

تحلیل روابط ابرناکی شبانه و رخداد شب‌های گرم در ایران مرکزی

غلامرضا براتی* - دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
محمود احمدی - دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
ابراهیم میرزایی - استادیار هواشناسی، مرکز پیش‌بینی سازمان هواشناسی کشور، تهران، ایران
فرشاد پژوه - دانشجوی دکتری آب‌وهواشناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۱۰

وصول: ۱۳۹۵/۱۱/۳۰

چکیده

شب، برای ساکنان ایران مرکزی به‌ویژه در دوره گرم سال، فرصتی برای استراحت و حتی تکمیل فعالیت‌های روزانه مانند کشاورزی است. انگیزه انجام پژوهش حاضر، گرمایش جهانی آب‌وهوا و به دنبال آن افزایش کمینه‌های دما بود تا مشخص شود ویژگی‌های کمی شب‌های گرم در ایران مرکزی کدام است؟ و این شب‌ها به لحاظ مکانی - زمانی، چه روابطی با ابرناکی شبانه دارد؟ بدین منظور با استفاده از کمینه‌های روزانه دمای بازه ۲۲ ژوئن تا ۲۲ سپتامبر، متعلق به ۷ شهر برگزیده طی سال‌های ۱۹۷۸ تا ۲۰۰۹، آستانه دمای ۲۵/۴ درجه سلسیوس تعیین شد تا بر پایه میانگین صدک‌های ۹۹ام و نیز مقادیر ابرناکی شب‌های گرم، روابط آماری این دو متغیر بررسی شود. نتایج نشان داد که ۴۹، ۳۱ و ۲۵٪ از تغییرات مقادیر دمای شب به ترتیب برای شهرهای یزد، کاشان و سمنان متأثر از ابرناکی شبانه < ۰/۰۰۰ است. شهر بم، با بیشترین فراوانی شب‌های گرم (در برخی سال‌ها تا ۹۰ شب)، بیشترین ابرناکی شبانه و شهر کرمان با کمترین فراوانی شب‌های گرم، کمترین ابرناکی شبانه را داشت. همچنین نتایج، افزایش تدریجی فراوانی شب‌های گرم و ابرناکی شبانه را برای همه شهرها به‌جز اصفهان و کرمان تأیید کرد.

واژگان کلیدی: ابرناکی شبانه، شب‌های گرم، صدک، کمینه دما، ایران مرکزی.

مقدمه

در مقیاس کلان، افزایش نیم‌درجه سلسیوس دمای میانگین کره زمین (بودهو^۱، ۲۰۰۳)، افزایش بیشتر دما در لایه‌های پایین و ردسپهر نسبت به لایه‌های بالایی (فیلاندراس^۲ و همکاران، ۲۰۱۵)، افزایش ۰/۶ درجه سلسیوس دمای هوا در نیمکره شمالی (ژنگ و ویکیانگ^۳، ۲۰۰۴) و در مقیاس کوچک‌تر، پیش‌بینی افزایش ۳ درجه سلسیوس برای ۶۰ تا ۷۰ سال آینده در جزیره انگلیس (کانل^۴ و همکاران، ۱۹۸۹)، کاهش فراوانی روزهای یخبندان (پانماو^۵ و همکاران، ۲۰۰۴) و افزایش کمینه‌های دما (زائو و نزاوا^۶، ۲۰۰۳) در کشور چین و نیز استرالیا و نیوزلند (مینزل^۷ و همکاران، ۲۰۰۳)، نمونه‌هایی از اهمیت گرمای فزاینده‌ای است که ساکنان کره زمین، هر روز بیشتر حس می‌کنند.

گرمایش آب‌وهوا در خاورمیانه و از جمله ایران، در قالب افزایش دمای هوا به میزان ۲ تا ۲/۷۵ درجه سلسیوس (رجب و پرادام^۸، ۲۰۰۲)، افزایش دمای روزهای فرین گرم (مسعودیان و دارند، ۱۳۹۱) و فراوانی آنها (منتظری و افیونی‌زاده، ۱۳۹۰)، افزایش کمینه‌های دما در ۶۰٪ از ایران (منتظری، ۱۳۹۳) و به تعبیر کوثری^۹ و همکاران (۲۰۱۱)، در مناطق خشک و نیمه‌خشک و باز به تعبیر صادقی عطابادی و همکاران (۱۳۹۲)، در نیمه شرقی و مرکزی، روند افزایشی دماهای بیشینه در نواحی مرکزی (حلییان و همکاران، ۱۳۹۶) و نیز روند افزایش شب‌های گرم در سراسر ایران به جز زاگرس جنوبی و شهرکرد (علیجانی و همکاران، ۱۳۹۱) نمود یافته است.

گرمایش آب‌وهوا در مقیاسی خردتر، خود را در قالب کاهش فراوانی روزهای سرد شهر کرمانشاه (دارند و همکاران، ۱۳۹۳)، جابه‌جایی هسته‌های زمستانی هوای گرم به سوی شمال غرب روی محور کوهستانی ایران (براتی و موسوی، ۱۳۸۴) و افزایش دماهای کمینه شبانه در نواحی جنوبی دریای خزر (عزیزی و روشنی، ۱۳۸۶) نشان داده است. به دنبال این گرمایش، نازک‌شدن لایه ازن و افزایش ورود پرتو فرابنفش (بیر و رودیر^{۱۰}، ۱۹۸۵) و جان باختن ۱۴۸۰۰ نفر در محیط‌های شهری مرتبط با رخداد موج گرمای سال ۲۰۰۳ فرانسه (آرگاد^{۱۱} و همکاران، ۲۰۰۷) اهمیت می‌یابد. مجموعه پژوهش‌های یادشده، توجه جدی پژوهشگران را به افزایش‌های دما در گستره کره زمین و سرزمین ایران و نیز پیامدهای محیطی آن نشان می‌دهد.

در این میان، شب آفریده‌ای است که به سبب بازتابش فراوان زمین، خنکی هوا فراهم شده، امکان استراحت و تجدید نیروی انسان‌ها در آن از پس کار روزانه به‌ویژه در قلمرو گرم و خشک ایران مرکزی فراهم می‌شود؛ ولی افزایش دما، اساساً بر فراوانی شب‌های گرم می‌افزاید؛ چنانکه در سال ۱۹۵۰، فراوانی شب‌های گرم پورتوریکو به میزان ۵۰٪ افزایش یافت (اپا^{۱۲}، ۲۰۱۶). بنا به نقل دئو^{۱۳} و همکاران (۲۰۰۷)، گرماهای

- 1- Boodhoo
- 2- Philandras
- 3- Zhengu & Weiqiang
- 4- Cannell
- 5- Panmao
- 6- Zhao & Nozawa
- 7- Menzel
- 8- Rajab & Prudhomme
- 9- Kousari
- 10- Bare & Rodier
- 11- Argand
- 12- E. P. A.
- 13- Deo

شدید شبانه می‌تواند باعث به خطر افتادن سلامت انسان‌ها و افزایش تنش گرمایی زیست‌بوم‌ها و کاهش فعالیت‌های اقتصادی شود؛ ولی ابرها با توجه به برخی ویژگی‌هایشان مانند بلند، ستبر، گسترش افقی، تغییرپذیری افقی، محتوای آب و فاز مایع و جامد و اندازه قطرک‌ها و ذرات تشکیل‌دهنده (استفن^۱ و همکاران، ۲۰۰۷)، خطرات و فعالیت‌های یادشده را تأثیر قرار می‌دهند. در گستره ایران مرکزی طی شب‌های صاف، کاهش دما سریع‌تر و بیشتر از شب‌های ابرناک است. طی شب‌های ابرناک، خروج تابش‌های بلند بازیافته از سطوح طبیعی این مناطق مانند ماسه‌زارها که طی روز دمایشان به ۷۲ تا ۷۸ درجه سلسیوس می‌رسد (مین‌گات^۲، ۱۹۹۹)، کمتر می‌شود و افزایش دماهای کمینه رخ می‌دهد.

از نظر مسعودیان (۱۳۸۲)، تابش و گرما، دو ویژگی چیره در قلمرو ایران مرکزی است. متأسفانه، تغییر نادرست الگوی معماری در این پهنه، از مصالح سازگار با آب‌وهوا با گنجایش گرمایی بالا مانند آجر و کاه‌گل به مصالح ناسازگار با آب‌وهوا و دارای گنجایش گرمایی پایین، مانند سنگ و فلز بر شدت دماهای بحرانی روزهای گرم و در پی آن شب‌های گرم ایران مرکزی افزوده است.

علیجانی (۱۳۹۰)، شب‌های گرم را شب‌هایی می‌داند که دمای کمینه آنها بالای صدک نودم است. مطالعات اخیر درباره گرمایش جهانی نشان می‌دهد که میان شیب افزایش دماهای کمینه روزانه و شیب افزایش دماهای بیشینه روزانه، تقارن نیست. بدین معنا که کمینه‌ها با سرعت بیشتری نسبت به دماهای بیشینه روزانه افزایش می‌یابند (الکساندر^۳ و همکاران، ۲۰۰۶). در این زمینه، مانتون^۴ و همکاران (۲۰۰۱)، نشان دادند که از سال ۱۹۶۱ روزها و شب‌های گرم به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است در حالی که روزها و شب‌های سرد در جنوب شرق آسیا و منطقه جنوب اقیانوس آرام کاهش یافته است.

در میان بخش‌های مختلف سرزمین ایران، پهنه مرکزی، به عنوان ناحیه نسبتاً پست، طی روز به سبب نزول و پایداری پویسی هوا، با کمبود ابر روبروست. این شرایط، به نفع افزایش تابش روزانه و گرم‌شدن شبانه این ناحیه است. از این رو، سرزمین این پژوهش، شامل استان‌های سمنان، اصفهان، یزد و کرمان در محدوده ۳۰ تا ۳۵ درجه شمالی و ۲۵ تا ۶۲ درجه خاوری تعیین شد (شکل ۱). هدف کلی این تحقیق، بررسی آماری و هم‌دید شب‌های گرم ایران مرکزی برای تعیین روابط ابرناکی و گرمای شبانه تابستان‌های ایران مرکزی بوده است.

مواد و روش‌ها

انجام این پژوهش با تهیه داده از دو منبع اصلی ممکن شد: الف: از بخش خدمات ماشینی سازمان هواشناسی کشور، مقادیر کمینه دمای روزانه دما و کدهای ابرناکی شبانه (ساعت ۰۰) و سمت و سرعت باد برای ۷ شهر ایران مرکزی شامل کاشان، یزد، اصفهان، سمنان، بم، شاهرود و کرمان (ایستگاه‌های هواشناسی و هم‌دید) از ۲۲ ژوئن تا ۲۲ سپتامبر (فصل تابستان) سال‌های ۱۹۷۸ تا ۲۰۰۹ تهیه شد. از این پس، در این پژوهش، «دماهای کمینه» عبارتی است که برای رعایت اختصار به جای «دمای کمینه روزانه ساعت صفر شب» گفته می‌شود. ب: از تارنمای داندی^۵ برای تهیه داده‌های ابر آسمان ایران مرکزی در ساعت صفر استفاده شد.

1- Stephen

2- Mainguet

3- Alexander

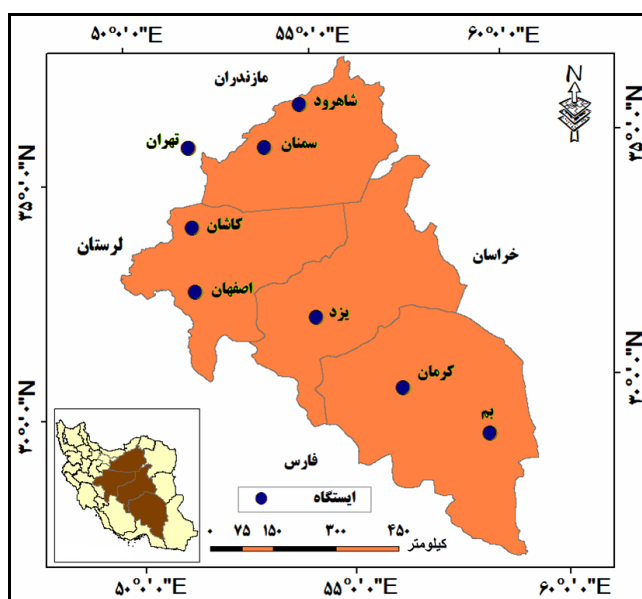
4- Manton

5- www.sat.dundee.ac.uk

برای رسیدن به هدف پژوهش، ابتدا تعیین سرزمین مورد پژوهش در دو مقیاس تعریف شد: یکی در مقیاس کوچک یعنی پهنه‌ای که باید رخدادهای شب‌های گرم با دماهای بحرانی در آن پایش می‌شد (شکل ۱) و دیگری در مقیاس بزرگ و همدید که با گردش عمومی جو مرتبط است. سرزمین در مقیاس کوچک، استان‌های کرمان، بم، یزد، اصفهان، کاشان، شاهرود، سمنان را دربر گرفت تا بتواند نماینده شرایط دمای هوای ایران مرکزی باشد. در مقیاس همدید نیز محدوده‌ای از عرض ۳۰ تا ۳۵ درجه جغرافیایی و از طول ۲۵ تا ۶۲ درجه خاوری تعریف شد.

تهیه داده‌های دمای کمینه و ابرناکی ایستگاه‌های شاهرود، سمنان، کاشان، اصفهان، یزد، کرمان و بم طی دوره آماری ۱۹۷۸-۲۰۰۹ از بخش خدمات ماشینی سازمان هواشناسی کشور، این امکان را فراهم کرد تا پس از استخراج دماهای کمینه هر شهر و تشکیل ستون‌های سال، ماه، روز و دماهای کمینه در محیط اکسل، صدک‌های نود و نهم و دهک‌های نهم در دوره آماری ۱۹۷۸-۲۰۰۹ تعیین شوند. پیش از این، رودیکار^۱ و همکاران (۲۰۱۲: ۶۰)، آستانه‌های دمایی ۳۰ و بالای ۳۰ درجه سلسیوس را در پژوهش‌های خود، برای هندوستان تعیین کرده‌اند. در این پژوهش، با محاسبه میانگین مجموعه صدک‌ها و دهک‌های شهرهای برگزیده به تفکیک سال‌ها و سپس محاسبه میانگین ۳۲ ساله آنها، یعنی آستانه ۲۵/۴ به عنوان معیار محاسبات بعدی شامل تعیین سنجه‌های فراوانی گرم‌ترین شب‌های هر شهر، فراوانی گرم‌ترین شب‌های هر سال، تغییرات میانگین سالانه دمای کمینه شهرها و نیز تغییرات فراوانی شب‌های گرم و ابرناک انجام شد. به این ترتیب، روندیابی تغییرات فراوانی شب‌های گرم و ابرناک انجام گرفت.

در ادامه، بالاترین دماهای کمینه هر شهر و میزان ابرناکی آن برحسب تاریخ رخداد تعیین شد و روابط روزبه‌روز گرما و ابرناکی شب‌های ایران مرکزی وارد معادلات وایزی گردید. در این آزمون، متغیر دما به عنوان متغیر وابسته (تأثیرپذیر) و متغیر ابرناکی به عنوان متغیر مستقل (تأثیرگذار) از ۱ تیرماه تا ۳۱ شهریورماه (سال‌های ۱۹۷۸-۲۰۰۹) وارد مدل در نرم‌افزار اس.پی.اس.اس^۲ شد.



شکل ۱. سرزمین مورد پژوهش و پراکنش شهرهای برگزیده

1- Revadekar

2- Statistical Package for Social Science (SPSS)

در آخرین مرحله، کار تحلیل و بررسی دقیق‌تر تأثیرات ابرناکی شبانه بر رخداد شب‌های گرم با دماهای بحرانی در محدوده جغرافیایی ایران و اطمینان‌یابی از وقوع ابرناکی شبانه روی شهرهای سرزمین مورد پژوهش، به صورت بصری انجام شد. برای این کار، اقدام به تهیه تصاویر ابرناکی در ساعت ۰۰ در گرم‌ترین شب‌های رخ داده در سرزمین مورد پژوهش از سایت داندی گردید.

نتایج

بررسی تغییرات میانگین‌های چندساله دماهای کمینه به عنوان نماینده دمای شب در شهرهای برگزیده ایران مرکزی، افزایش محسوس دماهای کمینه را در همه شهرها طی سال‌های اخیر نشان داد. نخستین نتایج نشان داد که به ترتیب شهرهای کرمان، اصفهان و شاهرود دارای کمترین میانگین صدک و دهک دمای کمینه بودند که از آستانه ۲۵/۴ درجه سلسیوس؛ یعنی میانگین دهک مجموعه شهرها در کل دوره پایین‌تر بوده است. شهرهای کرمان، اصفهان و شاهرود نیز به ترتیب کمترین تعداد شب‌های گرم را در ایران مرکزی داشته‌اند. شهر کرمان در دوره آماری ۱۹۷۸-۲۰۰۹ فقط ۸ شب گرم داشته است. شهرهای بم، سمنان، یزد و کاشان به ترتیب با داشتن بیشترین شب‌های گرم، دارای میانگین‌های بالاتر از آستانه شب‌های گرم و بحرانی بوده‌اند. شهر بم با داشتن عرض جغرافیایی پایین‌تر، نسبت به سه شهر دیگر، در تمامی سال‌های بازه از بیشترین فراوانی شب‌های گرم برخوردار بوده، در سال ۱۹۸۸ و ۲۰۰۹ بیش از ۸۰ شب گرم داشته است. همچنین نتایج جدول نشان داد که بالاترین دماهای کمینه ساعت صفر، مربوط به ۲۰ تیرماه سال ۱۳۷۷ از شهر بم به مقدار ۳۵/۲ درجه سلسیوس و پایین‌ترین آن مربوط به ۳۰ تیرماه سال ۱۳۸۷ از شهر کرمان به مقدار ۲۶/۶ درجه سلسیوس بوده است (جدول ۱).

میانگین‌های ده‌ساله دماهای کمینه شهرهای برگزیده ایران مرکزی نشان داد که بالاترین مقادیر مربوط به ایستگاه بم با ۲۳/۵ درجه سلسیوس و پایین‌ترین مقادیر مربوط به ایستگاه شاهرود با ۱۵/۱ درجه سلسیوس بوده است ولی ویژگی مشترک تمام شهرها، افزایش محسوس مقادیر دماهای کمینه از ابتدای دوره آماری تا پایان دوره است.

همانند فراوانی شب‌های گرم، فراوانی شب‌های ابرناک در میان شهرها مورد مطالعه نیز دارای افزایش ولی با تغییراتی کمتر بوده است. وضعیت شهرها نشان می‌دهد که شهر بم دارای بیشترین فراوانی شب‌های گرم یعنی تا نزدیک به ۹۰ روز در برخی سال‌ها بوده، نسبت به سایر شهرها بیشترین ابرناکی را نیز داشته است.

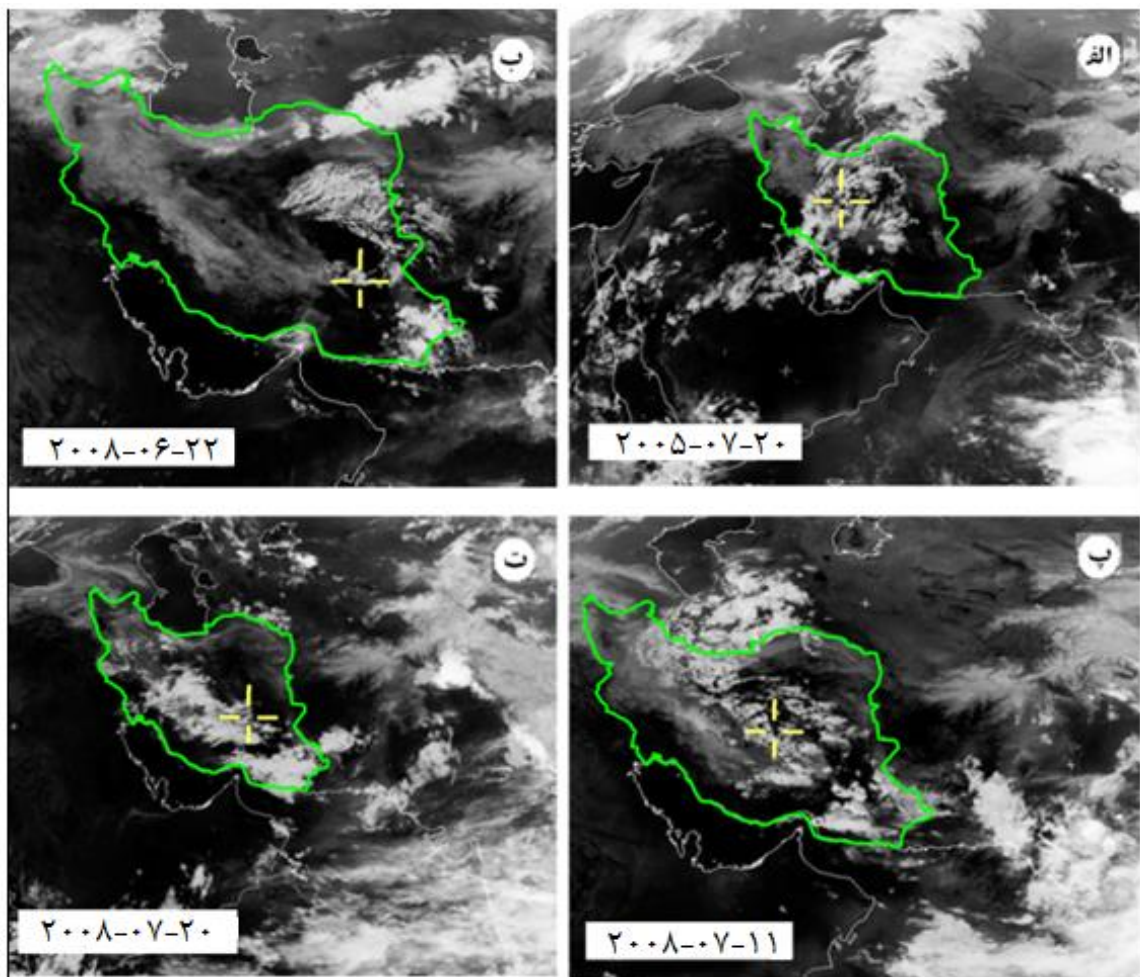
جدول ۱. بالاترین دماهای کمینه (شب‌های گرم) ایستگاه‌های ایران مرکزی (۱۹۷۸-۲۰۰۹)

ردیف	شهرها بر اساس عرض جغرافیایی	دما	میانگین دما بالاتر از		تاریخ	
			دهک میانگین (۲۵/۴)	صدک میانگین (۲۷/۳)	میلادی	خورشیدی
۱	شاهرود	۲۸	✓	✓	۲۰۰۳/۷/۱۸	۱۳۸۲/۴/۲۷
۲	سمنان	۳۲/۴	✓	✓	۱۹۹۷/۷/۲۸	۱۳۷۶/۵/۶
۳	کاشان	۳۱/۴	✓	✓	۱۹۹۸/۷/۱۳	۱۳۷۷/۴/۲۲
۴	اصفهان	۲۸/۸	✓	✓	۲۰۰۵/۷/۲۰	۱۳۸۴/۴/۲۹
۵	یزد	۳۲/۴	✓	✓	۲۰۰۸/۷/۱۱	۱۳۸۷/۴/۲۱
۶	کرمان	۲۶/۶	✓	✓	۲۰۰۸/۷/۲۰	۱۳۸۷/۴/۳۰
۷	بم	۳۵/۲	✓	✓	۱۹۹۸/۷/۱۱	۱۳۷۷/۴/۲۰

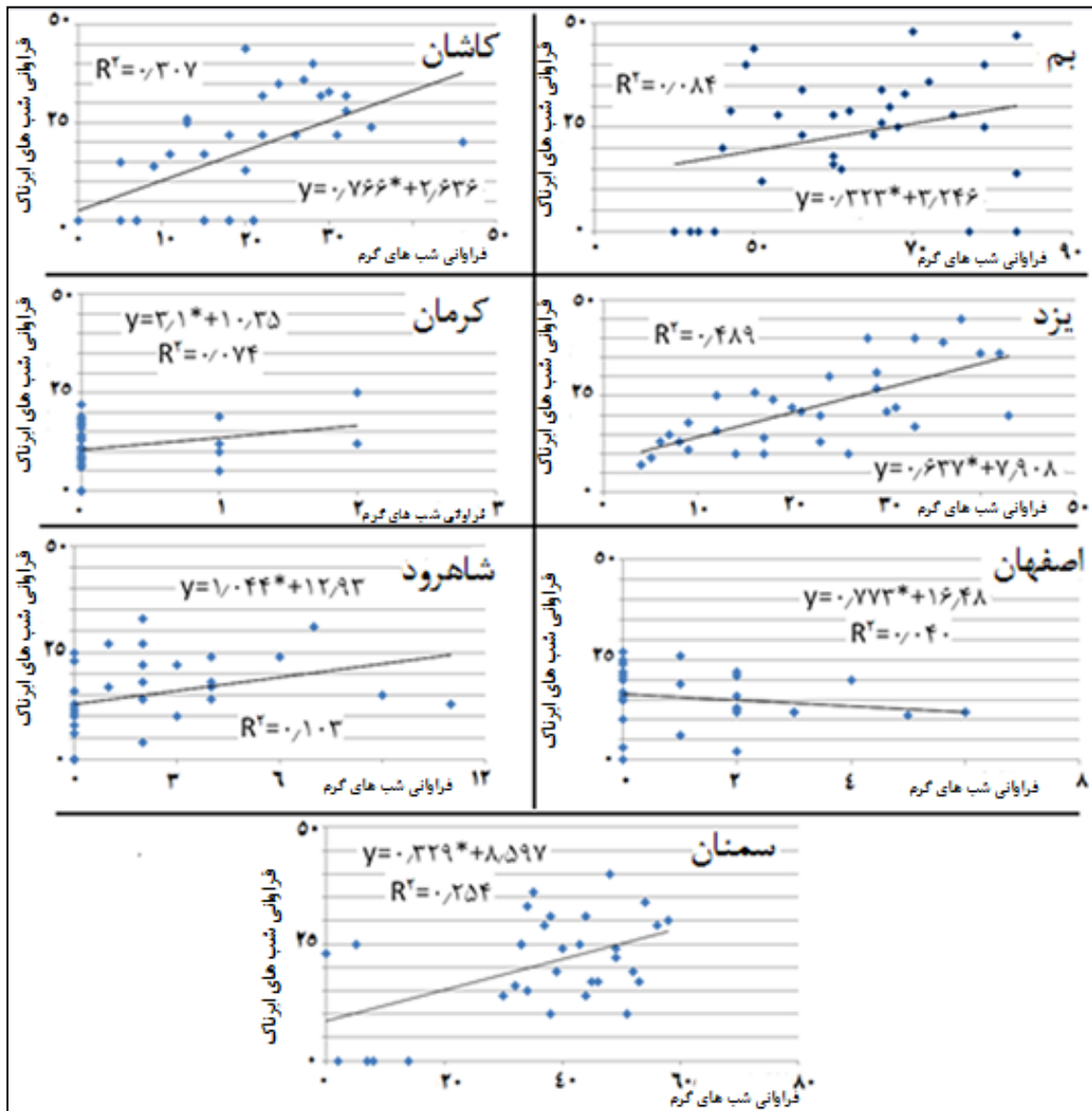
بعد از بم، شهرهای سمنان، یزد و کاشان به ترتیب، بیشترین فراوانی شب‌های گرم و بیشترین فراوانی شب‌های ابرناک را داشته‌اند. شهر کرمان نیز که کمترین فراوانی شب‌های ابرناک را داشته، دارنده کمترین فراوانی شب‌های گرم است. باین‌همه، در برخی شهرها مانند اصفهان ارتباط ابرناکی شبانه و شب گرم قوی نبود. اصفهان در سال ۱۹۹۷ بدون حتی یک شب گرم، جمعاً ۲۷ شب ابرناک داشت.

در این تحقیق معنی‌داری رابطه گرمای شب‌های برخی شهرهای ایران مرکزی با ابرناکی شبانه تأیید شد. باند ابر در تصاویر موردی شب‌های گرم، گویای انتقال ایرها از سوی آب‌های جنوبی ایران شامل دریای سرخ، خلیج عدن، خلیج فارس، اقیانوس هند و دریای عمان به سوی ایران مرکزی در شهرهای یادشده طی ساعات صفر شب است (شکل ۲).

نتایج آزمون وایزی میان دو متغیر مستقل ابرناکی شبانه و متغیر وابسته گرمای شب، برای دیگر شهرها شامل کرمان، اصفهان و شاهرود در بردارنده در نمودارهای هم‌مقیاس، نتایج خشنودکننده‌ای نبود. با برابرسازی روزبه‌روز تاریخ شب‌های گرم و تاریخ شب‌های ابرناک مشخص گردید قوی‌ترین ارتباط مربوط به روز نوزدهم ماه مرداد همه سال‌ها (۲۰۰۹-۱۹۷۸) در شهر یزد با سطح معنی‌داری < 0.0001 است. معادلات وایزی روی متغیرهای فراوانی شب‌های گرم و فراوانی شب‌های ابرناک، حاکی از وجود روند و رابطه معنادار میان متغیرهای ابرناکی و شب گرم (جدول ۲) در سه شهر کاشان، سمنان و یزد است (شکل ۳).



شکل ۲. تصاویر ابرناکی ایران مرکزی طی گرم‌ترین شب‌های اصفهان (الف)، بم (ب)، یزد (پ) و کرمان (ت) در ساعت ۰۰

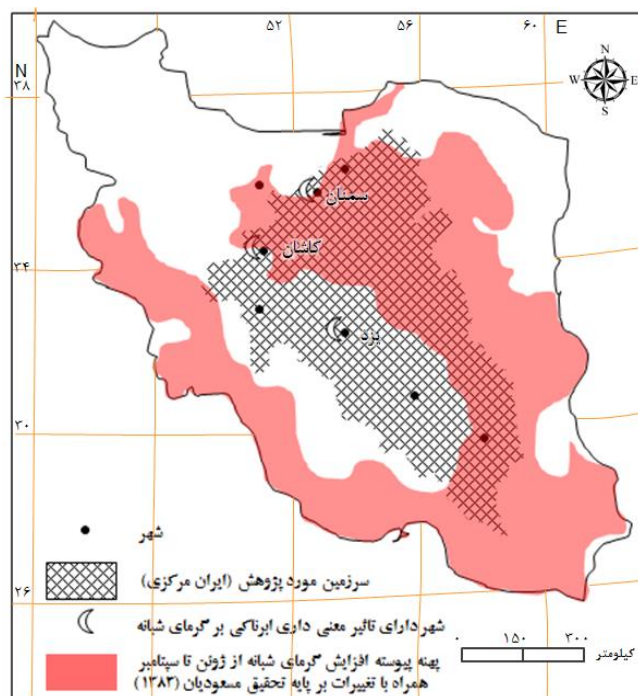


شکل ۳. روابط فراوانی شب‌های ابرناک و شب‌های گرم طی تابستان در ایران مرکزی بر پایه دهک ۲۵/۴ درجه سلسیوس

جدول ۲. سطح روابط آماری متغیرهای فراوانی شب‌های گرم و فراوانی شب‌های ابرناک شهرهای ایران مرکزی

شهر	سطح معنی‌داری	ضریب تعیین
کاشان	< ۰/۰۰۰	۰/۳۱
سمنان	< ۰/۰۰۰	۰/۲۵
یزد	< ۰/۰۰۰	۰/۴۹

ایران مرکزی قلمروی است که در آن چیرگی با عناصر تابش و گرما است (مسعودیان، ۱۳۸۲). مرتبط با این چیرگی، می‌توان به پهنه‌های افزایش دمای شبانه ایران در نیم‌سده گذشته با آهنگ ۳ درجه در هر ۱۰۰ سال اشاره کرد (شکل ۴) که گویای پهنه یکپارچه این افزایش طی ماه‌های ژوئن، جولای، اوت و سپتامبر است. در این شکل، موقعیت ۳ شهر سمنان، کاشان و یزد، روابط معنی‌دار را میان ابرناکی و گرمای شبانه نشان می‌دهند. در این گویا، از پهنه‌های چهارگانه ماه‌های یادشده موقعیتی متوسط تهیه شده است (محدوده رنگ سرخ).



شکل ۴. موقعیت شهرهای دارای روابط معنی دار ابرناکی و گرمای شبانه با پهنه‌های رو به گرمایش شبانه

بحث

هرچند ایران مرکزی، کمترین مقدار نم و ابرناکی را در کل کشور دارد (علیجانی، ۱۳۸۷) و بنابر پژوهش رسولی و همکاران (۱۳۹۲)، مقدار ابرناکی در مقایسه با دیگر پهنه‌های ایران در پایین‌ترین حد متوسط سالانه خود یعنی ۱/۴ اکتا است؛ ولی افزایش پوشش ابر طی دو ماه آخر از مجموعه ماه‌های مورد بررسی در پژوهش حاضر، مورد تأیید حاتمی و همکاران (۱۳۹۶) نیز بوده است. در این زمینه، نتایجی که صحراپیان و همکاران (۱۳۸۳: ۵۵) بر پایه تحلیل‌های آماری از پژوهش خود گرفتند؛ مبنی بر احتمال اثر ابرناکی بر روند افزایش میانگین سالانه دما برای شهرهای داخلی ایران، دست‌کم برای میانگین‌های فصلی و نیز دوره‌ای مانند دوره گرم سال قوت می‌گیرد؛ چراکه امکان افت دما در چرخه شبانه‌روزی دما، تنها طی شب و به‌ویژه ساعات پایانی آن مطرح است؛ ولی نتایج پژوهش حاضر و مشاهدات چندین ده‌ساله، دست‌کم برای آسمان مناطق کویری کاشان نشان می‌دهد که از ساعات آغازین به سمت ساعات میانی و پایانی شب، بر یکپارچگی و به‌ویژه انبوهی ابرها افزوده می‌شود و طی چنین شب‌هایی، افت دمای معمول شبانه و یا صبحگاهی رخ نمی‌دهد. اساساً چنانکه شمسی‌پور و همکاران (۱۳۹۲) نیز بیان داشته‌اند در شرایط ابری، دامنه تغییرات دما کمتر از شرایط آفتابی (و به تعبیر دیگر شرایط بی‌ابر) است.

هماهنگ با نتایج پژوهش حاضر و مرتبط با گرمای بازتاب‌یافته از سطح شهر طی موج‌های بلند لیورمور^۱ و همکاران (۲۰۱۷)، شدت جزیره حرارتی شهر منچستر واقع در شمال غرب انگلیس را واکاوی کردند و بیان داشتند که پارامتر ابرناکی، مؤثرترین عامل اقلیمی در تغییرات شدت جزیره حرارتی شهر منچستر طی دوره ۲۰۱۲-۱۹۹۰ بوده است. گاه این تأثیرات ناشی از گسترش افقی شهر و به تدریج بلعیدن ایستگاه داده‌سنجی جوئی است که پیش از این بیرون شهر بوده است. این پدیده، برای ایستگاه داده‌سنجی جوئی همدید شهر

کاشان رخ داده است و موقعیت ایستگاه‌های شهرهای دیگر طی تحقیقاتی مستقل قابل بررسی است. فوندا^۱ و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تغییرات بین دهه‌های جزیره حرارتی شهر آتن مشخص کردند که در زمان ابرناکی بالاتر از ۷۵٪، بالاترین دماهای شبانه رخ می‌دهد؛ ولی کاهش بیش از ۵۰ درصدی دمای شب با میزان ابرناکی کمتر از ۲۵٪ همراه است. در این زمینه، آنچه عساکره (۱۳۸۶: ۲۱۵) مرتبط با گرمایش جهانی و تبدیل ابرهای نوع سیروس به ابرهای استراتوکومولوس و کومولونیمبوس می‌گوید، می‌تواند برای ساعات شبانگاهی ایران مرکزی و تبدیل ابرهای سیروکومولوس در آغاز شب به استراتوکومولوس در ساعات میانی شب اهمیت یابد. این ابرها در آسمان شب پهنه‌های کویری کاشان طی مردادماه بارش‌های اندکی ایجاد می‌کنند.

نتیجه‌گیری

تغییر آب‌وهوای ایران به سوی اقلیمی گرم‌تر و کم‌بارش‌تر (مسعودیان، ۱۳۸۳) و به تعبیر دیگر خشکی‌گرایی با مه ایران با پیشینه حدوداً ۴ هزار و ۸۰۰ سال (عساکره، ۱۳۸۶: ۱۸۴)؛ به نظر می‌رسد تا کنون فرصت سازگاری را از ساکنان مناطق مرکزی نمی‌گرفته است؛ ولی پژوهش‌های اخیر، گویای شتاب گرفتن برخی از تغییرات جوی در ایران مرکزی است. از جمله این تغییرات جوی که در این تحقیق آشکار شد، افزایش شب‌های گرم و افزایش ابرناکی شبانه به‌ویژه در سه شهر سمنان، یزد و کاشان است؛ هرچند درصد تأثیر ابرناکی شبانه بر گرمای شب‌های هر یک از سه شهر نام‌برده در این پژوهش مشخص شد؛ ولی این دلیل نمی‌شود که افزایش فراوانی شب‌های گرم این شهرها را پدیده‌ای طبیعی بدانیم. برایان^۲ (۱۹۹۷: ۷۵) بر آن است که هر شهر با داشتن جمعیت بالای یک میلیون نفر، ۵ درجه سلسیوس از پیرامون خود گرم‌تر است. زمین‌های بکر این مناطق به لحاظ چینش افق‌های خاک، توان نسبی تعدیل تنش گرمایی روز و شب را دارند، ولی وقتی اراضی پیرامونی توسط زمین‌خواران و طی مراحل غیرقانونی و فراقانونی بلعیده شده؛ بر سطوح شهری اضافه شد، باید انتظار برگشت طول موج‌های بلند از قاعده ابرهایی داشت که طی شب بر آسمان ایران مرکزی و از جمله شهرها این مناطق چتر می‌اندازند. در این زمینه، شمسی‌پور و همکاران (۱۳۹۲)، آسفالت و خاک را در دو انتهای سطوحی نام برده‌اند که به ترتیب کمترین و بیشترین دمای کمینه شب را داشته‌اند.

به دیگر سخن، هرچند نتایج مستقیم این پژوهش جغرافیایی از نوع آب‌وهوایی است و تبدیل ابرهای سیروکومولوس به استراتوکومولوس می‌تواند پدیده‌ای طبیعی تلقی شود، ولی عدم اصلاح شاخص‌های اجتماعی - عمرانی می‌تواند از چنین فرایندهای طبیعی، پیامدهایی غیرطبیعی به‌ویژه در فضای بسته شهرها پدید آورد. به تعبیر دیگر، زمانی می‌توان از تحقیقاتی مانند پژوهش حاضر به کاهش آسیب‌ها و دشواری‌های ناشی از افزایش شب‌ها و روزهای گرم در یک سرزمین رسید که پژوهشگران، نتایج آن را با دید ترکیبی جغرافیا بنگرند و در بخش نتیجه‌گیری به طرح شاخص‌های درست اجتماعی - عمرانی مانند «ساده‌زیستی و پرهیز از رویکرد بی‌رویه به ساخت سازه‌ها و خانه‌های با مصالح پُر جلوه ولی ناسازگار با آب‌وهوای گرم و خشک مانند سنگ و فلز و به جای آن، ترویج و کاربرد مصالح با توان تعدیل گرمایی بالا مانند آجر» ورود کنند و در عرصه توسعه، بررسی جدی‌تر «راهکارهای اقتصاد کشاورزی در روستاها و شهرهای کوچک ایران مرکزی» را مطالبه کنند.

1- Founda

2- Bryant

منابع

- براتی، غلامرضا؛ موسوی، سید شفیق (۱۳۸۴) جابجایی مکانی موج‌های زمستانی گرما در ایران، **جغرافیا و توسعه**، ۵، صص. ۴۱-۵۲.
- حاتمی، خداکرم؛ بیگلو، بهمن؛ موحدی، سعید (۱۳۹۶) واکاوی تغییرات زمانی و مکانی پوشش ابر در ایران با بهره‌گیری از داده‌های سنجش از دور، **مخاطرات محیط طبیعی**، (مقاله آماده نشر).
- حلبیان، امیرحسین؛ پورشهبازی، جواد؛ سلطانیان، محمود (۱۳۹۶) ارزیابی تغییر دمای بیشینه و کمینه فصلی ایران، **آمایش جغرافیایی فضا**، ۷ (۲۳)، صص. ۱-۱۰.
- دارند، محمد؛ دولتپوری، زهرا؛ اصلانی اسلمرز، فریبا (۱۳۹۳) بررسی رفتار فرین‌های بارش و دمای کرمانشاه به کمک آزمون‌های آماری، **فضای جغرافیایی**، ۱۴ (۴۶)، صص. ۲۳۳-۲۱۳.
- رسولی، علی‌اکبر؛ جهانبخش، سعید؛ قاسمی، احمدرضا (۱۳۹۲) بررسی تغییرات زمانی و مکانی مقدار پوشش ابر در ایران، **تحقیقات جغرافیایی**، ۲۸ (۳)، صص. ۸۷-۱۰۴.
- شمسی‌پور، علی‌اکبر؛ عزیزی، قاسم؛ کریمی احمدآباد، مصطفی؛ مقبل، معصومه (۱۳۹۲) رفتارسنجی الگوهای دمای فیزیکی مختلف در محیط‌زیست شهری - مطالعه موردی شهر تهران، **جغرافیا و پایداری محیط**، ۶، صص. ۶۷-۸۶.
- صادقی عطاآبادی، فریبا؛ عطایی، هوشمند؛ هاشمی‌نسب، سادات (۱۳۹۲) شناسایی و پیش‌بینی تغییرات الگوی روند دمای حداقل ایران، **جغرافیا و مخاطرات محیطی**، ۸، صص. ۳۳-۴۷.
- صحراپیان، فاطمه؛ رحیم‌زاده، فاطمه؛ پدram، مژده (۱۳۸۳) روند میانگین سالانه پوشش ابری آسمان و کاهش میانگین سالانه دمای حداکثر در تعدادی از ایستگاه‌های کشور، **نیوار**، ۵۵، صص. ۷-۱۹.
- عزیزی، قاسم؛ روشنی، محمود (۱۳۸۶) مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال، **پژوهش‌های جغرافیایی**، ۶۴، صص. ۱۳-۲۸.
- عساکره، حسین (۱۳۸۶) **تغییر اقلیم**، نشر دانشگاه زنجان، زنجان.
- علیجانی، بهلول (۱۳۹۰) تحلیل فضایی دماها و بارش‌های بحرانی روزانه در ایران، **تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی**، ۱۷ (۲۰)، صص. ۱۰-۳۰.
- علیجانی، بهلول (۱۳۸۷) **آب‌وهوای ایران**، چاپ هشتم، نشر پیام نور، تهران.
- علیجانی، بهلول؛ روشنی، احمد؛ پرک، فاطمه؛ حیدری، روح‌الله (۱۳۹۱) روند تغییرپذیری فرین‌های دما با استفاده از شاخص‌های تغییر اقلیم در ایران، **جغرافیا و مخاطرات محیطی**، ۲، صص. ۱۷-۲۸.
- مسعودیان، ابوالفضل؛ دارند، محمد (۱۳۹۱) تحلیل زمانی - مکانی روند روزهای فرین سرد ایران، **تحقیقات جغرافیایی**، ۱۰۵، صص. ۳۷-۵۶.
- مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۸۳) بررسی روند دمای ایران در نیم‌سده گذشته، **جغرافیا و توسعه**، ۲ (۳)، صص. ۱۰۶-۸۹.
- مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۸۲) نواحی اقلیمی ایران، **جغرافیا و توسعه**، ۲، صص. ۱۷۱-۱۸۴.
- منتظری، مجید (۱۳۹۳) واکاوی زمانی - مکانی دماهای سالانه ایران طی دوره ۲۰۰۸-۱۹۶۱، **جغرافیا و توسعه**، ۳۶، صص. ۲۰۹-۲۲۸.
- منتظری، مجید؛ افیونی‌زاده اصفهانی، سمانه (۱۳۹۰) **تحلیل روند فراوانی وقوع دماهای فرین سرد و گرم در ایران طی سال‌های ۱۳۴۰ تا ۱۳۸۲**، مجموعه مقالات همایش ملی بوم‌های بیابانی، گردشگری و هنرهای محیطی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، صص. ۱۳۳۸-۱۳۲۹.

- Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein, T., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Tagipour, A., Ambenje, P., Rupa-kumar, K., Revadekar, J. V., Griffiths, G. (2006) Global observed Changes in Daily Climate Extremes of Temperature and Precipitation, **Geophysical Research**, 111, pp. 265-290.
- Argaud, L., Tristan F., Quoc-Hung L., Aurelia, M., Diana, C., Pierre, A., Roland, D., Dominique, R. (2007) Short- and Long-Term Outcomes of Heatstroke Following the 2003 Heat Wave in Lyon, France, **Arch Intern Med**, 167 (20), pp. 2177-2183.
- Bare, M. A., Rodier, J. A. (1985) **Hydrological Aspects of Drought**, UNESCO-WMO.
- Boodhoo, Y. (2003) **In Preparation for Climate Change**, Proceeding of the International Symposium on Climate Change-ISCC, China, 1172, pp. 46-56.
- Bryant, E. (1997) **Climate Process and Change**, Cambridge University Pub, London.
- Cannell, M. G. R., Grace, J., Booth, A. (1989) Possible Impacts of Climatic Warming on Trees and Forests in the United Kingdom - a Review, **Forestry**, 62 (4), pp. 337-364.
- Deo, R. C., McAlpine, C. A., Syktus, J., McGowan, H. A., Phinn, S. (2007) **On Australian Heat Waves: Time Series Analysis of Extreme Temperature Events in Australia, 1950-2005**, International Congress on Modeling and Simulation, MODISM, Christchurch, New Zealand, A, pp. 626-635.
- E. P. A. (2016) What Climate Change Means for Puerto Rico-Human Health, United States Environmental Protection Agency: 430-F-16-063.
- Founda, D., Pierros, F., Petrakis, M., Zerefos, C. (2015) Interdecadal Variations and Trends of the Urban Heat Island in Athens (Greece) and its Response to Heat Waves, **Journal of Atmospheric Research**, 161-162: pp. 1-13.
- Kousari, M. R., Ekhtesasi, M. R., Tazeh, M., Saremi Naeini, M. A., Asadi Zarch, M. A. (2011) An Investigation of the Iranian Climatic Changes by Considering the Precipitation, Temperature, and Relative Humidity Parameters, **Theor Appl Climatol**, 103, pp. 321-335.
- Levermore, G., Parkinson, J., Lee, K., Laycock, P. (2017) The Increasing Trend of the Urban Heat Island Intensity, **Urban Climate**, 22, pp. 1-9.
- Manguet (M. (1999) **Aridity**, London, Pub, Springer.
- Manton, M. J., P. M., Della-Marta, M. R., Haylock, K. J., Hennessy, N., Nicholls, L. E., Chambers, D. A. Collins, G., Daw, A., Finet, D., Gunawan, K., Inape, H., Isobe, T. S., Kestin, P., Lefale, C. H., Leyu, T., Lwin, L., Maitrepierre, N., Ouprasitwong, C. M., Page, J., Pahalad, N., Plummer, M. J., Suppiah, R., Tran, V. L., Trewin, B., Tibig, I., Yee, D. (2001) Trends in Extreme Daily Rainfall Andtemperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1916-1998, **International Journal of Climatol**, 21, pp. 269-284.
- Menzel, A., Jakobi, G., Ahas, R., Scheifinger, H., Estrella, N. (2003) Variations of the Climatological Growing Season (1951-2000) in Germany Compared with other Countries, **International Journal of Climatology**, 23, pp. 793-812.
- Panmao, Zh., Qingchen, Ch., Xukai, Z. (2004) Progress in China's Climate Change Study in the 20th Century, **Geographical Sciences**, 14, pp. 3-11.
- Philandras, C., Nastos, P., Kapsomenakisand, I., Repapis, C. (2015) Climatology of Upper Air Temperature in the Eastern Mediterranean Region. **Atmospheric Research**, 152, pp. 29-42.
- Rajab, R., Prudhomme, Ch. (2002) Climate Change and Water Resources Management in Arid and Semi-Arid Regions- Prospective and Challenges for the 21st Century, **Bio Systems Engineering**, 81 (1), pp. 3-34.
- Revadekar, J. V., Kothawale, D. R., Patwardhan, S. K., Pant, G. B., Rupa Kumar, K. (2012) About the Observed and future Changes in Temperature Extremes Over India, **Natural Hazards**, 60 (3), pp. 1133-1155.
- Stephen, G. W., Ryan, M. E., Carole, J. H., (2007) A Survey of Changes in Cloud Cover and Cloud Types over Land from Surface Observations, 1971-96, **Climate**, 20: <https://doi.org/10.1175/JCLI4031.1>

- Zhao, Z., Nozawa, T. (2003) Projections of Extreme Temperature over East Asia for the 21st Century as Simulated by the CCSR/NIES2 Coupled Model, **International Symposium on Climate Change-Proceedings (ISCC)**, Beijing, China, pp. 1172: 158-164.
- Zhenguo, H., Weiqiang, Zh. (2004) Climatic Fluctuation and Disasters during Recent 100 Years in China's Tropics, **Geographical Sciences**, 14 (7), pp. 12-20.