علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره پنج، مرداد ماه ۹۹

بررسی عملکرد خرد اقلیمی حیاط مرکزی در اقلیم تهران

(نمونه موردی: حوزه علمیه معمارباشی)

زهرا زمانی [1*]

zahrazamanii@ut.ac.ir

شاهین حیدری [2]

پیروز حناچی [2]

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۲۷ **تاریخ پذیرش:۹۵/۶/۲۷**

چکیده

زمینه و هدف: یکی از راهکارهای ایجاد خرد اقلیم در معماری سنتی اقلیم گرم و خشک، کاهش تابش مستقیم آفتاب از طریق حیاط مرکزی بوده است. از این رو هدف پژوهش حاضر مطالعه دقیق عملکرد خرد اقلیمی حیاط مرکزی در اقلیم تهران می‌باشد. در پژوهش حاضر علاوه بر مقایسه دمای داخلی حیاط و دمای خارج، تاثیر آب و گیاه بر ایجاد خرد اقلیم مورد مطالعه قرار گرفت.

روش بررسی: روش تحقیق ترکیبی از مطالعه نمونه و شبیه سازی است.

یافته ها: طبق اندازه‌گیری‌های به دست آمده از چهار جهت حیاط مورد بررسی و مقایسه آن با دمای داخل کوچه و میانگین دمای ثبت شده در ایستگاه هواشناسی مهرآباد در همان ساعات برداشت، میانگین دمای حیاط ۴/۵۲ درجه سانتی گراد پایین‌تر از دمای کوچه و ۴/۰۱درجه از دمای ایستگاه هواشناسی پایین تر است. نتایج حاصل از برداشت در فصل سرد نشان می‌دهد: دمای حیاط ۰/۹ درجه از دمای خارج از حیاط و ۱/۴ درجه از میانگین دمای ایستگاه هواشناسی مهرآباد گرمتر بوده است. همچنین رطوبت نسبی داخل حیاط به ویژه در مجاورت حوض آب و درختان بیشتر از فضای خارج از حیاط می‌باشد. به این ترتیب حیاط حوزه علمیه معمارباشی همچون یک خرد اقلیم عملکرده است. همچنین نتایج نشان داد: حیاط با پوشش گیاهی در فصل گرم، نسبت به حیاط با عنصر آب ۰/۹ درجه خنک تر بوده است.

بحث و نتیجه گیری: با توجه به نتایج حاصل از شبیه‌سازی، با اختلاف تقریبی ۰/۳ درجه از براداشت میدانی، عملکرد خرداقلیمی حیاط مرکزی حوزه علمیه معمار باشی تایید شد. همچنین پوشش گیاهی، عملکرد خرد اقلیمی حیاط را بیشتر از عنصر آب بهبود بخشید. دلیل این مطلب می تواند سایه اندازی مناسب درختان بلند چنار داخل حیاط باشد.

واژه های کلیدی: حیاط مرکزی، خرد اقلیم، انویمت، عملکرد حرارتی بنا

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

۲- استاد، دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.5, July, 2020

Study the Microclimatic Performance of the Courtyard in Tehran Climate (Case study: Memar Bashi Theological Seminary courtyard)

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

Admission Date:September 17, 2016 Date Received: July 17, 2016

Abstract

Background and Objective: Since modifying the outdoor condition has an impact on the indoor conditions, the objective of the present research is to study the central courtyard as a passive solar strategy to create microclimate on a scale of an urban block in Tehran climate. By creating microclimate in the vicinity of the building, its thermal performance could be thus enhanced. In addition to comparing temperature in the courtyard with that of the outside the building, this research also studied the influence of water and plants in forming microclimate.

Method: Analysis method is composed of investigating case studies, field measurements and simulation.

Findings: According to the measurements conducted in four directions of the courtyard under study and comparing them with the temperature in the lateral street and the mean temperature recorded in Mehrabad Weather Station in the same time frame, the mean temperature of the courtyard was 4.52 °C less than that of the street and 4.01 °C less than that of Mehrabad Weather Station. Comparing results obtained from cold seasons show that temperature of the courtyard was 0.۹ °C more than that of the outer space and 1.۴ °C more than that recorded in Mehrabad Weather Station. Consequently, Memar Bashi Theological Seminary courtyard has functioned as a microclimate.

Discussion and Conclusion: with an approximate difference of 0.3°C, simulation results confirm the microclimate function of Memar Bashi Theological Seminary courtyard. Comparisons between the influence of water and plants have also indicated that in the hot seasons, plant coverage could decrease the temperature by 0.9 °C more than what water does.

Keywords: Central Courtyard, Microclimate, Envi-Met, Thermal performance

1- Assistant Professor, School of Archiecture, College of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran.*(Corresponding Authors)
2- Professor, School of Archiecture, College of Fine Arts, University of Tehran.

مقدمه

با اینکه پیدایش خرد اقلیم در شهرهای مختلف به دلیل موقعیت جغرافیایی و آب و هوایی آن مناطق است، اما ساخت و سازهای انسانی نیز بر این مسئله تاثیر گذار است. ویژگی‌های خرداقلیم بسته به میزان جذب انرژی خورشیدی، میزان نگه داشتن رطوبت در خود و میزان هدایت باد به درون فضا یا ممانعت از آن، ممکن است در تفاوت قابل توجهی نسبت به ویژگی‌های اقلیمی باشد.

با در نظر گرفتن هر فضای شهری به منزله خرد اقلیم، سعی طراحان شهری بر این است، که به گونه‌ای اقلیم را در خرده اقلیم تعدیل کنند، تا به این ترتیب ویژگی‌های خرد اقلیم در منطقه آسایش انسان قرار گیرد.

این امر از طریق افزایش سایه‌اندازی در طراحی فضای باز بیرونی و بهرگیری از عناصر طبیعی همچون پوشش گیاهی و آب تحقق میابد. کهن الگوی حیاط مرکزی که در معماری سنتی بسیاری از کشورها از جمله ایران از گذشته تا امروز تداوم یافته است، باعث تعدیل شرایط خرداقلیمی پیرامون بنا و بهبود عملکرد حرارتی بنا می‌شود (۱). از این رو در پژوهش حاضر نقش خرد اقلیمی حیاط مرکزی در اقلیم تهران مورد مطالعه قرار گرفته است.

پژوهش‌های متعددی در این زمینه در شهرهای مختلف ایران صورت پذیرفته، اما تعداد محدودی از این پژوهش‌ها در تهران انجام شده است. از این رو در پژوهش حاضر تهران به عنوان بستر مورد مطالعه انتخاب شد. به دلیل تخریب وتغییر کاربری و تغییر در تناسبات کالبدی حیاط‌های مرکزی خانه‌های سنتی نمونه‌های بسیار اندکی دست نخورده باقی مانده‌اند. در مقابل کاربری حوزه علمیه همکنون طبق روال همیشگی خود همچنان مورد استفاده است و تغییر قابل توجهی در تناسبات کالبدی نمونه‌های موجود صورت نگرفته. به همین دلیل ۱۵ نمونه از حوزه‌های علمیه تهران مورد مطالعه قرار گرفت و حوزه علمیه معمار باشی به عنوان میانگینی از نمونه‌های مذکور جهت انجام شبیه‌سازی و برداشت میدانی انتخاب شد.

زمینه و هدف

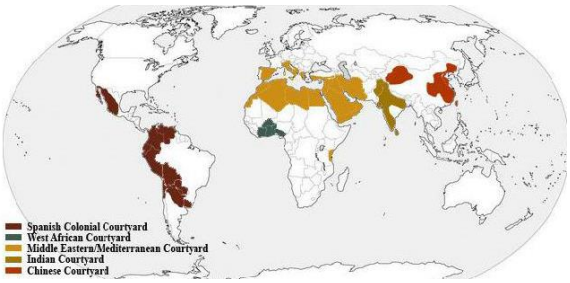
در معماری گذشته یکی از کارامدترین راهکارهای مورد استفاده جهت سازگاری اقلیمی بنا، محافظت بنا از تابش مستقیم آفتاب و کاهش دما در روزهای گرم سال بوده است. این امر باعث ایجاد خرد اقلیم در مجاورت بنا شده و در نهایت عملکرد حرارتی ساختمان را بهبود می‌بخشد.

حیاط مرکزی یکی از این راهکارهای غیرفعال در معماری سنتی است که سایه اندازی مناسبی در محیط پیرامونی بنا ایجاد می-کند.

ازینرو شناخت نحوه‌ی کارکرد چنین الگویی در راستای ایجاد خرد اقلیم ضروری به نظر می‌رسد (۲).

پیشینه پژوهش

در طول تاریخ، بشر همواره در پی فراهم کردن فضایی مطبوع برای زندگی بوده است. و راهکارهایی جهت تعدیل آب و هوای اقلیم‌های مختلف را خلق نموده. در اقلیم گرم و خشک و اقلیم سرد حیاط مرکزی یکی از مهمترین و قدیمی ترین راهکارهای معماری است، که قدمت آن به ۵۰۰۰ سال میرسد و در معماری بومی و سنتی بسیاری از نقاط دنیا به چشم می‌خورد.



تصویر ۱- پراکندگی حیاط مرکزی در نقاط مختلف جهان (۳).

Figure 1. distribution of central courtyard around the world (3).

تناسبات حیاط مرکزی یکی از فاکتورهای تعیین کننده درمیزان جذب انرژی خورشید در سطوح مختلف و ایجاد خرد اقلیم می‌باشد. نتایج پژوهشی در شهر یزد، که ۴۱ حیاط مرکزی در این اقلیم را مورد مطالعه قرار داد، نشان داد: میانگین

دمای داخل این حیاط ها در حدود ۱۰ درجه از دمای خارج از حیاط مرکزی پایین تر است، که این دما تنها ۱/۸درجه از دمای آسایش بالاتر می باشد (۴).

همچنین نتایج پژوهش موهایسن و گادی (۵) نشان داد: که حیاط‌های مرکزی عمیق و بلند به سبب سایه‌اندازی بیشتر مصرف انرژی را کاهش می‌دهد. این در حالی است که در اقلیم سرد حیاط کم عمق عملکرد بهتری در جذب تابش در زمستان دارد(۶).

برخی از مطالعات نشان دادند که عملکرد حرارتی حیاط به میزان تابش دریافتی و میزان جریان هوا در حیاط وابسته است. در این پژوهش‌ها تاثیر این عوامل در تناسبات و جهت گیری های مختلف حیاط مورد ارزیابی قرار گرفت(۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱). مطالعاتی که در حوزه حیاط مرکزی انجام شده، بیشتر در مورد مشخصه‌های معماری آن بوده است. در این میان تعدادی از پروژه‌های تحقیقاتی به بررسی حرارتی و سرمایش ایستا حیاط-ها پرداخته‌اند. یکی از این پژوهش‌ها شامل تجزیه و تحلیل پارامترهای کالبدی و تناسبات طراحی حیاط در مکزیک و اسپانیا می‌باشد(۱۲).

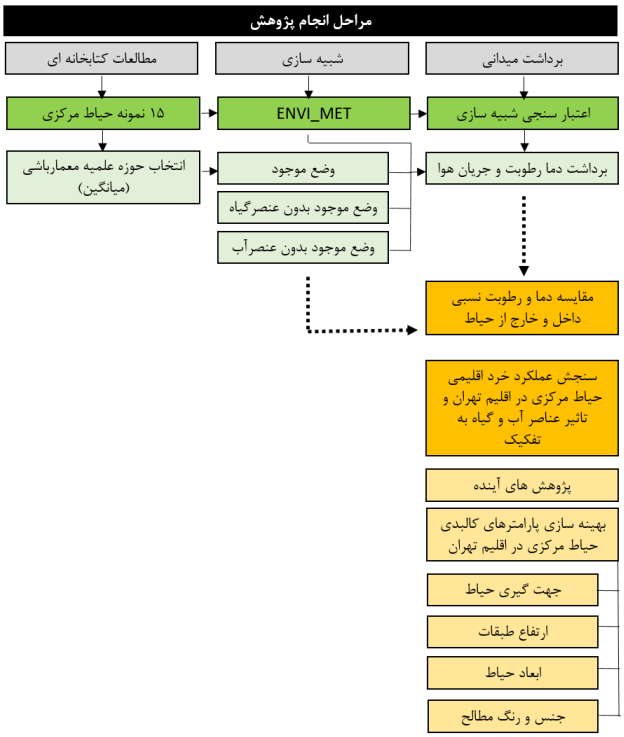
بنتلی و همکاران (۱۳) درکتاب محیط‌های پاسخده، در فصل چهارم با عنوان خرداقلیم، شیوه‌ای برای تحلیل تأثیر متقابل شهر واقلیم ارائه داده اند که در آن بر دو عنصر اقلیمی تابش و باد تأکید شده است. همچنین سلیقه(۱۴) با توجه به انرژی های تجدید پذیر مانند آفتاب، باد و استفاده از آنها در بهبود شرایط حرارتی به جهت گیری مناسب ساختمان دست یافته است.

علی رغم مطالعات بسیاری که بر روی خانه‌های حیاط مرکزی انجام شده‌است (۱۵، ۱۶، ۱۷). در این میان تعداد کمی از مطالعات وجود دارند، که به بررسی تفاوت درجه حرارت داخل حیاط مرکزی و درجه حرارت محیط خارج ساختمان در اقلیم گرم و خشک پرداخته باشند(۱۸). در یکی از این مطالعات یک خانه سنتی حیاط دار با یک خانه دوران معاصر، از نظر دمای داخل و خارج ساختمان، با یکدیگر مقایسه شدند. در تابستان، دمای محیط در بازه زمانی مشخص در طول روز، بین ۲۸ تا ۴۸ درجه سانتی گراد متغیر است. در همین زمان درجه حرارت در داخل حیاط خانه سنتی تقریبا در ۲۸ C ثابت باقی ماند. در حالی که دما در داخل خانه مدرن، بین ۳۴ تا ۳۹ درجه سانتی-گراد متغییر است. در فصل زمستان دمای محیط بین۴ تا ۲۳ درجه سانتی گراد متغیر می‌باشد، در همین زمان درجه حرارت در داخل حیاط خانه سنتی تقریبا ۱۲ درجه سانتی گراد ثابت باقی ماند. در حالی که در خانه مدرن، در طول زمستان درجه حرارت بین ۴ تا ۱۲ درجه سانتی گراد متغیر است(۱۹).

مطالعه ادبیات موضوع در این حوزه نشان می‌دهد رفتار حرارتی حیاط های مرکزی به طور مستقیم تحت تأثیر نفوذ اشعه‌های خورشید قرار دارد. بهره گیری از انرژی خورشیدی در فصول سرد سال و ایجاد سایه در فصل‌های گرم، یا به عبارت دیگر جلوگیری از تابش نور خورشید در فصل گرم، مهمترین فاکتور در ایجاد خرد اقلیم در حیاط مرکزی می‌باشد.

روش بررسی

روش تحقیق ترکیبی ازمطالعه نمونه‌ی موردی و شبیه سازی است. این پژوهش در ۳ مرحله انجام پذیرفت. در مرحله اول از بین ۱۵ نمونه حیاط مرکزی در تهران ۱ نمونه به عنوان میانگین نمونه های موجود انتخاب شد. در مرحله دوم حیاط مرکزی مذکور در نرم افزار انویمت مورد شبیه سازی قرار گرفت. سپس بر اساس جدول زمانی دما در اقلیم تهران برداشت میدانی طی ۸ روز در فصل گرم از۱ تا ۸ تیر و ۸ روز در فصل سرد مصادف با ۱۵ تا ۲۳ دی ماه صورت پذیرفت و میانگین نتایج آن در نمودارها ارائه شد. همچنین میانگین دمای ثبت شده ایستگاه هواشناسی مهرآباد در ساعات برداشت شده در فصل گرم ۳۴/۵ و در فصل سرد ۶/۱ درجه می‌باشد. همچنین به سبب اعتبار سنجی یافته‌ها، نتایج حاصل از شبیه سازی با مقادیر برداشت شده مقایسه شد. و در مرحله سوم تاثیر پوشش گیاهی و آب به صورت جداگانه در تعدیل دمایی حیاط مرکزی مورد مطالعه قرار گرفت.



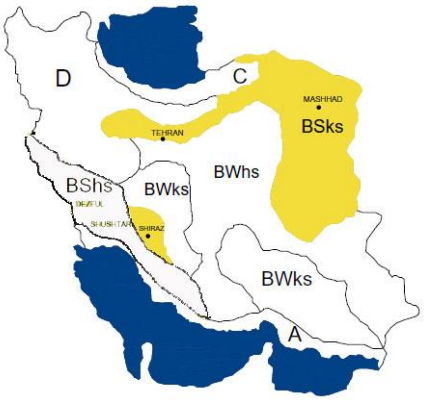
جهت برداشت میدانی از دستگاه دیتا لوگر (هوگ-۵۵۰) استفاده شد، که به صورت اتوماتیک اطلاعات مربوط به دمای هوا و رطوبت نسبی را منظم و با فاصله ۳۰ ثانیه ضبط می‌کند.

تصویر ۲- دستگاه دیتالوگر

Figure 2. Data Logger

اقلیم تهران

کشور ایران به واسطه وجود سواحل شمالی و جنوبی، ارتفاعات برف‌گیر و کویرهای خشک و مناطق کوهپایه‌ای از شرایط اقلیمی متنوعی برخوردار است. روش‌های متفاوتی برای تقسیم بندی اقلیمی وجود دارد، که یکی از معتبر ترین آن ها روش کوپن می‌باشد (۲۰). تقسیم بندی کوپن بر اساس متوسط‌های سالیانه و ماهیانه درجه حرارت و ریزش‌های جوی استوار است. کوپن برای حیات نباتی به عنوان یک معیار بسیار موثر جهت تعیین مرزهای آب و هوایی اهمیت زیادی قائل شده است. براساس تقسیم بندی اقلیمی کوپن، اقلیم گرم و خشک به دو زیر گروه بیابانی(BW) و نیمه خشک(BS) تقسیم می‌شود. و این دو به ۴ زیر گروه BWhsو BWksو BShs و BSks تقسیم می‌شوند، که تهران در زیرگروه اقلیمی BSks قرار دارد (۲۲).



تصویر ۳- تقسیم بندی اقلیمی کوپن در ایران ماخذ: (۱۲).

Figure 3. Köppen climate classification of Iran (12).

بخش مرکزی و جنوبی تهران در اقلیم گرم و خشک واقع شده که ویژگی‌های اقلیمی آن 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
- وزش بادهای نامطلوب در فصل سرما (۲۱).

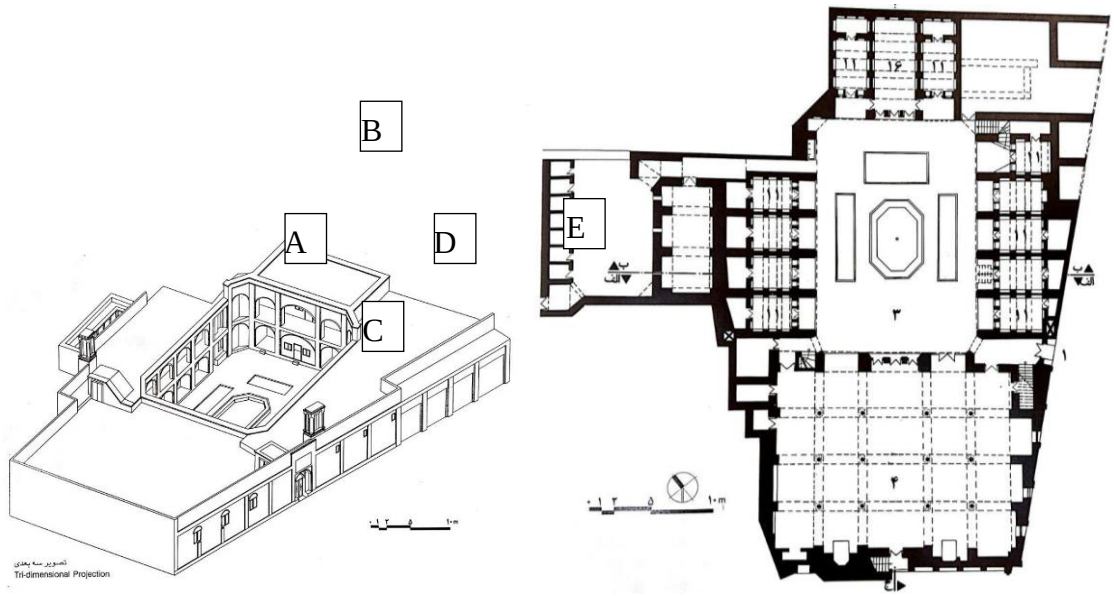
یافته‌ها:

حوزه علمیه معمار باشی:

این بنا که سال ۱۳۰۳ ساخته شده متعلق به دوره قاجار می-باشد و بانی آن حاج ابوالحسن اصفهانی است. از آنجا که منصب وی در آن دوره معمار باشی بوده این بنا نیز به همین نام شهرت یافته. محل این بنا واقع در خیابان ۱۵ خرداد چهار راه مصطفی خمینی، کوچه امام زاده یحیی می‌باشد. ابعاد آن ۲۸ متر در۴۲ می‌باشد، که در میانه آن حیاطی به ابعاد ۱۱/۷ در ۱۷/۱ قرار با حوض آبی به ابعاد ۵ در ۴/۱ گرفته است.

تصویر ۴ و۵- سمت راست موقعیت مکانی و سمت چپ حیاط مرکزی حوزه علمیه معمار باشی

Figure 4&5. In right picture location and in left one central courtyard of Memarbashi Theological Seminary

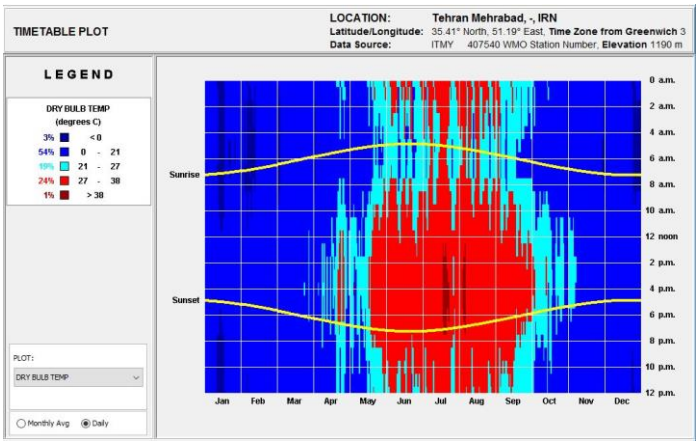


تصویر ۶- پلان و پرسپکتیو حوزه علمیه معمار باشی ماخذ: (۲۲).

Figure 6. plan and perspective of Memarbashi Theological Seminary (22).

نتایج حاصل از شبیه سازی و برداشت میدانی

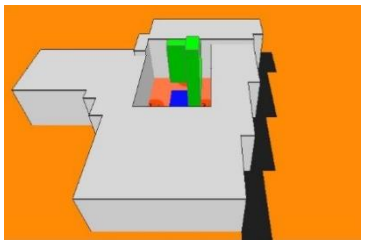
در ابتدا بر اساس نمودار زمانی دمای تهران، که از نرم افزار مشاور اقلیم استخراج شده، محدوده فصل گرم و سرد مشخص شد. بر همین اساس برداشت میدانی و شبیه سازی طی ۸ روز در فصل گرم از۱ تا ۸ تیر و ۸ روز در فصل سرد مصادف با ۱۵ تا ۲۳ دی ماه صورت پذیرفت و میانگین نتایج آن در ادامه در قالب نمودارهایی ارائه شد.



تصویر ۷- نمودار زمانی دمای تهران در نرم افزار مشاور اقلیم

Figure 7. Time Table Plot of Tehran in Climate Consultant software

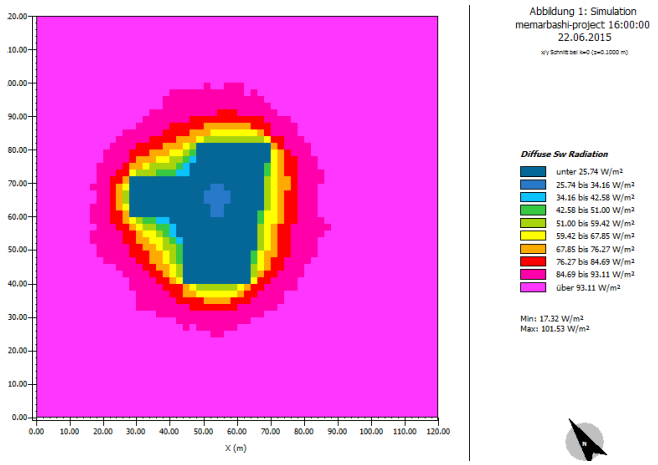
سپس حوزه علمیه معمار باشی در نرم افزار انومت شبیه سازی شد و ۴ رسپتور در چهار جهت حیاط و ۱ رسپتور خارج از حیاط قرار گرفت. نتایج حاصل از شبیه سازی در دو فصل گرم و سرد در قالب نمودار ارائه شد.



تصویر ۸- مدل سه بعدی حوزه علمیه معمار باشی در نرم افزار انویمت

Figure 8. 3d model of Memarbashi Theological Seminary in Envi-Met software

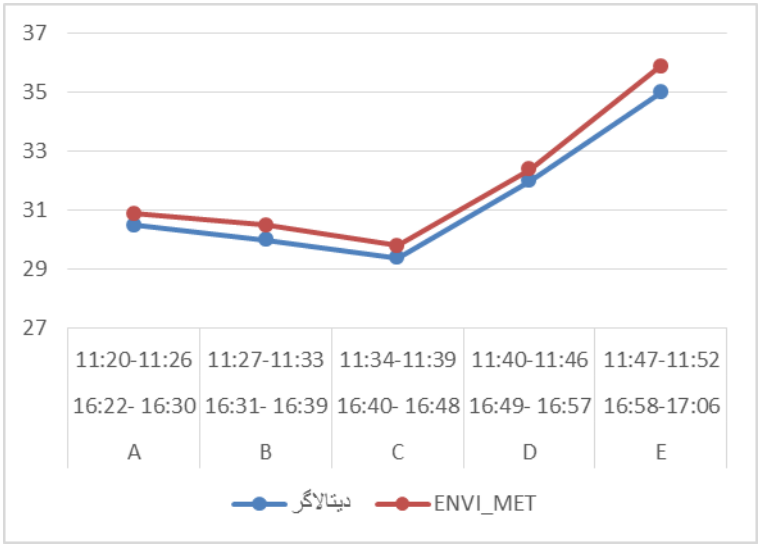
با استفاده از برنامه الحاقی لئوناردو، خروجی‌ها به صورت نقشه-های زیر به دست آمد که مولفه‌های اقلیمی مختلف را در این شبیه سازی ارائه داده است. همانطور که در تصویر ۹ مشخص است تابش دریافتی در محدوده حیاط به سبب سایه اندازی جداره‌ها بسیار کمتر از فضای خارج از آن می‌باشد.



تصویر ۹- میزان تابش دریافتی حیاط و فضای خارج از آن در نرم افزار انویمت

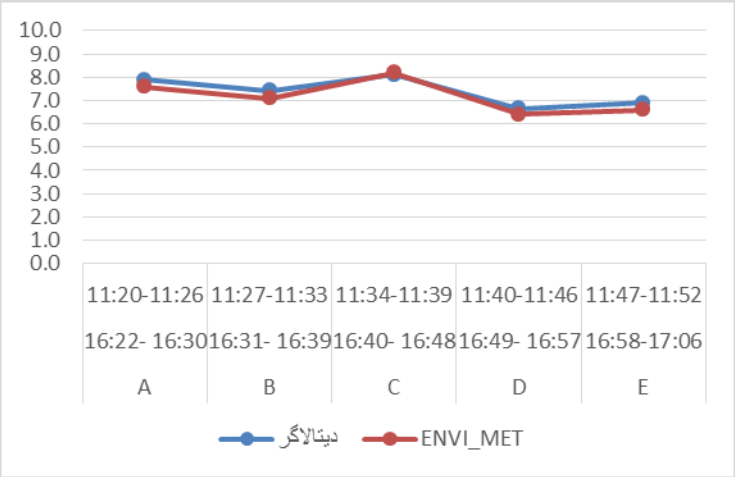
Figure 9. diffuse SW Radiation with Envi-Met software

در ادامه، نتایج حاصل از شبیه سازی و برداشت میدانی فصل گرم و سرد در نمودارهای زیر ارائه شد. در نمودار ۱۰ و ۱۱ دمای ۴ جهت حیاط و خارج از حیاط در هر دو حالت شبیه سازی و برداشت میدانی ارائه شده. همان طور که در نمودار مشخص است، اختلاف این دو در حدود۰/۳ درجه می‌باشد. البته در نقطه E این اختلاف به ۰/۹ درجه می‌رسد. دلیل آن، این است که در محیط واقعی کوچه تا حدودی سایه‌اندازی دارد، که در شبیه‌سازی به دلیل آنکه تمرکز اصلی بر روی فضای داخلی حیاط بوده است، در فضای خارج سایه اندازی وجود ندارد.



تصویر ۱۰- تغییرات دمای حیاط و خارج از آن در فصل تابستان

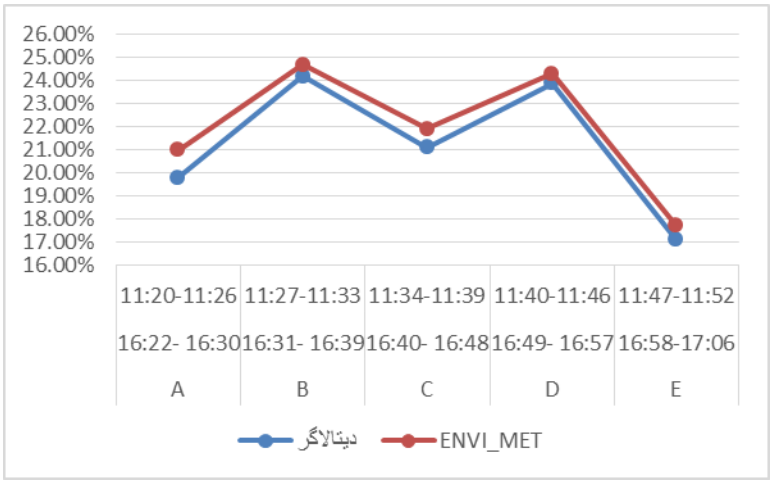
Figure 10. variation of Air temperature in summer



تصویر ۱۱- تغییرات دمای حیاط در فصل زمستان

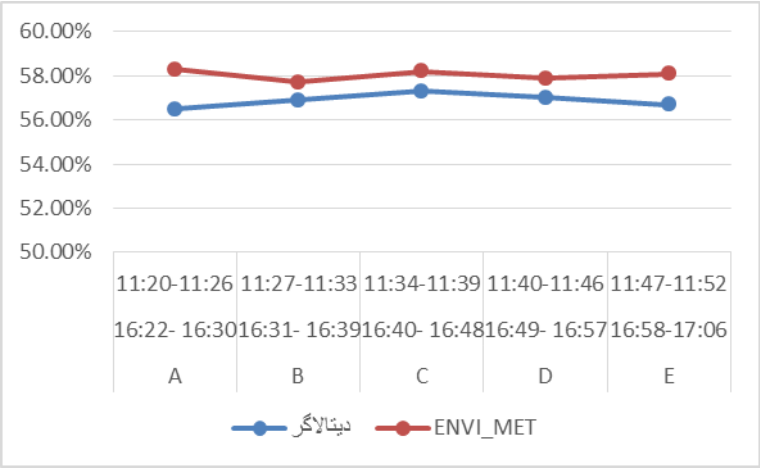
Figure 11. variation of Air temperature in winter

همچنین تغییرات رطوبت نسبی در چهار جهت حیاط و خارج از حیاط در دو فصل گرم و سرد در نمودارهای ۱۲ و ۱۳قابل مشاهده است. در فصل گرم رطوبت نسبی فضای خارج تقریبا ۶٪ کمتر از میانگین رطوبت نسبی داخل حیاط است اما در فصل سرد رطوبت نسبی فضای داخل و خارج اختلاف چندانی ندارد. علت این امر برگ ریز بودن درختان داخل حیاط می-باشد.



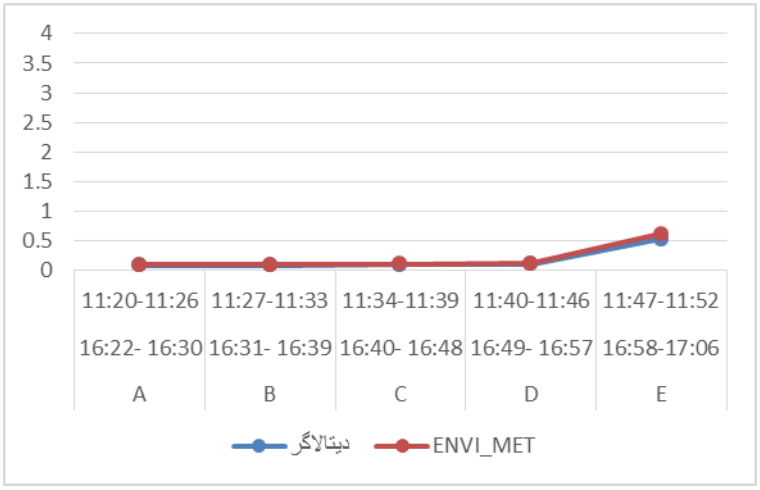
تصویر ۱۲- تغییرات رطوبت نسبی در فصل تابستان

Figure 12. variation of relative humidity in summer



تصویر ۱۳- تغییرات رطوبت نسبی در فصل سرد

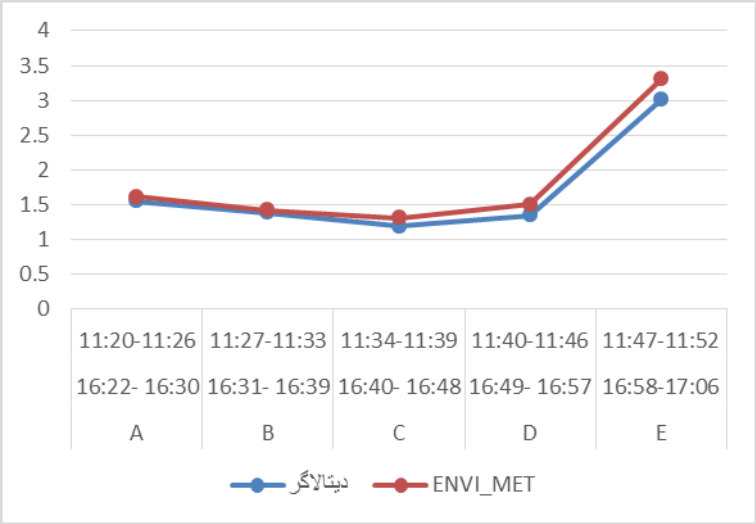
Figure 13. variation of relative humidity in winter



تصویر ۱۴- تغییرات جریان هوا در فصل گرم

Figure 14. variation of airflow in summer

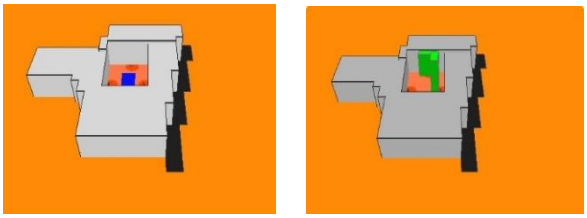
همانطور که در نمودار ۱۴ و ۱۵ مشخص است، سرعت باد در داخل حیاط در فصل گرم در حدود ۰/۵ متر بر ثانیه کمتر از فضای خارج است. این اختلاف در فصل سرد به ۲ متر بر ثانیه می‌رسد. به طور کلی جریان هوا در داخل حیاط کمتر از فضای خارج است، که این امر به تعدیل شرایط اقلیمی در زمستان کمک می‌نماید. اما در فصل گرم کم شدن جریان هوا در راستای تعدیل شرایط اقلیمی نیست.



تصویر ۱۵- تغییرات جریان هوا در زمستان

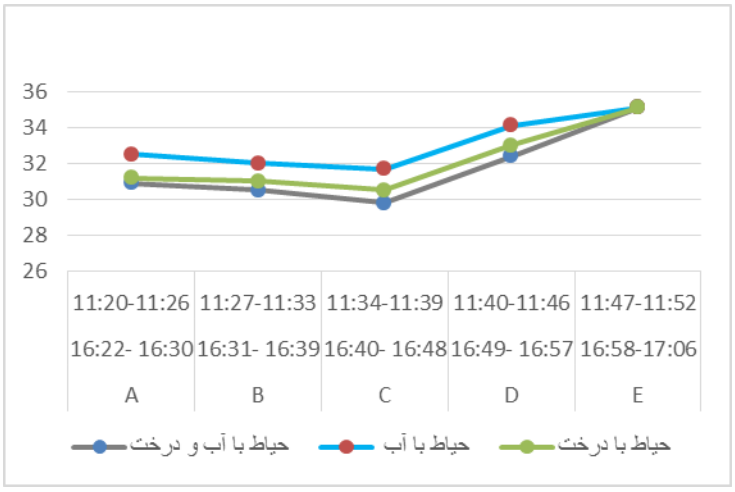
Figure 15. variation of airflow in winter

در نهایت تاثیر درخت و آب در کاهش دما بررسی شد. بـه ایـن منظور دو حالت حیاط مرکزی، حالت اول تنها با پوشش گیاهی (درخت چنار موجود در حیاط) وحالت دوم حیـاط مرکـزی بـا حوض آب در نرم افزار انویمت شبیه سازی شد. نتایج حاصـل از شبیه سازی در نمودار شماره۵ قابل مشاهده است.



تصویر ۱۶- سمت راست مدل سه بعدی حوزه علمیه معمار باشی با پوشش گیاهی آب و سمت چپ با آب

Figure 16. 3d model of Memarbashi Theological Seminary with vegetation (right)- and with water (left)



تصویر ۱۷- مقایسه تاثیر آب و گیاه بر کاهش دما در فصل تابستان

Figure 17. comparison between water and vegetation on temperature decrease

نتیجه‌گیری و بحث

در پژوهش حاضر ۳ عامل ایجاد خرد اقلیم که عبارت اند از: دما، رطوبت و جریان هوا در حیاط مرکزی حوزه علمیه معمار باشی، در دو فصل گرم و سرد مورد مطالعه قرار گرفت:

۱- دما:

میانگین دمای ثبت شده ایستگاه هواشناسی مهرآباد در ساعات برداشت شده در فصل گرم ۳۴/۵ درجه می باشد. میانگین دمای برداشت شده از حیاط مرکزی حوزه معمارباشی در فصل گرم ۳۰/۴۸ درجه می باشد که ۴/۵۲درجه از دمای محیط خارج از حیاط و ۴/۰۲ درجه از میانگین دمای ثبت شده در ایستگاه مهرآباد پایین‌تر است. همچنین میانگین دمای ثبت شده ایستگاه هواشناسی مهرآباد در ساعات برداشت شده در فصل سرد ۶/۱ درجه می‌باشد که میانگین دمای برداشت شده از حیاط حوزه معمارباشی در فصل سرد ۷/۵ درجه می‌باشد که ۰/۹ درجه از دمای محیط خارج از حیاط و ۱/۴ درجه از میانگین دمای ثبت شده در ایستگاه مهرآباد بالاتر است.

۲-رطوبت:

رطوبت نسبی داخل حِیاط به ویژه در مجاورت حوض آب و درختان بیشتر از فضای خارج از حیاط می‌باشد. در فصل گرم رطوبت نسبی فضای داخل تقریبا ۶٪ بیشتر از میانگین رطوبت نسبی داخل حیاط است اما در فصل سرد رطوبت نسبی فضای داخل و خارج از حیاط اختلاف چندانی ندارد. علت این امر برگ ریز بودن درختان داخل حیاط می باشد.

۳-جریان هوا:

سرعت باد در داخل حیاط در فصل گرم در حدود ۰/۵ متر بر ثانیه کمتر از فضای خارج است. این اختلاف در فصل سرد به ۲ متر بر ثانیه می رسد. به طور کلی جریان هوا در داخل حیاط کمتر از فضای خارج است، که این امر به تعدیل شرایط اقلیمی در زمستان کمک می‌نماید. اما در فصل گرم، کم شدن جریان هوا در راستای تعدیل شرایط اقلیمی نیست.

نتایج حاصل از این برداشت‌های میدانی و شبیه سازی در حوزه علمیه معمار باشی نشان داد: دو عامل دما و رطوبت نسبی به ویژه در فصل گرم در این حیاط به میزان قابل ملاحظه ای تعدیل شده‌اند. به دلیل محافظت حیاط مرکزی از باد، عامل جریان هوا در دو فصل گرم و سرد کاهش یافته است، این امر در فصل سرد در راستای شکل‌گیری خرد اقلیم و در فصل گرم، در جهت عکس ایجاد خرد اقلیم می‌باشد. البته با توجه به ناچیز بودن جریان هوای خارج از حیاط در فصل گرم که در حدود ۰/۶ متر بر ثانیه است، این کاهش جریان هوای داخل حیاط نسبت به کاهش دما و افزایش رطوبت قابل چشم پوشی است.

به این ترتیب حیاط مرکزی حوزه معمار باشی در اقلیم تهران عملکرد خرد اقلیمی دارد و به ویژه در فصل گرم باعث پایین آمدن دمای پیرامون خود می‌شود. این امر علاوه بر تعدیل شرایط اقلیمی خارج از بنا، می تواند بر میزان مصرف انرژی بنا نیز تاثیرگذار باشد. همچنین این تحقیق نشان داد: پوشش گیاهی موجود در حیاط که از نوع درخت چنار بود، عملکرد خرد اقلیمی حیاط را بیشتر از عنصر آب بهبود بخشید. دلیل این مطلب می‌تواند سایه اندازی مناسب درختان بلند چنار داخل حیاط باشد.

در پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود با تغییر تناسبات، تغییر جهت‌گیری، تغییر ارتفاع بنای پیرامون حیاط ومصالح مورد استفاده در شبیه سازی‌های متعدد، تناسبات بهینه حیاط مرکزی در تهران مشخص شود.

Reference

1. Taban, m., Pourjafar M., Bemanian, M., Heidari, Sh. 2014. Determining Optimal Courtyard Pattern in Dezful Traditional Houses By Relying on Shadow Analysis, *Bagh-e nazar*, Vol. 10, pp. 39-48. (In Persian)
2. Zamani, Z., Heidari, Sh. Hanachi, P., 2019. Optimizing the Building Location Arrangement in Urban Block, in order to Achieve Heat Mitigation of Yards in Tehran, *Journal of Environmental Science and Technology*, Vol 21, No.9 PP. 222-231.
3. 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.

4. Vellinga, M., Oliver, P., Bridge, A., 2007. Atlas of Vernacular Architecture of the World. Routledge, USA.
5. Heidari, Sh., 2010. A deep courtyard as the best building form for desert climate, an introduction to effects of air movement (Case study: Yazd). *Desert* Vol.15, pp.19–26.
6. Muhaisen, A.S., Gadi, M.B., 2006. Effect of courtyard proportions on solar heat gain and energy requirement in the temperate climate of Rome. Build. *Environ*. Vol.41, pp.245–253.
7. Soflaei, F., Shokouhian, M., Mofidi Shemirani, S M., 2016. Traditional Iranian courtyards as microclimate modifiers by considering orientation, dimensions, and proportions. *Frontiers of Architectural Research*. Article in press.
8. Meir, I.A., 2000. Courtyard microclimate: a hot arid region case study. Paper Presented at the proceedings of the *17th PLEA International Conference*. Cambridge.
9. Reynolds, J., 2002. Courtyards: Aesthetic, Social, and Thermal Delight. Wiley.
10. Rajapaksha, U. An Exploration of Courtyards for Passive Climate Control in Non domestic Buildings in Moderate Climates. Doctoral dissertation, The School of Geography, Planning and Architecture, the University of Queensland, Australia. 2004; pp 121-125.
11. Tablada, A., Blocken, B., Carmeliet, J., DeTroyer, F., Verschure, H., 2005. The influence of courtyard geometry on air flow and thermal comfort: CFD and thermal comfort simulations. In: *Proceedings of the PLEA 2005, 22nd Conference on Passiveand Low Energy Architecture*, Beirut, Lebanon.
12. Al-Masri, N., Abu-Hijleh, B., 2012. Courtyard housing in midrise buildings: environmental assessment in hot-arid climate. *Renew. Sustain. Energy Rev*.16(4),1892–1898.
13. Soflaei, F., Shokouhian, M., Mofidi Shemirani, S M., (2016), Investigation of Iranian traditional courtyard as passive cooling strategy (a field study on BS climate), International *Journal of Sustainable Built Environment*, No:5, 99-111.
14. Bently, Y., Alen, A., Pall, M., Soomk, G., 2003. Responsible environment guideline for designer. Tehran. *Science and Technology University*. (In Persian)
15. Salighe, M., 2004 Simulation of adaptive house with climate for Chabahar. *Geography and development Iranian Journal*. Vol 2 (4), Zahedan pp. 147-170. (In Persian)
16. Wilbaux, Q., Lebrun, M., McElhearn, K., 2000. Marrakesh: The Secret of Courtyard Houses. Art Creation Realisation, France.
17. Knapp, R.G., Spence, J., Chester Ong, A., 2006. Chinese Houses: The Architectural Heritage of a Nation. Tuttle Publishing, Singapore.
18. Rabbat, N.O., 2010. The Courtyard House: From Cultural Reference to Universal Relevance. Ashgate, Published in Association with the Aga Khan Program for Islamic Architecture. Massachusetts Institute of Technology, USA.
19. Ahmad, I., Khetrish, E., Abughres, S.M. 1985 Thermal analysis of the

architecture of old and new houses at Ghadames. *Building and Environment*, Vol. 20(1), pp. 39-42.

20. Olgyay, V., 1963. Design with Climate, Princeton NJ: Princeton University Press p:6.
21. Forghani, D., Sheibani, M., 2010. The role of the central courtyard in the formation of traditional Kashan houses, 23, pp.47. (In Persian)
22. Haji ghasemi, K., 1988. Religious building of Tehran. Tehran, Ministry of cultural heritage and handicrafts. (In Persian)