مدیریت شهری
فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت شهری و روستایی
شماره ۷۱ . تابستان ۱۴۰۲

Urban managment
No.71 Summer 2023

۱۶۵-۱۸۲

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۳/۰۸ تاریخ پذیرش نهایی : ۱۴۰۲/۰۵/۱۲

بررسی تأثیر عناصر طبیعی بر آسایش حرارتی در حیاط خانه‌های تاریخی شهر اصفهان

سمیرا محمدی مقدم*: دانشجوی دکتری معماری، دانشکده معماری، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.
حسن اکبری: دانشیار گروه معماری، دانشکده معماری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
حجت ا... رشید کلویر: دانشیار گروه معماری، دانشکده معماری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
توحید حاتمی خانقاهی: دانشیار گروه معماری، دانشکده معماری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

چکیده

مطالعات نشان می‌دهد در دهه‌های اخیر دما افزایش پیدا کرده و ما با پدیده جزیره گرمایی روبه‌رو هستیم. این پدیده تأثیر منفی برآسایش حرارتی ساکنان دارد و شهرها به این لحاظ دچار چالش‌های فراوانی از جمله تغییر در خرداقلیم‌ها و نیازمند انرژی بیشتر شده‌اند؛ بنابراین نیاز مبرم به راهکارهای تعدیل حرارتی احساس می‌شود. با توجه به این که پوشش گیاهی از متداول‌ترین راهکارهای ارتقاء آسایش حرارتی در شهرها است این پژوهش بر آن است تا میزان و چگونگی تأثیر عناصر طبیعی از جمله پوشش گیاهی و آب را برآسایش حرارتی در حیاط تعدادی از خانه‌های تاریخی شهر اصفهان مورد بررسی قرار دهد. به این منظور تعدادی از خانه‌های تاریخی و حیاط مرکزی شهر اصفهان نرم‌افزار انویمت ۴ مدل‌سازی و مورد شبیه‌سازی قرار گرفتند و نتایج مربوط به تغییرات شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده برای اولین روز تیرماه محاسبه شدند. بررسی رابطه میان عناصر طبیعی و شاخص آسایش حرارتی به روش رگرسیون تک متغیره و چندمتغیره انجام شد. روند تغییرات شاخص آسایش حرارتی با گذشت زمان نشان داد که فضای سبز همواره می‌تواند باعث ارتقاء آسایش حرارتی در خرداقلیم حیاط مرکزی شود. تحلیل رگرسیون نشان می‌دهد که عاملی که بیشترین تأثیر را در تعدیل آسایش حرارتی دارد پوشش درختی است در حالی که دو عامل چمن و آب در برخی ساعات تأثیر منفی هرچند بسیار کم بر شرایط حرارتی دارند. کاشت درختان هم باعث کاهش شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده در زیر تاج‌پوش درختان و هم باعث کاهش میانگین این شاخص در کل حیاط در تابستان‌های اقلیم گرم و خشک می‌شود.

واژگان کلیدی: آسایش حرارتی، شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده، انویمت، پوشش گیاهی، اصفهان.

Investigating the effect of natural elements on thermal comfort in the courtyards of historic houses in Isfahan city

Abstract

Studies show that the temperature has increased in recent decades and we are facing the heat island phenomenon. This phenomenon has a negative effect on thermal comfort of the residents, and in this sense, cities have faced many challenges, including changes in microclimates and using more energy. Therefore, there is an urgent need for thermal adjustment solutions. Considering that vegetation is one of the most common ways to improve thermal comfort in cities, this research aims to investigate how natural elements such as vegetation and water affect thermal comfort in the courtyards of a number of historical houses in Isfahan. For this purpose, a number of historical houses with central courtyard in Isfahan city are modeled and simulated by Envimet ۴ software, and the results related to the changes of Predicted Mean Vote index for the first day of July are calculated. The relationship between natural elements and thermal comfort index is investigated by univariate and multiple regression methods. The changes of thermal comfort index over time show that vegetation can always improve thermal comfort in the microclimate of central courtyard. Regression analysis shows that the factor with the greatest effect on improving thermal comfort is tree cover, while grass and water have a little negative effect on thermal conditions in some hours. Trees both reduce Predicted Mean Vote under the canopy and also reduce the average of index in the whole courtyard in summers of hot arid climates.

Keywords: Thermal comfort, Predicted Mean Vote, ENVI-met, Vegetation, Isfahan.

* نویسنده مسؤول: mohammadisamira97@gmail.com

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]

مقدمه

مطالعات نشان می‌دهد در دهه‌های اخیر دما افزایش پیدا کرده و ما با پدیده جزیره گرمایی[1] روبه‌رو هستیم. این پدیده تأثیر منفی برآسایش حرارتی[2] ساکنان دارد (هاصح‌زاده، خاک‌زند و اجاقلو، ۲۰۱۸: ۱) و شهرها به این لحاظ دچار چالش‌های فراوانی از جمله تغییر در خرداقلیم‌ها و نیازمند انرژی بیشتر شده‌اند؛ بنابراین نیاز مبرم به راهکارهای تعدیل حرارتی احساس می‌شود (داوطلب و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۰). بشر در دوران بدوی نیز به دنبال راه‌هایی برای دوری از گزند شرایط آب و هوایی بوده لذا برای ساختن مسکن خود به دنبال طراحی‌هایی بوده که از شرایط اقلیمی منشأ گرفته است (سلیقه، ۱۳۸۳: ۱۴۷). یک امر کلی که تقریباً در رابطه با کلیه ساختارهای سنتی ایران صدق می‌کند، همگونی آن‌ها و حیاط مسکونی با عوامل اقلیمی است (قبادیان، ۱۳۹۲: ۲). با توجه به اهمیت طراحی غیرفعال ساختمان‌ها برای کاهش مصرف انرژی‌های سرمایش و گرمایشی ساختمان‌ها در رویکردهای نوین جهانی، شناخت اهمیت و نحوه کارکرد الگوهای معماری بومی در جهت کاهش فشار ناشی از ساخت‌وسازهای نوین بر محیط طبیعی و تلاش در راستای احیای چنین الگوهایی در معماری کشور ما ضروری است (تابان، پورجعفر، بمانیان و حیدری، ۱۳۹۲: ۴۱). آسایش حرارتی در حیاط‌های مرکزی اقلیم گرم و خشک از طریق محوریت خود، ابعاد معین، جهت‌گیری، مکانیابی هدفمند، استفاده از عناصر طبیعی همچون پوشش گیاهی و آب قابل تأمین است. پوشش گیاهی از طریق کاهش گردوغبار اطراف ساختمان؛ متمرکز کردن جریان باد و افزایش سرعت آن در جهت دلخواه؛ افزایش رطوبت در اقلیم‌های خشک؛ کاهش دما (درجه حرارت) در اطراف ساختمان می‌تواند آسایش حرارتی را تحت تأثیر قرار دهد (افشاری بصیر، ۱۳۹۶: ۲۹۸). تاکنون روش‌های متعددی برای تعدیل حرارتی و کاهش جزایر حرارتی پیشنهاد شده است که از آن میان دو فاکتور مصالح و گیاه به عنوان فاکتورهای پیشنهادی در بسیاری از راهکارهای تعدیل حرارتی دیده می‌شوند. بیشتر تحقیقات میدانی درباره اثر پوشش گیاهی درباره اقلیم‌های مدیترانه‌ای، اقیانوسی، گرمسیری و نیمه‌گرمسیری به انجام رسیده است و کمترین میزان تحقیقات میدانی در زمینه اقلیم گرم و بیابانی انجام یافته است. در حالی که به نظر می‌رسد بیشترین اثرگذاری فضای سبز در تعدیل حرارتی در این اقلیم قابل مشاهده باشد و نیاز این اقلیم به کاهش دما با توجه به طبیعت خشن آن و وجود محیط‌زیست شدید و سخت برای ساکنان، بیش از سایر اقلیم‌های معرفی و تبیین شده است (داوطلب و همکاران، ۱۳۹۷: ۵). به دلیل همپوشانی بسیاری از ویژگی‌های شهرهای اقلیم گرم و خشک ایران و جهت بررسی دقیق‌تر، شهر اصفهان با توجه به داشتن تمامی پارامترهای طراحی معماری در اقلیم گرم و خشک به عنوان نمونه‌ی موردی در این تحقیق در نظر گرفته شد. پارامترهای اقلیمی تمامی شهرهای بر روی عرض و طول جغرافیایی شهر اصفهان، با یکدیگر همسان بوده و اختلاف جزیی در آن‌ها تأثیر چندانی بر روی نتایج، نخواهد داشت. تمامی پارامترهای اقلیمی شهرهای اقلیم گرم و خشک دارای ایستگاه سینوپتیک هواشناسی، با یکدیگر مقایسه شده و به جز اختلاف در جهت جریان باد، سایر پارامترها اختلاف چندانی باهم نداشتند. لذا شهر اصفهان به عنوان الگوی شهرهای گرم و خشک انتخاب شد (رشیدفر و نصراللهی، ۱۳۹۵: ۳۲). این پژوهش در راستای استفاده از خاصیت سرمایش غیرفعال حیاط‌های مرکزی به دنبال بررسی میزان آسایش حرارتی ناشی از عناصر مستقل حیاط‌های مرکزی همچون آب و پوشش گیاهی انجام شده است.

پیشینه پژوهش

امروزه با افزایش جمعیت، تراکم شهری و همچنین افزایش گرمای زمین، توجه به آسایش حرارتی در فضاهای باز شهری اهمیت بیشتری پیدا کرده است. پژوهش‌های بسیاری در این حوزه به بررسی نقش عوامل مختلف مؤثر برآسایش حرارتی از جمله پارامترهای اقلیمی و عواملی چون جهت‌گیری خیابان، مصالح، ضریب دید به آسمان، آب و پوشش گیاهی پرداخته‌اند. کاراکونوس[3] و همکاران در یک پژوهش از طریق مداخلات بیوکلایمتیکی همچون تغییر مصالح سنگفرش‌ها به مواد سرد، افزایش پوشش گیاهی و آب در منطقه‌ای از شهر سرس یونان به بررسی پارامترهای اقلیمی شامل دمای هوا، دمای سطح، دمای متوسط تابشی[4] و همچنین ارزیابی آسایش حرارتی با استفاده از شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده[5] پرداختند. نتایج نشان داد دما در بخش بزرگی از منطقه مورد مطالعه کاهش یافت. بیشترین کاهش مربوط به بخشی از منطقه که پوشیده از سنگفرش‌هایی با انعکاس بالای خورشید، پوشش گیاهی و آب است، می‌باشد و مقدار آن برابر با ۹/۰ درجه سانتی‌گراد است. دمای سطح کاهش بیشتری را نشان داد و تأثیر متریال‌های سرد بر این کاهش دما کاملاً واضح است. بیشترین کاهش ۱۶ درجه سانتی‌گراد و مربوط به مناطقی با پوشش خاک فشرده و پوشش گیاهی است. در بیشتر مناطقی که دارای متریال‌های سرد بودند افزایش

1- Heat island
2- Thermal comfort
3- Karakounos
4- Mean radiant temperature
5- Predicted Mean Vote(PMV)

مدیریت شهری
فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۷۱ . تابستان ۱۴۰۲
Urban managment
No.71 Summer 2023

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]

قابل‌توجه دمای متوسط تابشی مشاهده شد. هم‌چنین در مناطقی با متریال سرد و با ضریب دید به آسمان بالا افزایش قابل‌توجه دمای متوسط تابشی و برعکس در مناطقی با خاک فشرده و پوشش گیاهی کاهش قابل‌توجه دمای متوسط تابشی مشاهده شد. درهرحال دمای متوسط تابشی قبل از اعمال مداخلات بیشتر از بعد آن است و شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده نیز در طول ساعات گرم کاهش یافته است (کاراکانوس و همکاران، ۲۰۱۸: ۱۲۶۹). طالقانی و همکاران، آسایش حرارتی خارجی سه فرم منفرد، خطی و حیاط مرکزی را در گرم‌ترین روز در آب‌وهوای معتدل هلند با هم مقایسه کرده‌اند. این تحقیق نشان داد که مدت تابش مستقیم خورشید و دمای متوسط تابشی که تحت تأثیر مورفولوژی شهری هستند، مؤثرترین فاکتور در آسایش حرارتی فضای باز هستند. آن‌ها همچنین دریافتند که حیاط مرکزی، مطلوب‌ترین خرد اقلیم را در مقایسه با دو فرم دیگر شهری فراهم می‌کند (طالقانی و همکاران، ۲۰۱۵: ۶۵). در پژوهشی دیگر از بردیسی[1] و همکاران ابتدا سطح آسایش حرارتی دانش‌آموزان در حیاط مدرسه در درجه حرارت بالا مورد بررسی قرار گرفت و سپس به بررسی الگوهای مختلف پوشش گیاهی جهت بالا بردن کیفیت فضا با استفاده از نرم‌افزار انویمت[2] پرداخته شد. نتایج نشان داد اضافه کردن درخت‌ها در نقاط گیرنده بدون توجه به هندسه درخت به‌طور قابل‌توجهی می‌تواند مقادیر متوسط آرای پیش‌بینی‌شده را به میزان ۱ یا بیشتر کاهش دهد به این صورت که تبخیر و تعرق درختان دمای زیر تاج‌پوش آن‌ها را به مقدار ۳۸/۰ کلوین کاهش می‌دهد و همچنین اثر سایه تاج‌پوش درخت که تابش مستقیم خورشید را (به w/m2400) کاهش می‌دهد. این موارد متغیرهای اقلیمی و شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده را تحت تأثیر قرار می‌دهد (بردیسی و همکاران، ۲۰۱۶: ۲۰۶). لیو[3] و همکاران در یک پژوهش از طریق اندازه‌گیری‌های میدانی محیط حرارتی فضای باز مناطق مسکونی در سطح عابر پیاده در هاربین چین، تأثیر سه فرم از فضای باز (بلوک خطی، بلوک محصور و مربع) را بر محیط حرارتی و آسایش حرارتی با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک[4] بررسی کردند. نتایج نشان داد محیط حرارتی هر سه فرم در فصل انتقال نسبتاً راحت و در فصول تابستان و زمستان ناراحت است. بلوک کاملاً محصور با ضریب دید به آسمان پایین‌تر آسایش حرارتی مطلوب‌تری در تابستان و زمستان دارد. بلوک خطی با ساختمان‌های بلندتر و فاصله شمالی جنوبی عریض‌تر آسایش حرارتی مطلوب‌تری در تابستان و زمستان دارد. فرم مربع زمانی که ساختمان‌های جنوبی کوتاه‌ترند و فاصله شمالی جنوبی عریض‌تر است، دارای محیط حرارتی راحت‌تری در زمستان است. (لیو و همکاران، ۲۰۱۹: ۳۹۶۰).

در پژوهشی دیگر از سان[5] و همکاران به بررسی تأثیر یک پارک کمربندی به طول ۹ کیلومتر برآسایش حرارتی در پکن با استفاده از شبیه‌سازی عددی پرداخته شده است. نتایج نشان داد مناطق تحت پوشش فضای سبز از سطح آسایش حرارتی بالاتری برخوردار هستند. در ساعت ۲ بعدازظهر میانگین کاهش شاخص دمای معادل فیزیولوژیک از طریق فضای سبز شهری حدود ۲ درجه سانتی‌گراد است که حداکثر و حداقل مقدار آن به ترتیب ۶/۱۵ و ۴/۸- درجه سانتی‌گراد است. تجزیه‌وتحلیل رگرسیون نشان داد که مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در تعدیل آسایش حرارتی درختان بلندتر است. (سان و همکاران، ۲۰۱۷: ۲۷۷). در پژوهشی از موراکینیو[6] و همکاران به بررسی تأثیر دو فرم سایه‌اندازی درختان و ساختمان‌ها برآسایش حرارتی عابران پیاده در هنگ‌کنگ و تأثیر این دو بر یکدیگر پرداخته شده است. نتایج نشان داد دره‌های شهری[7] کم‌عمق نسبت به همتایان عمیق‌تر خود با ابعاد مشابه در معرض شرایط حرارتی بدتری قرار دارند. از بین تمام پارامترها، پیکربندی درخت، شاخص سطح برگ، ارتفاع درخت و ارتفاع تنه به ترتیب در بهبود و تشدید آسایش حرارتی روز و شب تأثیرگذار است. همچنین مشخص شد تأثیر درختان در ارتقاء آسایش حرارتی در روز با افزایش تراکم شهری کاهش و در شب افزایش پیدا می‌کند. این پژوهش درختان بلند با تراکم تاج‌پوش کمتر و تنه بلند را در دره‌های عمیق‌تر و درختان کوتاه با تراکم تاج‌پوش بیشتر و تنه کوتاه را برای دره‌های کم‌عمق و محیط‌های باز توصیه می‌کند (موراکینیو و همکاران، ۲۰۱۷: ۱).

مبانی نظری

آسایش حرارتی به عنوان شرایط ذهنی، بیان‌کننده رضایت از محیط حرارتی که با ارزیابی ذهنی تعیین می‌شود، تعریف شده که شامل چهار مؤلفه محیطی دمای هوا، رطوبت نسبی، باد و میانگین دمای تابشی و پارامترهای شخصی مانند میزان فعالیت و لباس استفاده‌کنندگان است (اشری[8] ۵۵، ۲۰۱۰: ۳). آسایش حرارتی با توجه به نوع محیط به سه دسته تقسیم می‌شود: آسایش حرارتی در فضای باز (بیرونی)، آسایش حرارتی در فضای نیمه‌باز و آسایش

1- El-Bardisy
2 - ENVI-met
3 - Liu
4 - Physiological Equivalent Temperature
5 - Sun
6 - Morakinyo
7 - Urban canyon
8 - Ashrae

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]

حرارتی در فضای سرپوشیده (داخلی) (فورجیارینی[1]، ۲۰۱۵: ۱۸۰). آسایش حرارتی در فضای خارجی علاوه بر شرایط اقلیمی، متأثر از محیط ساخته شده اطراف، پوشش سطح زمین، تبخیر و تعرق گیاهان و سایه ایجادشده توسط عوامل طبیعی و دست‌ساز است (محمودی و همکاران، ۱۳۸۹: ۶۰).

پوشش گیاهی از تأثیرگذارترین عوامل برآسایش حرارتی می‌باشد (اوولا[2] و همکاران، ۲۰۱۷: ۶۹۶، ژانگ[3] و همکاران، ۲۰۲۲: ۳، سان و همکاران، ۲۰۱۷: ۲۷۸، لی[4] و همکاران، ۲۰۲۲: ۱۱۰۷). تحقیقات نشان داده است که وجود فضاهای باز و سبز چه در قالب فضاهای سبز عمومی به‌صورت پارک‌ها، میادین، ادارات و چه فضاهای سبز خصوصی به‌صورت باغات و منازل ویلایی، همگی در تعدیل حرارتی نقش داشته و بر میزان و نوع فعالیت‌های اجتماعی افراد، اقلیم کلان‌شهری و همچنین بر شرایط درونی ساختمان‌ها اثر می‌گذارند. آشکار است که با فراهم کردن شرایط آسایش محیطی علاوه بر جنبه‌های شکلی و زیباشناسی مکان، می‌توان با ایجاد خرداقلیم‌های مناسب و مکان‌های شهری باکیفیت، مدت‌زمان و کیفیت حضور کاربران را در فضاهای باز افزایش داد و به تبع آن از زمان حضور افراد در فضاهای بسته و مصرف انرژی کاست (داوطلب و همکاران، ۱۳۹۷: ۳). زیرساخت‌های شهری سبز محیط‌های شهری را از نظر شرایط اقلیمی و آسایش حرارتی بهبود می‌بخشد: درختان، بام‌های سبز و پوشش گیاهی می‌توانند اثرات جزایر حرارتی را با سایه‌اندازی روی سطوح ساختمان، انحراف تابش خورشید و یا به وسیله اثر تبخیر و تعرق کاهش دهند (گاتو[5] و همکاران، ۲۰۲۰: ۲، طالقانی، ۲۰۱۸: ۲۰۱۲). پوشش گیاهی شارهای تابشی موج کوتاه و بلندی را که به سطوح شهری برخورد می‌کند کاهش می‌دهد و دمای هوای بیرون را بین ۲ تا ۶ درجه سانتی‌گراد بسته به گونه‌های گیاهی و موقعیت آن‌ها کاهش می‌دهد (موتانی[6] و تودسکی[7]، ۲۰۱۶: ۱۳). درختان با تأثیر خنک‌کنندگی پدیده تبخیر و تعرق، کاهش تأثیر آب‌وهوای محلی، ایجاد اثر سایه و مقاومت در برابر باد، تأثیر مثبتی برآسایش اقلیمی انسان در فضای باز دارند (کانگ[8] و همکاران، ۲۰۱۷: ۱۵). اثر خنک‌کنندگی فضای سبز با توجه به اندازه و نوع فضای سبز، ویژگی‌های ساختاری گیاهان و مدل فضایی فضای سبز متفاوت است (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۲: ۱).

شرایط آسایش اقلیمی معمولاً با شاخص‌هایی بیان می‌گردد که در آن مجموعه‌ای از عناصر هواشناختی، انسانی و محیطی دخالت داده می‌شود. این شاخص‌ها داده‌های اقلیمی را به شکلی ارائه می‌کنند که نشان‌دهنده واکنش افراد به شرایط آب‌وهوایی است و در طبقه‌بندی عددی، درجه‌هایی را از بسیار مناسب تا نامناسب در برمی‌گیرند. این شاخص‌ها تفسیر تأثیرات پیچیده عناصر جوی را از آسایش انسان آسان‌تر می‌کنند و امکان مقایسه مکان‌های مختلف را از دیدگاه آسایش اقلیمی فراهم می‌آورند. یک شاخص ایده‌آل می‌بایست از سه جنبه فیزیکی (مثل باران و برف و...)، فیزیولوژیکی (مثل دمای هوا) و جنبه روان‌شناختی (صاف بودن آسمان) ترکیب شده باشد. به علاوه در آن تعادل انرژی بین بدن و جو نیز لحاظ شده باشد (آروین و شجاعی زاده، ۱۳۹۳: ۹۱). شاخص دمای معادل فیزیولوژیک و شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده از جمله مهم‌ترین شاخص‌های فیزیولوژی- دما محسوب می‌شوند که هر سه جنبه ذکر شده در آن‌ها لحاظ شده است. مقیاس شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده نوعی تقسیم‌بندی احساس حرارتی ۷ درجه‌ای است که دامنه آن از ۵/۳- (سرد) تا ۵/۳+ (گرم) تغییر می‌کند. صفر در این مقیاس نشانگر احساس حرارتی خنثی است. این شاخص، چهار عامل محیطی دمای هوا، رطوبت نسبی، باد و میانگین دمای تابشی و دو عامل شخصی میزان فعالیت و لباس را مدنظر قرار داده است.

جدول ۱: مقادیر آستانه شاخص متوسط آرای پیش‌بینی شده در درجات مختلف حساسیت انسان (ماتزاراکیس[9]، ۱۹۹۹: ۷۷)

حساسیت حرارتی	PMV
خیلی سرد	<-۳/۵
سرد	۳/-۵
خنک	۲/-۵
کمی خنک	۱/-۵
راحت	۰/-۵
کمی گرم	۰/۵
گرم	۱/۵
خیلی گرم	۲/۵
داغ	۳/۵

روش پژوهش

در مطالعه حاضر به‌منظور بررسی تأثیر پوشش گیاهی بر پارامترهای آسایش حرارتی در حیاط‌های مرکزی خانه‌های

1 - Forgiarini
2 - Evola
3 - Zhang
4 - Li
5 - Gatto
6 - Mutani
7 - Todeschi
8 - Kong
9 - Matzarakis

مدیریت شهری
فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۷۱ . تابستان ۱۴۰۲
Urban managment
No.71 Summer 2023

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]

تاریخی اقلیم گرم و خشک از روش شبیه‌سازی با نرم‌افزار انویمت ۴ استفاده گردیده است. شبیه‌سازی‌ها در اولین روز تیرماه صورت گرفته است. ده خانه ثبت ملی و مستخرج از کتاب گنج‌نامه فرهنگ آثار معماری اسلامی ایران خانه‌های اصفهان انتخاب شدند و ویژگی‌های کالبدی حیاط مرکزی همچون ابعاد طولی و عرضی، ارتفاع جداره، جهت‌گیری و ویژگی‌های طبیعی همچون درصد آب و پوشش گیاهی (نام و تعداد) استخراج و مورد بررسی قرار گرفت. وضع موجود تمامی خانه‌های مورد مطالعه در نرم‌افزار انویمت بر اساس گرید ۵۰*۵۰*۴۰، اندازه هر شبکه ۱ متر و همچنین فرم و نوع پوشش درختی و فضای سبز در نرم‌افزار آلبرو[1] مدل‌سازی گردید. داده‌های خروجی شامل دما، رطوبت، سرعت باد، دمای متوسط تابشی در ارتفاع ۵/۱ متری از سطح زمین و به‌صورت میانگین ساعتی برای تمام محدوده حیاط از طریق نرم‌افزار لئوناردو استخراج و جهت محاسبه شاخص متوسط آرای پیش‌بینی شده وارد بخش بیومت نرم‌افزار انویمت شدند

در مرحله دوم اطلاعات مربوط به مشخصات عناصر طبیعی و شاخص آسایش حرارتی وارد نرم‌افزار اکسل شدند. ابتدا رابطه میان سه متغیر درصد پوشش درختی، سطح آب و درصد پوشش چمن با شاخص آرای متوسط پیش‌بینی‌شده به‌صورت جداگانه با استفاده از روش رگرسیون تک متغیره مورد بررسی قرار گرفت. رگرسیون تک متغیره برای هرکدام از عناصر طبیعی تأثیرگذار بر شاخص آسایش حرارتی برای ۱۱ زمان مختلف در روز (ساعت ۸ تا ۱۸) به‌طور جداگانه محاسبه شد. سپس برای تعیین مؤثرترین عنصر طبیعی بر شاخص آسایش حرارتی از رگرسیون چندمتغیره استفاده شد. اطلاعات ورودی به نرم‌افزار در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۲: اطلاعات پایه ورودی به نرم‌افزار

زمان شروع-پایان	۰۸:۰۰-۱۸:۰۰
دمای هوا (C°)	۳۱/۹
رطوبت نسبی (٪)	۱۳/۹
سرعت باد (m/s)	۲/۵
جهت باد (degree)	۲۷۰ (sw)
سرعت راه رفتن (m/s)	۱/۲۱
متابولیک (met)	۱/۴۸
میزان مقاومت حرارتی لباس (clo)	۰/۵
میزان سوخت‌وساز (w/m^2)	۸۰

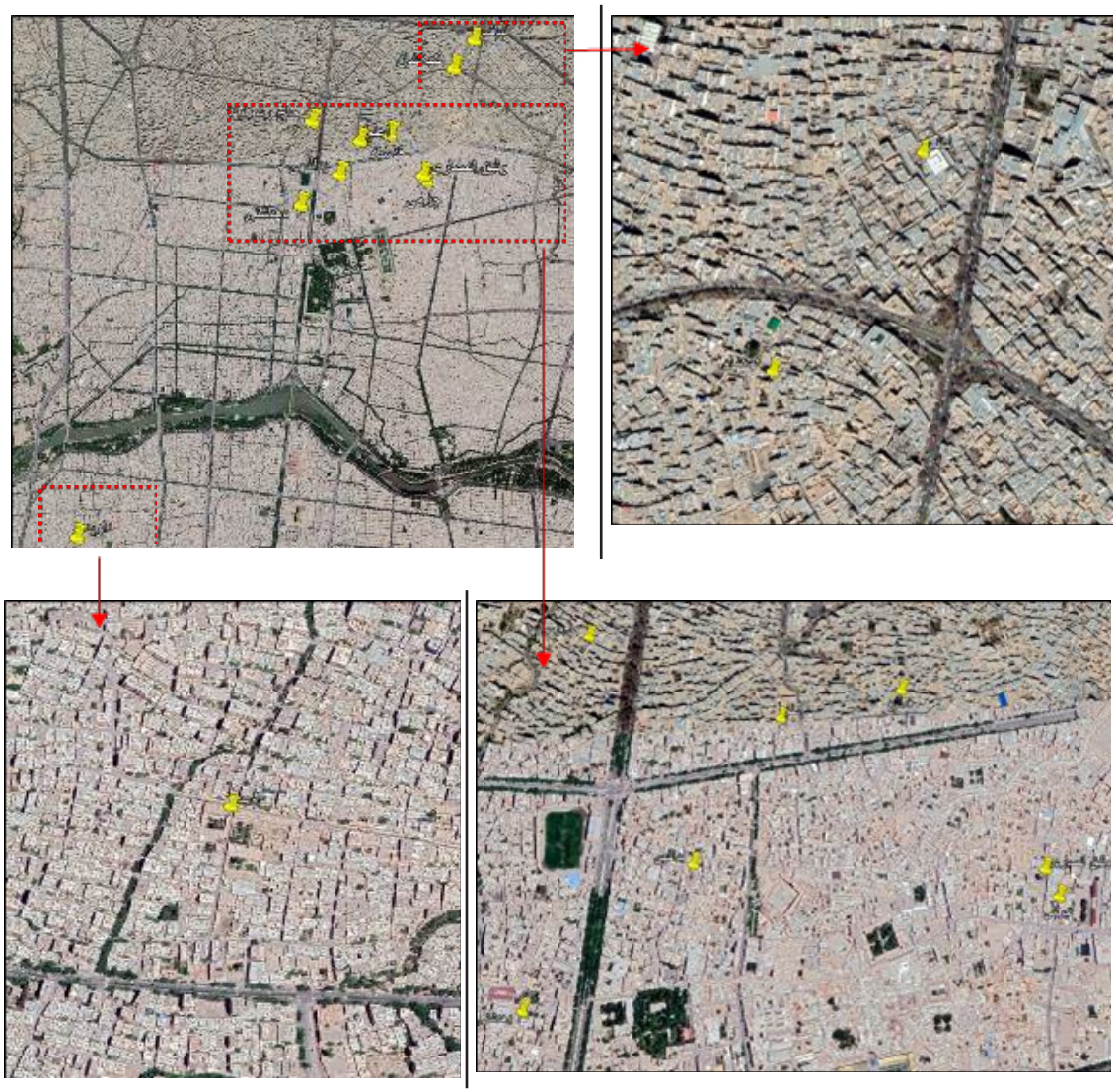
مدیریت شهری
فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۷۱ . تابستان ۱۴۰۲
Urban managment
No.71 Summer 2023

محدوده مورد مطالعه

شهر اصفهان شهری تاریخی و نیمه بیابانی است و آب‌وهوای آن در تقسیمات اقلیمی ایران با نوع نیمه صحرایی سرد یعنی با زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم مطابقت دارد. شهر اصفهان دارای طول جغرافیایی ´۴۰ °۵۱ طول شرقی و ´۳۸ °۳۲ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۵۵۰ متر از سطح دریا قرار دارد. متوسط، حداکثر و حداقل دمای شهر اصفهان به ترتیب ۴/۱۶، ۵/۲۳ و ۹/۲ درجه سانتی‌گراد (۱۹۵۱-۲۰۱۵) و متوسط، حداکثر و حداقل رطوبت نسبی به ترتیب ۳۸/۷، ۵۷/۶ و ۲۳ درصد می‌باشد (۱۹۵۱-۲۰۱۵). براساس شاخص کوپن شهر اصفهان در محدوده بیابانی (BWk) قرار می‌گیرد. مشخصات کالبدی و طبیعی خانه‌های تاریخی مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است.

1 - Albero

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]

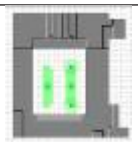
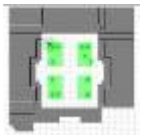
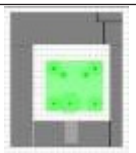
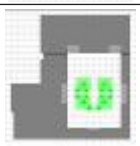
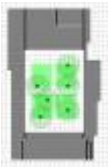
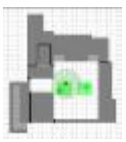
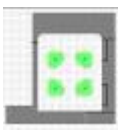
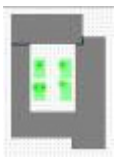
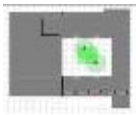


شکل ۱. موقعیت خانه‌های مورد مطالعه در شهر اصفهان

مدیریت شهری
فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۷۱ . تابستان ۱۴۰۲
Urban managment
No.71 Summer 2023

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]

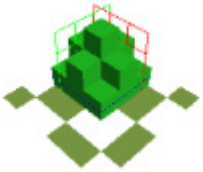
جدول ۳: مشخصات کالبدی و طبیعی خانه‌های مورد مطالعه

خانه	تصویر خانه و مدل انویمت		مشخصات حیاط			
			مساحت (m۲)	پوشش درختی (m۳)	سطح آب (m۲)	پوشش چمن (m۲)
اعلم (۱) a =0°			۳۰۳/۸	۲۵۴	۳۸	۷۴
چرمی (۲) a = 19°sw			۴۶۳/۱	۳۸۲	۴۹	۱۶۰
داوید (۳) a = 12°sw			۵۴۷/۵	۷۴۸	۲۸	۲۸۸
دهدشتی (۴) a = 10°sw			۸۸/۸	۳۷۸	۳۰	۹۶
قدسیه (۵) a =0°			۴۵۱/۵	۱۷۶۴	۴۰	۱۶۸
کهکشان (۶) a = 22°sw			۲۲۳/۸	۴۸۸	۲۳	۳۲
لباف (۷) a = 35°sE			۶۳۹/۶	۹۸۰	۲۴	۱۲۰
حاج رسولی‌ها (۸) a = 30°sw			۲۱۳	۳۵۴	۲۲	۶۰
وثیق انصاری (۹) a = 86°sE			۲۳۳/۶	۵۸۸	۱۸	۴۲
یداللهی (۱۰) a = 3°sw			۲۵۲/۵	۳۹۴	۲۰	۳۵

مدیریت شهری
فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۷۱ . تابستان ۱۴۰۲
Urban managment
No.71 Summer 2023

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]

جدول ۴: مشخصات پوشش گیاهی موجود در خانه‌های مورد مطالعه

تصویر				
گونه	همیشه سبز	همیشه سبز	همیشه سبز	همیشه سبز
نام	کاج	کاج	کاج	کاج
ارتفاع	۷	۳	۱۲	۱۰
پهنا	۵	۳	۷	۵
	اعلم	دهدشتی	داوید، قدسیه، وثیق انصاری	حاج رسولی‌ها
تصویر				
گونه	همیشه سبز	همیشه سبز	همیشه سبز	همیشه سبز
نام	سیکاس	کاج	کاج	کاج
ارتفاع	۵	۹	۱۲	۱۵
پهنا	۵	۳	۷	۵
	چرمی	حاج رسولی‌ها	کهکشان	چرمی
تصویر				
گونه	همیشه سبز	همیشه سبز	همیشه سبز	برگریز
نام	کاج	سرو	برگ بو	شمشاد
ارتفاع	۹	۴	۵	۱
پهنا	۵	۳	۳	۱
	یداللهی	دهدشتی	داوید، دهدشتی	اعلم، چرمی، داوید، دهدشتی
تصویر				
گونه	برگریز	برگریز	برگریز	برگریز
نام	اقاقیا	انجیر	اقاقیا	توت
ارتفاع	۱۰	۷	۷	۹
پهنا	۷	۵	۵	۷
	لباف	داوید، کهکشان	اعلم	یداللهی

مدیریت شهری
فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۷۱ . تابستان ۱۴۰۲
Urban managment
No.71 Summer 2023

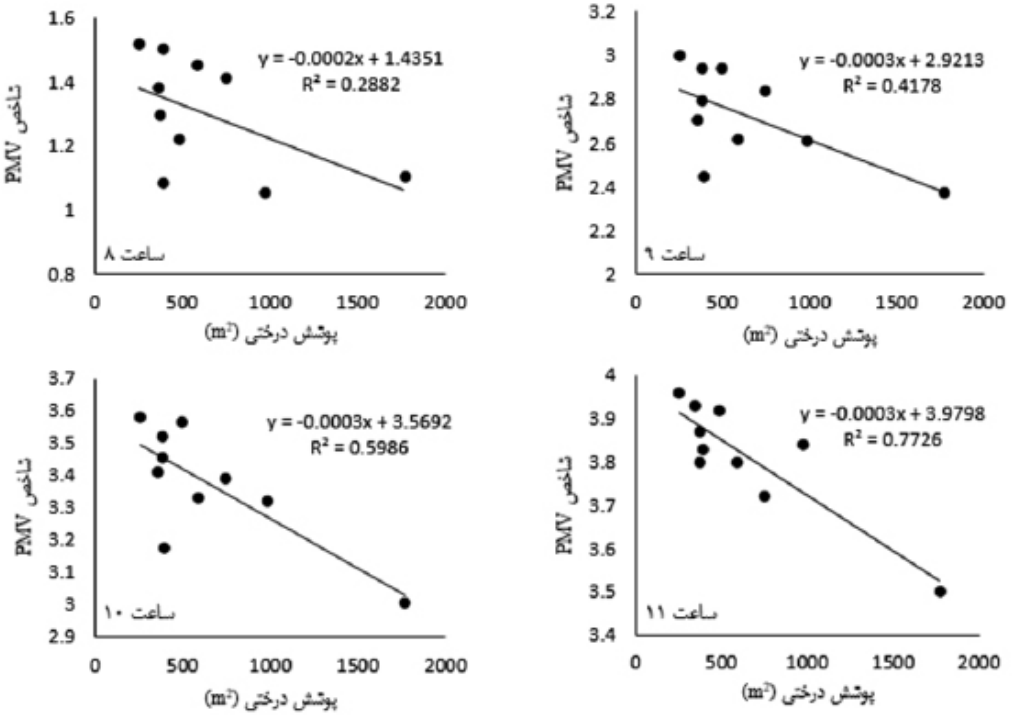
[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]

نتایج

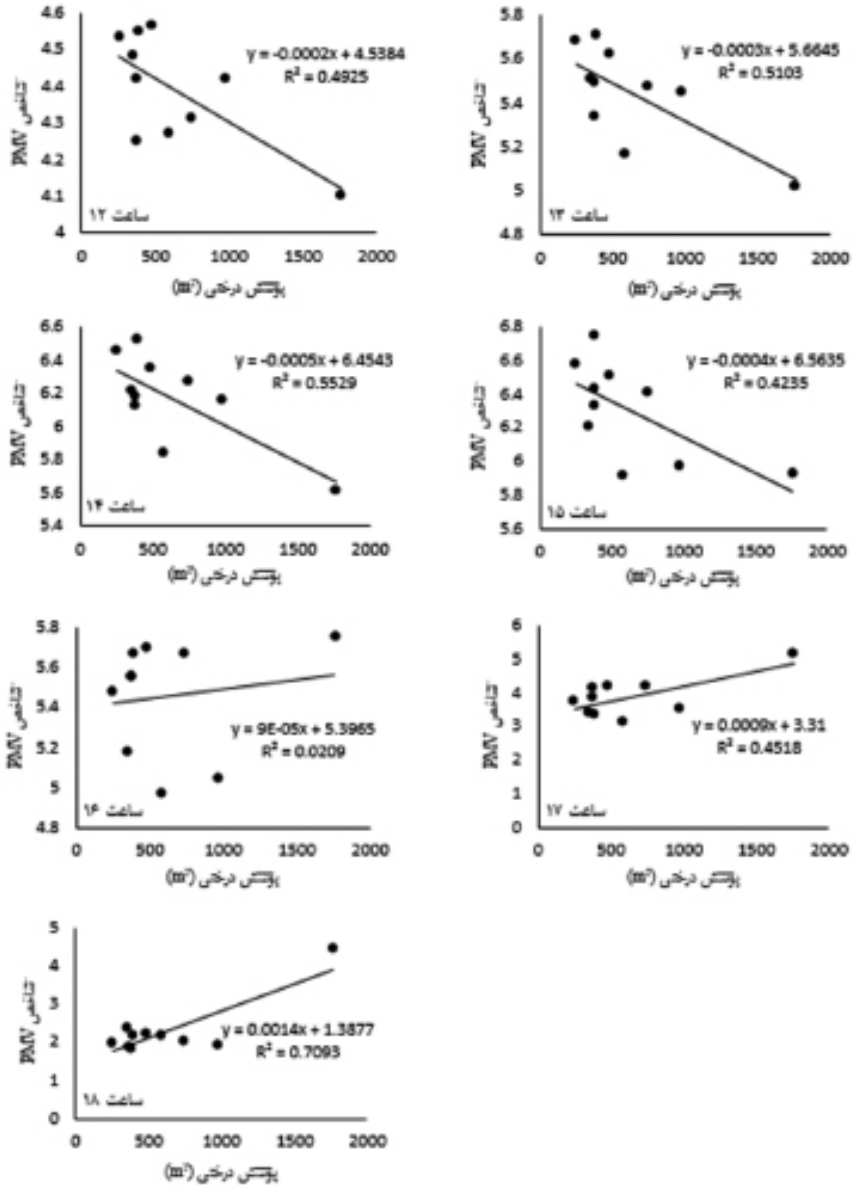
متغیرهای پوشش درختی، سطح آب و پوشش چمن و شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده جهت انجام تحلیل آماری وارد نرم‌افزار اکسل شدند. نتایج مربوط به رگرسیون خطی تک‌متغیره و چندمتغیره که به منظور بررسی رابطه میان متغیرهای عناصر طبیعی و شاخص آسایش حرارتی انجام شده بود در ادامه ارائه شده است.

بررسی رابطه پوشش درختی و آسایش حرارتی

نمودارهای شکل ۲ و ضریب R^2 همبستگی بالا میان متغیر مستقل پوشش درختی و متغیر وابسته شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده را نشان می‌دهد؛ به این معنی که با افزایش یا کاهش پوشش درختی شاخص آسایش افزایش یا کاهش پیدا می‌کند. لازم به ذکر است رابطه این دو متغیر در تمامی ساعات به جز ساعات ۴ و ۵ و ۶ بعدازظهر غیرمستقیم بوده و با افزایش پوشش درختی شاخص کاهش یافته، به این معنی که شرایط حرارتی حیاط به محدوده آسایش نزدیک شده است و در واقع پوشش درختی تأثیر مثبتی در ایجاد آسایش حرارتی داشته است؛ اما در ساعات پایانی روز رابطه مستقیم است، به این معنی که با افزایش پوشش درختی شاخص افزایش یافته و حیاط از محدوده آسایش دور شده است. در مورد ساعات ۴ و ۵ و ۶ بعدازظهر می‌توان گفت که در این ساعات در محیط اطراف تاج‌پوش درخت دمای هوا به دلیل غروب خورشید پایین‌تر از زیر تاج‌پوش است. تاج‌پوش درختان حرارت جذب شده در طول روز را در زیر تاج محبوس کرده و باعث ایجاد هوایی گرم‌تر نسبت به محیط اطراف می‌شود. هم‌چنین به نظر می‌رسد میزان بالای دمای متوسط تابشی تاج‌پوش در کنار رطوبت نسبی حاصل از تبخیر و تعرق درخت باعث دور شدن حیاط از شرایط حرارتی مطلوب در این ساعات شده است. ضریب همبستگی (R^2) از ساعت ۸ صبح تا ساعت ۱۱ افزایش می‌یابد و به ۸/۰ می‌رسد و پس از آن تا ساعت ۳ بعدازظهر کاهش یافته و به ۵/۰ می‌رسد.



[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]



شکل ۲. رابطه بین پوشش درختی و شاخص آسایش حرارتی در ساعات مختلف روز

مدیریت شهری

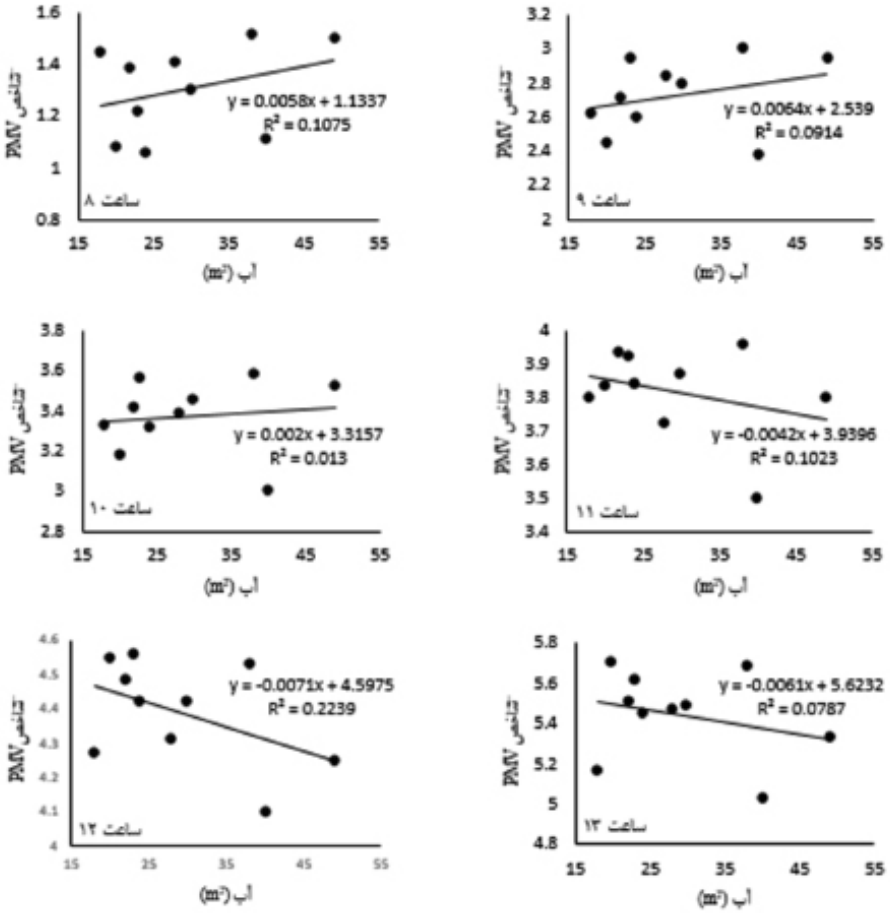
فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۷۱ . تابستان ۱۴۰۲

Urban managment
No.71 Summer 2023

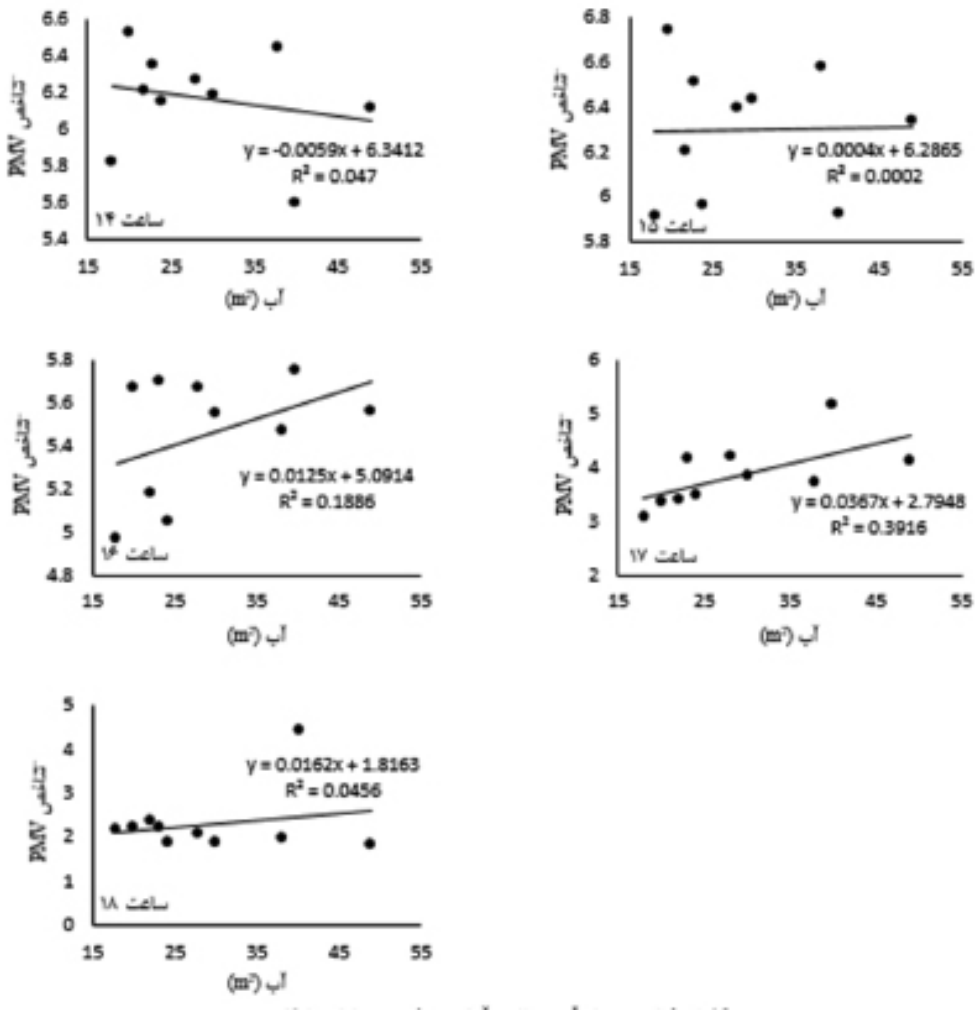
[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]

بررسی رابطه سطح آب و آسایش حرارتی

با توجه به نمودارهای شکل ۳ و ضریب تبیین (R^2) همبستگی منفی و بسیار ضعیف میان آب و شاخص آسایش در ساعت ۸، ۹ و ۱۰ صبح وجود دارد. بیشترین میزان همبستگی میان دو متغیر آب و شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده به ترتیب در ساعات ۱۱ و ۱۲ صبح و ۴ و ۵ بعدازظهر وجود دارد. در ساعات ۱۱ و ۱۲ صبح این رابطه غیرمستقیم است، به این معنی که با افزایش سطح آب شاخص آسایش کاهش یافته و حیاط به محدوده آسایش نزدیک شده است، در واقع حضور آب تأثیر مثبت در بهبود آسایش حرارتی داشته است اما در ساعات ۴ و ۵ این رابطه مستقیم است، به این معنی که با افزایش سطح آب شاخص آسایش افزایش یافته و حیاط از محدوده آسایش دور شده است. تأثیر بدنه آب برای تعدیل خرداقلیم در موارد مختلف مثبت و منفی است. تبخیر بدنه آب می‌تواند درجه حرارت هوا را کاهش دهد اما همچنین ممکن است رطوبت نسبی را افزایش دهد که به نظر می‌رسد تأثیر منفی برآسایش حرارتی داشته باشد.



[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]



شکل ۳. رابطه بین سطح آب و شاخص آسایش حرارتی در ساعات مختلف روز

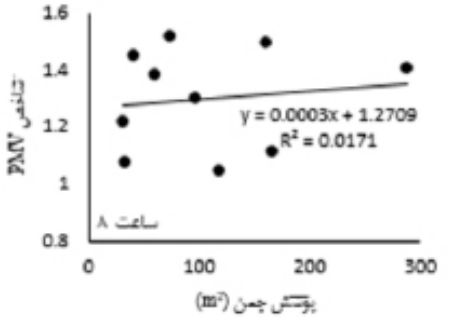
بررسی رابطه پوشش چمن و آسایش حرارتی

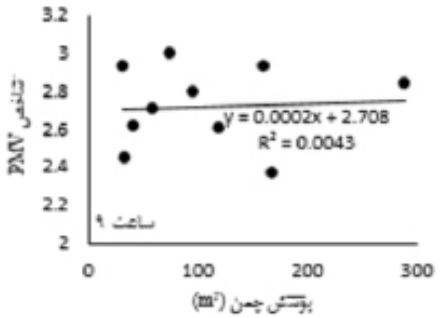
تأثیر پوشش چمن بر شاخص آسایش حرارتی تا حدودی نتایجی مشابه با تأثیر سطح آب را نشان می‌دهد. با توجه به نمودارهای شکل ۴ و ضریب R^2 بیشترین میزان همبستگی میان دو متغیر آب و شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده در ساعات ۱۱ و ۱۲ صبح و ۵ بعدازظهر به میزان ۳/۰ و ۴ بعدازظهر به میزان ۱/۰ وجود دارد. در ساعات ۱۱ و ۱۲ صبح این رابطه غیرمستقیم است، به این معنی که با افزایش سطح آب شاخص آسایش کاهش یافته و حیاط به محدوده آسایش نزدیک شده است، در واقع حضور آب تأثیر مثبت در بهبود آسایش حرارتی داشته است اما در ساعات ۴ و ۵ این رابطه مستقیم است، به این معنی که با افزایش سطح آب شاخص آسایش افزایش یافته و حیاط از محدوده آسایش دور شده است. از یک‌سو چمن به دلیل آلبیدو کم می‌تواند با کاهش نسبت معینی از تابش منعکس شده و افزایش خنک‌کننده تبخیری خرداقلیم، آسایش حرارتی را در تابستان‌های گرم تعدیل کند (اسنیر[1] و همکاران، ۲۰۱۶: ۲) و از طرف دیگر، اثر تبخیر منجر به افزایش رطوبت نسبی هوا بالای چمن می‌شود که در نتیجه می‌تواند آسایش حرارتی را از بین ببرد (وانگ[2] و همکاران، ۲۰۲۱: ۱).

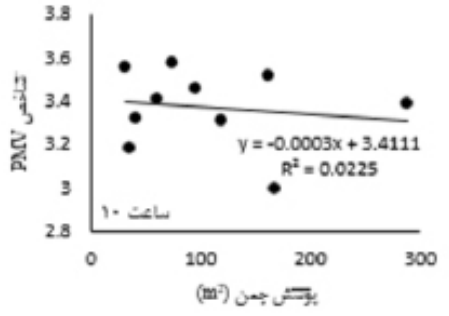
1 - Snir
2 - Wang

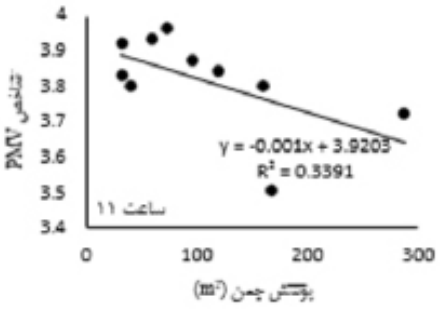
فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۷۱ . تابستان ۱۴۰۲
Urban managment
No.71 Summer 2023

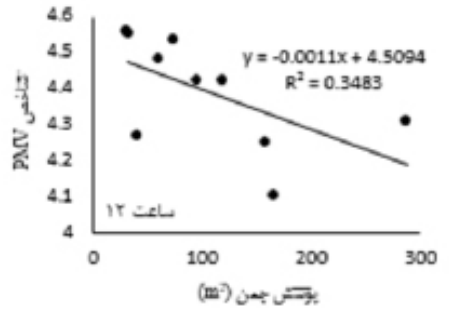
[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]

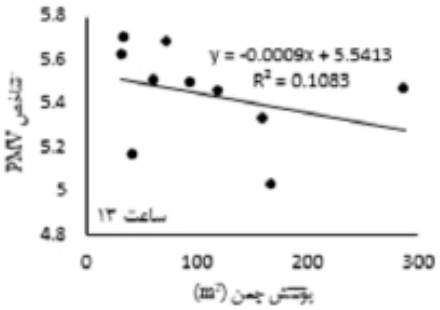




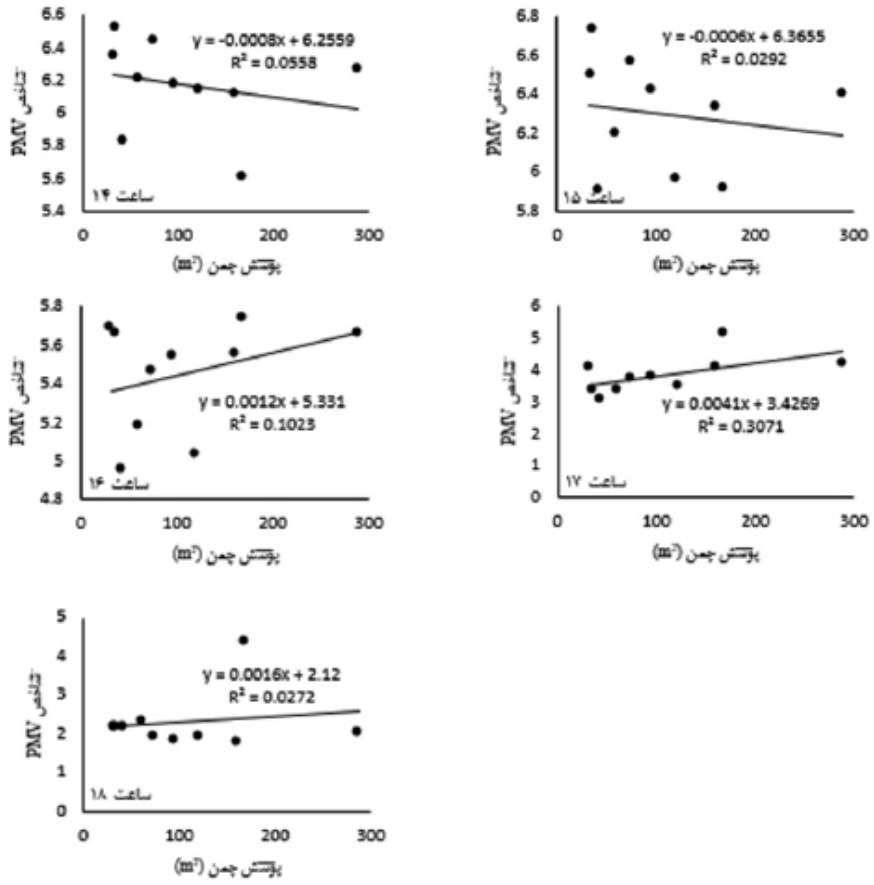








[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]



شکل ۴. رابطه بین پوشش چمن و شاخص آسایش حرارتی در ساعات مختلف روز

مدیریت شهری
فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۷۱ . تابستان ۱۴۰۲
Urban managment
No.71 Summer 2023

بررسی آسایش حرارتی در ساعت ۳ بعدازظهر

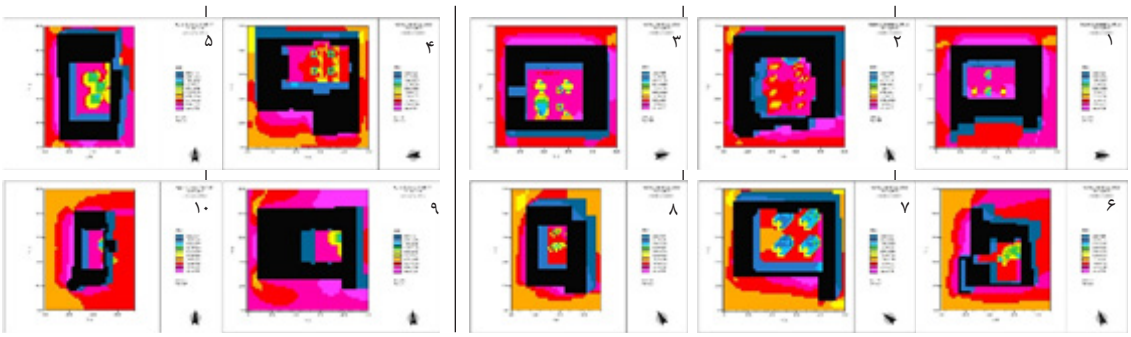
توزیع فضایی مقادیر شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده در خانه‌های مورد مطالعه در ساعت ۳ بعدازظهر در شکل ۵ نشان داده شده است. سخت‌ترین شرایط حرارتی در ساعات ۲ تا ۴ بعدازظهر رخ می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقادیر شاخص در قسمت‌هایی از حیاط که دارای پوشش گیاهی است و بخش‌هایی که در سایه دیوارها قرار دارند به‌طور قابل‌توجهی نسبت به دیگر نقاط حیاط در تمامی خانه‌ها کمتر است. چمن می‌تواند شرایط خرداقلیم را به وسیله تبخیر و تعرق ارتقاء ببخشد (هولشر[1] و همکاران، ۲۰۱۶). درختان نیز می‌توانند موجب تسریع تبخیر و تعرق را شوند و علاوه بر آن همچون سایه‌بان از تابش مستقیم خورشیدی جلوگیری کنند و بنابراین موجب بهبود آسایش حرارتی شوند (جورجی[2] و ظفیریادیس[3]، ۲۰۰۶: ۱۹۶). در بقیه نقاط حیاط که پوشیده از درخت و پوشیده از سطوح سایه‌انداز نیستند، شاخص آسایش حرارتی مقادیر بالاتری را نشان می‌دهد. دلیل این اختلاف می‌تواند به خاطر افزایش بازتاب نور خورشید از دیوارهای بنا، سنگفرش‌های سخت و تنه‌ها و برگ‌های درختان و در واقع عدم تضعیف تابش خورشید باشد (دیسلت بارتو[4] و همکاران، ۲۰۱۳: ۶۱۸، میدل[5] و همکاران، ۲۰۱۴: ۱۷).

به عنوان مثال در خانه یداللهی که دارای بیشترین میانگین شاخص در ساعت ۳ بعدازظهر است، میزان شاخص در قسمت‌های پوشیده از درخت حیاط برابر با ۷/۵، در قسمت‌هایی از حیاط که در سایه دیوارها و بنا قرار دارند برابر با ۲/۵

1 - Hoelscher
2 - Georgi
3 - Zafiriadis
4 - Declet-Barreto
5 - Middel

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]

و در قسمت‌های دیگر برابر با ۸/۷ می‌باشد. همچنین در خانه قدسیه که دارای کمترین میانگین شاخص در ساعت ۳ بعدازظهر است مقدار شاخص در بخش‌های پوشیده از درخت ۱/۵، در بخش‌هایی که در سایه دیوارها قرار دارند ۷/۴ و در دیگر قسمت‌های حیاط برابر با ۷ است.



شکل ۵. توزیع فضایی مقادیر شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده در خانه‌های مورد مطالعه در ساعت ۳ بعدازظهر، ۱. اعلم ۲. چرمی ۳. داوید ۴. دهدشتی ۵. قدسیه ۶. کهکشان ۷. لباف ۸. حاج رسولی‌ها ۹. وثیق انصاری ۱۰. یداللهی

تغییرات ساعتی آسایش حرارتی

تغییرات زمانی شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده خانه قدسیه که دارای بیشترین پوشش گیاهی است از ساعت ۸ صبح تا ۶ بعدازظهر در شکل ۶ نشان داده شده است. ساعت ۹ صبح در حالی که سایر قسمت‌های حیاط در محدوده خیلی گرم قرار دارند، قسمت‌های پوشیده از درخت در محدوده گرم و قسمت‌هایی که در سایه دیوارها قرار دارند در محدوده کمی گرم قرار دارند. از این ساعت به بعد با افزایش زاویه ارتفاع خورشید حیاط گرم‌تر می‌شود و در ساعت ۳ بعدازظهر حیاط سخت‌ترین شرایط را به لحاظ آسایش حرارتی تجربه می‌کند؛ تمام حیاط در محدوده داغ قرار دارد با این تفاوت که شاخص آسایش حرارتی در قسمت‌های پوشیده از درخت به‌طور میانگین، عددی حدوداً ۲ واحد کمتر از سایر قسمت‌های حیاط که تحت پوشش درخت و سایه دیوارها نیستند، نشان می‌دهد. پس از آن تا ساعت ۶ بعدازظهر شرایط آسایش کمی تعدیل می‌شود و قسمت‌های سایه‌دار در محدوده خیلی گرم، قسمت‌های پوشیده از درخت و سایر بخش‌های حیاط هر دو در محدوده داغ قرار دارند با این تفاوت که شاخص آسایش حرارتی در قسمت‌های پوشیده از درخت یک واحد کمتر از سایر قسمت‌های حیاط است. همچنین در خانه اعلم که دارای کمترین پوشش گیاهی است در ساعت ۹ صبح در حالی که سایر قسمت‌های حیاط در محدوده خیلی گرم قراردادند، قسمت‌های پوشیده از درخت در محدوده گرم و قسمت‌هایی که در سایه دیوارها قرار دارند در محدوده کمی گرم قرار دارند. از این ساعت به بعد با افزایش زاویه ارتفاع خورشید حیاط گرم‌تر می‌شود و در ساعت ۳ بعدازظهر حیاط سخت‌ترین شرایط را به لحاظ آسایش حرارتی تجربه می‌کند؛ تمام حیاط در محدوده داغ قرار دارد با این تفاوت که شاخص PMV در قسمت‌های پوشیده از درخت به‌طور میانگین عددی حدوداً ۲ واحد کمتر از سایر قسمت‌های حیاط که تحت پوشش درخت و سایه دیوارها نیستند، نشان می‌دهد. پس از آن تا ساعت ۶ بعدازظهر شرایط آسایش تعدیل می‌شود؛ در این ساعت تمام حیاط به دلیل تغییر زاویه ارتفاع خورشید در سایه بنا و دیوارها قرار می‌گیرد به همین دلیل در محدوده گرم قرار دارد.

نتایج نشان می‌دهد تغییرات مکانی و زمانی آسایش حرارتی تابع عواملی از چشم‌انداز می‌باشد. بخش بعدی اطلاعاتی درباره تأثیر هریک از این عوامل برآسایش حرارتی می‌پردازد.

میزان تأثیر عناصر طبیعی مختلف بر شاخص آسایش حرارتی

تحلیل رگرسیون پارامترهای پوشش درختی، چمن و آب با شاخص آرای متوسط پیش‌بینی‌شده در ساعت ۳ بعدازظهر انجام شد تا میزان مشارکت هریک از این پارامترها در ارتقاء شاخص آسایش مشخص شود. مقادیر به دست آمده در جدول ۵ نشان داده شده است. ضریب بتا میزان تأثیر هرکدام از پارامترها بر شاخص آسایش را نشان می‌دهد. پوشش درختی تنها پارامتر قوی مؤثر بر ارتقاء آسایش حرارتی است زیرا عدد معنی‌داری (sig) برای این عامل برابر با ۰/۰۳۶ و کمتر از ۰/۰۵ است. این تأثیر مثبت درختان به دلیل تعرق و سایه‌اندازی تاج‌پوش است که می‌تواند به‌صورت قابل‌توجهی

مدیریت شهری
فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۷۱ . تابستان ۱۴۰۲
Urban managment
No.71 Summer 2023

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]



شکل ۶. تغییرات زمانی شاخص آسایش حرارتی در خانه قدسیه و خانه اعلم

تابش مستقیم خورشید را کاهش دهد (آبرو هاربیچ[1] و همکاران، ۲۰۱۵: ۱۰۰). ضریب تبیین (R^2) نشان می‌دهد که متغیرهایی موجود در مدل رگرسیون (در اینجا عناصر طبیعی) چه میزان از تغییرات شاخص آسایش حرارتی را توصیف می‌کنند. حدود ۶۰ درصد از تغییرات شاخص آسایش مربوط به اثر پوشش درختی، چمن و آب می‌باشد. به نظر می‌رسد تغییرات شاخص آسایش حرارتی تنها تحت تأثیر این سه عامل نبوده و سایر عوامل نیز مؤثر هستند. برای مثال (احمدپور و همکاران، ۱۳۹۴: ۷۱) در تحقیق خود باد را عامل مؤثر معرفی کرده و بیان کردند که از ترکیب جریان بسیار ضعیف باد با پوشش گیاهی و سطوح آب می‌توان در جهت تقویت تأثیر این عناصر و تعدیل درجه حرارت محیط بهره برد.

جدول ۵: مقادیر رگرسیون چندمتغیره عناصر طبیعی

پارامترها	ضرایب رگرسیون چندمتغیره		Sig.
	Beta	B	
پوشش درختی	-۰/۷۹۱	۰/۰۰۰	۰/۰۳۶
چمن	۰/۱۷۴	۰/۰۰۱	۰/۶۱۱
آب	-۰/۱۵۴	۰/۰۰۴	۰/۶۲۳
R^2	۰/۵۸۰		

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به بررسی تأثیر عناصر طبیعی برآسایش حرارتی خرداقلیم حیاط مرکزی در اقلیم گرم و خشک اصفهان با نگرشی کلی به عناصر و همچنین با نگرشی به اجزای آن (درخت، چمن و آب) پرداخته شده است. نتایج پژوهش نشان داد که آسایش حرارتی در محدوده دارای پوشش گیاهی و محدوده‌هایی که در سایه دیوارها و بنا هستند به دلیل عدم تابش مستقیم خورشیدی و کاهش بازتابش شرایط بهتری را نسبت به سایر نقاط حیاط در همه خانه‌ها نشان می‌دهد. روند تغییرات آسایش حرارتی با گذشت زمان نشان می‌دهد که فضای سبز همواره می‌تواند باعث ارتقاء آسایش حرارتی در خرداقلیم حیاط مرکزی شود. تحلیل رگرسیون نشان می‌دهد عاملی که بیشترین تأثیر را در تعدیل آسایش حرارتی دارد پوشش درختی است در حالی که دو عامل چمن و آب در برخی ساعات تأثیر منفی هرچند بسیار کم بر شرایط حرارتی دارند.

هرچند امروزه خانه‌ای با ساختار حیاط مرکزی کمتر یافت می‌شود اما پیشنهاد می‌شود این ساختار و خرداقلیم موجود در آن بیشتر موردتوجه طراحان معماری و طراحان شهری قرار گیرد زیرا ارتقاء آسایش حرارتی در هر خرد اقلیم می‌تواند به‌نوبه خود موجب ارتقاء شرایط حرارتی شهر شود. این امر علاوه بر اینکه منظر شهری را ارتقاء می‌دهد موجب کاهش عارضه حرارتی و همچنین صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌شود. با توجه به اینکه کاشت درختان هم باعث کاهش شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده در زیر تاج‌پوش درختان و هم باعث کاهش میانگین شاخص آسایش حیاط در تابستان‌های اقلیم گرم و خشک می‌شود لازم است در طراحی مجتمع‌های مسکونی و آپارتمان‌ها،

1 - Abreu-Harbich

مدیریت شهری
فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۷۱ . تابستان ۱۴۰۲
Urban managment
No.71 Summer 2023

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]

طراحی فضای سبز و استفاده بیشتر از پوشش درختی در آن موردتوجه قرار گیرد.

با اینکه همبستگی مثبت در تمامی ساعات بین دو پارامتر چمن و آب با شاخص متوسط آرای پیش‌بینی‌شده مشاهده نشد اما این دو عامل توانستند با درصد ناچیزی از مساحت حیاط که به خود اختصاص داده بودند تأثیری مثبت هرچند کم در ساعات اوج گرما برآسایش حرارتی بگذارند، بنابراین بهتر است از چمن و آب در طراحی چشم‌انداز هم جهت ایجاد احساس ذهنی مثبت در ساکنان و هم ارتقاء شرایط حرارتی استفاده شود.

پژوهش حاضر بر تأثیر عناصر طبیعی از جمله پوشش گیاهی و آب برآسایش حرارتی تأکید دارد و تأثیر دیگر عوامل منظر همچون بنا، پوشش آن و سنگفرش‌های حیاط بررسی نشده است. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده تأثیر این عوامل نیز در نظر گرفته شود.

منابع

- احمدپور کلهرودی، نرگس؛ پورجعفر، محمدرضا؛ مهدوی نژاد، محمدجواد؛ یوسفیان، سمیرا (۱۳۹٤) نقش و تأثیر عناصر طراحی در کیفیت آسایش حرارتی فضاهای باز شهری بررسی موردی: طراحی پیاده راه طمقاچی ها در کاشان، نامه معماری و شهرسازی، شماره ۱۸، ۵۹-۸۰.
- آروین، عباسعلی؛ شجاعی زاده، کبری (۲۰۱۵) ارزیابی شرایط اقلیم گردشگری شهر شیراز با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژی (PET) و متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده (PMV)، جغرافیای طبیعی، ۷(۲٦)، ۹۸-۸۷.
- افشاری بصیر، نفیسه؛ نصیری، بهاره؛ مفیدی شمیرانی، مجید (۱۳۹٦) نقش عناصر طبیعت در خانه‌های بومی یزد، نشریه مدیریت شهری، شماره ٤٦، ۲۹۷-۳۰٦.
- حیدری، شاهین؛ پورجعفر، محمدرضا؛ بمانیان، محمدرضا؛ تابان، محسن (۱۳۹۲) تعیین الگوی بهینه حیاط مرکزی در مسکن سنتی دزفول با تکیه بر تحلیل سایه دریافتی سطوح مختلف حیاط، فصلنامه علمی پژوهشی باغ نظر، شماره ۲۷، ۳۹-٤۸.
- داوطلب، جمشید (۱۳۹۷) اثر پوشش گیاهی بر شرایط آسایش حرارتی فضای باز شهری مطالعه موردی: منطقه سیستان. پایان‌نامه دکتری، رشته معماری، دانشگاه شهید بهشتی.
- داوطلب، جمشید؛ حافظی، محمدرضا؛ ادیب، مرتضی (۱۳۹٦) بررسی میزان اثر و نقش پوشش گیاهی بر متغیرهای تعیین‌کننده آسایش حرارتی فضای باز (مطالعه موردی: اقلیم گرم و خشک سیستان)، نشریه علمی پژوهشی صفه، شماره ۷۵، ۱۹-٤۱.
- رشیدفر، علیرضا (۱۳۹۵) بررسی فرم پوسته‌ی شهری و تأثیر آن بر میزان تهویه طبیعی و کارایی انرژی در ساختمان‌های مسکونی اقلیم گرم و خشک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی معماری، دانشکده معماری، دانشگاه ایلام.
- سلیقه، محمد (۱۳۸۳) مدل‌سازی مسکن همساز با اقلیم برای شهر چابهار، جغرافیا و توسعه، شماره ٤، ۱٤۷-۱۷۰.
- طاهباز، منصوره.، جلیلیان، شهربانو.، موسوی، فاطمه (۱۳۹۱) آموزه‌هایی از معماری اقلیمی گذرهای کاشان، دو فصلنامه مطالعات معماری ایران، شماره ۱، ۵۹-۸۳.
- قبادیان، وحید (۱۳۹۲) بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران، تهران: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
- محمودی، امیرسعید؛ قاضی‌زاده، ندا؛ منعام، علیرضا (۱۳۸۹) تأثیر طراحی در آسایش حرارتی فضای باز مجتمع‌های مسکونی (نمونه مورد مطالعه: فاز سه مجتمع مسکونی اکباتان)، نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، شماره ٤۲، ۷۰-۵۹.
- ASHRAE. ASHRAE standard 55e2010 in thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, GA: ASHRAE: 2010.
- De Abreu-Harbich, L.V., Labaki, L.C., Matzarakis, A. (2015). Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics, Landscape Urban. Plan, 138, 99-109.
- Declet-Barreto, J., Brazel, A.J., Martin, C.A., Chow, W.T., Harlan, S.L. (2013). Creating the park cool island in an inner-city neighborhood: heat mitigation strategy for Phoenix, AZ, Urban. Ecosys, 16(3), 617-635.
- El-Bardisy, W., Fahmy, M., El-Gohary, G. (2016). Climatic Sensitive Landscape Design: Towards a Better Microclimate through Plantation in Public Schools, Cairo, Egypt, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 216, 206-216.
- Evola, G., Gagliano, A., Fichera, A., Marletta, L., Martinico, F., Nocera, F., Pagano, A. (2017). UHI effects and strategies to improve outdoor thermal comfort in dense and old neighbourhoods, Energy Procedia, 134, 692-701.
- Forgiarini R, R., Vásquez, N., Lamberts, G. (2015). A review of human thermal comfort in the built environment. Energy and Buildings, 105, 178-205.
- Gatto, E., Buccolieri, R., Aarrevaara, E., Ippolito, F., Emmanuel, R., Perronace, L., Santiago, J.L. (2020). Impact of urban vegetation on outdoor thermal comfort: comparison between a Mediterranean city (Lecce, Italy) and a Northern European City (Lahti, Finland), Forests, 11(2), 228.
- Georgi, N.J., Zafiriadis, K. (2006). The impact of park trees on microclimate in urban areas, Urban. Ecosys, 9(3), 195-209.
- Hasehzadeh Haseh, R., Khakzand, M., Ojaghlou, M. (2018). Optimal Thermal Characteristics of the Courtyard in the Hot and Arid Climate of Isfahan, Buildings, 8(12), 166.
- Hoelscher, M.-T., Nehls, T., Jänicke, B., Wessolek, G. (2016). Quantifying cooling effects of façade greening: Shading, transpiration and insulation, Energ. Buildings, 114, 283-290.
- Karakounos, I., Dimoudi, A., Zoras, S. (2017). The influence of bioclimatic urban redevelopment on

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]

outdoor thermal comfort, Energy and Buildings, 158, 1266-1274.

- Kong, L., Lau, K.K.L., Yuan, C., Chen, Y., Xu, Y., Ren, C., Ng, E. (2017). Regulation of outdoor thermal comfort by trees in Hong Kong, Sustain Cities Soc, 31, 12-25.
- Li, K., Zhang, H., Zhao, L. (2022). Thermal comfort interventions of landscape elements in a humid and subtropical residential area in China, Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 21(3), 1106-1123.
- Liu, Zh., Yumeng J., Hong J. (2019). The effects of different space forms in residential areas on outdoor thermal comfort in severe cold regions of China, International journal of environmental research and public health, 16(20), 3960.
- Matzarakis, A., Mayer, H., Iziomon, M. G. (1999). Applications of a Universal Thermal Index: Physiological Equivalent Temperature, Int. J. Biometorology, 43, 78-84.
- 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 Urban. Plan, 122, 16-28.
- Morakinyo, T. E., Kong, L., Lau, K.K.L., Yuan, Ch., Ng. K. (2017). A study on the impact of shadow-cast and tree species on in-canyon and neighborhood's thermal comfort, Building and Environment, 115, 1-17.
- Mutani, G., Todeschi, V. (2021). Roof-integrated green technologies, energy saving and outdoor thermal comfort: Insights from a case study in urban environment, Planning, 16(1), 13-23.
- Snir, K., Pearlmutter, D., Erell, E. (2016). The moderating effect of water-efficient ground cover vegetation on pedestrian thermal stress, Landscape and Urban Planning, 152, 1-12.
- Sun, Sh., Xiyan, X., Zhaoming L., Wei, L., Zhandong, L., Ester Higueras, G., Li, H., Jianning, Zh. (2017). Evaluating the impact of urban green space and landscape design parameters on thermal comfort in hot summer by numerical simulation, Building and Environment, 123, 277-288.
- Taleghani, M. (2018). Outdoor thermal comfort by different heat mitigation strategies-A review, Renew Sustain Energy, 81(2), 2011-2018.
- Taleghani, M., Kleerekoper, L., Tenpierik, M., Van Den Dobbelsteen, A. (2015). Outdoor thermal comfort within five different urban forms in The Netherlands, Build. Environ, 83, 65–78.
- Wang, X., Liu, P., Xu, G. (2021). Influence of grass lawns on the summer thermal environment and microclimate of heritage sites: a case study of Fuling mausoleum, China, Heritage Science, 9, 1-16.

- Yang, J., Zhao, Y., Zou, Y., Xia, D., Lou, S., Guo, T., Zhong, Z. (2022). Improving the Thermal Comfort of an Open Space via Landscape Design: A Case Study in Hot and Humid Areas, Atmosphere, 13(10), 1604.
- Zhang, Y., Hu, X., Cao, X., Liu, Z. (2022). Numerical Simulation of the Thermal Environment during summer in Coastal Open Space and Research on Evaluating the Cooling Effect: A Case Study of May Fourth Square, Qingdao, Sustainability, 14(22), 1-18.

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-28]