# سنجش جزایر حرارتی در بافت مرزی و میانه کلانشهر شیراز با رویکرد تاب‌آوری اقلیمی و استفاده از نرم افزار دیتالاگر

**عماد کتابچی:** بخش شهرسازی و معماری، موسسه آموزش عالی آپادنا، شیراز، ایران.
emad.ketabchi@gmail.com
**مریم رسائی پور [۱]:** دانشکده هنر و معماری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
maryamrasaeipoor@gmail.com

**چکیده**

شهرها مدام در حال تغییر و تحول‌اند. تغییراتی که از درون و یا بیرون حادث می‌شوند؛ براساس این تغییرات که میتواند مربوط به الگوهای فضایی، تفکیک، تغییر جمعیتی، بحران‌های اقتصادی، سیاسی وغیره باشد، ممکن است یک شهر توسعه یابد، افول کند، و یا حتی ممکن است شکل و یا عملکرد آن تغییر یابد، به گونه‌ای که از هم فرو پاشد و یا برعکس در برابر این تغییرات مقاومت کنند. شهرهای تاب‌آور به خوبی در برابرمشکلات به وجود آمده مقاومت کرده و به بهترین و موجه‌ترین شکل موجود به حل آن می‌پردازند تا افراد ساکن در شهر و سیستم‌های شهری کمترین خسارت را متحمل شوند. از طرف دیگر در سال‌های اخیر موضوع اقلیم و تغییرات نامناسب زیست‌محیطی آن از جمله مسائلی است که متخصصان و پژوهشگران زیادی را به سمت خود جلب نموده است؛ زیرا حیات انسان‌ها در زمین کاملاً وابسته به اقلیم آن است. اما انسان خود موجب ناهمگونی اقلیمی شده و هم اکنون نیز از برخی آثار مخرب آن راه گریزی ندارد. یکی از این ناهمگونی‌ها تشکیل جزایرحرارتی شهری است که میتواند آسیب زیادی را برجامعه وارد نماید. دراین پژوهش ساختارگرا پس ازمطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای، به منظورسنجش تاب‌آوری شهری دو نمونه در بافت تاریخی و میانی شیراز با کاربری مسکونی انتخاب گردیده که با مشخص شدن ایستگاه‌هایی به فاصله تقریبا ۲۰ متر از هم در دو بافت منتخب، بصورت همزمان و با استفاده از دستگاه دیتالاگر، دمای هوا در زمستان و بعد از غروب آفتاب اندازه‌گیری شد تا با توجه به متغیرهای جمعیتی، آلودگی هوا و مورفولوژی بافت، جزایرحرارتی جوی تشخیص داده شود. نتایج حاکی از بالاتر بودن دمای هوا در بافت میانی و درنتیجه وجود جزایر حرارتی در آن است.

**کلمات کلیدی:** تاب‌آوری اقلیمی؛ جزایرحرارتی شهری، آلودگی هوا، جمعیت؛ شیراز.

---

[۱] نویسنده مسئول. شماره تماس ۰۹۱۷۱۲۶۹۱۲۴

**بیان مسئله:**

تاب‌آوری سیستم های شهری[1] را میتوان از جمله مسائل جدید و بسیار مهم در بحث پایداری دانست، مفهومی که امروزه در موضوعات شهری نیز، همانند دیگر علوم، از محوریت برخوردار است و «چه در مقیاس ساختمانی (همانند منابع جدید و تکنولوژی‌های انرژی کارا، ادغام بام سبز و دیوار سبز، مصالح ساختمانی با انرژی نهفته پایین و غیره) و چه در مقیاس شهری (شکل شهری مناسب و کارا، اهمیت وجود خدمات اکوسیستمی، زیرساخت‌های سبز و غیره)» توجهات زیادی را به سمت خود جلب نموده است (Caputo, 2013: 10). یکی از مسائل مهم امروزی روند روزافزون شهرنشینی است که باعث بهم خوردن تعادل انرژی سطحی شهر شده است به گونه‌ای که نسبت به زمان عادی و طبیعی آن کاملا متفاوت است. این مورد باعث افزایش دمای زیاد و تاثیرات حرارتی نامطلوب در محیط شهری محلی گشته است. این دگرگونی خرداقلیمی شهری و افزایش دمای هوا در شهر به جزایر حرارتی معروف گشته است (Paulina, 2015: 91). اثرات منفی جزایر-حرارتی مخصوصاً بر مصرف انرژی، کیفیت هوا، سلامت انسان و تاثیر بسزای آن بر آسایش شهری از جمله موارد مهم به شمار می‌رود.

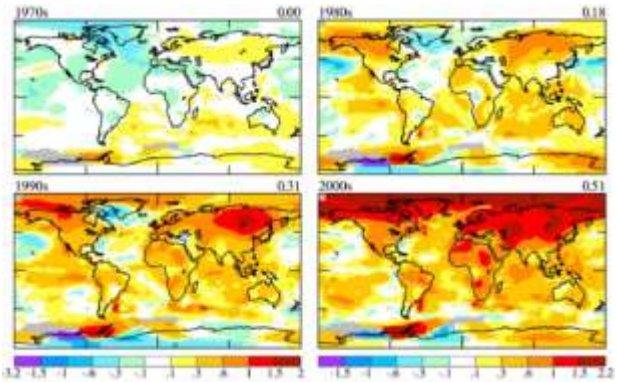
در این پژوهش دو نمونه موردی در بافت تاریخی شیراز با الگوی ارگانیک، که یادگار اعصار گذشته است، و نیز بافت میانی با الگویی شطرنجی، انتخاب گردیده و دمای هوا در زمستان و بعد از غروب آفتاب با استفاده از دستگاه دیتالاگر در ایستگاه‌هایی که درسطح دو محدوده مشخص شده‌اند بصورت همزمان سنجیده می‌شود. سپس با توجه به مورفولوژی، جمعیت و آلودگی هوا در نمونه‌ها، نتایج مورد بررسی قرار می‌گیرند تا مشخص گردد احتمال تشکیل جزایر حرارتی در کدام نمونه بیشتر می‌باشد.

**مبانی نظری تحقیق:**

**تاب‌آوری اقلیمی و ضرورت توجه به آن**

در سال‌های اخیر، افراد و دولت‌ها از خطرات عظیم تغییرات آب‌وهوایی و اثرات منفی آن در شهرها آگاه شده‌اند. مسئله‌ای که باعث افزایش دمای هوا، سطح آب دریا، باران‌های بسیار شدید، خشکسالی و افزایش امواج حرارتی شده است (Jabareen, 2013: 220). در حقیقت می‌توان این تغییرات را منتج از افزایش جمعیت و شهرنشینی مخصوصا در کشورهایی دانست که به دلیل سیستم‌های ضعیف مدیریت و زیرساخت‌های شهری نمی‌توانند از پس عواقب ناشی از این تغییرات به راحتی برآیند (Ahsan, 2013:1). بر اساس گزارش سازمان ملل با عنوان «شهرها و تغییرات اقلیمی ۲۰۱۱ ۲» شهرهای کنونی مسئول ۴۰ تا ۷۰ درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشند (Caputo, 2013: 9). این مشکلات به طور مستقیم بر اقلیم تاثیر گذاشته و آن را دچار تحول و دگرگونی نموده‌اند؛ به‌گونه‌ای که شهرها را به مکان‌های آلوده و بدون روح و حس برای زندگی تبدیل کرده‌اند. تا کنون مشخص شده است که خطرات اقلیمی میتواند مسئول از کار افتادن سیستم‌های پیچیده‌ای باشد که شهرها به آن وابسته‌اند (Friend et al, 2014: 12).

درحقیقت تمامی فعالیت‌های انسانی (همانند تولید انرژی، حمل و نقل، فرآیندهای صنعتی، کشاورزی، مدیریت مواد زائد) مسئول انتشار آلاینده‌ها هستند که باعث برهم‌خوردن ترکیبات موجود در اتمسفر می‌گردند. البته اتمسفر، توانایی حل بیشتر ذرات را دارد اما قادر به زدودن تمام مواد همچون دی‌اکسیدکربن (که حدود ۱۵۰ سال دراتمسفر باقی می‌ماند وباعث اسیدی شدن اقیانوس‌ها وایجاد مشکل درفتوسنتز می‌شود)، بعنوان اصلی‌ترین گاز گلخانه‌ای (GHG)[3]، و متان (که حدود هشت سال در اتمسفر می‌ماند) در کوتاه مدت نیست (Maione et al, 2016). یکی از مواردی که متاسفانه هر ساله وخیم‌تر می‌گردد گرم شدن کره زمین و بالا رفتن دمای آن است. بر اساس گزارش هنسن و همکارانش (شکل ۱) این گرم شدن در طی دهه ۲۰۰۰ سیری صعودی داشته بطوری که ۵۰ درصد در ایالات متحده، کسری از ۳/۲ در اورآسیا[4]، کسر ¾ در شمالگان و شبه جزیره قطب جنوب را نشان می‌دهد (Hansen et al, 2010: 12). باتوجه به این شکل می‌توان روند صعودی افزایش گرمای سطح زمین طی چهاردهه را دریافت. همانگونه که مشخص است متاسفانه بیشترین تاثیر نیز در آسیا وجود دارد که در این میان ایران نیز بی‌بهره نمانده است.




شکل ۱: ناهنجاری‌های دمای سطحی در دهه‌های متفاوت بین ۱۹۵۱-۱۹۸۰ (منبع: Hansen et al, 2010: 12)

این افزایش گرما باعث ایجاد تهدید زندگی بر روی کره زمین می‌گردد. مسلماً نقش شهرها در افزایش این روند قابل انکار نیست. رشد فزاینده شهرنشینی و عدم‌توجه به سیستم‌های مناسب شهری در اکثر کشورها، مخصوصا کشورهای در حال توسعه و توسعه نیافته، استفاده بیش از حد از منابع تجدیدناپذیر، عدم رشد بهینه در صنایع، و در کل عدم برنامه‌ریزی‌ها و طراحی‌های اصولی و پایدار در همه ارگان‌ها ازجمله مشکلاتی است که مقدمه آغاز این تحول اساسی در جهان و در ایران گشته است. بنابراین آنچه باید در شهرها، که تقریبا ۳ درصد سطح کره زمین را به خود اختصاص می دهند، مد نظر قرار گیرد توجه به کاهش انتشار کربن،

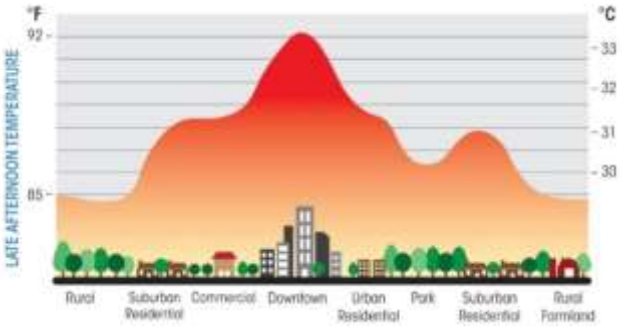
---

1.Urban System Resilience
2.Cities and Climate Change 2011
3.greenhouse gas
4.Eurasia

افزایش میزان استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، و طراحی شهرهایی است که بتوانند اثرات افزایش دما و رخداد وقایع آب و هوایی را کاهش دهند. برخی از راه-کارهایی را که میتوان به این منظور مورد استفاده قرار داد عبارتند از: استفاده از درختان و گیاهان که به جذب دی اکسیدکربن کمک‌کرده و یا اثرات مربوط به جزایرحرارتی را کاهش می‌دهند؛ غیرمتمرکزکردن تولیدانرژی؛ حفاظت از زیرساخت‌ها در برابر حوادث؛ برنامه‌ریزی برای توسعه‌های شهری درمناطق سیل‌خیز؛ احداث ساختمان‌های انرژی‌کارا؛ بکارگیری سیستم‌های زهکشی پایدار (Caputo, 2013: 33; Mitchell et al., 2015: 190). یکی از مهمترین مشکلات اقلیمی، ایجاد جزایرحرارتی در مناطق شهری است که درنتیجه عوامل مختلفی همانند آلودگی ناشی از اتومبیل‌ها و فعالیت‌های انسانی، مورفولوژی شهری، عدم وجود فضای سبز مناسب و غیره به‌وجود آید.

## جزایرحرارتی شهری و مفاهیم مرتبط با آن

همانگونه که بیان شد جزایرحرارتی۱ را میتوان از جمله پیامدهای تغییرات اقلیمی زمین دانست، که بصورت افزایش دمای سطح در مناطق شهری نسبت به دیگر مناطق تعریف می‌گردد (Wang Cheung, 2011: 19)؛ در حقیقت میتوان گفت که یکی از ویژگی‌های اقلیمی که با توجه به توسعه زمین‌ها تغییر می‌یابد میزان سرمایش و گرمایش زمین و دمای هوا است. تغییرات به‌وجودآمده در ویژگی‌های سطحی باعث ایجاد مناطقی می‌شود که نسبت به بخش‌های طبیعی اطراف گرمتر می‌باشند. از این مناطق گرم که هوا در آن محبوس می‌شود به جزایر حرارتی تعبیر می‌شود (Black, 2013: 6) و میتواند تا حد زیادی بر طراحی ساختمان‌ها و شهر تاثیر گذارد. شکل ۲ به مقایسه دمای شهر و مناطق آن نسبت به دیگر مناطق و اثرات جزایرحرارتی می‌پردازد. همانگونه که مشاهده می‌شود میزان دما در مرکز شهر به دلیل تراکم بیشتر، رفت و آمد و وجود کاربری‌های بیشتر وغیره بالاتر است. هرچه به خارج از شهر نزدیک می‌شویم از میزان دما نیز کاسته می‌شود.




شکل ۲: پروفیل دمایی جزیره‌حرارتی شهری (منبع اینترنتی ۴)

مفهوم جزایرحرارتی برای اولین بارتوسط لوک هووارد۲در دهه ۱۸۱۰(سال ۱۸۱۸) مطرح‌گشت. وی درتحقیقات خود درلندن متوجه شد که حرارت شهر لندن در مقایسه با مناطق روستایی اطراف آن بسیار بالاتر است(Wang Cheung, 2011: 27). تحقیقات بیشتر در زمینه این‌پدیده شهری در شهرهای مختلف دنیا نشان داد که یافته‌های هووارد تصادفی نبوده است (Black, 2013: 6). بعد از هووارد، میشل (Mitchel, 1953) تحقیقاتی را در آمریکا در دهه ۱۹۵۰ انجام داد. بر اساس فصل اول گزارش آژانس حفاظت محیطی ایالات متحده (EPA۳) جزایر حرارتی شهری را میتوان از دو نوع دانست: جزایر حرارتی جوی۴ و جزایر حرارتی سطحی۵. این دو نوع از حیث تشکیل، تکنیک‌های تشخیص، اندازه‌گیری، آثار، و تا حدودی روش‌های کاهش با هم متفاوتند. در جدول شماره ۱ ویژگی‌های اصلی هر کدام بیان شده است.

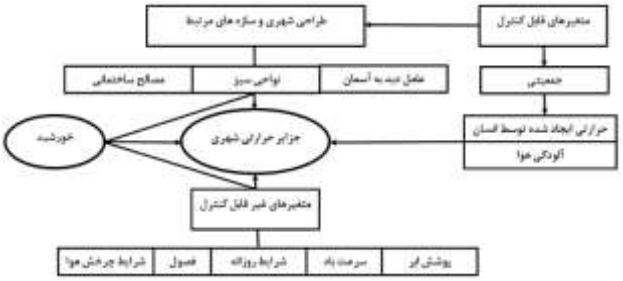
جدول۱: ویژگی‌های اصلی جزایر حرارتی از نوع جوی و سطحی

| ویژگی | جزایر حرارتی سطحی | جزایر حرارتی جوی |
|---|---|---|
| توسعه زمانی | ● در تمام ساعات شب و روز وجود دارد.<br>● شدت آن در طول روز و تابستان بیشتر می‌باشد. | ● ممکن است در طول مدت روز وجود نداشته باشد و یا میزان آن کم باشد.<br>● شدت‌آن‌درشب‌ویا قبل از سپیده‌دم ودر زمستان بیشتر است. |
| بیشترین شدت | ● تنوع مکانی و زمانی بیشتر:<br>■ روز: ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد<br>■ شب: ۵ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد | ● کمترین تغییرات:<br>■ روز: ۱- تا ۳ درجه سانتی‌گراد<br>■ شب: ۷ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد |
| روش تشخیص معمول | ● اندازه‌گیری غیرمستقیم:<br>■ سنجش از دور | ● اندازه‌گیری مستقیم:<br>■ ایستگاه‌های هواشناسی ثابت<br>■ تراورس متحرک |

(منبع: EPA, 2015)

1.Urban Heat Island (UHI)
2.Luke Howard
3.Environmental protection Agency
4.Atmospheric urban heat islands
5.Surface Urban Heat Islands

آنچه در این پژوهش مورد سنجش واقع می‌گردد جزایرحرارتی جوی است. این نوع جزایر در انتهای صبح و در طول روز معمولا ضعیف هستند و در هنگام غروب خورشید به دلیل آزادسازی آرام حرارت از زیرساخت‌های شهری افزایش می‌یابند. مدت زمان این افزایش بستگی به ویژگی‌های سطوح شهری و روستائی، فصل، و شرایط اقلیمی غالب دارد. اما آنچه بر ایجاد تشکیل جزایر حرارتی موثر است را میتوان حاصل از دو نوع عوامل قابل‌کنترل و غیرقابل‌کنترل دانست (شکل ۳).




شکل ۳: عوامل موثر بر تولید جزایرحرارتی (منبع: Memon et al, 2008)

## عوامل قابل کنترل در تشکیل جزایر حرارتی

●**جمعیت وفعالیت‌های انسانی:** حرارت ناشی‌ازفعالیت‌های انسانی همچون گرمای‌ناشی از وسائل نقلیه و ساختمان‌ها باعث پیشرفت جزایرحرارتی می‌گردد. نتایج تحقیق همیلتون و همکارانش[1] (۲۰۰۹) در لندن نشان داد که انتشار حرارتی کل حاصل از ساختمان‌ها ۳ تا ۲۵ برابر بیشتر از تابش خورشیدی در زمستان و ۰٫۰۴ تا ۰٫۴ برابر بیشتر از تابستان است که میزان آن به تراکم شهری وابسته است (Wang Cheung, 2011: 34).

●**کاربری اراضی:** بررسی وضعیت پراکندگی تابش‌های حرارتی و ارتباط آن با انواع کاربری‌های موجود، در شناخت میکروکلیمای نواحی شهری دارای اهمیت زیادی است. برای مثال وجود فضای سبز باعث افزایش سرعت در از دست‌دادن گرما ازطریق تبخیروتعرق شده (Wang Cheung, 2011) و در نهایت منجر به کاهش جزایرحرارتی می‌گردد. با توسعه شهرها این نواحی با کاربری‌هایی چون مراکز تجاری مرکزی[2](CBD) و محلات مسکونی فشرده جایگزین شدند که حرارت بالایی تولید می‌کنند که خود باعث افزایش مصرف انرژی به منظور سرمایش، تهویه بیشتر، و تاثیرات منفی بر سلامت انسان می‌شود (Kim, 2009). شناخت میزان اثرگذاری نقش کاربری‌های شهری در شکل‌گیری جزایرحرارتی میتواند بسترساز جهت‌دهی به استراتژی‌های شهری در کنترل جزایرحرارتی یا کاهش آن به عنوان اثر منفی رشد روزافزون شهرها به خصوص در مناطق گرم باشد (رنگزن، ۱۳۹۰).

●**مصالح ساختمانی:** یکی دیگر از علل اصلی افزایش گرما وابسته به مواد سطحی و تبخیر و تعرق در مناطق شهری است که عموماً ناشی از مصالحی چون آسفالت و سیمان است (Oke, 1982).

●**دید به آسمان:** هندسه کانیون[3] (ضریب ارتفاع به عرض[4] و یا عامل دید به آسمان[5](SVF)) می‌تواند میزان تابش خورشیدی وارده و همچنین تابش با طول موج بلند را تحت تاثیر قرار دهد. اک (Oke, 1982) بیان میدارد که تابش‌ها با طول موج بلند درصورتی که عامل دید به آسمان کم باشد کاهش می‌یابند زیرا بخشی از آسمان توسط ساختمان‌های بلند محصور شده است.

●**مورفولوژی شهری:** به طور سنتی، مورفولوژی شهری، مطالعه نظام یافته از فرم، شکل و طرح حوزه‌های شهری است که در بعضی موارد به این تعریف، رشد و کارکرد شهر نیز افزوده می‌شود (شاه‌علی و سنایی، ۱۳۸۹: ۱۳۱). این فرم می‌تواند بر تشکیل جزایرحرارتی نقش بسزایی ایفا نماید.

### ➢ عوامل غیرقابل‌کنترل

●**باد و ابر:** باد و ابر نیز از دیگر موضوعات مهم در تشکیل جزایرحرارتی به شمار می‌روند. انرژی گرمایی هنگام وزش باد شدید در کانیون شهری راحت‌تر از بین می‌رود. (Wang Cheung, 2011: 34). گولانی (Golany, 1996) معتقد است که مورفولوژی شهر به طور مستقیم بر حرکت باد تاثیر می‌گذارد که این موضوع به طراحی، شکل و جهت خیابان‌ها بستگی دارد. درحقیقت، سرمایش باد در کاهش اثرات منفی جزایرحرارتی در خرداقلیم و آسایش‌حرارتی انسان تاثیرگذار است (Rajagopalan et al, 2014).

## بررسی نمونه موردی و منطقه مطالعاتی:

شهر شیراز، مرکز استان فارس، با جمعیتی حدود ۱۷۱۲۷۴۵ نفر (سرشماری آمار، ۱۳۹۵) بر روی جلگه‌ای به طول ۱۲۰ کیلومتر و عرض ۱۵ کیلومتر در ۵۲ درجه و ۲۹ دقیقه طول جغرافیایی و ۲۹ درجه ۳۳ دقیقه عرض جغرافیایی و با ۱۴۹۱ متر ارتفاع از سطح دریاهای آزاد قرار گرفته است (طرح تفصیلی شهر شیراز، ۱۳۸۶). بنابر روش‌های سنجش کوپن، آمبرژه و دومارتین این شهر دارای آب و هوایی نیمه‌خشک است. اطلاعات آب و هوایی شیراز در جدول ۲ قابل مشاهده است.

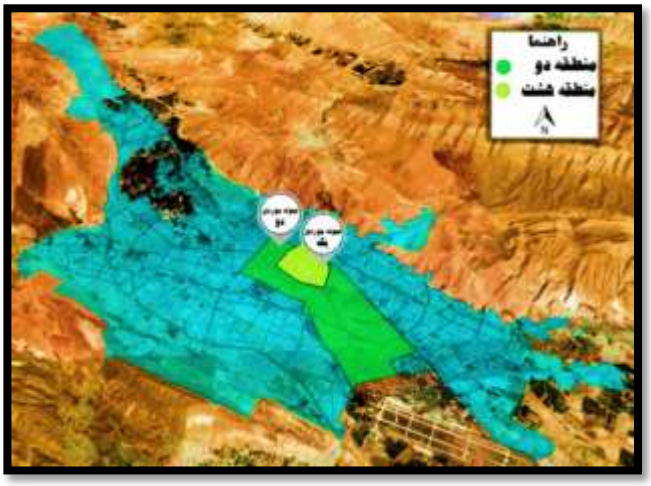
1.Hamilton et al.
2.central business districts
3.Canyon geometry
4.height to width ratio
5.sky view factor

جدول ۲: میانگین اقلیمی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شیراز بین ۱۳۵۰-۱۳۹۰

| ماکزیمم باد m/s | ساعات آفتابی | بارندگی | حداکثر رطوبت ٪ | حداقل رطوبت ٪ | حداکثر دما | حداقل دما |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۳ | ۳۳۵۸,۲ | ۳۲۴,۱ | ۶۱ | ۲۰ | ۲۵,۹ | ۱۰,۲ |

(منبع اینترنتی ۳)

به منظور انجام این پژوهش، ابتدا دو بخش از مناطق مسکونی شهر شیراز در بافت قدیم (منطقه ۸) و بافت میانی (منطقه ۲) انتخاب گردید (شکل ۴). در انتخاب بافت قدیم بیشترین تاکید بر تغییرات کالبدی اندک ازسال‌های گذشته است؛ به این معنی که‌دخل و تصرف کمتری درآن صورت گرفته باشد وساختمان‌های مسکونی تا حد امکان فرم و شکل قدیمی خود را حفظ کرده باشند. در انتخاب بافت میانی نیز سعی بر آن بود تا علاوه بر قدمت آن، محدوده‌ای انتخاب گردد که زیاد با بافت تاریخی شیراز فاصله نداشته و علاوه بر آن ساختمان‌های مسکونی چندطبقه و تقریبا نوساز در آن وجود داشته باشد به طوریکه مورفولوژی شهری تا حدی متاثر از شهرسازی جدید بوده باشد.




شکل ۴: موقعیت نمونه موردی‌ها نسبت به منطقه و شهر شیراز (منبع: نگارندگان)

## منطقه ۸ شهرداری شیراز (بافت تاریخی-فرهنگی)

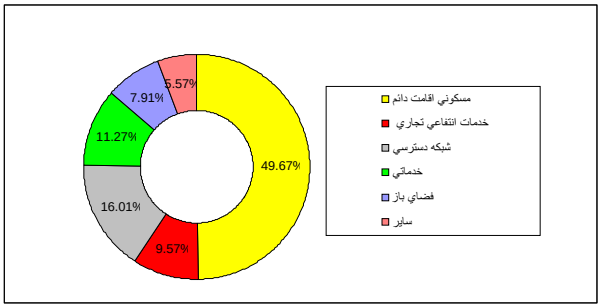
بافت قدیم شیراز با مساحتی بالغ بر ۳۷۵ هکتار از جمله بخش‌هایی است که آثار تاریخی زیادی را در خود جای داده است و به سبب معماری بومی و وجود اماکن تاریخی، مورد توجه گردشگران ایرانی و خارجی است. (بازنگری طرح تفصیلی شهر شیراز، ۱۳۸۶). این منطقه علاوه بر اینکه هسته اولیه پیدایش شهر شیراز بوده، در حال حاضر نیز بسیاری از فعالیت‌های مرکزی تجاری، مذهبی، خدماتی و اداری را در خود جای داده است و ظرفیت‌های بالفعل و بالقوه قابل توجهی جهت رونق فعالیت‌های سیاحتی، زیارتی، تجارتی، فرهنگی و مسکونی دارد (وارثی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۳۳). با توجه به گزارش‌های موجود، مشخصات جمعیتی این منطقه از شهر بصورت جدول ۳ می‌باشد.

جدول ۳: تغییرات جمعیت منطقه تاریخی-فرهنگی

| سال | تعداد جمعیت | سهم منطقه از جمعیت شهر | متوسط رشد جمعیت |
|---|---|---|---|
| ۱۳۳۵ | ۱۰۲۳۹۵ | ۶۰ | — |
| ۱۳۴۵ | ۷۸۷۱۶ | ۲۹/۲ | -۲/۵۹ |
| ۱۳۶۵ | ۷۸۹۱۱ | ۹/۳ | ۰/۰۱ |
| ۱۳۷۵ | ۶۷۵۸۵ | ۶/۴ | -۱/۵۴ |
| ۱۳۸۲ | ۷۰۱۹۳ | ۵/۷ | ۰/۵۴ |

(منبع: مهندسین مشاور پرداراز، ۱۳۸۳)

همان‌گونه که مشاهده می‌شود جمعیت منطقه تاریخی-فرهنگی شیراز طی سال‌های گذشته با کاهش رشد روبرو بوده است. دافعه‌هایی همچون مشکلات عبور و مرور، فرسوده بودن ساختمانها و مشکلات ساخت و ساز در منطقه، شلوغی منطقه ناشی از استقرار بناهای تاریخی و زیارتی وغیره باعث مهاجر فرستی در این منطقه گردیده‌اند. درصد مهمترین کاربری‌های موجود در این منطقه را میتوان بصورت شکل ۵ متصور شد.




شکل ۵: ترکیب اصلی کاربریهای موجود در منطقه ۸ (منبع: بازنگری طرح تفصیلی شهر شیراز، ۱۳۸۶).

تراکم جمعیتی این منطقه با توجه به جمعیت ۷۰۱۹۳ نفری و مساحت ۳۷۵/۸۴ هکتاری آن، معادل ۱۸۷ نفر در هکتار می‌باشد. تراکم خالص مسکونی منطقه نیز برابر با ۳۷۶ نفر در هکتار می‌باشد. نمونه موردی اول این پژوهش که در شکل ۶ مشخص شده است حدفاصل خیابان کریم‌خان زند و لطفعلی‌خان زند قرار دارد. از لحاظ تاریخی بیشتر خانه‌های منطقه مربوط به دوره قاجار می‌باشد و نارنجستان قوام، خانه زینت الملک (گنجینه تاریخ فارس) و موزه فرش ازجمله بناهای تاریخی آن به شمار می‌رود.

شکل ۶: موقعیت نمونه موردی نسبت به شبکه ارتباطی و مهمترین اماکن تاریخی موجود (منبع: نگارندگان)

بنابر ضوابط و مقررات سازمان میراث فرهنگی در داخل بافت ساختمان‌ها در قالب واحدهای یک تا دو طبقه می‌باشند اما در لبه‌های بافت بخصوص رینگ دور بافت (در حد فاصل خیابانهای قاآنی و تیموری، سعدی و توحید) گرایش واحدهای ۳ و ۴ طبقه و بیشتر نیز وجود دارد؛ همچنین در لبه‌های خیابانهای اصلی منطقه مانند کریمخان زند، لطفعلی‌خان زند، احمدی نیز گرایش به طبقات بیشتر می‌باشد (بازنگری طرح تفصیلی شهر شیراز، ۱۳۸۶).

## منطقه ۲ شهرداری شیراز

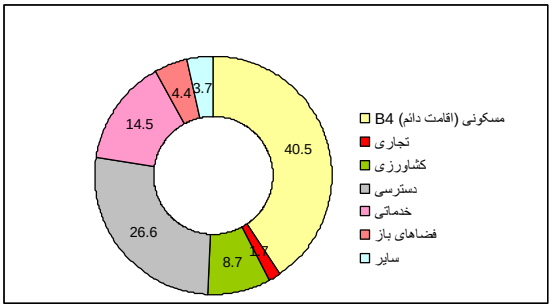
منطقه ۲ شهرداری شیراز که بخشی از بافت میانی شهر نیز محسوب می‌شود، مساحتی بالغ بر ۱۶۷۹ هکتار دارد. علی‌رغم وجود آمار صحیح از جمعیت این منطقه، تنها اطلاعات موجود در سرشماری سال های ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵ در دسترس است (مهندسین مشاور پرداراز، ۱۳۸۳). وضعیت جمعیتی این منطقه از شهر بصورت جدول ۴ است.

جدول ۴: تغییرات جمعیت منطقه ۲ شیراز

| سال | جمعیت |
|---|---|
| ۱۳۶۵ | ۱۲۰۱۵۹ |
| ۱۳۷۵ | ۲۱۱۲۸۷ |
| ۱۳۸۱ | ۲۶۳۱۳۴ |

(منبع: مهندسین مشاور پرداراز، ۱۳۸۳)

متوسط رشد جمعیت در طی سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۸۱ معادل ۱,۹۹ بوده است (مهندسین مشاور پرداراز، ۱۳۸۳). شکل ۷ ترکیب کاربریهای عمده منطقه را نشان می‌دهد.




شکل ۷: ترکیب کاربری‌های عمده در منطقه ۲ (منبع: بازنگری طرح تفصیلی شهر شیراز، ۱۳۸۶).

بررسی وضعیت موجود تراکم خالص مسکونی در منطقه نیز نشان می‌دهد که میزان این شاخص از ۳۸ نفر در هکتار تا ۵۸۰ نفر در هکتار متفاوت است. متوسط تراکم خالص در منطقه ۲ شهرداری با توجه جمعیت منطقه و مساحت مسکونی آن در سال ۱۳۸۳ برابر با ۳۸۶ نفر در هکتار بوده است (بازنگری طرح تفصیلی شهر شیراز، ۱۳۸۶). شکل ۸ موقعیت نمونه موردی شماره ۲، واقع در منطقه ۲، را نسبت به شبکه های ارتباطی نشان میدهد.

شکل ۸: موقعیت نمونه موردی شماره دو نسبت به شبکه ارتباطی (منبع: نگارندگان)

## روش تحقیق:

در این تحقیق ساختارگرا بعد از جمع‌آوری داده‌ها با مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی، دو منطقه مسکونی در بافت تاریخی (منطقه ۸ شهرداری) و میانی (منطقه ۲ شهرداری) شیراز انتخاب گردیده و در هرکدام از آن‌ها تعدادی نقطه به فاصله تقریبا۲۰متر مشخص می‌گردد تا دمای آن‌ها توسط دیتالاگر مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرد.

این دستگاه توسط حسگرهای تعبیه شده بر روی آن به اندازه‌گیری دما و رطوبت می‌پردازد. در این پژوهش از یک دیتالاگر ساده، بدون حافظه جانبی، که توانایی ثبت داده‌های دمایی و رطوبتی و زمان اندازه گیری را به طور همزمان دارد استفاده شده است (شکل ۹).

شکل ۹: دستگاه دیتالاگر مورد استفاده در تحقیق

داده‌های این تحقیق بنابر جدول ۱ باید بعد از غروب خورشید و در زمستان جمع‌آوری گردد. با بررسی آمارها و گزارش‌های سازمان هواشناسی در طی ۲۵ سال (۱۹۵۱-۱۹۷۵)، بیشترین درجه حرارت شیراز مربوط به تیر ماه با ۳۸,۵۳ درجه سانتی‌گراد و کمترین درجه حرارت مربوط به دی ماه با ۰,۴۳ درجه سانتی‌گراد است. بنابراین، داده‌ها در دی ماه و در پانزده روز (هر دو روز یکبار) جمع‌آوری گشتند. شایان ذکر است داده‌ها در هر دو بافت بطور همزمان جمع آوری شده‌اند.

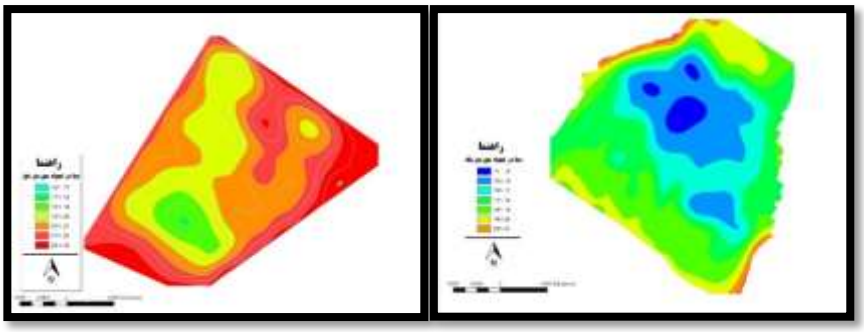
سپس میانگین دماهای هر نقطه به طور جداگانه محاسبه گردید. سپس، نقاط مشخص شده در سطح زمین با استفاده از نرم‌افزار GIS ترسیم شد و در جدولی دمای مربوط به هر نقطه ذکر گردید و نهایتا توسط این نرم‌افزار نقشه حرارتی و دمایی ترسیم شدتااحتمال تشکیل جزایرحرارتی در دو نمونه مورد ارزیابی گیرد.

**تجزیه و تحلیل داده‌ها و استخراج اطلاعات:**

همانگونه که بیان شد در هر دو نمونه موردی ایستگاه‌هایی به فاصله تقریبا ۲۰ متر انتخاب گردید تا دمای هوا برداشت گردد. شکل ۱۰ ایستگاه‌های انتخابی در دو ناحیه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

شکل ۱۰: نقاط برداشت دما: (چپ) نمونه موردی شماره ۱ و (راست) نمونه شماره ۲ (منبع: نگارندگان)

بعد از ثبت دماها در روزهای مختلف برای هر ایستگاه، میانگین کلی هر ایستگاه به دست آمد و سپس داده‌ها در نرم افزار GIS وارد شدند. میانگین دماهای به دست آمده نشان داد که در نمونه موردی اول دما بین ۱۴ تا ۲۱ سانتی‌گراد در نوسان است و در نمونه دوم دما بین ۱۷ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد تغییر می‌کند. در مرحله بعد نقشه های تحلیل شده توسط GIS برای هر نمونه به دست آمد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱: خروجی نرم افزار GIS در رابطه با دمای به دست آمده از نمونه موردی ۱ (راست) و نمونه ۲ (چپ) (منبع: نگارندگان)

بعد از به دست آمدن نتایج حاصل از نرم افزار GIS متغیرهای این تحقیق که شامل مورفولوژی بافت شهری، جمعیت و آلودگی حاصل از فعالیت‌های جمعیتی هستند مورد تحلیل قرار می‌گیرند تا ارتباط آن‌ها با تشکیل جزایرحرارتی مورد بررسی واقع شود.

**تاثیر مورفولوژی بافت شهری**

بیشتر پلاک‌های مسکونی موجود در منطقه ۸ شیراز، با بافت ارگانیک شکل خود، دارای یک و یا نهایتاً دو طبقه با مساحت کم هستند. کوچه‌ها دارای عرض کم بوده و ساختمان‌ها عموماً با مصالح قدیمی ساخته شده‌اند. شایان ذکر است بر اساس ضوابط و مقررات مربوط به بافت تاریخی، در نوسازی ساختمان‌های موجود در بافت بایستی اصولی رعایت گردد که ساختمان‌ها در تطابق با دیگر ساختمان‌ها بوده و منظر بافت دچار تغییرات و دگرگونی های زیاد نشود. در شکل شماره ۶ بافت ارگانیک این منطقه به خوبی قابل مشاهده است. آنچه در طراحی اقلیمی و معماری بومی ایران و حتی جهان شایان توجه است، سازگاری ساخت‌وسازها با اقلیم مناطق مختلف بوده است. شیراز نیز باتوجه به قرارگرفتن در یک منطقه نیمه‌خشک، دارای معماری خاص خود است که با بررسی منطقه ۸ و بافت تاریخی شیراز می‌توان به آن پی‌برد.

وجود مصالح سبک بنایی و همچنین جهت‌گیری ساختمان‌ها به همراه کوچه‌های کم‌عرض همگی از جمله خصوصیات معماری بومی تاریخی شیراز است که سبب می‌شود با استفاده از منابع طبیعی در زمستان و تابستان بهترین فضا برای ساکنین تأمین گشته و نیاز به انرژی را نیز کاهش دهد. همانگونه که از نتایج مربوط به بافت تاریخی شیراز برمی‌آید، وجود این نوع مورفولوژی شهری، علاوه بر وجود گزینه‌های دیگر که در ادامه بدان ها اشاره می‌شود، باعث شده است که کمترین جزایرحرارتی در این مناطق تشکیل شود. عرض کم کوچه‌ها و همچنین جهت‌گیری مناسب بلوک‌های شهری در طی فرآیند شکل‌گیری اجازه ورود بادهای مناسب به داخل بافت را داده و سدی در برابر بادهاب نامطلوب محسوب می‌گردد و با جهت گیری مناسب ساختمان‌ها نیز نور آفتاب به بهترین وجه مورد بهره‌برداری قرار گرفته و سایه در مکان‌های مطلوب مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین این موارد را میتوان از جمله دلایل وجود دمای مناسب در بافت و عدم تشکیل جزایرحرارتی در آن قلمداد نمود.

در برابر این بافت تاریخی، بافت میانی، که نمونه دوم در آن انتخاب شد، دارای کوچه و خیابان‌های نسبتاً عریض بوده و شبکه معابر از الگوی شطرنجی پیروی می‌کنند. علاوه بر آن فرم و شکل بافت نیز سدی در برابر بادهای مزاحم و تابش نامطلوب خورشید به شمار نمی‌رود. در تصاویر ماهواره‌ای نیز بافت شطرنجی این

بخش به خوبی قابل تشخیص است (شکل ۷). بیشتر خانه‌های موجود در این منطقه دستخوش تغییرات اساسی شده و با استفاده از معماری جدید و با تراکم بالا بنا شده‌اند. عدم وجود بافت ارگانیک و سازگار با اقلیم را میتوان یکی از دلایل افزایش دما در این منطقه به شمار آورد.

### تاثیر عامل جمعیت

با توجه به گزارش‌های سازمان آمار (جدول ۳) در سال‌های اخیر، جمعیت بافت با توجه به نوساناتی که داشته است اما به طور کلی رو به کاهش می‌باشد. وجود جمعیت فعال و حرارت ناشی از فعالیت‌های انسانی از دیگر مواردی است که میتواند بر تشکیل جزایرحرارتی تأثیرگذار باشد. بنابر مشاهدات میدانی به عمل آمده نیز عبور و مرور در نمونه موردی اول بسیار کمتر از نمونه موردی دوم بود.

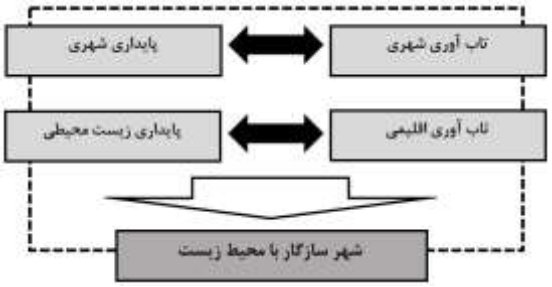
### تاثیر عامل آلودگی هوا

آلودگی هوا نیز ازجمله مواردی‌است که با افزایش جمعیت افزایش می‌یابد. همان‌گونه که‌درمورفولوژی شهری بیان شد نمونه موردی اول دارای کوچه‌های کم عرض است و در برخی موارد حتی ماشین رو نیز نمی‌باشد. در دیگر موارد نیز تنها یک ماشین می‌تواند از این کوچه‌ها عبور نماید. البته در سال‌های اخیر اقدامات شهرداری جهت در نظر گرفتن پارکینگ درون بافت باعث شده است که افراد ساکن در بافت ماشین خود را در این مکان‌ها پارک و بقیه راه را برای رسیدن به منزل پیاده‌روی کنند. بنابراین در این قسمت آلودگی ایجاد شده توسط اتومبیل‌ها و انسان‌ها نسبت به نمونه موردی دوم بسیار کمتر است. در اینجا نیز چنان که مشاهده می‌شود یکی از دلایل دیگر ایجاد جزایرحرارتی در نمونه موردی اول نسبت به نمونه دوم کمتر است.

### نتیجه گیری:

تاثیرات دو سویه تغییرات اقلیمی بر شهر و شهر بر تغییرات اقلیمی موضوعی است که نمیتوان به سادگی از کنار آن گذشت. مسلماً تمامی برنامه‌ریزی‌ها، طراحی‌ها و سیاست‌های شهری باید به گونه‌ای باشد که میزان تغییرات اقلیمی را به حداقل کاهش دهد. از سوی دیگر نیز با ایجاد مشکلات پیش‌آمده حاصل از تغییرات اقلیمی در شهرها باید راه چاره‌ای برای بهبود اوضاع موجود شهرها مخصوصاً در کشورهای در حال توسعه یافت. در این تحقیق با بررسی‌های به عمل آمده میتوان متوجه شد که وجود بافت ارگانیک و سازگار با اقلیم، عبور باد مطلوب و عدم عبور بادهای مزاحم و همچنین جهت‌گیری مناسب ساختمان‌ها دربرابر تابش خورشید و ایجاد سایه‌های مناسب باعث شده است که حرارت در مقایسه با یک بافت شطرنجی با خیابان‌های وسیع و ساختمان‌های مرتفع که جهت گیری مناسبی نیز ندارند، پایین‌تر باشد. بنابراین با اطمینان کامل میتوان بیان نمود که مورفولوژی بافت شهری و نوع طراحی شهری میتواند عاملی موثر بر تشکیل جزایرحرارتی در شهر باشد.

افزایش‌جمعیت دریک مکان نیزبه‌معنای افزایش رفت‌وآمدها، افزایش استفاده از ماشین‌آلات و انرژی و به تبع آن آلودگی هوا است. تمامی این فعالیت‌ها می‌تواند باعث ایجاد حرارت شده و افزایش دما در محیط را به دنبال داشته باشد. بر همین اساس در دهه‌های اخیر توجه به پایداری و اهمیت آن در برنامه‌ریزی‌ها در تمامی زمینه‌ها به حدی است که نمی‌توان ساده از آن گذشت. مسلماً افزایش تاب‌آوری، افزایش پایداری را نیز به دنبال خواهد داشت.بعد اقلیمی تاب‌آوری را می‌توان در ارتباط مستقیم با پایداری زیست‌محیطی دانست، هرچند تأثیرات آن بر ابعاد اجتماعی و اقتصادی نیز انکارناپذیر است.




شکل ۱۲: ارتباط تاب آوری اقلیمی با شهر سازگار با محیط زیست (منبع: نگارندگان)

تاب‌آوری باید بطور سیستماتیک جزئی از فرآیند برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت شهری در نظر گرفته شود. برای داشتن یک شهر تاب‌آور نیاز به همکاری تمامی بخش‌ها و سازمان‌ها و حتی ساکنین شهر است تا شهر بتواند در برابر حوادث پیش آمده در کمترین زمان بهترین عکس‌العمل را نشان دهد. در زمینه جزایرحرارتی نیز باید برنامه‌های شهری به گونه‌ای تنظیم شود که امکان تشکیل آن‌ها به حداقل ممکن کاهش یابد تا سیستم‌های شهری از تأثیرات منفی اینگونه جزایر در امان بمانند.

**References:**


1. Ahsan, Sh. M. M. (2013): Resilient Cities for the Poor or by the Poor? A Case Study from Bangkok. MSc Thesis, University of technology, Berlin.
2. Black, A. L. (2013): Temperature Trends and Urban Heat Island Intensity Mapping of the Las Vegas Valley. An MSc Thesis, University of Nevada, Las Vegas.
3. Caputo, S. (2013): Urban Resilience: a Theoretical and Empirical Investigation. PhD Thesis, Coventry University, England.
4. Friend, R.; Jarvie, J.; Orleans Reed, S.; Sutarto, R.; Thinphanga, P.; CanhToan, V. (2014): Mainstreaming Urban Climate Resilience into Policy and Planning: Reflections from Asia. Urban Climate, 7, pp: 6–19.
5. Ghobadi, A.; Khosravi, M. and Tavousi, T. (2016): The Impacts of Wind Variability Function on Urban Heat Island. Case Study: Karaj City, Iran. International Journal of Architect Engineer, Urban Plan, 26 (1), pp: 83-92.
6. Golany, G. S. (1996): Urban Design Morphology and Thermal Performance. Atmos. Environ, 30 (3), pp: 455-465.
7. Hamilton, W. A. H. (2009): Resilience and the City: the Water Sector. Urban Design and Planning, 162 (3), pp: 109–121.
8. Hansen, J.; Ruedy, R.; Sato, M.; Lo, K. (2010): Global Surface Temperature Change, Rev. Geophys, 48, pp: 1–29.
9. Jabareen, Y. (2013): Planning the Resilience City: Concepts and Strategies for Coping with Climate Change and Environmental Risk. Cities, 31, pp: 220-229.
10. Kim, J. P. (2009): Land Use Planning and the Urban Heat Island Effect. A PhD Thesis, the Ohio State University. US.
11. Maione, M.; Fowler, D.; Monks, P. S.; Reis, S.; Rudich, Y.; Williams, M. L.; and Fuzzi, S. (2016): Air Quality and Climate Change: Designing New Win-Win Policies for Europe. Environmental Science & Policy, 65, pp: 48-57.
12. Memon, R. A.; Leung, D. Y. C.; Chunho, L. I. U. (2008): A Review on the generation, Determination and Mitigation of Urban Heat Island. Journal of Environmental Science-China, 20 (1), pp: 120-128.
13. Mitchell, J., M. (1953): On the Causes of Instrumentally Observed Secular Temperature Trends. Journal of Meteorology, 10, pp: 244-261.
14. Mitchell, D.; Enemark, S. and Molen P. V. D. (2015): Climate Resilient Urban Development: Why Responsible Land Governance is Important. Land Use Policy, 48, pp: 190-198.
15. Morris, C.; Simmonds, I.; Plummer, N. (2001): Quantification of the Influence of Wind and Cloud on the Nocturnal Urban Heat Island of a Large City. Journal of Applied Meteoral, 40 (2), pp: 169-182.
16. Oke, T. R. (1982): The Basis of the Urban Heat Island. Journal of the Royal Meteorological Society, 108, pp: 1-24.
17. Paulina, W.; Poh-Chin, L. and Melissa H. (2015): Temporal Statistical Analysis of Urban Heat Island at the Microclimate Level. Procedia Environmental Science, 26, pp: 91-94.
18. Rajagopalan, P.; Lim, K. C. and Hamei, E. (2014): Urban Heat Island and Wind Flow Characteristics of a Tropical City. Solar Energy, 107, pp: 159-170.
19. Rangzan, k., Firouzi, M. A., Taghizadeh, A., and mehdizadeh, R. (2011): Investigating and Analyzing the Role of Land Use in the Formation of Heat Islands Using R.S and GIS- a Case of Ahvaz City. The first Conference on The Application of GIS in Economic, Social and Urban Planning, Tehran, Iran. (In Persian)
20. Shahali, J, and Sanaei, M. (2010): Analysis Urban Network Path in Convert by City Morphology, Journal of Human Geography, 2 (3), pp: 137-152. (In Persian)
21. Shiraz Detailed Planning Report (2004): Pardaraz Consulting Engineers. (In Persian)
22. Shiraz Detailed Planning Report (2007): Shahr-o-Khaneh Consulting Engineers. (In Persian)
23. Wang Cheung, H. K. (2011): An Urban Heat Island Study for Building and Urban Design. A Ph.D. Thesis, University of Manchester.
24. USA Environmental protection Agency. (2015): Available at https://www.epa.gov/heat-islands. Retrieved February 21, 2015.
25. Varesi, H., Taghvaei, M., and Nematollah, R. (2012): Investigating the Role of Intra-Firm Characteristics in Improving Networking Interactions and their Innovation Capabilities in Tabriz Metropolitan Region. Journal of Spatial Planning, 2 (2), pp: 129-156. (In Persian)


**Internet sources:**


1) Statistical Center of Iran. Available at https://www.amar.org.ir/. Retrieved April 18, 2017.
2) Fars Meteorological Organization. Available at http://www.farsmet.ir/Default.aspx. Retrieved September 8, 2014.
3) http://solargis.info/. Retrieved September 14, 2016.
4) http://www.c3headlines.com/global-warming-urban-heat-island-bias. Retrieved September 14, 2016.