

## راهکارهای سهم بنا در کاهش پدیده جزایر گرمایی شهرها در اقلیم گرم و خشک

الهه محمدرضائی\*

دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، مؤسسه آموزش عالی دانش پژوهان

[e\\_mohamadrezaei@yahoo.com](mailto:e_mohamadrezaei@yahoo.com)

فریناز گلی

فارغ التحصیل لیسانس عمران، دانشگاه آزاد اسلامی خمینی شهر

[ffarinazgolii@gmail.com](mailto:ffarinazgolii@gmail.com)

شاهرخ سلطانی نیا

دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشگاه آزاد علوم تحقیقات تهران

[niasarm@yahoo.com](mailto:niasarm@yahoo.com)

مجید موزون

[majid.mozoon@gmail.com](mailto:majid.mozoon@gmail.com)

دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

### چکیده:

در عصر حاضر افزایش دمای کلان شهرها به یک مسئله ی اساسی تبدیل شده است. این افزایش دما در هسته ی مرکزی شهرها به دلیل تغییر تعادل گرمایی در فضای اطراف شهرها می باشد. گسترش شهرنشینی، افزایش جمعیت در شهرهای بزرگ و رشد فعالیت های صنعتی به دلیل مصرف سوخت های فسیلی باعث ایجاد آلودگی در "جو" از جمله تولید گاز ازن و افزایش ترکیبات زیانبار گوگردی و دیگر آلاینده های آسیب رسان در سطح زمین می شود که به موجب آن تغییرات بزرگی بر خرد اقلیم مناطق شهری بوجود آمده است که این عوامل سبب تشدید پدیده «جزیره گرمایی» شده است. در این پژوهش سعی بر آن است به مبدا و منشاء مفهوم جزایر گرمایی، تعریف و بررسی عوامل مؤثر بر شکل گیری جزایر گرمایی در شهرها و بخصوص مراکز شهری، به عنوان یکی از عواملی که بر ایجاد شرایط نامطلوب زیست محیطی شهری بسیار تأثیر گذار است و ارائه روش هایی کاربردی در راستای جلوگیری از ایجاد جزایر گرمایی و کنترل آن پرداخته شود. در نهایت راهکارهایی به منظور کاهش این پدیده در شهرهای بزرگ ارائه می گردد.

**کلید واژگان:** اقلیم، جزیره گرمایی، توسعه پایدار، محیط زیست شهری.

رفت و آمد و کوتاه کردن مسیرها و متعاقب آن کاهش آلودگی و گازهای گلخانه‌ای، یعنی همین عواملی که موجب افزایش گرمای زمین می‌شود و این سبک زندگی باعث کاهش سوختهای فسیلی، هزینه‌های حمل و نقل، هزینه‌های گرمایش و آلودگی است. مسائل این پدیده نه تنها سیاست‌های شهرسازی را به طور وسیعی تحت الشعاع قرار داده، بلکه تبعات حاصل از آن در تشدید مسائل اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، مدیریتی و محیط زیستی جوامع نقش اساسی داشته است. در مورد کاهش اثر جزایر حرارتی در حوزه معماری ساختمان به طور خاص، تاکنون در داخل کشور تحقیقات زیادی صورت نگرفته است. هر چند در حوزه شهرسازی مرتبط با این موضوع مقالات نسبتاً خوبی وجود دارد ولی بیشتر به بررسی چگونگی ایجاد این پدیده در شهر پرداخته شده است. در این پژوهش با استفاده از مطالعات انجام گرفته در حوزه جزایر حرارتی شهری و شناسایی عوامل مرتبط با موضوع ساختمان به شناسایی راهکارهایی در جهت مقابله با آن پرداخته شده که به صورت اصولی اساسی، در جهت کاهش اثر این پدیده شهری در اختیار طراحان معمار ساختمان قرار می‌گیرد.

## ۲- مفهوم جزیره گرمایی

شهرنشینی، تغییر نوع پوشش زمین در منطقه شهری و در نتیجه شرایط ممتاز آب و هوایی "آب و هوای شهری" نامیده می‌شود. آب و هوای شهری از مناطق اطراف شهری؛ دما، رطوبت، سرعت و جهت باد و میزان بارندگی متمایزی دارد. این تفاوت‌ها عمدتاً به دلیل تغییرات پوشش سطوح طبیعی با تعداد زیادی پارکینگ، توده بتن، آسفالت جاده‌ها و غیره است و در نتیجه، جذب بیشتر انرژی تابش خورشیدی، ظرفیت حرارتی و هدایت بیشتر است. شهر تحت تاثیر محیط حرارتی قرار می‌گیرد و این امر منجر به ذخیره سازی حرارت در طول روز و آزاد سازی آن در طول شب می‌شود. این

## ۱- مقدمه:

توسعه فیزیکی شهرها فرآیندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاها ی کالبدی آن در جهات عمودی و افقی، از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابد و در نتیجه، سیستم‌های شهری با مشکلات عدیده‌ای مواجه خواهد شد. فرآیند توسعه، امری طبیعی است ولی این روند باید برنامه ریزی شده باشد. ساختمان به عنوان جزئی از کل شهر باید به گونه‌ای باشد که کمترین تاثیرات ممکن را در جهت افزایش دمای شهر و ناپایداری داشته باشد. با در نظر گرفتن یک سری اصول در احداث ساختمان‌ها و محیط اطرافشان می‌توان تا حدودی از افزایش جزایر حرارتی شهری جلوگیری کرد. یکی از بزرگترین تهدیدات توسعه شهرنشینی پدیده "جزیره حرارتی"<sup>۱</sup> است. این پدیده ناشی از گسترش نابودی پوشش‌های طبیعی سطح زمین است که جای خود را به جاده‌ها، ساختمان‌ها، کارخانه‌ها و سایر تاسیسات شهری می‌دهد. بر اساس تحقیقات انجام شده در مورد این پدیده، تابش نور خورشید رسیده به شهر، در بین ساختمان‌های شهری به دام می‌افتد و دمای سطوح را افزایش می‌دهد و شب هنگام که هوا سردتر می‌شود این سطوح دیرتر دمای خود را از دست می‌دهند و باعث بیشتر شدن دمای هوا در مناطق شهری نسبت به مناطق حومه شهر می‌شود. به همین خاطر آن را بیشتر یک پدیده شبانه با نمایش حداکثر مقداری تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌دانند (رحمتی، حیدری، و بمائیان، ۱۳۹۵). از آنجایی که مصرف انرژی برای حمل و نقل و آلودگی‌های محیطی ناشی از آن در شهرها دو موضوع اصلی در رابطه با پایداری محسوب می‌شوند، نقش شهر و نواحی شهری به طور مستقیم و شهرسازی و ساخت فیزیکی شهرها به طور غیر مستقیم و سهم آنها در ناپایداری موجود، به سرعت، توجه جدی محافل علمی و حکومتی و برنامه ریزان شهری و ... را به خود جلب کرده است (مثنوی، ۱۳۸۱، ۹۰). هیلمن<sup>۲</sup> معتقد می‌باشد که متراکم کردن شهرها، راهی است برای کاهش میزان

<sup>۲</sup> Hilmen

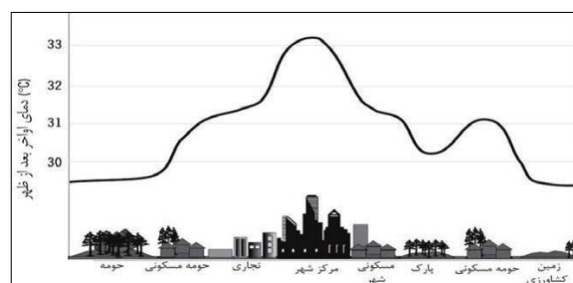
<sup>۱</sup> Heat Island Effect

مرگ و میرها دچار مشکل می شوند. همچنین در مقایسه با مناطق روستایی، مناطق شهری از آمار بیشتری در مرگ و میر حاصل از گرمزدگی برخوردارند و در واقع تأثیر جزایر گرمایی در تابستان، یکی از عواملی است که باعث افزایش دمای بدن تا جایی می شود که تهدیدی برای سلامت عموم می گردد. در نتیجه، اثرات مضر حاصل از آن در تابستان بیشتر از فواید آن در زمستان می باشد و اغلب راهبردهای جزایر گرمایی می تواند همراه با کاهش اثر جزایر گرمایی تابستانی به همراه از بین بردن فواید زمستانی آن باشد (قریبی، ۱۳۹۱). البته لازم به ذکر است در صورت رعایت اصول و راهکارهایی که در ادامه بررسی می شود، علاوه بر اینکه از به وجود آمدن آن در فصول گرم جلوگیری می شود، می توان تا حدودی در طول فصول سرد از مزایای آن نیز بهره جست.

## ۲-۱- بررسی وضعیت جزیره گرمایی شهری در اقلیم گرم و خشک

شهرها از تغییرات آب و هوایی که عبارتند از درجه حرارت های افزایش یافته در هسته های اصلی و مراکز شهرها و پدیده ای که عمدتاً به عنوان جزیره گرمایی شهری شناخته شده است، رنج می برند. شهرهایی با اقلیم گرم و خشک در فصول گرم از تأثیر جزیره گرمایی شهری بیشتر رنج می برند که خود عاملی بر افزایش بیماری و مرگ میر و استفاده بیش از اندازه انرژی جهت خنک کردن ساختمان ها در این مناطق می باشد. کنترل جزایر حرارتی شهری از مهمترین نگرانی ها برای بهبود راحتی و سلامت انسان بخصوص در مناطق با آب و هوای گرم و خشک است (Bencheikh and Rchid, ۲۰۱۲). همانطور که پیش از این اشاره شده است، کانسپت شهر، شکل هندسی، مصالح شهری و فعالیت های انسانی باعث افزایش درجه حرارت در مرکز شهر می گردد، مگر آنکه شهر تغییر بیابد و در غیر اینصورت با توسعه شهر بازم شاهد ادامه روند افزایش دما خواهیم بود (Krause et al, ۲۰۰۴). تغییر دادن ساختار شهری امری ناممکن و غیرمحمتمل می باشد و تلاش در جهت کاهش درجه حرارت نیازمند احداث پارک

دگرگونی ها که به علت گسترش شهرنشینی است که به "جزایر حرارتی شهری" منجر می شود. جزیره حرارتی شهری به افزایش درجه حرارت هوای شهر بیش از مناطق حومه شهری بر می گردد و این تفاوت به طور کلی بیشتر در شب هنگام است. دلیل اصلی این پدیده از دست دادن سریعتر گرما و سرد شدن سطوح در مناطق حومه شهر نسبت به مناطق متراکم شهری است (Bencheikh and Rchid, ۲۰۱۲). در شکل (۱) این تفاوت دمایی در اواخر بعدازظهر نشان داده شده که این تفاوت دمایی شب هنگام بسیار بالاتر خواهد بود.



شکل شماره (۱). مشخصات جزایر حرارتی (مآخذ: Chappell, ۲۰۰۹)

در طی فصل تابستان، در کنار فرآیند جذب پرتو فرابنفش و گسیل فروسرخ، در هر منطقه، سقف ساختمان ها، خیابان ها و سطوح تیره رنگ، گرما را جذب نموده و با طول موج بالای هوا گسیل می کنند. گرمای گسیل شده، دمای منطقه مسکونی را تا حدود ۲ الی ۱۴ درجه سانتی گراد افزایش می دهد و سبب تشدید پدیده جزیره گرمایی می گردند (رمضانی و دخت محمد، ۱۳۸۹، ۸۴). اثر جزیره گرمایی شهری یک فاکتور بسیار مهم برای مدیریت کیفیت هوا و بهداشت عمومی در شهرنشینی می باشد (solechi, ۲۰۰۴, et al). در هنگام زمستان، برخی شهرهای نواحی سردسیر می توانند از حرارت ناشی از جزایر حرارتی در جهت کاهش مصرف انرژی گرمایی لازم و نیز آب شدن یخ و برف جاده ها استفاده کنند ولی در تابستان، به دلیل مشکل تهویه هوا، افزایش آلودگی هوا و نشر گازهای گلخانه ای و بیماری های مرتبط با آن و در نتیجه، افزایش

توپوگرافی شهر، کاربری های زمین شهری، وضعیت هوا (مبین، ۱۳۸۴)، اندازه جمعیت، ساخت و تراکم شهر (Shahgedanova, ۳۷، ۱۹۹۸)، مقدار گرمای مصنوعی و میزان افت دما در مناطق روستایی (Oke, ۱۹۷۴:۵۱) قرار می گیرد. همانطور که قبلاً ذکر شد، تشکیل جزایر حرارتی شهری در مقیاس کلان مربوط به نحوه شهرسازی است که همراه برخی از عوامل هواشناسی شامل پارامترهایی می باشد که به صورت خلاصه در جدول (۱) بیان شده و در شکل (۲) روند تشدید اثر جزایر حرارتی با استفاده از دیاگرام نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می کنید، برخی از عوامل در جهت کاهش اثر جزایر حرارتی در صورتی که برنامه ریزی شده نباشد حتی می تواند نتیجه ای عکس داشته باشد به عنوان مثال، اگر اصول درست طراحی متناسب با تهویه رعایت نشود، باد می تواند به صورت عکس (عامل تشدید) عمل کند (رحمتی، حیدری، و بمائیان، ۱۳۹۵). با توجه به اینکه بزرگترین اختلاف دمای شهر و روستا در شرایطی دیده می شود که باد نمی وزد و آسمان صاف است در نتیجه روز آفتاب گیر و شب هنگام هوا به سرعت سرد می شود. تأثیر باد باعث ضعیف شدن جزایر گرمایی و پایین آمدن دما در مسیر وزش باد می شود. باد دارای یک سرعت بحرانی است که بیش از آن سرعت جزیره گرمایی پدید نمی آید و این سرعت بحرانی تابعی از اندازه و جمعیت شهر است (مرید صداقت، ۱۳۹۲).

های کوچک متعدد در سطح شهر خواهد بود. این تغییر می تواند به معنای تخریب و نابود کردن ساختمانها بوده و تغییر بنیادی شهرها را در پی دارد. از طرف دیگر، اگر این تغییرات، قابلیت و توانایی پایین آوردن درجه حرارت شهری را داشته باشد و بتواند در مقیاس ساختمانی صورت بگیرد، بر روی برنامه ریزی شهری تأثیری نخواهد داشت. اگر ماهیت ساختمان شهری دستخوش تغییر شود، می تواند از تمرکز جزیره ی گرمای شهری یا افزایش درجه حرارت جلوگیری کند. مهمترین اثر افزایش درجه حرارت عبارتند از ضریب انعکاس<sup>۳</sup> پایین و کمبود یا عدم وجود سطوحی که قابلیت تنفس داشته باشند. اگر ساختمان های شهری با موادی پوشش داده شوند که دارای ضریب انعکاس بالایی باشند یا آنکه با گیاهان سبز پوشش داده شوند، درجه حرارت را به طور کاملاً مؤثری در دیگر شهرهای مشابه با اقلیم کلان شهر اصفهان می توان پایین می آورد (صفائی و عربی، ۱۳۹۵).

## ۲-۲- عوامل مؤثر در تشکیل جزایر گرمایی

مقدار متوسط رطوبت نسبی در شهرها بین ۳۰٪ تا ۳۵٪ کمتر از روستاهای اطراف بوده و این مقدار در طی شب همچنان تشدید خواهد شد. آلودگی گردش هوا در شهرها به شدت از ناهمواری سطوح تأثیری می پذیرند. در طول شب هوای گرم سطوح شهری صعود نموده و هوای سرد نواحی پیرامونی جای آن را می گیرد، در نتیجه ی این عمل چرخش هوا بوجود می آید. این شرایط در مقیاس میکرو مشابه مدل چرخش هدلی<sup>۴</sup> است و در واقع مبین رانش گرمایی از شهر به سوی نواحی پیرامونی است. یکی از نتایج مهم گردش جریان هوا بین شهر و نواحی پیرامونی اطراف آن، تشکیل پدیده ی هاله ی دود یا تونل آلودگی می باشد. همچنین ازدوهای ناشی از آگروز اتومبیل ها و دودکش های صنعتی، ذراتی خارج می شوند که وقتی با صعود هوا در نتیجه ی جزیره ی گرمایی به ابرها می رسند، بر میزان بارش می افزایند. (عشقی، ابوالفضل، وهادی قنبرزاده، ۱۳۸۲). شدت جزیره گرمایی تحت تأثیر عواملی مانند:

<sup>۴</sup> Hadly Circulation

<sup>۳</sup> Albedo

جدول شماره (۱) اثر عوامل هواشناسی و پارامترهای شهری در جزیره گرمایی شهر

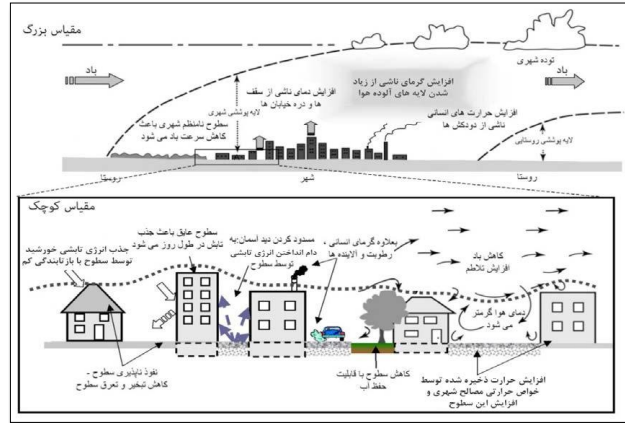
عوامل		اثرات احتمالی	
عوامل هواشناسی	درجه حرارت	از آنجا که شرایط فعلی هواشناسی در ارتباط با افزایش جزایر گرمایی و همسو با مناطقی است که آلودگی شدیدی در شهر دارد، در آینده این دماهای بالاتر و تغییرات در پوشش ابر می تواند منجر به نرخ بالاتری از تشکیل مه دود گردد و باد با سرعت پایین تر می تواند منجر به نگه داشتن آلاینده های غلیظ بر روی مناطق شهری شود.	
	پوشش ابر		
	باد		
پارامترهای شهری	موقعیت شهر	کوه، ارتفاعات	
		توپوگرافی	
		رودخانه و آب	
	ابعاد شهر		افزایش ابعاد شهر باعث بالاتر رفتن جمعیت و تراکم می شود. دو عامل از عواملی که باعث ایجاد پدیده جزایر حرارتی می شود بستگی به اندازه و تراکم جمعیت و استانداردهای زندگی آنها (ترافیک فضایی، شدت حرارت در زمستان و تهویه مطبوع در تابستان و کارخانه های صنعتی) دارد.
	تراکم در مناطق ساخته شده	پوشش زمین	درصد پوشش زمین با ساختمان ها در یک منطقه از عوامل مرتبط با ارزیابی اثر آب و هوای شهر می باشد. برخی از جزئیات معماری ساختمان مثل رنگ سقف ساختمان، اثر ساختمان ها بر روی تعادل تابشی شهری و دمای شهری را تغییر دهد.
		فاصله بین ساختمان ها	فاصله بین ساختمان ها در طول خیابان ها و یا در داخل یک بلوک شهری تا حد زیادی بر شرایط تهویه موثر است. این اثر بر روی قسمت های داخلی و خارجی منزل خواهد بود.
		ارتفاع ساختمان	ساختمان های بلند در کاهش سرعت باد روی سطح زمین بیشتر از ساختمان های کوتاه دخالت دارند.
	مهندس شهری		۱. افزایش اصطکاک ایجاد شده توسط یک سطح ناصاف شهری جریان هوای افقی در شهر را کاهش می دهد. ۲. هندسه پیچیده ای از سطح شهر باعث تغییر بودجه تابش شهری است. در طول روز دیواره های عمودی دره عمیق و باریک ساختمان ها تله موج کوتاه تابشی است. شب هنگام از دست دادن انرژی مادون قرمز (فرو سرخ) نیز عقب افتاده که به دلیل کاهش ضریب دید آسمان ۵ در زیر سطح سقف ساختمان ها است.
	میزان جمعیت		جمعیت بیشتر باعث افزایش سالانه میلیون ها کیلو کالری انرژی در حرارت گرمایی شهری ناشی از فعالیت های بیولوژیکی است. تولید مقدار زیادی از انرژی این فعالیت ها باعث افزایش جزایر حرارتی است. شدت جزایر حرارتی در سطح کلان با سرعت باد نسبت معکوس دارد. با این حال، جریان باد شهری در سطح کلان معمولاً ضعیف است.
	حرارت انسانی		گرم کردن فضا، تولید، حمل و نقل، روشنایی و متابولیسم بدن انسان و حیوان باعث گرم شدن فضای شهری به وسیله هدایت، همرفت و تابش است.
سطح عایقی		۱- ساختمان ها و خیابان های سنگ فرش شده به سرعت بارش را در کانال آبریز ریخته و باعث ایجاد کسری تبخیر در شهر می شود، ۲- پوشش سطوح شهری انتقال حرارت محسوس و سرکوب شار گرمایی نهان را افزایش می دهد.	
استفاده زمین		انواع مختلف استفاده از زمین (تجاری، مسکونی، صنعتی، پارک ها، فرودگاه ها و غیره) تاثیرات متفاوتی در آب و هوای شهری دارد. افزایش تمرکز جمعیت در یک منطقه از شهر (منطقه تجاری) و گرمای انسانی می تواند از مهم ترین عوامل برای تولید گرما باشد.	

°SVF (Sky View Factor)



گلخانه عمل می‌کند، اجازه می‌دهد که پرتوهای با طول موج کوتاه وارد شوند اما جلوی خروج پرتوهای با طول موج بلند را می‌گیرد. این روند موجب افزایش دمای جو می‌شود که اثر گلخانه ای نامیده می‌شود. جو باعث می‌شود که دمای کنونی زمین (با میانگین ۱۵ درجه سانتیگراد) ۳۳ درجه گرمتر از حالت بدون جو باشد. برای نمونه در کره ماه که جو وجود ندارد، میانگین دمایی سطح آن ۱۸ درجه سانتیگراد با اختلاف درجه بیشینه و کمینه بسیار زیاد است.

آب و هوای کره زمین، هنگامی که انرژی ذخیره شده در سیستم اقلیمی تغییر کند، دگرگون می‌شود. مهم‌ترین تغییر هنگامی رخ می‌دهد که تعادل انرژی کلی میان انرژی وارد شده از سوی خورشید و گرمای خارج شده از زمین برهم بخورد. برای نگهداری این تعادل چند راهکار طبیعی، برای نمونه افت و خیز مدار زمین، دگرگونی در چرخه اقیانوس‌ها و تغییر ترکیب جو زمین، در کارند. در دوران کنونی تغییر ترکیب جو زمین نه با عوامل طبیعی بلکه به وسیله آلودگی‌های حاصل از فعالیت‌های صنعتی بشر تغییر یافته، که از همه فراگیرتر گازهای گلخانه‌ای و ذرات معلق در هوا هستند. دانشمندان در مورد تعادل جهانی انرژی هشدار می‌دهند که در نهایت باعث برهم خوردن مکانیزم تغییر اقلیم می‌گردد. تغییر در اقلیم، تغییر در میزان آلاینده، به ویژه ازن و دی‌اکسید گوگرد در نقاط خاص، را به دنبال دارد. افزایش ازن در سطح زمین برای تندرستی انسان بسیار زیان‌آور است و به ویژه به دستگاه تنفسی و بینایی آسیب می‌رساند. علاوه بر آن، از آنجائی که ازن به سادگی با مولکول‌های دیگر ترکیب می‌شود و آن‌ها را اکسیدزا می‌کند، به شدت به بافت‌های زنده گیاهان و جانوران آسیب می‌رساند. ازن سطح زمین یک آلاینده کلیدی است که به ویژه در روزهای بدون ابر تابستان در شهرهای بزرگ سراسر جهان وجود دارد و ایجاد و افزایش آن، با اثر پدیده جزیره گرمایی شهر، پیوندی تنگاتنگ و ناگسسته‌ای دارد. یعنی میزان ازن سطح زمین با گرمای محیط، پدیده جزیره گرمایی شهر، افزایش می‌یابد (مرید صداقت، ۱۳۹۲).

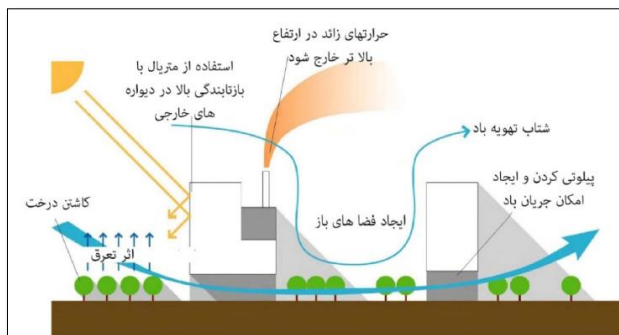


شکل شماره (۲). روند تشدید جزایر حرارتی

## ۲-۳- اثرات جزیره گرمایی در شهرها

نخستین اثر مهم پدیده جزیره گرمایی، افزایش سرانه بار مالی به ویژه در ماه‌های گرم سال و در مناطق مرکزی شهر ناشی از وسایل خنک‌سازی می‌باشد. دوم اینکه پدیده جزیره گرمایی نمایانگر کمبود شدید گیاه است. کمبود گیاه معمولاً خود موجب بروز مشکلات دیگری از جمله افزایش سطح آلاینده‌های گوناگون در هوای شهر، آلوده شدن، هز آب شدن و سرانجام از دست رفتن آب بارندگی‌ها، افزایش آلودگی صوتی، افزایش مشکلات روانی و ... می‌شود. خورشید، که تنها منبع گرمایی خارج کره زمین است، تابش خود را به صورت پرتوهای کوتاه موج مرئی و پرتوهای فرابنفش UV به سوی زمین گسیل می‌کند. از پرتوهای رسیده حدود ۲۵٪ توسط سطوح فوقانی ابرها به سوی فضا بازتابش می‌شوند. بقیه این پرتوها در زمین جذب شده و سطح آن را گرم می‌کند. زمین مقدار قابل توجهی از انرژی دریافت شده از خورشید را به فضا تشعشع می‌کند. اما از آنجائی که زمین از خورشید بسیار سردتر است، بنابراین انرژی دوباره گسیل شده به فضا هم به مراتب ضعیف‌تر است. گازهای گلخانه‌ای همچون بخار آب، دی‌اکسید کربن، متان و اکسیدهای نیتروژن پرتوهای فروسرخ تشعشع شده از سطح زمین را فراچنگ می‌آورند. جو زمین همانند شیشه‌های

که در شکل شماره (۳) به صورت دیافراگمی تقریبی نشان داده شده است.



شکل شماره (۳) دیافراگم از نحوه کاهش اثر جزایر حرارتی (Che-Ani et al. ۲۰۰۹)

#### ۲-۴-۱- ساختمان های آجری

در ساختمان های آجری گرمای ویژه بسیار نزدیک به خاک و در ساختمان های سیمانی و بتنی گرمای ویژه نزدیک به فلز است. در برابر تغییر و دگرگونی دما، اولی پایدارتر و دومی بسیار ناپایدار است. سودجستن از ساختمان های آجری، با بررسی و در نظر داشتن کلیه عوامل مهندسی، به ویژه ایمنی و زلزله، جدای پیشگیری از برخی مسائل روانی که به علت زندگی در ساختار بتنی پیش می آید، به دلیل کاهش اثر پدیده جزیره گرمایی، باعث صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش بسیاری از هزینه های جاری کشور خواهد شد. هم چنین عایق بندی گرمایشی ساختمان ها و استفاده از شیشه های دوجداره علاوه بر جلوگیری از ورود آلودگی های صوتی و هواریزها، کمک بزرگی در جهت کاهش اثر پدیده جزیره گرمایی شهر تهران خواهد شد.

#### ۲-۴-۲- ساختمان هایی با انرژی کم

پژوهشی که توسط هوی<sup>۶</sup> در سال ۲۰۰۱ به مفهوم ساختمان هایی با انرژی کم در شهرهایی با تراکم بالا و مناطق پر جمعیت پرداخت، نمونه مورد بررسی، شهر هنگ کنگ می باشد که در آن وضعیت انرژی با تراکم بالا رامورد بررسی قرار دادند. نتایج

#### ۲-۴- راهکار های سهم بنا در کاهش جزیره گرمایی شهرها:

توسعه و شهر سازی باید بر مبنای اصولی خاص باشد. عوامل بسیاری در افزایش جزایر حرارتی تاثیر دارد که برخی از آنها مهم تر هستند. مهمترین دلیل این افزایش، بازتاب کم سطوح و نبود سطوح تعرق است. اگر ساخت و ساز های شهر با مواد با خاصیت بازتاب بالا یا سطوح گیاهی پوشیده باشد، درجه حرارت را می توان کاهش داد که تاثیر زیادی بر کاهش جزایر گرمایی دارد (Che-Ani et al. ۲۰۰۹). اقدامات برای کاهش اثر جزایر حرارتی و ایجاد فضای زندگی شهری پایدار یکی از موضوعات پیچیده و وسیعی است که در دهه های اخیر مورد توجه سازمان های مختلف قرار گرفته شده است. کیفیت حرارتی محیط زندگی شهری به یک موضوع مهم محلی تبدیل شده است که سلامت و سرزندگی شهروندان از آن متاثر می باشد. این مهم با طراحی و برنامه ریزی های درست در مقیاس خرد و کلان صورت می گیرد که علاوه بر خلق آسایش حرارتی مورد نظر، از هدر رفتن انرژی هایی که در جهت رفع این کمبود مصرف خواهیم کرد، جلوگیری می کند (Ooka ۲۰۱۰). مصرف انرژی در محیط های شهری تقریباً می تواند در دو بخش اصلی (حمل و نقل و ساختمان) تقسیم شود. مصرف انرژی مربوط به ساختمان که عمدتاً وابسته به شرایط شهری آب و هوا و میکرو مقیاس ساختار درونی شهر است، به طور عمده پیکربندی محله ها، فضاهای شهری و مورفولوژی ساختمان (طراحی) و مواد (تکنولوژی) به کار رفته در آنها می باشد (Arboit, ۲۰۰۸, ۱۷۳۳). همانطور که در تشکیل جزایر حرارتی شهری در مقیاس کلان مربوط به نحوه شهرسازی (ساختمان) می باشد، راهبردهایی در جهت کاهش جزیره گرمایی و پایداری شهر ارائه شده، می توان به نمونه های زیر اشاره داشت

<sup>۶</sup> Hui

۱. موادی با رنگ روشن و دارای خلل و فرج و ساختاری مشبک که دارای بازتاب فضایی بالاتر هستند و انرژی خورشید را کمتر جذب کرده و راحت تر خشک می شوند و سایه هایی به رنگ سفید، بژ، خاکستری کمرنگ ایجاد می کنند.

۲. نوع دیگر آن دارای قابلیت نفوذ خاصی می باشد، که به عنوان فیلتر زمین جهت نگه داشتن سرمای کف آن کمک کرده و زمین را مرطوب نگه می دارد و از مواد سیمانی، پلاستیک و یا حتی آسفالتی با جنسیت خاص و ساختاری مشبک تهیه شده و خلل و فرج آن توسط خاک، شن، ماسه و علف هرز پر می شود و بدین ترتیب رطوبت را در خود حفظ می کنند.

## ۲-۴-۵- ایجاد جریان باد و تهویه

رعایت ارتفاع مناسب برای ساختمان ها نسبت به فاصله بین آنها و حداکثر طول نمای پیوسته H/L/LP از مهمترین عوامل در جهت عدم جلوگیری از باد های موجود خواهد بود. قرارگیری ساختمان ها و درخت ها هماهنگ با باد و مسیر تهویه و پیلوتی کردن ساختمان ها امکان تهویه محلی را فراهم می کند. برج های خنک کننده در ساختمان های بلند (آتریومی بودن پلان) که یکی از ویژگی های آن ایجاد عمل نشست گرما به صورت طبیعی خواهد بود، امکان تهویه درفضاهای داخلی را فراهم می کند. برخی بادگیرهای سنتی مناطق مرکزی ایران نیز عملکردی این چنین داشته اند. خارج کردن دودهای گرم در قسمت های بالاتر نسبت به ساختمان از تجمع گرما در نقاط پایین تر شهر جلوگیری می کند.

## ۲-۴-۶- ایجاد رطوبت و استفاده از خاصیت گرمای

### نهان:

از برج های خنک کننده داخلی ساختمان ها (آتریومی) به همراه آب فشان ها و در محوطه اطراف از آب و آبنما، آب پاش ها (هماهنگ با مسیر تهویه) و مصالح با قابلیت حفظ آب (در کف سازی) برای ایجاد رطوبت در فضا استفاده شود. بام سبز (باغ بام)،

حاصل از این پژوهش گویای این مطلب است که طراحی برای انرژی پایین محیط زیست شهری و ساختمان در مناطق پر جمعیت نیاز به در نظر گرفتن طیف گسترده ای از عوامل چون: محیط شهری، برنامه ریزی حمل و نقل، سیستم انرژی طراحی و معماری و جزئیات مهندسی دارد. از این رو به منظور به حداقل رساندن تقاضا برای انرژی و بهینه سازی عرضه انرژی می بایست به منابع محلی و تجدیدپذیر اتکا نمود. گزینه کارآمد دیگر فرم شهری جمع و جور با منطقه بندی عمودی از طریق خوشه های شهری چند سطحی و چند منظوره برای زندگی در شهرهای متراکم. نکته ای که باید به آن در طراحی ساختمان ها با انرژی کم توجه نمود این است که ملاحظات آب و هوایی به عنوان یک عنصر کلیدی برای به حداقل رساندن استفاده از انرژی برای کنترل محیط زیست شهری. همچنین اقدام به حداکثر رساندن تولید گیاهان با راندمان بالا و منابع تجدیدپذیر برای بالا بردن بهره وری از سطح کل انرژی و مهمترین اقدام آموزش مردم و آگاهی دادن به آنها برای اجرای بهره وری انرژی و سیاست های تجدیدپذیر تا مردم استفاده کم از انرژی را بپذیرند (Hui, ۲۰۰۱).

## ۲-۴-۳- بام های خنک کننده

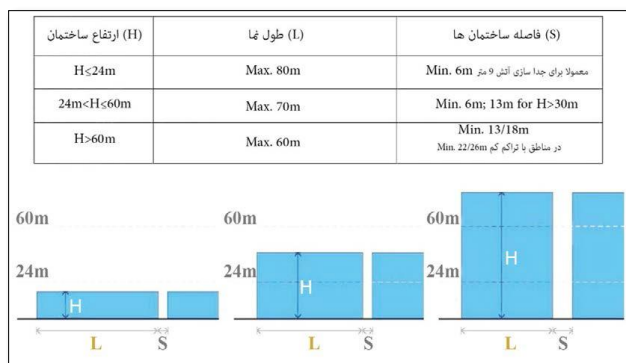
دریک روز گرم تابستانی، مواد به کار رفته در سقف های سنتی، دمای آن را به دمایی بالاتر از ۱۹۰ درجه فارنهایت معادل ۸۸ درجه سانتی گراد می رساند. درحالی که با استفاده از بام های خنک کننده، این مقدار به ۱۲۰ درجه فارنهایت معادل ۴۹ درجه سانتی گراد تقلیل می یابد. استفاده از این بام ها در مناطقی که آلودگی هوا زیاد است، توصیه می گردد زیرا این بام ها سبب پایین آمدن دما در ساعات اوج گرما و کم شدن میزان آلودگی می شود.

## ۲-۴-۴- کفپوش های خنک کننده

مواد موجود در این نوع کفپوش ها، حداقل میزان جذب گرمای هوا و انتقال حرارت به محیط های اطراف را دارا هستند و به دو دسته تقسیم می شوند:



آنها (H) طول نمای پیوسته آنها (LP) می باشد. که در برنامه ریزی های شهری باید مد نظر قرار گیرد و در حوزه معماری نیز باید با توجه به این تناسب ها، ارتفاع و فاصله بلوک ها را از هم مشخص نمود. ضریب نفوذ پذیری ساختمان ها که در شکل های زیر ذکر می شود، با توجه به ارتفاع ساختمان ها و با توجه به جدول شماره (۲) تعیین می شود. تصویر های زیر نحوه محاسبه فاصله ساختمان ها و طول های مجاز را نشان می دهد که نتیجه تحقیق هایی است که در کشور چین با توجه به سیاست های دولت در جهت خلق آسایش حرارتی شهری و حرکت به سوی پایداری صورت گرفته و طی کنفرانسی در سال ۲۰۰۹ راجع به جلوگیری از افزایش جزایر حرارتی شهری ارائه شد و سال ۲۰۱۱ در قالب مقالاتی در کشور آمریکا به چاپ رسیده است (Wong, Ng and Yau ۲۰۱۲).



شکل شماره (۴). فاصله مورد نیاز ساختمان ها از هم با توجه به ارتفاع متفاوت آنها در مین لند چین (Wong, Ng and Yau ۲۰۱۲).

جدول شماره (۲) ارتفاع ساختمان و نفوذپذیری

ارتفاع (H)	ضریب نفوذپذیری (b)	ضریب نفوذپذیری (b)
> 60m	1/2 ال 30%	1/3 ال 33.3%
<= 60m	1/2 ال 30%	1/4 ال 25%
	بزرگتر از 60m 1.0 ال 0.16 < 1/3	1.0 ال 0.16 < 1/3
ارتفاع (H)	ضریب نفوذپذیری (b)	ضریب نفوذپذیری (b)

دیواره های سبز، گذرها با چمن و درخت و پارکینگ های سبز با استفاده از خاصیت تعرق و گرفتن گرمای محیط در خنک سازی محیط موثر است.

### □ درخت ترندگی برای خنک نمودن هوا

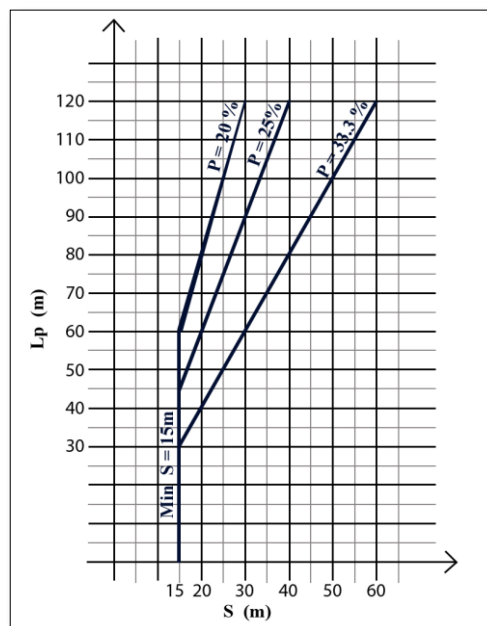
یکی از ساده ترین و ارزان ترین راه های مقابله با اثر جزیره گرمایی، کاشت درختان است. گیاهان، به ویژه درختان، با ایجاد سایه در روی سطح زمین، به طور مستقیم، و بارها سازی رطوبت در جو و افزایش آب در هوا، به طور غیر مستقیم، باعث خنکی شهر می شوند. خنکی مناطق مسکونی در تابستان یعنی صرفه جویی در هزینه های گوناگون، پیش گیری از آلودگی های صوتی با جلوگیری از حرکت امواج صوت، نگهداری و جلوگیری از فرسایش خاک توسط ریشه، گرفتن ضربه ناشی از بارش به ویژه رگبارها و در نتیجه ممانعت از فرسایش خاک، جذب آلاینده های گوناگون از هوا و ... است. با کاشت علمی درختان مناسب، تا ۴۰٪ در اثر سایه درختان و ۳۰٪ به دلیل افزایش رطوبت، کاهش اثر پدیده جزیره گرمایی را به دنبال دارد. و این جدای از تمیزی، زیبایی و طرواتی است که با انبوه درختان به دست می آید. لذا توجه در به کارگیری فضای سبز و درختان مناسب جهت تعدیل هوای شهر از درجه ی اهمیت بالایی برخوردار است. بر اساس مطالعات وزارت مسکن و شهرسازی، سرانه ی متعارف و قابل قبول فضاهای سبز شهری در ایران بین ۷ تا ۱۲ مترمربع برای هر نفر است که در مقایسه با شاخص تعیین شده از سوی محیط زیست سازمان ملل متحد (۲۰ تا ۲۵ مترمربع برای هر نفر)، رقم کمتری است. شهر اصفهان پس از زاهدان و یزد سومین مرکز خشک کشور محسوب می شود، اما هم اکنون اصفهان رتبه ی نخست سرانه ی فضای سبز کشور را با ۲۶ مترمربع فضای سبز به ازای هر نفر در اختیار دارد.

### ۲-۴-۷- ارتفاع ساختمان و نفوذپذیری:

یکی از مهمترین عوامل در جهت مقابله با اثر جزایر حرارتی، رعایت فاصله میان ساختمان ها (S) از هم، نسبت به ارتفاع

تغییر دادن برنامه ریزی شهری، امکان پذیر می باشد. تنها تغییر لازم پوشش سطوح ساختمانها با مصالحی است که یا ضریب انعکاس بالاتری دارند و یا سطوحی که قابلیت تعریق و تنفس را داشته باشند، که هر کدام به نوعی تاثیرات جزیره گرمایی را کاهش داده و سبب کاهش درجه حرارت شهری می شوند. باید توجه داشت که استفاده از پوشش گیاهی به عنوان یک خاصیت خنک کننده موثر در تابستان های گرم و خشک می تواند به کاهش بیشتر درجه حرارت منجر گردد. بنابراین برای رسیدن به این اهداف آرمانی موارد ذیل پیشنهاد می گردد:

- ❖ توجه به جهت وزش بادهای محلی در جانمایی عناصر مختلف مجموعه ی شهری.
- ❖ مشخص نمودن نقاطی که بلند مرتبه سازی مانع عبور جریان هوا و افزایش آلودگی هوا و درجه حرارت شهر می شود و همچنین تعدیل تراکم ساختمانی در نقاطی که نیاز به تقویت کانال های باد وجود دارد.
- ❖ احداث ساختمانها بصورت غیرمتمرکز و پراکنده بمنظور استفاده ی بیشتر از جریان هوا
- ❖ استفاده از سقفهای سبک باعایق حرارتی (ظرفیت گرمایی کم)
- ❖ سقف و نماهای ساختمان به رنگ روشن باشند، به همراه عایق بندی گرمایشی ساختمان و استفاده از شیشه های دوجداره.
- ❖ از آجر بجای بتن با کلیه عوامل مهندسی استفاده کرد.
- ❖ استفاده از درختان و درختچه ها که موجبات افزایش رطوبت نسبی هوا، خنک شدن هوای اطراف فضای سبز، کاهش گردوغبار، و تصفیه ی هوا را فراهم می کند (بعنوان نمونه استفاده از درختان خزان کننده



نمودار شماره (۱) فاصله ساختمان ها از هم (S) طول نمای پیوسته مورد نیاز ساختمان (Lp) نفوذپذیری های مختلف ساختمان ها (P)  
 (Wong, Ng and Yau ۲۰۱۲).

#### نتیجه:

رشد چشم گیر جمعیت شهری و اثرات ناشی از توسعه شهری در شکل گیری پدیده جزیره گرمایی و شدت آن نقش چشم گیری دارد. یافتن و اجرای راهکارهای مناسب در جهت کاهش جزایر گرمایی، کاهش مصرف انرژی، کاهش هدر رفتن منابع و سرمایه، حفظ سلامت جوامع را به دنبال خواهد داشت. به عبارت دیگر مقابله با روند رو به افزایش این پدیده راهی است که کلان شهرها را به سمت پایداری سوق می دهد. بدین ترتیب شهری پایدار با در نظر گرفتن همه ی شاخص های محیط زیستی، اقتصاد، حفظ سلامت جامعه خواهیم داشت. این امر نیازمند خط مشی صحیح و یک برنامه استراتژیک و پایدار است که خود نیازمند حمایت و هم بستگی همه ی سازمان های دولتی و غیر دولتی می باشد. همانطور که اشاره شد، راه هایی که برای کاهش تاثیر جزیره گرمایی در کلان شهرها، وجود دارد بدون

-مرید صداقت، زهرا. اسفند ماه ۱۳۹۲. تحلیل اثرات جزیره گرمایی در شهرها و ارائه راهکارهای مقابله با آن با رویکرد دستیابی به یک شهر پایدار. اولین همایش ملی جغرافیا. تهران: شهرسازی و توسعه پایدار.

-Arboit, M. & Diblasi, A. & Fernandez Llan, J.C. & de Rosa, C. (۲۰۰۸) Assessing the solar potential of low-density urban environments in Andean cities with desert climates: The case of the city of Mendoza, in Argentina, *Renewable Energy* ۳۳, pp: ۱۷۳۳-۱۷۴۸;

-Bencheikh, H. and Rchid, A. ۲۰۱۲. "The Effects of Green Spaces (Palme Trees) on the Microclimate in Arid Zones. Case Study: Ghardaia, Algeria". *Architecture Research*. ۲(۴), pp. ۴۲-۴۶.

-Chappell, R. ۲۰۰۹. "Sustainable Surfaces Track". Sustainable Communities Conference.

-Che-Ani, A.I. and Shahmohamadi, P. and Sairi, A. and Mohd-Nor, M.F.I. ۲۰۰۹. "Mitigating the Urban Heat Island Effect: Some Points without Altering Existing City Planning", *European Journal of Scientific Research* No.۲, pp. ۲۰۴-۲۱۶.

-C. W. L. B. N. T. J. & K. D. Krause, "PREDICTING INFLUENCES OF URBAN DEVELOPMENT ON THERMAL HABITAT IN A WARM WATER STREAM", *Journal of the American Water Resources Association*, pp. ۴۰(۶), ۱۶۴۵, ۲۰۰۴.

-Hui .Sam C.M. (۲۰۰۱) Low energy building design in high density urban cities, *Renewable Energy* ۲۴, PP: ۶۲۷-۶۴۰

-Ooka, R. ۲۰۱۰. "Development of assessment tools for urban climate and heat island mitigation", CPD Lecture.

-Oke, T. R., "Review of urban climatology", ۱۹۶۸-۱۹۷۳" ۱۹۷۴, Secretariat of the World Meteorological Organization (Geneva), ISBN ۹۲۶۳۱۰۳۸۳۶

-Shahgedanova, M., Burt, T.P. and T.D. Davies, "Synoptic Climatology of Air Quality in Moscow", ۱۹۹۸, *Theoretical and Applied Climatology*, ۶۱: ۱۰۲-۸۵

برای ایجاد تابستان خنک و کاج برای گرم کنندگی در زمستان).

❖ تدوین اطلاعات مربوط به مناطق توسعه یافته شهری.

❖ استفاده از اطلاعات توسعه شهری و برنامه آینده در

جهت پیاده کردن یک برنامه استراتژیک مناسب.

❖ الزام کردن همه گروه های ساخت و ساز به اجرای

ضوابط سازمان محیط زیست.

#### منابع:

-رحمتی، مهدی، شاهین حیدری، و محمدرضا بمانیان. ۱۳۹۴.

بررسی راهکارهای طراحی معماری بر کاهش اثر جزایر حرارتی شهری. نشریه انرژی ایران / دوره ۱۹ شماره ۱.

-رمضانی، بهمن و سیده مریم دخت محمد، ۱۳۸۹، «شناخت

محدوده مکانی تشکیل جزیره گرمایی در شهر رشت» فصلنامه جغرافیایی چشمانداز زاگرس، سال دوم، شماره ۴.

-صفایی، بهزاد، و روزبه عربی. ۱۳۹۵. نقش بام های خنک در مقابله با اثر جزیره گرمایی شهری در تهران و شهرهای با اقلیم مشابه. چهارمین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم جغرافیا و برنامه ریزی، معماری و شهرسازی.

-قربی، میترا. ۱۳۹۱. تاثیر معماری و شهرسازی معاصر بر ایجاد جزایر گرمایی. دومین همایش ملی اقلیم. ساختمان و بهینه سازی مصرف انرژی.

-عشقی، ابوالفضل و هادی قنبرزاده. ۱۳۸۲. مبانی میکروکلیماتولوژی و آب و هوای محلی. مشهد: انتشارات آزاد.

-مبین، محمد حسین. ۱۳۸۴. جزوه درسی جغرافیای طبیعی شهر (اقلیم و هیدرولوژی). یزد: دانشگاه یزد.

-مثنوی، محمدرضا. ۱۳۸۱. توسعه پایدار و پارادایم های جدید توسعه شهری: «شهر گسترده» و «شهر فشرده». فصلنامه محیط شناسی، شماره ۹۰.

-Wong, K , Ng, E. and Yau, R. ۲۰۱۲. “Urban Ventilation as a Countermeasure for Heat Islands toward Quality and Sustainable City Planning in Hong Kong”, Journal of Heat Island Institute International Vol.۷-۲, pp. ۱۱-۱۷.

-Solecki, D.& William, C. & Gregory, P. & Mark, Ch. & Richard, G. & Alex, P. (۲۰۰۴) Urban Heat Island and Climate Change: An Assessment of Interacting and Possible Adaptations in the Camden, New Jersey Region, Environmental Assessment and Risk Analysis Element, Research Project Summary, pp: ۱-۴;

**Abstract:**

*Megacities demonstrate higher temperature which is one of the most critical challenges of our times. The changes in thermal equilibrium is the main reason for increasing temperature in the area to the surroundings of the core center of city. Urbanization, Urban population growth and Increase in industrial activities will rise the rate of air pollutant such as O<sub>3</sub> and SO<sub>x</sub> as a result of usage of fossil fuels and consequently Urban Heat Island (UHI) phenomenon will heighten. This study investigates UHI characteristics as one of the adverse environmental condition and suggests some feasible mitigation strategies in order to reduce the air temperature in megacities.*

**key words:** Urban Heat Island, Climate Change, Sustainable Development, Urban Environment