تحلیل روند تغییرات شاخص های حدی دمای روزانه در سمنان طی دهه های 2006-1965

علیرضا شکیبا[1] * ، الهام پیشداد[2]

1- استادیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی
2- کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه شهید بهشتی

پذیرش مقاله: 1389/2/3
تأیید نهایی مقاله: 19

1389/7/

چکیده:

دوره های طولانی مدت سالانه یا فصلی متغیرهای اقلیمی همچون دما معمولاً به عنوان شاخصی برای تشخیص تغییرات اقلیمی کاربرد دارد. بر این اساس، این مقاله به بررسی ارزیابی دمای حدی به عنوان شاخص تغییر پذیری اقلیمی در ایستگاه سینوپتیک سمنان واقع در استان سمنان در طی یک دوره آماری 42 ساله (1965-2006) می پردازد. جهت دستیابی به هدف مورد نظرو تعیین تغییرات اقلیمی اخیر در منطقه ، 7 شاخص دمایی حدی از لیست شاخص های تغییرات اقلیمی که از نظر بین المللی توسط WMO-CCL/CLIVAR پذیرفته شده و متجاوز از 50 شاخص حدی اقلیمی است ، انتخاب و محاسبه شده است. این 7 شاخص شامل: روزهای سرد (TX10P)، شبهای سرد (TN10P)، روزهای داغ (TX99P)، شبهای گرم (TN10P)، روزهای تابستانی (SU30) روزهای یخبندان (FD) و شاخص دامنه تغییرات دمایی (DTR) می باشد. همچنین لازم به ذکر است که شاخص های حدی دما در این مطالعه بر اساس سری های زمانی و صدکهای1 و 99محاسبه شده است.

بر اساس شاخص های مذکور نتایج نشان می دهد که رژیم حرارتی در منطقه مطالعاتی در طی دوره آماری با روندی افزایشی همراه است. این روند برای شاخص های حدی همچون روزها سرد ، شبهای سرد، روزهای یخبندان و DTR منفی بوده در حالیکه افزایش قابل توجهی در روند حدهای گرم منطقه همچون شبهای گرم، روزهای داغ و روزهای تابستانی به دست آمده است. بر این اساس روند شرایط اقلیمی سمنان به ویژه در دهه های اخیر، هم جهت با روند عمومی گرم شدگی جهانی می باشد.

---

*- نویسنده مسئول: 09123274991 Email:

mypauk@yahoo.com

واژه های کلیدی: تغییرات اقلیمی، شاخص های حدی دما ،سری های زمانی ، سمنان،

مقدمه:

مسئله تغییر اقلیم همیشه به عنوان یکی از مسائل مهم در مطالعات علمی با تردیدهای زیادی مواجه بوده و به همین دلیل محققان بسیاری در زمینه ماهیت و علل آن تحقیق کرده اند و بر اساس یافته های خود فرضیه هایی ارائه نموده اند که بعضاً در تناقض با یکدیگر نیز می باشد. این دانشمندان از جمله عوامل بسیار مؤثر بر تغییر اقلیم را تأثیرات فعالیت انسانی می دانند (ابراهیمی و همکاران، 1384). آنان بر این عقیده اند که توازن طبیعی توسط انسانها و آن هم به دلیل رفع نیاز بشر، ایجاد حرارت کاذب کرده است (عزیزی،1383) و این وضعیت باعث دگرگونی در پوشش سطح زمین و نیز فاکتورهای اقلیمی مهمی همچون آلبدوی سطحی، میزان تبخیر و باد سطحی و در نهایت تغییر در ثبات و نظم اقلیمی کره زمین شده است. سرعت تغییرات ماهیت پارامترهای اقلیمی به دلیل افزایش تأثیرات دخالت انسانی به دنبال گسترش شهرنشینی و پیامدهای آن در نیمه دوم قرن بیستم شتاب بیشتری به خود گرفته است (ابراهیمی و همکاران،1384) که به دنبال آن تغییر در کاربری اراضی و کاهش در فضاهای سبز منطقه و نیز افزایش آلودگی در هوا سبب تغییرات گسترده در بیلان انرژی حرارتی محیط و نیز تشکیل جزیره گرمایی در محیط های شهری شده است؛ به طوری که بر اثر افزایش گازهای گلخانه ای در جو، دما افزایش و به دنبال آن میزان ابرناکی جهان نیز بالا رفته است که همین عامل سبب کاهش تفاوت دما بین شب و روز شده است (عزیزی،1383). با توجه به نتایج پژوهشهای انجام شده در سراسر جهان، همگی بر تغییر روند پارامترهای اقلیمی درجه حرارت در دهه های اخیر توافق داشته و آن را در جهت تبیین و شناخت تغییر اقلیم بسیار مهم ارزیابی نموده اند. به طوری که بر اساس مطالعات انجام شده کلیه مدل های اقلیمی اعم از جهانی و منطقه ای تماماً افزایش محسوس در دمای متوسط جهانی در طی سالهای اخیر و نیز در طی چند سال آینده با نرخهای متفاوت در مکانهای مختلف پیش بینی کرده اند که این افزایش، در متوسط دمای جهانی، تغییراتی را در پارامترهای حدی ایجاد نموده است (شکیبا، 2000) آنچه که توجه به پارامترهای حدی را در میان دانشمندان بیش از پیش مطرح کرده ، نقش آنها در ایجاد بروز بسیاری از بحرانهای محیطی و تغییر در کلیه اکوسیستمهای دریایی و خشکی است. بدین ترتیب جهت شناخت و کوشش به منظور کنترل و بعضاً توقف اثرات ناشی از تغییرات اقلیمی، شاخصهای دمایی متفاوتی توسط مراکز پژوهشی و تحقیقاتی جهان همچون کلیوار به جامعه اقلیم شناسان معرفی شده است. این شاخص های تغییر اقلیم از داده های روزانه دما محاسبه می گردند که در نهایت تجزیه و تحلیل آنها از طریق متمرکز شدن بر مقادیر آستانه ای آنها صورت می گیرد. قراردادن فرمول مناسب برای هر یک از شاخص های حدی و تحلیل آنها، در مناطق مختلف متناسب با شرایط اقلیمی محل متفاوت است با این وجود، این شاخص ها توانایی به روز شدن و ارائه تصویری جامع از روند تغییرات دما را دارند (الکساندر و همکاران، 2006) . یکی از شاخص های مهم در این رابطه، شاخص DTR[1] یا دامنه تغییرات دمای روزانه هوا می باشد؛ لذا در

1- Diurnal Temperature Range

سال های اخیر محققان زیادی در زمینه DTR و روند تغیرات حدهای دمایی در نواحی مختلف جهان تحقیق کرده اند که از جمله این محققان می توان به (لیو و همکاران،2004) اشاره کرد که به بررسی روند تغییرات روزانه دما در منطقه چین در طی دوره آماری (2000 – 1955) پرداخته است. نتایج این تحقیق نشان می دهد که از سال 1990 به بعد دمای هوای سطحی به طور شتاب زده ای رو به افزایش و حداکثرها و حداقل های روزانه دمای منطقه در طی دوره مطالعاتی به میزان 1/27 و 3/23 درجه سانتی گراد افزایش یافته است. روند DTR منطقه نیز از سال 1960 تا 1990 به میزان 2/5- درجه به سرعت کاهش یافته و از این سال به بعد به دلیل افزایش در میزان حداقل و حداکثرهای دمای روزانه، روند کاهشی DTR متوقف شده است. در این تحقیق دلیل تغییر در تشعشعات خورشیدی منطقه را به واسطه تأثیر آن در حداکثرهای دمایی و نیز تغییر در روندهای دماهای روزانه چین را به دلیل تأثیر آئورسل هوا ذکر نموده اند. بنزال و همکاران (2001) با بررسی مشاهدات دماهای حدی و روزانه در سراسر کانادا به این نتایج رسیده است که از سال 1998 تا 1900 در اکثر مناطق جنوبی کانادا روند افزایشی قابل توجهی در پائین ترین و بالاترین صدک های توزیع حداقل و حداکثر دمای روزانه دیده شده است به طوری که با کاهش تعداد روزهایی با دمای حدی پائین در طول زمستان، بهار و تابستان و افزایش تعداد روزهایی با دمای حدی بالا در طول زمستان و بهار ملاحظه شده که این افزایش در دماهای حداقل منجر به یک روند کاهشی قابل توجه در DTR منطقه شده است. از سال 1998 تا 1950 نیز افزایشهای قابل توجهی در صدک های پائین و بالا در غرب و کاهش هایی در شرق کانادا مشاهده شده است. این تحقیق همچنین نشان می دهد که بیشترین روندهای تغییر دمای حداکثر و حداقل روزانه در طول زمستان و اوائل بهار اتفاق می افتد و گرم شدگی قابل توجه در طول تابستان نیز مربوط به افزایش دمای حداقل روزانه است. فریچ و همکاران (2002) نیز مشاهدات تغییرات همزمان در مقادیر حدی اقلیمی طی نیمه دوم قرن بیستم از سال 1999- 1946 برای 3000 ایستگاه با استفاده از 10 شاخص رویداد اقلیمی حدی مورد بررسی قرار داده است که با توجه به نتایج، افزایش قابل توجهی در دمای شب های تابستان و زمستان و کاهش در تعداد روزهای یخبندان و در دامنه دمایی حدهای سالانه به دست آمده است که این امر بیانگر تغییرات اقلیمی قطعی در نیمه دوم قرن بیستم در بسیاری از مناطق مطالعاتی می باشد. پانگراز و باردوی (2002) در بررسی تغییرات اقلیمی حوضه "کارپاتیان" روند آماری خود را بر مبنای حداقل و حداکثر دمای روزانه و مشاهدات میانگین دمای هوا برمبنای تحلیل 27 شاخص حدی پیشنهاد شده توسط گروه آشکار سازی تغییر اقلیم CCI[2]/CLIVAR-WMO[1] ، همچون روزها و شبهای سرد ، روزهای یخبندان ، زمستانی و تابستانی، روزهای داغ ، شبهای گرم، تعداد روزهای سرد طاقت فرسا و روزهای بی نهایت داغ و ... مورد تجزیه و تحلیل قرار داده اند که بر اساس این نتایج در طی نیمه دوم قرن بیستم دمای منطقه ای مرکز اروپای شرقی همچون روند مشابه تغییرات دمایی جهان گرمتر شده و میانگین آب و هوای منطقه نیز خشکتر شده است. یان و همکاران (2002) نیز به بررسی روند دماهای حدی روزانه در اروپا و چین می پردازد که

1- World Metrological Organization
2 - Commission for Climatology

نتایج این بررسی بر تغییرات حدی دما از بعد از زمان های پیش صنعتی تأکید می کند. در این تحقیق جهت مشخص کردن تغییرات در شاخص های حدی دمایی برای تشخیص یک حد، از صدک های کوچکتر از 10 و یا بزرگتر از 90 استفاده شده که بر این اساس 3 دوره تغییرات در دماهای حدی تشخیص داده شده است که شامل کاهش حدهای گرم قبل از اواخر قرن 19، کاهش حدهای سرد بعد از آن زمان و افزایش حدهای گرم بعد از 1960، که این نتایج نشان می دهد کاهش های اولیه و افزایش های اخیر در حدهای گرم مربوط به فصل تابستان و کاهش در حدهای سرد مربوط به فصل زمستان بوده و در تمام دوره نیز مشاهده شده است. همچنین از بعد از 1961 میلادی فراوانی سالیانه حدهای سرد در هر قرن در حدود 7 درصد کاهش یافته و حدهای گرم با بیش از 10 درصد با تغییر پذیری فضایی زیاد در حال افزایش هستند. ناندین ست سج و همکاران (2007) نیز به بررسی روندهای حدی دمای روزانه نزدیک دریاچه "هاوس گول" مغولستان با استفاده از سریهای داده های روزانه حداقل و حداکثر دما بر اساس 6 شاخص دماهای حدی که شامل روزها و شبهای سرد، روزها و شبهای گرم و نیز روزهای تابستانی و یخبندان می باشد پرداخته اند که بر اساس این نتایج، یک روند گرم یافته ولی از شدگی در منطقه مشاهده می گردد به طوری که افزایش قابل توجهی در داده های سالانه روزهای داغ و شبهای گرم منطقه به دست آمده است که این تغییرات با کاهش در داده های سالانه روزهای سرد و شبهای سرد همراه شده است. مسأله تغییرات اقلیمی و افزایش درجه حرارت در ایران نیز به عنوان یکی از مسائل زیست محیطی در سالهای اخیر مطالعات زیادی را به خود اختصاص داده است که ازجمله ارزیابیهای اثرات تغییر اقلیم در ایران با توجه به فاکتورهای اقلیمی دما می توان به ارزیابی میزان آسیب پذیری کشور در اثر کنترل رهایش گازهای گلخانه ای اشاره کرد که در این ارزیابی 6 سناریوی متفاوت طراحی شده است که این سناریوها خود ترکیب منتخبی از مدلها و سناریوهای مختلف مانند دو مدل GCM ECHAMH and (HADCM2) و 3 سناریوی انتشار IS92a ,IS92b ,IS92c همراه با 3 حساسیت اقلیمی متفاوت می باشند . بر اساس تحقیقات و ارزیابی های انجام شده در طرح توانمندسازی تغییر آب و هوا تحت نظر کنوانسیون تغییر آب و هوای سازمان ملل متحد و با استفاده از سناریوهای مطرح شده توسط IPCC[1] اگر میزان غلظت دی اکسید کربن تا سال 2100 دو برابر شود دمای متوسط ایران به میزان 1/5 تا 4/5 سانتی گراد افزایش خواهد یافت که این مسئله تغییرات محسوسی را در منابع آبی میزان تقاضای انرژی ، تولیدات کشاورزی و نواحی ساحلی موجب خواهد شد. از جمله تحقیقات دیگر در ایران می توان به مطالعات ابراهیمی و همکاران (1384) اشاره کرد که به بررسی تغییر اقلیم در دشت مشهد با توجه به فاکتور اقلیمی دما برای یک دوره 50 ساله (2000– 1951) پرداختند و از روش رگرسیون بین پارامتر دما و زمان وقوع و روشهای آماری من کندال و لتن مایر جهت تحلیل روند تغییرات درجه حرارت استفاده کرده است که با توجه به نتایج روشهای آماری مورد استفاده، در بیشتر ماه ها روند افزایشی بخصوص برای دمای حداقل بارزتر بوده است که گویای تغییر دمایی اقلیم در دشت مشهد می باشد. روشنی (1382) نیز با بررسی تغییرات اقلیمی سواحل جنوبی

1 - Intergovernmentel Panel on Climate Change

دریای خزر به این نتایج دست یافته است که در سریهای دمای حداقل و حداکثر ماهیانه ، تغییرات از نوع روند و در دو جهت مثبت و منفی می باشد؛ همچنین پدیده کاهش در دمای حداکثر و افزایش در دمای حداقل ماهیانه نیز در بیشتر ایستگاه هایی که تغییرات در آنها مشاهده شده ، دیده می شود که درصد این تغییرات در فصل زمستان و تابستان بیشتر می باشد. تقوی (1383) با بررسی روند شاخصهای حدی دما بر اساس سری های زمانی روزانه در یک دوره آماری 2003 – 1951 در ایستگاه تهران به این نتیجه رسیده که شاخصهای FD[1] و ID[2] روند کاهشی محسوسی داشته و از طرف دیگر روند دمای حداقل متوسط روزانه کاملاً افزایشی بوده است؛ این در حالتی است که روند افزایشی دمای حداکثر، شیب کمتری نشان می دهد . روند افزایشی T40[3] و شاخص CDD[4] و GDD[5] و روند کاهشی HDD[6] و DTR نیز در همه مدل های این مطالعه دیده شده است. رحیم زاده و همکاران (2008) نیز با بررسی تغییر پذیری حدهای دما در طی دهه های اخیر در ایران با استفاده از 27 شاخص حدی دما در 150 ایستگاه کشور به این نتیجه رسیده اند که در بیشتر مناطق کشور شاخصهای FD ، ID، TX10P[7] ، TN10P[8] و DTR روند منفی و شاخصهای SU25[9] ، TX90P[10] و TR20[11] روندهای تغییرات مثبت می باشد. همچنین شکیبا و همکاران (1388) نیز با بررسی روند تغییرات شاخص حدی در شهر اهواز بر اساس 6 شاخص آستانه ای دما که شامل شبهای سرد، روزهای سرد، شبهای گرم، روزهای گرم، روزهای تابستان و DTR می باشند؛ به این نتایج دست و یافته اند که تغییرات شاخص
شبهای سرد و روزهای سرد شاخص DTR روند کاهشی و شاخص روزهای گرم، شبهای گرم و روزهای تابستانی روند افزایشی قابل توجهی را داشته اند؛ که این وضعیت نشان دهنده تغییر شرایط اقلیمی اهواز و گرمتر شدن آن نسبت به گذشته است.

مواد و روش ها

در این مقاله روند 7 شاخص حدی دما از جمله روزها سرد (TX10P)، شبهای سرد(TN10P)، روزهای داغ (TX99P)، شبهای گرم (TN10P)، روزهای تابستانی (SU30) روزهای یخبندان (FD) و شاخص دامنه تغییرات دمایی (DTR) برای تحلیل رویدادهای حدی دما و تغییر پذیری اقلیمی در شهر سمنان مورد بررسی قرار گرفته است که جهت تعیین و بررسی شاخصهای حدی از داده های روزانه دمای حداکثر و حداقل مطلق ایستگاه سینوپتیک سمنان در یک دوره آماری 42 ساله (از بدو تأسیس 1965 تا 2006 م) با موقعیت و مشخصات جغرافیایی ارائه شده در شکل 1 و جدول 1 استفاده شده است.

1 - Frost days
2 - Ice days
3 - Tempreature 40˚
4 - Cold day degree
5 - Grow day degree
6 - Heat day degree 8.Ice days
7 - Temperature Max per 10 Percent
8 - Temperature Min per 10
9 - Summer days
10 - Tempreature max per 90 Percent
11 - Tropical Nights

شکل 1- موقعیت جغرافیایی ایستگاه سمنان

جدول 1- مشخصات ایستگاه مورد مطالعه

شهر	ارتفاع از سطح دریا/متر	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
سمنان	1130/8	35˚ 35´ N	53˚ 33´ E

روش :

بـه منظـور محاسـبه و تحلیـل رونـد تغییرپـذیری حدهای دمـایی ایسـتگاه سـمنان مراحـل زیـر بـه ترتیب صورت گرفته است:

1 - جمع آوری داده های روزانه دما و استخراج حداقل و حداکثرهای دمای روزانه و مطلق در یک دوره آماری 42 ساله (2006 – 1965).

2 - محاسبه صدکهای 1 و 99 برای حداقل و حداکثرهای مطلق که بیانگر مقادیر 7 شاخص حدی دمایی ذکر شده در جدول 2 می باشد. آستانه فراوانی آنها برای شاخص های دمایی سرد کمتر و یا برابر و برای شاخصهای دمایی گرم بیشتر یا مساوی مقادیر صدکهای به دست آمده است.

جدول 2 - معرفی شاخصهای حدهای دمایی سرد و گرم

Cold nights (TN10P)	فراوانی روزهایی که دمای حـداقل آنهـا در طـی دوره آمـاری (2006-1965) از صـدک 1 درصد کوچکتر است.
Cold days (TN99P)	فراوانی روزهایی که دمای حـداقل آنهـادر طـی دوره آمـاری (2006-1965) از صـدک 99 درصد بزرگتر است.
Warm nights (TX10P)	فراوانی روزهایی که دمای حداکثر آنهادر طی دوره آماری (2006-1965) از صدک 1 درصد کوچکتر است.
Hot days (TX99P)	فراوانی روزهایی که دمای حـداکثر آنهـادر طـی دوره آمـاری (2006-1965) از صـدک 99 درصد بزرگتر است.
FD	فراوانی روزهایی که دمای حداقل آنهادر طی دوره آماری (2006-1965) از صفر درجه کمتر است و نماینده روزهای یخبندان می باشد.
SD30	فراوانی روزهایی که دمای حداکثر آنهادر طی دوره آماری(2006-1965) از 30 درجه بزرگتر است و نماینده روزهای تابستانی می باشد.
DTR	فراوانی روزهایی که اختلاف دمای حداکثر از حداقل آنها در هر سال به عنوان دامنه تغییرات روزانه دما محسوب می گردد.

3 - تعیین میزان فراوانی مقادیر 7 شاخص حدی درطی دوره آماری 42 ساله و ارائه مقادیر در جداول 3 تا 9.

4 - ترسیم نمودارهای روند خطی تغییرات شاخصهای حدی دما به وسیله نرم افزار Minitab در 3 نمودار: الف. نمودار کلی ، روند 42 ساله ب. نمودار A ، روند 21 سال اول ج . نمودار B ، روند 21 سال دوم.

5 - تحلیل نتایج نمودارهای روند خطی شاخصهای حدی دما و مقایسه روند دوره های A و B شاخص ها .

نتایج

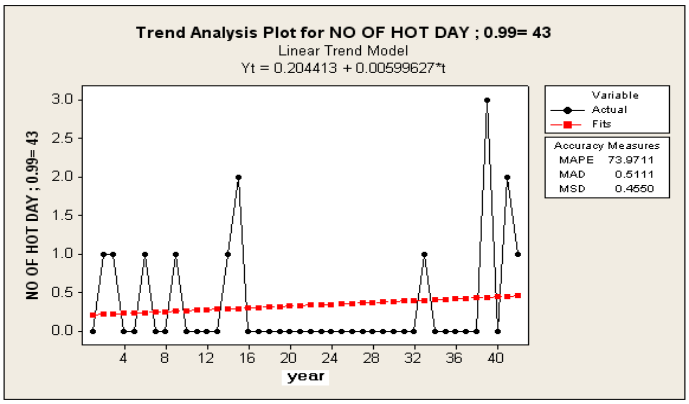
تحلیل روند سریهای زمانی شاخص حدی دما سبب شناخت بهتر رفتار و تغییرات شرایط اقلیمی گذشته و حال در طی یک دوره تعیین شده می گردد. در این مقاله تغییرات روند شاخص های حدی دما در طی یک دوره آماری (2006-1965) در یک نمودار کلی و جهت دقت بیشتر در میزان تغییرات روند و دوره زمانی وقوع آنها، هر شاخص به دو دوره 21 ساله در دو نمودار A و B به صورت مجزا ترسیم شده و سپس عوامل مؤثر و پیامدهای آنها در تغییر روند شاخصهای حدی دما در طی دوره ی مطالعه ذکر گردیده است.

- نتایج حاصل از تحلیل روزهای داغ (TX99P)

با توجه به شکل 1 ، روند تغییرات دمایی شاخص روزهای داغ ایستگاه سمنان در طی یک دوره آماری 42 ساله (2006-1965) مثبت و در حال افزایش نشان داده شده است. میزان نوسان و فراوانی داده در طی دوره 42 ساله بسیار متفاوت بوده به طوری که از سال 1980 تا 1996 مقادیر فراوانی روزهای داغ سمنان به طور متناوب برابر با صفر شده و در مقابل در سال 2003 به بالاترین فراوانی خود در طی این دوره می رسد که این شرایط نشان دهنده تغییرات قابل توجهی در دماهای حداکثر این دوره در این منطقه است. براین اساس در شکل 2 در دو دوره 21 ساله ترسیم شده در نمودارهای A و B ، میزان تغییرات دمایی شاخص روزهای داغ منطقه با دقت بیشتری مشخص گردیده است.

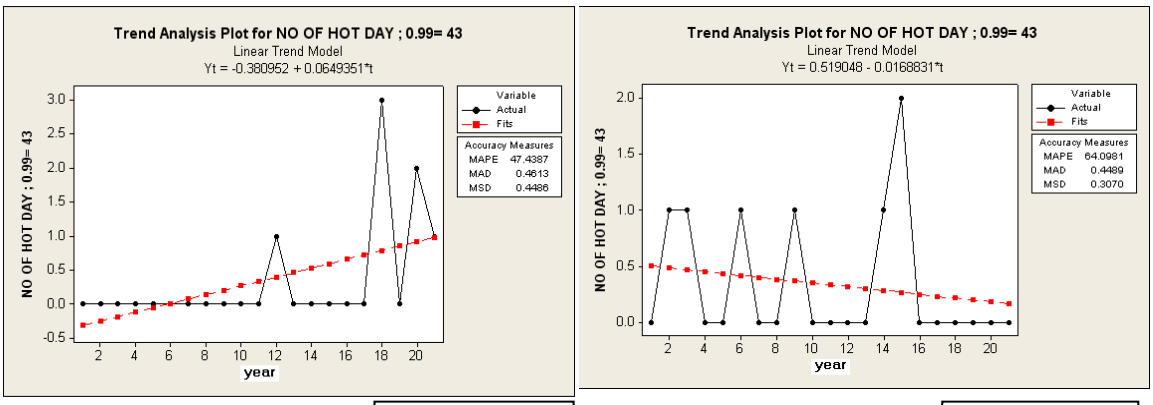
جدول 3- فراوانی مقادیر روزهای داغ سمنان (TX99P) در طی دوره آماری 2006-1965

سال	روزهای داغ	سال	روزهای داغ	سال	روزهای داغ	سال	روزهای داغ	سال	روزهای داغ
1965	0	1975	0	1985	0	1995	0	2005	2
1966	1	1976	0	1986	0	1996	0	2006	1
1967	1	1977	0	1987	0	1997	1		
1968	0	1978	1	1988	0	1998	0		
1969	0	1979	2	1989	0	1999	0		
1970	1	1980	0	1990	0	2000	0		
1971	0	1981	0	1991	0	2001	0		
1972	0	1982	0	1992	0	2002	0		
1973	1	1983	0	1993	0	2003	3		
1974	0	1984	0	1994	0	2004	0		



شکل 2 - شاخص حدی دمایی روزهای داغ سمنان در طی دوره آماری (2006-1965)

با توجه به دوره A در شکل 3 ، در 21 سال نخست روند تغییرات با شیب منفی در حال کاهش می باشد که بیانگر پائین بودن حداکثرهای دمایی در طی این دوره به دلیل تأثیر غالب شرایط محلی بر شرایط دمایی منطقه و نیز به دلیل عدم توسعه شهرنشینی، وجود فضاهای سبز مانند باغات و زمینهای کشاورزی در شهر و حومه شهر ، تطابق مصالح به کار رفته در معماری ساختمانها و سطوح شهری با اقلیم گرم و خشک منطقه و عدم گسترش فعالیتهای صنایع و پیامدهای آن ها است. میزان پراکندگی مقادیر دمایی در تمام دوره دارای نوسان بوده و فراوانی تعداد روزهای داغ منطقه نیز ناچیز و حتی در سالهای آخر این دوره به صفر رسیده است که همین امر، عاملی برای کاهش در روند دمایی منطقه در این دوره گردیده است؛ در مقابل در دوره B شکل 3، روند تغییرات با شیب قابل ملاحظه ای مثبت می باشد و بیانگر صعود حداکثرهای دمایی و به دنبال آن افزایش در تعداد روزهای داغ منطقه در سالهای اخیر می باشد که دلیل آن با توجه به مرکزیت استان، می تواند ناشی از رشد سریع شهرنشینی در منطقه، تغییر کاربری اراضی و تبدیل به نواحی شهری، عدم تطابق معماری شهری با اقلیم گرم منطقه، عدم گسترش فضای سبز شهری متناسب با تغییر کاربری منطقه و گسترش صنایع دانست که پیامد این تحولات، افزایش در توان و هدایت گرمایی ساختمانها و سطوح شهری، افزایش در آلودگی وسایل نقلیه که سبب انتشار زیاد اکسید نیتروژن و مونواکسید کربن هوا می گردد و به دنبال آن افزایش در میزان گازهای گلخانه ای و هواویزها و همچنین تشکیل جزیره گرمایی در منطقه شهری است که همگی این عوامل سبب گردیده میزان جذب انرژی خالص خورشیدی در ساعات قبل از ظهر بالارفته و میزان حداکثر درجه حرات به صورت گرمای محسوس در ساعات ظهر و بعد از ظهر منطقه به ویژه ساعات اوج گرما افزایش یابد. میزان نوسان و فراوانی داده ها در 21 سال دوم قابل توجه است به طوری که هرچند فراوانی داده ها در سالهای اول این دوره برابر با صفر نشان داده شده است که می توان دلیل آن را با توجه به گسترش شهر نشینی به دلیل افزایش آلودگی در بعداز ظهرها و در تابستانها و افزایش میزان ابرناکی، ناشی از افزایش آئروسل های جوی منطقه در طی این سال ها دانست که سبب کاهش در جذب انرژی تابشی در طی روز گردیده که در نهایت سبب افت حداکثر های دمای روزانه منطقه گشته است؛ ولی در سالهای 1977، 2003، 2005، 2006 حداکثر دماهای روزانه بالا رفته و همین امر سبب تغییر در روند دمایی روزهای داغ منطقه با شیبی در جهت مثبت گردیده است .



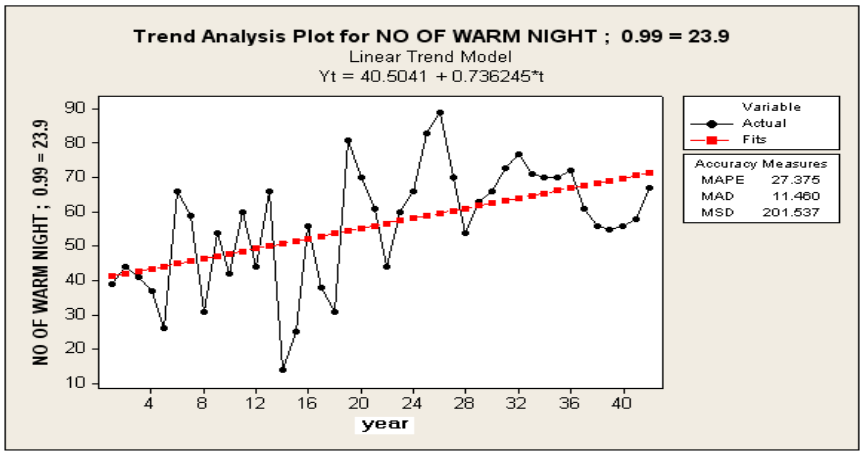
(1986-2006 (B)

(1965-1985)(A)

شکل 3 - شاخص حدی دمایی روزهای داغ سمنان در طی دو دوره آماری 21

نتایج حاصل از تحلیل شبهای گرم (TN99P):

در شکل 4 ، روند شبهای گرم منطقه در طی دوره آماری (1965-2006) با شیب تندی در جهت مثبت می باشد که این امر بیانگر صعود حداقل های دمایی منطقه و به دنبال آن افزایش در تعداد شب های گرم سمنان است که دلیل این افزایش را می توان تأثیر عواملی همچون توسعه شهرنشینی، تغییر معماری ساختار شهری و کاربری اراضی و نیز گسترش فعالیتهای صنایع دانست که پیامد آنها سبب کاهش در میزان آلبدو و ضریب شاخص SVF در شهر به دلیل وجود سطوح مصنوعی و شکل سه بعدی شهر که سبب حفظ انرژی تابشی نزدیک سطح و انرژی تابشی موج بلند زمین در طی شب می شود و نیز افزایش شدت جزیره حرارتی و ابرناکی منطقه به دلیل افزایش در آلودگی های شهری و به دنبال آن جذب و برگشت انرژی تابشی موج بلند زمینی توسط آیروسل ها و هواویزها در طی شب دانست که این عوامل سبب بالا رفتن دماهای حداقل شبانه و در نهایت افزایش فراوانی شب های گرم منطقه در طی دوره مطالعاتی شده است. میزان نوسان و فراوانی داده ها نیز در تمام دوره قابل ملاحظه است که در شکل 5 در دو دوره A و B بهتر نشان داده شده است(جدول 4).

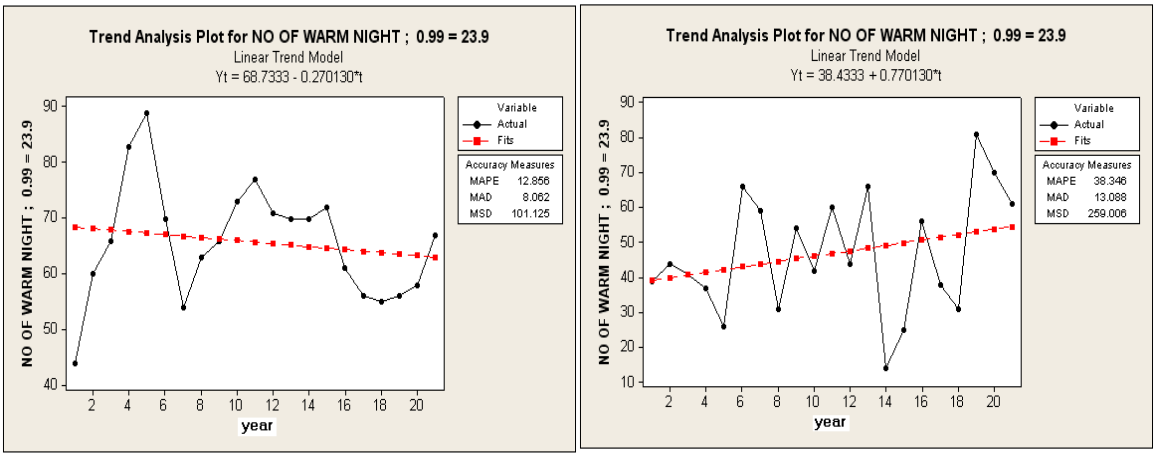


شکل 4- شاخص حدی دمای شبهای گرم سمنان در طی دوره آماری (1965-2006)

جدول4- فراوانی مقادیر شبهای گرم سمنان(TN99P) در طی دوره آماری 1965-2006

سال	شبهای گرم	سال	شبهای گرم	سال	شبهای گرم	سال	شبهای گرم	سال	شبهای گرم
1965	39	1975	60	1985	61	1995	73	2005	58
1966	44	1976	44	1986	44	1996	77	2006	67
1967	41	1977	66	1987	60	1997	71		
1968	37	1978	14	1988	66	1998	70		
1969	26	1979	25	1989	83	1999	70		
1970	66	1980	56	1990	89	2000	72		
1971	59	1981	38	1991	70	2001	61		
1972	31	1982	31	1992	54	2002	56		
1973	54	1983	81	1993	63	2003	55		
1974	42	1984	70	1994	6	2004	56		

با توجه به شکل 5 در دوره A ، در 21 سال نخست، روند شرایط دماهای حداقل با شیب ملایمی درجهت مثبت دیده می شود و میزان نوسان و فراوانی داده ها نیز بالا است به طوری که حداقل مقادیر فراوانی شبهای گرم منطقه در سال 1978 با 14 شب و حداکثر آن در سال 1984 با 70 شب دیده می شود که این امر بیانگر تأثیر شرایط محلی منطقه در این دوره در دمای محل می باشد. ولی در دوره B روند تغییرات با شیب ناچیزی در جهت منفی تغییر مسیر داده است که با توجه به نمودار B هرچند در دهه اول این دوره دماهای حداکثر شبانه که بیانگر شبهای گرم می باشند افزایشی بوده ولی در طی سالهای 1997 تا 2003 به جز سال 2000 این حداکثرهای شبانه کاهش یافته و همین امر سبب نمایش نزولی روند دمایی در دوره B شده است که با توجه به روند افزایشی در شب های گرم دوره A و نیز اوایل دوره B که نشانه بالا رفتن حداقل های دمایی در منطقه است، کاهش در سال های ذکر شده، احتمالاً به دلیل تأثیر شرایط محلی و یا تغییرات ناگهانی دما در این سالها بوده است؛ ولی از سال 2003 به بعد، با توجه به جدول 4، دوباره در فراوانی شب های گرم محل افزایش دیده می شود که بیانگر بالا رفتن میزان حداقل های دمایی در منطقه است.

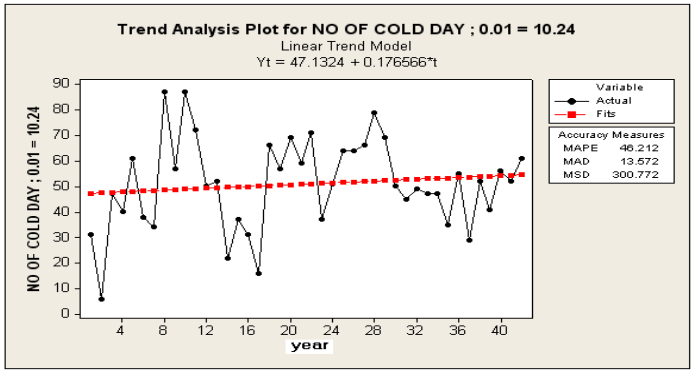


(1965-1985)(A) (1986-2006) (B)

شکل 5- شاخص حدی دمایی شبهای گرم سمنان در طی دو دوره آماری (21 ساله)

نتایج حاصل از تحلیل روزهای سرد (TX1P):

با توجه به شکل 6 روند تغییرات شاخص حدی روزهای سرد سمنان در طی دوره آماری (2006-1965) با شیبی یکنواخت مشخص شده که با توجه به مقادیر فراوانی این شاخص در جدول 5، در طی این دوره دماهای حداقل از نوسان بالایی برخوردار بوده است به طوری که کاهش در مقادیر حداقل دما در دهه های اول و سوم این دوره سبب بالا رفتن فراوانی روزهای سرد در این سالها گردیده که همین شرایط بر روند کلی نمودار تأثیر گذاشته است. اما با توجه به شکل 6 میزان تغییرات در روند فراوانی روزهای سرد بهتر مشخص گردیده است.



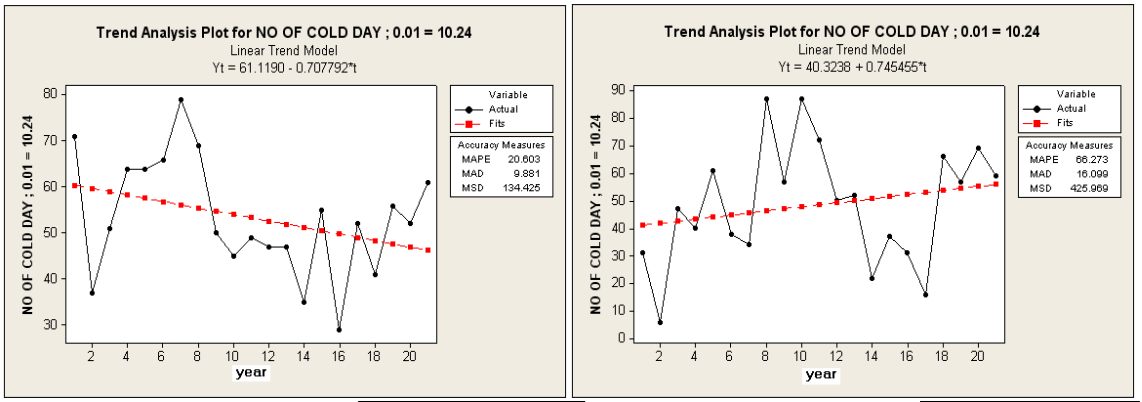
شکل 6- شاخص حدی دمایی روزهای سرد سمنان در طی دوره آماری (2006-1965)

جدول5- فراوانی مقادیر روزهای سرد سمنان(TX1P) در طی دوره آماری 2006-1965

سال	روزهای سرد	سال	روزهای سرد	سال	روزهای سرد	سال	روزهای سرد	سال	روزهای سرد
1965	31	1975	72	1985	59	1995	45	2005	52
1966	6	1976	50	1986	71	1996	49	2006	61
1967	47	1977	52	1987	37	1997	47		
1968	40	1978	22	1988	51	1998	47		
1969	61	1979	37	1989	64	1999	35		
1970	38	1980	31	1990	64	2000	55		
1971	34	1981	16	1991	66	2001	29		
1972	87	1982	66	1992	79	2002	52		
1973	57	1983	57	1993	69	2003	41		
1974	87	1984	69	1994	50	2004	56		

در دوره A شکل 7 روند تغییرات زمانی روزهای سرد سمنان مثبت بوده و بیانگر افزایش فراوانی مقادیر حداقل های دمایی منطقه به دلیل عدم توسعه شهر و پیامدهای آن در طی این دوره است که سبب شده میزان جذب انرژی تابشی دریافتی در طی روز به صورت گرمای محسوس پائین و میزان آلبدو سطوح بالا و همچنین به دلیل عدم ابرناکی آسمان و نیز آلودگی های جوی، بازتابش انرژی انعکاسی صورت نگیرد و انرژی منعکس شده به راحتی وارد جو بالا گردد که در نتیجه این شرایط، مقادیر حداقل های دمای روزانه در طی دو دهه اول این دوره کاهش یافته است. بیشترین روزهای سرد در این دوره در سال 1974 با 87 روز و کمترین در سال 1966 با 6 روز در تمام

سال مشخص شده که بیانگر نوسان بالای فراوانی این روزها در طی این دوره است. اما با توجه به شکل B-7 روند تغییرات روزهای سرد با شیب قابل ملاحظه ای در جهت منفی است که این تغییرات در فراوانی داده های سرد دهه آخر دوره B نسبت به دهه اول این دوره افت چشمگیری داشته و همین عامل سبب نزول در روند روزهای سرد منطقه گردیده است که این امر بیانگر افزایش در میزان حداقل های دمای روزانه و کاهش در فراوانی روزهای سرد منطقه می باشد که دلیل آن توسعه شهر نشینی و پیامد آن است که سبب افزایش آئروسل و گسترش ابرناکی و ایجاد جوی پایدار در شهر و نیز افزایش توان و هدایت گرمایی و کاهش در آلبدو سطوح شهری گردیده است که همگی این تحولات عاملی جهت افزایش در جذب انرژی موج کوتاه خورشیدی در طی روز گردیده است و همین امر بر میزان بیلان انرژی منطقه تأثیر گذاشته و سبب افزایش دما و کاهش روزهای سرد سمنان گردیده است. این افزایش دمایی در مقادیر حداقل ها که سبب کاهش روزهای سرد منطقه به ویژه در سالهای اخیر گردیده است؛ در روند حداکثر های دمایی در شکل 2 که سبب افزایش در فراوانی روزهای داغ منطقه گردیده است نیز مشاهده می شود که این مسئله بیانگر تغییرات روند دمایی منطقه در جهت گرم شدگی می باشد.



(1965-1985)(A) (1986-2006) (B)

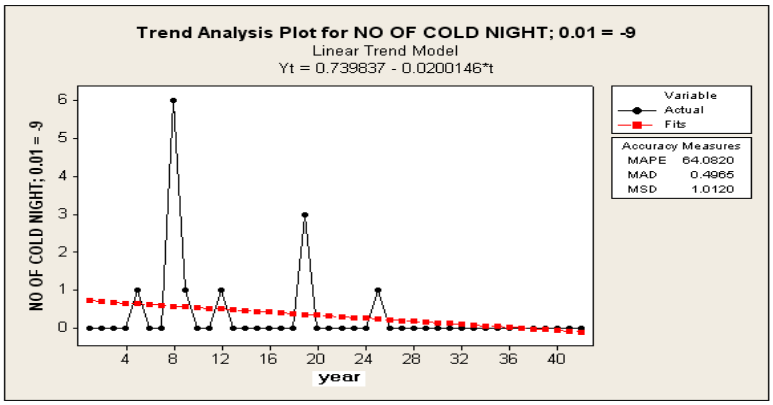
شکل 7- شاخص حدی دمای روزهای سرد سمنان در طی دو دوره آماری (21 ساله)

نتایج حاصل از تحلیل شبهای سرد (TX99P):

در شکل 8 روند تغییرات دمایی شاخص شبهای سرد سمنان در طی دوره آماری (2006 – 1965) در جهت منفی مشخص گردیده است که با توجه به نمودار، فراوانی شبهای سرد در اکثر سالها به ویژه در دهه های اخیر برابر با صفر می باشد و این مسئله بیانگر افزایش دما در حداقل های شبانه به ویژه در سالهای اخیر به دلیل توسعه شهرنشینی در منطقه است که البته میزان تغییرات در روند شاخص شبهای سرد سمنان در دوره های A و B شکل 9 به خوبی نشان داده شده است. میزان نوسان و فراوانی داده ها نیز در تمام دوره 42 ساله به جز سالهای 1972 و 1983 که به حداکثر خود رسیده است، بسیار ناچیز می باشد(جدول 6).

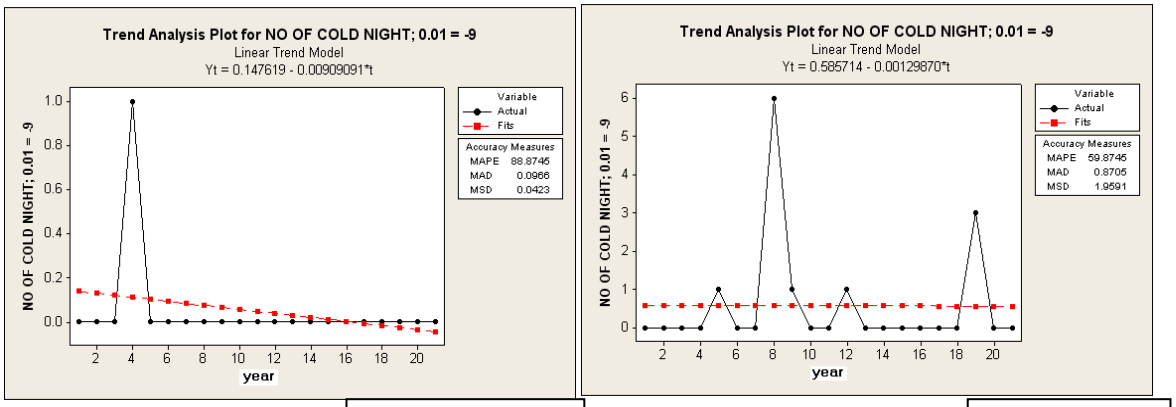
جدول6- فراوانی مقادیر شبهای سرد سمنان(TX99P) در طی دوره آماری 1965-2006

سال	شبهای سرد	سال	شبهای سرد	سال	شبهای سرد	سال	شبهای سرد	سال	شبهای سرد
1965	0	1975	0	1985	0	1995	0	2005	0
1966	0	1976	1	1986	0	1996	0	2006	0
1967	0	1977	0	1987	0	1997	0		
1968	0	1978	0	1988	0	1998	0		
1969	1	1979	0	1989	1	1999	0		
1970	0	1980	0	1990	0	2000	0		
1971	0	1981	0	1991	0	2001	0		
1972	6	1982	0	1992	0	2002	0		
1973	1	1983	3	1993	0	2003	0		
1974	0	1984	0	1994	0	2004	0		



شکل 8- شاخص حدی دمایی شب های سرد سمنان در طی دوره آماری (1965-2006)

با توجه به شکل 9 در دوره A در 21 سال نخست، روند تغییرات به صورت یکنواخت دیده می شود که علت آن به دلیل نوسانات در فراوانی شبهای سرد منطقه در این دوره می باشد که سبب شده تغییر در روند منطقه به صورت یکنواخت مشخص گردد که عامل آن تأثیر غالب شرایط محلی بر شرایط اقلیمی منطقه با توجه به عدم توسعه شهرنشینی در این دوره است. بالاترین نوسان و بیشترین فراوانی داده ها در این دوره در سالهای 1972 و 1983 دیده می شود، ولی در بقیه سالها فراوانی و نوسان شبهای سرد منطقه بسیار ناچیز و نزدیک به هم است. ولی در دوره B روند تغییرات دمایی در جهت منفی و میزان نوسان و فراوانی داده ها نیز به استثنای سال 1989 که تنها یک شب سرد داشته در بقیه سالها به صفر رسیده است که این مسئله بیانگر افزایش قابل توجه در مقادیر حداقل های دما و کاهش در فراوانی شبهای سرد منطقه است که دلیل این وضعیت گسترش شهرنشینی و تأثیر پیامدهای آن در منطقه می باشد که سبب کاهش ضریب آلبدو سطوح و SVF در شب و نیز حفظ انرژی تابشی نزدیک سطح زمین به دلیل تأثیر گلخانه ای و ابرناکی منطقه که سبب جذب انرژی موج بلند بازتابشی زمین وعدم عبورآن ازجو منطقه و برگشت آن در طول شب به صورت گرمای محسوس به محیط گشته وسبب افزایش حداقل های دمایی شبانه درمنطقه شده است.



(1986-2006) (B) (1965-1985)(A)

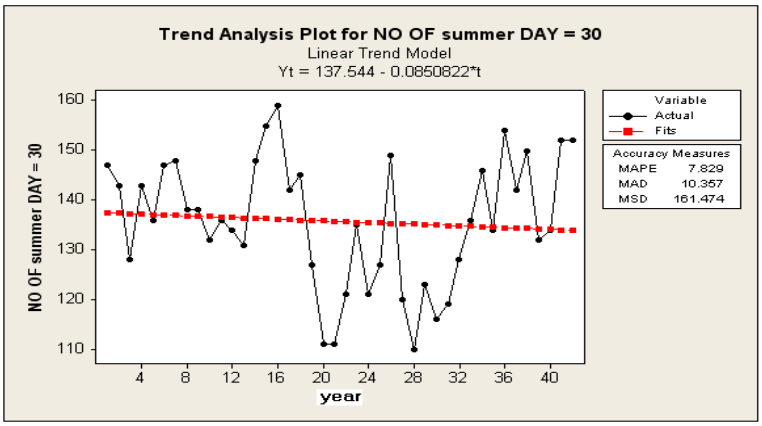
شکل 9- شاخص حدی دمایی روزهای سرد سمنان در طی دوره آماری (21 ساله)

نتایج حاصل از تحلیل روزهای تابستانی (SU30):

روند تغییرات شاخص روزهای تابستانی سمنان درطی دوره 42 ساله مطالعاتی در شکل 10 به صورت یکنواخت نشان داده شده که دلیل آن با توجه به جدول 7، نوسان قابل توجه درفراوانی داده ها می باشد به طوری کاهش روزهای تابستانی دراواسط این دوره تأثیر قابل ملاحظه ای درروند کلی منطقه داشته است که البته میزان تغییرات روند شاخص روزهای تابستانی در شکل 11 در دوره های A و B به خوبی مشخص شده است. کمترین تعداد روزهای تابستانی در طی این دوره در سال 1992 با 110 روز و بیشترین تعداد روزهای تابستانی در سال 1980 با 159 روز مشخص گردیده است.

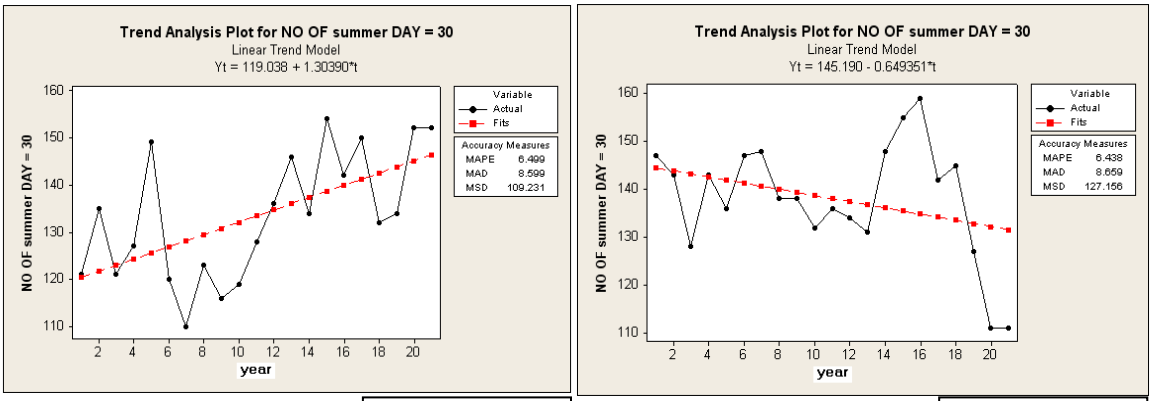
جدول7- فراوانی مقادیر روزهای تابستانی سمنان(SU30) در طی دوره آماری 2006-1965

سال	روزهای تابستانی= 30˚	سال	روزهای تابستانی= 30˚	سال	روزهای تابستانی= 30˚	سال	روزهای تابستانی= 30˚	سال	روزهای تابستانی= 30˚
1965	147	1975	136	1985	111	1995	119	2005	152
1966	143	1976	134	1986	121	1996	128	2006	152
1967	128	1977	131	1987	135	1997	136		
1968	143	1978	148	1988	121	1998	146		
1969	136	1979	155	1989	127	1999	134		
1970	147	1980	159	1990	149	2000	154		
1971	148	1981	142	1991	120	2001	142		
1972	138	1982	145	1992	110	2002	150		
1973	138	1983	127	1993	123	2003	132		
1974	132	1984	111	1994	116	2004	134		



شکل 10- شاخص حدی روزهای تابستانی سمنان در طی دوره آماری (1965-2006)

با توجه به شکل 11 در دوره A و در 21 سال نخست، روند شاخص دمایی روزهای تابستانی با شیب متوسط در جهت منفی نشان داده شده که بیانگر پائین بودن مقادیر حداکثرهای دما در این دوره به دلیل تأثیر غالب شرایط محلی بر شرایط دمایی محل و عدم توسعه شهرنشینی است. ولی با توجه به دوره B در دو دهه اخیر، به دنبال گسترش شهرنشینی و تأثیر پیامدهای ناشی از آن که در قسمت شاخص روزهای داغ توضیح داده شد، حداکثرهای دمای روزانه به ویژه در دهه اخیر افزایش یافته و به همین دلیل روند نمودار شاخص روزهای تابستانی در جهت مثبت و با شیب زیاد در حال صعود نشان داده شده است که این امر بیانگر افزایش طول دوره گرما در منطقه و تأثیرپذیری از الگوی عمومی گرم شدگی زمین در دهه های اخیر در این منطقه می باشد.

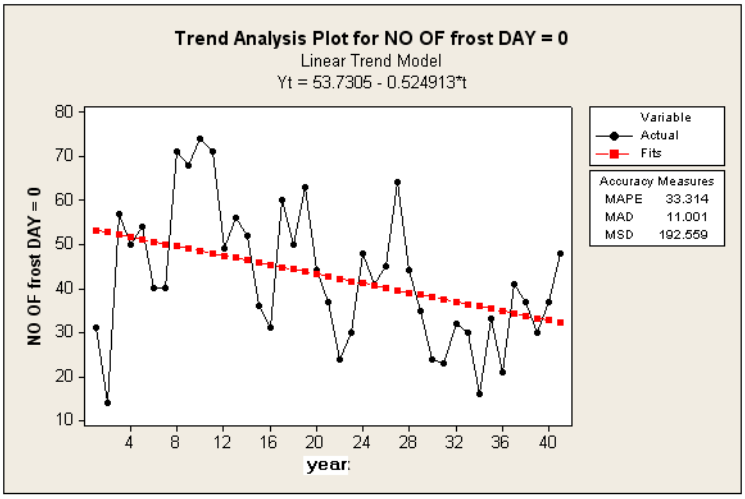


(1965-1985)(A) (1986-2006)(B)

شکل 11- شاخص حدی روزهای تابستانی سمنان در طی دو دوره آماری (21 ساله)

نتایج حاصل از تحلیل روزهای یخبندان (FD):

با توجه به شکل 12 روند تغییرات دمایی شاخص روزهای یخبندان در طول دوره 42 ساله منطقه با شیب قابل ملاحظه ای در جهت منفی نشان داده شده است که بیانگر افزایش مثبت در مقادیر حداقل های دمای منطقه و به دنبال آن کاهش در تعداد روزهای یخبندان محل می باشد که البته میزان این تغییرات در دو دوره A و B شکل 13 بهتر مشخص شده است (جدول 8).



شکل 12- شاخص حدی دمایی روزهای یخبندان سمنان در طی دوره آماری(2006-1965)

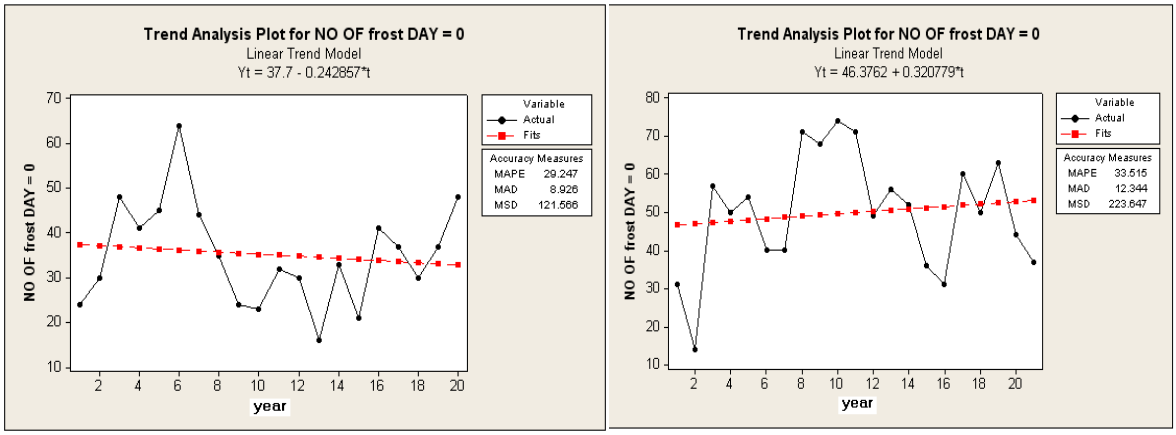
جدول8- فراوانی روزهای یخبندان سمنان (FD) در طی دوره آماری 2006-1965

سال	روزهای یخبندان	سال	روزهای یخبندان	سال	روزهای یخبندان	سال	روزهای یخبندان	سال	روزهای یخبندان
1965	31	1975	70	1985	45	1995	23	2005	37
1966	14	1976	71	1986	37	1996	23	2006	48
1967	57	1977	49	1987	24	1997	32		
1968	50	1978	56	1988	30	1998	30		
1969	54	1979	52	1989	48	1999	15		
1970	40	1980	36	1990	41	2000	33		
1971	40	1981	31	1991	45	2001	20		
1972	71	1982	60	1992	64	2002	41		
1973	68	1983	50	1993	44	2003	37		
1974	74	1984	63	1994	35	2004	30		

در شکل A 13 در طول دوره 21 ساله اول، روند تغییرات با شیب ملایمی در جهت مثبت می باشد و این امر نشانگر بالا بودن مقادیر حداقل های دمایی در منطقه به دلیل تأثیر غالب شرایط محلی و متناسب بودن شرایط محیطی شهر با توجه به عدم توسعه شهر نشینی در این دوره ، با اقلیم گرم و خشک منطقه است که این وضعیت در نوسان و فراوانی داده ها نیز به خوبی دیده می شود. ولی در دوره B در دو دهه اخیر روند تغییرات با شیب ملایمی در جهت منفی نشان داده شده است که بیانگر افزایش مثبت در میزان حداقل های دما در طی این دوره به دنبال توسعه شهرنشینی در منطقه است که دلیل این وضعیت در دوره B شکل 7 شاخص روزهای سرد توضیح داده شد. میزان فراوانی و نوسان داده ها نیز در طی این دوره قابل ملاحظه است به طوری که در سالهای اخیر فراوانی روزهای یخبندان منطقه افت قابل توجهی را نسبت به سالهای قبل یافته است.

نتایج حاصل از تحلیل دامنه تغییرات دمایی (DTR):

بررسی شاخص DTR در ارزیابی تغییرات اقلیمی یک منطقه نقش مهمی را ایفا می نماید. در این پارامتر از اختلاف حداقل و حداکثرهای دمای منطقه در طول دوره مطالعاتی استفاده شده است.



(1986-2006) (B)

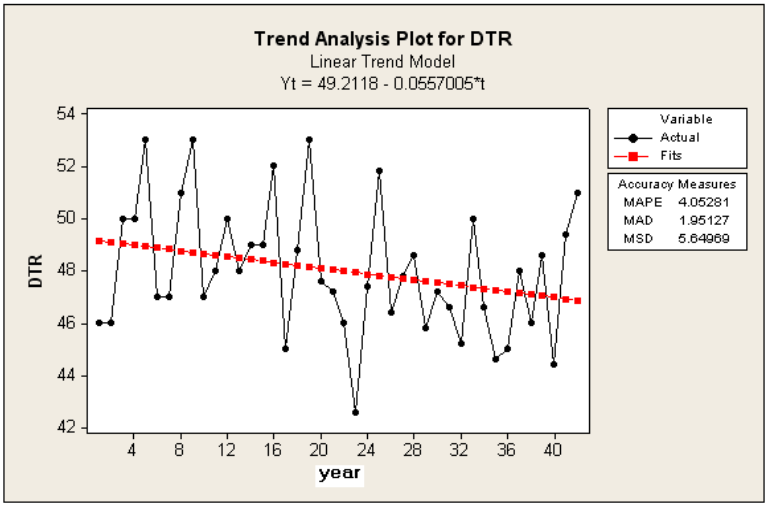
(1965-1985) (A)

شکل 13- شاخص حدی روزهای یخبندان سمنان در طی دو دوره آماری (21 ساله)

تغییر در هر یک از این پارامترها به ویژه حداقل های دما ، تأثیر قابل توجهی بر روند DTR می گذارد به طوری که هر چه از میزان حداقل های دما به سبب افزایش در رشد شهرنشینی، افزایش فعالیتهای صنایع و به دنبال آنها افزایش میزان گازهای گلخانه ای ، هواویزها و ابرناکی شهرها، کاسته شود؛ اختلاف بین حداقل و حداکثرهای دمایی کمتر شده و روند کلی DTR در جهت منفی و رو به کاهش می نهد که این وضعیت سبب افزایش شرایط دمایی گرم منطقه می گردد (راشل و همکاران ،2004). بر این اساس با توجه به شکل 14 روند تغییرات DTR سمنان در طی دوره آماری (2006-1965) با شیب متوسط در جهت منفی مشخص شده است که این امر نشانگر افزایش در مقادیر حداقل های دما که سبب کاهش در فراوانی حداقل های دمایی منطقه به دلیل توسعه شهرنشینی و تأثیر پیامدهای آن به ویژه در سالهای اخیر شده است که به دنبال این تغییرات دماهایی حداقل و حداکثر در جهت مثبت ، روند شرایط اقلیمی دما در منطقه به سوی گرم شدگی ، مطابق با روند گرم شدگی عمومی کره زمین می باشد(جدول 9).

جدول9- فراوانی مقادیر دامنه تغییرات دمایی سمنان(DTR) در طی دوره آماری 2006-1965

سال	DRT	سال	DTR	سال	DTR	سال	DTR	سال	DTR
1965	46	1975	48	1985	47/2	1995	46/6	2005	49/4
1966	46	1976	50	1986	46	1996	45/2	2006	51
1967	50	1977	48	1987	42/6	1997	50		
1968	50	1978	49	1988	47/4	1998	46/6		
1969	53	1979	49	1989	51/8	1999	44/6		
1970	47	1980	52	1990	46/4	2000	45		
1971	47	1981	45	1991	47/8	2001	48		
1972	51	1982	48/8	1992	48/6	2002	46		
1973	53	1983	53	1993	45/8	2003	48/6		
1974	47	1984	47/6	1994	47/2	2004	44/4		



شکل 14- شاخص حدی (DTR) سمنان در طی دوره آماری (2006 – 1965)

نتایج به دست آمده در روندهای افزایشی شبهای گرم ، روزهای داغ ، روزهای تابستانی و روندهای کاهشی در روزهای سرد ، شبهای سرد ، روزهای یخبندان و نیز شاخص DTR منطقه سمنان به طور مشترک با نتایج مطالعات محققانی در دنیا همچون ناندینت ست سنج و همکاران (2007)، لیو و همکاران (2004)، راشل و همکاران (2004)، براگانزا و همکاران (2004)، یان و همکاران (2002)، بنزال و همکاران (2001) و نیز با نتایج مطالعات محققان ایرانی همچون رحیم زاده و همکاران (2008)، شکیبا و همکاران (1388)، دشت بزرگی (1387) و تقوی و محمدی (1384) مطابقت دارد.

نتیجه گیری

در این مطالعه با توجه به تغییرات 7 روند شاخصهای حدی مورد مطالعه به ویژه روند دامنه تغییرات دمایی (DTR)، مشخص گردید که شرایط اقلیمی سمنان با توجه به افزایش مثبت در مقادیر حداقل های دمایی منطقه در طی دوره مطالعاتی 42 ساله، رو به گرم شدن می باشد که این تغییرات دمایی، مطابق با روند گرم شدگی جهانی می باشد. در تحلیل های انجام شده، کاهش شاخص روزهای سرد و افزایش شاخص روزهای داغ و نیز افزایش شبهای گرم و کاهش روزهای یخبندان در دوره مطالعاتی نسبت به دیگر آستانه ها تغییر روند چشمگیری داشته که این مسئله نشان دهنده افزایش سطح وسیعی از آلاینده ها، شامل مقادیر قابل توجهی آئروسل ها و ذرات ریز جامد در جو و نیز افزایش گازهای گلخانه ای و ابرناکی در آتمسفر شهری منطقه که ناشی از پیامدهای شهرنشینی است، می باشد. روند افزایشی شاخص روزهای تابستانی نیز طولانی شدن دوره گرما را به ویژه در طول دهه های اخیردر منطقه به خوبی نشان می دهد و کاهش شاخص DTR نیز بیانگر کاهش اختلاف دماهای حداقل و حداکثر منطقه در دهه های اخیر و افزایش میزان حداقل های دمایی است. نتیجه این تغییر شرایط اقلیمی منطقه، از جمله تأثیرات سوء مستقیم آن، می توان به تغییرات الگوی دمایی، کاهش منابع آبی، خشکی خاک منطقه و تغییر ترکیبات تشکیل دهنده آن، از بین رفتن زمینهای حاصلخیز و محصولات کشاورزی، تناوب و تشدید خشکسالی و تهدید سلامت افراد

ساکن منطقه اشاره کرد؛ اثرات سوء غیر مستقیم این تغییر اقلیم نیز به صورت آسیبهای اقتصادی ناشی از اقدامات مقابله ای در منطقه نمایان می گردد.

نگاهی به آینده:

مطالعه انجام شده در بررسی تغییر اقلیم منطقه سمنان بر اساس روش آماری و نیز با توجه به شاخص حدهای دمایی برای تغییرات اقلیمی دمای روزانه صورت گرفته است. در بررسی تغییرات اقلیمی یک منطقه علاوه بر مطالعه وضعیت موجود یک ایستگاه بر اساس روشهای آماری می توان به مطالعه و مقایسه شرایط اقلیمی موجود در چندین ایستگاه استان پرداخت و تغییرات اقلیمی منطقه را در محدوده وسیعتری مورد ارزیابی قرار داد و نیز می توان با استفاده از روشهای دیگر ارزیابی همچون مدل سازی و پیش بینی وضعیت اقلیمی آینده براساس مدلهای اقلیمی مختلف جهانی و منطقه ای، شرایط اقلیمی آینده منطقه را پیش بینی نمود. لذا پیشنهاد می شود در مطالعات آتی برای دستیابی به نتایج دقیق تر، علاوه بر مقایسه وضعیت موجود شرایط اقلیمی در چندین ایستگاه منطقه، از روشهای مختلف مدل سازی و پیش بینی تغییرات اقلیمی بر اساس مدلهای منطقه ای همچون HadCM2, HadCM3 نیز استفاده نموده و علاوه بر تغییرات روزانه، تغییرات فصلی در هر سال نیز مورد توجه قرار گیرد. زیرا در مطالعات تغییرات فصلی منطقه، عواملی که بر تغییر آستانه ها تأثیرگذار می باشند بهتر مشخص می گردند؛ و بر این اساس، در برنامه ریزی ها، با ضریب اطمینان بیشتری می توان از نتایج آنها استفاده نمود. همچنین در تغییرات اقلیمی یک منطقه علاوه بر فاکتور دما، پارامترهای هواشناسی و اقلیمی گوناگونی نیز تأثیرگذار می باشند، لذا توصیه می شود در مطالعات آتی در زمینه تغییرات اقلیم، از تأثیر دیگر فاکتورهای اقلیمی مهم نیز استفاده شود (هرناندز و همکاران، 2007).

منابع:

- ابراهیمی، ح.، جوانمرد، س.، و علیزاده، ا.، 1384. بررسی وجود تغییر دما در دشت مشهد به عنوان نمایه تغییر اقلیم در منطقه، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی . شماره 79، صفحه 7-5.
- تقوی، ف.، و محمدی، ح.، 1383 .روند شاخص های حدی دما و بارش در تهران، مجله پژوهش های جغرافیایی. شماره 53 ، صفحه 172 -151.
- دشت بزرگی،ا.، 1387. بررسی تغییر روند درجه حرارت و بارش در استان خوزستان با استفاده از تجزیه و تحلیل سریهای زمانی، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.
- روشنی، م.، 1382. بررسی تغییرات اقلیمی سواحل جنوبی دریای خزر، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه تهران.
- شکیبا، ع.، خلیلی، ع.، و دشت بزرگی، ا.، 1388. تحلیل روند تغییرات دمایی شهرستان اهواز بر اساس شاخص های حدی، مجله فصلنامه چشم انداز جغرافیایی. شماره7 ، صفحه 64-44.
- عزیزی ،ق.، 1383. تغییر اقلیم، انتشارات قومس. چاپ اول. 227 صفحه.

2000. American Meteorological Society.
-Nandintsetseg, B., Scott Greene, J., and Goulden, C.E., 2007. Trends in extreme daily precipitation and temperature near Lake Hövsgöl, Mongolia. International Journal Climatolgy, v .27, p. 341–347.
-Pongracz, R., and Bartholy, J., 2002. Statistical trend analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin. Dept.of Meteorology, Eotvos Lorand University, Budapest, Hungary.
-Rahimzadeh, F., Asgari, A., and Fattahi, E ., 2008. Variability of extreme temperature and precipitation in Iran during recent decades. International. Journal Climatolgy, v .4, p. 10-14.
-Russell, S.V., Easterling, D.R., and Gleason, B., 2004. Maximom and minimum temperature trends for the globe. NOAA National Climatic Data Center, Asheville, North Carolina.1-3p.
-Shakiba, A., 2000. Potential effects of global climate change on carbon sequestration in soils. Ph.D Thesis. School of Geography, Leeds University, UK.
-Yan, Z., jonec, P, D., Davies, T.D., Moberg, A., Bergstrom, H., Camuffo, D., Cocheo, C., MaugeriI, M., Demaree, G.R., Verhoeve, T., Thoen, E., Barriendos, M., Rodriguez, R., Martin Vide, J., and Yang, C., 2002 . Trends of Extreme Temperatures in Europe and China Based on Daily Observation. International CLIVAR Project Office, Southampton Oceanography Center, Southampton, UK.
-Alexander,L., Zhang, X., Peterson, T.C., Caesar ,J., Gleason, B., Klein Tank, A., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Taghipour, A., Kumar Kolli, R., Revadekar, J.V., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., Taylor, M., New, M., Zhai, P., Usticucci, M., and Vazquez-Aguirre, J.L ., 2006. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. Journal of Geophysical Research,v.111, p.1-11.
-Bonsal, B. R., Zhang, X., Vincent, L. A., and Hogg, W.D., 2001. Characteristics of daily and extreme Temperatures over Canada. Climatic Change, v. 53, p. 355–392.
-Braganza,K., Karoly, D.J., and Arblaster, J.M., 2004. Diurnal temperature range as an index of global climate change during the twentieth century. Geophysical Research letters,1-4 p.
-Frich, P. L., Alexander, V. P., Della Marta, B., Gleason, M., Haylock, A., Klein Tank, M.G ., and Peterson, T., 2002. Observed coherent changes in climatic extremes during 2nd half of the 20th century. Climate Research. v.19 , p.193-212.
-Hernandz, j., Carrera, j., and Gaskin, s.j., 2007. Spatio temporal analysis of daily precipitation and temperature in the Basin of Mexico. Journal of Hydrology, v.15 , p.247-248.
-Liu ,B., Xu, M., Henderson, M., Qi, Y., and Li, Y., 2004. Taking China's Temperature: Daily Range, Warming Trends, and Regional Variations, 1955–