فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای
دوره ۱۲، شماره ٤٩، زمستان ١٤٠١
صص: ٣٤٠-٣٢٧

بررسی تأثیر نماهای ساختمانی بر تغییرات دما در دره‌های شهری در اقلیم کلان شهرها(نمونه موردی: کلان‌شهر تهران)[1]

سید غلامرضا رضوی امرئی
دانشجوی دکتری معماری، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران
حیدر جهانبخش[2]
دانشیار گروه معماری، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران/ دانشیار مدعو گروه معماری، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران
عبدالله ابراهیمی
دانشیار گروه معماری، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران.

چکیده
دره‌های شهری در معرض تابش خورشیدی بر تشدید ریز اقلیم‌ها موثر است. جرم حرارتی مصالح نما و خصوصیات حرارتی سطوح در تشدید جزیره حرارتی شهری (UHI) تاثیر دارد. افزایش دما سبب دور شدن از شرایط آسایش محیطی و افزایش مصرف انرژی در شهرها می شود. با بررسی رفتار حرارتی مصالح نما و خصوصیات حرارتی آنها می‌توان به میزان تاثیرآنها بر افزایش دما دست یافت. جهت دست‌یابی به این امر با استفاده از الگوریتم ژنتیک SPA2 تاثیر مصالح بر افزایش دما بررسی شده است. برای این منظور ابتدا یک مدل خیابان با شرایط اقلیمی شهر تهران در نظر گرفته شده و با استفاده از نرم افزارهای گرس‌هاپر و لیدی‌باگ، رفتار حرارتی مصالح نما و نسبت پنجره به دیوار (WWR) و ارتفاع نما به عرض خیابان بر تغییرات دمایی دره حرارتی بررسی شده است. نتایج پژوهش نشان داد که دمای تابشی محیط در مصالح با نماهای شیشه ای و سطوح انعکاسی افزایش بیشتری یافت.

کلیدواژگان: نماهای ساختمانی، دره‌های شهری، تغییرات دمایی، شهر تهران.

[1] . این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول تحت عنوان « تبیین عوامل مؤثربر ایجاد جزیره حرارتی شهری و افزایش دمای محیطی ساختمان از طریق مصالح نما. (نمونه موردی:شهر تهران)»، استاد راهنما: دکتر حیدر جهانبخش، استاد مشاور: دکتر عبدالله ابراهیمی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری می‌باشد.

[2] . نویسنده مسئول: h_jahanbakhsh@pnu.ac.ir

مقدمه

محققین زیادی بر بهینه سازی حرارتی سطوح افقی تاکید کرده اند. تبادل انرژی بین ساختمان ها، سطوح بیرونی آنها و منابع گرمایی انسانی اغلب ریز اقلیم های محلی را تشدید کرده و کیفیت زیست محلی در فضای باز را کاهش داده است (Erell et.Al, 2011). علاوه بر این با تشدید ریزاقلیم محلی مصرف انرژی در ساختمان ها افزایش پیدا می کند (D. Mauree et.Al, 2011). در ضمن سرعت زیاد تغییرات آب و هوایی باعث افزایش علاقه به مطالعه راه حل های طراحی شهری با هدف کاهش اقلیم های خرد شده است. ارتباط متقابل بین تغییرات آب و هوایی، اثرات جزیره گرمایی شهری (UHI) و تقاضای انرژی ساختمان متقابل بوده و به دلیل چندین تبادل به راحتی قابل توصیف نیست و تحقیقات بیشتری در این زمینه مورد نیاز است. در این میان پژوهش آندرئو و آکسارلی نشان داد که ریز اقلیم ها در دره های شهری عمدتا تحت تاثیر قرار گرفتن در معرض تابش خورشیدی هستند (E. Andreou, K. Axarli,, 2012). بنابراین جهت گیری خیابان ها و نسبت ارتفاع به عرض تاثیر قابل توجهی بر آن دارد. علاوه بر این، آنها نشان دادند که جرم حرارتی مواد و خصوصیات حرارتی سطوح آنها می تواند پدیده UHI را تشدید کند.

محققین بیشتر بر بهینه سازی حرارتی سطوح افقی متأثر از تابش مستقیم آفتاب در تابستان تمرکز کرده اند. تحقیقات زیادی جهت دستیابی به مواد خنک انجام شده است که ضریب بازتاب بالا برای موج کوتاه و ضریب انتشار بالا برای موج بلند نتایج آنها بوده است (L. Doulos et.Al, 2004). امروزه کف¬ها اعم از خیابان¬ها و سطوح پشت بام از نظر حرارتی برای کاهش ریزاقلیم مدنظر قرار گرفته است و تحقیقات و پیشرفتهای کمی درباره تاثیر پوشش های ساختمانی نما بر اقلیم خرد وجود دارد. مصالح نما اغلب به عنوان یک ویژگی زیبایی شناختی در نظر گرفته شده است. پس از اعمال مقررات سختگیرانه تر انرژی، احجام ساختمانی برای کاهش تقاضای انرژی و افزایش آسایش حرارتی و زیبایی بصری ساختمان طراحی می شوند. با این وجود، در این رویکردها نما را به عنوان یک لایه کنترل کننده و عایق در برابر آب و هوا و محیط پیرامونی در نظر می گیرند (K. Fabbri et.Al, 2020).

با وجود یافته های اندک درباره نقش نما در آسایش حرارتی بیرونی، تاکنون چندین مطالعه شبیه سازی انجام شده است. نتایج مطالعات نشان می دهد دمای دره در میان سایر عوامل موثر، تحت تاثیر نوع مصالح نما هم می¬باشد (K. Fabbri et.Al, 2016). بیشترین تحقیقات نما در مورد پوشش‌های بازتابی می باشد که نشان می دهد تابش خورشیدی را در همان جهت تابش فرودی منعکس می‌کند (H. Lee, H. Mayer, 2018). این راه حل ها، که ثابت شده است دمای محلی را کنترل می کنند، بسیار خاص هستند و نیاز به نمونه سازی خاص سایت دارند (F. Rossi et.Al, 2015). از این منظر، بررسی تاثیر خواص حرارتی مصالح نماهای معمولی و نسبت پنجره به دیوار (WWR) بر اقلیم خرد دره شهری ضروری و مهم است. بنابراین هدف اصلی پژوهش، درک این موضوع است که تا چه حد WWRو خصوصیات مصالح نما به بخشی از سیاست–های کاهشی موضعی مرتبط است.

برای دستیابی به نتایج درست و منطقی در این تحقیق از الگوریتم ژنتیک بهره گیری شده است. این کار با استفاده ازیک مدل شبیه سازی پارامتریک در محیط گرس هاپر و لیدی باگ صورت گرفت.در آن چگونگی تاثیر نسبت های ابعادی، ویژگیهای زمین و نما را بر دمای تابشی متوسط (Tmrt) در فضای باز دره بررسی کرده ایم.

تقریباً ٤٠ سال پیش، اوکه سه علت اصلی تغییر اقلیم در شهرها را تعریف کرد: ۱) رهگیری تشعشعات موج کوتاه و بلند بین ساختمان ها، ۲) کاهش انتشار گرما در تابش امواج بلند به دلیل کاهش دید آسمان و ۳) افزایش

ذخیره گرمای محسوس در مصالح ساختمانی(T.R. Oke, 2012). او همچنین نقش نمای ساختمان را در درجه اول قرار می دهد و اهمیت آن با توجه به زوایای خورشیدی و هندسه ساختمان ها متفاوت می داند. نسبت بین ارتفاع ساختمان ها (H) و فاصله بین آنها (W) بر میزان تابش موج کوتاه جذب شده و منعکس شده از زمین و نما تأثیر می¬گذارد. نسبت H/W از بخش‌های قدیمی شهرها به حومه‌ها متفاوت است و دمای هوا را تا ٤ درجه سانتی‌گراد تغییر می‌دهد (T. Sharmin et.Al, 2017). فضاهای شهری فشرده با H/W بالا با تشعشعات موج کوتاه مستقیم و منعکس شده کم مشخص می شوند. در چنین زمینه‌هایی، موج بلند نوع اولیه تبادل حرارتی محلی است. در اینجا، انتشار نماها به یک پارامتر تأثیرگذار بر ریزاقلیم محلی، به ویژه در زمستان تبدیل می شود. فصلی که دمای سطوح ساختمان گرمتر از دمای هوا است. برعکس، فضاهای باز با H/W کم به میزان کمتری تحت تأثیر تشعشعات موج بلند قرار می‌گیرند، زیرا به ندرت توسط سطوح جامدی احاطه شده‌اند که تابش موج بلند ساطع می‌کنند. در اینجا بازتاب نما اهمیت زیادی دارد و باید به دقت اندازه گیری شود زیرا ممکن است تنش حرارتی عابران پیاده را افزایش دهد (H. Lee, H. Mayer, 2018). افزایش بازتاب نما، دمای نما را کاهش می دهد، که به نوبه خود باعث کاهش تشعشعات امواج بلند ساطع شده از دیوارهای ساختمان می شود (D. Lai et.Al, 2017).

روشن کردن ارتباط بین انتشار، بازتاب‌پذیری و تأثیر بر دمای تابشی به عنوان تابعی از هندسه دره‌ها برای ایجاد یک ریزاقلیم مطلوب در فضای باز از اهمیت اولیه برخوردار است . مطالعات بی‌شماری نشان می‌دهد که ویژگی‌های سطوح افقی در دره‌های شهری از نظر فیزیکی تأثیر قوی بر اقلیم کوچک شهرها دارد که منجر به کاهش دمای هوا تا ٤ درجه سانتی‌گراد می‌شود (M. Santamouris et.Al, 2011). بسیاری از سطوح هوشمند اخیراً برای تقویت ویژگی‌های انتخابی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، مانند سطوحی که دارای انعکاس بالا برای تابش خورشیدی هستند، اما در عین حال انتشار بالایی نیز دارند. برعکس، تعداد محدودی از مطالعات بر روی سطوح عمودی (به عنوان مثال نماها) تمرکز می‌کنند، اگرچه آنها در بازتاب‌های موج کوتاه متعدد و همچنین در تبادلات امواج بلند نقش دارند و تأثیرات را بر ریزاقلیم محلی تعیین می‌کنند (N.L. Alchapar et.Al, 2014). هنگامی که به طور خاص به ایستادن عابر پیاده نگاه می کنیم، ادبیات از این واقعیت حمایت می کند که راحتی افراد بیشتر تحت تأثیر ویژگی های نما قرار می گیرد تا ویژگی های روسازی ، و این زمانی که زوایای خورشیدی به نمای ساختمان برخورد می کند، تقویت می شود. صرف نظر از این نقش اساسی، نماها تقریباً به طور انحصاری با توجه به تأثیر آنها بر فضای داخلی مورد مطالعه قرار می گیرند، و تنها تعداد محدودی از آزمایشات نشان می دهد که نماها می توانند شرایط ریزاقلیمی شهری را تقویت کنند (H. Radhi et.Al, 2017). بیشتر مطالعات بر روی تأثیرات دیوارهای سبز بر آسایش فضای باز متمرکز شده است، اما تحقیقات جدید بر روی اجرای مواد بازتابنده به سمت پوشش های ساختمانی است. معمولاً از مواد بسیار بازتابنده برای کاهش تابش خورشیدی جذب شده توسط سطوح افقی شهری استفاده می شود (M. Santamouris et.Al, 2011). با این حال، استفاده از مواد خنک در نمای ساختمان‌ها به دلیل انعکاس‌های متعدد بین دیوارها نسبت به سقف‌ها مؤثرتر نشان داده می‌شود، و حاکی از به دام افتادن تابش خورشیدی در دره‌های شهری است (L. Mauri et.Al, 2018). مورینی و همکاران به این نتیجه رسیدند که نماهای سرد می توانند با کاهش پیش بینی شده ۰.٤ درجه سانتی گراد بر دمای هوای دره ها تأثیر مستقیم داشته باشند (E. Morini et.Al, 2018). در مقابل، تجزیه و تحلیل نشان می دهد که اگرچه استفاده از مواد بازتابنده در دره ممکن است دمای هوا را کاهش

دهد، اما این کاهش برای کاهش میانگین دمای تابشی کافی نیست و بر راحتی عابران تأثیر می گذارد (E. Erell et.Al, 2014). در نهایت، چند مطالعه تأثیری را که نما می‌تواند در محیط اطراف داشته باشد در مقیاس میکرو اقلیم نشان می‌دهد. با این حال، تحقیقات گسترده‌ای با تمرکز بر تأثیر انواع نما بر Tmrt محلی یافت نشد، بنابراین این امر نشان می دهد که شکاف پژوهشی در این زمینه وجود دارد.

عابران پیاده در معرض تشعشعاتی با طول موج و شدت متفاوتی قرار می گیرند، مانند تشعشعاتی که از اجسام ساطع می شوند و از آسمان می آیند، که از نظر زمان و مکان بسیار متفاوت است، بنابراین بر درک حرارتی افراد تأثیر می گذارد. روش‌های مختلفی برای تعیین کیفیت ریزاقلیم‌های فضای باز وجود دارد. یکی از آنها استفاده از شاخص های تبادل حرارتی محیط و انسان است که با پارامترهای دمای هوا، تابش حرارتی، جریان هوا و رطوبت نسبی تعریف می شود (D. Lai et.Al, 2019). در مطالعه فوق، با وجود در نظر گرفتن اثرات تشعشعات موج کوتاه و بلند بر بدن انسان ، میانگین دمای تابشی Tmrt به عنوان یک پارامتر معتبر برای درک راحتی در محیط‌های پیچیده، مانند محیط بیرون ارائه گردید (H. Mayer, P. Höppe, 2018). اگرچه Tmrt یک پارامتر ساده شده است تابش مستقیم (I)، پراکنده (D) و منعکس شده (R) موج کوتاه (۰.۳–۳ m□) خورشید و برای موج بلند جوی (A) و محیطی (۳–۱۰۰ E) (m□) زمینی تشعشع Tmrt است با این حال به عنوان یکی از مهمترین پارامترهای تأثیرگذار بر آسایش فضای باز در حضور تابش مستقیم و پراکنده خورشید در نظر گرفته می¬شود (N. Kántor et.Al, 2018).

با توجه به پیچیدگی محیط های بیرونی، هم از نظر هندسه و هم از نظر مواد، محاسبه Tmrt نیاز به تکیه بر ابزارهای شبیه سازی دارد که میدان تابش سه بعدی را شبیه سازی می کنند. برخی از ابزارهای مدلسازی سعی در حل چنین پیچیدگی دارند: CitySim-Pro، ENVI-met، RayMan، Ladybug Tool اما زمانی که اثر حرارتی جزئیات نما و عملیات ساختمانی دقیق درگیر باشد، ابزار لیدی باگ مناسب‌تر است (C. Mackey et.Al, 2017). گردش کار ابزار لیدی باگ امکان اتصال حرارتی ساختمان ها و فضای باز را فراهم می کند. گردش کار از درک تأثیر حرارتی فضای بیرونی نسبت به فضای داخلی و برعکس، از طریق ترکیب موتورهایی که توسط Ladybug Tools فراخوانی می شوند، پشتیبانی می کند.در جریان کار برای شبیه‌سازی Tmrt، مراحل زیر انجام گرفت: ۱- محاسبه تابش امواج بلند از طریق دمای سطوح توسط موتور شبیه سازی energyplus 2– محاسبه فاکتورهای دید سطوح با قابلیت ردیابی مدلسازی سه بعدی راینو و ۳- محاسبه تمام جریان های حرارتی محیط و سطوح.

مبانی نظری پژوهش

یک کلان‌شهر آب و هوای ویژه خود را می‌سازد که آن هم مشکلاتِ ویژه خود را در پی خواهد داشت. بررسی‌های ماهواره‌ای نشان می‌دهد که به دلیل از بین بردن رستنی‌ها و گیاهان و جایگزینی آن‌ها با مصالح، به ویژه مصالح تیره رنگِ ساختمانی در تمامی شهرهای بزرگ زمین چنین مشکلی پدیدار شده است. مواد تیره ساختمانی در طول روز گرما را جذب می‌کنند و تا ساعت‌ها پس از غروب آفتاب آن را نگه می‌دارند. هنگامی که سطح زمین از انبوه رستنی‌ها و گیاهان سبز پوشیده شده یا خاک آن مرطوب باشد، گرمای جذب شده با تبخیر آب گیاهان به سرعت جایگزین می‌گردد و گیاهان آب خود را از طریق برگ‌ها از دست می‌دهند که به خنک شدن هوا می‌انجامد (شمسی¬پور و همکاران، ۱۳۹۱). در واقع انرژیِ ورودیِ خورشیدی در مناطق غیرشهری موجب تبخیر آبِ گیاهان و خاک می‌شود. این گرمای نهان تبخیر به تغییر حالت آب از مایع به بخار گشته و از این رو دمای مناطق غیر

مسکونی افزایش نمی‌یابد. اما شهرها خاک و گیاه کمتری دارند و از این رو اندازهٔ زیادی از انرژی ورودی خورشید مستقیم موجب گرمای خیابان‌ها و ساختمان‌ها می‌گردد که افزایش سریعتر دمای هوای شهرها را در پی دارد. کمبودِ گیاه معمولاً خود موجب بروز مشکلات دیگری نیز از جمله افزایش سطح آلاینده‌های گوناگون در هوای شهر، هدر رفتن آب و نیز از دست رفتن آب بارندگی‌ها، افزایش آلودگی صوتی، افزایش مشکلات روانی و دیگر می‌شود.

جزایر حرارتی شهری رخدادی است که از طریق آن دمای هوای محدوده ای مشخص گرم تر از محیط های پیرامونی آن است. در واقع، جزیره حرارتی سطحی از شهر است که دمای آن به میزان قابل توجهی از مناطق اطراف آن گرم تر است. از علل افزایش دما ناشی از جزایر حرارتی در مناطق شهری عواملی به شرح ذیل است. اول، اینکه اکثر مصالح مورد استفاده در شهر نفوذناپذیر هستند. دوم، استفاده از مصالح تیره در سطوح شهری و دره های شهری ایجاد شده توسط ساختمان های با ارتفاع های مختلف، سبب جذب و نگهداشت انرژی خورشیدی و به تبع آن، افزایش دمای شهر می شود (ترابی و همکاران، ۱۳۹۹، ۱٤٦).

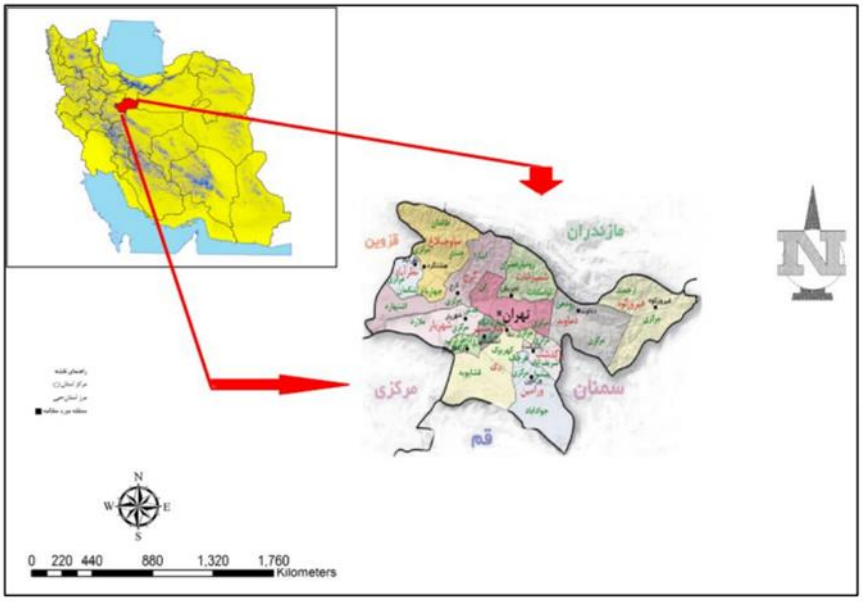
اگرچه جزایر گرمایی امروزه در نقاط مختلفی از شهرهای رو به گسترش جهان صنعتی و در حال توسعه پدیدار گشته و دارای تفاوت‌هایی در بعد و شکل هستند؛ اما ویژگی‌های کلی زیر را دارند:

- در مقایسه با مناطق دست‌نخورده اطراف شهر گرم تر بوده و الگوی رفتاری متمایز، پیچیده‌تر و گاه غیرقابل پیش‌بینی‌تری در روز از خود نشان می‌دهند. معمولاً در ساعات آخر روز و بعد از غروب آفتاب گرم‌ترین شرایط و کمی بعد از طلوع آفتاب خنک‌ترین شرایط را دارند.
- معمولاً باعث افزایش دما در سطوح شهری می‌شوند، این امر به دلیل جذب گرمای بیشتر در سطوح ساخته انسان یا به اصطلاح محیط‌های مصنوعی به نسبتِ پوشش‌هایِ طبیعی است.
- افزایش درجه گرمای هوا و سطوح در شرایط آسمان صاف و آب و هوای آرام (بدون باد) بیشترین حد خود را دارا می‌باشد.
- مناطق توسعه یافته‌تر در مقایسه با مناطق دست‌نخورده‌تر معمولاً گرم‌ترند (حاجی فتحعلی و همکاران، ۱۳۹۹، ۲۰۰).

منطقه مورد مطالعه

شهر تهران با وسعتی حدود ۷۳۰ کیلومتر مربع بین ۳٤ دقیقه و ۳۵ درجه تا ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است. این شهر از شمال به سلسله جبال البرز، از شرق به اواسانات و از غرب به کرج و از جنوب به ورامین محدود است. شهر تهران، از نظر تقسیمات اداری به ۲۲ منطقه و ۱۲۳ ناحیه و ۳۷٤ محله تقسیم می شود(آمارنامه شهر تهران، ۱۳۹۸).

شکل ۱. نقشه موقعیت جغرافیایی شهر تهران



منبع: (نویسندگان، ۱٤۰۱)

شهر تهران مراحل مختلف توسعه و تکامل شهری را از یک قلعه شهر تا یک کلانشهر امروزی در مقیاس جهانی، خیلی سریع تر از آهنگ طبیعی و در مدتی بسیار کوتاه(دو قرن) طی کرده است. از این روست که در برابر این فرآیند توسعه سریع و هجوم امواج پی در پی تحولات غیرمترقبه، از دستیابی به یک الگوی پایدار، هماهنگ و جامع بازمانده است. این شهر در هریک از مراحل توسعه خود، عناصر مورد نیاز برون شهری را در بیرون از مرزهای کالبدی خود مستقر کرده است. ولی خیلی زود به دلیل سرعت تحولات شهری و نبود مجال بازسازی و نوسازی، آنها را اشغال و در درون بافت های کالبدی خود اقدام کرده است. شاید بتوان گفت که پدیده برون افکنی عناصر برون شهری به صورت تخریب و بازسازی مداوم به یک گرایش اصلی و محوری در تاریخ توسعه کالبدی-فضایی تهران تبدیل شده است(مهدی زاده، ۱۳۸۲: ۳۷)

تحولات کالبدی-جمعیتی شهر تهران

- **تحولات جمعیتی**

تغییرات جمعیتی شهر تهران بعنوان پایتخت و مرکز اداری و سیاسی کشور ایران از زمان قاجاریه تا کنون همگام با رشد فیزیکی، رشد جمعیت شهر تهران نیز فزاینده بوده است. تهران تا قبل از آنکه مورد توجه شاه طهماسب صفوی قرارگیرد و حصاری بر دور آن کشیده شود، دهی با هزار نفر جمعیت بود. در زمان حکومت قاجار، جمعیت شهر تهران ۱۵هزار نفر ذکر شده بود که که از این تعداد سه هزارنفر را نظامیان تشکیل میدادند. در سال ۱۲۷٤، جمعیت تهران را ۱٤۷هزار و ۲۵٦نفر نوشتند. در دوره پهلوی و جمهوری اسلامی، آمار مختلفی از جمعیت تهران اعلام شده است. با توجه به روند افزایش جمعیت در تهران، عملا" شتاب جمعیت برای تبدیل شدن به کلانشهر، از ابتدای حکومت پهلوی(حدود سال۱۳۰۰شمسی) شروع و طی مدت ٤۰سال بالغ بر ده برابر(یعنی حدود ۲میلیون نفر در سال ۱۳٤۰) رسید. جمعیت تهران در٤۰سال بعد نیز (۱۳٤۰-۱۳۸۰) به ۷میلیون نفر رسید. بر اساس شش دوره سرشماری انجام شده، جمعیت تهران طی سالهای ۱۳۳۵تا۱۳۸۵حدودا" ۵برابر شده است (حبیبی و هورکارد، ۱۳۸۹: ۱۵۸) .

- **تحولات کالبدی**

شهر پدیده ای است مکانی-فضایی که در نقطه ای خاص ایجاد شده، در زمان تکامل یافته و رشد می یابد و در هر مقطعی از تاریخ، دگرگونی های کمی خود را به تغییرات کیفی مورد نیاز عصر خویش تبدیل می کند. پس برخورد با مسئله شهر، فضای شهری و کالبد آن برای نیازهای آنی و آتی ساکنان، فرآیندی را می طلبد که از فلسفه شهر شروع شده، در مکان-زمان رشد و گسترش یابد و با جستجوی علمی به فضا ختم گردد. این پایان، خود آغاز پویشی دوباره است(حبیبی، ۱۳۹۷: ۱۰۸). شهر تهران مراحل مختلف توسعه و تکامل شهری را از یک قلعه شهر تا یک کلانشهر امروزی در مقیاس جهانی، خیلی سریع تر از آهنگ طبیعی و در مدتی بسیار کوتاه(دو قرن) طی کرده است. از این روست که در برابر این فرآیند توسعه سریع و هجوم امواج پی در پی تحولات غیرمترقبه، از دستیابی به یک الگوی پایدار، هماهنگ و جامع بازمانده است. این شهر در هریک از مراحل توسعه خود، عناصر مورد نیاز برون شهری را در بیرون از مرزهای کالبدی خود مستقر کرده است. ولی خیلی زود به دلیل سرعت تحولات شهری و نبود مجال بازسازی و نوسازی، آنها را اشغال و در درون بافت های کالبدی خود اقدام کرده است. شاید بتوان گفت که پدیده برون افکنی عناصر برون شهری به صورت تخریب و بازسازی مداوم به یک گرایش اصلی و محوری در تاریخ توسعه کالبدی-فضایی تهران تبدیل شده است(مهدیزاده، ۱۳۸۲: ۳۵). انقلاب شگفت آوری که در چند دهه اخیر در شهر تهران در حال رشد-از آغاز دوره پهلوی- به وقوع پیوسته است، از شهر کوچک ۱۵هزارنفری آغامحمدخان قاجار در سالهای ۱۲۰٤(ه-ق) و٦۰ تا ۸۰ هزارنفری ربع اول قرن نوزدهم و ۲۱۰هزارنفری دهه های آغازین(۱۹۲۲) قرن بیستم، شهری غول پیکر و متروپل بزرگ ایران امروزی را به وجود آورده است(نظریان، ۱۳۷۰: ۲٦). در دوره پهلوی و شروع دوره ای که تهران به عنوان مدرنیزاسیون دچار دگرگونی های اساسی شد، تحولات ساختارهای اقتصادی و نیاز به نیروی کار، مازاد نیرو از بخش های دیگر اقتصاد به خصوص بخش کشاورزی را به سمت تهران کشید. این شهر در این دوران به شهری مدرن تبدیل گردید و نهضت ساختمان سازی و نیازمندیهای جدید سبب توسعه بیشتر شهر و تبدیل اراضی کنار شهر به ساختمانها و محلات جدید شد و خندق های دارالخلافه ناصری و دروازه ها برداشته و شهر از هر طرف گسترش یافت. با شکل گیری کوی های جدیدی چون تهران پارس، تهران نو و نارمک، تهران جدید نسبت به خندق دارالخلافه ناصری ۱۰کیلومتر فاصله گرفته بود. در دوره پهلوی دوم و با توسعه مجموعه های صنعتی در ورودی شهر، توسعه دانشگاه ها، بیمارستانها، بانک و ادارات دولتی و همچنین توسعه بزرگراهها از جمله تغییرات در شهر تهران بودند(مهدیزاده، ۱۳۸۲: ۳٦). در ادامه این تحول و گسترش فضایی، شهر تهران محدوده خود را در شرق به محدوده ٤٥متری نارمک و مسیل سرخه حصار و در شمال شرق به شهرک های جدید تهران نو، نارمک و بخشی از تهران پارس و سلطنت آباد و در جنوب شرق به محور خیابان خراسان، در جنوب مرکزی به خیابان نجف آباد، در جنوب غربی به شمال قلعه مرغی، آذری، محور راه آهن تهران-تبریز، در غرب به جاده مهرآباد، در شمال غرب به میدان آزادی، چهارراه باغ فیض(میدان آریاشهر) و در شمال مرکزی بدون درنظر گرفتن کوی ها یا اراضی مسکونی پراکنده در مسیر خیابان های ولیعصر(جاده پهلوی) و جاده قدیم شمیران و اراضی اطراف به پادگان و تپه های عباس آباد و اراضی امیرآباد شمالی و تپه های گیشا میرساند(نظریان، ۱۳۷۰: ۲۸). قبل از این تاریخ شهرک ها و کوی هایی در اطراف کارخانه ها و اراضی نزدیک به

تهران بوجود آمده بود و در اصل کوی های اطراف تهران در محدوده پنج ساله و شهرک های اطراف در خارج از محدوده و در جنب کارگاه ها و کارخانه ها قرار داشتند. علاوه بر این ابتدا مقدمات ایجاد شهرک ها و مجتمع های بزرگ مسکونی و تعاونی های مسکن، در جوار محدوده پنج ساله و سپس به تدریج مقدمات ایجاد شهرک هایی مثل تهرانشهر، کوی کیهان، ۲۰۰دستگاه، شهرزیبا، افسریه، پیکان شهر، دولت آباد، لویزان، شهرک غرب و بعد، شهرک اکباتان، آپادانا، پاس و فرهنگیان فراهم شد که بیشتر آنها در حال حاضر در داخل محدوده قرار دارند. در سال ۱۳۵۳حدود ٤۲شهرک در اطراف تهران و کرج احداث شد که حدود ۳۳ شهرک در اطراف کرج قرار داشتند. با این که این شهرک ها کیلومترها از تهران فاصله داشتند ولی اصولا" اهالی این شهرک ها جهت کار و رفع نیازهای زندگی به تهران رفت و آمد می کردند. مقدمات احداث این شهرکها بیشتر به دنبال احداث اتوبان تهران–کرج که عملا" فاصله بین تهران کرج را به نصف تقلیل می داد فراهم شد. این امر اراضی اطراف کرج را برای پیدایش شهرک ها و برای سکونت گروه های مختلف اجتماعی و مازاد جمعیت تهران و کارگران شاغل در کارخانه هایی که در فاصله بین تهران و کرج قرار داشتند، مساعد می کرد (نظریان، ۱۳۷۰: ۲۹).

یافته های پژوهش

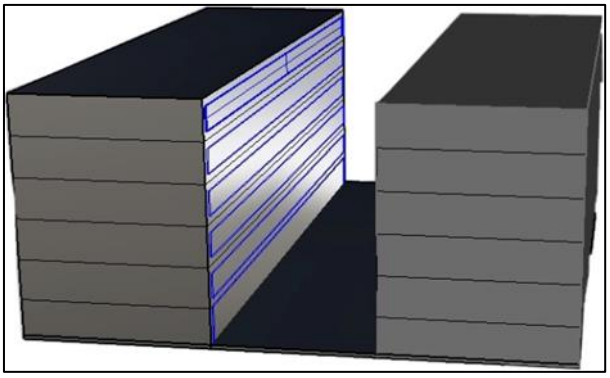
با اجرای شبیه سازی EnergyPlus ساختمان رو به دره از طریق اجزای Honeybee اطلاعات مربوط با توجه به "جدول یک" گردآوری شده است. این جدول شامل جزئیات گزینه های تنظیم شبیه سازی و ویژگی های هندسی اصلی مدل است. هر ساختمان به عنوان دنباله ای از مناطق حرارتی مدل گردید. اگرچه، در تحلیل‌های ریزاقلیم شهری، ساختمان‌ها عموماً به‌عنوان بلوک‌های ساده مدل‌سازی می‌شوند، به منظور در نظر گرفتن مبادلات حرارتی دقیق بین نما، داخل و خارج، سطح جزئیات مدل را با تغییرات سطوح با جذب بالا و بخش های شفاف حجم ساختمان بررسی کردیم. بنابراین، این امکان ایجاد شد که مقادیر بازتاب و انتشار را به تک تک عناصر نما اختصاص دهیم. زمین دره به عنوان یک "منطقه حرارتی زمین" مدل‌سازی شد که به جز پوشش نهایی در معرض آسمان، حجم خاک درنظر گرفته شد. هر یک از سطوح مربوط به دمای دره را می توان برای هر یک از مراحل زمانی شبیه سازی محاسبه کرد. سطح زمین دره به یک شبکه با فاصله یکنواخت تقسیم شده است. به عنوان تابعی از عملیات ساختمان، گردش کار امکان محاسبه سایه های ایجاد شده و گرمای ذخیره شده در سطح زمین را فراهم می کند. ضریب نمای آسمان برای هر سطح با استفاده از ابزار لیدی باگ از طریق یک رویکرد ردیابی پرتو، با وزن دادن هر پرتو تحت زاویه ای که پرتو با حالت عادی به سطح ایجاد می کند، محاسبه می شود. خروجی این کامپوننت توسط مولفه Outdoor-ComfRecipe استفاده گردید، که همچنین اطلاعاتی در مورد دمای سطح بیرونی که قبلاً توسط EnergyPlus محاسبه شده بود را دریافت می کند تا خروجی به نام comfRecipe تولید کند. مورد دوم ماتریسی است که شامل تمام متغیرهای ضروری برای است تعریف Tmrt مانند دمای هوا، سرعت باد، رطوبت نسبی، عوامل دید، تابش پراکنده خورشیدی، تابش مستقیم خورشیدی و تابش افقی جهانی می باشد. تابش خورشیدی با در نظر گرفتن ۲ جهش محیطی (یعنی تابش خورشیدی مستقیم، پراکنده و منعکس شده از زمین و ساختمان ها) محاسبه گردید. در نهایت، مقادیر سرعت باد برای شرایط فضای باز از فایل آب و هوا گرفته شده است.

درمرحله بعد همه متغیرهایی را که بر Tmrt و همه خواص ترموفیزیکی تأثیر می‌گذارند، جمع‌آوری و تعریف شد (جدول یک). این متغیرها در مدل ابزار لیدی‌باگ گنجانده شده‌اند. از آنجایی که Tmrt یک شاخص حرارتی

یکپارچه، Ta، v و موج کوتاه و بلند است شار تشعشع بر اساس استاندارد 46] ISO 772] اندازه گیری شد. داده¬های هواشناسی منطقه مورد مطالعه از ایستگاه سینوپتیک فرودگاه مهرآباد با متوسط دوره بیست ساله اخیر استخراج و بارگذاری گردید (IRN_Tehranmehrabad.407540_ITMY.epw).

خطوط برنامه نویسی لیدی باگ با استفاده از دره خیابانی در تهران نزدیک فرودگاه مهرآباد (۳۵درجه و ۷۱ دقیقه شمالی، ۵۱درجه و ۳۱ دقیقه شرقی) در نظر گرفته شد. همه متغیرهایی را که بر Tmrt و همه خواص ترموفیزیکی تأثیر می‌گذارند، بر مبنای (جدول یک) جمع‌آوری و تعریف گردید ، که در مدل ابزار لیدی‌باگ گنجانده شده‌اند.

شکل ۲. تصویر حجمی دره شهری



منبع: (یافته های تحقیق، نویسندگان، ۱۴۰۱)

جدول ۱. ویژگی های ساختاری مدل مورد مطالعه دره شهری

Variable	Simulated option
Reference city	Tehran(35◦ 71'N, 51◦ 31'E)
Canyon Length	50meter
Canyon width	12meter
Building Width	14meter
Building Orientation	25◦
Ground solar absorption	0.7
Summer analysis period	6-12July
Users scenario	Midrise apartment

منبع: (یافته‌های تحقیق، نویسندگان، ۱۴۰۱)

این مطالعه شامل تعریف Tmrt در بازه زمانی۱۵ تا ۲۲ تیر(July۱۲-٦) زمان پیک تابش خورشیدی ورودی به دره در اقلیم تهران می باشد.. شکل ۵ تغییرات میانگین Tmrt ثبت شده در طول ۲٤ ساعت به مدت ۷ روز را نشان می دهد. نمودارها ٤ خط را نشان می‌دهند که نشان‌دهنده تغییر Tmrt به عنوان تابعی از WWR برای پوشش‌های نمای روشن (خط نقطه‌دار سیاه) و تیره (خط سیاه مداوم) و به عنوان تابعی از تغییر نسبت W/H برای نور (خط نقطه‌دار قرمز) و تیره (خط قرمز پیوسته). تغییر Tmrt نسبت به یک موردخط پایه دره با عرض و ارتفاع یکسان و نسبت سطوح شفاف به دیوار ٦۰ درصد در نظرگرفته شد (٪60=WWR% و W/H =1).

جدول ۲. ویژگی ساختاری مدل جهت بررسی تأثیر W/H-ratio بر دمای تابشی بر نقطه M

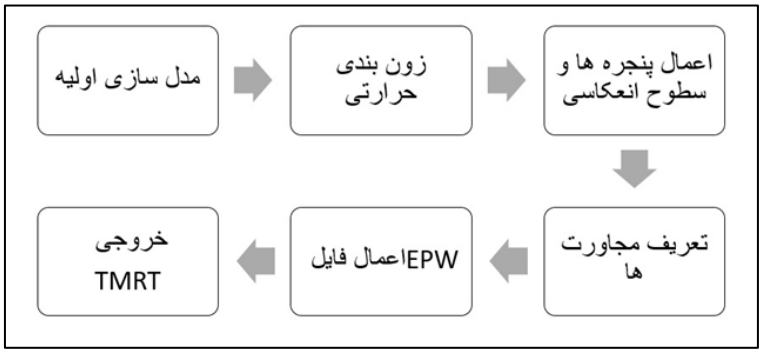
	Canyon width	Canyon Height	WWR
Case(A-02)	12	12	60%
Case(B)	12	8	60%
Case(C)	12	18	60%

منبع: (یافته‌های تحقیق، نویسندگان، ۱۴۰۱)

نتیجه گیری

مسیر عملیاتی پژوهش با در نظر گرفتن پنج حالت مختلف در اقلیم کلان شهر تهران بر مبنای جدول چهار در نرم افزار لیدی–باگ و هانی–بی انجام شد.

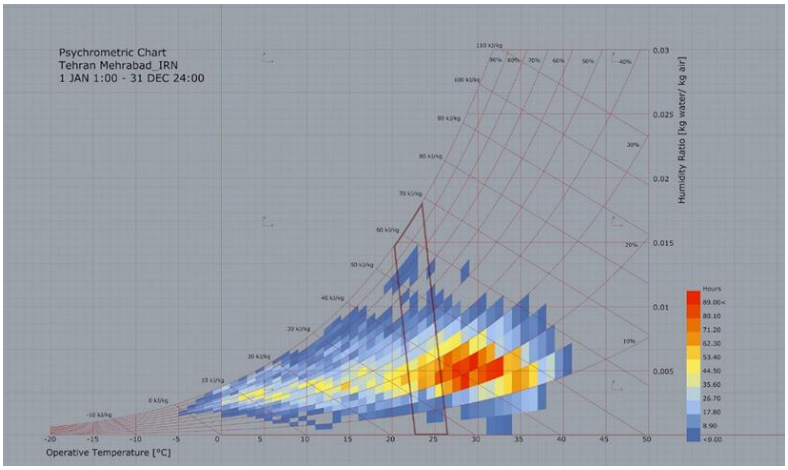
جدول ۳. الگوریتم مراحل شبیه سازی مدل های مطالعاتی



منبع: (یافته های تحقیق، نویسندگان، ۱۴۰۱)

با نگاهی به جدول زیست اقلیمی (psychrometry chart) مربوط به اقلیم تهران بر مبنای داده های هواشناسی متوسط بیست سال اخیر محدوده آسایش در منطقه حوالی فرودگاه مهرآباد می توان نتیجه گرفت با استفاده از روش¬های غیر فعال کاهش دمای هوا در محیط و افزایش رطوبت نسبی و بهره گیری از سایبان در فصل تابستان می¬توان به محدوده آسایش نزدیک شد.

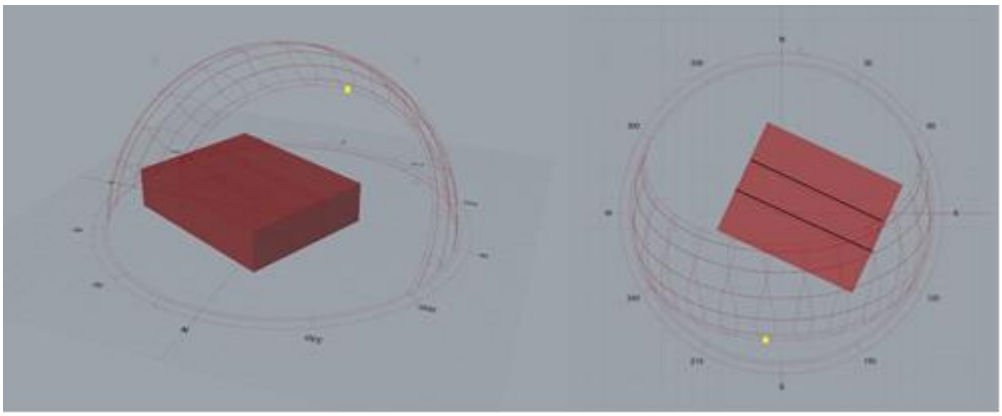
شکل ۳. نمودار زیست–اقلیمی کلان شهر تهران، منطقه مهرآباد



منبع: (یافته های تحقیق، نویسندگان، ۱۴۰۱)

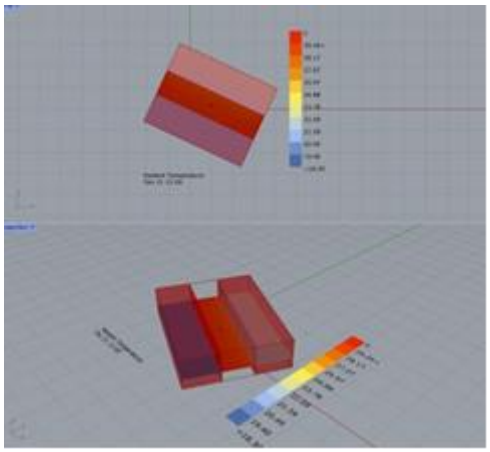
با توجه به جهات و زوایای تابش خورشید و موقعیت قرارگیری دره حرارتی نسبت به جهت جغرافیایی، بیشترین میزان دریافت انرژی حرارتی پس از سطوح افقی، سطح نمای جنوبی بلوک شمالی است که در بیشترین معرض تابش خورشید در طول روز قرار دارد. (شکل سه) در این پژوهش مشخص شد با تغییرات در نسبت سطوح انعکاسی به این دیوار، شاهد افزایش در انرژی تابشی دریافتی هستیم. به گونه ای که در هر سه حالت در نظر گرفته شده جهت شبیه سازی در همه فصول سال نتایج حاکی از افزایش دمای تابشی است.

شکل ٤. موقعیت دره حرارتی مورد مطالعه نسبت به تابش خورشید در طول روز



منبع: (یافته های تحقیق، نویسندگان، ۱۴۰۱)

شکل ۵. نمودار دمای تابشی دره حرارتی



منبع: (یافته های تحقیق، نویسندگان، ۱۴۰۱)

همچنین تاثیر ناچیز نسبت ارتفاع به عرض خیابان بر تغییرات دمای تابشی نتیجه دیگر پژوهش می باشد. البته با توجه به همین مقدارکاهش دمای تابشی در هنگام افزایش نسبت ارتفاع به عرض خیابان، به نظر می رسد میزان نمایانی آسمان بر تغییرات دمای تابشی اثرگذار است. بنابراین زمینه تحقیق در این مورد از طرف نگارندگان پیشنهاد می¬گردد. ضمنا درباره تاثیر مصالح نما با توجه به ویژگی های قیزیکی مصالح زمینه پژوهش های آتی فراهم می باشد.

جدول٤. نتایج پژوهش تاثیر نسبت پنجره به دیوار بر افزایش دمای تابشی محیط

Studies variant	Time Period	WWr	H/W	Result (Tmrt)
A-01	6-12 July	40%	1	26.727
A-02	6-12 July	60%	1	27.487
A-03	6-12 July	80%	1	28.698

منبع: (یافته های تحقیق، نویسندگان، ۱۴۰۱)

جدول ۵. نتایج پژوهش تاثیر نسبت ارتفاع ساختمان به عرض خیابان بر افزایش دمای تابشی محیط

Studies variant	Time Period	WWr	H/W	Result (Tmrt)
B-01	6-12 July	60%	2/3	27.489
A-02	6-12 July	60%	1	27.487
B-03	6-12 July	60%	3/2	27.401

منبع: (یافته های تحقیق، نویسندگان، ۱۴۰۱)

منابع

باقری، وحیده و نژاد ابراهیمی، احد(۱۳۹۷)، بهینه سازی انرژی در طراحی نمای ساختمان با تأکید بر رویکرد مهندسی ارزش(مطالعه موردی:مجموعه تجاری-اقامتی امید مشهد)، فصلنامه علمی و پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی منطقه‌ای، شماره ۲ دوره ۸،خرداد۱۳۹۷- صص ۲۰۷-۱۹۵.

ترابی، سحر و زارعی، مجید و هاشم‌پور، رحیم، (۱۳۹۹)، طراحی شهری با هدف تقلیل نارسایی‌های محیطی ناشی از جزایر حرارتی (نمونه موردی: محدوده تهرانسر، منطقه ۲۱ تهران)، فصلنامه علمی و پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال دهم، شماره ۲، بهار، صص ۱۵٤-۱٤۳.

حاجی فتحعلی، مهسا و فیضی، محسن و دهقان، عاطفه، (۱۳۹۹)، راهبردهای کوتاه مدت برای کاهش اثرات مخرب جزایر گرمایی در مناطق شهری، فصلنامه علمی و پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال دهم، شماره ۲، بهار، ص ۲۱٤-۱۹۵.

حبیبی، محسن و هورکارد، برنارد(۱۳۸۹)، اطلس کلان شهر تهران، سرزمین و مردم، ص ۲۱۹.

حبیبی، محسن(۱۳۹۷)، «از شهر تا شهر: تحلیل تاریخی مفهوم شهر و سیمای کالبدی آن: تفکر و تأثیر»، ناشر: دانشگاه تهران، ص: ۲۵٤.

خداجو، محمدعلی و متولی، صدرالدین و جانباز قبادی، غلامرضا و گندمکار، امیر(۱٤۰۰)، تأثیر الگوهای همدیدی بر شدت جزیره گرمایی شهر رشت و تغییرات عناصر اقلیمی، فصلنامه علمی و پژوهشی جغرافیا و برنامه¬ریزی منطقه-ای، شماره ٤ دروه۱۱، زمستان ۱٤۰۰- صص ۹۷-۸۵.

خداکرمی، جمال و حاتمی، مجتبی(۱۳۹۵)، جزیره حرارتی: متغیری جدید در معماری و شهرسازی/ انتشارات: کتاب فکرنو، شابک:۹-۵۱٦-٦۹۸-٦۰۰-۹۷۸.

شمسی‌پور، علی‌اکبر و مهدیان ماهفروزی، مجتبی و اخوان، هانیه و حسین‌پور، زینب(۱۳۹۱)، واکاوی رفتار روزانه جزیرهٔ گرمایی شهر تهران، مجله محیط شناسی، سال سی و هشتم، شماره ٤، زمستان، صص ٥٦-٤٥.

مهدی‌زاده، جواد(۱۳۸۲)، نگاهی به روند تاریخی توسعه کالبدی- فضایی شهر تهران (٤) (دوره شکل گیری مجموعه شهری تهران از ۱۳۵۷ تا امروز)، مجله جستارهای شهرسازی، تابستان ۱۳۸۲ - شماره ۵ (۸)، صص ۳٤-٤۱.

نظریان، اصغر(۱۳۷۰)، «گسترش فضایی تهران و پیدایش شهرهای اقماری»، پژوهش¬های جغرافیایی بهار ۱۳۷۰، شماره ۲۰.

C. Mackey, T. Galanos, L. Norford, M.S. Roudsari, Wind, Sun, Surface Temperature, and HeatIsland: Critical Variables for High-Resolution Outdoor Thermal Comfort, in: Building Simulation 2017, 15th IBPSA Conference, San Francisco, CA, USA, 2017.

D. Lai, W. Liu, T. Gan, K. Liu, Q. Chen, A review of mitigating strategies to improve the thermal environment and thermal comfort in urban outdoor spaces, Science of the Total Environment, 661 (2019) 337-353.

D. Mauree, S. Coccolo, A.T.D. Perera, V. Nik, J.L. Scartezzini, E. Naboni, A new framework to evaluate urban design using urban microclimatic modeling in future climatic conditions, Sustainability (Switzerland), 10 (4) (2018.)

E. Andreou, K. Axarli, Investigation of urban canyon microclimate in traditional and contemporary environment. Experimental investigation and parametric analysis, Renew. Energy, 43 (2012) 354-363.

E. Erell, D. Pearlmutter, D. Boneh, P.B. Kutiel, Effect of high-albedo materials on pedestrian heat stress in urban street canyons, Urban Climate, 10 (P2) (2014) 367-386.

E. Erell, D. Pearlmutter, T. Williamson, Urban Microclimate. Designing the spaces between buildings, Earthscan, Abingdon (UK), 2011.

E. Morini, B. Castellani, S. De Ciantis, E. Anderini, F. Rossi, Planning for cooler urban canyons: Comparative analysis of the influence of façades reflective properties on urban canyon thermal behavior, Solar Energy, 162 (2018) 14-27.

F. Rossi, B. Castellani, A. Presciutti, E. Morini, M. Filipponi, A. Nicolini, M. Santamouris, Retroreflective façades for urban heat island mitigation: Experimental investigation and energy evaluations, Applied Energy, 145 (2015) 8-20.

H. Lee, H. Mayer, Thermal comfort of pedestrians in an urban street canyon is affected byincreasing albedo of building walls, International Journal of Biometeorology, 62 (7) (2018) 1199-1209.

H. Mayer, P. Höppe, Thermal comfort of man in different urban environments, Theoretical and Applied Climatology, 38 (1) (1987) 43-49.

H. Radhi, E. Assem, S. Sharples, On the colours and 512 properties of building surface materials to mitigate urban heat islands in highly productive solar regions, Building and Environment, 72 (2014) 162-172.

K. Fabbri, J. Gaspari, S. Bartoletti, E. Antonini, Effect of facade reflectance on outdoor microclimate: An Italian case study, Sustainable Cities and Society, 54 (2020.(

L. Chen, B. Yu, F. Yang, H. Mayer, Intra-urban differences 475 of mean radiant temperature in different urban settings in Shanghai and implications for heat stress under heat waves: A GIS-based approach, Energy and Buildings, 130 (2016) 829-842.

L. Doulos, M. Santamouris, I. Livada, Passive cooling of outdoor urban spaces. The role of materials, Solar Energy, 77 (2) (2004) 231-249.

L. Mauri, G. Battista, E. de Lieto Vollaro, R. de Lieto Vollaro, Retroreflective materials for building's façades: Experimental characterization and numerical simulations, Solar Energy, 171 (2018) 150-156.

M. Santamouris, A. Synnefa, T. Karlessi, Using advanced cool materials in the urban built environment to mitigate heat islands and improve thermal comfort conditions, Solar Energy, 85 (12) (2011) 3085-3102.

N. Kántor, J. Unger, The most problematic variable in the course of human-biometeorological comfort assessment - The mean radiant temperature, Central European Journal of Geosciences, 3 (1) (2011) 90-100.

N.L. Alchapar, E.N. Correa, M.A. Cantón, Classification of building materials used in the urban envelopes according to their capacity for mitigation of the urban heat island in semiarid zones, Energy and Buildings, 69 (2014) 22-32.

T. Sharmin, K. Steemers, A. Matzarakis, Microclimatic modelling in assessing the impact of 497 urban geometry on urban thermal environment, Sustainable Cities and Society, 34 (2017) 293-308.

T. Sharmin, K. Steemers, A. Matzarakis, Microclimatic modelling in assessing the impact of urban geometry on urban thermal environment, Sustainable Cities and Society, 34 (2017) 293-308.

T.R. Oke, The energetic basis of the urban heat island, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 108 (455) (1982) 1-24.

Geography & Regional planning, Vol. 12, N. 49

Investigating the Effect of Building Facades on Temperature Changes in Urban Valleys in Metropolitan Climate (Case Study: Tehran Metropolis)[1]

Seyed Gholamreza Razavi Amrei
PhD student in Architecture, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran
Heidar Jahanbakhsh[2]
Associate Professor in Architecture, Payame Noor University, Tehran, Iran /Visiting Associate Professor in Architecture, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran
Abdolah Ebrahimi
Associate Professor in Architecture, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran.

Abstract

Urban valleys exposed to solar radiation are effective in intensifying microclimates. The thermal mass of the facade materials and the thermal properties of the surfaces have an effect on intensifying the urban heat island (UHI). An increase in temperature leads to a departure from environmental comfort conditions and an increase in energy consumption in cities. By examining the thermal behavior of facade materials and their thermal properties, it is possible to determine the extent of their influence on temperature rise. In order to achieve this, using SPA2 genetic algorithm, the effect of materials on temperature increase has been investigated. For this purpose, first, a street model with the climatic conditions of Tehran city is considered, and by using Grasshopper and Ladybug software, the thermal behavior of facade materials, window-to-wall ratio (WWR) and the height of the facade to the width of the street are changed. The temperature of the thermal valley has been checked. The results of the research showed that the radiant temperature of the environment increased more in materials with glass facades and reflective surfaces.

Keywords: Building Facades, Urban Valleys, Temperature Changes, Tehran.

[1] This article is taken from the first author's Ph.D thesis entitled " Explanation of the Factors Contributing to the Urban Heat Island and the Increase in the Environmental Temperature the Building from the Facade Materials. (Case Study: Tehran)" Supervisor: Dr. Haidar Jahanbakhsh, Consultant Professor: Dr. Abdullah Ebrahimi at the Islamic Azad University, Sari Branch.

[2] . Corresponding Author: h_jahanbakhsh@pnu.ac.ir