



Geographic Notion

Vol.3. Spring 2008

Zanjan University

No.23

اندیشه جغرافیایی

سال دوم، شماره سوم، بهار ۱۳۸۷

دانشگاه زنجان

مقاله شماره ۲۳

بررسی و شناخت پدیده جزیره گرمایی در کلان‌شهر تبریز

مجید رضایی بنفشه^۱، علی اصغر شیرزاد^۲، حسن سعادت‌مند^۳

چکیده

هدف تحقیق حاضر اثبات پدیده جزیره گرمایی در کلان‌شهر تبریز به وسیله نمایه UHI است. برای انجام پژوهش، از آمار روزانه ایستگاه سینوپتیک تبریز و اقلیم‌شناسی خسرو شهر بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۸ استفاده شده است. ابتدا تست نرمال بودن داده‌ها انجام و تایید شد. سپس به دلیل اینکه داده‌ها حالت پارامتریک داشته، و داده‌های دو ایستگاه بهم وابسته هستند لذا در بررسی تغییرات و معنی داری میانگین‌ها از آزمون T جفتی برای گروه‌های وابسته استفاده شد. در نهایت ماه‌های دارای جزیره گرمایی در کلان‌شهر تبریز با استفاده از نمایه UHI مشخص گردید. نتایج تست T جفتی برای گروه‌های وابسته نشان داد که هم تفاوت معنادار و هم همبستگی بالایی بین دمای دو ایستگاه در سه حالت (حداکثر، میانگین و حداقل دما) وجود دارد. از طرفی نتایج حاصل از مقایسه دمای دو ایستگاه هم‌جوار نشان داد که در پارامتر حداقل دما، دمای تبریز در تمامی ماه‌های سال خیلی بیشتر از خسرو شهر است. در پارامتر میانگین دما، این روند کمی متعادل‌تر شده اما همچنان اختلاف بالاست. در پارامتر حداکثر دما مقدار این اختلاف بیشتر از مقدار میانگین دما کاسته شده است بطوریکه در ماه مارس اختلاف دو ایستگاه با هم برابر شده‌اند. محققین دیگر نیز به این نتیجه رسیده‌اند که روند کاهش اختلاف در طول روز نشان دهنده وجود جزیره گرمایی در محدوده شهر است و حداکثر شدت آن در صبح و

۱. دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

۲. کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه تبریز، نویسنده مسئول، a.shirzad89@ms.tabrizu.ac.ir

۳. کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه تبریز

حداقل آن در بعد از ظهر همان روز اتفاق می‌افتد، و این موضوع برای تبریز هم صادق بوده و وجود پدیده جزیره گرمایی را در این شهر اثبات می‌کند.

واژگان کلیدی: میکروکلیمای شهری، نمایه UHI، جزیره حرارتی شهری، آزمون T جفتی برای گروه‌های وابسته، کلانشهر تبریز.

مقدمه

همگام با افزایش جمعیت جهان، رشد شهرها، توسعه شهرنشینی، تخریب منابع طبیعی و بروز آلودگی‌های محیطی و تأثیرات سوء شهرنشینی بر بهداشت و سلامت شهروندان را به وجود آورد. بر این اساس مهم‌ترین پدیده ایجاد شده حاصل از افزایش جمعیت و ساخت و سازهای مسکونی و صنعتی به جای فضای سبز، افزایش دما بوده است (افشار، ۱۳۸۸، ص ۵۶). افزایش درجه حرارت و امواج گرمایی پدیده‌هایی هستند که می‌تواند ناراحتی قابل توجهی برای جامعه و محیط زیست ایجاد کند. شهرهای بزرگ در زمره آسیب پذیرترین نواحی به لحاظ خطرات دمای بالا هستند (چوویل، ۲۰۰۹، ص ۳۹۱) و یکی از پدیده‌های که در تغییرات عمده آب و هوا، بیشتر شناخته شده تغییر حرارت نقاط شهری است (کیم، ۲۰۰۴، ص ۱۵۱). همچنین گسترش شهرنشینی و افزایش جمعیت در کلانشهرها از یکسو و رشد فعالیت‌های صنعتی بزرگ از سوی دیگر باعث ایجاد تغییراتی بر خرد اقلیم مناطق شهری شده است. یکی از عوامل عمده این تغییرات را می‌توان تبدیل شدن کلانشهرها به جزایر گرمایی دانست (غضنفری مقدم و همکاران، ۱۳۸۹، ص ۳۵۹).

در ۳۰ سال اخیر گسترش شهرنشینی، صنعت و وسایل حمل و نقل موتوری با آلودگی‌ها مصادف شده و لزوم ارزیابی و شناخت بهتر آب و هوای شهرها را پدید آورده است (اسمیت، ۱۳۸۶، ص ۱۰۵).

دما در محدوده شهری به طور کلی بیشتر از حومه‌های شهر است. این کیفیت در اثر تشعشع برگشتی گرما از طریق لایه دود ایجاد شده در بالا و وجود ساختمان‌های مجاور و همچنین کاهش سرعت باد در داخل شهر می‌باشد که لایه توربولانسی آشفته گرما را از ناحیه شهری محدود می‌کند (اسمیت، ۱۳۸۶ ص ۱۰۶).

اغلب دانشمندان بر این باورند که دمای کره زمین از قرن ۱۹ میلادی در حال افزایش است. مطابق آمار ارائه شده توسط سازمان ملل تا سال ۲۰۲۵ بیش از ۸۰ درصد جمعیت جهان در شهرها ساکن خواهند بود. و این مسئله با گرم شدن هرچه بیشتر شهرها بر وخامت شرایط خواهد افزود (غضنفری و مقدم، ص ۵۹). پدیده جزیره گرمایی به عنوان یکی از ویژگی‌های معمول آب و هوایی در شهرهای بزرگ به رسمیت شناخته شده است (بلازیجیک و همکاران، ۲۰۰۶ ص ۷۹۴). افزایش و روند سریع شهرنشینی نیز در سال‌های آینده بر شیب افزایش دما در شهرها خواهد افزود. پدیده جزیره گرمایی تأثیرات مهمی در وضعیت آلودگی هوا و مدیریت آن، افزایش دمای محیط و مصرف انرژی و وسایل خنک‌کننده خانگی و همچنین سلامت عمومی در مناطق شهری دارد. شدت جزیره گرمایی در مکان‌های مختلف با اندازه شهر، ویژگی‌های شهر، انتشار گازهای حرارتی گرمایی، توپوگرافی و شرایط آب و هوایی آن شهر متفاوت است. یا به عبارت دیگر توسعه شهرنشینی و فعالیت‌های صنعتی در شهرهای بزرگ منجر به تغییرات وسیعی در مشخصات فیزیکی سطح زمین، انرژی گرمایی آزاد شده، آلودگی هوا، تغییرات دما و سایر پارامترهای هواشناختی می‌شود و جزیره گرمایی شهری را ایجاد می‌کند. بیشتر مطالعات نشان می‌دهد که جزیره حرارتی بیشتر در شب‌های صاف و آرام است که شدت آن می‌تواند در چرخه شبانه روزی و فصلی نمایش داده شود (رنجبر سعادت آبادی و همکاران، ۱۳۸۴ ص ۵۹).

به طور کلی، جزیره گرمایی شهری نتیجه تأثیرات پیچیده فرایندهای شهری روی اقلیم آن است. این فرایندها موجب می‌شوند که شهرها به وسیله یک توده هوای گرم

محصور شوند که در طول روز ارتفاع آن حدود ۱۲۰ متر است و در شب به بیش از دو برابر این مقدار می‌رسد. در این پدیده، مرکز شهر نسبت به مناطق روستایی اطرافش بالاترین درجه حرارت را دارد و با دور شدن از مرکز شهر، این درجه حرارت و ارتفاع توده هوای گرم کاهش می‌یابد. به طوری که در روستاها اثر آن کاملاً محو می‌شود. از این نظر آن را جزیره گرمایی نامیده‌اند که در آن خطوط هم دمایی شهری مانند یک جزیره هستند (افشار، ۱۳۸۸، ص ۵۶).

واژه جزیره گرمایی معمولاً برای توصیف محدوده کلانشهرها که دارای افزایش درجه حرارت قابل توجهی نسبت به مناطق روستایی اطراف هستند، استفاده می‌شود (جیان و همکاران، ۲۰۱۱، ص ۴۸۹). همچنین جزیره حرارتی شهری (UHI) به عنوان تفاوت بین دمای مناطق شهری و روستایی تعریف شده است و جریان هوا بین مناطق شهری و روستایی یکی از پارامترهای حاکم بر شکل‌گیری جزیره گرمایی مرتبط با آلودگی شهری است (ونگ و همکاران، ۲۰۱۰، ص ۱۸۸۰).

جزیره گرمایی بیش از صد و پنجاه سال پیش، برای نخستین بار در برخی از شهرهای اروپا از جمله لندن شناسایی شد. در بسیاری از مناطق جهان بر روی این پدیده و تأثیرات مختلف ناشی از آن، مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است. گرچه تأثیر جزیره گرمایی با توجه به گرمایش جهانی از نظر اهمیت در مرتبه دوم قرار می‌گیرد، اما پژوهش‌های بسیاری موید این مطلب‌اند که این مسئله در مقیاس خرد اقلیم همان منطقه غیر قابل صرف نظر و بسیار چشم‌گیر است (غضنفری مقدم و همکاران، ۱۳۸۹، ص ۳۵۹). در این زمینه تاکنون برای کلانشهرهای ایران مانند تهران، مشهد، اهواز، رشت و غیره مطالعات گوناگونی جهت بررسی پدیده جزیره گرمایی صورت گرفته است که هر یک با روش‌های گوناگون علمی و آماری نشان داده‌اند که این پدیده در شهرهای ایران یک امری طبیعی است و همه روز شاهد تأثیرات آن مانند آلودگی هوا، گرمایش

هوای غیر قابل تحمل و غیره بر سطح زندگی مردم هستیم و مطالعه همه جانبه در شهرهای فوق و دیگر شهرهای بزرگ ایران مانند تبریز امری ضروری به نظر می‌رسد. کلانشهر تبریز بعد از تهران و مشهد سومین شهر پرجمعیت ایران است و به دلیل جای دادن بسیاری از کارخانه‌های مادر و بزرگ صنعتی در خود و نیز وجود بیش از ۶۰۰ شرکت قطعه ساز در آن، به عنوان دومین شهر آلوده و صنعتی ایران پس از تهران به شمار می‌رود. این شهر همچنین به دلیل صنعتی‌بودن، یکی از مهم‌ترین شهرهای مهاجرپذیر کشور محسوب می‌شود. تاکنون مطالعه یا مطالعات مبنی بر بررسی جزیره حرارتی در این کلانشهر صورت نگرفته است. و احتمال اینکه با توجه به ویژگی‌های اقلیمی، اقتصادی، جمعیتی و غیره وجود پدیده جزیره گرمایی بسیار فراوان و دور از ذهن نیست، این مطالعه ابتدا با هدف بررسی شاخصه دمایی تبریز و سپس مقایسه آن با نزدیک‌ترین ایستگاه یعنی خسرو شهر با استفاده از آزمون‌های آماری جهت اثبات جزیره حرارتی در این شهر صورت گرفته است.

پیشینه تحقیق

مگی و همکاران (۱۹۹۹ ص ۱۳۹) به تأثیر جزیره حرارتی شهری در شهر فیرنیکس آلاسکا پرداخته و نتایج آن‌ها نشان داد که میانگین درجه حرارت در فرودگاه بین‌المللی فیرنیکس رشد ۰/۴ درجه ای داشته که در زمستان یک افزایش ادرجه سانتی‌گرادی به خود می‌گیرد. کیم و بیگ^۲ (۲۰۰۴ ص ۱۵۱) حداکثر شدت روزانه جزیره حرارتی شهری را در شهرهای بزرگ کره جنوبی مورد بررسی قرار داد که نتایج تحلیل آن حاکی از یک چرخه برجسته سالانه UHI در تمامی شهرهاست و متغیرهای سرعت باد، رطوبت، و... در تمامی شهرها با جزیره حرارتی در ارتباط است. لیو و همکاران (۲۰۰۶ ص ۲۱۳) خصوصیات زمانی جزیره حرارتی شهری پکن را مورد

1. Magee et al (1999)
 2. Kim, Y.H and Baik .J.J (2004)
 3. Liu et al (2007)

ارزیابی قرار داده‌اند و آن را با یکی از روستاها که در فاصله ۷۰ کیلومتری پکن قرار داشت مورد مقایسه قرار داده‌اند. فاجیاب^۱ (۲۰۱۱ ص ۱۶۲) جزیره حرارتی در شهرهای ژاپن و ارتباط آن با تغییرات مانیتورینگ آب و هوا را مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که دما در شهرهای بزرگ ژاپن در قرن حاضر چند درجه افزایش داشته و گرایش این افزایش دما به هنگام شب بیشتر از هنگام روز است و از طرف دیگر میانگین حداقل سالانه دارای افزایش شدید ۱۰ درجه سانتی‌گرادی است. همچنین نتیجه گرفته که افزایش دما نه تنها در مناطق پرجمعیت بلکه در نواحی کم جمعیت نیز وجود دارد. کمیلونی و براوکنند^۲ (۲۰۱۱) به مطالعه تنوع زمانی جزیره حرارتی در بوینس آیرس آرژانتین پرداخته و تحلیل فصلی داده‌ها نشان داده که شدت جزیره حرارتی در طول ماه‌های تابستان در قوی‌ترین حالت خود قرار دارد و اثر معکوس آن در بعد از ظهر همان روز تابستان اتفاق می‌افتد و در طول زمستان در حداقل خود است. در ایران نیز جهانبخش^۳ (۱۳۷۱) فاکتورهای میکروکلیمایی موثر در حرارت شهر را تراکم جمعیت و ساختمان و سطوح غیر قابل نفوذ و درنهایت در سطوح آبی و رودخانه‌ای معرفی می‌کند. رنجبر سعادت آبادی و همکاران (۱۳۸۴ ص ۶۳) به مطالعه جزیره گرمایی تهران و شبیه‌سازی عددی آن پرداخته‌اند و نتایج حاصله از شبیه‌سازی آن‌ها نشان داد که در زمان استقرار توده هوای سرد، جزیره گرمایی به خوبی در نیمه شمالی تهران تشکیل می‌شود و از شدت بیشتری نیز برخوردار است. در حالیکه در زمان استقرار توده هوای گرم، امکان تشکیل و توسعه جزیره گرمایی در ساعات شب به خوبی فراهم نمی‌شود و در نتیجه، جزیره گرمایی از شدت ضعیفی برخوردار است. رنجبر سعادت آبادی و همکاران (۱۳۸۴ ص ۵۹) به مطالعه آثار جزیره گرمایی و شهرنشینی روی وضع هوا و اقلیم کلانشهر تهران براساس داده‌های مهرآباد و ورامین پرداخته و نتایج حاصله اولاً بیانگر افزایش قابل ملاحظه روند دمای کمینه تهران در مقایسه با بیشینه آن

1. Fumiaki Fujibe (2011)
2. Camilloni Inés and Barrucand et al (2011)

بود، ثانیه بیانگر شدت قابل توجه جزیره گرمایی تهران در مقایسه با شهرهای بزرگ و صنعتی جهان می‌باشد. افشار (۱۳۸۸ ص ۵۶) به بررسی جزیره حرارتی شهر تهران پرداخته و نتیجه گرفت که ایستگاه دوشان تپه در شرق تهران به عنوان مهم‌ترین ناحیه حرارتی تهران است که دارای بالاترین مقادیر دمایی از نظر حداقل و هم از نظر حداکثر دمایی سالانه به درجه حرارتی به ترتیب $۱۳/۳$ و $۲۲/۵$ درجه سانتی‌گراد بوده است. همچنین تهران با اختلاف دمایی بیش از $۰/۷۵$ درجه سانتی‌گراد نسبت به کرج در میانگین دمایی حداکثر و با اختلاف دمایی برابر با $۴/۳۶$ درجه سانتی‌گراد در میانگین دمایی حداقل سالیانه به عنوان ناحیه گرم‌تر شناخته شده است. رمضان‌ی و دخت محمد (۱۳۸۹ ص ۴۹) به بررسی شناخت محدوده مکانی تشکیل جزیره گرمایی در شهر رشت پرداخته و نتایج حاصل از مقایسه داده‌های آماری نشان داد که اختلاف دمایی معادل ۵ الی $۵/۶$ درجه سانتی‌گراد بین مرکز جزیره گرمایی با نواحی اطراف در شرایط حداقل دمایی و اختلاف دمایی معادل ۳ الی $۵/۶$ درجه سانتی‌گراد در شرایط حداکثر دمایی به وجود می‌آید. غضنفری مقدم و همکاران (۱۳۸۹ ص ۳۵۹) به بررسی اثر جزیره گرمایی شهری بر روی تغییرات ریزش‌های جوی مشهد پرداخته و نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که در ایستگاه مشهد تغییرات دمایی ناشی از جزیره گرمایی با روند تغییرات بارندگی همبستگی معنی‌داری داشته و با اطمینان قابل قبول می‌توان تأثیر جزیره گرمایی را بر روی بارندگی پذیرفت. با توجه به نتایج بدست آمده از تحقیقات فوق می‌توان گفت که اکثر شهرهای بزرگ و کلانشهرهای جهان با پدیده جزیره گرمایی روبرو بوده و اینکه تبریز نیز جزو این گروه قرار می‌گیرد یا نه؟ هدف این مطالعه می‌باشد.

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل کلانشهر تبریز به عنوان منطقه توسعه یافته شهری است. پس از بررسی پراکندگی ایستگاه‌های هواشناسی استان آذربایجان شرقی به منظور پیدا

کردن ایستگاه مکمل برای مطالعه درجه حرارت، ایستگاه خسروشهر به عنوان منطقه کم توسعه یافته، و نزدیکی (۱۶ کیلومتر) به تبریز و همچنین تقریباً هم ارتفاع بودن آن، به عنوان ایستگاه مجاور و حومه‌ای انتخاب گردید. جدول ۱ ویژگی و شکل ۱ موقعیت هر یک از ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ویژگی‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	میانگین دما C ⁰	حداکثر مطلق دما C ⁰	حداقل مطلق دما C ⁰
تبریز	۳۸° ۰۵'	۴۶° ۱۷'	۱۳۶۴	۱۳/۵	۴۱	-۱۶/۸
خسروشهر	۳۷° ۵۷'	۴۶° ۰۳'	۱۳۵۷	۱۲/۷۵	۴۰/۶	-۱۷/۴

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از داده‌های درجه حرارت روزانه دو ایستگاه سینوپتیک فرودگاه تبریز و اقلیم‌شناسی خسروشهر برای دوره آماری ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۸ استفاده شده است، ابتدا نرمال بودن داده‌ها، مورد بررسی قرار گرفته و تایید شد. همچنین معناداری میانگین دو ایستگاه با استفاده از آزمون T جفتی برای گروه‌های وابسته بکار گرفته شد. سپس از نمایه UHI برای بررسی تفاوت دمایی منطقه شهری نسبت به منطقه حومه استفاده شد. بسیاری از عناصر اقلیمی که مشاهده می‌شوند، به نوعی به یکدیگر وابسته هستند. برای مثال دما یا بارش در ایستگاه‌های مجاور در یک منطقه به یکدیگر مرتبط هستند، زیرا سیستم‌های جوی موثر بر یک منطقه، دما و سایر عناصر اقلیمی را در یک زمان تحت تأثیر قرار می‌دهند و بدین ترتیب میانگین‌های روزانه، هفتگی، ماهانه و حتی سالانه آنها به نوعی به یکدیگر وابسته هستند (رحیم‌زاده، ۱۳۹۰، ص ۲۱۸). علاوه بر این

در شرایطی که از نرمال بودن توزیع داده‌ها اطمینان حاصل شود، آزمون معنی داری روند می‌تواند از طریق آزمون فرض $\alpha=0$ به وسیله آماره T انجام پذیرد (رحیم زاده، ۱۳۹۰. ص ۳۲۲).

هدف از آزمون T، مقایسه میانگین داده‌هاست، ولی منظور از این میانگین همواره متوسط (متوسط واقعی) یک یا دو مجموعه ارقام نیست بلکه بعضی مواقع پژوهشگر به دنبال این است که دو مجموعه ارقام را دو به دو با هم مقایسه کند و در آخر تصمیم بگیرد که آن دو مجموعه به طور متوسط از هم اختلاف دارند یا نه (جباری، ۱۳۸۵. ص ۱۴۸). همچنین آزمون T جفتی ممکن است شامل دو اندازه گیری باشند که روی موضوع واحد صورت گرفته است (افشانی و همکاران، ۱۳۸۶. ص ۱۸۳).



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

داده‌های این پژوهش از این نوع می‌باشد که موضوع واحد همان درجه حرارت است که بین دو ایستگاه مطالعه می‌شود. طبق تعریف دیگر آزمون T برای گروه‌های

وابسته عملکرد یک گروه از آزمودنی‌ها را در رابطه با یک متغیر خاص مورد سنجش قرار می‌دهد و زمانی به کار می‌رود که از یک گروه دو مرتبه آزمون گرفته شود (مهرعلی زاده و چینی پرداز، ۱۳۸۴ ص ۴۲). همچنین در این آزمون موقعیت پژوهشی که با دو مجموعه از اندازه‌های وابسته ظاهر می‌شود، موقعیتی است که در آن واحدها با توجه به همگنی داخلی برگزیده می‌شوند و بعد از آن تیماری را در یک عضو زوج و تیمار دوم را در عضو دیگر زوج قرار می‌دهند تا دو تیمار بتواند به طور کاراتری مورد مقایسه قرار گیرند (مهدوی و طاهرخانی، ۱۳۸۵. ص ۳۴۵).

رایج‌ترین روش برای بررسی جزیره گرمایی مقایسه منطقه شهری با مناطق هم جوار روستایی است. این نمایه برای بررسی روند افزایش دمای ناشی از جزیره گرمایی شهرها در مقایسه با منطقه روستایی مجاور که آثار جزیره گرمایی بر آن بی اثر فرض می‌شود محاسبه می‌شود. رابطه ۱ فرمول نمایه UHI را نشان می‌دهد:

$$UHI = \tau - T_{ar} \quad (\text{رابطه ۱})$$

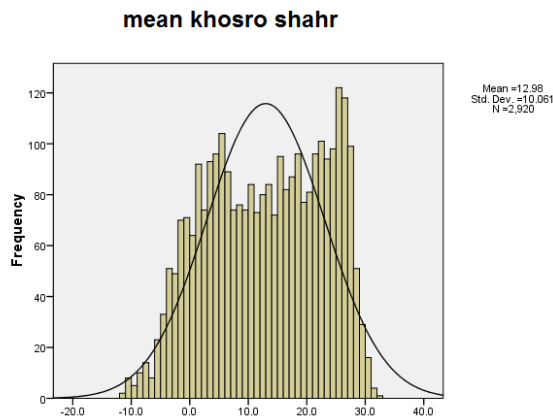
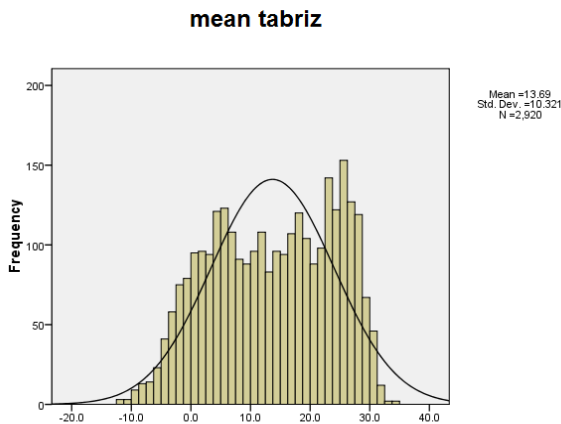
در رابطه ۱: τ بیانگر دمای میانگین شهر و T_{ar} بیانگر دمای میانگین منطقه روستایی دور از تأثیر شهر در سال مورد نظر می‌باشد که برای کلیه سال‌ها محاسبه می‌شود. همچنین برای اطمینان از وجود جزیره گرمایی شاخص UHI بایستی دارای روند باشد.

به عبارتی تفاوت دمای شهر و منطقه هم جوار بایستی در سال‌های بعد از تشکیل جزیره گرمایی روند افزایشی داشته باشد (رنجبر سعادت آبادی و همکاران، ۱۳۸۴ ص ۳۶۰).

همچنین وجود شبکه اندازه گیری مناسب کمک زیادی به مطالعه الگوی جزیره گرمایی می‌کند، اما به دلیل پراکندگی ایستگاه‌های هواشناسی، به ناچار تنها به داده‌های دیده‌بانی شده در دو ایستگاه، یکی در شهر و دیگری در محدود خارج شهر اکتفا می‌شود.

یافته‌ها و نتایج تحقیق

پس از بررسی داده‌ها مشخص گردید که داده‌ها از نوع اسمی و پارامتریک بوده و دارای حالت نرمال می‌باشند و باید از آزمون‌های مربوط به داده‌های پارامتریک مثل آزمون T استفاده شود. شکل ۲ هیستوگرام نرمال بودن داده‌ها را برای پارامتر میانگین داده‌های دو ایستگاه نشان می‌دهد.



شکل ۲- هیستوگرام نرمال بودن میانگین داده‌های تبریز و خسرو شهر

یافته‌های آزمون T جفتی برای گروه‌های وابسته

براساس تحلیل‌های انجام گرفته آزمون از T جفتی برای گروه‌های وابسته سه

خروجی بیرون می‌آید:

۱- جدول آماره های توصیفی: که در آن مقدار میانگین، اندازه نمونه‌ها، انحراف معیار و خطای استاندارد هر کدام از ایستگاه‌ها را نشان می‌دهد (جدول ۲).

جدول ۲- آماره های توصیفی دو ایستگاه تبریز و خسروشهر

ایستگاه	میانگین			انحراف معیار			میانگین خطای استاندارد		
	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین
تبریز	۲۰	۷	۱۳/۵	۱۱/۳۷۶۰	۹/۴۷۰۳	۱۰/۳۲۱۰	۰/۲۱۰۵	۰/۱۷۵۲	۰/۱۹۱۰
خسروشهر	۱۸/۸	۶/۷	۱۲/۷۵	۱۱/۳۶۶۰	۹/۰۲۲۵	۱۰/۰۶۰۶	۰/۲۱۰۳	۰/۱۶۶۹	۰/۱۸۶۲

۲- جدول همبستگی پیرسون: در این جدول مقدار همبستگی و سطح معناداری هر جفت از متغیرها که در آزمون T جفتی برای گروه‌های وابسته بکار رفته را نشان می‌دهد (جدول ۳). از آنجایی که دو متغیر باید گروه یکسانی را در زمان‌های مختلف یا گروه‌های وابسته نشان دهند، همبستگی باید کاملاً زیاد و سطح معناداری کم باشد (افشانی و همکاران، ۱۳۸۶، ص ۱۹۲). نتایج بدست آمده از این تحلیل نشان داد که در هر سه پارامتر حداقل، میانگین و حداکثر همبستگی بسیار بالا و قوی و تقریباً نزدیک به یک می‌باشد و سطح معناداری آن‌ها نیز بسیار پایین است و در حد صفر می‌باشد.

جدول ۳- همبستگی پیرسون سه پارامتر در دو ایستگاه تبریز و خسروشهر

همبستگی پیرسون					
ایستگاه‌ها	تعداد روزها	حداکثر دما	حداقل دما	میانگین دما	سطح معناداری برای هر سه پارامتر $p < 0.0005$
تبریز و خسروشهر	۲۹۲۲	۰/۹۹۳	۰/۹۷۹	۰/۹۹۳	۰/۰۰۰

۳- جدول آزمون زوجی: این جدول اختلاف میانگین دو گروه، انحراف معیار و خطای استاندارد دو گروه را نشان می‌دهد (جدول ۴). همچنین در مورد بزرگ و کوچک بودن سطح معناداری، شامل صفر بودن یا نبودن فاصله اطمینان و نتایج حاصل

از آن در این جدول نشان داده می‌شود. ستون خطای استاندارد میانگین یک شاخص از تغییرپذیری که در دو نمونه پیش بینی می‌شود را نشان می‌دهد. ستون تفاوت ضرایب در ۹۵٪ بیانگر این است که ۹۵٪ از فاصله در این آزمون بین این دو عدد بدست آمده است. یا به عبارتی یک برآورد از حدود بین اختلاف میانگین صحیح که در ۹۵٪ از کل نمونه‌های مشاهده شده را فراهم آورده است. ستون T از تقسیم اختلاف میانگین بر خطای استاندارد آن بدست می‌آید. ستون سطح معناداری، احتمال بدست آمدن یک آماره T را که مقدار مطلق آن مساوی یا بزرگ‌تر از آماره T بدست آمده است را نشان می‌دهد.

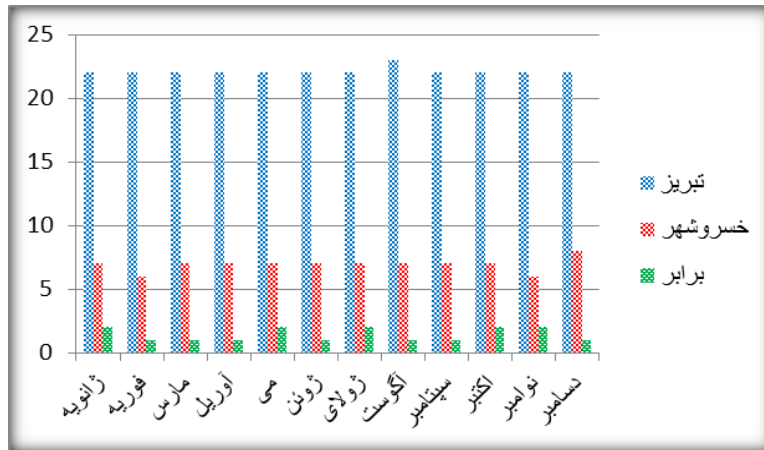
جدول ۴- نتایج آزمون زوجی یا بررسی هم‌زمان دو ایستگاه

ایستگاه‌ها	ضرایب مقایسه دو گروه					T آزرشی مقدار	درجه آزادی	سطح معناداری $p < 0.0005$
	اختلاف میانگین	اختلاف انحراف معیار	اختلاف خطای استاندارد	تفاوت ضرایب در سطح اطمینان ۹۵٪				
				پایین‌ترین	بالا‌ترین			
خسروشهر - تبریز								
حداکثر دما	۱/۲	۱/۳۱۲۵	۰/۰۲۴۳	۰/۱۶۵۹	۰/۲۶۱۱	۸/۷۹۳	۲۹۲۱	۰/۰۰۰
حداقل دما	۰/۳	۱/۹۲۹۳	۰/۰۳۵۷	۱/۱۳۱۰	۱/۲۷۰۹	۳۳/۶۴۹	۲۹۲۱	۰/۰۰۰
میانگین دما	۰/۷۵	۱/۲۵۰۴	۰/۲۳۱	۰/۶۶۲۹	۰/۷۵۳۶	۳۰/۶۰۸	۲۹۲۱	۰/۰۰۰

- نتایج نمایه UHI

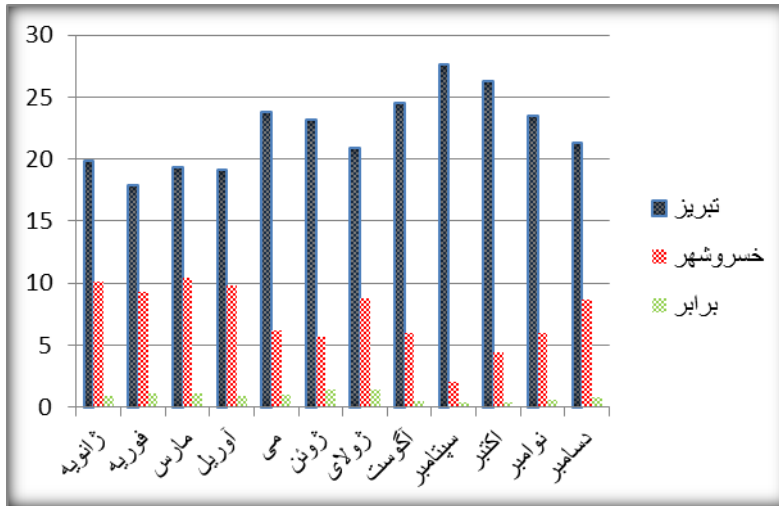
پس از بررسی اختلاف دمایی تبریز و خسروشهر در سه پارامتر حداقل، میانگین و حداکثر دما با نمایه UHI، مشخص شد که در میانگین حداقل‌های دما، دمای تبریز در تمامی ماه‌های سال از ایستگاه مجاور خود به طور متوسط ۰/۳ درجه سانتی‌گراد بیشتر است. از نظر میانگین ماهانه تعداد روزهای برتری دمای حداقل نیز اختلاف فاحشی بین دو ایستگاه وجود دارد به طوری که ۷۲٪ روزهای سال (حدود ۲۲ روز در هر ماه)

میانگین دمای حداقل تبریز بیشتر از خسروشهر است (شکل ۳). در صورتی که در ۲۳٪ روزهای سال دمای حداقل خسروشهر بیش از تبریز می‌باشد. در بقیه روزهای سال (۵٪) میانگین دمای حداقل هر دو ایستگاه برابر است. از آنجایی که حداقل دما در ساعات اولیه روز ثبت می‌شود و هر چه طول روز بیشتر می‌شود و زمین رو به گرمی می‌رود درجه حرارت نقاط هم افزایش پیدا می‌کند، می‌توان نتیجه گرفت که در هنگام شب این اختلاف‌ها بیشتر شده و محدوده شهری دارای جزیره گرمایی به مراتب بالاتری باشد. در تحقیقات دیگر نیز نتیجه گرفته‌اند که جزیره گرمایی معمولاً در شب‌های آرام و صاف بیشتر نمود دارد.



شکل ۳- نمودار مقایسه‌ای تعداد روزهای برتری متوسط دمای حداقل تبریز و خسروشهر

در پارامتر میانگین دما نیز تبریز ۰/۷۵ درجه سانتی‌گراد در طول دوره آماری از خسروشهر گرم‌تر بوده است. تعداد روزهایی که میانگین دمای تبریز بالاتر از خسروشهر بوده به ۷۴٪ روزهای سال می‌رسد. در ۲۴٪ روزهای سال میانگین خسروشهر بالاتر از تبریز می‌باشد و تنها ۲٪ روزهای سال میانگین دمای دو ایستگاه برابر است. با این تفاوت که دارای نوسان بیشتری نسبت به حداقل دما بوده، و اختلاف بین ۱۷ الی ۲۷ روز در ماه‌های مختلف سال دمای میانگین روزانه تبریز بیش از خسروشهر است. اوج این اختلاف‌ها را می‌توان در اواخر تابستان و پاییز مشاهده کرد (شکل ۴).

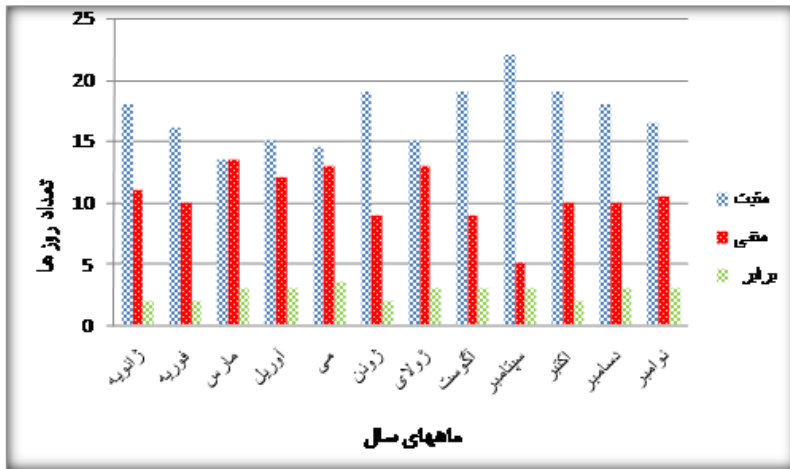


شکل ۴- نمودار مقایسه‌ای تعداد روزهای برتری دمای میانگین تبریز و خسرو

در پارامتر میانگین حداکثرهای دما نیز علی‌رغم اینکه تعداد روزهای برتری دمایی تبریز همچنان از خسروشهر بیشتر می‌باشد و حدود ۵۷٪ روزهای سال را شامل می‌شود با این حال اختلاف در تعداد روزها به مراتب کمتر از دو پارامتر دیگر دماست. و حتی در ماه مارس یک نسبت مساوی (۱۳ روزه) برتری تعداد روزهای دمایی نسبت به یکدیگر داشته‌اند و در ۴ روز دیگر همان ماه میانگین دمای حداکثر دو شهر برابر بوده است. در ۳۵٪ روزهای سال میانگین حداکثرهای دمای خسروشهر بیشتر از تبریز و در ۸٪ بقیه روزهای سال این دما برابر است (شکل ۵). اختلاف میانگین دمایی حداکثرهای دو شهر به ۱/۲ درجه سانتی‌گراد بالغ می‌گردد که در مقایسه با دو پارامتر دیگر بالاترین تفاوت دمایی را نشان می‌دهد.

در مجموع می‌توان بیان کرد که دمای تبریز به طور متوسط بین ۰/۳ الی ۱/۲ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر از خسروشهر بوده و از نظر تعداد روزهای برتری دما نیز در ۶۸٪ روزهای سال دمای تبریز بالاتر از خسروشهر و در ۲۷٪ روزهای سال نیز خسروشهر

گرم تر از تبریز بوده است. در ۵٪ روزهای سال نیز بین دو ایستگاه برابری دما وجود دارد.

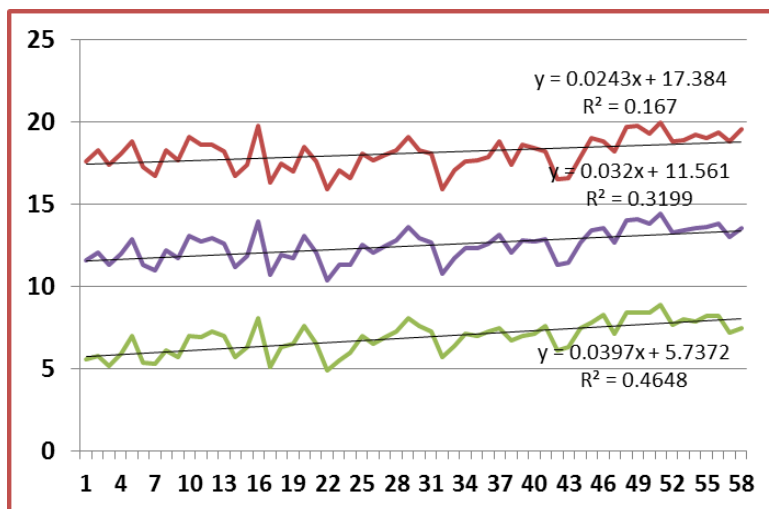


شکل ۵- نمودار مقایسه‌ای تعداد روزهای برتری دمای میانگین حداکثر تبریز و خسرو

براساس نتایج بدست آمده نقطه اوج اختلاف در هر سه پارامتر یا شدیدترین اختلاف دما بین دو ایستگاه در ماه سپتامبر بوده و نقطه حضيض یا کم‌ترین مقدار اختلاف در اواخر فصل زمستان و اوایل بهار بوده است. علاوه به این در مورد علت اختلاف بین حداقل و حداکثر دما می‌توان گفت که؛ جزیره گرمایی که در اثنای ساعات روز توسعه می‌یابد و با توجه به تجزیه و تحلیل دماهای حداکثر مشخص می‌شوند، نسبت به جزیره گرمایی ایجاد شده در شب که پارامتر حداقل آن را ثبت می‌کند، ضعیف‌تر و کم دوام‌تر می‌باشند (اسمیت، ۱۳۸۶ ص ۱۲۰).

چنانکه در شکل یک نیز دیده می‌شود موقعیت ایستگاه هواشناسی تبریز در بخش حاشیه‌ای شهر و در کنار فرودگاه بین‌المللی تبریز و حدود ۵ کیلومتر دورتر از مرکز شهر قرار دارد. بدیهی است که اختلاف دمایی مرکز شهر در قیاس با موقعیت ایستگاه اندازه‌گیری دما به دلیل تراکم جمعیتی و ساختمانی و کارگاه‌های مختلف و کاهش جریان هوا و کاهش فضای سبز به مراتب گرم‌تر از حاشیه شهر خواهد بود. روند صعودی دمای ایستگاه هواشناسی تبریز (شکل ۶) نیز که ارتباط مستقیمی با افزایش

جمعیت و ازدحام دیگر ساخت و سازها و صنایع و ماشین آلات دارد به خوبی نشان از شکل گیری جزیره حرارتی در کلانشهر تبریز دارد. شیب افزایش میانگین دمای حداقل با ۰/۴۶ درجه سانتی گراد (با بیشترین افزایش) در هر دهه و میانگین دمای حداکثرها با ۰/۲۱ درجه سانتی گراد (کمترین افزایش) در هر دهه را دارد. میانگین افزایش دمای ایستگاه تبریز در هر دهه ۰/۳۴ درجه سانتی گراد بوده است. به عبارت دیگر در دوره ۵۷ سال در حالت‌های مختلف دما به ترتیب ۲/۶، ۱/۹۵ و ۱/۲ درجه سانتی گراد به دمای تبریز افزوده شده است.



شکل ۶- روند افزایش دمایی میانگین، میانگین حداکثرها و میانگین حداقل‌های سالانه تبریز (۱۹۵۱-۲۰۰۸)

نتیجه گیری

با توجه به افزایش روز افزون جمعیت در کلانشهرها و افزایش بی سابقه درجه حرارت در اکثر نقاط و به خصوص در شهرهای بزرگ که بیشتر به علت عوامل انسانی و دست ساز در ارتباط است، و عوامل طبیعی کمتر در آن دخل و تصرف دارد، در این پژوهش مشخص شد که افزایش جمعیت و ساخت و سازها در کلانشهر تبریز باعث افزایش درجه حرارت نسبت به گذشته شده و دما روند صعودی به خود گرفته است. همچنین نتایج آزمون T جفتی برای گروه‌های وابسته نشان داد که بین سه پارامتر

حداقل، میانگین و حداکثر درجه حرارت کلانشهر تبریز با ایستگاه مجاور آن یعنی خسرو شهر تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج نمایه UHI نیز نشان داد که دمای ثبت شده تبریز در هر سه پارامتر مورد مطالعه از خسرو شهر بیشتر بوده و می توان نتیجه گرفت که، به علت اینکه این دو ایستگاه تقریباً در یک محدوده جغرافیایی و ارتفاعی تقریباً برابر قرار دارند، این اختلاف دمایی را ناشی از عوامل انسانی و رشد شهرنشینی است و به مانند اکثر شهرهای بزرگ جهان منجر به پیدایش پدیده جزیره گرمایی شده است و نتایج این بررسی با یافته های محققین گذشته همسو است. همچنین این نمایه نشان داد که پدیده جزیره گرمایی در فصول تابستان و پاییز و در ساعات اولیه صبح بیشتر نمود پیدا می کند و هر چه بر طول روز افزوده می شود از شدت آن کاسته می شود. به طور کلی می توان نتیجه گرفت که با توجه به نتایجی که بدست آمده پدیده جزیره حرارتی در تبریز وجود دارد و این پدیده در فصل تابستان در اوج خود می باشد و بعد از آن فصل پاییز در مرتبه دوم این افزایش قرار می گیرد و در فصل زمستان شروع به نزول کرده و کاهش پیدا می کند و در فصل بهار به کم ترین حد خود می رسد. از این رو کلانشهر تبریز که نزدیک به یک و نیم میلیون انسان را در خود جای داده (و یکی از قطب های بزرگ صنعتی ایران محسوب می شود)، از جزیره حرارتی شهر متأثر می شوند. برای مطالعه بیشتر و دقیق تر لازم است تا همراه با تلفیق پارامترهای دیگر هواشناسی مانند بارش، سرعت باد، و همچنین با استفاده از داده های دیگر ایستگاه ها و دوره آماری طولانی تر و بالاخره با استفاده از سیستم اطلاعات ماهواره ای، شدت و تداوم محدوده های جزیره حرارتی شهر را به خوبی تعیین کرد تا در سامان دهی اطلاعات و طرح و برنامه ریزی مناسب تر در راستای کاهش جزیره حرارتی و در نتیجه کاهش هزینه ها بکار گرفت.

منابع و مآخذ

- ۱- اسمیت، کیت (۱۳۸۶)؛ مبانی آب و هواشناسی کاربردی، ترجمه علی محمد خورشید دوست، چاپ دوم، انتشارات یاوریان.

- ۲- افشار، مژگان (۱۳۸۸)؛ بررسی و شناخت جزیره حرارتی شهر تهران، مجله سپهر، دوره هجدهم، شماره ۷۱ صص ۶۲-۵۶.
- ۳- افشانی، علی رضا و نوریان، مرتضی و حسینی رامشه، زینب (۱۳۸۶)؛ فرازی بر SPSS14، ویرایش دوم، انتشارات بیشه.
- ۴- جباری ایرج (۱۳۸۵)؛ روش‌های آماری در علوم محیطی و جغرافیایی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه.
- ۵- جهانبخش سعید (۱۳۷۱) بررسی فاکتورهای میکروکلیمایی موثر در حرارت شهر، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۶ شماره ۳.
- ۶- رحیم زاده، فاطمه (۱۳۹۰)؛ روش‌های آماری در مطالعات هواشناسی و اقلیم‌شناسی، انتشارات سید باقر حسینی.
- ۷- رضوانی، بهمن و دخت محمد، سیده مریم (۱۳۸۹)؛ شناخت محدوده مکانی تشکیل جزیره گرمایی در شهر رشت، مجله پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال اول، شماره اول، تابستان، صص ۶۴-۴۹.
- ۸- رنجبر سعادت آبادی، همکاران (۱۳۸۴)؛ مطالعه موردی جزیره گرمایی تهران و شبیه‌سازی عدی آن، مجله فیزیک زمین و فضا، جلد ۳۱، شماره ۱، صص ۷۸-۶۳.
- ۹- رنجبر سعادت آبادی، بیدختی، علی اکبر و حسینی، علیرضا (تابستان ۱۳۸۴)؛ آثار جزیره گرمایی و شهرنشینی روی وضع هوا و اقلیم محلی در کلانشهر تهران براساس داده‌های مهرآباد و ورامین، مجله محیط‌شناسی، شماره ۳۹، صص ۶۸-۵۹.
- ۱۰- عظیمی، فریده و تراب پور، علی (۱۳۸۸)؛ جزیره حرارتی شهر اهواز و راهکارهای پیشگیری، مجله سپهر، دوره هجدهم، شماره ۷۰ صص ۲۲-۲۰.
- ۱۱- غضنفری مقدم، محمد صادق و همکاران (۱۳۸۹)؛ بررسی اثر جزیره گرمایی شهری بر روند تغییرات ریزش‌های جوی مشهد، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۴، شماره ۲، صص ۳۶۶-۳۵۹.
- ۱۲- مهدوی، مسعود و طاهرخانی، مهدی (۱۳۸۵)؛ کاربرد آمار در جغرافیا، چاپ اول، انتشارات قومس.
- ۱۳- مهرعلی زاده، یدال... و چینی پرداز، رحیم (۱۳۸۴)؛ روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌های آماری و آزمون فرضیه در علوم اجتماعی و مدیریت با نرم افزار SPSS در محیط ویندوز، چاپ اول، تابستان، انتشارات آبیژ.



14- Blazejczyk et al(2006), Urban Heat Island in Large and Small Cities, 6th International Conference on Urban Climate June12-16 2006, Goteborg, Sweden Preprints, p. 794-797

15- CamilloniInés and Mariana Barrucand (2011), temporal variability of the Buenos Aires, Argentina, urban heat island, Theor. Appl. Climatol.

16- Fumiaki Fujibe(2011), Review Urban warming in Japanese cities and its relation to climate change monitoring, Int. J. Climatol. 31: 162–173

17- Jian W. et al(2011); Urban heat island effects of the Pearl River Delta city clusters—their interactions and seasonal variation, Theor . Appl. Climatol 103:489 – 499

18- Kim, Y. H. and Baik. J. J (2004), Daily maximum urban heat island intensity in large cities of Korea, Theor. Appl. Climatol. 79, 151–164

19- Liu w. et al (2007), Temporal characteristics of the Beijing urban heat island, Theor. Appl. Climatol. 87, 213–221

20- Magee, N, Curtis, J and G. Wendler (1999), The Urban Heat Island Effect at Fairbanks, Alaska, Theor. Appl. Climatol. 64, 39 –47

21- Sorin Cheval and AlexandruDumitrescu& Aurora Bell (2009) The urban heat island of Bucharest during the extreme high temperatures of July 2007, Theory. Appl. Climatol. (2009) 97:391–401.

22- Wong, m et al(2010); A simple method for designation of urban ventilation corridors and its application to urban heat island analysis, Building and Environment 45 ,1880 –1889