ۴. مبانی نظری تحقیق

درجه روز گرمایشی و درجه روز سرمایشی از عواملی هستند که بستگی به درجه حرارت متوسط هوا در طی یک روز دارند و نشان‌دهنده این هستند که چه میزان باید درجه حرارت متوسط هوا در طی یک روز افزایش یا کاهش یابد تا برای زندگی انسان مناسب شود. افزون‌براین، چه مقدار انرژی باید صرف گرم کردن یا خنک کردن هوا کرد (حقیقت‌جو، ۱۳۸۱)

مقدار نیاز به گرم کردن محیط در زمستان و سرد کردن آن در تابستان، برحسب تعریف «جمع تفاضل‌های میانگین‌های روزانه دما از آستانه معین در دوره مشخصی از سال» است و برحسب تعریف درجه - روز بیان می‌شود (خلیلی، ۱۳۸۷، ص. ۹۶۵۷). مقدار درجه - روز نوعی نمایه انرژی است که با در دست داشتن ابعاد محیطی که گرم یا سرد می‌شود و همچنین، اطلاعات فیزیکی دیگر می‌توان آن را مستقیماً برحسب کالری در واحد حجم فضا بیان کرد. به عبارت دیگر، درجه - روز یک شاخص مصرف انرژی گرمایش و سرمایش محسوب می‌شود.

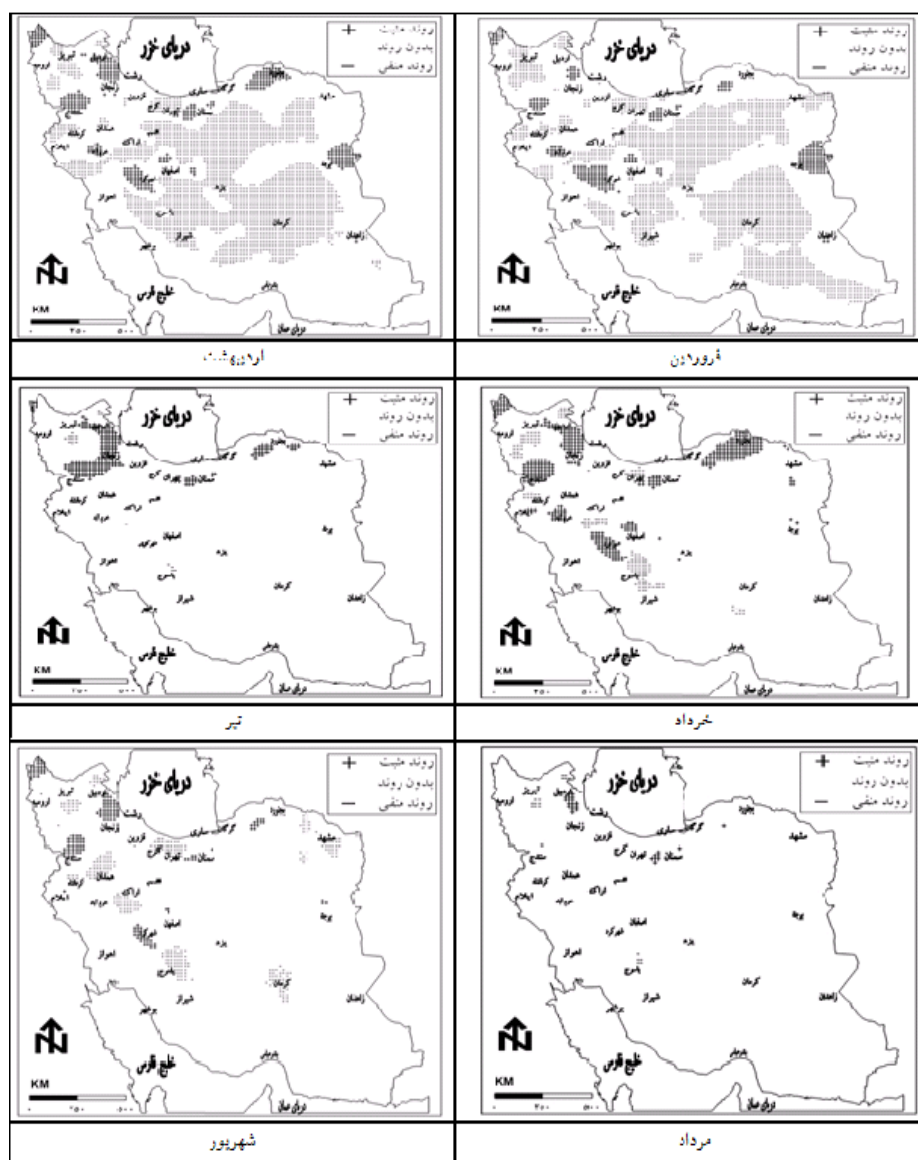
### ۵. یافته‌های تحقیق

#### ۵.۱. روند جمع ماهانه درجه روز گرمایش

روند جمع ماهانه درجه روز گرمایش ایران، در سطح معنی‌داری  $0/05$  با آستانه‌های دمایی ۱۸ درجه (میانگین دمای کشور)، ۲۵ درجه (بیشینه دمای کشور) و ۱۱ درجه (دمای کمینه کشور)



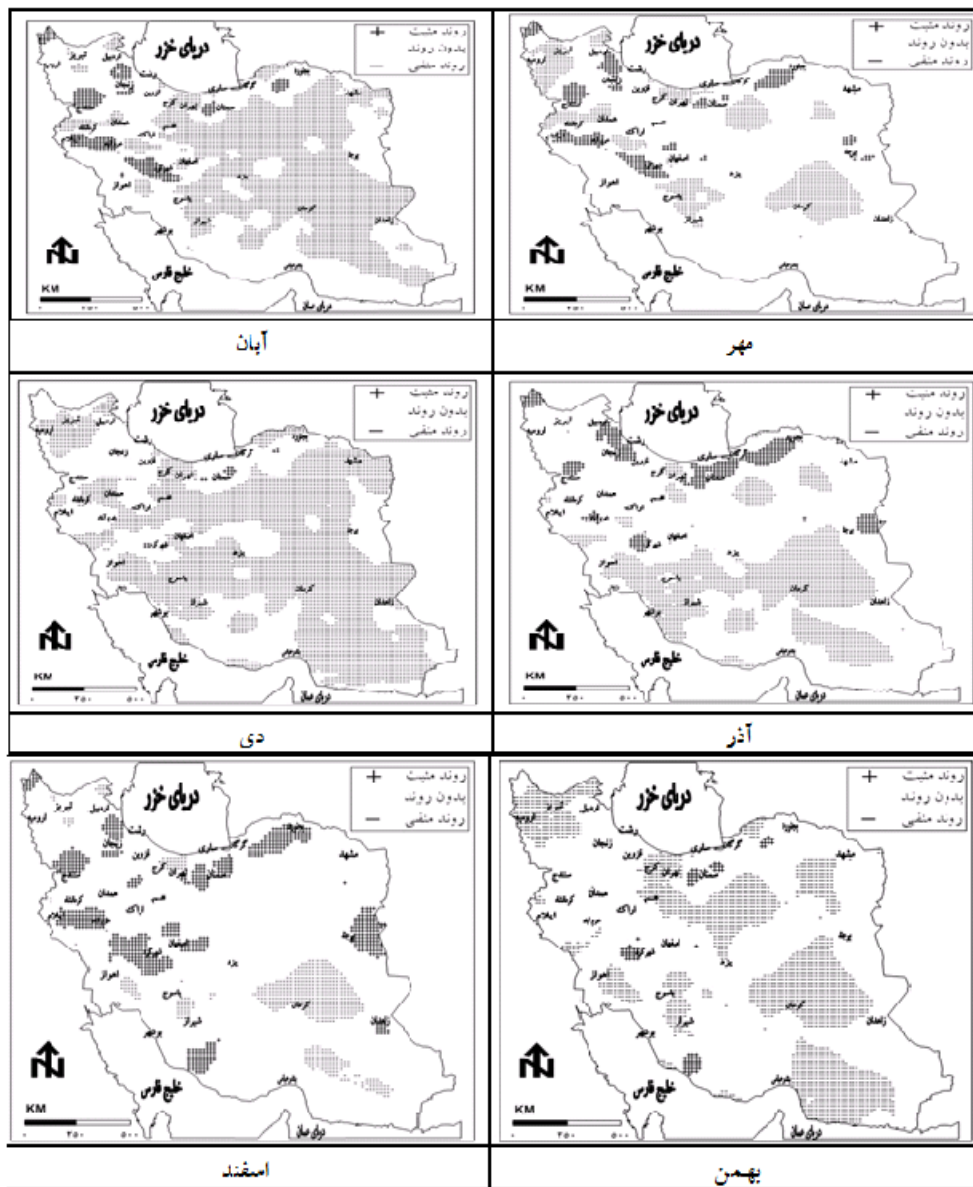
(مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸۷، ص. ۵۳) محاسبه گردید و نقشه‌های آن ترسیم شد که در این مقاله، به دلیل حجم زیاد نقشه‌ها فقط آستانه دمایی ۱۸ درجه به عنوان نمونه بررسی شد. شکل‌های (۱) و (۲) روند ماهانه درجه روز گرمایش را در نیمه اول سال در سطح آماری ۰/۰۵ نشان می‌دهند. در این نیمه، روند گرمایش در فصل بهار نمایان می‌باشد؛ درحالیکه در فصل تابستان روند خاصی در کشور مشاهده نمی‌شود. در فصل بهار، روند منفی نیاز به گرمایش در فروردین و اردیبهشت ماه با ۳۵٪ از وسعت کشور در چاله‌های داخلی، نوار کوهستانی و کوهپایه‌ای کرمان، دامنه‌های زاگرس جنوبی و شمالی، باریکه فلات آذربایجان و تهران نمایان می‌باشد که از روند افزایشی دمای این مناطق حکایت دارد. روند مثبت نیاز به گرمایش در دامنه‌های زاگرس مرکزی، ارتفاعات شرق بیرجند، غرب بجنورد، ماکو، شمال کردستان، زنجان و باریکه شرق تهران با ۴٪ از وسعت کشور در این دو ماه، نمایانگر سردتر شدن هوا در این مناطق است. طبق شکل (۲)، در ماه‌های سرد سال، روند منفی نیاز به گرمایش در پهنه وسیع‌تر، بیش از روند مثبت قابل مشاهده است. وسعت مناطق دارای روند در نیمه دوم سال بیشتر از نیمه اول سال می‌باشد. روند مثبت در آذر ماه‌های مهر، آبان، آذر و اسفند مشاهده می‌گردد. بیشینه وسعت مناطق دارای روند مثبت در آذر ماه به میزان ۶۷/۵٪ می‌باشد که شامل نوار کوهستانی البرز غربی و شرقی و بخش‌های شمالی کردستان و غرب شهرکرد شده است و بیانگر سردتر شدن این مناطق است. بیشینه گستره روند منفی گرمایش نیز در دی ماه در نیمه شرقی، دامنه‌های زاگرس و باریکه شمال غرب با ۵۵٪ از وسعت کشور مشاهده می‌گردد. این بررسی‌ها نشان‌دهنده گرم‌تر شدن هوا در فصل زمستان، به ویژه در دی ماه می‌باشد. در چاله‌های داخلی و دامنه‌های زاگرس، روند گرم‌شدگی هوا بارزتر است. در طی سال، سواحل و جلگه‌های جنوبی کشور فاقد روند گرمایش هستند و از یکنواختی بیشتری برخوردار می‌باشند. جدول (۲) وسعت مناطق دارای روند منفی، روند مثبت و فاقد روند را نشان می‌دهد. در تابستان، بیش از ۹۰٪ از وسعت مناطق کشور فاقد روند هستند. بیشترین گستره مناطق دارای روند مثبت نیز در آذر، اسفند و اردیبهشت ماه مشاهده می‌شود. در میزان روند منفی نیز دی و بهمن ماه، به ترتیب با ۵۵٪ و ۲۹٪ از وسعت کشور، در طی ماه‌های سال بیشینه را دارا هستند.



شکل ۱- روند جمع ماهانه درجه روز گرمایش نیمه اول سال با پایه دمایی ۱۸ درجه در سطح

آماري ۰/۰۵

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲



شکل ۲- روند جمع ماهانه درجه روز گرمایش نیمه دوم سال با پایه دمایی ۱۸ درجه در سطح

آماري ۰/۰۵

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

جدول ۲- درصد مساحت مناطق دارای روند مثبت، منفی و فاقد روند درجه روز گرمایش، با پایه

دمایی ۱۸ درجه در قلمرو ایران

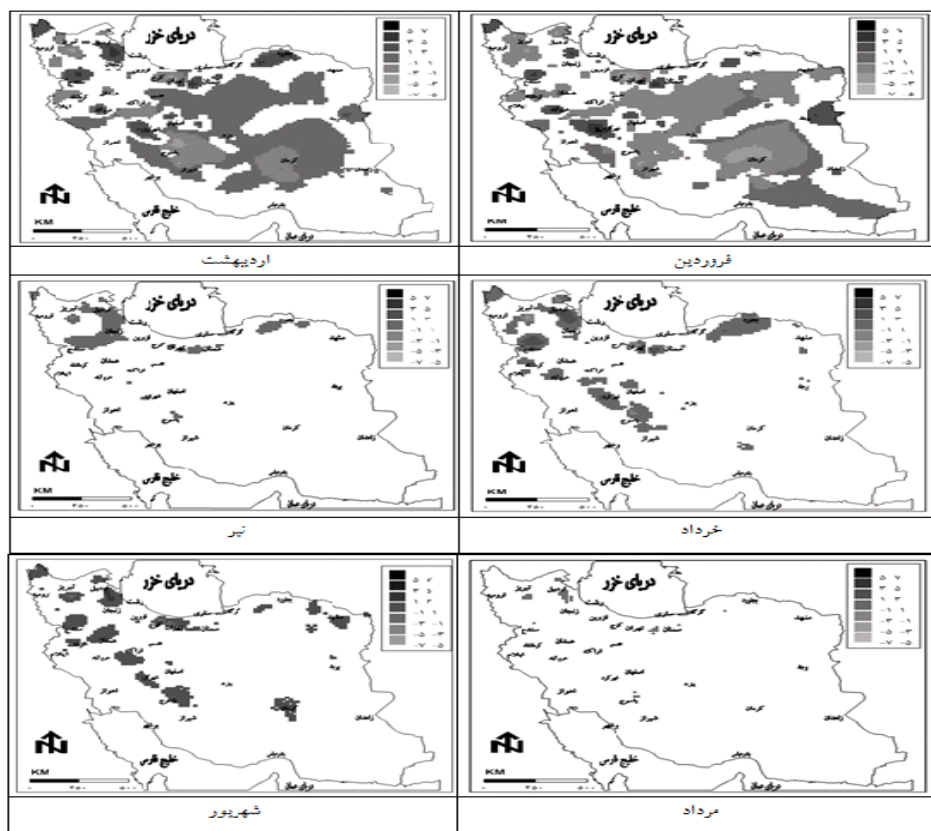
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

| روند منفی | فاقد روند | روند مثبت | روند ماه |
|-----------|-----------|-----------|----------|
| ۳۵/۸      | ۶۰/۱      | ۱/۴       | فروردین  |
| ۳۴/۳      | ۶۰/۲      | ۵/۵       | اردیبهشت |
| ۲/۶       | ۹۱/۲      | ۶/۲       | خرداد    |
| ۳/۱       | ۹۶/۶      | ۰/۳       | تیر      |
| ۰/۳       | ۹۹/۴      | ۰/۴       | مرداد    |
| ۴/۶       | ۹۳/۱      | ۲/۲       | شهریور   |
| ۱۵/۲      | ۸۰/۱      | ۴/۷       | مهر      |
| ۴۵/۱      | ۵۰/۶      | ۴/۳       | آبان     |
| ۲۷/۲      | ۶۷/۵      | ۵/۳       | آذر      |
| ۵۹/۸      | ۳۹/۹      | ۰/۲       | دی       |
| ۳۰/۷      | ۶۸/۲      | ۱/۱       | بهمن     |
| ۸/۲       | ۸۱/۶      | ۱۰/۲      | اسفند    |

#### ۲.۵. شیب روند جمع ماهانه درجه روز گرمایش

شکل‌های (۳) و (۴) شیب روند جمع ماهانه درجه روز گرمایش را برحسب درجه روز در سال نشان می‌دهند. مناطقی که در فرودین، اردیبهشت و خرداد ماه دارای روند منفی هستند، شیب روند منفی آن‌ها به میزان (۱-) تا (۳-) درجه روز در سال است؛ به این معنای که در هر سال، به این میزان نیاز گرمایشی آن‌ها کاسته می‌شود. چاله‌های داخلی، زاگرس جنوبی، تهران و جنوب تبریز در فروردین با ۱۶٪ از وسعت مناطق دارای روند، به میزان (۵-) تا (۳-) درجه روز در سال، بیشینه کمی شیب - روند منفی گرمایش را دارا هستند. شیب روند مناطق دارای روند مثبت نیز به میزان ۱-۳ درجه روز در سال است که در نواحی مرکزی، این نقاط تا ۵ درجه روز در سال افزایش می‌یابد. طبق شکل (۴)، در مهر ماه، شیب روند ۷۰٪ از مناطق دارای روند منفی به میزان (۳-) - (۱-) درجه روز در سال است که دشت لوت، کوهپایه‌های غربی مشهد و تهران با ۱۹٪ بیشینه شیب روند منفی به میزان (۵-) - (۳-) درجه روز را دارا هستند. شیب روند در بخش میانی مناطق دارای روند مثبت نیز ۳-۵ درجه روز در سال می‌باشد که در هر سال به این میزان نیاز گرمایش آن‌ها افزایش می‌یابد. بیش از ۶۰٪ از

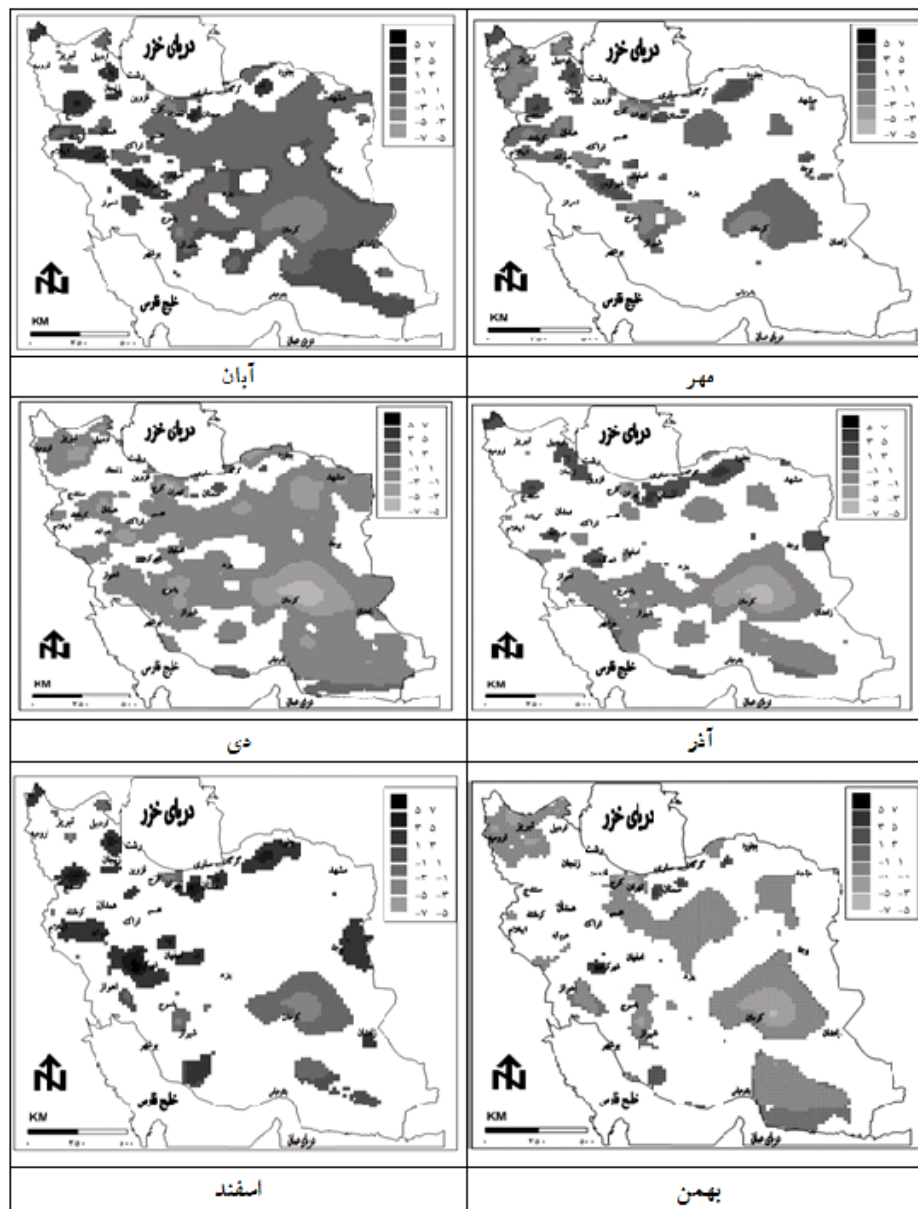
وسعت مناطق دارای روند منفی، در آذر، دی و بهمن ماه شیب روند منفی آن‌ها به میزان (۳-) - (۱-) درجه روز در سال است که در مناطق مرکزی، این نقاط به (۵-) - (۳-) درجه روز در سال افزایش می‌یابند. در ماه‌های سرد سال، شیب روند مثبت گرمایش بیش از ۱۰٪ از وسعت مناطق دارای روند مثبت را فرامی‌گیرد؛ به گونه‌ای که بیشینه شیب روند مثبت در اسفند و در ۸٪ از مناطق به میزان ۳-۵ درجه روز در سال است. طبق جدول (۲)، شیب روند منفی نیاز گرمایش در بیش از ۶۰٪ از مناطق دارای روند منفی، در همه ماه‌های سرد و معتدل به میزان (۳-) تا (۱-) است که بیشینه کمی آن در بهمن ماه در مناطق مرکزی مناطق دارای روند منفی، به میزان (۷-) تا (۵-) نمایان می‌باشد.



شکل ۳- شیب روند جمع ماهانه درجه روز گرمایش برحسب درجه روز در نیمه اول سال با

پایه دمایی ۱۸ درجه در سطح آماری ۰/۰۵

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲



شکل ۴- شیب روند جمع ماهانه درجه روز گرمایش برحسب درجه روز در نیمه دوم سال با پایه

دمایی ۱۸ درجه در سطح آماری ۰/۰۵

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

جدول ۳- مساحت شیب روند جمع ماهانه درجه روز گرمایش با آستانه دمایی ۱۸ درجه برحسب درصد

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

| روند شیب<br>ماه | ۷ تا ۵ | ۵ تا ۳ | ۳ تا ۱ | ۱ تا ۱ | ۱ تا ۱ | ۲ تا ۱ | ۱ تا ۱ |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| فروردین         | ۰/۱    | ۱      | ۲۳/۸   | ۶۲/۵   | ۳/۴    | ۰/۲    | ۰      |
| اردیبهشت        | ۰      | ۱/۱    | ۸/۹    | ۶۸/۷   | ۲۰     | ۱      | ۰      |
| خرداد           | ۰      | ۰      | ۰      | ۱/۶    | ۶۹     | ۲۸/۳   | ۱/۱    |
| تیر             | ۰      | ۰      | ۱۰/۶   | ۸۵     | ۴/۴    | ۰/۳    | ۰      |
| مرداد           | ۰      | ۰      | ۰      | ۱۰۰    | ۰      | ۰      | ۰      |
| شهریور          | ۰      | ۰      | ۲/۴    | ۹۴/۶   | ۳      | ۰      | ۰      |
| مهر             | ۰      | ۰/۷    | ۱۵     | ۵۷/۵   | ۲۶     | ۱      | ۰      |
| آبان            | ۰      | ۰/۶    | ۷/۸    | ۲۱     | ۶۵     | ۶      | ۰      |
| آذر             | ۰      | ۲      | ۱۴/۳   | ۴      | ۶۶     | ۱۱/۲   | ۲      |
| دی              | ۰      | ۰      | ۰/۴    | ۳      | ۷۹/۵   | ۱۴/۸   | ۲/۱    |
| بهمن            | ۰/۲    | ۱/۴    | ۲      | ۱۲     | ۷۶/۵   | ۷/۵    | ۰/۵    |
| اسفند           | ۱      | ۸      | ۴۵/۲   | ۸/۲    | ۳۱/۲   | ۶/۷    | ۰      |

## ۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تغییرات دما بر فعالیت‌های کشاورزی، حمل‌ونقل، منابع آب، تولید انرژی، معماری، انرژی مصرفی برای گرمایش و سرمایش ساختمان، رشد گیاه، گل‌دهی و برداشت محصول، ذوب برف و موارد دیگر اثرگذار هستند. بررسی روند جمع ماهانه درجه روز گرمایش بیانگر کاهش نیاز این فراسنج در زاگرس جنوبی و چاله‌های داخلی در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، آبان، آذر، دی و بهمن بوده است. این نتایج گویای گرم‌تر شدن هوا نسبت به میانگین دما در مناطق گرم کشور می‌باشد. دی ماه با افزوده شدن دامنه‌های زاگرس مرکزی و نوار کوهپایه‌ای با ۰/۵۵٪

از وسعت کشور، بیشینه گسترش مکانی روند منفی نیاز گرمایش را دارا می‌باشد. روند مثبت گرمایش در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، خرداد، مهر و اسفند ماه در نوار کوهستانی زاگرس مرکزی، البرز غربی، شرق بیرجند و غرب بجنورد مشاهده می‌شود که بیشینه گسترش مکانی آن را اسفند ماه با ۱۰٪ از وسعت کشور دارا می‌باشد که حاکی از خنک‌تر شدن نوار کوهستانی است. دمای مناطق گرم کشور روند افزایشی دارد که موجب افزایش مصرف انرژی برای سرمایش و کاهش مصرف انرژی برای گرمایش شده است. بیشینه شیب روند مثبت نیاز گرمایش، در نواحی مرتفع زاگرس مرکزی، البرز غربی و قله‌های کوهستانی کشور و در بهمن ماه نمایان است. از لحاظ گستره مکانی، بیشترین روند منفی نیاز گرمایش در دی ماه است که نمایانگر کوتاه‌تر شدن ماه‌های سرد سال می‌باشد.

#### کتابنامه

۱. خلیلی، ع. (۱۳۷۸). تحلیل سه بعدی درجه-روزهای گرمایش و سرمایش در گستره ایران. *مجله تحقیقات جغرافیایی*، (۵۴ و ۵۵)، ۷-۱۸.
۲. خلیلی، ع. (۱۳۷۹). تدوین یک سامانه جدید پهنه‌بندی اقلیمی از دیدگاه نیازهای گرمایش و سرمایش محیط و اعمال آن بر گستره ایران. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، (۷۵)، ۱۲۷۴۲-۱۲۷۳۴.
۳. ذوالفقاری، ح.، هاشمی، ر.، و رادمهر، پ. (۱۳۸۸). تحلیل بر نیازهای سرمایشی و گرمایشی در شمال غرب ایران. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، (۷۰)، ۲۱-۳۴.
۴. حقیقت‌جو، پ. (۱۳۸۱). کاربرد درجه روز گرمایشی و سرمایشی در تعیین مقدار انرژی و سوخت موردنیاز و قابلیت‌پذیری مناطق مختلف کشور. *دومین همایش بین‌المللی بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان*، تهران، ایران. بازیابی در ۶ خرداد ۱۳۹۱ از [http://www.civilica.com/Paper-CECB۰۲-CECB۰۲\\_۱۶۴.html](http://www.civilica.com/Paper-CECB۰۲-CECB۰۲_۱۶۴.html)
۵. فرجی، ع.، و زاهدی، ر. (۱۳۷۸). پهنه‌بندی درجه-روزهای نیاز به گرمایش و سرمایش منطقه آذربایجان در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، (۶۶)، ۷۰-۸۵.
۶. مسعودیان، س. ا.، و کاویانی، م. ر. (۱۳۸۷). *اقلیم‌شناسی ایران*. اصفهان: انتشارات دانشگاه اصفهان.



7. Artmann, N., Gyalistras, D., Manz1, H., & Heiselberg, P. (2008). Impact of climate warming on passive night cooling potential. *Bulding Research & Information*, 36(2), 111–128.
8. Bonsal, R. B., Zhang, X., Vincent, L. A., & Hogg, W. D. (2001). Characteristics of daily and extreme temperatures over Canada. *American Meteorological Society*, 14(9), 1959-1976.
9. Chen, Y., & Huang, C. (2000). Impact of climate change on energy demand. *Acta Geographica Sinica*, 55, 11–19.
10. Dhorde, A., Dhorde1, A., & Gadgil, A. (2009). Long-term temperature trends at four largest cities of India during the twentieth century. *Post Graduate Department of Geography, Nowrosjee Wadia College*, 13(2), 85-97.
11. Jiang, F., Li, X., Wei, B., & Hu, R. (2010). Observed trends of heating and cooling degree-days in Xinjiang province, China. *Theoretical and Applied Climatology*, 97(3), 349–360.
12. Kadioglu, M., & Saylan, L. (2001). Trends of growing degree-days in Turkey. *Water, Air, and Soil Pollution*, 126(1-2), 83–96.
13. Kadioglu, M., Sen, Z., & Ultekin, L. (1999). Spatial heating monthly degree-day features and climatologic patterns in Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 64(3-4), 263-269.
14. Li, C., Fang, X., & Li, Sh. (2007). Impacts of climate warming on heating energy consumption and southern boundaries of severe cold and cold regions in China. *Springer*, 52(20), 2854-2858.
15. Matzarakisa, A., & Balafoutis, C. (2004). Heating degree-day over Greece and index of energy consumption. *International Journal of Climatology*, 24(14), 1817–1828.
16. Rehman, S., Al-Hadhrami, L., & Khan, S. (2010). Annual and seasonal trends of cooling, heating, and industrial degree-days in coastal regions of Saudi Arabia. *Theoretical and Applied Climatology*, 104(3&4), 1-10.
17. Yildiz, I., & Sosaoglu, B. (2007). Spatial distributions of heating, cooling, and industrial degree-days in Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 90(3&4), 249–261.