علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره نه، آذر ماه ۹۸

بهینه سازی شیوه تفکیک زمین در یک بلوک شهری در راستای کاهش دمای حیاط در تهران

زهرا زمانی[1*]

zahrazamanii@ut.ac.ir

شاهین حیدری[۲]

پیروز حناچی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۶ **تاریخ پذیرش:۹۵/۸/۴**

چکیده

زمینه و هدف: از آن‌جا که تعدیل شرایط اقلیمی فضای خارج از ساختمان بر فضای داخل ساختمان تاثیر گذار است، با ایجاد خرد اقلیم در مجاورت بنا می‌توان عملکرد حرارتی بنا را بهبود بخشید. در پژوهش حاضر با تغییر شیوه فعلی تفکیک زمین به صورتی که حیاط‌های میانی چهار طرفه و سه طرفه در بلوک شهری ایجاد شود ارایه شده وتاثیر کاهش دما درحیاط‌های مذکور دریک بلوک شهری در اقلیم تهران مورد مطالعه قرار گرفته و سپس با شیوه فعلی استقرار بنا دربلوک‌های شهری وضع موجود مقایسه شده است.

روش بررسی: روش تحقیق در این پژوهش روش شبیه سازی با استفاده از نرم افزار انویمت است.

یافته ها:طبق نتایج شبیه سازی به دست آمده از بلوک شهری مورد بررسی و مقایسه آن با دمای داخل کوچه دمای حیاط میانی در گرم‌ترین ساعت روز ۳۱ تیر ماه ۴/۱ درجه سانتی‌گراد پایین تر از دمای کوچه می‌باشد. همچنین دما حیاط سه طرفه ۳/۲ درجه از دمای کوچه پایین‌تر است. نتایج حاصل از مدل‌سازی بلوک شهری وضع موجود نشان داد دمای کوچه و دمای حیاط تقریبا در یک محدوده قرار دارد.

بحث و نتیجه گیری: می توان نتیجه گرفت حیاط میانی و حیاط ۳طرفه موجود در بلوک شهری پیشنهادی در مجاورت بنا باعث کاهش دما می‌گردد. پژوهش‌های آینده می‌تواند به بهینه کردن عملکرد خرد اقلیمی حیاط‌های میانی در بلوک شهری پیشنهادی بپردازد و با اضافه کردن آب و گیاه عملکرد خرداقلیمی آن را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: حیاط میانی، حیاط سه طرفه، بلوک شهری، خرد اقلیم، شیوه استقرار بنا در زمین.

۱- استادیار، دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران * (مسوول مکاتبات).

۲- استاد گروه معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، ایران

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.9, November, 2019

Optimizing the Building Location Arrangement in Urban Block, in order to Achieve Heat Mitigation of Yards in Tehran

Zahra Zamani[1*]
zahrazamanii@ut.ac.ir
Shahin Heidari[2]
Piruz Hanachi[2]

Admission Date:October 25, 2016 Date Received: August 27, 2016

Abstract

Background and Objective: Since modifying the outdoor condition has an impact on the indoor conditions, the objective of the present research is how to create the microclimate in the vicinity of the urban block. So this study shows that if the arrangement of the location of the buildings and yards in an urban block is changed in the form of central courtyard, the microclimate will be achieved. At the end the proposed urban block will be compared with actual urban block.

Method: analysis method is simulation method with Envi-Met software.

Findings: according to the simulation results in central courtyard and three sided courtyard in urban block under study and comparing them with the temperature in the lateral street in the same time frame, the temperature of the courtyard in hottest time of the day was 4.1 °C less than that of the street and three sided courtyard was 3.02 °C less than the street. Moreover, comparing the results of the one sided yard in actual urban block showed that approximately the temperature of the yard was as the same as the street.

Discussion and Conclusion: This study concluded that the central courtyard and the three sided courtyard in proposed urban block can act as a microclimatic modifier. Future research can improve the microclimatic role of the proposed urban block with water and plants.

Key words: Central Courtyard, Three Sided Courtyard, Microclimate, Arrangement of Building Location in the Ground.

1-Assistant Professor, Faculty of Architecture, College of Fine Arts, University of Tehran ∗(Corresponding Authors)
2- Professor, Department of Architecture, College of Fine Arts, University of Tehran, Iran

مقدمه

شهرها زیست بوم های شکننده و آسیب پذیری‌اند. هر چند امروزه سرفصلی بر مطالعات محیط‌زیستی در شرح خدمات طرح‌های شهری وجود دارد، این شرح بیش تر در حالت توصیف باقی مانده و به مراحل اجرایی نرسیده است (۱). یکی از این سرفصل ها توجه به مسایل آب و هوایی یا به بیانی بهتر، شرایط اقلیمی در محیط‌های شهری است که امروزه مسایل مربوط به آن به شکل جزیره‌ی گرمایی و آلودگی هوا در توسعه و رشد فضاهای شهری عینیت یافته است.

از این‌رو، نقش شرایط اقلیمی در بهبود عملکرد زیست بوم شهری، اجتناب ناپذیراست؛ پدیده جزیرهٔ گرمایی که امروزه در شهر ها ایجاد شده تأثیر فراوانی بر مصرف انرژی در ساختمان‌ها و شرایط آسایش حرارتی و تمرکز آلودگی دارد (۲).

متعاقبا نتیجه‌ی این ترکیب باعث تشدید و طولانی شدن دوره-های گرمایی غیرعادی به شکل ناهنجاری‌های گرمایی و بیش‌تر شدن فراوانی موج‌های گرمایی درمحیط‌های شهری می‌شود (۳). جزیرهٔگرمایی شهری ممکن است باعث افزایش تقاضای انرژی سرمایشی ساختمان‌ها بین۲۰تا۱۰۰ ٪ گردد(۴-۷). از این رو برای کاهش شدت جزیره‌ی گرمایی که نتیجه ی آن دست-یابی به شرایط آسایش حرارتی در محیط های شهری خواهد بود، تکنیک‌های بسیاری ارایه شده است یکی از این راهکارها افزایش سایه اندازی در بلوک‌های شهری و ایجاد خرد اقلیم-هایی در راستای تعدیل گرما می باشد. از این رو در این پژوهش به بررسی تاثیر تغییر شیوه استقرار بنا در زمین در راستای ایجاد خرد اقلیم پرداخته شده است.

اقلیم، خرد اقلیم:

طبق دانشنامه محیط زیست(۹)"عوامل اقلیمی به ویژگی‌های آب و هوایی کلان مقیاس یک منطقه جغرافیایی گفته می شود، در حالی که خرد اقلیم به ویژگی های آب و هوایی یک محدوده یا یک فضای مشخص و محاط شده اطلاق می‌شود. ویژگی‌های خرده اقلیم بسته به میزان جذب انرژی خورشیدی و میزان نگه داشتن رطوبت در خود و میزان هدایت باد به درون فضا یا ممانعت از آن ممکن است در تفاوت قابل‌توجهی نسبت به ویژگی‌های اقلیمی باشند. با در نظر گرفتن هر فضای شهری به منزله خرد اقلیم، سعی طراحان شهری بر این است که به‌گونه-ای اقلیم را در خرده اقلیم تعدیل کنند. تا به این ترتیب ویژگی‌های خرد اقلیم در منطقه آسایش انسان قرار گیرد.

از این رو در پژوهش حاظر اثر حیاط مرکزی بر کاهش دما به عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای خرد اقلیم بررسی می‌گردد.

زمینه و هدف

تغییرات آب و هوایی تهدید مهمی برای مردم جهان است. افزایش حجم گازهای گل‌خانه‌ای به ویژه گاز دی اکسید کربن موجود در هوا یکی از دلایل بروز این مساله است.

طبق مطالعات موجود میزان انرژی مورد نیاز در بخش ساختمان در شهرها حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد از کل انرژی مصرفی در جهان است(۱۰). متاسفانه مصرف انرژی در ایران چندین برابر سرانه مصرف انرژی در جهان است. از آنجا که بخش گسترده‌ای از ایران در محدوده اقلیمی گرم و خشک واقع شده، مهم‌ترین راهکار اقلیمی که در گذشته مورد استفاده بوده است، محافظت ابنیه از تابش مستقیم آفتاب و تعدیل شرایط دمایی در روز های گرم سال بوده است. به این ترتیب با ایجاد خرد اقلیم در مجاورت بنا از طریق سایه اندازی تاثیر مثبتی بر روی عملکرد حرارتی بنا ایجاد می‌شود. از این رو در پژوهش حاضر شیوه پیشنهادی تفکیک زمین در یک بلوک شهری با ایجاد حیاط میانی در بین بلوک‌ها پیشنهاد می‌شود و در نهایت با بلوک های شهری موجود از نظر شرایط دمایی و میزان نفوذ تابش خورشید مقایسه می‌گردد.

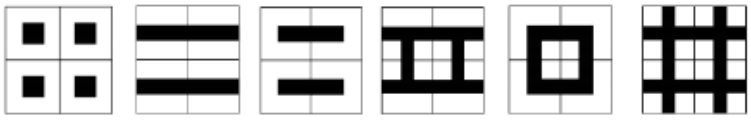
پیشینه پژوهش:

در اواسط قرن بیستم بلوک‌های شهری با یک حیاط مرکزی سبز جای خود را به ساختمان‌های برون‌گرا در ردیف‌های موازی دارند.

این تغییر و تحول از لحاظ تئوری به واسطه جنبش مدرن شکل گرفت این سوال که کدام شکل ساختمان بهترین پاسخ برای استفاده از زمین است؟ در اواخر دهه ۱۹۶۰ میلادی برای معماران و طراحان شهری توسط مارتین، مارچو میشل تریس و

تعداد دیگر از محققان دانشگاه کمبریج مطرح شد. پاسخ به این سوال تأثیر زیادی در طراحی شهری و معماری داشت. برای یافتن پاسخ این پرسش، ابتدا می‌بایست بهترین میزان استفاده از زمین توسط فاکتورهایی تعریف می‌شد، مانند نسبت فضای ساخته شده به مساحت کل سایت و میزان دسترسی به نور خورشید (۱۱).

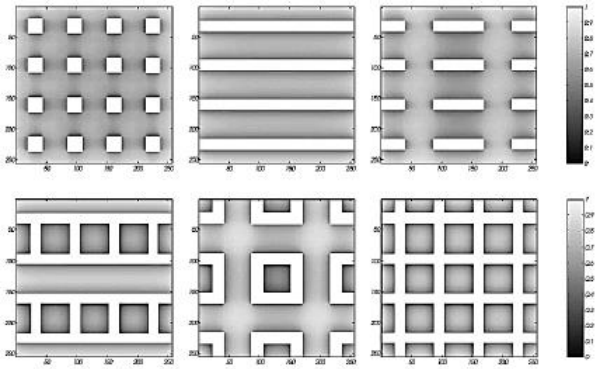
شکل بلوک‌های شهری که توسط مارتین و مارچ مورد مطالعه قرار گرفت، توسط محققان بسیاری که به تأثیر شکل شهری بنا علاقه‌مند بودند، مورد بررسی قرار گرفت. سوال اصلی این بود که آیا رفتار حرارتی این شکل‌ها نیز می‌تواند عامل اصلی انتخاب یکی از آن ها باشد. به عنوان مثال استیمرس و همکارانش(۱۲) به رابطه میان خرد اقلیم های شهری و شکل ساختمان‌ها علاقمندبودند. آن‌ها شکل‌های مارتین و مارچ را استفاده کرده و رابطه میان تراکم ساختمان‌ها و مصرف انرژی را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند که خانه‌های دارای حیاط مرکزی بهترین پاسخ را به شرایط اقلیمی شهر لندن دارند.



تصویر ۱- شش حالت شکل های مختلف ساختمان ها در کنار یکدیگر ماخذ(۱۳)

Figure1. six generic building forms (13)

براساس مطالعات رتی (۱۳) شکل‌های مارتین و مارچ، شکل‌های بسیار ساده‌ای هستند و در عمل چنین شکل‌های ساده‌ای وجود ندارند. در نتیجه آن‌ها تصمیم گرفتند که یک بافت شهری موجود را مورد مطالعه قرار داده و میزان نسبت سطح به حجم ساختمان در رابطه با دسترسی به نورخورشید، قرار گیری در سایه و دید به آسمان را مورد بررسی قرار دهند. آن‌ها این‌گونه نتیجه گیری کردند که بهترین شکل ممکن تنها در بافت اقلیمی که در آن قرار می‌گیرد، قابل بررسی است مطالعات آن‌ها نشان داد که در اقلیم گرم و خشک، خانه‌های دارای حیاط مرکزی بهترین پاسخ به عوامل اقلیمی (تراکم سایه، دسترسی به نور روز و دید به آسمان) را دارا هستند، در حالی که این ساختمان‌ها در اقلیم گرم و مرطوب مناسب نمی‌باشد. همچنین آن‌ها تاکید کردند که تناسبات ساختمان عامل تعیین کننده‌ای بر رفتار حرارتی آن‌ها می‌باشد و هر حیاطی با هرتناسبات، الزاما بهترین پاسخ به شرایط اقلیمی نیست. شکل یک ساختمان و بناهای اطراف آن بیشترین تأثیر را در دسترسی به انرژی خورشیدی دارند (۱۴).



شکل ۲-شکل های مختلف ساختمان ها در یک بافت شهری ماخذ (۱۳)

Figure 2. six generic building forms in urban blocks (13)

حیاط مرکزی راهکاری مناسب در راستای ایجاد خرد اقلیم

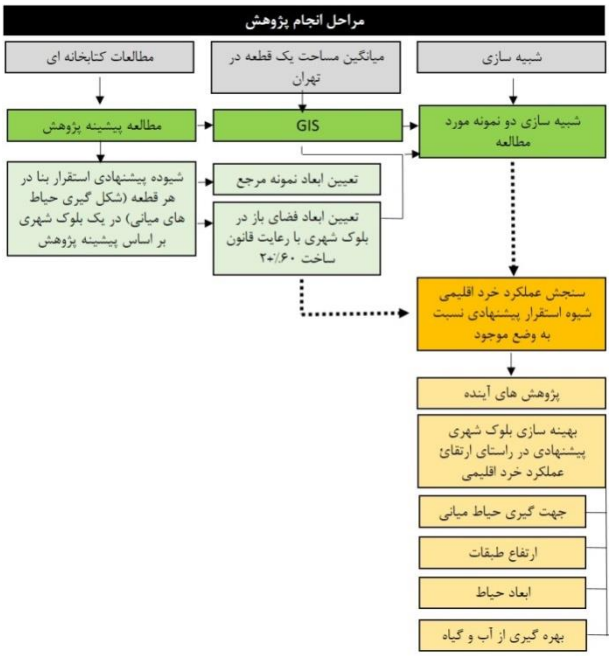
پیش از تشریح نقش خرد اقلیمی حیاط مرکزی می‌بایست به این نکته توجه شود که تهران در اقلیم گرم و خشک واقع شده. چالش‌های اقلیم گرم و خشک عبارت است از: گرمای زیاد در تابستان و سرمای شدید در زمستان، جذب میزان انرژی تابشی زیاد توسط سطوح افقی، اختلاف زیاد درجه حرارت روز و شب، نوسانات زیاد دمای سالانه، ماهانه و روزانه، رطوبت ناکافی در ایام گرم سال به خصوص در تابستان، بارش کم باران، وزش بادهای گرم همراه با گرد و غبار در تابستان و وزش بادهای نامطلوب در فصل سرما (۱۸).

در این مناطق میزان تابش از خورشید در سطوح مختلف حیاط، از عوامل اصلی تاثیرگذار بر عملکرد ساختمان است. تابش خورشید جذب شده سبب بالا رفتن دمای سطوح و دمای هوای اطراف آن‌ها می شود که تاثیر بسیاری بر عملکرد حرارتی حیاط و در نتیجه فضاهای اطراف آن دارد. به همین علت جهت بهینه کردن تابش دریافتی بر سطوح مختلف حیاط، باید حیاط دارای ابعاد مناسب باشد. کنترل سایه در حیاط یکی از مهم‌ترین عوامل شکل گیری خرد اقلیم در مقیاس یک بلوک شهری است و در نتیجه آن بهبود بارهای سرایش و گرمایشی بنا را به دنبال خواهد داشت. در مطالعه‌ای بیان شده که کنترل سایه اندازی و تابش تا ۳۱ درصد سبب کاهش مصرف انرژی (روشنایی، گرمایش و سرمایش) در ساختمان خواهد شد. در تحقیق مشابه ۲۱ درصد کاهش مصرف انرژی نیز ثبت شده است (۱۹).

روش بررسی

سامانه جست و جو در این پژوهش پسااثبات‌گرا و راهبرد آن شبیه سازی است. این پژوهش در۳ مرحله انجام می پذیرد. در مرحله اول پس از انجام مطالعات کتابخانه‌ای با استفاده از پیشینه پژوهش شیوه استقرا بنا در زمین جهت انجام شبیه سازی پیشنهاد می‌شود.

با توجه به اقلیم چند گانه تهران، محدوده مرکزی و جنوبی آن که در دسته بندی اقلیمی گرم و خشک قرار دارد، به عنوان بستر اقلیمی پژوهش و بلوک شهری میانگین در تهران به کمک نرم افزار جی -آی -اس انتخاب شد. سپس بلوک شهری میانگین یک‌بار به صورت حیاط یک طرفه و یک‌بار به صورت حیاط مرکزی در نرم افزار انویمت (ENVI_MET) شبیه سازی شده و نتایج آن با یکدیگر مقایسه شد.



شکل ۳- مراحل انجام پژوهش

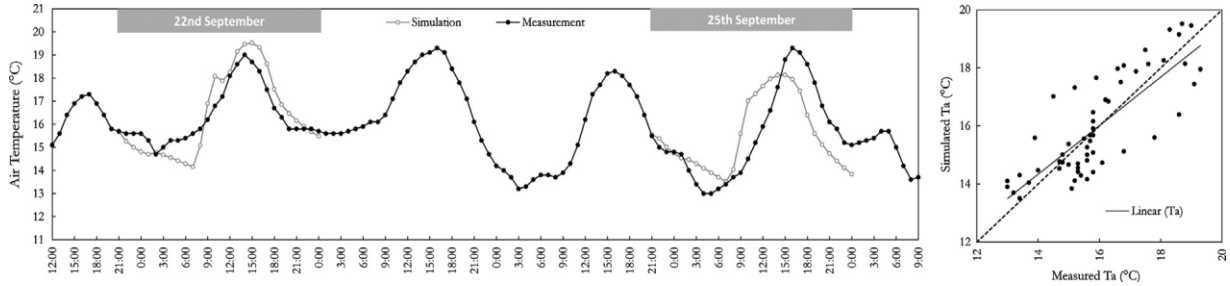
Figure 3. The research phases

معرفی الگوی خرداقلیم انویمت (ENVI_MET):

نرم افزار انویمت

از سال ۱۹۹۸ به طور رسمی توسط دکتر بروس منتشر شده است و بسیاری از متخصصان در حوزه‌های مختلف از جمله اقلیم شناسی، معماری و طراحی شهری برای محاسبات و شبیه سازی خرد اقلیم ها از این نرم افزار بهره برده‌اند. خروجی مدل در دو حالت نقشه‌های پهنه بندی گرافیکی و مقادیر عددی از اطلاعات جوی شبیه سازی شده است.

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های مدل انویمت توانایی تعریف گیرنده‌های مجازی در محدودهٔ عملکرد مدل است. پژوهش‌های متعددی روایی این نرم‌افزار را تایید کرده‌اند (۲۰-۲۵). نمودار زیر که گویای روایی نرم افزار انویمت می‌باشد از پژوهش طالقانی و همکاران استخراج شده است(۲۳).



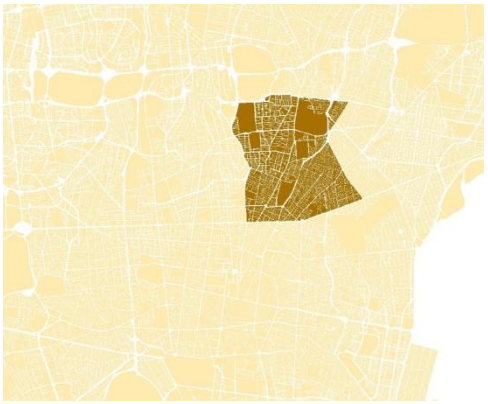
نمودار ۱- روایی نرم افزار انویمت ماخذ (۲۳)

Diagram 3. Validity of Envi-Met software (23)

بستر مطالعه

به کمک نرم افزار GIS[1] میانگین مساحت قطعه های تهران که نمونه مطالعاتی این پژوهش در آن واقع شده است، ۲۶۲.۵ متر مربع می‌باشد. کشیدگی غالب آن‌ها شمالی جنوبی است ولی در قسمت‌های جنوبی و شرقی منطقه به سمت شمال شرقی و جنوب غربی می‌باشد.

1- Geographic Information System



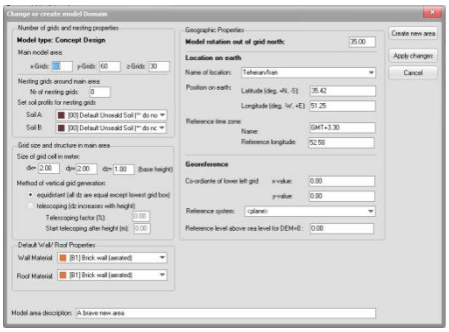
شکل ۴- میانگین قطعه‌ها در محدوده منطقه ۷ تهران استخراج شده از نرم افزار GIS

Figure 4. The average of urban blocks in 7 urban zone of Tehran by GIS

یافته‌ها:

نتایج حاصل از شبیه سازی:

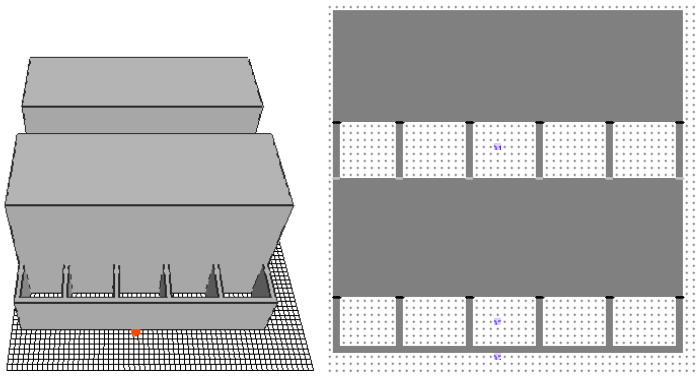
در ابتدا بر اساس نمودار زمانی دمای تهران که از نرم افزار مشاور اقلیم استخراج شده محدوده فصل گرم و سرد مشخص شد. بر همین اساس شبیه سازی در فصل گرم در تاریخ۳۱ مرداد ۹۴ صورت پذیرفت و نتایج آن در ادامه در قالب نمودار هایی ارایه شد.



شکل ۵- تنظیمات اصلی شبیه سازی در انویمت

Figure 5. Basic stetting of 3d model in Envi-Met

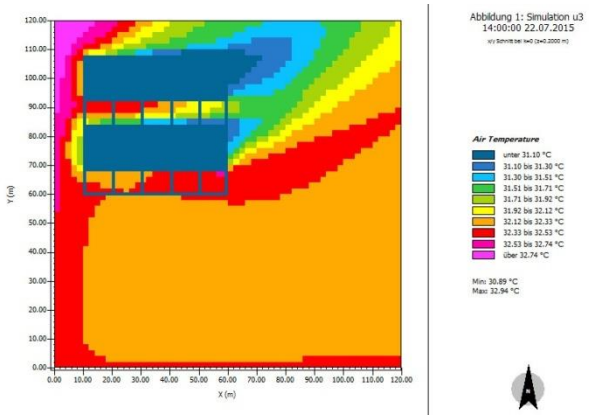
تنظیمات پایه پیش از شروع شبیه سازی در تصویر ۵ مشخص شده. سپس بلوک شهری با حیاط یک طرفه در نرم افزار انویمت شبیه سازی شد. یک رسپتور داخل حیاط و یک رسپتور خارج از حیاط قرار گرفت.



شکل ۶- مدل سه بعدی و دو بعدی بلوک شهری میانگین (وضع موجود) در نرم افزار انویمت

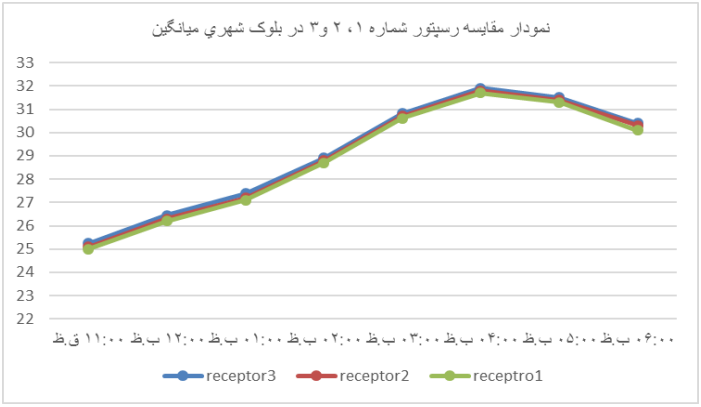
Figure 6. 3d model and plan of the reference urban block in Envi- met Ref. authors

بـا اسـتفاده از برنامـه الحـاقی Leonardo 2014 در برنامـه انویمت، خروجی ها به صورت نقشه‌های زیر به دسـت آمـد کـه مولفه هـای اقلیمـی را در ایـن شـبیه سـازی ارایـه داده اسـت. همان‌طور که در شکل ۷ مشخص است دما در محدوده حیاط و خارج از آن تفاوت محسوسی ندارد.



شکل ۷- دمای بلوک شهری مرجع در ساعت ۴ بعدازظهر ۳۱ مرداد ۹۴ ماخذ: نگارندگان

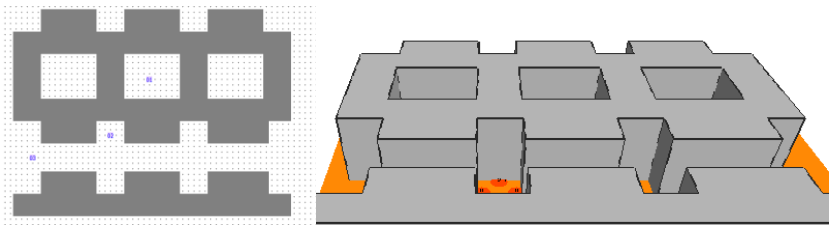
Figure 7. Air temperature of reference urban block at 4 pm on 21th of August 2015 Ref. authors



نمودار ۲- مقایسه دمایرسپتورهای داخل حیاط ها و کوچه در بلوک شهری میانگین ماخذ: نگارندگان

Diagram 2. The comparison of the courtyards air temp in proposed urban block with ambient air temp Ref. authors

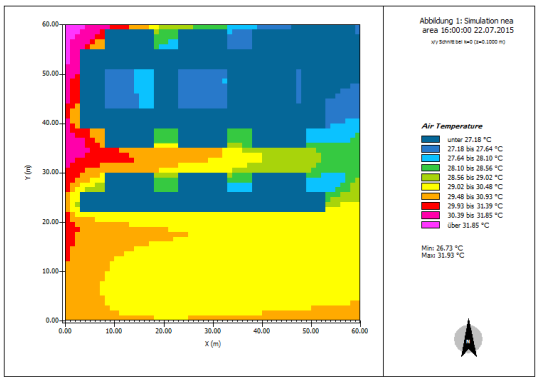
همان‌طور که در نمودار فوق مشخص است دما در حیاط ها و کوچه تفاوت چندانی ندارد. در ادامه بلوک شهری پیشنهادی با حیاط های میانی و سه طرفه در نرم افزار انویمت شبیه سازی شد و نتایج آن در قالب نقشه ها و نمودارهای زیر ارایه گردید.



تصویر ۸- مدل سه بعدی و دو بعدیبلوک شهری پیشنهادی در نرم افزار انویمت ماخذ: نگارندگان

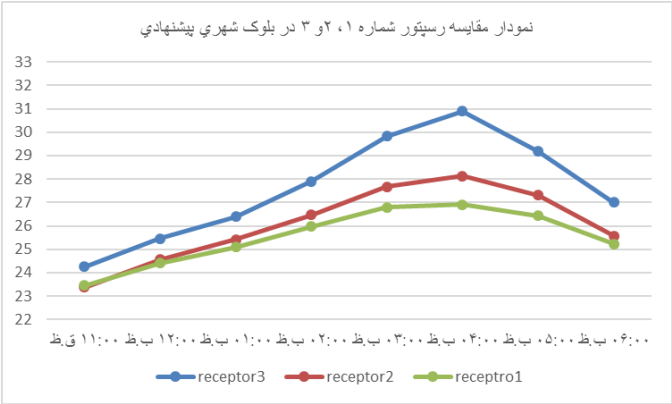
Figure. 8. 3d model and plan of the proposed urban block in Envi- met Ref. authors

همان‌طور که در تصویر ۹مشخص است دمای حیاط های میانی و حیاط سه طرفه تفاوت قابل ملاحظه‌ای با دمای محیط خارج دارد.



تصویر ۹- میزان دمای قسمت های مختلف در بلوک شهری پیشنهادی در ساعت ۴ بعد الظهر ۳۱ مرداد ۹۴ ماخذ: نگارندگان

Figure 9. Air temperature of proposed urban block at 4 pm on 21th of August 2015 Ref. authors



نمودار ۳- مقایسه دمای محیط در حیاط میانی، حیاط سه طرفه و محیط خارج در بلوک شهری پیشنهادی ماخذ: نگارندگان

Diagram 3.The comparison of the courtyards air temp in proposed urban block with ambient air temp Ref. authors

همان‌طور که در نمودار۳ مشخص است دمای ثبت شده در رسپتور شماره ۱ که حیاط میانی قرار دارد در گرم ترین ساعت روز ۴/۱ درجه از دمای ثبت شده توسط رسپتور شماره ۳ که در فضای بیرون قرار دارد پایین‌تر است. همچنین دمای رسپتور شماره ۲ که در حیاط سه طرفه قرار دارد، ۳/۲ درجه از فضای بیرون پایین‌تر است.

نتیجه‌گیری و بحث

طبق نتایج شبیه سازی به دست آمده از بلوک شهری مورد بررسی و مقایسه آن با دمای داخل کوچه دمای حیاط میانی در گرم‌ترین ساعت روز ۳۱ تیر ماه سال ۱۳۹۴، ۴/۱ درجه سانتی‌گراد پایین‌تر از دمای محیط خارج می‌باشد. همچنین دما در حیاط سه طرفه۳/۲ درجه از دمای کوچه پایین‌تر است. علاوه بر آن نتایج حاصل از مدل‌سازی بلوک شهری وضع موجود نشان داد دمای کوچه و دمای حیاط تقریبا در یک محدوده قرار دارد. به این ترتیب با مقایسه بلوک شهری میانگین فعلی تهران با بلوک شهری پیشنهادی این طور می‌توان نتیجه گرفت که حیاط مرکزی در بلوک شهری می تواند دمای محیط را تا ۴/۱ درجه تعدیل نماید. به این ترتیب حیاط میانی و حیاط سه طرفه موجود در بلوک شهری پیشنهادی در مجاورت بنا دارای مهمترین فاکتور ایجاد خرد اقلیم در تابستان که همان کاهش دما است، می‌باشد و در فصل

گرم با تعدیل دمای فضای مجاور بنا می‌تواند تاثیر مثبتی بر فضای داخل داشته باشد. پژوهش های آینده می‌تواند به بهینه کردن عملکرد خرد اقلیمی حیاط‌های میانی و سنجش سایر فاکتورهای خرد اقلیم در بلوک شهری پیشنهادی بپردازد و با اضافه کردن آب و گیاه عملکرد خرد اقلیمی آن را بهبود بخشید.

Reference

1. Karlessi, T., Santamouris, M., Synnefa, A., Assimakopoulos, D., Didaskalopoulos, P.,Apostolakis K., 2011. Development and testing of PCM doped cool colored coatings to mitigate urban heat island and cool buildings. Building and Environment, Vol.46, pp. 570- 576.
2. Rahnamaee, M., Shah hoseini, P., 2007. Urban planning process, Samt, Tehran. (In Persian)
3. Santamouris, M., 2007. Heat island research in Europe- State of the art. Advances in Building Energy Research, Vol.1 pp. 50-123.
4. Hassid, S., Santamouris, M., Papanikolaou, N., Linardi, A., Klitsikas, N., Georgakis, C., 2000.The effect of the Athens heat island on air conditioning load. Energy and Buildings,Vol.32, pp. 41-131.
5. Ihara, T., Genchi, Y., Sato, T., Yamaguchi, K., Endo, Y., 2008. City-block-scale sensitivity of electricity consumption to air temperature and air humidity in business districts of Tokyo. Japan. Energy, Vol.33, No.11 pp. 45-1634.
6. Papadopoulos, A., 2001. The influence of street canyons on the cooling loads of buildings and the performance of air conditioning systems. Energy and Buildings, Vol.33, No.6, pp. 7-601.
7. Kolokotroni, M., Zhang, Y., Giridharan, R., 2009. Heating and cooling degree day predictionwithin the London urban heat island area. Building Services Engineering Research and Technology, Vol.30, No.3 pp.183-202.
8. Ebrahimzade, J., 2001. Separation and division of urban lands, A series of educational resources for municipalities, pp. 21&22. (In Persian)
9. Kolokotroni, M., Zhang, Y., Giridharan, R., 2009. Heating and cooling degree day predictionwithin the London urban heat island area. Building Services Engineering Research andTechnology ,Vol.30, No.3 pp.183-202.
10. Swan, L., Ugursal, V., 2009. Modelling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modelling techniques. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 13, pp 1819–1835.
11. Montavon, M., 2010. Optimisation of Urban Form by the Evaluation of the Solar Potential. [Online] Available from: http://0-dx.doi.org.innopac.up.ac.za/10.5075/epfl-thesis-4657.
12. Steemers, K., Baker, N., Crowther, D., Dubiel, J., Nikolopoulou, M.H., Ratti, C., 1997. City texture and microclimate. Urban Design Studies, 3, pp 25-50.
13. Ratti, C., Raydan, D., Steemers, K., 2003. Building form and environmental performance: archetypes, analysis and an arid climate. Energy and Buildings, 35(1), pp 49-59.
14. Haapio, A., 2012. Towards sustainable urban communities. Environmental

Impact Assessment Review, Vol. 32(1), pp 165-169.

15. Littlefair, P., 1998. Passive solar urban design: ensuring the penetration of solar energy into the city. Renewable and Sustainable Energy Reviews,Vol 2(3), pp 303-326.
16. Littlefair, P., 2001. Daylight, sunlight and solar gain in the urban environment. Solar Energy, 70(3), pp 177-185.
17. Okeil, A., 2010. A holistic approach to energy efficient building forms. *Energy and Buildings*, *Vol* 42(9), p 143.
18. Forghani, D., Sheibani, M., 2010. The role of the central courtyard in the formation of traditional Kashan houses, 23, pp.47. (In Persian)
19. Taban, M., et al. 2013. Determining the optimal model of the courtyard in the traditional housing of Dezful based on the analysis of the received shadow of different surfaces of the courtyard, 27, pp. 40&41.
20. OLIVIERI, F., VIDAL, P., GUERRA, R., CHANAMPA, M., GARCÍA, J., BEDOYA, C., 2012. Green Façades for Urban Comfort Improvement Implementation in an extreme Continental Mediterranean climate, PLEA, 2012 - 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture Lima, Perú, pp 7-9.
21. Rajabi, T, Abu-Hijleh, 2014. The Study of Vegetation Effects on Reduction of Urban Heat Island in Dubai, World SB 4 Barcelona, Barcelona.
22. Alonso, L, R. Carabaño, M. Chanampa, J. García, M.C. Hernández-Martínez, J. Orondo, D. Ruíz, M. del Alba v. de la Rosa, P. Vidal, A. García-Santos, F. Olivieri, and C. Bedoya,2012.Definition and Study of an Innovative Façade System Made of Independent Pre-vegetated and Water Storage Modules, VI International Congress on Architectural Envelopes June, Donostia-San Sebastián, Spain.
23. Taleghani, M., Tenpierik, M., Dobbelsteen, A., Sailor, D, 2014. Heat in courtyards: A validated and calibrated parametric study of heat mitigation strategies for urban courtyards in the Netherlands. Solar Energy, Vol. 103, pp108–124.
24. Mahmoodi, A., et al. 2010. Considering design effect on outdoor thermal comfort of residential complexes: case study: third Phase of Ekbatan residential complex, Journal Fine Art- Architecture and Urban design, p. 59. (In Persian)
25. Azmoodeh, M., 2016. The effect of green wall on air pollution reduction case study: Tehran. Phd Thesis, University of Tehran, p. 123.(In Persian)