Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره چهار، تیر ماه ۹۹

کاهش تأثیرات جزایر حرارتی شهری بر سلامت انسان‌ها از طریق تغییرات فرم شهری در اقلیم گرم و خشک شهر مشهد

(نمونه موردی الگوی بافت شطرنجی محله شاهد و بافت ارگانیک محله پاچنار)

الهام ثناگر [۱]

مجتبی رفیعیان [۲]*

rafiei_m@modares.ac.ir

تکتم حنایی [۳]

دانیال منصفی پراپری [٤]

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۷/۲۷

چکیده

زمینه و هدف: افزایش موج گرما در شهرها سبب گردیده تا مشکلات عدیده‌ای برای سلامت انسان‌ها به وجود آید. کاهش مشکلات زیست‌محیطی از طریق تقلیل دمای محیط و درنتیجه ارتقا سلامت انسان‌ها از مهم‌ترین دغدغه‌ها در عصر حاضر است که می‌توان به‌وسیله تغییرات فرم‌های شهری و عناصر محیطی به آن دست‌یافت.

روش بررسی: در این پژوهش از روش شبیه‌سازی مجموعه نرم‌افزار Envi-Met و Leonardo استفاده‌شده است.

یافته‌ها: یافته‌ها حاکی از آن است که هرچقدر نسبت ارتفاع به عرض بیشتر شود، دسترسی نور خورشید به محیط کمتر می‌شود و درنتیجه دمای محیط کاهش می‌یابد. همچنین سایه‌اندازی ناشی از نسبت (H/w)، وجود گیاهان و باد در دره‌های شهری می‌تواند دمای محیط را کاهش دهد. علاوه بر آن کاهش سطوح نفوذناپذیر پوشش‌های شهری و وجود مصالح با آلبدوی بالا، باعث افزایش در تبخیر و تعرق می‌شود که شرایط خنک‌تر شدن محیط‌های شهری را مهیا می‌کند و سبب کاهش تأثیرات نامطلوب گرمای شهری بر سلامت انسان می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری: می‌توان نتیجه گرفت که ایجاد سایه‌اندازی از طریق ترکیب پوشش گیاهی و همچنین ایجاد تغییرات متنوع در ساختارهای ارتفاع به عرض (H/w) که هم سایه‌اندازی را افزایش دهد و هم در بخش‌هایی راه را برای انتشار گرمای محیط بازنماید، می‌تواند در کاهش دمای محیط و سطوح، تأثیرگذار باشد. همچنین استفاده از سطوح شهری نفوذپذیر و انتخاب مصالح جداره‌های ساختمان‌ها با بازتابش کم در جذب کمتر نور خورشید تأثیرگذار است و می‌تواند شدت جزایر حرارتی شهری را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: فرم شهری، جزایر حرارتی شهری،سلامت انسان، ENVI-MET، مشهد

۱- کارشناسی ارشد طراحی شهری، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

۲- دانشیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران(نویسنده مسئول)

۳- استادیار گروه شهرسازی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

۴- استادیار دانشکدهٔ مهندسی معماری و شهرسازی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

www.SID.ir

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.4, June, 2020

The Effects of Urban Heat Islands Mitigation on Human Health through Change in Urban form Hot and Arid Climate of Mashhad (Case Study: Graticular Texture of Shahed and Organic Texture of Pachenar Neighborhoods)

Elham Sanagar[1]
Mojtaba Rafieian[2]
rafiei_m@modares.ac.ir
Toktam Hanaee[3]
Danial Monsefi Parapari[4]

Accepted: 2018.10.19 Received: 2018.07.27

Abstract

Background and Objective: The increase in heat waves in cities has caused many problems for human health. Reducing environmental problems by reducing the ambient temperature and thus improving human health is one of the most important concerns in the present age, which can be achieved by changing urban forms and environmental elements.

Method: The main method used in this research is numerical simulations, using Envi-Met and Leonardo software suites.

Findings: The findings indicate that the higher the height-to-width ratio, the less access sunlight has to the environment, resulting in lower ambient temperatures. Shading due to the ratio (H / w), the presence of plants and wind in urban valleys can also reduce the ambient temperature. In addition, the reduction of impermeable surfaces of urban coatings and the presence of materials with high albedo, increase evapotranspiration, which provides cooling conditions for urban environments and reduces the adverse effects of urban heat on human health.

Conclusion: As a result, creating shadows through a combination of vegetation and diverse alterations in structures of H / W can be effective on reducing the ambient and surface temperatures. Moreover, the use of permeable surfaces and building materials with high albedo are effective in reflecting solar heat and can reduce the intensity of urban heat islands.

Keywords: Urban form, urban heat island, Human health, Envi-Met, Mashhad

1- M.A , Urban Design, Young Researchers and Elite Club, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran
2- Associated Professor, Faculty Member, Arts &Amp, Architecture School, Tarbiat Modares University, Tehran
3- Assistant Professor, Department of Urban Planning and Urban Designing, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran
4- Assistant Professor ,Faculty of Architectural Engineering and Urbanism, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

افزایش نرخ شهرنشینی و تمایل افراد برای زندگی در شهرها سبب شده تا دمای شهرها نسبت به محیط‌های پیرامون خود بیشتر شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد یک شهر با جمعیت یک‌میلیون نفر افزایش دمایی بین ۱ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد را داشته است(۱). فرم‌های شهری همچون دره‌های شهری (Urban Canyon) و پوشش گیاهی در سطح عابران پیاده ازجمله عوامل تأثیرگذار بر کاهش دمای محیط‌های شهری و درنتیجه کاهش تأثیرات جزایر حرارتی شهری در بافت‌ها و محلات شهری هستند که تأثیرگذاری این فاکتورها بر سلامت انسان‌ها توسط افراد اندکی در ایران موردتوجه بوده است. این مطالعه بر آن شده تا تأثیرات فرم شهری بر کاهش شدت جزایر حرارتی شهر و ارتقا سلامت افراد در دو بافت محله ارگانیک و شطرنجی در فصل تابستان شهر مشهد با اقلیم گرم و خشک، را موردبررسی قرار دهد.

پیشینه تحقیق

یاهیا و همکاران (۲۰۱۷) به تأثیر طراحی شهری بر خرد اقلیم در اقلیم گرم و مرطوب تانزانیا اشاره داشته است و عنوان می‌کنند که ساختمان‌ها با تراکم کم گرمای بیشتری در فضاهای باز نسبت به محدوده بلندمرتبه دارند و استفاده از درختان پرتراکم به کاهش دمای محیط کمک شایانی می‌کند(۲). آلزانفر در سال ۲۰۱۶ در رساله خود به ارتباط بین آسایش حرارتی، هندسه شهری و جزایر حرارتی پرداخته است و نشان داده است که هندسه شهری معابر و جهات آن تأثیر برآسایش حرارتی بیرونی دارد. در مطالعات داخلی کلهرودی ۱۳۹۴ با استفاده از نرم‌افزار ENVI-metبه این نتیجه رسیده است که تأثیرگذاری ایجاد سایه نسبت به سایر روش‌ها در مقیاس خرد اقلیم در کاهش دمای محیط مهم است(۳).

روش تحقیق

در راستای شناسایی تأثیرات مؤلفه‌های تأثیرگذار فرم شهری بر دمای هوا، خرد اقلیم از مجموعه نرم‌افزار Envi-met و Leonardo استفاده‌شده است(۴). این نرم افزار قادر به شبیه‌سازی ارتباط میان سطوح مختلف شهری، پوشش گیاهی و اتمسفر است، همچنین برای سنجش میزان تأثیرات تغییرات مقیاس کوچک در طراحی شهری در خرد اقلیم‌های شهری نیز استفاده می‌شود(۵). در این پژوهش بیشتر شبیه‌سازی در تابستان (ماه مرداد) و بر اساس داده‌های ایستگاه هواشناسی شهر مشهد انجام‌شده است. این شبیه‌سازی در روز ۲۸ مرداد ۱۳۹۶ و در بازه زمانی طلوع و غروب خورشید بین ساعات ۶ صبح تا ۲۰ به‌وقت محلی که بیشترین دمای هوا را شامل می‌شود، انتخاب‌شده است.

مبانی نظری

جزایر حرارتی شهر

جزایر حرارتی باعث افزایش مصرف انرژی، کاهش آسایش حرارتی و خطری برای سلامت انسان‌ها است(۶). سطوح شهری، گرما درون سطوح غیرقابل نفوذ مانند بتن و آسفالت محصور می‌شوند و وقتی شهرها با تمرکز بالای آلودگی هوا و افزایش فعالیت‌های انسانی مواجه شود، جزایر حرارتی تشدید می‌شوند (۷). علاوه بر آن پیاده‌روها و دیوارهای ساختمان‌ها و شهر، در طول روز در معرض حرارت خورشید قرار می‌گیرند و گرما را جذب می‌کنند که سبب ایجاد جزایر حرارتی و بالا رفتن دمای هوا در طول روز می‌شود. دیگر عناصر شهری مشابه نیز گرما را در طول روز و شب جذب می‌کنند که به دنبال آن افزایش دمای هوا و سبب ایجاد جزایر حرارتی می‌شود. به‌صورت کلی ساختمان‌های بلند سایه‌اندازی و کاهش دمای محیط را مهیا می‌کند اما در همان زمان نیز تابش خورشید زیادی را جذب می‌کنند و این عاملی می‌شود تا دمای محیط ارتباط نزدیکی بافرم شهری پیدا نماید(۸).

تأثیرات جزایر حرارتی شهری و افزایش دمای محیط بر سلامت جسم و روان انسان‌ها

در بررسی‌های اخیر بروز بیماری‌ها و مرگ‌ومیر انسان‌ها ارتباط مستقیمی با تغییرات اقلیمی و گرمایش زمین داشته است(۹).

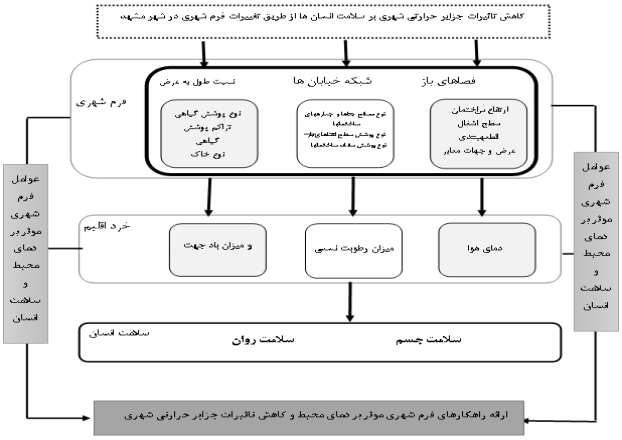
www.SID.ir

Archive of SID

مطالعات بانک جهانی سلامت و دیگر مؤسسات نشان می‌دهد که دمای هوای زیاد بر روی افزایش مرگ‌ومیر تأثیرگذار است. (۱۰). مطالعات پزشکی نشان می‌دهد که دمای محیطی بالا ویسکوزیته ی خون را کاهش می‌دهد و خطر لخته شدن خون را افزایش می‌دهد. همچنین سبب مشکلات قلبی و تنفسی و مشکلات اختلال در عملکرد کلیه‌ها می‌شود(۱۱) و در طی دوره موج گرما و افزایش دمای محیطی، پذیرش بیمارستان‌ها درزمینه مشکلات سکته مغزی بالا رفته و نرخ مرگ‌ومیر افزایش‌یافته است(۱۲). تأثیرات جزایر حرارتی و افزایش دما علاوه بر مشکلات جسمی بر روی سلامت روح و روان نیز اثرگذار است و می‌تواند سبب بیماری‌های سیستم عصبی، بی‌خوابی، تحریک‌پذیری، افسردگی و کاهش حافظه نیز شود(۱۳). علاوه بر این گروه‌های حساس همچون افراد سن بالا و کودکان بیشترین افرادی هستند که در معرض این خطرات قرارگرفته‌اند. گزارش‌های در استرالیا نشان می‌دهد که پذیرش بیمارستان برای مشکلات روحی و رفتاری در دمای بالای ۲۷ درجه افزایش می‌یابد (۱۴).

تأثیرات فرم شهری بر جزایر حرارتی و دمای محیط‌های شهری

عناصر فرم شهری نظیر ارتفاع ساختمان، نوع ساختمان، سطح اشغال، قطعه‌بندی، اندازه بلوک، شکل بلوک، تراکم ساختمانی هستند(۱۵)که فرم شهری به‌عنوان بخشی از مطالعات ریخت‌شناسی شهری مؤثر بر دمای محیط با متغیرهای نسبت ارتفاع به عرض (H/w)، فاکتور نمایانی آسمان (SVF) ، مصالح جداره‌های ساختمانی ، پوشش سقف و زمین می‌تواند تعریف شود(۱۶) و می‌تواند بر روی دمای محیط به‌وسیله سطح دسترسی به نور خورشید، جریان باد ، دمای هوا و سطوح تأثیر بسزایی داشته باشد(۱۶-۱۷) علاوه بر این، پارامترهای طراحی از قبیل مصالح ساختمانی، تأثیر توده حرارتی، گیاهان، آب، انواع سایه‌بان و یا کنترل آفتاب نیز تأثیرگذار بر کاهش دمای محیط‌های شهری است(۲۰-۱۸) در این میان نسبت ارتفاع به عرض (H/w)و جهت‌گیری معابر برشدت شرایط محیطی در شهرها تأثیرگذار است و سبب اصلاح شرایط خرد اقلیمی در جهات مختلف خیابان‌های شهری می‌شود(۱۹،۲۱) تا شهرها به جهت تفاوتی که در متغیرهای اقلیمی شهر (دمای هوا، رطوبت، سرعت و جهت باد، مقدار بارش) با نواحی کم تراکم‌تر اطرافش دارد، شرایط اقلیمی خاصی را تجربه کنند(۲۲) و فرم شهری عاملی است که در تعیین خرد اقلیم شهری و دمای محیطی نقش بسزایی دارد(۲۳-۲۵)



نمودار ۱- مدل مفهومی تأثیر فرم شهری بر دمای محیط شهری و سلامت انسان، منبع: نگارندگان

Chart 1- Conceptual Model the Effect of Urban Form on Urban Temperature and Human Health

محدوده موردمطالعه

شهر مشهد در مختصات جغرافیایی 36°20'N, 59°35'E، واقع‌شده است محله پاچنار واقع در بافت تاریخی و قدیمی شهر دارای الگوی بافت ارگانیک است. در این بافت میزان ارتفاع ساختمان‌ها به‌طور متوسط ۶ متر و مصالح به‌صورت آجر و سیمان است. محله مورد انتخاب دیگر محله شاهد از بافت جدید با الگوی بافت شطرنجی، واقع در منطقه ده شهرداری مشهد می‌باشد که از محلات طرح‌های آماده‌سازی زمین در شهر مشهد است. ارتفاع ساختمان در این بافت بین ۱۲ تا ۱۵متر است و مصالح آن بیشتر از سنگ می‌باشد و رنج وسیعی از پوشش گیاهی با چترهای مختلف را در معابر خود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱- محدوده‌های موردمطالعه بافت پاچنار (عکس بالا) و بافت شاهد (عکس پایین)، عکس هوایی الگوی های انتخابی، مدل شبیه‌سازی‌شده و محل قرارگیری رسپتورها

Fig 1- The studied areas Pachenar fabric (picture above) and Shahed fabric (picture below), aerial photos of selected patterns and receptors location

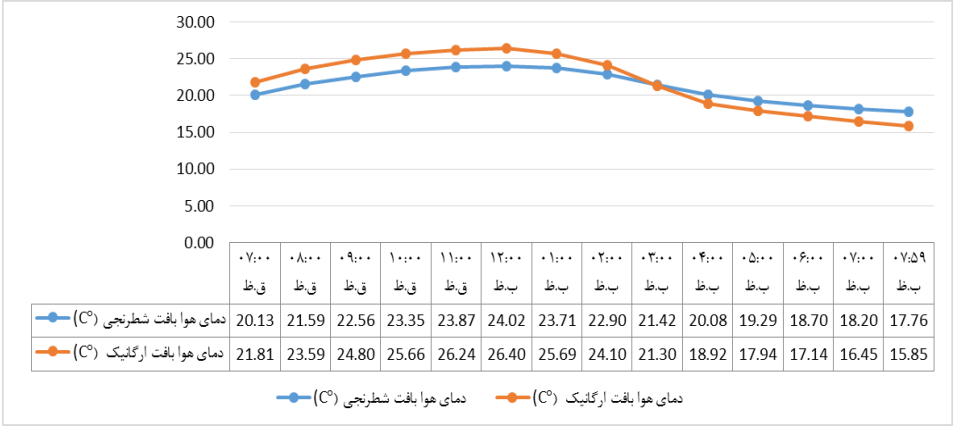
یافته‌های تحقیق

بررسی تأثیر نسبت ارتفاع به عرض (H/W) بر دمای هوا و سرعت باد

یکی از عناصر فرم شهری مؤثر بر دمای هوا نسبت ارتفاع به عرض (H/W) است که این نسبت در بافت ارگانیک به میزان ۱/۵ و ۲ است. پوشش درختان در دره‌های شهری این بافت به دلیل عرض کم معابر وجود ندارد. در بافت شطرنجی نسبت ارتفاع به عرض(H/W) برابر ۰/۶ بوده است و رنج وسیعی از پوشش درختان با چترهای مختلفی وجود دارد. ازاین‌رو می‌توان گفت بالا بودن نسبت ارتفاع به عرض در بافت ارگانیک سبب شده تا سایه‌اندازی در بافت ارگانیک بیشتر از بافت شطرنجی شود و لذا سطوح بافت شطرنجی بیشتر در معرض تابش مستقیم خورشید قرارگرفته است. نمودار ۲ و شکل ۲ دمای هوای را در دو بافت پاچنار و شاهد در طول روز نشان می‌دهد. در طول روز بیشترین دمای هوا در ساعت ۱۲ ظهر در بافت ارگانیک به میزان ۲۶/۴۰°C و در بافت شطرنجی به میزان °C ۲۴/۰۲ است که در بافت شطرنجی با اختلاف °C ۲/۳۸ کمتر از بافت ارگانیک در این ساعت است؛ اما بررسی‌ها حاکی از آن است که متوسط دمای هوای در بافت ارگانیک فشرده برابر °C ۲۱/۸۴ است؛ درحالی‌که متوسط دمایی هوا در بافت شطرنجی برابر °C ۲۱/۲۴ است. ازآنجایی‌که هرچقدر نسبت ارتفاع به عرض(H/W) افزایش یابد میزان سایه‌اندازی بیشتر می‌شود و بالعکس، لذا نسبت بالای ارتفاع به عرض در بافت ارگانیک سبب شده تا سایه‌اندازی بیشتر شود و کم بودن نسبت طول به عرض در بافت شطرنجی سایه‌اندازی را کمتر کرده و میزان دسترسی سطوح را به نور خورشید بیشتر کرده است. بااین‌حال متوسط دمای هوا در بافت شطرنجی از ارگانیک کمتر بوده است(هرچند این اختلاف ناچیز است) و این نشانده آن است که در این نمونه دره‌های شهری بازتر خنک‌تر از دره‌های شهری عمیق هستند. لذا می‌توان تأثیر عنصر فرم شهری پوشش گیاهی و عنصر اقلیمی جریان باد را مؤثر بر این تغییرات دانست و می‌توان گفت دره‌های شهری بازتر ضریب نمایانی آسمان بازتری نسبت به دره‌های شهری بافت فشرده دارند و این اجازه می‌دهد تا دسترسی به جریان باد بیشتر شود. تجزیه‌وتحلیل‌های جریان باد نشان می‌دهد بافت شطرنجی بیشتر در معرض جریان باد قرار دارد؛ درحالی‌که معابر بافت ارگانیک جریان باد در آن ضعیف است. از سویی دیگر وجود پوشش درختان وسیع در بافت شطرنجی به علت بازتابی کمی که فراهم می‌کنند و مبادلات حرارتی محیط را به حداقل می‌رسانند سبب شده است علی‌رغم باز بودن دره‌های شهری میانگین دمایی هوا در آن اختلاف ناچیزی را با بافت ارگانیک تجربه نماید.

www.SID.ir

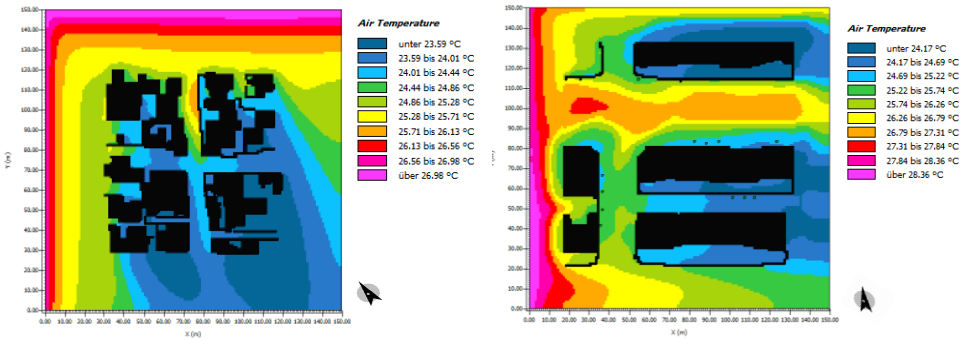
Archive of SID



	۰۷:۰۰ ق.ظ	۰۸:۰۰ ق.ظ	۰۹:۰۰ ق.ظ	۱۰:۰۰ ق.ظ	۱۱:۰۰ ق.ظ	۱۲:۰۰ ب.ظ	۰۱:۰۰ ب.ظ	۰۲:۰۰ ب.ظ	۰۳:۰۰ ب.ظ	۰۴:۰۰ ب.ظ	۰۵:۰۰ ب.ظ	۰۶:۰۰ ب.ظ	۰۷:۰۰ ب.ظ	۰۷:۵۹ ب.ظ
دمای هوا بافت شطرنجی (C°)	20.13	21.59	22.56	23.35	23.87	24.02	23.71	22.90	21.42	20.08	19.29	18.70	18.20	17.76
دمای هوا بافت ارگانیک (C°)	21.81	23.59	24.80	25.66	26.24	26.40	25.69	24.10	21.30	18.92	17.94	17.14	16.45	15.85

نمودار ۲- دمای هوای ساعتی در مرکز دره‌های شهری در فاصله ۱/۵ متری از زمین در دو بافت شطرنجی شاهد و ارگانیک پاچنار

Chart 2 - Air temperature in center of the canyons in ۱/۵m above the ground in two fabrics



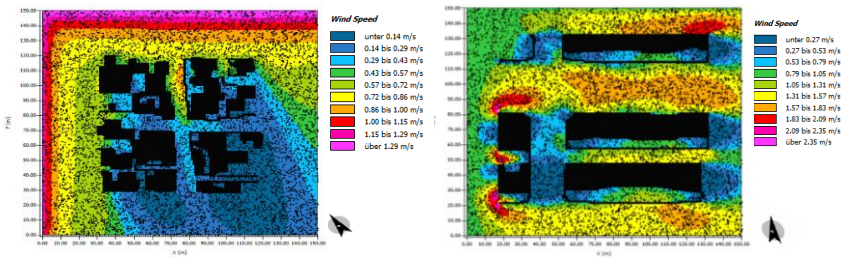
شکل ۲- بررسی دمای هوا در فصل تابستان در بافت شطرنجی شاهد (سمت راست) و بافت ارگانیک پاچنار (سمت چپ)

Fig. 2- Checking air temperature in summer in Shahed fabric (right picture) and Pechenar fabric (left picture)

حداکثر جریان باد در بافت ارگانیک به میزان ۰/۸۷ متر بر ثانیه می‌باشد. باوجود تفاوت بین ارتفاع ساختمان‌ها و فاصله بین ساختمان‌ها و جهات معابر در بافت ارگانیک، میانگین سرعت باد در این محدوده تغییرات قابل‌توجهی را ندارد این امر به‌خصوص در معابر دارای نرخ بالای H/W که محصوریت زیادی را داراست و تأثیر چندانی در بافت ارگانیک نداشته است. از سویی دیگر در بافت شطرنجی به دلیل نرخ پایین‌تر H/W تأثیرات بادبر دمای هوا تأثیرگذار بوده است و همان‌طور که در تصویر نشان داده‌شده است در معابر دارای محصوریت کمتر نرخ جریان باد به حداکثر ۱/۸۲ متر بر ثانیه نیز می‌رسد که نشان می‌دهد تأثیرات باد در معابر دارای محصوریت کمتر قابل‌ملاحظه است. بررسی‌ها نشان می‌دهد جریان باد در معبر شمالی-جنوبی و معبر شرقی- غربی با محصوریت کمتر بیشتر در جریان بوده است و در معابر شرقی-غربی که محصوریت افزایش‌یافته است جریان باد نیز کاهش داشته است. لذا نسبت ارتفاع به عرض کمتر و جهات معابر سبب شده تا بافت شطرنجی بیشتر در معرض جریان باد قرار گیرد؛ درحالی‌که معابر بافت ارگانیک جریان باد در آن ضعیف است؛ بنابراین تجزیه‌وتحلیل‌ها در این بخش حاکی از آن است که وجود جریان باد و پوشش گیاهی در بافت شطرنجی سبب گردیده تا اختلاف دمای هوا بین دو بافت صورت پذیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

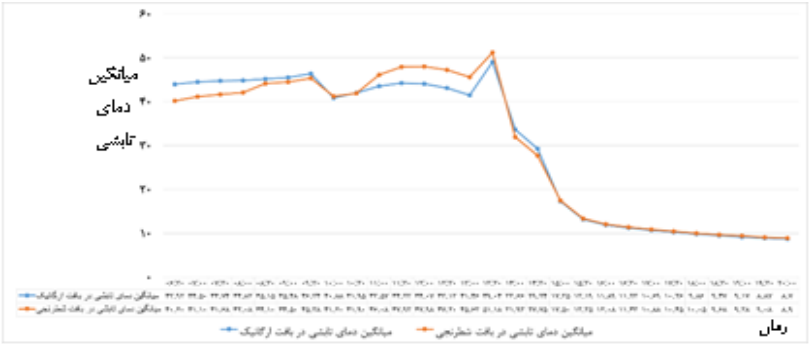


شکل ۳- میزان سرعت باد در بافت شطرنجی شاهد (سمت راست) و بافت ارگانیک پاچنار (سمت چپ)

Fig 3- Wind velocity in the Shahed fabric (right picture) and the Pachenar fabric (left picture)

بررسی تغییرات مصالح بر میانگین دمای تابشی و دمای سطوح

بافت ارگانیک پاچنار دارای فرم شهری فشرده و با میانگین ارتفاع ساختمان‌های ۶ متر است که معابر در این بافت به‌صورت ارگانیک با عرض‌های مختلف ۱ تا ۷ متر شکل‌گرفته است. از سویی دیگر، بافت شاهد دارای بافت شهری شطرنجی و فرم شهری معابر شرقی-غربی و شمالی –جنوبی با عرض‌های بین ۴ تا ۲۰ متر است و طبق ضوابط سطح اشغال ۶۰٪ در این محدوده استقراریافته است. ازآنجایی‌که مهم‌ترین فاکتور در سنجش میزان بازتابش مصالح سطوح ساختمانی به محیط، میانگین دمای تابشی است و خیابان‌ها با نسبت H/W بالاتر بیشتر در معرض تابش آفتاب قرار می‌گیرند و دمای محیط را افزایش می‌دهند، لذا هرچقدر میزان بازتابش مصالح و سطوح شهری کم باشد برای محیط‌های شهری مطلوب‌تر است. در نمودار ۳ نرخ میانگین دمای تابشی در تابستان در دو بافت قدیمی پاچنار و بافت جدید شاهد در فصل تابستان و از ساعت ۶:۳۰ تا ۲۰ نشان داده‌شده است. این نمودار نشان می‌دهد که بافت ارگانیک با نرخ نسبت H/W و جهات معابر و دره‌های محصور نرخ کمتری از MRTs را در ساعت‌هایی ظهر تابستان (ساعت ۱۱ تا ۱۴) دارا می‌باشد درحالی‌که در بافت جدید شطرنجی با نرخ نسبت H/W کمتر و معابر بازتر این نرخ در این ساعات به دلیل قرارگیری در معرض نور آفتاب بیشتر افزایش داشته است. بافت جدید شاهد میانگین توزیع MRTs را در بین ۴۰ °C و ۸/۹ °C و بافت قدیمی ارگانیک بین ۴۴°C و ۸/۷ داشته است درواقع Δ MRTs در بافت شطرنجی ۳۱/۱°Cو در بافت ارگانیک برابر ۲۸/۱۱ °C است که نشان می‌دهد میزان بازتابش موج‌های نور خورشید از سطوح مصالح آجر واقع در بافت ارگانیک کمتر از بافت شطرنجی با مصالح سنگ است؛ درنتیجه میزان بازتابش کم گرمای محیط در بافت ارگانیک به دلیل بازتابش کم تبادل حرارتی با محیط را کاهش داده و سبب می‌شود تشدید جزایر حرارتی به‌خصوص در شب کمتر شود.



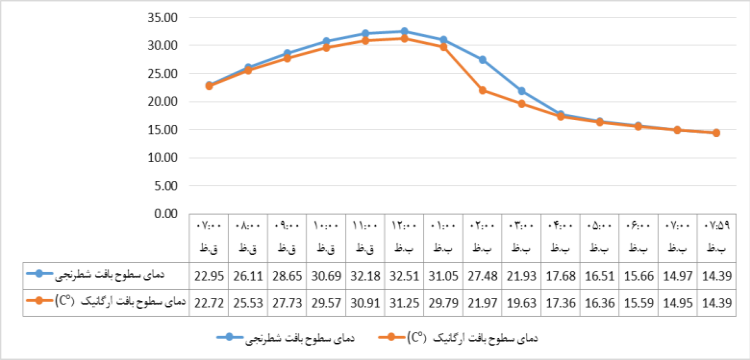
نمودار ۳- متوسط میانگین دمای تابشیMRTs در بافت ارگانیک و شطرنجی

Fig 3- TMRTs in Pachenar and Shahed fabrics

www.SID.ir

Archive of SID

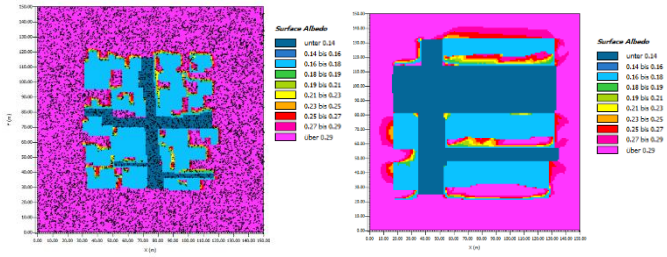
همچنین نتایج نشان می‌دهد (نمودار ۴) که بیشترین دمای سطوح دره‌های شهری در ساعت ۱۲ و در الگوی بافت شطرنجی°C ۳۱/۵۱ و در الگوی بافت ارگانیک برابر°C ۳۱/۲۵ می‌باشد. همچنین میانگین دمای سطوح در بافت ارگانیک°C ۲۲/۷۰ و در بافت شطرنجی °C ۲۳/۷۷ است که این اختلاف°C (ΔTs) ۱/۰۷ حاکی از آن است که دمای سطوح باز و جداره‌های بیرونی ساختمان‌های بافت ارگانیک خنک‌تر از بافت شطرنجی است. هرچقدر دره‌های شهری عریض‌تر و بازتر باشند؛ بیشتر در معرض نور خورشید قرار می‌گیرد و دمای سطوح آن بالاتر می‌رود؛ لذا گرم‌تر بودن دمای بافت شطرنجی در مقایسه با بافت ارگانیک را می‌توان به دلیل بیشتر بودن ضریب نمایانی آسمان، وجود مصالح سنگ و استفاده از پوشش آسفالت در معابر آن ذکر نمود. هرچند این اختلاف به نظر کم می‌آید اما بررسی‌ها نشان می‌دهد که دسترسی به نور خورشید و قرارگیری در ساعات بیشتر در معرض نور خوشید و نوع مصالح مهم‌ترین نقش را در گرمای سطوح ایفا می‌کند به‌طوری‌که هرچقدر به ساعات شب نزدیک‌تر می‌شود دمای سطوح در هر دو بافت کاهش می‌یابد اما به دلیل استفاده از مصالح آجر در جداره‌های بافت ارگانیک میزان گرمای سطوح از ساعت ۱۴ به بعد کاهش بیشتری نسبت به بافت شطرنجی داشته است. از سویی دیگر در بافت ارگانیک دمای سطوح از ساعات اولیه روز ۷ صبح با دمای °C ۲۲/۷۲ شروع به افزایش می‌کند و تا حداکثر °C ۳۱/۲۵در ساعت ۱۲ می‌رسد و از این ساعت به بعد دمای سطوح تا°C ۱۴/۳۹ کاهش می‌یابد. این روند با اندکی اختلاف دما در بافت شطرنجی ادامه می‌یابد.



	۰۷:۰۰ ق.ظ	۰۸:۰۰ ق.ظ	۰۹:۰۰ ق.ظ	۱۰:۰۰ ق.ظ	۱۱:۰۰ ق.ظ	۱۲:۰۰ ب.ظ	۰۱:۰۰ ب.ظ	۰۲:۰۰ ب.ظ	۰۳:۰۰ ب.ظ	۰۴:۰۰ ب.ظ	۰۵:۰۰ ب.ظ	۰۶:۰۰ ب.ظ	۰۷:۰۰ ب.ظ	۰۷:۵۹ ب.ظ
دمای سطوح بافت شطرنجی	22.95	26.11	28.65	30.69	32.18	32.51	31.05	27.48	21.93	17.68	16.51	15.66	14.97	14.39
دمای سطوح بافت ارگانیک (C°)	22.72	25.53	27.73	29.57	30.91	31.25	29.79	21.97	19.63	17.36	16.36	15.59	14.95	14.39

نمودار ۴- مقایسه دمای سطوح در دو بافت ارگانیک و شطرنجی

Fig. 4- Comparison of surface temperatures in Pachenar and Shahed fabrics



شکل ۴- میزان آلبدوی سطوح در فصل تابستان در بافت شطرنجی شاهد (سمت راست) و بافت ارگانیک پاچنار چپ)

Figure 4- Albedos levels in summer in Pachenar (left picture) and Shahed (right picture) fabrics

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات مختلف نشان داده است کاهش دمای محیط در فصل تابستان می‌تواند تنش حرارتی محیطی را کاهش دهد و درنتیجه سلامت انسان‌ها ارتقا پیدا نماید. نتایج در این مقاله حاکی از آن است که هرچقدر نرخ H/Wافزایش یابد، دسترسی نور خورشید به محیط کمتر شده و میزان سایه‌اندازی بر سطوح بیشتر می‌شود و به دنبال آن دمای محیط کاهش می‌یابد. لذا می‌توان گفت نرخ H/W با دمای محیط نسبت عکس دارد و عوامل فرم شهری همچون نرخ H/Wو سایه‌اندازی حاصل از آن نقش مهمی را در کاهش دمای محیط ایفا می‌کند این نتیجه با مطالعات گذشته میدل و همکاران (۲۰۱۴) (۲۶) ، امانوئل و همکاران (۲۰۰۷)، سعود آلزانفر (۲۰۱۴) یانگا و همکاران (۲۰۱۵) و رودریگرز و همکاران (۲۰۱۶) هم‌خوانی دارد. از سویی دیگر شبیه‌سازی‌های انجام‌گرفته اختلاف دمایی را در دو بافت ارگانیک پاچنار و شطرنجی شاهد را نشان می‌دهد به‌طوری‌که در بافت ارگانیک پاچنار اختلاف دمایی بین شروع و پایان شبیه‌سازی برابر°C ۸/۳۴ و در بافت شطرنجی محله شاهد °C ۸/۵۶ است که حاکی از اختلاف کم‌دمایی در هردو بافت را دارد اما همین اختلاف، نشاءت گرفته از پارامترهای مختلف محیطی است. یکی از این پارامترها، پوشش سطوح فضای باز و مصالح مورداستفاده در پوسته خارجی ساختمان‌ها است که مطالعات شاخص میانگین دمای تابشی (MRT) به‌عنوان پارامتری مهم در ایجاد تعادل گرمایی در محیط، حاکی از آن است که میانگین دمای تابشی در بافت شطرنجی شاهد نسبت به بافت ارگانیک پاچنار در ساعات اوج گرما بیشتر بوده است که این امر نشان از بالا بودن میزان بازتابش گرما به محیط در بافت شطرنجی شاهد است. بالاتر بودن متوسط دمای تابش (MRT)در بافت شطرنجی به معنای بازتابش گرمای بیشتر از سطوح شهری است و می‌تواند ارتباط تنگاتنگی با مصالح به‌کاررفته در این بافت داشته باشد. آجر به دلیل رنگ و بافت، جذب گرمای کمتری را دارد و رهاسازی گرمای نهان و تبادل گرمای آن با محیط در ساعات شب که هوا رو به خنکی می‌رود به‌کندی صورت می‌گیرد. از سویی دیگر اختلاف دمای هوا °C ۳ ساعات اولیه و پایانی شبیه‌سازی در این بافت نشان می‌دهد که استفاده از مصالح آجر می‌تواند تبادل حرارتی با محیط را کاهش دهد و درنتیجه سبب کاهش اثرات جزایر حرارتی در طول روز شود. علاوه بر این نتایج شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهد که بافت شطرنجی باوجود بیشتر بودن ضریب نمایانی آسمان و دسترسی بیشتر خورشید به سطوح آن، به دلیل آن پوشش گیاهی گسترده واقع در آن و همچنین جریان باد مطلوب در دره‌های آن توانسته است تا اختلاف دمای که با بافت ارگانیک دارد را کمتر نماید. در این مقاله نشان داده شد که راه‌های کاهش تأثیرات جزایر حرارتی در شهر مشهد با تغییر در فرم‌های شهری می‌تواند بر سلامت انسان تأثیرگذار باشد. بدین‌صورت که گرمای محیط شهری مرتبط با دمای سطوح جداره‌های ساختمانی دارد و دمای سطوح کمتر کمک به کاهش دمای هوای محیط می‌کند. لذا پوشش سقف‌ها و دیوارها با مصالح با بازتابش کم و سطوح تبخیر پذیر می‌تواند دماهای شهری را به‌صورت قابل‌توجهی کاهش دهد. بررسی خرد اقلیم در دو بافت با الگوهای بافت مختلف نشان می‌دهد که میزان کاشت گیاهان و درختان و محل‌های مناسب برای استقرار آن‌ها تأثیر بسزایی در خنک شدن دره‌های شهری در فصل تابستان در این دو بافت دارد. همچنین جهت‌گیری معابر در این نمونه‌ها نشان داد که ایجاد تونل باد در دره‌های شهری در مقابل بادهای مطلوب شهری می‌تواند بر درجه حرارت محیط تأثیرگذار باشد، بنابراین می‌توان گفت دمای محیط با سلامت انسان‌ها نسبتی معکوس دارد به‌عبارت‌دیگر هرچقدر شدت تأثیرات جزایر حرارتی و دمای محیط در فصل تابستان کاهش یابد میزان سلامت افراد با کاهش مشکلات جسمی و روحی، ارتقا می‌یابد لذا عناصر محیطی و اقلیمی چون گیاهان و مصالح تأثیر بسزایی بر کاهش دمای سطوح و محیط دارد. این نتایج با بررسی‌های مایر ابرو (۲۰۰۶) و هاربیچ و همکاران (۲۰۱۴) همخوانی داشته است. علاوه بر این بررسی عناصر فرم شهری در دو بافت ارگانیک و شطرنجی نشان می‌دهد تغییرات عناصر شهری

www.SID.ir

Archive of SID

ممکن است دمای محیط را کاهش دهند و بر سلامت انسان‌ها تأثیرگذارند اما در برخی موارد باعث تشدید جزایر حرارتی شهری می‌شوند به‌عبارتی‌دیگر برخی از استراتژی‌های ایجاد آسایش محیطی در خرد اقلیم سبب تشدید جزایر حرارتی شهری می‌شوند. در این پژوهش سعی گردید تا تغییرات عناصر فرم شهری بر تشدید و تقلیل جزایر حرارتی شهری موردبررسی قرار گیرد. یافته‌ها حاکی از آن است که نسبت ارتفاع به عرض H/W یکی از مهم‌ترین عناصر است که هرچقدر این نسبت بیشتر شود سایه‌اندازی و به‌تبع آن کاهش دمای هوا بایستی رخ دهد اما تنها ایجاد سایه‌اندازی بر این کاهش کافی نیست. بررسی‌ها نشان می‌دهد که پوشش گیاهی و باد می‌تواند بر کاهش دما تأثیرگذار باشد. هرچند بالا بودن نسبت ارتفاع به عرض و کاهش ضریب نمایانی آسمان ایجاد سایه‌اندازی کرده اما رهاسازی گرمای محیط شهری به آسمان را در طول روز کاهش می‌دهد و در هنگام شب با کاهش دمای محیط این گرما وارد محیط‌های شهری شده و سبب تشدید جزایر حرارتی شهری در شب می‌گردد. لذا استفاده از نسبت‌های ارتفاع به عرض مختلف در دره‌های شهری که بتواند با سایه‌اندازی دمای محیط را کاهش دهد و از سویی دیگر با بازتر شدن دسترسی به آسمان تشدید جزایر حرارتی را با افزایش رهاسازی گرمای نهان به آسمان را فراهم سازد، پیشنهاد می‌شود. علاوه بر این استفاده از مصالح که بازتابش کمی را به محیط دارند سبب می‌شود تا میانگین دمای تابشی سطوح کاهش یابد. این امر بخصوص در بافت ارگانیک با مصالح آجر نسبت به مصالح سنگ کاملاً محسوس است. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی نسبت به بررسی هندسه‌های شهری مشابه در الگوهای بافت‌های پیچیده و مختلف در اقلیم‌های مختلف جهت ارائه راهکارهای کاربردی مؤثر بر سلامت انسان مدنظر قرار گیرد. پیشنهادها در این بخش در راستای کاهش دمای محیط و کاهش جزایر حرارتی شهری در این دو بافت به شرح زیر است:

جدول۱- استراتژی‌های کاهش شدت جزایر حرارتی شهری

Table 1 - Strategies for decreasing urban heat islands intensify

مقیاس استراتژی	چگونگی اندازه‌گیری	روش‌های اجرایی آن
ساختمان‌ها	بازتابش و آلبدوی در سقف و جداره‌های ساختمان‌ها	• گرما به‌صورت قابل‌ملاحظه‌ای با استفاده از مصالح با آلبدوی بالا و بازتابش کم در سقف و دیوارها کاهش می‌یابد. استفاده از مصالح آجر که بازتابش متوسط رو به کم و برابر ۰/۳(۹) را دارد؛ در بافت شطرنجی شاهد پیشنهاد می‌شود.
	سقف و دیوارهای سبز	• سقف و دیوارهای سبز میزان گرمایی دیوارها و سقف ساختمان‌ها را کاهش می‌دهند(۲۷) لذا در بافت ارگانیک پاچنار به دلیل دره‌های شهری عمیق و کم‌عرض استفاده از این روش جهت کاهش دمای هر چه بیشتر محیط پیشنهاد می‌شود.
	ایجاد وید در طبقات	• ایجاد جریان و حرکت باد در دره‌های شهری می‌تواند تهویه شهری را ارتقا دهد که می‌توان در ساختمان‌سازی‌های جدید به‌خصوص در تراکم متوسط به بالا در بافتهایی جدیدی چون شاهد و با ایجاد تغییر در طراحی ساختمان‌ها بتوان جریان باد را در دره‌های شهری ارتقا بخشید.
شهری	فضاهای سبز	• مدیریت فضای سبز و کاشت درختانی که با اقلیم خشک شهر مشهد سازگار است تا از این طریق با ایجاد سایه‌اندازی بیشتر در محیط های باز شهری ، کاهش دمای محیط را در پی داشته باشد. • همواره ترکیب فضاهای سبز و نسبت ارتفاع به عرض‌های مختلف در ایجاد سایه‌اندازی و از طرفی دیگر باز بودن ضریب نمایانی آسمان در جهت بازتاب گرمای خورشید به محیط و استفاده از مصالح نفوذپذیر با ضریب جذب گرمایی کمتر می‌تواند به کم کردن دمای محیط و کاهش جزایر حرارتی و درنتیجه ارتقا

www.SID.ir

Archive of SID

		سلامت انسان‌ها کمک نماید لذا شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهد که در ضلع شمال معابر شرقی-غربی بافت شطرنجی شاهد به علت آن‌که ساعات زیادی در معرض نور خورشید است گرمایی بیشتری را تجربه می کند فلذا توصیه می شود از پوشش درختان ردیفی در آن استفاده شود. • استفاده از عنصر آب و پوشش گیاهی مناسب با اقلیم خشک شهر مشهد می‌تواند به کاهش دمای محیط کمک نماید.
	درەهای شهری و نسبت‌های H/W	• استفاده از نسبت‌های ارتفاع به عرض متفاوت در ساخت‌وسازهای آتی که علاوه بر ایجاد سایه‌اندازی در درەهای شهری، سبب محبوس نشدن گرما در طول روز در دره های شهری شده و کاهش تشدید جزایر حرارتی شهری می شود. • نسبت H/W≤ ۲ بهینه‌ترین نسبت برای ایجاد سایه‌اندازی و کاهش ضریب نمایانی آسمان در شهر مشهد است؛ هرچقدر که این نسبت کاهش یابد بایستی استفاده از پوشش درختان در درەهای شهری افزایش یابد.
	پوشش فضاهای باز	• کاهش استفاده از سطوح نفوذناپذیر همچون آسفالت در فضاهای باز هر دو بافت ارگانیک و شطرنجی، در جهت ایجاد تبخیر و تعریق در محیط می‌تواند کاهش شدت جزایر حرارتی شهری را در پی داشته باشد. • مصالح تیره‌رنگ باعث محبوس شدن گرما در درون خود می‌شود و استفاده از مصالح با آلبدوی بیشتر(رنگ‌های روشن) می‌تواند با ایجاد تعادل گرمایی در محیط های شهری، میزان گرمای محبوس شده را فضاهای باز و آسفالت‌ها کاهش دهد.
	جهت‌گیری ساختمان‌ها و معابر	• با توجه به وزش باد مطلوب شهر مشهد که از شرق می وزد، درصورتی‌که باد با زاویه عمود بر جبهه ساختمان و تا ۳۰ درجه انحراف به بنا بوزد، بیشترین تأثیر را در به جریان انداختن هوا در ساختمان خواهد داشت لذا جهات ساختمان شمالی-جنوبی برای اقلیم مشهد برای توسعه‌های آتی مناسب تر است. • به‌طورکلی با در نظر گرفتن دو عامل تابش و باد نتیجه می‌شود که جهات معابر شمال شرقی - جنوب غربی می‌تواند به هر دو عامل پاسخگو بوده و جهت بهینه معابر در شهر مشهد می‌باشد که با جریان یافتن باد در معابر آن می‌تواند باعث کاهش دمای محیط و کم شدن آلاینده‌های هوا و درنتیجه کاهش تشدید جزایر حرارتی شهری را در پی داشته باشد فلذا بایستی در سایر جهات معابر، از پوشش درختان ردیفی در راستای کاهش تشدید جزایر حرارتی شهری استفاده کرد.

منابع:

1. Akbari, H. 2005. Energy Saving Potentials and Air Quality Benefits of Urban HeatIslandMitigation: Lawrence Berkeley National Laboratory: Lawrence Berkeley National Laboratory.
2. Yahia, M. W., Johansson, E., Thorsson, S., Lindberg, F., Rasmussen, M. I. 2017. Effect Of Urban Design On Microclimate And Thermal Comfort Outdoors In Warm-Humid Dar Es Salaam, Tanzania. International Journal of Biometeorology,Vol.62,No.3,pp.373-385
3. Ahmadpour,N., Pourjafar,M. ; Mahdavinejad ,M., Yousefian.,S,.2017. The Role and Impact of Design Elements on the Quality of Thermal Comfort in Urban Open Spaces Case Study: Design of Pedestrian Way in Tamghachiha Pathway in the City of Kashan. Journal Of Architecture and Urban

www.SID.ir

Archive of SID

Planning,Vol9,No.18.pp.59-80 (persian).
4. Bruse, M. 2015. ENVI-metModel Homepage: https://www.envi-met.com
5. Bruse, M. Simulating microscale climate interactions in complex terrain with a high- resolution numerical model: A case study for the Sydney CBD Area (Model Description). Paper presented at the International Conference on Urban Climatology & international congress of biometeorology,1999, Sydney, Australia.
6. Wang, Y., & Akbari, H. 2016. The effects of street tree planting on Urban Heat Island mitigation in Montreal. Sustainable Cities and Society, Vol. 27, pp.122-128
7. Che-Ani, A. I., Shahmohamadi, P., Sairi, A., Mohd-Nor, M. F. I., Sain, M. F. M., Surat, M. 2009. Mitigating the urban heat island effect: Some points without altering existing city planning. European Journal of Scientific Research,Vol. 35, No. 2,pp.204-216.
8. Gupta, S., Anand, P., Shashwat. 2015. Improvement of outdoor thermal comfort for a residential development in Singapore. International Journal of Energy and Environment (IJEE), Vol.6,No.6, pp.567-586
9. Monsefi Parapari, D. Adaptation to Climate Change and Thermal Comfort. PHD Dissertation, Dortmund University of Technology,2015,pp.259
10. WHO. 2007. The Large Analysis and Review of European Housing and Health Status (LARES). Retrieved from Copenhagen, Denmark: http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Housing-and-health/activities/the-large-analysis-and-review-of-european-housing-and-health-status-lares-project.
11. Linares, C., & Dı´az, J. 2007. Impact of high temperatures on hospital admissions: comparative analysis with previous studies about mortality (Madrid). European Journal of Public Health,Vol. 18,No. 3, pp.317–322.
12. Pirard, P., Vandentorren, S., Pascal, M., Laaidi, K., Le Tertre, A., Cassadou, S., Ledrans, M. 2005. Summary Of The Mortality Impact Assessment Of The 2003 Heat Wave In France. Euro Surveill,Vol.10, No.7,pp. 153–156
13. Yang, L., Qian, F., Song, D.-X., Zheng, K.-J. 2016. Research on Urban Heat-Island Effect. Procedia Engineering, Vol.169, pp.11-18
14. Hansen, A., Bi, P., Nitschke, M., Ryan, P., Pisaniello, D., Tucker, G. 2008. The effect of heat waves on mental health in a temperate Australian city, Environ. Health Perspect,Vol. 116,pp. 1369–1375.
15. Ünlü, T. 2011. Towards the Conceptualization of Piecemeal Urban Transformation: The Case of Mersin, Turkey. Built Environment, Vol. 37,No.4, pp.445-461
16. Saud Alznafer, B. M. The Impact Of Neighbourhood Geometries On Outdoor Thermal Comfort And Energy Consumption From Urban Dwellings A Case Study Of The Riyadh City, The Kingdom Of Saudi Arabia. PHD Dissertation , Cardiff University,2014,pp.373.
17. Krüger, E. L., Minella, F. O., Rasia, F. 2011. Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in

www.SID.ir

Archive of SID

Curitiba, Brazil. Building and Environment, Vol.46,No.3, pp.621-634

18. Esther, M. M., & Sagada, M. L. 2014. An Evaluation Of Thermal Comfort Conditions In An Urban Entertainment Centre In Hot-Dry Climate Of Nigeria. International Journal of Energy and Environmental Research, Vol.2, No. 1,pp. 55-74
19. Abreu-Harbich, L. V., Labaki, L. C., & Matzarakis, A. 2014. Thermal bioclimate in idealized urban street canyons in Campinas. Brazil Theoretical and Applied Climatology, Vol.115,No.(1-2),pp.115-223
20. Georgi, N., Tzesouri, A. Monitoring Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces for Bioclimatic Conditions Improvement, 1st WSEAS International Conference On Landscape Architecture,2008, Portugal.
21. Rodríguez Algeciras , J. A., Consuegra, L. G. a., & Matzarakis, A. 2016. Spatial-temporal study on the effects of urban street configurations on human thermal comfort in the world heritage city of Camagüey-Cuba. Building and Environment,). Impact of High Temperatures on Mortality: Is There an Added Heat Wave Effect, Voll.101,pp. 85-101
22. Lilly Rose, A., Devadas, M. D. Analysis of Land Surface Temperature and Land Use/Land Cover Types Using Remote Sensing Imagery - A Case In Chennai City, India The seventh International Conference on Urban Clim, 2009,Yokohama, Japan.
23. Jamei, E., Rajagopalan, P., Seyedmahmoudian, M., Jamei, Y. 2016. Review On The Impact Of Urban Geometry And Pedestrian Level Greening On Outdoor Thermal Comfort. Renewable and Sustainable Energy Reviews,Vol. 54,pp. 1002–1017
24. Arnfield , J. 2003. Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. International Journal of Climatology, Vol.23,No.1,pp. 1-26
25. Oke, T. R. 1988. Street Design and Urban Canopy Layer Climate. Energy and Buildings, Vol.11, No.1-3.
26. Middel, A., Häb, K., Brazel, A. J., Martin, C. A., Guhathakurta, S. 2014. Impact of urban form and design on mid-afternoon microclimate in Phoenix Local Climate Zones. Landscape and Urban Planning, Vol.122, pp.16-28
27. Azmoodeh,M., Heidari,S,.2017. Effect of Urban Green Walls on Reduction of Temperature in Microclimates and Urban Heat Island. Journal of Environmental Science and Technology,Vol.19,No.5,597-606 (persian).

www.SID.ir