Archive of SID

پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۹
ص. ۲۸۱-۲۶۳
DOI: 10.22059/jhgr.2018.263461.1007759

امکان‌سنجی بهره‌گیری از استراتژی‌های سازگاری و کاهش اثر در مقابله با جزایرگرمایی شهری (مطالعهٔ موردی: کلان‌شهر تهران)

کاظم برهانی* – پژوهشگر دکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس
صدراله گودرزی– کارشناس‌ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید بهشتی
شیوا اسمعیلی– کارشناس‌ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور اردکان یزد

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۵/۲۹ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۰۸/۰۶

چکیده

امروزه، شهرها با ساخت‌وسازهای به‌هم‌فشرده و وجود انواع فعالیت‌ها به‌ویژه در بخش مرکزی کاملاً بر اقلیم خود و پیرامون اثر گذاشته‌اند و به افزایش حرارت شهری و ایجاد جزایر گرمایی منجر شده‌اند که دارای آثار سوء بر زیست شهری است. در مقابله با مضرات جزایر گرمایی شهری، استراتژی‌های کاهش اثر و سازگاری توسط مطالعات پیشنهاد شده است. امکان اجرای هر یک از این استراتژی‌ها در شهرهای مختلف جهان، باتوجه‌به امکانات و ظرفیت‌های موجود آن‌ها، متفاوت است که مطالعهٔ امکان‌سنجی مسیر مشخصی را برای مدیریت شهری برای مقابله با جزایر گرمایی مشخص می‌کند. هدف از این پژوهش امکان‌سنجی اجرای استراتژی‌های کاهش اثر و سازگاری در کلان‌شهر تهران است. روش تحقیق در این مقاله توصیفی-تحلیلی و از لحاظ ماهیت کاربردی است و جامعهٔ آماری این تحقیق متخصصان شهری بوده و روش جمع‌آوری داده‌ها پرسش‌نامه است. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها روش منطق فازی- کلامی است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که استراتژی‌های کاهش اثر (شامل تغییر رنگ پشت‌بام‌ها و جداره‌های شهری به رنگ‌هایی با انعکاس بیشتر و ...) و استراتژی‌های سازگاری (شامل آموزش شهروندان با هدف وفق با دماهای بیشتر، ترویج و آموزش شهروندان در زمینهٔ صرفه‌جویی در مصرف برق و گاز، و بهره‌گیری از روش‌های جلب مشارکت شهروندان) بیشترین امکان اجرا در کلان‌شهر تهران را داراست. به‌صورت کلی، استراتژی‌های کاهش اثر امکان بیشتری برای اجرا در شهر تهران را داراست. نیاز به تغییر رویکرد از استراتژی‌های کاهش اثر به سوی استراتژی‌های سازگاری در سیاست‌های کلان مقابله با جزایر گرمایی احساس می‌شود.

واژگان کلیدی: امکان‌سنجی، جزایر گرمایی، سازگاری، کاهش اثر، کلان‌شهر تهران.

*نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۹۲۲۳۷۴۹
Email: Kazemborhani@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تغییرات آب‌وهوا یکی از نمونه‌های روشن حاصل از فعالیت انسان‌هاست. انسان‌ها با تغییراتی که در محیط خود ایجاد می‌کنند شرایطی به‌وجود می‌آورند که موجب می‌شود اقلیم و درجهٔ حرارت هوا تغییر کند (آرچر و همکاران، ۲۰۱۴: ۳۴۵). روشن‌ترین نمود تأثیر انسان بر اقلیم را می‌توان در شهرها مشاهده کرد (کارتر و همکاران، ۲۰۱۵: ۲). گسترش شهرنشینی می‌تواند در اقلیم محلی و منطقه‌ای تغییراتی ایجاد کند (دهقان، ۱۳۸۲: ۲۸). از مهم‌ترین پیامدهای تغییرات اقلیمی در شهرها می‌توان به جزایر گرمایی شهری اشاره کرد. این امرِ کاملاً شناخته‌شده‌ای است که پیشرفت و توسعهٔ شهرها سبب تغییر اقلیم از جمله ایجاد جزیرهٔ گرمایی شهری در مناطق کلان‌شهری می‌شود (فوجینو و همکاران، ۱۹۹۹؛ کا و همکاران، ۱۹۹۹). درواقع، جزایر گرمایی شهری قطعات مجزایی هستند که درجهٔ حرارت آن‌ها در کل سطح مناطق شهری افزایش یافته و شدت گرم‌بودن آن در یک قرن اخیر بیشتر شده است (هیدت و نیف، ۲۰۰۸).

لاک هاوارد در سال ۱۸۱۹ میلادی، در لندن، برای نخستین بار جزیرهٔ گرمایی شهری را مطرح کرد. پس از آن، این پدیده را در شهرهای کوچک و بزرگ سراسر جهان تشخیص دادند (شاهگدانوا و همکاران، ۱۹۹۷: ۳۶). از دلایل ایجاد جزایر گرمایی، مواد سطحی و تبخیر و تعرق در مناطق شهری است که عموماً ناشی از آسفالت و سیمان بوده که در مناطق شهری استفاده شده است (اوکی۱۹۸۲). مناطق شهری مدرن نسبت به حومه معمولاً دارای سطوح تیره و بدون پوشش گیاهی بیشتری هستند. این تفاوت بر اقلیم، مصرف انرژی، و قابلیت سکنی[1] شهرها اثر می‌گذارد و درنهایت سطوح تیره و کمبود پوشش گیاهی هوای مناطق شهری را گرم می‌کند و به ایجاد جزایر گرمایی شهری منجر می‌شود (روزنفلد و همکاران، ۱۹۹۵: ۲۵۵).

توسعه‌یافتن شهرها و ارتباط آن با جزیرهٔ گرمایی شهری موضوع بسیار مهمی است که نخست باید درک و سپس کنترل شود و در روند توسعهٔ شهرها برنامه‌ریزی شود (ونگ و همکاران، ۲۰۰۴). با افزایش شهرنشینی، جزیرهٔ گرمایی شهری بر ساکنان شهرها اثر بیشتری خواهد داشت. تقریباً مراکز شهرها در جهان، امروزه، بین ۱ تا ۴ درجه گرم‌تر از مناطق اطراف آن است (هیدت و نیف، ۲۰۰۸). اثرهای جزیرهٔ گرمایی شهر در نیمه‌شب می‌تواند در طول یک موج گرمایی مضر باشد و آن هنگامی است که در نواحی اطراف (روستایی) و مناطق وسیع سرمایی قابل مشاهده باشد (کلارک، ۱۹۷۲). از طرفی، جزیرهٔ گرمایی به‌طور مستقیم در سلامت حیات وحش شهری نیز تأثیر می‌گذارد. در ایالات متحدهٔ امریکا در حدود هزار حیوان در هر سال به‌علت افزایش دما می‌میرند و بیش از این تعداد بر اثر ترکیبات مضر هوای شهری از بین می‌روند (چانگ، ۲۰۰۰). براساس گزارش‌هایی که محققان ایالات متحده ارائه کرده‌اند، تقریباً نیمی از جمعیت جهانی در مناطق شهری به‌سر می‌برند و جزیرهٔ گرمایی به‌طور مستقیم سلامتی و آسایش ساکنان شهری را تحت تأثیر قرار می‌دهد و تحقیقاً ثابت شده است که سرعت مرگ‌ومیر در طول یک موج گرمایی با حداکثر دما افزایش می‌یابد. میزان افزایش دمای سطحی در محیط‌های شهری به عوامل متعددی از جمله شرایط وضع هوا، عرض جغرافیایی، زمان، توپوگرافی، پایداری جو، باد، آلودگی هوا، جمعیت، منابع گرمایی مصنوعی و ساختهٔ دست بشر، ارتفاع ساختمان‌ها، هندسهٔ خیابان‌ها، و شرایط تخلیهٔ هوای شهری وابسته است (رنجبر سعادت‌آبادی، ۱۳۸۴: ۶۳).

همان‌طورکه شهرها بخشی از مسئلهٔ تغییرات اقلیم‌اند، آن‌ها همچنین بخشی از راه‌حل این مسئله نیز می‌باشند (اومالی و همکاران، ۲۰۱۵: ۲۲۲). شهرها محل تمرکز فعالیت‌های اقتصادی، جمعیت، و درنتیجهٔ آن منابع انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به پسماندها هستند. علاوه‌براین، روند شهرنشینی در سراسر جهان و الگوهای توسعهٔ شهری از عوامل اصلی آسیب‌پذیری در برابر جزایر گرمایی است. بنابراین، این شرایط پیشنهاد می‌کند که مقامات محلی و دیگر

1. Habitability

www.SID.ir

Archive of SID

تصمیم‌گیران، که توسعهٔ شهری را شکل می‌دهند، می‌توانند نقش محوری در یک دستور کار فوری برای حل مسائل حاصل از تغییرات اقلیم مانند جزایر گرمایی بازی کنند (کورفی- مورلوت و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۷۰). پس برنامه‌ریزی یک‌پارچهٔ شهری[1] محور سیاست‌های سازگاری[2] و کاهش اثر[3] است. مثلاً، تصمیمات کاربری زمین و منطقه‌بندی ممکن است آسیب‌پذیری ساکنان شهری و زیرساخت‌ها برای رشد تهدیدهای تغییرات اقلیم به‌طور عامل و جزایر گرمایی را به‌طور خاص تشدید یا محدود کند (کورفی- مورلوت و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۷۰).

درمجموع، دو راهکار عمده به‌عنوان بازخورد مدیریتی پیشنهاد می‌شود که این دو راهکار عبارت است از سازگاری و کاهش اثر. به عبارت دیگر، پاسخ و بازخورد مدیریتی به تغییرات اقلیم شامل توسعهٔ روش‌های جدید، ارزیابی و طراحی سامانه‌ها، و روش‌های غیرسازمان‌یافته است (حسن لی و شفیعی، ۱۳۸۹: ۱۲). اخیراً «سازگاری»، به‌عنوان یک گزینهٔ مهم قابل بررسی و ارزیابی، نه‌فقط به‌منظور هدایت انتخاب بهترین سیاست‌های کاهش اثر، بلکه به‌عنوان کاهش‌دهندهٔ آسیب‌پذیری گروه‌های مردم در برابر اثرهای تغییرات اقلیم و به تبع آن هزینه‌های اجتناب‌ناپذیر آن درنظر گرفته شده است (اسمت و پیلیفوسوا، ۲۰۰۱؛ گراتمن و پات، ۲۰۰۵). استراتژی‌های کاهش اثر و سازگاری معرفی‌شده در پژوهش‌های مختلف و به‌طور خاص توسط سازمان اسکان بشر بدون درنظرگرفتن امکان اجرای آن در شهرهای مختلف جهان ارائه شده است و تفاوت در ظرفیت‌ها، توان‌های اقتصادی، میزان پذیرش توسط شهروندان، امکانات و زیرساخت‌های لازم، و توان تخصصی متخصصان نیاز به مطالعهٔ امکان‌سنجی آن برای اجرای این استراتژی‌ها را مشخص می‌کند.

شهر تهران نیز، باتوجه‌به تمرکز جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی در آن، با معضل جزایر گرمایی در چند دههٔ اخیر روبه‌رو بوده است. از سال ۱۳۰۳ تا سال گذشته،(۱۳۹۶) حداقل دمای تهران منفی ۱۵ درجه بوده است که به دنبال تغییرات آب‌وهوایی اکنون به منفی ۵ درجه رسیده است و این به معنای افزایش درجهٔ حرارت شهر تهران است که موجب کاهش نزولات شده و دما ۲ الی ۳ درجه افزایش یافته است. براساس آمارهای هواشناسی در طی این سال‌ها، میزان حداقل دمای تهران و حداکثر دما در تهران بیشتر شده و میزان بارش هم حداقل ۱۰درصد کاهش داشته است. میدان هفت‌تیر، میدان انقلاب، میدان شوش، میدان آزادی، و اطراف قیطریه جزایر گرمایی تهران‌اند. باتوجه‌به وجود جزایر گرمایی در شهر تهران و اثرهای منفی که بر جامعهٔ شهری دارد، بهره‌گیری از استراتژی‌های سازگاری و کاهش اثر در راستای برنامه‌ریزی و مدیریت حرارت شهری در راستای افزایش تاب‌آوری جوامع شهری مناسب به‌نظر می‌رسد. همان‌طورکه گفته شد، توان و ظرفیت بهره‌گیری از این استراتژی‌ها در شهرهای مختلف جهان متفاوت است. بنابراین، هدف از مقالهٔ حاضر امکان‌سنجی بهره‌گیری از استراتژی‌های کاهش اثر و سازگاری با جزایر گرمایی شهری در شهر تهران است. بدین منظور، نخست به شناخت این استراتژی‌ها پرداخته شده و سپس با بهره‌گیری از دیدگاه متخصصان و مدیران شهری به امکان‌سنجی اجرای آن‌ها در شهر تهران پرداخته شده است.

مبانی نظری

پیشینهٔ تحقیق

مطالعات درخورتوجهی در شهرهای کشورهای جهان در راستای معرفی و امکان‌سنجی اجرای استراتژی‌های کاهش اثر و سازگاری با جزایر گرمایی شهری انجام شده است. مطالعهٔ امکان‌سنجی این استراتژی‌ها در شهرهای کشور ایران کمتر

1. Integrated urban planning
2. Adaptation
3. Mitigation

www.SID.ir

Archive of SID

موردتوجه بوده و در بعضی مطالعات به معرفی این استراتژی‌ها اکتفا شده است. در ادامه به معرفی چند پژوهش در این زمینه پرداخته شده است.

گجیر[1] (۲۰۰۹)، در پژوهشی با نام «استراتژی‌های کاهش اثر جزایر گرمایی شهری»، به معرفی این استراتژی‌ها و مقایسهٔ آن‌ها برای شهرهای ایالت کبک[2] کانادا پرداخته است. استراتژی‌هایی که او معرفی می‌کند عبارت است از: استراتژی شهر سبز، کاشت درختان و پوشش گیاهی گزینشی، ایجاد پوشش گیاهی در پارکینگ‌های شهری، ایجاد پوشش گیاهی در اطراف ساختمان‌ها، دیوار سبز، و بام‌های سبز. در مقایسهٔ بین این استراتژی‌ها برای شهرهای ایالت کبک، وی نتیجه می‌گیرد که تمام استراتژی‌های بیان‌شده قابلیت مناسبی برای کاهش حرارت شهری دارند و آثار مفیدی بر شهرهای موردمطالعه خواهند داشت (گجیر، ۲۰۰۹: ۵۳).

لیسنیکوفسکی (۲۰۱۴)، در پژوهشی با نام «سازگاری با اثرهای جزایر گرمایی شهری در ونکوور ...»، به بیان استراتژی‌هایی برای مقابله با جزایر گرمایی در شهر ونکوور پرداخته است؛ از جمله استراتژی‌هایی که وی معرفی می‌کند می‌توان به کاشت درختان، ساختمان‌های سبز، بام‌های انعکاس‌دهنده، افزایش سطوح نفوذپذیر، و طراحی فضاهای باز عمومی اشاره کرد.

تسونماتسو[3] و همکاران (۲۰۱۵)، در مقاله‌ای با نام «اثرهای استراتژی‌های کاهش اثر جزایر گرمایی بر میزان حرارت در توکیو»، نتیجه می‌گیرند که وجود فضاهای باز و فضای سبز در اطراف ساختمان‌ها به کاهش حرارت سطحی منجر شده است. استراتژی پیشنهادی آن‌ها افزایش تراکم درختان در اطراف بخش اداری و تجاری شهر به‌منظور کاهش تابش مستقیم آفتاب بر این محدوده در جهت کاهش اثر و افزایش سازگاری شهروندان با جزایر گرمایی شهری بوده است (تسونماتسو و همکاران، ۲۰۱۵: ۵).

روشایاتی[4] و همکاران (۲۰۱۶)، در مقاله‌ای با نام «استراتژی سازگاری در برابر جزیرهٔ گرمایی شهری در مناطق شهری گرمسیری»، چنین نتیجه‌گیری می‌کنند که باتوجه‌به اینکه شهر جاکارتا دچار شهرنشینی سریع بوده که به توسعهٔ زیرساخت‌ها منجر شده و این توسعه به تبدیل فضاهای باز و سبز به سایر کاربری‌ها منجر شده، و در نهایت به ایجاد جزایر گرمایی شهری در این شهر منجر شده است. آن‌ها دو استراتژی پیشنهاد کردند: ۱. جلوگیری از نابودی جنگل‌های شهری؛ ۲. ایجاد کریدورهایی که موجب عبور هوا از درون شهر شود و مانعی بر سر راه نسیم دریا نباشد (روشایاتی، ۲۰۱۶: ۲۲۱).

ویلانووا- سولیس (۲۰۱۷)، در مقاله‌ای با نام «کاهش اثر جزایر گرمایی و برنامه‌ریزی شهری (نمونهٔ موردی: شهر مکزیکالی مکزیک)»، نتیجه می‌گیرد که استراتژی‌های بهینه برای مقابله با جزایر گرمایی شهری شامل بام‌های سبز و سرد، پیاده‌روهای سرد، و درخت‌کاری در محدوده‌های شهری می‌شود (ویلانووا- سولیس، ۲۰۱۷: ۲۲).

در ادامه به تعریف مفاهیم کلیدی تحقیق پرداخته می‌شود و استراتژی‌های کاهش اثر و سازگاری معرفی می‌گردد.

جزایر گرمایی

درجهٔ حرارت بعضی شهرها یا مناطق شهری در مقایسه با محدودهٔ روستایی اطرافشان یا حومهٔ شهر به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است؛ این پدیده، که از آن به نام جزیرهٔ گرمایی شهری[5] یاد می‌شود (وانگ و همکاران، ۲۰۱۶:

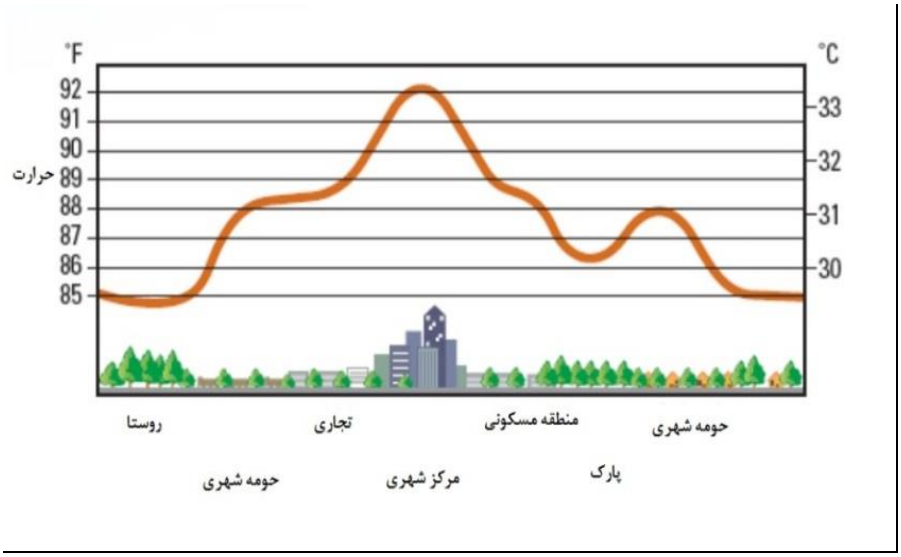
1. Giguère
2. Québec
3. Tsunematsu
4. Rushayati
5. Urban heat island

www.SID.ir

Archive of SID

۳)، موجب بروز مشکلات فراوانی در محیط‌های شهری شده است (یانگ و همکاران، ۲۰۱۶: ۱۷). به‌صورت فصلی، جزایر گرمایی هم در تابستان هم در زمستان دیده می‌شود. علت اصلی جزایر گرمایی شهری تغییر پوشش سطح زمین در اثر توسعهٔ شهری است. گذشته از تأثیر بر دما، جزایر گرمایی می‌توانند تأثیرات فرعی بر هواشناسی محلی نیز داشته باشند، شامل تغییر الگوی بادهای محلی، گسترش ایجاد ابرها و مه، رطوبت و میزان بارش (مفیدی، ۱۳۹۲).

آسفالت، پشت‌بام‌هایی با رنگ تیره، و سطوح مشابهی که نور خورشید را بیشتر جذب می‌کنند گرما را به‌دام می‌اندازند و دمای محلی را افزایش می‌دهند. مناطق شهری گرایش دارند به داشتن خیابان‌ها، ساختمان‌ها، و پارکینگ‌ها، و از بین‌بردن فضای سبز. غلظت بالای حرارت جذب‌شدهٔ سطوح محدودهٔ ایزوله‌ای را که عمدتاً حرارت بیشتری ایجاد می‌کند به‌وجود می‌آورد (هیلتی ایر لایونیگ[1]، ۲۰۱۱: ۱) که درنهایت به ایجاد جزایر گرمایی منجر می‌شود.



شکل ۱. رابطهٔ میزان حرارت و پوشش زمین

تعریف سازگاری

سازگاری عبارت است از ملزومات محلی که شامل مدیریت بحران برای کاهش آسیب‌پذیری از مخاطرات حال و آینده می‌شود، از قبیل سیل، کمبود آب، و امواج گرمایی (ساتروایت و همکاران، ۲۰۰۹). سازگاری شامل عملیات برای رسیدن به عوامل فیزیکی مؤثر در آسیب‌پذیری است از قبیل استانداردهای زیرساخت‌ها و اقدامات برای نیروهای مؤثر سیستماتیک‌تر مانند قوانین، برنامه‌ریزی شهری یا سیستم‌های هشدار نزدیک‌تر از قبیل تلاش در راستای ظرفیت‌سازی برای سازگاری از طریق آموزش بهتر یا ارائهٔ اطلاعات (آدگر و همکاران، ۲۰۰۷). به زبانی ساده‌تر، می‌توان سازگاری با تغییرات اقلیم و به‌طور اخص جزایر گرمایی را ابتکارات و اقدامات برای کاهش آسیب‌پذیری سیستم‌های طبیعی و انسانی در برابر اثرهای واقعی و موردانتظار تغییر اقلیم (امواج گرمایی حاصل از جزایر گرمایی) درنظر گرفت (سازمان اسکان بشر[2]، ۲۰۱۱: ۵). استراتژی‌های سازگاری فرصت مناسبی برای تلفیق تغییرات اقلیمی با مراکز برنامه‌ریزی و مدیریت شهری (از قبیل حمل‌ونقل و برنامه‌ریزی کاربری زمین، مسکن عمومی برای فقیران، یا پیشگیری از مخاطرات) است که این امر موجب افزایش پتانسیل برای سیاست‌های سازگاری است که تأثیرگذار شوند (کارمین و همکاران، ۲۰۰۹: ۲۰۱).

1. Healthy air living
2. UN-HABITAT

www.SID.ir

Archive of SID

چون پیش‌بینی تغییرات اقلیمی طرحی از آینده است و به تبع آن نامعلوم، بهره‌گیری از رویکردی ریسک‌محور[1] به‌منظور شناسایی و اجرای هرگونه راه‌حل دارای اهمیت است. سازگاری همچنین یک فرایند- اقدام پویا[2] است که از ما در حال حاضر حفاظت می‌کند و ممکن است در آینده مؤثر باشد. به همین جهت، به بازبینی مستمر نیاز دارد (ادارهٔ امور لندن بزرگ[3]، ۲۰۰۸: ۳).

استراتژی‌های سازگاری

اوکی (۱۹۷۳) به ضرورت توجه برنامه‌ریزان و طراحان به تعامل بین اتمسفر و محیط‌های انسان‌ساخت در چند دههٔ پیش اذعان می‌کند. گام نخست و مهم در این فرایندها شامل تعریف دقیق اثرهای گوناگون شهری (از جمله تغییر در دما، بارش، رطوبت، و باد) و تعیین علل آن‌هاست. درک طبیعت فیزیکی جزایر گرمایی شهری مبنایی است برای ایجاد استراتژی‌های مؤثر سازگاری برای کاهش اثرهای منفی و بهره‌گیری از موارد مثبت آن (آلکوفرادو و آندراده، ۲۰۰۶).

برای یاری به مدیران شهری به‌منظور مدیریت حرارت شهری با بهره‌گیری از یافته‌های علمی، چندین تکنیک به‌منظور تعیین تعداد جزایرگرمایی شهری وجود دارد (مک‌کندرای، ۲۰۰۳: ۶۰۳) که مبتنی بر آن می‌توان علل آن را دریافت و حرارت شهری را مدیریت کرد. بعضی معیارها در توسعهٔ جزایر گرمایی شهری، از قبیل جهت خیابان و ارتفاع ساختمان، در مناطقی که ساخته شده، به‌راحتی تغییرپذیر نیست؛ اگرچه باید به این عناصر در توسعه‌های جدید و پروژه‌های گسترش شهر توجه کرد. دیگر استراتژی‌ها، از قبیل اضافه‌کردن پوشش‌گیاهی در مناطق قبلاً ساخته‌شده و کاهش مصرف انرژی، می‌تواند به‌راحتی انجام پذیرد. پارک‌های شهری می‌تواند محل‌های سرد ایجاد کند (یو و هین، ۲۰۰۶) و سایهٔ چند درخت، که در موقعیت مناسب قرار گرفته، می‌تواند اثرهای خنک‌کننده ایجاد کند. نصب و راه‌اندازی بام سبز و باغ‌های پشت‌بام[4] راه دیگری برای افزایش مقدار پوشش‌گیاهی در شهرهاست (نارجو، ۲۰۰۵). اضافه‌کردن پوشش گیاهی و فضای سبز در مناطق شهری نه‌تنها موجب کاهش شدت جزایر گرمایی شهری، ایجاد ارزش زیباشناسی، فراهم‌شدن زیستگاه حیات وحش و بهبود کیفیت هوا می‌شود، بلکه می‌تواند به کنترل سیلاب‌های شهری یاری برساند (ویبلی و پری، ۲۰۰۶). کاهش مصرف انرژی مزیت‌های اقتصادی و زیست‌محیطی ایجاد می‌کند، به این دلیل که موجب صرفه‌جویی در هزینه، کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، و محدودیت در انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود (استون و همکاران، ۲۰۱۳: ۷۷۸۱). یک روش برای دست‌یابی به این هدف بهبود طراحی سیستم خنک‌کنندهٔ ساختمان است. یک مدل چندمقیاسی شبیه‌سازی به‌وسیلهٔ کیکه‌گاوا و همکاران (۲۰۰۶) نشان می‌دهد که کاهش حرارت منتج از سیستم‌های تهویهٔ مطبوع ساختمان‌های اداری و افزایش مقدار پوشش گیاهی بر دیوارهای بیرونی ساختمان‌های مسکونی توانسته موجب کاهش حرارت هوا در لایهٔ canopy layer به مقدار 0.2–1.2 °C شود که درنتیجهٔ آن ۴ تا ۴۰درصد در مصرف انرژی صرفه‌جویی شود. کلوکوترونی و همکاران (۲۰۰۶) بحث می‌کنند که چگونه تجهیز ساختمان‌های اداری در جنوب شرق انگلستان با تهویهٔ دودکش بر میزان تقاضا برای خنک‌شدن تأثیر می‌گذارند. آن‌ها دریافتند که در طی شرایط آب‌وهوایی گرم، ادارات در لندن می‌توانند میزان تقاضا برای خنک‌شدن را ۱۰درصد کاهش دهند و ادارات روستایی به خنک‌کننده‌های مصنوعی نیازی نخواهند داشت. پوشش بام‌ها با مواد انعکاس‌دهنده به‌صورت پایدار مصرف انرژی دستگاه‌های تهویهٔ مطبوع هوا را در انواع ساختمان‌ها کاهش می‌دهد (اکبری و همکاران، ۲۰۰۵). بعضی استراتژی‌های کاهش جزایر گرمایی دارای استفاده از مزیت انرژی‌های اضافه است (لیسنیکوفسکی، ۲۰۱۴). گولدن

1. Risk-based
2. Dynamic process – measures
3. Greater London Authority
4. rooftop garden

www.SID.ir

Archive of SID

(۲۰۰۶) دربارهٔ استفاده از صفحه‌های خورشیدی[1] به‌منظور تهیهٔ پوشش بام پارکینگ‌ها بحث می‌کند. مزایای استفاده از این روش دوبرابر است؛ اولاً انرژی خورشیدی کمتر با آسفالت شهری برخورد می‌کند و اضافهٔ تابش‌های دریافتی می‌تواند در تولید الکتریسیته استفاده شود؛ ثانیاً، قبل از حرکت به سمت این ایده، به‌هرحال، باید به حرارت صفحه‌های خورشیدی نسبت به آسفالت و پیامدهای آن برای جزایر گرمایی در لایه‌های مرزی و تاج پوشش توجه شود (یوو، ۲۰۰۷: ۱۲۴۱).

برخی محققان ابزارهایی را که برنامه‌ریزان شهری می‌توانند برای تعیین اثر سناریوهای مختلف استفاده کنند گسترش داده‌اند. راندال و همکاران (۲۰۰۳) یک سیستم اطلاعات جغرافیایی مبتنی بر سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری[2]، که مزایای استراتژی‌های سبز از قبیل کاشت درختان در خیابان‌ها را تعیین می‌کند، وضع کرده‌اند. شاشوا بار[3] (۲۰۰۶) ابزاری که اثرهای گرمایی اشکال خیابان‌های مسکونی و پوشش گیاهی را ارزیابی می‌کند طراحی کرده است. روف و همکاران (روف و همکاران، ۲۰۰۵) پیشنهادهایی برای ساخت ساختمان‌های مناسب برای اقلیم آینده و ایجاد محیط زیستی که مانعِ تغییرات آب‌وهوایی ناخواسته می‌شود ارائه داده‌اند. طراحی شهری هوشمند امکان ایجاد شهرهای پایدار را فراهم می‌کند. در آینده، به‌هم‌پیوستن طرح‌های شهری درون مدل‌های متوسط‌مقیاس[4] ممکن است شرایط را برای ارزیابی استراتژی‌های سازگاری متعدد قبل از تصمیم‌گیری برای عمل مناسب فراهم کند (ماسون، ۲۰۰۶).

معرفی استراتژی‌های سازگاری

۱. بهره‌گیری از سیستم‌های خنک‌کنندهٔ ساختمان با تولید کم کربن و مصرف بهینه؛
۲. آموزش شهروندان در زمینهٔ سازگاری با دماهای بالاتر؛
۳. طراحی و اجرای طرح‌ها و برنامه‌ها از سوی مدیریت شهری به‌منظور مقابلهٔ امواج گرمایی؛
۴. درنظرگرفتن پدیدهٔ تغییر اقلیم و جزایر گرمایی به‌عنوان یک عامل مهم در طرح‌های جامع و تفصیلی شهر؛
۵. تعیین موقعیت دقیق جزایر گرمایی شهر و تعیین و تحلیل عوامل مؤثر بر ایجاد آن‌ها در آن موقعیت؛
۶. طراحی و موقعیت‌یابی ساختمان‌ها در طرح‌های توسعهٔ شهری به نحوی که مانع وزش باد در شهر نشود؛
۷. طراحی و اجرای طرح‌های اجتناب از انتشار گاز کربن؛
۸. ترویج و آموزش شهروندان در زمینهٔ صرفه‌جویی در مصرف برق و گاز در راستای کم‌شدن انتشار گاز کربن؛
۹. تدوین و اجرای طرح تهران سرد.

کاهش اثر

باتوجه‌به محدودیت‌های تهویهٔ مطبوع هوا (سردکردن هوا با وسیله‌های خنک‌کننده) به‌عنوان یک استراتژی سازگاری با جزایر گرمایی شهری، ذی‌نفعان و تصمیم‌گیران شروع به تحقیق در زمینهٔ استراتژی‌های کاهش اثر جزایر گرمایی شهری کردند. دو استراتژی عمده- ۱. افزایش سطوح فضای سبز؛ ۲. استفاده از مصالحی برای سطوح با آلبدوی بالاتر- حاصل این تحقیقات به‌صورت کلی است. این استراتژی‌ها با عنوان مداخله‌هایی برای کاهش مقدار یا سطح فضایی که تحت تأثیر جزایر گرمایی شهری‌اند طراحی شده‌اند. اجرای این استراتژی‌های کاهش اثر می‌تواند امکان ایجاد مسائل زیستی در ارتباط با جزایر گرمایی شهری را کاهش دهد و همچنین موجب کاهش تقاضای انرژی برای وسایل تهویهٔ هوا شود. علاوه‌براین، استراتژی‌ها- در زمانی که اثرهای محلی تغییرات اقلیمی جهانی ممکن است توسط اثرهای جزایر گرمایی

1. photovoltaic panels
2. decision support system
3. Shashua-Bar
4. Meso scale

www.SID.ir

Archive of SID

شهری تشدید شود- می‌تواند نقش مهمی برای کمک به شهرها به‌منظور سازگاری با تغییرات اقلیم بازی کند (سولکی و همکاران، ۲۰۰۵: ۴۱).

یک استراتژی بلندمدت برای کاهش جزایر گرمایی شهری استفاده از سطوح با انعکاس بیشتر درون محیط‌های شهری است. این استراتژی می‌تواند شامل استفاده از مصالحی باشد برای بام‌ها با رنگ روشن‌تر در توسعه‌های جدید و پروژه‌های بازسازی بام‌ها یا رنگ‌آمیزی پشت‌بام‌ها و پوشاندن[1] بام‌ها با رنگ‌های روشن‌تر. در سطح زمین، روسازی خیابان‌ها می‌تواند روشن‌تر شود؛ بدین منظور، می‌توان از رنگ‌های روشن‌تر در آسفالت، مصالحی با رنگ روشن برای بازسازی سطوح، و از بتن به جای آسفالت استفاده کرد (سولکی و همکاران، ۲۰۰۵: ۴۱). البته، باید درنظر داشت که استفاده از سطوح با آلبدوی بالاتر همچنین مقدار انعکاس اشعهٔ فرابنفش را در حدی که بر سلامت بشر مضر است افزایش می‌دهد (هیسلر و گرانت، ۲۰۰۰: ۲۰۴۱). محققان و سیاست‌گذاران مدت طولانی است که علل اولیهٔ جزایر گرمایی شهری را دریافته‌اند. اما اخیراً شروع کرده‌اند به تحقیق در زمینهٔ استراتژی‌های گوناگون برای کاهش اثر آن‌ها (گورسوسکی، ۱۹۹۸: ۴۶۹).

استراتژی‌های کاهش‌اثر جزایر گرمایی شهری

اسناد چهار استراتژی اصلی را برای کاهش اثرهای جزایر حرارتی شهری مطرح کرده‌اند:

درختان و گیاهان
بام‌های سرد
سنگ فرش[2]
بام‌های سبز

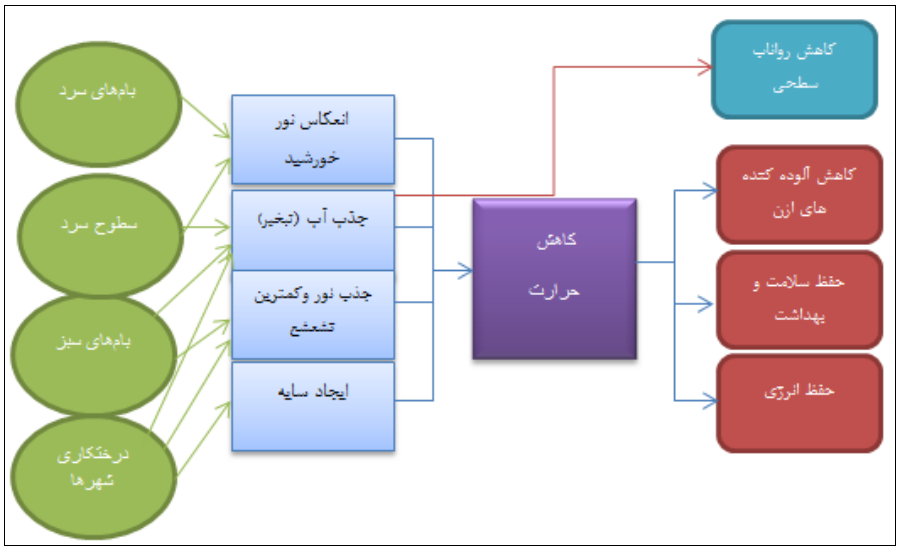
تحقیقات نشان می‌دهد که نتایج مثبت مهمی از کاهش اثر جزایر گرمایی به‌دست آمده است. مثلاً پروژهٔ جزایر گرمایی Lawrence Berkeley National Laboratory's (LBNL) چنین نتیجه‌گیری کرد که ساختمان‌های ساکرامنتو[3] با بام‌های سرد تا ۴۰درصد انرژی کمتری نسبت به بام‌های تیره‌تر مصرف می‌کنند (ال بی ان ال، ۲۰۱۰). تحقیقات نشان می‌دهد که درختان در محله‌های شهری می‌توانند موجب کاهش دمای هوا حدود ۳٫۶ فارنهایت تا ۷٫۲ فارنهایت نسبت به محله‌های شهری با پوشش گیاهی کمتر شوند (هیتلی ایر لایوینگ، ۲۰۱۱: ۱).

مطالعات نشان می‌دهد ترکیبی از معیارهای کاهش اثر می‌تواند بیشتر مؤثر باشد. کوک و همکاران[4] (۲۰۱۰) چنین اذعان می‌کنند که با اجرای معیارهای کاهش اثر جزایر گرمایی شهری در حد متوسط در شهر فرسنو[5]، کاهش حرارتی حدود ۱٫۳ فارنهایت مشاهده خواهیم کرد و با اجرای شدیدتر معیارهای کاهش اثر این شهر توانست کاهش حرارتی حدود ۴٫۵ درجهٔ فارنهایت را تجربه کند (کوک و همکاران، ۲۰۱۰).

1. shingles
2. Light Pavement
3. Sacramento
4. Cook et al.
5. Fresno

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. مزایای استراتژی‌های کاهش اثر جزایر گرمایی شهری (هورتر، ۲۰۱۲: ۴)

سیاست‌های موفقِ کاهش شکل‌گیری جزایر گرمایی به پذیرش و مشارکت از طرف افراد جامعه نیاز دارند. به‌تدریج که ارتباط بین دمای بالاتر در نواحی شهری و شرایط کیفی پایین‌تر هوا شناسایی می‌شود، سیاست‌هایی مانند استفادهٔ بیشتر از مصالح ساختمانیِ منعکس‌کننده و طرح‌های کاشت درخت برای پایین‌آوردن دمای سطوح متداول‌تر می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد که چنین سیاست‌هایی می‌توانند کیفیت هوا را بهبود بخشند، صرفه‌جویی در مصرف انرژی را تسهیل کنند، و منافع متعددی را که حاصل از افزایش سرزندگی محیط‌های شهری است به دنبال داشته باشند. اقلیم محلی ارتباط زیادی با منافع کلی حاصل از سیاست‌های پیشگیرانه از جزایر حرارتی دارد (نواک، ۲۰۰۰: ۳۶).

روش پژوهش

این تحقیق بر مبنای روش توصیفی- تحلیلی انجام گرفته و نوع آن از لحاظ ماهیت کاربردی است. در بخش توصیفی نخست بنیان‌های نظری و ادبیات علمی موضوع کاوش شده است. در بخش تحلیلی، با استفاده از تکنیک فازی- کلامی (FMCDM)، امکان‌سنجی بهره‌گیری از استراتژی‌های سازگاری و کاهش اثر در برابر جزایر گرمایی شهری انجام پذیرفته است. در راستای اجرای این تکنیک، پرسش‌نامه‌ای طراحی شده که متخصصان به آن‌ها پاسخ داده‌اند. بسیاری از خبرگان اغلب نمی‌توانند مقادیر عددی دقیقی برای بیان عقاید خود به‌کار ببرند. ازاین‌رو، استفاده از ارزیابی‌های کلامی واقع‌گرایانه‌تر به‌نظر رسیده است (آذر و احسانی، ۱۳۸۹: ۶). معیارها می‌توانند از طریق داده‌های کلامی (مانند خیلی زیاد و زیاد) اندازه‌گیری شوند و بدین جهت استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی مناسب‌تر به‌نظر رسیده است. بنابراین. مسئلهٔ موردبررسی یک مسئلهٔ تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ فازی (FMCDM) است. جامعهٔ آماری تحقیق حاضر کارشناسان برنامه‌ریزی، طراحی، و مدیریت شهری‌اند. به همین علت، از روش نمونه‌گیری گلولهٔ برفی استفاده شده است. باتوجه‌به این روش نمونه‌گیری، تعیین حجم نمونه مبتنی بر اقناع پژوهشگر است. روش نمونه‌گیری گلولهٔ برفی روش نمونه‌گیری هدفمند مبتنی بر معرفی پاسخ‌گویان جدید توسط پاسخ‌گویان اولیه است (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۳۸).

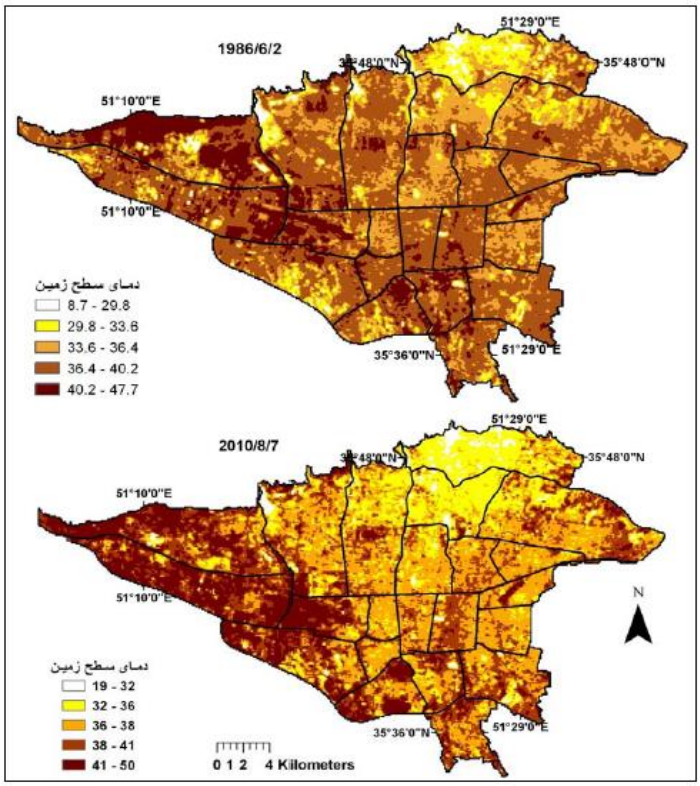
جزایر گرمایی در شهر تهران

بین تاریخ ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰ مقدار وسعت نواحی بسیار گرم شهر تهران از ۲۶ کیلومتر مربع به ۵۵ کیلومتر مربع رسیده است. باتوجه‌به روند افزایشی مساحت نواحی بسیار گرم تهران و کاهش مساحت نواحی بسیار خنک و دارای دمای

www.SID.ir

Archive of SID

متوسط، می‌توان نتیجه گرفت که شدت جزایر گرمایی شهری در تهران رو به افزایش است. نقشهٔ ۳ به‌منظور درک تغییرات فضایی دمای سطح تهران بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰ ارائه شده است. مقایسهٔ پراکندگی دمای سطحی دو تصویر نشان می‌دهد که جزیرهٔ گرمایی تهران از کانون اصلی خود (فرودگاه مهرآباد) به سمت غرب و جنوب غربی گسترش یافته است (صادقی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۷).



شکل ۳. پراکندگی دمای سطح زمین (سانتی‌گراد)، ۱۹۸۶-۲۰۱۰ (مأخذ: صادقی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۱)

مدل فازی کلامی (وزن‌دهی معیارها)

برای تعیین میزان تأثیرگذاری هر یک از معیارها مراحل زیر انجام گرفته است:

برای تعیین تأثیرگذای هر یک از معیارها، پرسش‌نامه‌ای طراحی می‌شود و در اختیار خبرگان ذی‌ربط قرار می‌گیرد. در طراحی این پرسش‌نامه، همان‌طورکه ذکر شد، از متغیرهای کلامی برای قضاوت استفاده می‌شود که همراه با اعداد فازی ذوزنقه‌ای معادل در جدول ۱ درج شده است.

جدول ۱. متغیرهای کلامی و اعداد فازی

تعریف	اعداد ذوزنقه‌ای معادل
خیلی مؤثر	(۰٫۸، ۰٫۹، ۱،۱)
مؤثر	(۰٫۵، ۰٫۶، ۰٫۷، ۰٫۸)
متوسط	(۰٫۴، ۰٫۵، ۰٫۵، ۰٫۶)
کم‌اثر	(۰٫۲، ۰٫۳، ۰٫۴، ۰٫۵)
بی‌تأثیر	(۰، ۰، ۰٫۱، ۰٫۲)

مأخذ: آذر و احسانی، ۱۳۸۹

www.SID.ir

Archive of SID

پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌ها، یک ماتریس تصمیم ($\tilde{Y}$) برای وزن‌دهی به عوامل مؤثر $c_j, j= 1,2,\ldots,137$ به شرح ذیل شکل می‌گیرد:

$$\tilde{Y} = \begin{matrix} \\ A_1 \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} \begin{matrix} E_1 & \ldots & E_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{Y}_1^1 & \ldots & \tilde{Y}_1^m \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{Y}_n^1 & \ldots & \tilde{Y}_n^m \end{bmatrix} ; \ \tilde{Y}_j^i = (Ly_j^i, M_1 y_j^i, M_2 y_j^i, Uy_j^i) \quad (۱)$$

از آنجا که ارزیابی خبرگان باتوجه‌به تجارب، دانش، و بینش آن‌ها متفاوت است، در این مطالعه روش نمرهٔ وسط برای تلفیق آرای خبرگان پیشنهاد می‌شود که محاسبهٔ آن به‌صورت رابطهٔ ۲ است:

$$\tilde{\omega}j = \frac{1}{m}\left[\sum_{i=1}^{m} \tilde{Y}_j^i\right] \quad (۲)$$

به‌طوری‌که $\tilde{\omega}j = (Lw_j, M_1 w_j, M_2 w_j, Uw_j)$ یک عدد فازی ذوزنقه‌ای است که اهمیت عامل jام را بیان می‌کند. سپس، به کمک رابطهٔ ۳ غیرفازی‌سازی (Defuzzify) اجرا می‌شود.

$$DW_j = \frac{\left[(Uw_j - Lw_j) + (M_2 w_j - Lw_j) + (Uw_j - M_1 w_j)\right]}{4} + LW_j \quad (۳)$$

پس از غیرفازی‌سازی اعداد ذوزنقه‌ای، اعداد قطعی به‌دست‌آمده با ضرایب هر دسته حاصل تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی ضرب و سپس با فرمول زیر نرمال‌سازی می‌شوند. بنابراین، اهمیت وزنی نرمال فاکتور jام به صورت رابطهٔ ۴ است (آذر و احسانی، ۱۳۸۹).

$$R_j = \frac{X_L w_j}{\sum_{j=1}^{n} w_j} \ ; \ \sum_{j=1}^{n} R_j = 1 \quad (۴)$$

بحث و یافته‌ها

در این پژوهش با استناد به نگرش جامعهٔ علمی و کاربست شاخص‌های عینی، امکان اجرای استراتژی‌های کاهش اثر و سازگاری با جزایر گرمایی شهری سنجیده شده است. استراتژی‌های کاهش اثر و سازگاری باتوجه‌به شرایط شهر تهران در پرسش‌نامه‌ای به کارشناسان و متخصصان ارائه شد و از متخصصان خواسته شد براساس وضعیت کنونی شهر تهران و شرایط شهروندان و مدیریت شهری امکان اجرای هر یک از استراتژی‌ها را مشخص کنند. به این منظور، از دیدگاه‌های جامعهٔ علمی نسبت به امکان اجرای این استراتژی‌ها و برای تحلیل آرای این گروه‌ها و کمّی‌ساختن نتایج پرسش‌نامه‌ها از روش فازی- کلامی با طیفی پنج‌گزینه‌ای استفاده شد که به‌صورت یک طیف از عدم امکان اجرا تا قابلیت بسیار زیاد برای اجرای دسته‌بندی می‌شود. در این بخش به بررسی نتایج پرسش‌نامه‌ها پرداخته می‌شود.

جامعهٔ آماری تحقیق شامل کارشناسان مدیریت شهری، استادان رشته‌های جغرافیا، شهرسازی، معماری، عمران، و محیط زیست است. باتوجه‌به اینکه روش نمونه‌گیری گلولهٔ برفی است، ملاک تعیین حجم نمونه اقناع پژوهشگر از نتایج تحقیق بوده است. هر یک از پاسخ‌گویان چند پاسخ‌گوی متخصص دیگر در این زمینه را معرفی کرده‌اند. بر این اساس، پس از تکمیل ۱۳۶ پرسش‌نامه، پژوهشگران نتایج را قابل اعتماد تشخیص دادند (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. تعداد و ترکیب حجم نمونه

رشته	تعداد	رتبهٔ علمی
جغرافیا	۱۹	دانشجویان دکتری، استادیار، دانشیار، و استاد
شهرسازی	۱۴	دانشجویان دکتری، استادیار، دانشیار، و استاد
مدیریت شهری	۷	استادیار، دانشیار
عمران	۱۳	دانشجویان دکتری، استادیار
معماری	۱۶	دانشجویان دکتری، استادیار
محیط زیست	۱۱	دانشجویان دکتری، استادیار
کارشناس شهرداری	۵۶	کارشناس و کارشناس‌ارشد
مجموع	۱۳۷	-

در این پژوهش، باتوجه‌به نظر نخبگان امکان اجرای هر یک از استراتژی‌های مقابله با جزایر گرمایی بررسی شده است. نتایج تجزیه و تحلیل پرسش‌نامه‌ها حاکی از آن است که استراتژی‌های مطرح در زمینهٔ مقابله با جزایر گرمایی شهری از لحاظ امکان اجرا شرایط متفاوتی دارند. در این مقاله، نخست امکان اجرای استراتژی‌های کاهش اثر و بعد استراتژی‌های سازگاری بررسی و در انتها به اولویت‌بندی استراتژی‌ها به‌صورت کلی پرداخته می‌شود.

رتبه‌بندی استراتژی‌های کاهش اثر جزایر گرمایی شهری

به‌منظور رتبه‌بندی استراتژی‌های کاهش اثر از لحاظ امکان اجرا، نتایج پرسش‌نامه‌ها تحلیل شده و براساس روش فازی–کلامی و دی‌فازی‌سازی اعداد نتایج به‌دست آمده است. طبق نتایج تحلیل پرسش‌نامه با روش فازی، استراتژی‌های تغییر رنگ پشت‌بام‌ها و تغییر رنگ جداره‌های شهری به رنگ‌هایی با انعکاس بیشتر، نسبت به دیگر استراتژی‌ها، امکان اجرای بیشتری را داراست. استراتژی استفاده از تکنولوژی‌های نوین در معماری ساختمان‌ها با قابلیت حداقل استفاده از سیستم‌های سرمایشی و استفاده از تکنولوژی بام‌های سبز برای ساکنان نیز کمترین امکان اجرا را داراست. جدول ۳ امکان اجرای هر یک از استراتژی‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۳. امکان اجرای استراتژی‌های کاهش اثر جزایر گرمایی شهری

رتبه	استراتژی	امکان اجرا
۱	تغییر رنگ پشت‌بام‌ها	۷٫۴۱
۲	تغییر رنگ جداره‌های شهری به رنگ‌هایی با انعکاس بیشتر	۷٫۳۵
۳	بهره‌گیری از وسایل تهویهٔ هوا	۷٫۲۱
۴	تغییر رنگ سطوح خیابان‌ها و پیاده‌روها	۶٫۷۶
۵	بهره‌گیری از سیستم‌های خنک‌کننده با مصرف بهینه در ساختمان‌ها	۶٫۴۵
۶	افزایش فضا و سطح سبز در پیاده‌روها و حاشیهٔ خیابان‌ها	۵٫۲۶
۷	ایجاد فضای سبز در منطقه (به‌ویسلهٔ تغییر کاربری‌ها و بهره‌گیری از فضاهای باز موجود)	۴٫۴۲
۸	بهره‌گیری از بام‌های شیب‌دار برای کاهش دریافت نور خورشید در طول روز	۴٫۲۲
۹	استفاده از تکنولوژی‌های نوین در معماری ساختمان‌ها با قابلیت حداقل استفاده از سیستم‌های سرمایشی	۱٫۷۷
۱۰	استفاده از تکنولوژی بام‌های سبز برای ساکنان در منطقه	۱٫۴۷

www.SID.ir

Archive of SID

رتبه‌بندی استراتژی‌های سازگاری با جزایر گرمایی شهری

استراتژی‌های سازگاری باتوجه‌به بلندمدت‌بودن آن‌ها و نیاز به برنامه‌ریزی و بودجهٔ بیشتر نسبت به بعضی از استراتژی‌های کاهش اثر از امکان اجرای کمتری برخوردار بوده‌اند. استراتژی‌های آموزش شهروندان با هدف وفق با دماهای بیشتر، ترویج و آموزش شهروندان در زمینهٔ صرفه‌جویی در مصرف برق و گاز، و بهره‌گیری از روش‌های جلب مشارکت شهروندان در حل این معضل از امکان اجرای بیشتری نسبت به دیگر استراتژی‌های سازگاری برخوردارند.

جدول ۴. امکان اجرای استراتژی‌های سازگاری با جزایر گرمایی شهری

رتبه	استراتژی	امکان اجرا	رتبه	استراتژی	امکان اجرا
۱	آموزش شهروندان با هدف وفق با دماهای بیشتر	۷/۰۱	۹	اعطای تسهیلات به شهروندان توسط مدیریت شهری برای بهره‌گیری از روش‌های کاهش اثر جزایر حرارتی برای ساختمان محل زندگی	۲/۴۳
۲	ترویج و آموزش شهروندان در زمینهٔ صرفه‌جویی در مصرف برق و گاز	۶/۳۱	۱۰	ارتباط و تعامل شهرداری و نهادهای زیرمجموع شهرداری با دولت برای حل مسئله و مطرح‌شدن آن در طرح‌های بالادست	۲/۳۴
۳	بهره‌گیری از روش‌های جلب مشارکت شهروندان در حل این معضل	۵/۳۳	۱۱	بهره‌گیری و الگوبرداری از طرح‌های اجتناب از انتشار گاز کربن در کشورهای توسعه‌یافته	۲/۰۶
۴	تعیین دقیق موقعیت‌های جزایر گرمایی در شهر و بررسی عوامل تأثیرگذار	۴/۶۱	۱۲	بهره‌گیری از صفحه‌های خورشیدی در پشت‌بام‌های ساختمان‌های اداری و مسکونی (تولید انرژی پاک)	۱/۲۲
۵	بهره‌گیری از الگوهای پیاده‌مدار و دوچرخه‌سواری در طراحی محلات شهری	۳/۸۴	۱۳	طراحی و موقعیت‌یابی ساختمان‌ها در طرح‌های توسعهٔ شهری به‌نحوی‌که مانعِ وزش باد در شهر نشود (طراحی و برنامه‌ریزی شهری مبتنی بر اقلیم)	۱/۰۸
۶	ایجاد طرح تهران سرد توسط مدیریت شهری	۳/۵۱	۱۴	بهره‌گیری از الگوی شهر فشرده در توسعهٔ شهری	۰/۸۴
۷	بهره‌گیری از الگوهای توسعهٔ حمل و نقل عمومی‌محور	۳/۱۱	۱۵	درنظرگرفتن پدیدهٔ تغییر اقلیم و جزایر گرمایی به‌عنوان یک عامل مهم و اثرگذار در طرح‌های جامع و تفصیلی	۰/۶۲
۸	ارائهٔ طرح‌ها و برنامه‌ها از سوی مدیریت شهری به‌منظور مقابله با امواج گرمایی	۲/۸۳	۱۶	طراحی سیستم‌ها و سامانه‌های هوشمند برای تعیین تأثیرگذاری طرح خیابان‌ها و ساختمان‌ها بر افزاش اثر جزایر حرارتی	۰/۵۴

به‌صورت کلی، اگر بخواهیم هر دو نوع استراتژی‌ها را درنظر بگیریم، استراتژی‌های کاهش اثر از لحاظ اجرا رتبه‌های بالاتری را دریافت می‌کنند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. رتبهٔ استراتژی‌های کاهش اثر و سازگاری در مقابله با جزایر گرمایی شهری

رتبه	استراتژی	نوع استراتژی	رتبه	استراتژی	نوع استراتژی
۱	تغییر رنگ پشت‌بام‌ها	کاهش اثر	۱۴	ایجاد طرح تهران سرد توسط مدیریت شهری	سازگاری
۲	تغییر رنگ جداره‌های شهری به رنگ‌هایی با انعکاس بیشتر	کاهش اثر	۱۵	بهره‌گیری از الگوهای توسعهٔ حمل و نقل عمومی‌محور	سازگاری
۳	بهره‌گیری از وسایل تهویهٔ هوا	کاهش اثر	۱۶	ارائهٔ طرح‌ها و برنامه‌ها از سوی مدیریت شهری به‌منظور مقابله با امواج گرمایی	سازگاری
۴	آموزش شهروندان با هدف وفق با دماهای بیشتر	سازگاری	۱۷	اعطای تسهیلات به شهروندان توسط مدیریت شهری برای بهره‌گیری از روش‌های کاهش اثر جزایر حرارتی برای ساختمان محل زندگی	سازگاری
۵	تغییر رنگ سطوح خیابان‌ها و پیاده‌روها	کاهش اثر	۱۸	ارتباط و تعامل شهرداری و نهادهای زیرمجموع شهرداری با دولت برای حل مسئله و مطرح‌شدن آن در طرح‌های بالادست	سازگاری
۶	بهره‌گیری از سیستم‌های خنک‌کننده با مصرف بهینه در ساختمان‌ها	کاهش اثر	۱۹	بهره‌گیری و الگوبرداری از طرح‌های اجتناب از انتشار گاز کربن در کشورهای توسعه‌یافته	سازگاری
۷	ترویج و آموزش شهروندان در زمینهٔ صرفه‌جویی در مصرف برق و گاز	سازگاری	۲۰	استفاده از تکنولوژی‌های نوین در معماری ساختمان‌ها با قابلیت حداقل استفاده از سیستم‌های سرمایشی	کاهش اثر
۸	بهره‌گیری از روش‌های جلب مشارکت شهروندان در حل این معضل	سازگاری	۲۱	استفاده از تکنولوژی بام‌های سبز برای ساکنان در منطقه	کاهش اثر
۹	افزایش فضا و سطح سبز در پیاده‌روها و حاشیهٔ خیابان‌ها	کاهش اثر	۲۲	بهره‌گیری از صفحه‌های خورشیدی در پشت‌بام‌های ساختمان‌های اداری و مسکونی (تولید انرژی پاک)	سازگاری
۱۰	تعیین دقیق موقعیت‌های جزایر گرمایی در شهر و بررسی عوامل تأثیرگذار	سازگاری	۲۳	طراحی و موقعیت‌یابی ساختمان‌ها در طرح‌های توسعهٔ شهری به‌نحوی‌که مانعِ وزش باد در شهر نشود (طراحی و برنامه‌ریزی شهری مبتنی بر اقلیم)	سازگاری
۱۱	ایجاد فضای سبز در منطقه (به‌وسیلهٔ تغییر کاربری‌ها و بهره‌گیری از فضاهای باز موجود)	کاهش اثر	۲۴	بهره‌گیری از الگوی شهر فشرده در توسعهٔ شهری	سازگاری
۱۲	بهره‌گیری از بام‌های شیب‌دار برای کاهش دریافت نور خورشید در طول روز	کاهش اثر	۲۵	درنظرگرفتن پدیدهٔ تغییر اقلیم و جزایر گرمایی به‌عنوان یک عامل مهم و اثرگذار در طرح‌های جامع و تفصیلی	سازگاری
۱۳	بهره‌گیری از الگوهای پیاده‌مدار و دوچرخه‌سواری در طراحی محلات شهری	سازگاری	۲۶	طراحی سیستم‌ها و سامانه‌های هوشمند برای تعیین تأثیرگذاری طرح خیابان‌ها و ساختمان‌ها بر افزایش اثر جزایر حرارتی	سازگاری

نتیجه‌گیری

مقابله با آسیب‌های حاصل از جزایر گرمایی شهری نیازمند بهره‌گیری از استراتژی‌های کاهش اثر و سازگاری است. شهر تهران نیز باتوجه‌به مسائلی که حاصل جزایر گرمایی بوده نیازمند بهره‌گیری از این استراتژی‌هاست. اجرای این استراتژی‌ها نیازمند مطالعات امکان‌سنجی است که نشان دهد باتوجه‌به ظرفیت و پتانسیل‌های موجود در شهر تهران

www.SID.ir

Archive of SID

امکان اجرای هر یک از استراتژی‌ها تا چه میزان است. بدین منظور، استراتژی‌های مطرح در مقابله با جزایر گرمایی شهری در این مقاله معرفی و با بهره‌گیری از جامعهٔ نخبگان امکان اجرای هر یک از استراتژی‌ها تحلیل شده است. باتوجه‌به نظر کارشناسان، می‌توان چنین اذعان کرد که هر چه استراتژی مدنظر شرایط سهل‌تری برای اجرا داشته، امتیاز بیشتری در رتبه‌بندی اجرا به‌دست آورده است؛ این در حالی است که استراتژی‌هایی که برای اجرا شرایط سخت‌تری داشته‌اند و به برنامه‌ریزی و همچنین بودجهٔ قابل‌توجه نیاز بوده است، رتبه‌های پایین‌تری از لحاظ امکان اجرا به‌دست آورده‌اند به‌طور کلی، می‌توان چنین نتیجه گرفت که استراتژی‌های کاهش اثر امکان بیشتری برای اجرا در شهر تهران دارند. البته، از میان استراتژی‌های کاهش اثر، مواردی هستند که به‌علت هزینهٔ زیاد و نیاز به کار تخصصی و زمینهٔ علمی مناسب از بعضی استراتژی‌های سازگاری از لحاظ امکان اجرا در رتبه‌های پایینی قرار می‌گیرند؛ از جملهٔ این استراتژی‌ها می‌توان به «استفاده از تکنولوژی‌های نوین در معماری ساختمان‌ها با قابلیت حداقل استفاده از سیستم‌های سرمایشی» و «استفاده از تکنولوژی بام‌های سبز برای ساکنان در منطقه» اشاره کرد. در پژوهش‌هایی که در این زمینه انجام پذیرفته به‌طور عام فقط به بررسی موقعیت‌های جزایر گرمایی شهری و عوامل مؤثر بر آن پرداخته شده و فقط در برخی تحقیقات به ذکر استراتژی‌های مقابله با جزایر گرمایی پرداخته شده است. در اندکی از مطالعات به امکان‌سنجی اجرای این استراتژی‌ها پرداخته شده است. در مقایسه با پژوهش‌های مشابه، نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش گجیر (۲۰۰۹) متفاوت است، چون آن پژوهش به‌صورت کیفی همهٔ استراتژی‌ها را برای اجرا مناسب دانسته است و به رتبه‌بندی استراتژی‌ها نپرداخته است. همچنین، نتایج این پژوهش با تسونماتسو و همکاران (۲۰۱۵) نیز از این جهت که فقط به استراتژی‌های کاهش اثر پرداخته و سازگاری را، که از اصلی‌ترین روش‌های مقابله با آثار جزایر گرمایی است، نادیده گرفته است متفاوت است. به‌صورت کلی، از پژوهش حاضر می‌توان چنین نتیجه گرفت که مدیریت شهری می‌تواند، باتوجه‌به میزان بودجه و اولولیت‌بندی نیازهای شهروندان، استراتژی‌های کاهش اثر و سازگاری با جزایر گرمایی شهری را درنظر بگیرد. این نکته باید درنظر گرفته شود که اولویت‌بندی امکان‌پذیری هم‌معنای رتبه‌بندی اهمیت در این پژوهش درنظر گرفته نشده است و موردی از استراتژی‌ها می‌تواند از اهمیت فراوانی برخوردار باشد، اما شرایط سهل‌تری از لحاظ اجرا نسبت به بعضی استراتژی‌ها نداشته باشد. از جملهٔ این استراتژی‌ها می‌توان به استراتژی‌های سازگاری، که مربوط به جلب مشارکت و آموزش شهروندان است، اشاره کرد که از اهمیت فراوانی برخوردار است، ولی شرایط مناسبی از لحاظ امکانِ اجرا ندارد. مدیریت شهری می‌تواند با تغییر دیدگاه خود نسبت به مسئلهٔ جزایر گرمایی شهری به استراتژی‌های مقابله با جزایر گرمایی توجه کند و براساس توان‌های خود به اجرای این استراتژی‌ها توجه کند. این پژوهش نشان می‌دهد که از استراتژی‌های معرفی‌شده می‌توان، باتوجه‌به توان و موقعیت مدیریت شهری، برای مقابله با این مخاطره بهره گرفت. به‌طور کلی، در شهرهای کشورهای توسعه‌یافته یک تغییر کلی از استراتژی‌های کاهش اثر به سمت استراتژی‌های سازگاری در حال انجام است که حاصل تمرکز بر روی شهروندان به جای تمرکز صرف به مدیریت شهری در مقابله با جزایر گرمایی شهری است و همچنین توجه بیشتر به اقدامات بلندمدت و با برنامه نسبت به اقدامات کوتاه‌مدت و با اثرهای کمتر است؛ که این امر می‌تواند برای مدیریت شهری تهران نیز موردتوجه قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. آذر، عادل و احسانی، علی (۱۳۸۹). سنجش عوامل کلیدی موفقیت اجرای مدیریت دانش در سازمان با رویکرد تصمیم‌گیری چندشاخصهٔ فازی (مورد مطالعه: مرکز آمار ایران)، *سومین کنفرانس ملی مدیریت دانش*، بهمن ۱۳۸۹.

۲. حسن لی، علی‌مراد و شفیعی، مسعود (۱۳۸۹). *راهبردهای سازگاری با خشک‌سالی‌ها*، مرکز تحقیقات استراتژیک، گروه پژوهشی امور زیربنایی، تهران.

۳. دهقان، مهدی (۱۳۸۲). جزایر گرمایی شهری نمونه‌ای از تغییر اقلیم، مجلهٔ *رشد آموزش جغرافیا*، ۶۵: ۲۸-۳۵.

۴. رنجبر سعادت‌آبادی، عباس؛ علی‌اکبری بیددختی، عباس‌علی و صادقی حسینی، علی‌رضا (۱۳۸۴). آثار جزیرهٔ گرمایی و شهرنشینی روی وضع هوا و اقلیم محلی در کلان‌شهر تهران براساس داده‌های مهرآباد و ورامین، *محیط‌شناسی*، ۳۹: ۵۹-۶۸.

۵. رنجبر، هادی؛ حق‌دوست، علی‌اکبر؛ صلصالی، مهوش؛ خوشدل، علی‌رضا؛ سلیمانی، علی و بهرامی، نسیم (۱۳۹۱). نمونه‌گیری در پژوهش‌های کیفی: راهنمایی برای شروع، *مجلهٔ علمی- پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران*، ۳: ۲۳۸-۲۵۰.

۶. صادقی‌نیا، علی‌رضا؛ علیجانی، بهلول و ضیائیان، پرویز (۱۳۹۱). تحلیل فضایی- زمانی جزیرهٔ حرارتی کلان‌شهر تهران با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۴: ۱-۱۷.

۷. مفیدی، مجید و زارع مهذبیه، آیدا (۱۳۹۲). معرفی مصالح سطوح پیاده‌رو شهری به‌منظور کاهش اثر جزایر گرمایی، فصل‌نامهٔ *طراح*، ۸: ۱۱۸-۱۲۲.

8. Azar, A & Ehsani, A. (2010). Assessing the key factors of success in implementing knowledge management in the organization with a decision-making approach of several fuzzy indicators (Case study: Iran Statistics Center). Third National Conference on Knowledge Management.

9. Mofidi, M & Zare, A. (2013). Introducing the materials of urban sidewalk surfaces in order to reduce the effect of heat islands. Designer's Quarterly, No. (8),: pp: 118-122

10. Sadeghinia, A. Alijani, B & Ziaeian, P. (2012). Spatial-temporal analysis of Tehran metropolitan island using remote sensing and geographic information system, Journal of the Geography and environmental hazards Volum 4: Winter. Pp. 1-17.

11. Ranjbar, H, Haghdoost, A. Salsali, M. Khoshdel, A. Soleimani, A & Bahrami, N. (2012). Sampling in Qualitative Research: Supervision For starters, Journal of the Army of the Islamic Republic of Iran University of Medical Sciences, No. (3 :), pp: 238-250.

12. Ranjbar Saadatabadi, A. Ali Akbari Bidokhti, A & Sadeghi Hosseini, A. (2005). The effects of the island of heat and urbanization on the weather and local climate in the metropolis of Tehran based on data Mehrabad and Varamin, Environmental Studies, No. 39,: Summer 84, pp. 59-68.

13. Dehghan, Mehdi (, 2003). Urban Heat Islands, an example of climate change, Journal: Growth of Geography Education, Summer 2003 - No. 65: pp: 28-35.

14. Hassan Lee, A & Shafiee, M. (2010). Drought Adaptation Strategies, Strategic Research Center, Infrastructure Research Group, Tehran.

15. Adger, W.N.; Eakin, H. and Winkels, A. (2007). Nested and networked vulnerabilities in South East Asia. Global Environmental Change and the South-east Asian Region: *An Assessment of the State of the Science*, L. Lebel, et al. (eds.), Island Press, Washington, District of Columbia, in press.

16. Akbari, H.; Levinson, R. and Rainer, L. (2005). Monitoring the energy-use effects of cool roofs on California commercial buildings, *Energy and Buildings*, 37: 1007-1016.

17. Alcoforado, M.J. and Andrade, H. (2006). Nocturnal urban heat island in Lisbon (Portugal): main features and modelling attempts, *Theoretical and Applied Climatology*, 84: 151-159.

www.SID.ir

Archive of SID

18. Archer, D.; Almansi, F.; DiGregorio, M.; Roberts, D.; Sharma, D. and Syam, D. (2014). Moving towards inclusive urban adaptation: approaches to integrating community-based adaptation to climate change at city and national scale, *Climate and Development*, 6(4): 345-356.

19. Ca, V.T.; Asaeda, T. and Ashie, Y. (1999). Development of a numerical model for the evaluation of the urban thermal environment, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 81: 181-196.

20. Carmin, J.; Roberts, D. and Anguelovski, I. (2009). Planning climate resilient cities: early lessons from early adapters, *Presented at the world bank urban research symposium on climate change, Marseille*, 28-30 June 2009.

21. Carter, J.; Cavan, G. Connelly, A.; Guy, S.; Handley, J. and Kazmierczak, A. (2015). Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation, *Progress in Planning*, 95: 1-66.

22. Chang, K., 2000: Scientists watch cities make their own weather.New York Times,15 August, Late Ed.—Final, F1. [Availableonlineathttp://query.nytimes.com/search/abstract?res5F60C12F63B5B0C768DDDA10894D8404482.

23. Chang, S. E., & Falit-Baiamonte, A. (2002). Disaster vulnerability of businesses in the 2001 Nisqually earthquake. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, *4*(2), 59-71.Cook, J.; Fang, K.; Smith, J. and Williams, K. (2010). Urban Heat Islands in the San Joaquin Valley: Case study evaluating the magnitude and mitigation strategies of Fresno's heat island, 2010, LBNL Heat Island Group, http://eetd.lbl.gov/HeatIsland/CoolRoofs/, pg1.

24. Clarke JF (1972) Some effects of the urban structure on heat mortality.Environ Res 5:93–104

25. Corfee-Morlot, J., Cochran, I., Hallegatte, S., & Teasdale, P. J. (2011). Multilevel risk governance and urban adaptation policy. *Climatic change*, *104*(1), 169-197.Fujino, T.; Asaeda, T. and Ca, V.T. (1999). Numerical analyses of urban thermal environment in a basin climate - application of a k-epsilon model to complex terrain, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 81: 159-169.

26. Giguère, M. (2009). Urban Heat Island Mitigation Strategies, Urban Heat Island Mitigation Strategies Institute national de santé publication of Québec, http://www.inspq.qc.ca.

27. Gorsevski, V., Taha, H., Quattrochi, D., & Luvall, J. (1998). Air pollution prevention through urban heat island mitigation: An update on the Urban Heat Island Pilot Project. *Proceedings of the ACEEE Summer Study, Asilomar, CA*, *9*, 23-32.

28. Golden, J. S. (2006). Photovoltaic canopies: thermodynamics to achieve a sustainable systems approach to mitigate the urban heat island hysteresis lag effect. *International journal of sustainable energy*, *25*(01), 1-21.

29. Greater London Authority (2008). *The London Climate Change Adaptation Strategy, Summary draft report*, Published by Greater London Authority, London.

30. Grothmanna, T. and Patt, A. (2005). Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change, *Global Environmental Change*, 15: 199-213.

31. Healthy air living (2011). Urban Heat Island Mitigation: An innovative way to reduce air pollution and energy usage, www.healthyairliving.com.

32. Heidt, V.M. and Neef, M. (2008). Benefits of Urban Space for Im- proving Urban Climate, Ecology, Planning and Management of Urban Forests: International Perspective, 2008.

33. Heisler, G.M. and Grant, R.H. (2000). Ultraviolet radiation in urban ecosystems with consideration of effects on human health, *Urban Ecosystems*, 4: 193-229.

34. Hoverter, Sara P. (2012). Adapting to Urban Heat: A Tool Kit for Local Governments, Georgetown Climate Center.

www.SID.ir

Archive of SID

35. Kikegawa, Y., Genchi, Y., Kondo, H., & Hanaki, K. (2006). Impacts of city-block-scale countermeasures against urban heat-island phenomena upon a building's energy-consumption for air-conditioning. *Applied Energy*, *83*(6), 649-668.

36. Kolokotroni, M., Giannitsaris, I., & Watkins, R. (2006). The effect of the London urban heat island on building summer cooling demand and night ventilation strategies. Solar Energy, 80(4), 383-392.

37. LBNL Heat Island Group (2010). http://eetd.lbl.gov/HeatIsland/CoolRoofs/, pp. 1.

38. Lesnikowski, A. (2014). *Adaptation to Urban Heat Island Effect in Vancouver, BC: A case study in analyzing vulnerability and adaptation opportunities*, A project submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of arts (planning), the University of British Columbia, September 2014.

39. Manlun, Y. (2003). Suitability Analysis of Urban Green Space System Based on GIS; ITC: Geneva, Switzerland, 03.

40. Masson, V. (2006). Urban surface modeling and the meso-scale impact of cities, *Theoretical and Applied Climatology*, 84: 35-45.

41. McKendry, I.G. (2003). Applied climatology, *Progress in Physical Geography*, 27: 597-606.

42. Narejo, D. (2005). (Geo)Synthetics for greenroofs, *Geotechnical Fabrics Report*, 23: 34-37.

43. Nowak, D. (2000). The interactions between urban forests and global climate change, *Global Climate Change and the Urban Forest*, 31-44.

44. O'Malley, C., Piroozfar, P., Farr, E. R., & Pomponi, F. (2015). Urban Heat Island (UHI) mitigating strategies: A case-based comparative analysis. *Sustainable Cities and Society*, *19*, 222-235.Oke, T.R. (1982). The energetic basis of the urban heat island, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108: 1-24.

45. Oke, T. R., 1973: City size and the urban heat island.Atmos. Environ.,7,769–779.

46. Randall, T. A., Churchill, C. J., & Baetz, B. W. (2003). A GIS-based decision support system for neighbourhood greening. *Environment and Planning B: Planning and Design*, *30*(4), 541-563.

47. Roaf, S.; Crichton, D. and Nicol, F. (2005). Adapting buildings and cities for climate change: a 21st century survival guide, Amsterdam, The Netherlands: Elsevier/Architectural Press.

48. Rosenfeld, A.; Akbari, H.; Bretz, S.; Fishman, B.; Kurn, D.; Sailor, D. and Taha, H. (1995). Mitigation of urban heat islands: materials, utility programs, updates, *Energy and Buildings*, 22: 255-265.

49. Rushayati, S.; Prasetyo, L.; Puspaningsih, N. and Rachmawati, E. (2016). Adaptation Strategy Toward Urban Heat Island at Tropical Urban Area, *Procedia Environmental Sciences*, 33: 221-229.

50. Saavedra, C., Budd, W. W., & Lovrich, N. P. (2012). Assessing resilience to climate change in US cities. *Urban Studies Research*, *2012*..

51. Shashua-Bar, L., Hoffman, M. E., & Tzamir, Y. (2006). Integrated thermal effects of generic built forms and vegetation on the UCL microclimate. *Building and environment*, *41*(3), 343-354.

52. Satterthwaite, D.; Huq, S.; Reid, H.; Pellin, M. and Romero Lankao, P. (2009). Introduction. In: Bicknell J, Dodman D, Satterthwaite D (eds.) *Adapting cities to climate change: understanding and addressing the development challenges*, London: Earthscan.

53. Shahgedanova, M.; Burt, T.P. and Davies, T.D. (1997). Some aspects of the three-dimensional heat island in Moscow, *International Journal of Climatology*, 17: 1451-1465.

54. Smit, B. and Pilifosova, O. (2001). Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity, In: McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., White, K.S. (eds.), *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Cambridge: Cambridge University Pres, pp. 877-912.

www.SID.ir

Archive of SID

55. Solecki, W. D., Rosenzweig, C., Parshall, L., Pope, G., Clark, M., Cox, J., & Wiencke, M. (2005). Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, *6*(1), 39-49Stone, Jr., Brian Vargo, Jason, Peng Liu, Yongtao Hu, Armistead Russell, (2013). Climate Change Adaptation Through Urban Heat Management in Atlanta, *Georgia Environ. Sci. Technol*, 47: 7780-7786.

56. Tsunemats, N.; Yokoyama, H. and Honjo, T. (2015). Impacts of urban heat island mitigation strategies on surface temperatures in downtown Tokyo, *9th International Conference on Urban Climate jointly with 12th Symposium on the Urban Environment*, Toulouse France.

57. UN-HABITAT (2011). Cities and Climate Change, Global Report on Human Settlements 2011, http://www.unhabitat.org/downloads/docs/GRHS2011_Full.pdf.

58. Villanueva-Solis, J. (2017). Urban Heat Island Mitigation and Urban Planning: The Case of the Mexicali, B. C. Mexico, *American Journal of Climate Change*, 6: 22-39.

59. Wang, Y.; Berardi, U. and Akbari, H. (2016). Comparing the effects of urban heat island mitigation strategies for Toronto, Canada, *Energy and Buildings*, 114: 2-19.

60. Weng, Q.; Lu, D. and Schubring, J. (2004). Estimation of land surface temperature vegetation abundance relationship for urban heat island studies, *Remote Sensing of Environment*, 89: 467-483.

61. Wilby, R.L. and Perry, G.L.W. (2006). Climate change, biodiversity and the urban environment: a critical review based on London, UK., *Progress in Physical Geography*, 30: 73-98.

62. Yang, L.; Qian, F.; Song, D. and Zheng, K. (2016). Research on Urban Heat-Island Effect, *Procedia Engineering*, 169: 11-18.

63. Yow, D.M. (2007). Urban Heat Islands: Observations, Impacts, and Adaptation, *Geography Compass* 1(6): 1227-1251.

64. Yu, C. and Hien, W.N. (2006). Thermal benefits of city parks, *Energy and Buildings*, 38: 105-120.

www.SID.ir