



مرکز تحقیقات بین المللی بیابان

اولین همایش ملی بیابان

(علوم، فنون و توسعه پایدار)



کرج ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۹۱
روز جهانی بیابان زدایی

مقایسه تغییرات اقلیمی در دو اقلیم بیابانی و نیمه خشک

ابوالفضل مساعدی^۱،

غزاله کواکبی^۲، مژده سلیمی فرد^۲

۱- دانشیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد (mosaedi@um.ac.ir)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده:

میزان بارندگی و دما از مهمترین عوامل تعیین کننده اقلیم یک منطقه است. تحقیقات نشان داده است که اندک تغییر در دما موجب تغییرات فوق العاده در اقلیم گردیده است که به صورت خشک سالی، بارش های سنگین و طوفان، منعکس می شود. براساس مطالعات انجام شده در این زمینه به نظر می رسد که تغییرات اقلیمی در حال رخ دادن است. از طرف دیگر به بررسی ارتباط نوع اقلیم و تغییرات اقلیمی کمتر پرداخته شده است. در این مطالعه پارامترهای هواشناسی دما، درجه روز، بارندگی، رطوبت نسبی، ابرناکی، ساعت آفتابی و باد از سه ایستگاه سینوپتیک زاهدان، مشهد و تهران، در طی دوره آماری ۵۶ ساله جمع آوری گردید. داده ها به دو دوره ۲۸ ساله تقسیم شدند؛ نیمه اول از ۱۹۵۱ الی ۱۹۷۸ و نیمه دوم از ۱۹۷۹ الی ۲۰۰۶ می باشد. به منظور مقایسه میانگین ها با توجه به نرمال نبودن داده ها، از آزمون من-ویتنی استفاده شده است. نتایج نشان داد که در مقایسه بین دو ایستگاه مشهد و زاهدان، ایستگاه مشهد در شاخص های دمایی بیشترین اختلاف معنی دار را دارا می باشد. در حالی که در سایر پارامترهای مورد بررسی در ایستگاه زاهدان بیشترین تفاوت معنی دار، مشاهده گردید. این موضوع بخصوص در رابطه با کاهش رطوبت نسبی، افزایش روزهای بدون ابر و افزایش ساعات آفتابی در شهر زاهدان بخوبی نمایان است. می توان گفت تغییرات اقلیمی در اقلیم بیابانی زاهدان شدیدتر از تغییرات اقلیمی در اقلیم نیمه خشک مشهد بوده است.

کلمات کلیدی: متغیرهای هواشناسی، تغییرات اقلیمی، آزمون من-ویتنی، مقایسه میانگین، اقلیم بیابانی، زاهدان



مرکز تحقیقات بین المللی بیابان

اولین همایش ملی بیابان

(علوم، فنون و توسعه پایدار)



کرج ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۹۱
روز جهانی بیابان زدایی

Comparison of climate changes in two regions of desert and semi-arid

Abolfazl Mosaedi¹

Ghazale Kavakebi², Mozhdeh Salimi Fard²

1- Associate Prof., Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad.

mosaedi@um.ac.ir

2- M.Sc. Student of Agrometeorology, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract:

In a region, precipitation and temperature are the most important factors in determining of the climate. The research has shown that small change in temperature causes extreme changes in climate which have been reflected in droughts, heavy rainfalls, and storms. Based on the accomplished studies, it seems that climate changes are occurring. On the other hand, the relationship between the climatic condition and climate changes was not investigated. In this study, meteorological parameters such as: temperatures, degree-days, precipitation, relative humidity, cloudiness, sunshine hours, and wind speed were collected from three synoptic stations of Zahedan, Mashhad, and Tehran for 56 years. The data was divided in two periods of 28 years. First period was from 1951 to 1978 and the second from 1979 to 2006. As data were not distributed normally, Mann-Whitney test was employed. The results showed that temperature indices in Mashhad had the highest significant differences with compare to Zahedan, while other parameters had highest differences in Zahedan with compare to Mashhad. This was particularly true for relative humidity which was decreased, and non-cloudy days and sunshine hours which were increased. It can be concluded that climate changes were more severe in desert climates than in semi-arid climates.

Key word: meteorological parameters, climate change, Mann- Whitney test, mean comparison, desert climate, Zahedan.



مرکز تحقیقات بین المللی بیابان

اولین همایش ملی بیابان

(علوم، فنون و توسعه پایدار)



کرج ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۹۱
روز جهانی بیابان زدایی

مقدمه:

منظور از اقلیم، وضع کلی آب و هوای یک منطقه بر اساس فراوانی کمیت‌های مشخص کننده آب و هوایی در آن منطقه، بدون توجه به لحظه وقوع آن‌ها است. کمیت‌هایی مانند دما، رطوبت، ابر، بارندگی و غیره پارامترهای وضع هوا هستند که اندازه‌گیری، سنجش، تجزیه و تحلیل و گزارش آن‌ها به طور روزانه یا لحظه‌ای توسط ایستگاه‌های هواشناسی صورت می‌گیرد. میزان بارندگی و دمای متوسط هر منطقه از مهمترین عوامل تعیین کننده اقلیم آن منطقه است. تحقیقات صورت گرفته در زمینه تغییر اقلیم در جهان، حاکی از این واقعیت است که تغییر هر چند کم در دما موجب تغییر در وقوع پدیده‌های حدی نظیر خشک‌سالی، بارش‌های سنگین و توفان می‌شود. تحقیقات فراوانی به منظور بررسی تغییر اقلیم صورت گرفته است. عسگری و رحیم‌زاده (۱۳۸۵) به مطالعه تغییرات ویژگی بارش در ۳۴ ایستگاه سینوپتیک که در سطح کشور دارای توزیع مناسبی بودند در دوره آماری ۱۹۹۱-۱۹۵۱ پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که دلایل ناهمگنی سریهای بارش ایستگاه‌های منتخب، بیشتر ناشی از وجود روند و نوسان‌های زیاد بوده و کمتر متأثر از جهش‌های ناگهانی می‌باشد. آن‌ها اضافه می‌کنند که علیرغم تصور عمومی، کشور شاهد هر دو روند کاهشی و افزایشی در جمع بارش سالیانه ایستگاه‌های سینوپتیک بوده است و روندهای بارش فصلی در هیچ یک از ایستگاه‌های مطالعه شده به صورت موازی رخ نداده است.

ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی تغییر دما در دشت مشهد به عنوان نمایه تغییر اقلیم در منطقه با بررسی داده‌های دما در ایستگاه سینوپتیک مشهد به همراه ۲۵ ایستگاه باران‌سنجی و ۸ ایستگاه تبخیرسنجی برای دوره آماری ۲۰۰۰-۱۹۵۱ به این نتیجه رسیدند که داده‌های درجه حرارت نشان دهنده روند مثبت در منطقه است و به طور کلی تغییرات دما در دشت مشهد مشهود بوده و می‌توان از این تغییرات به عنوان نمایه‌ای از تغییر اقلیم نام برد. کوچکی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعات خود به پیش‌بینی پارامترهای هواشناسی کشور در شرایط تغییر اقلیم و مقایسه این پارامترها با شرایط فعلی پرداخته و به این نتیجه رسیدند که متوسط افزایش دمای فصل بهار برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ در کل ایستگاه‌های مطالعه شده به ترتیب ۳/۱ و ۳/۹، برای ماه‌های فصل تابستان، ۳/۸ و ۴/۷، برای فصل پاییز، ۲/۳ و ۳ و برای فصل زمستان ۲ و ۲/۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. علاوه بر این میزان افزایش دما از شمال به جنوب و از غرب به شرق تشدید خواهد شد. براساس نتایج بدست آمده شدت کاهش بارندگی در مناطق خشک و نیمه خشک کشور بارزتر از مناطق مرطوب بوده و کاهش بارندگی در پاییز و زمستان بیشتر از بهار و تابستان خواهد بود. ورشاپویان و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه روند تغییرات مقادیر حدی دمای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه در چند نمونه اقلیمی ایران در یک دوره ۴۴ ساله (۲۰۰۴-۱۹۶۱) به این نتیجه رسیدند که به طور کلی اغلب ایستگاه‌ها روند معنی‌دار افزایشی در مقادیر حدی دما به خصوص دمای حداقل از خود نشان می‌دهند.

محمدی و تقوی (۱۳۸۴) در مطالعه روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران بر اساس سری‌های زمانی روزانه دما و بارش ایستگاه تهران در دوره آماری ۲۰۰۳-۱۹۵۱ به این نتیجه رسیدند که شاخص‌های حدهای سرد روند کاهشی محسوسی دارند. از



مرکز تحقیقات بین المللی بیابان

اولین همایش ملی بیابان

(علوم، فنون و توسعه پایدار)



مرج ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۹۱
روز جهانی بیابان زدایی

طرف دیگر روند دمای حداقل و دمای متوسط روزانه کاملاً افزایشی است و شیب مثبت دارد. این در حالی است که روند افزایشی دمای حداکثر شیب کمتری دارد. قره‌خانی و قهرمان (۱۳۸۹) در بررسی روند تغییرات فصلی و سالانه رطوبت نسبی و نقطه شبنم در ۲۲ ایستگاه سینوپتیک کشور در بازه زمانی ۲۰۰۳-۱۹۷۳ به این نتیجه رسیدند که بیشترین روند افزایشی تغییرات متغیرهای مورد بررسی بر اساس روش ناپارامتری من-کندال در فصل تابستان اتفاق افتاده است و کمترین روند تغییرات متغیر رطوبت نسبی در فصل زمستان حادث شده است. بر اساس روش من-کندال بیشترین روند کاهشی متغیر نقطه شبنم در فصل بهار و کمترین روند کاهشی در فصل پاییز اتفاق افتاده است. همچنین بیشترین روند کاهشی متغیر رطوبت نسبی در فصول زمستان و تابستان و کمترین روند تغییرات کاهشی در فصل پاییز بوده است.

جنفینگ و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی مقالات علمی تغییرات آب‌وهوایی ۱۸ ساله گذشته (۲۰۰۹-۱۹۹۲) دریافتند که عوامل دما، بارش و گازهای گلخانه‌ای کانون پژوهش تغییرات آب‌وهوایی در قرن ۲۱ می باشد. دانگ و همکاران (۲۰۰۱) با مطالعه روند دما و بارش فصلی و سالانه کانادا طی قرن بیستم به این نتیجه رسیدند که در سال‌های ۱۹۹۸-۱۹۰۰ متوسط سالانه دما در نواحی جنوبی کشور کانادا حدود ۰/۹ درجه سانی‌گراد افزایش یافته است، ضمن آنکه در فصل زمستان و بهار بزرگترین روند افزایشی رخ داده است. رایبسون (۲۰۰۰) با بررسی داده‌های ساعتی ۱۷۸ ایستگاه آمریکا در طی دوره آماری ۱۹۹۰-۱۹۵۱ به منظور بررسی روند زمانی دمای نقطه شبنم دریافت که مقادیر میانگین فصلی روند افزایشی در اکثر مناطق دارد. ضمن آنکه در برخی از ایستگاه‌های خاص وجود دوره‌هایی با روند کاهشی و افزایشی دمای نقطه شبنم مشاهده شده است.

با توجه به موارد ذکر شده به نظر می‌رسد که تغییرات اقلیمی در مناطق مختلفی در حال رخ دادن است. از طرف دیگر به بررسی ارتباط نوع اقلیم و تغییرات اقلیمی کمتر پرداخته شده است. بنابراین، هدف از انجام این تحقیق، بررسی تغییرات اقلیمی در محدوده سه ایستگاه کشور با اقلیم‌های نیمه خشک سرد و بیابانی معتدل و مقایسه تاثیر اقلیم، بخصوص اقلیم بیابانی، بر تغییرات اقلیمی می‌باشد.

مواد و روش‌ها:

به منظور بررسی احتمالی تغییر اقلیم، و تاثیر نوع اقلیم بر ویژگی‌های تغییرات اقلیمی، از برخی از شاخص‌های هواشناسی در سه ایستگاه سینوپتیک تهران، زاهدان و مشهد، و آزمون آماری مقایسه میانگین من-ویتنی استفاده گردید. ایستگاه‌های مذکور به عنوان نماینده از اقلیم نیمه خشک و بیابانی ایران انتخاب شده‌اند. جهت تعیین اقلیم ایستگاه‌های مورد مطالعه از اقلیم‌نمای آمبرژه بر اساس رابطه ۱ استفاده شده است. در این رابطه M : میانگین دمای بیشینه گرم‌ترین ماه سال (درجه کلونین) m : میانگین دمای کمینه سردترین ماه سال (درجه کلونین) و Q : ضریب بارش آمبرژه است. سپس با استفاده از مقادیر Q و حداقل دمای هر ایستگاه با توجه به گراف این اقلیم‌نما، اقلیم ایستگاه‌های مذکور مشخص گردید.



مرکز تحقیقات بین المللی بیابان

اولین همایش ملی بیابان

(علوم، فنون و توسعه پایدار)



کرج ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۹۱
روز جهانی بیابان زدایی

$$Q = \frac{2000p}{M^2 - m^2} \quad (1)$$

مشخصات جغرافیایی و اقلیمی این ایستگاه‌ها در جدول ۱ و موقعیت جغرافیایی آن‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. مشخصات اقلیمی و جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	مختصات جغرافیایی			ارتفاع از سطح دریا (متر)	متوسط بارندگی سالانه (میلی متر)	متوسط حداکثر دما در گرمترین ماه (درجه سانتی گراد)	متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال (درجه سانتی گراد)
	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی				
تهران	۳۵°۴۱'N	۵۱°۱۹'E	۱۱۹۰/۸	۲۳۳/۹۱	۳۲/۹	-۴/۷	
زاهدان	۲۹°۲۸'N	۶۰°۵۳'E	۱۳۷۰	۸۹/۲۶	۳۱/۹	-۷/۶	
مشهد	۳۶°۱۶'N	۵۹°۳۸'E	۹۹۲/۲	۲۵۳/۴	۲۹/۳	۰/۶	

دوره آماری مورد بررسی در این مطالعه ۵۶ سال (۱۹۵۱-۲۰۰۶) می‌باشد. شاخص‌های هواشناسی مورد مطالعه شامل هفت شاخص اصلی دما، باران، رطوبت نسبی، ابرناکی، درجه روز، ساعت‌آفتابی و باد می‌باشد. به منظور بررسی کامل‌تر از پارامترهای جزئی‌تری از شاخص‌های رایج در تعیین تغییر اقلیم استفاده گردید. این پارامترها عبارتند از نه پارامتر مختلف دما (شامل مقادیر ماهانه متوسط حداقل دما، متوسط حداکثر دما، متوسط دمای دماسنج خشک، متوسط دمای نقطه شبنم، تعداد روزهای با حداکثر دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و بیشتر، تعداد روزهای با حداقل دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد و بیشتر، تعداد روزهای با حداقل ۴- درجه سانتی‌گراد و کمتر، تعداد روزهای با حداقل صفر درجه سانتی‌گراد و کمتر، تعداد روزهای با حداکثر صفر درجه سانتی‌گراد و کمتر)، شش پارامتر بارندگی (شامل مجموع بارندگی، تعداد روزهای با حداکثر ۱۰ میلی‌متر بارندگی، تعداد روزهای با حداکثر ۵ میلی‌متر بارندگی، تعداد روزهای با حداکثر ۱ میلی‌متر بارندگی، تعداد روزهای بارانی، تعداد روزهای برفی) و شش پارامتر درصد رطوبت نسبی (شامل متوسط درصد رطوبت نسبی، متوسط حداقل درصد رطوبت نسبی، متوسط حداکثر درصد رطوبت نسبی، متوسط درصد رطوبت نسبی در ساعت ۰۳ UTC، متوسط درصد رطوبت نسبی در ساعت ۰۹ UTC، متوسط درصد رطوبت نسبی در ساعت ۱۵ UTC). ابرناکی در سه وضعیت آسمان بدون ابر، نیمه ابری و تمام ابری و شاخص درجه‌روز نیز در دو دسته درجه-روز گرم و درجه‌روز سرد.



مرکز تحقیقات بین المللی بیابان

اولین همایش ملی بیابان

(علوم، فنون و توسعه پایدار)



کرج ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۹۱
روز جهانی بیابان زدایی



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد بررسی

داده‌ها در بیست پریرود زمانی که شامل دوره زمانی سالانه، ۱۲ ماه (ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، می، جون، جولای، آگوست، سپتامبر، اکتبر، نوامبر و دسامبر)، چهار فصل (بهار، تابستان، پاییز و زمستان) و نیز سه فصل زراعی (شامل: آوریل الی سپتامبر، اکتبر الی مارس و اکتبر الی جون) می‌باشند، مورد مطالعه و آزمون قرار گرفتند. آزمون مقایسه میانگین بین دو نیمه اول (۱۹۷۸-۱۹۵۱) با نیمه دوم (۲۰۰۶-۱۹۷۹) انجام گردید. بدین منظور از آزمون آماری من-ویتنی جهت مقایسه و آشکارسازی روند تغییرات میانگین-های دو نیمه، استفاده شده‌است. سپس پریرودهای زمانی دارای تفاوت معنی‌دار در سطح‌های ۰.۹۹٪، ۰.۹۵٪ و ۰.۹۰٪ مشخص شدند. از میان آزمون‌های آماری مختلف مقایسه میانگین که شامل آزمون تی، ویلکاکسون و من-ویتنی می‌باشد، آزمون من-ویتنی انتخاب گردید. آزمون ناپارامتری من-ویتنی که به طور خلاصه به آن آزمون U نیز اطلاق می‌شود، جایگزین بسیار مناسبی به جای آزمون پارامتری t می‌باشد. آزمون U دارای مقیاس رتبه‌ای یا ترتیبی است و در مواردی که از مفروضات آزمون t اجتناب می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که مفروضات استفاده از آزمون t عبارتند از:

۱. نمونه‌ها به صورت تصادفی از جامعه انتخاب شوند.
۲. شکل توزیع پراکندگی داده‌ها یا نمرات در جامعه نرمال یا بهنجار باشند.
۳. مقیاس اندازه‌گیری حداقل فاصله‌ای باشند.



مرکز تحقیقات بین المللی بیابان

اولین همایش ملی بیابان

(علوم، فنون و توسعه پایدار)



کرج ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۹۱
روز جهانی بیابان زدایی

نتایج و بحث:

در این قسمت به منظور بیان نتایج حاصل از مقایسه بین میانگین‌ها در گروه‌ها و پریودهای زمانی مورد بررسی، نتایج به دست آمده از مقایسه بین نیمه اول و دوم و در سطح اطمینان ۹۹٪ به تفکیک پارامترهای هواشناسی ذکر شده است. با توجه به محدودیت تعداد صفحات، نتایج آزمون فقط در سطح ۹۵٪ و بیشتر، در جدول ۲ ارائه شده است.

دما

متوسط حداقل دما: این پارامتر در ۲۰ پریود زمانی مورد مطالعه قابل بررسی می‌باشد، اما تعداد پریودهایی که در سطح ۹۹٪ در سه ایستگاه مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند، متفاوت می‌باشد. در ایستگاه زاهدان در ۱۱ پریود و در ایستگاه‌های مشهد و تهران به ترتیب در ۱۶ و ۱۸ پریود دارای اختلاف می‌باشد. عمده‌ی این تفاوت‌ها در فصول بهار، تابستان و پاییز می‌باشد اما تنها در ایستگاه تهران علاوه بر پریودهای فوق در فصل زمستان نیز اختلاف در سطح ۹۹٪ مشاهده گردید.

متوسط حداکثر دما: از میان ۲۰ پریود زمانی مورد مطالعه در این پارامتر، ایستگاه مشهد تنها در ۷ پارامتر اختلاف معنی‌دار را نشان داد و دو ایستگاه زاهدان و تهران هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. دوره‌های زمانی دارای اختلاف عبارتند از دوره‌های زمانی بهار، تابستان و پاییز و نیز و فصل زراعی آپریل الی سپتامبر و اکتبر الی جون.

متوسط دمای دماسنج خشک: این پارامتر مانند سه پارامتر فوق در ۲۰ پریود زمانی قابل بررسی می‌باشد. در دو ایستگاه مشهد و تهران در ۱۳ و در ایستگاه زاهدان در ۷ پریود زمانی اختلاف معنی‌داری را با خطای ۱٪ نشان می‌دهند. در ایستگاه زاهدان این پریودها شامل فصول تابستان و پاییز، دو فصل زراعی آپریل الی سپتامبر و اکتبر الی جون و نیز ماه‌های جون، جولای نوامبر می‌باشد. در دو ایستگاه مشهد و تهران به طور مشترک در سه فصل بهار، تابستان و پاییز و نیز در فصول زراعی آپریل الی سپتامبر، اکتبر الی مارس و اکتبر الی جون اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید.

متوسط دمای نقطه شبنم: در بررسی این پارامتر مشخص گردید که ایستگاه تهران در ۱۴ پریود زمانی و ایستگاه زاهدان در یک دوره زمانی از میان ۲۰ پریود زمانی قابل بررسی، دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. ایستگاه مشهد در هیچ‌یک از دوره‌های زمانی اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹٪ نشان نداد. تفاوت‌های معنی‌دار در ایستگاه تهران در فصول بهار، تابستان، پاییز و در سه فصل زراعی مورد بررسی وجود دارد.

تعداد روزهای با حداکثر دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و بیشتر: تعداد پریودهای قابل بررسی در این ایستگاه‌ها متفاوت می‌باشد اما در هیچ‌یک از این ایستگاه‌ها تفاوتی در سطح ۹۹٪ مشاهده نگردید (ایستگاه زاهدان، مشهد و تهران به ترتیب در ۱۶، ۱۷ و ۱۴ پریود زمانی قابل بررسی می‌باشد).



مرکز تحقیقات بین المللی بیابان

اولین همایش ملی بیابان

(علوم، فنون و توسعه پایدار)



کرج ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۹۱
روز جهانی بیابان زدایی

تعداد روزهای با حداکثر دمای ۲۱ درجه سانتی گراد و بیشتر: در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه ایستگاه زاهدان در ۱۷ پرپود زمانی، ایستگاه تهران در ۱۴ و ایستگاه مشهد در ۱۰ پرپود زمانی قابل بررسی بوده که از میان این دوره‌ها، ایستگاه‌های مذکور به ترتیب فوق در ۱۳، ۷ و ۸ پرپود زمانی اختلاف معنی داری را نشان دادند. پرپودهای زمانی سالانه، ماه‌های می، جون، جولای، آگوست، سپتامبر، اکتبر، فصل‌های بهار و پاییز و نیز سه فصل زراعی در ایستگاه تهران دارای اختلاف معنی داری می‌باشند. در ایستگاه مشهد در دوره‌های زمانی سالانه، ماه‌های جون، جولای، آگوست، فصل‌های بهار و تابستان و نیز فصل زراعی آپریل الی سپتامبر و اکتبر الی جون مشاهده گردید. در ایستگاه زاهدان پرپودهای زمانی با خطای ۱٪ عبارتند از پرپودهای زمانی سالانه، ماه‌های آپریل، می، جون، فصل بهار و دو فصل زراعی آپریل الی سپتامبر و اکتبر الی جون معنی دار.

تعداد روزهای با حداقل دمای ۴- درجه سانتی گراد و کمتر: ایستگاه مشهد در ۱۵ پرپود زمانی، ایستگاه تهران در ۱۳ و زاهدان در ۱۲ پرپود زمانی می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد. در این میان ایستگاه مشهد در ۸ و ایستگاه تهران در ۷ پرپود زمانی اختلاف معنی دار در سطح ۹۹٪ را نشان دادند. ایستگاه زاهدان در هیچکدام از ۱۲ پرپود زمانی اختلاف معنی داری را در سطح ۹۹٪ نشان نداد.

تعداد روزهای با حداقل دمای صفر درجه سانتی گراد و کمتر: بیشترین تعداد پرپود زمانی مورد بررسی در خصوص این پارامتر مربوط به ایستگاه مشهد با تعداد ۱۷ پرپود زمانی می‌باشد. ایستگاه زاهدان ۱۴ و ایستگاه تهران ۱۳ پرپود زمانی قابل بررسی را دارند. ایستگاه مشهد در ۸ پرپود زمانی سالانه، ماه‌های فوریه، نوامبر، دسامبر، فصل‌های پاییز و زمستان و دو فصل زراعی اکتبر الی مارس و اکتبر الی جون و ایستگاه زاهدان نیز تنها در سه پرپود زمانی سالانه و دو فصل زراعی اکتبر الی مارس و اکتبر الی جون تغییر معنی دای را نشان دادند. اما ایستگاه تهران از میان ۱۳ پرپود قابل بررسی، ۱۲ پرپود زمانی آن دارای اختلاف معنی دار می‌باشد که این پرپودهای زمانی عبارتند از: دوره زمانی سالانه، ماه‌های ژانویه، فوریه، آپریل، نوامبر و دسامبر، فصل‌های بهار، پاییز، زمستان و سه فصل زراعی مورد مطالعه (ماه مارس در سطح ۹۰٪ دارای تفاوت معنی دار است).

تعداد روزهای با حداکثر دمای صفر درجه سانتی گراد و کمتر: تعداد پرپودهای قابل بررسی در سه ایستگاه زاهدان، مشهد و تهران به ترتیب عبارتند از ۱۲، ۷ و ۱۰ (ایستگاه زاهدان تنها در دوره زمانی سالانه، ماه‌های ژانویه، دسامبر، فصل‌های پاییز و زمستان و دو فصل زراعی اکتبر الی مارس و اکتبر الی جون قابل بررسی می‌باشند). از میان این تعداد در ایستگاه مشهد و تهران تنها در یک پرپود (ایستگاه تهران در فصل پاییز و ایستگاه مشهد در ماه نوامبر) و در ایستگاه زاهدان در هیچ‌یک از تعداد پرپودهای مربوط به این ایستگاه، تفاوت معنی دار با سطح خطای ۱٪ مشاهده نگردید.



مرکز تحقیقات بین المللی بیابان

اولین همایش ملی بیابان

(علوم، فنون و توسعه پایدار)



کرج ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۹۱
روز جهانی بیابان زدایی

باران

مجموع بارندگی: مجموع بارندگی در سه ایستگاه مورد نظر و در بین ۲۰ پرپود زمانی قابل بررسی تنها در ایستگاه زاهدان و در فصل زمستان و نیز فصل زراعی اکتبر الی جون دارای اختلاف معنی داری می باشد اما در ایستگاه های دیگر تفاوت معنی داری در سطح ۹۹٪ در طی دوره آماری ۵۶ ساله مشاهده نگردید.

تعداد روزهای با حداکثر ۱۰ میلی متر بارندگی: در ایستگاه زاهدان از بین ۱۸ پرپود زمانی مورد مطالعه ۴ دوره زمانی آن دارای اختلاف ۹۹٪ می باشد (دوره های زمانی سالانه، فصل زمستان و دو فصل زراعی اکتبر الی مارس و اکتبر الی جون). ایستگاه تهران و مشهد در هیچکدام از پرپودها تفاوت معنی داری را نشان ندادند لازم به ذکر است که ایستگاه مشهد در ماه آگوست در طی دوره آماری ۵۶ ساله مورد مطالعه قابل بررسی نمی باشد.

تعداد روزهای با حداکثر ۵ میلی متر بارندگی: در ایستگاه های مشهد و تهران تفاوت معنی دار در سطح ۹۹٪ در ۲۰ پرپود زمانی قابل بررسی مشاهده نگردید، اما در ایستگاه زاهدان تنها فصل زمستان دارای اختلاف معنی داری می باشد. در این ایستگاه ماه سپتامبر قابل بررسی نمی باشد.

تعداد روزهای با حداکثر ۱ میلی متر بارندگی: در بین ۲۰ پرپود زمانی در سه ایستگاه مشهد، تهران و زاهدان تفاوت معنی داری در سطح ۹۹٪ مشاهده نگردید.

تعداد روزهای بارانی: نتیجه حاصل از آزمون این پارامتر کاملاً مشابه نتیجه پارامتر تعداد روزهای با حداکثر ۱ میلی متر می باشد.

تعداد روزهای برفی: تعداد پرپود زمانی قابل بررسی در ایستگاه زاهدان تنها در ۹ پرپود که شامل دوره های زمانی سالانه، ماه های ژانویه، فوریه، نوامبر، دسامبر، فصل های پاییز و زمستان و دو فصل زراعی اکتبر الی مارس و اکتبر الی جون می باشد. هیچ یک از این دوره های زمانی تفاوت معنی داری در سطح ۹۹٪ را دارا نمی باشند. ایستگاه تهران از میان ۱۳ پرپود زمانی قابل بررسی، در هیچ یک از دوره ها اختلاف معنی داری با سطح اطمینان ۹۹٪ را نشان ندادند. در ایستگاه مشهد تنها ماه های جون، جولای، آگوست و سپتامبر قابل بررسی نبوده و ۱۶ پرپود زمانی دیگر که قابل بررسی می باشد اختلاف معنی داری در سطح ۹۹٪ نشان ندادند.

درصد رطوبت نسبی

تمامی شش پارامتر مربوط به درصد رطوبت نسبی در ۲۰ پرپود مورد مطالعه قابل بررسی می باشند. ضمناً در ایستگاه مشهد در شش پارامتر مربوط به درصد رطوبت در طی دوره آماری ۵۶ ساله مورد مطالعه، هیچ گونه تغییر معنی داری در سطح ۹۹٪ مشاهده نشد.

متوسط درصد رطوبت نسبی: در ایستگاه تهران در ماه های آگوست و سپتامبر، فصل تابستان و فصل زراعی آوریل الی سپتامبر و در ایستگاه زاهدان در ماه های آوریل، سپتامبر، فصل بهار و فصل زراعی آوریل الی سپتامبر و اکتبر الی جون، اختلاف معنی دار در سطح ۹۹٪ موجود می باشد.



مرکز تحقیقات بین المللی بیابان

اولین همایش ملی بیابان

(علوم، فنون و توسعه پایدار)



کرج ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۹۱
روز جهانی بیابان زدایی

متوسط حداقل درصد رطوبت نسبی: در ایستگاه تهران در ۱۱ پریود زمانی و در ایستگاه زاهدان در ۵ پریود زمانی (شامل دوره زمانی سالانه، فصل‌های بهار و تابستان و دو فصل زراعی آپریل الی سپتامبر و اکتبر الی جون) اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹٪ مشاهده گردید.

متوسط حداکثر درصد رطوبت نسبی: در ایستگاه تهران در ماه‌های آگوست، سپتامبر، تابستان و آپریل الی سپتامبر اختلاف معنی‌داری با سطح اطمینان ۹۹٪ مشاهده گردید. در ایستگاه زاهدان نیز مانند مشهد هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری با سطح خطای ۱٪ مشاهده نشد.

متوسط درصد رطوبت نسبی در ساعت ۰۳: در ایستگاه تهران ماه‌های ژانویه، جولای، آگوست، سپتامبر، فصل تابستان و فصل زراعی آپریل الی سپتامبر در سطح ۹۹٪ دارای تغییر معنی‌داری می‌باشند. در ایستگاه زاهدان تنها در ماه سپتامبر و فصل زراعی آپریل الی سپتامبر تغییر با خطای ۱٪ موجود می‌باشد.

متوسط درصد رطوبت نسبی در ساعت ۰۹: درخصوص این پارامتر ایستگاه تهران در ۱۰ پریود زمانی و ایستگاه زاهدان در ۷ پریود زمانی اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹٪ را دارا می‌باشند.

متوسط درصد رطوبت نسبی در ساعت ۱۵: ایستگاه تهران در ۶ پریود زمانی جون، جولای، آگوست، سپتامبر، فصل تابستان و فصل زراعی آپریل الی سپتامبر و ایستگاه زاهدان در دوره زمانی سالانه، ماه آپریل، فصل بهار و دو فصل زراعی آپریل الی سپتامبر و اکتبر الی جون، دارای اختلاف معنی‌دار با سطح اطمینان ۹۹٪ می‌باشند.

ابرناسی

پدیده ابرناسی در ۲۰ پریود مورد مطالعه قابل بررسی می‌باشد. ایستگاه تهران در سه پارامتر مربوط به این پدیده فاقد تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۹٪ می‌باشد.

تعداد روزهای بدون ابر: در ایستگاه مشهد تنها در دوره زمانی سالانه و فصل زراعی اکتبر الی جون اختلاف ۹۹٪ وجود دارد. در ایستگاه زاهدان در ۸ پارامتر که شامل دوره زمانی سالانه، فصل‌های بهار، تابستان و زمستان می‌باشد، دارای تغییر معنی‌داری در سطح ۹۹٪ است.

تعداد روزهای نیمه ابری: ایستگاه مشهد در پریودهای زمانی سالانه، فصل بهار، پاییز و فصل زراعی آپریل الی سپتامبر و ایستگاه زاهدان در دوره‌های زمانی سالانه، فصل بهار و سه فصل زراعی مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹٪ می‌باشند.

تعداد روزهای تمام ابری: تعداد روزهای تمام ابری تنها در ایستگاه زاهدان و در سه دوره‌ی زمانی آپریل، فصل بهار و فصل زراعی آپریل الی سپتامبر تفاوت معنی‌داری با سطح خطای ۱٪ مشاهده گردید. ایستگاه مشهد مانند ایستگاه تهران تفاوت معنی‌دار در سطح ۹۹٪ در هیچ‌یک از پریودهای زمانی مورد بررسی نشان نداد.



مرکز تحقیقات بین المللی بیابان

اولین همایش ملی بیابان

(علوم، فنون و توسعه پایدار)



کرج ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۹۱
روز جهانی بیابان زدایی

درجه روز

درجه روز گرم: در ایستگاه مشهد تنها برای ماه جولای پارامتر درجه روز گرم قابل بررسی نمی‌باشد. از میان ۱۹ پریود زمانی دیگر در ۷ دوره آن که شامل دوره زمانی سالانه، فصل‌های بهار و پاییز و سه فصل زراعی تغییر معنی‌داری را در سطح ۹۹٪ نشان ندادند. ایستگاه تهران در دو ماه جولای و آگوست و ایستگاه زاهدان نیز در سه ماه جون، جولای و آگوست قابل بررسی نمی‌باشند. ایستگاه تهران در ۸ پریود زمانی سالانه، آپریل، نوامبر، فصل‌های بهار و پاییز و سه فصل زراعی مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹٪ را نشان دادند. ایستگاه زاهدان در هیچ‌یک از ۱۷ پریود زمانی مورد بررسی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد.

درجه روز سرد: در ایستگاه‌های مشهد و تهران در ۱۶ و ایستگاه زاهدان در ۱۸ دوره زمانی قابل بررسی می‌باشد (ایستگاه زاهدان تنها در دسامبر و ژانویه نمی‌توانند مورد بررسی قرار گیرند). در ایستگاه‌های مشهد و تهران در دوره‌های زمانی سالانه، ماه‌های آپریل، جون، جولای، آگوست، سپتامبر، فصل‌های بهار و پاییز و دو فصل زراعی آپریل الی سپتامبر و اکتبر الی جون اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹٪ مشاهده گردید. در ایستگاه زاهدان در ۷ دوره زمانی از ۱۸ دوره زمانی قابل بررسی اختلاف معنی‌دار وجود دارد. این دوره‌های زمانی عبارتند از: دوره‌های زمانی سالانه، ماه نوامبر، فصل بهار، پاییز و سه فصل زراعی مورد بررسی، دارای تغییر معنی‌دار می‌باشند.

ساعت آفتابی:

از میان ۲۰ پریود زمانی قابل بررسی، ایستگاه زاهدان در ۸ و ایستگاه تهران در ۵ پریود زمانی تغییر معنی‌دار در سطح ۹۹٪ را نشان دادند. تغییرات در مورد ایستگاه زاهدان در دوره‌های زمانی سالانه، فصل‌های بهار و تابستان و در فصل زراعی آپریل الی سپتامبر مشاهده گردید. در ایستگاه تهران پریودهای زمانی سالانه، پاییز و دو فصل زراعی اکتبر الی مارس و اکتبر الی جون در سطح ۹۹٪ تغییر معنی‌داری را نشان دادند.

باد:

ایستگاه زاهدان در پریودهای زمانی سالانه، ماه‌های مارس، آپریل، آگوست، سپتامبر، فصل‌های بهار و تابستان و سه فصل زراعی آپریل الی سپتامبر، اکتبر الی مارس و اکتبر الی جون اختلاف معنی‌داری با سطح خطای ۱٪ را نشان دادند. ایستگاه تهران تنها در فصل پاییز دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹٪ می‌باشد. ایستگاه مشهد در هیچ‌یک از پریودهای مورد بررسی تغییر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹٪ نشان نداد. تعداد پریودهای زمانی قابل بررسی برای هر سه ایستگاه ۲۰ پریود زمانی می‌باشد.



مرکز تحقیقات بین المللی بیابان

اولین همایش ملی بیابان

(علوم، فنون و توسعه پایدار)



کرج ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۹۱

روز جهانی بیابان زدایی

جدول ۲. تعداد پر یو ده های زمانی دارای تفاوت معنی دار بین دو نیمه اول و دوم آماری در ایستگاه های سینوپتیک زاهدان و مشهد

ایستگاه	پارامتر هواشناسی	تعداد پر یو ده های زمانی با تفاوت معنی دار ۹۵٪ و بیشتر		پارامتر هواشناسی	تعداد پر یو ده های زمانی فاقد تفاوت معنی دار	
		تعداد پر یو ده های زمانی با تفاوت معنی دار ۹۵٪ و بیشتر	تعداد پر یو ده های زمانی فاقد تفاوت معنی دار		پارامتر هواشناسی	تعداد پر یو ده های زمانی فاقد تفاوت معنی دار
زاهدان	متوسط حداقل دما	۱۵	۴	متوسط درصد رطوبت	۱۱	۸
مشهد	متوسط حداقل دما	۱۶	۴	نسبی	۰	۲۰
زاهدان	متوسط حداکثر دما	۱	۱۸	متوسط حداقل درصد رطوبت نسبی	۱۱	۶
مشهد	متوسط حداکثر دما	۱۳	۸	متوسط حداکثر درصد رطوبت نسبی	۰	۲۰
زاهدان	متوسط دمای دماسنج خشک	۱۰	۸	متوسط حداکثر درصد رطوبت نسبی	۸	۱۵
مشهد	خشک	۱۵	۴	متوسط درصد رطوبت نسبی	۰	۲۰
زاهدان	تعداد روز با حداکثر صفر و کمتر	۰	۷	متوسط درصد رطوبت نسبی در ساعت ۰۳	۹	۸
مشهد	تعداد روز با حداکثر صفر و کمتر	۱۲	۷	نسبی در ساعت ۰۳	۰	۲۰
زاهدان	مجموع بارندگی	۴	۱۶	متوسط درصد رطوبت نسبی در ساعت ۰۹	۱۲	۶
مشهد	مجموع بارندگی	۲	۱۸	نسبی در ساعت ۰۹	۳	۱۳
زاهدان	تعداد روز با حداکثر ۱۰ میلیمتر بارندگی	۵	۱۳	متوسط درصد رطوبت نسبی در ساعت ۱۵	۱۲	۸
مشهد	تعداد روز با حداکثر ۱۰ میلیمتر بارندگی	۱	۱۲	نسبی در ساعت ۱۵	۳	۹
زاهدان	درجه روز گرم	۳	۱۳	تعداد روزهای بدون ابر	۱۲	۶
مشهد	درجه روز گرم	۱۱	۵	تعداد روزهای بدون ابر	۶	۱۱
زاهدان	ساعت آفتابی	۱۱	۸	تعداد روزهای نیمه ابری	۱۳	۷
مشهد	ساعت آفتابی	۶	۱۳	تعداد روزهای نیمه ابری	۶	۱۲
زاهدان	باد	۱۵	۴	تعداد روزهای تمام ابری	۸	۹
مشهد	باد	۰	۱۹	تعداد روزهای تمام ابری	۲	۱۶

نتیجه گیری:

بیشترین تفاوت معنی دار در سه ایستگاه تهران، زاهدان و مشهد؛ در بین شاخص های دمایی رخ داده است. در بین شاخص های دمایی، بیشترین تفاوت معنی دار در پارامتر تعداد روز با حداقل دمای صفر درجه سانتی گراد و کمتر می باشد. با بررسی میانگین های دو نیمه اول و دوم در سه ایستگاه، روند کاهشی مشاهده گردید؛ این امر حاکی از کم شدن تعداد روزهای یخبندان و افزایش دما در ایستگاه های مورد مطالعه در سطح اطمینان ۹۹٪ می باشد.



مرکز تحقیقات بین المللی بیابان

اولین همایش ملی بیابان

(علوم، فنون و توسعه پایدار)



کرج ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۹۱
روز جهانی بیابان زدایی

پارامتر متوسط دمای دامسنج خشک در هر سه ایستگاه دارای بیشترین تعداد پریود زمانی با سطح خطای ۱٪ می باشد. میانگین های بین دو نیمه روند افزایشی در نیمه دوم نسبت به نیمه اول را نشان داد.

به طور کلی در سه ایستگاه مورد مطالعه، تفاوت معنی دار در سطح ۹۹٪ در بین شاخص های بارندگی مشاهده نگردید؛ تنها در پارامتر تعداد روزهای با حداکثر ۱۰ میلی متر بارندگی در ایستگاه زاهدان از میان ۱۸ پریود زمانی قابل بررسی، تنها ۴ پریود زمانی (دوره های زمانی سالانه، فصل زمستان و فصل های زراعی اکتبر الی مارس و اکتبر الی جون) اختلاف معنی دار با سطح اطمینان ۹۹٪ را نشان دادند. مقایسه میانگین های دو نیمه این پریودها، وجود روند افزایشی در نیمه دوم را مشخص می سازد.

از میان شاخص های رطوبت نسبی، ایستگاه مشهد در طی دوره ی آماری مورد مطالعه هیچ گونه اختلاف معنی دار در سطح ۹۹٪ را نشان نداد. از بین ایستگاه های تهران و زاهدان، بیشترین تغییرات معنی دار مربوط به ایستگاه تهران است. میانگین دو نیمه، روند افزایشی را نشان داد.

بیشترین تغییرات از بین شاخص های ابرناکی، در پارامتر تعداد روزهای ابری و نیمه ابری در ایستگاه زاهدان مشخص گردید. روند تغییرات میانگین های دو نیمه روند کاهشی را آشکار ساخت. اما تعداد روزهای بدون ابر، دارای روند افزایشی می باشد. پارامتر درجه روز سرد در هر سه ایستگاه مورد مطالعه در بسیاری از پریودهای زمانی قابل بررسی دارای تفاوت معنی دار می باشند. میانگین های دو نیمه داری روند مثبتی می باشد، که بیانگر افزایش دما در نیمه دوم نسبت به نیمه اول می باشد.

تغییرات دمایی ایستگاه تهران را نمی توان تنها ناشی از تغییرات اقلیمی دانست، زیرا افزایش شدید منابع گرمایی و آلوده کننده موجود در آن کلان شهر می تواند باعث مقداری افزایش در دمای آن شود. از اینرو به منظور بررسی اثر نوع اقلیم بیابانی بر تغییر پارامترهای اقلیمی، مقایسه بین دو ایستگاه زاهدان (بیابانی معتدل) و مشهد (نیمه خشک سرد) از اهمیت بیشتری برخوردار است.

در مقایسه بین دو ایستگاه مشهد و زاهدان، ایستگاه مشهد در شاخص های دمایی بیشترین اختلاف معنی دار را نشان می دهد در حالی که در سایر پارامترهای مورد بررسی در ایستگاه زاهدان بیشترین تفاوت معنی دار، مشاهده گردید. با توجه به موارد فوق می توان گفت تغییرات اقلیمی در اقلیم بیابانی زاهدان شدیدتر از تغییرات اقلیمی در شهر مشهد (نیمه خشک سرد) بوده است. این موضوع بخصوص در رابطه با کاهش رطوبت نسبی، افزایش روزهای بدون ابر و افزایش ساعات آفتابی در شهر زاهدان (اقلیم بیابانی) بخوبی نمایان است (جدول ۲).



مرکز تحقیقات بین المللی بیابان

اولین همایش ملی بیابان

(علوم، فنون و توسعه پایدار)



کرج ۲۷ و ۲۸ خرداد ۱۳۹۱
روز جهانی بیابان زدایی

منابع:

- ۱- ابراهیمی، ح؛ عزیزاده،؛ جوانمرد، س. ۱۳۸۴. بررسی وجود تغییر دما در دشت مشهد به عنوان نمایه تغییر اقلیم در منطقه. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۹، زمستان ۱۳۸۴، صفحه ۱۸-۵.
- ۲- عسگری،؛ رحیم زاده، ف. ۱۳۸۵. مطالعه تغییر پذیری بارش دهه‌های اخیر ایران. مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۸، زمستان ۱۳۸۵، صفحه ۸۰-۶۷.
- ۳- قره‌خانی، ا؛ قهرمان، ن. ۱۳۸۹. بررسی روند تغییرات فصلی و سالانه رطوبت نسبی و نقطه شبنم در چند نمونه اقلیمی در ایران. نشریه آب‌و خاک، جلد ۲۴، شماره ۴، مهر-آبان ۱۳۸۹، صفحه ۶۴۶-۶۳۶.
- ۴- کوچکی، ع؛ نصیری، م؛ کمالی، غ. ۱۳۸۶. مطالعه شاخص‌های هواشناسی ایران در شرایط تغییر اقلیم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۵، شماره ۱، سال ۱۳۸۶، صفحه ۱۴۲-۱۳۳.
- ۵- محمدی، ح؛ تقوی، ف. ۱۳۸۴. روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران. مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۳، پاییز ۱۳۸۴، صفحه ۱۷۲-۱۵۱.
- ۶- ورشایان، و؛ خلیلی، ع؛ قهرمان، ن؛ حجام، س. ۱۳۹۰. بررسی روند تغییرات مقادیر حدی دمای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه در چند نمونه اقلیمی ایران. مجله فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۷، شماره ۱، سال ۱۳۹۰، صفحه ۱۷۹-۱۶۹.
- ۷- Jinfeng, L. Ming-Huang, W. Yuh-Shan, H. 2011. "Trends in research on global climate change: A Science Citation Index Expanded-based analysis". Global and planetary change, 2011, No, 77 : 13-20.
- ۸- Robinson, P.J. 2000. "Temporal Trends in United States dew point temperatures". Int, J, Climatology, No, 9 : 985-1002.
- ۹- Zhang, X. Bonsal, B. Vincent, L. 2001. "Characteristics of daily and extreme temperatures over Canada". J, Climate, 2001, No, 14 : 1959-1976.