علمی-پژوهشی

ارزیابی و تحلیل وضعیت آسایش حرارتی فضای باز محلات مسکونی با استفاده از شاخصه‌های حرارتی*

(نمونه موردی: محلات منتخب شهر اصفهان)

Assessment and Analysis of the Thermal Comfort Conditions in Open Spaces of Residential Neighborhoods Using Thermal Indicators

(Case Study: Neighborhoods of Isfahan City)

فاطمه السادات مجیدی[۱]، شاهین حیدری[۲] (نویسنده مسئول)، محمود قلعه نویی[۳]
مریم قاسمی سیچانی[۴]

تاریخ ارسال:	تاریخ بازنگری:	تاریخ پذیرش:	تاریخ انتشار آنلاین:
۱۳۹۷/۰۶/۱۴	۱۳۹۷/۰۸/۲۹	۱۳۹۷/۱۰/۰۵	۱۳۹۸/۱۱/۲۹

چکیده

فضاهای باز شهری برای افزایش کیفیت، باید دارای شرایط آسایش از جمله آسایش حرارتی باشند وگرنه به فضاهایی مرده و فاقد سرزندگی تبدیل می‌شوند. بنابراین پژوهش حاضر به تحلیل شرایط آسایش حرارتی فضاهای باز محلات مسکونی با استفاده از سه شاخصه حرارتی دمای موثر استاندارد، دمای معادل فیزیولوژیک و پیش بینی متوسط نظر در دو فصل زمستان و تابستان می‌پردازد. در این مقاله چهار محله علی قلی آقا، جلفا، مرداویج و دشتستان در شهر اصفهان مورد مطالعه و تحلیل میدانی قرار گرفته اند. روش تحقیق مورد استفاده در مقاله حاضر، پژوهش موردی است که در آن به ارزیابی میدانی متغیرهای محیطی و شخصی با حجم نمونه هشتصد نفر پرداخته است. همچنین در این پژوهش جهت محاسبه شاخصه‌ها از مدل ریمن، به عنوان نرم افزار کاربردی محاسبه گر استفاده شده است. این نرم افزار با استفاده از داده‌های اقلیمی، مشخصات شخصی، نرخ فعالیت و نرخ لباس و اطلاعاتی همچون طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، میزان ابرناکی و غیره شاخصه‌های منتخب را محاسبه کرده و سپس نتایج با استانداردهای موجود مقایسه شده اند. پس از آن جهت اعتبارسنجی داده‌ها و مقایسه شاخصه‌های حرارتی با نتایج بررسی‌های میدانی، دمای خنثی و متوسط احساس حرارتی کاربران نیز به دست آمده است. در نهایت، وضعیت آسایش حرارتی محلات منتخب بر اساس شاخصه‌های فوق در دو فصل سرد و گرم و به تفکیک محلات مورد مطالعه ارائه شده و شاخصه‌های معتبر جهت ارزیابی آسایش حرارتی در فضاهای باز شهر اصفهان معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی:

شرایط آسایش حرارتی، فضای باز محلات مسکونی، دمای موثر استاندارد، دمای معادل فیزیولوژیک، پیش بینی متوسط نظر.

۱. دانشجوی دکتری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران. (f.s.majidi@khuisf.ac.ir)
۲. استاد، دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (shheidari@ut.ac.ir)
۳. دانشیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران. (m.ghalehnoee@yahoo.com)
۴. استادیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران. (mghasemi@khuisf.ac.ir.)

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری نگارنده اول با عنوان: "ارائه مدل آسایش حرارتی در فضای باز عمومی محلات مسکونی با تکیه بر نظریه سازگاری (نمونه موردی: محلات منتخب جدید و قدیم شهر اصفهان)" می‌باشد که به راهنمایی نگارندگان دوم و سوم و مشاوره نگارنده چهارم انجام شده است.

۱- مقدمه

"آسایش" یک نیاز اصلی محسوب شده و بدون آن نمی توان تصـور نمود که نیازهای دیگر مرتفع شـود. نیاز به غذا، آب، سایبانی برای پناه بردن از عوامل مختلف، یا مکانی برای استراحت کردن (Chappells and Shove, 2004, 3). رسیدن به شـرایط آسایش، مبحث جامع و پیچیده ای است که برای رسـیـدن به آن باید همه عوامل موثر را در حد مطلوب نگه داشـت. آسـایش مورد نظر در این تحقیق، از نوع آسـایش حرارتی است. آسایش حرارتی یکی از عوامل مهمی است که باید در فرآیند طراحی فضـاهای باز شـهری در نظر گرفته شـود. بر همین اساس، یکی از مهم ترین ابعاد، پیرامون خلق فضـای مطلوب، طراحی فضـاهای باز در شـهرها و محلات مسـکونی با هدف تامین آسایش شهروندان و همچنین توجه به کیفیت این فضـاهاسـت (ضـرابیان، ۱۳۸۹، ۱). کیفیت استفاده از فضاهای باز شهری به عوامل مختلفی وابسته است؛ که در میان این عوامل، آسـایش حرارتی از اهمیت خاصـی برخوردار اسـت. فضـای باز عمومی که نتواند شـرایط آسایش کاربران را فراهم کند، کمتر اسـتفاده شـده و حتی از آن اجتناب می‌شود (Lenzholzer, 2012, 39).

از آنجا که در گذشته محلات نقش گسترده و عمده ای در شـکـل دهی تعـاملات اجتمـاعی ایفا می کردند، امروزه نیز می‌توان با خلق و تامین آسـایش در فضـاهای باز در محلات مسـکونی، ساکنین را به سمت این فضاها سوق داد تا همراه با تقویت کنش و تعاملات اجتماعی، احسـاس تعلق بیشـتری به مـحلـه خـود پیـدا کننـد (قنبران و جعفری، ۱۳۹۳، ۵۹). همچنین بسـیاری از فعالیت‌های مردم در فضـاهای باز، در فصـول مناسـب سـال صورت می‌گیرد. حال آن که در اوقات گرم بـه ویژه در اقلیم گرم و خشـک، مردم از این امکان نمی توانند اسـتفاده کنند. تابش مسـتقیم آفتاب و دمای شدید هوا باعث می‌شـود که مردم بهره کمتری از فضاهای شهری ببرند. آن‌هـا ترجیح می‌دهند به درون بناها پناه برده تا به آسـایش حرارتی برسـند. اگر معماران، برنامه ریزان و طراحان شـهری این مسئله را مورد توجه قرار دهند، می‌توانند استفاده کاربران از فضـاهای شـهری را افزایش داده و شـادابی و سـرزندگی را برای شهر به ارمغان آورند (حیدری، ۱۳۹۱، ۳۸).

در این راسـتا تامین آسـایش در فضـاهای باز بیش از فضـاهای بسـته وابسته به شناخت شرایط اقلیمی و محیطی است؛ زیرا در فضاهای داخلی با استفاده از تجهیزات مکانیکی گرمایش و سرمایش می‌توان به طور مصنوعی و قابل کنترل شـرایط آسـایش را فراهم نمود ولی در فضـاهای باز چنین امکاناتی وجود ندارد (امین دلدار، ۱۳۹۲). همچنین آسـایش حرارتی در فضـای بیرونی علاوه بر شـرایط اقلیمی، متاثر از محیط سـاخته شـده اطراف، پوشـش سـطح زمین، تبخیر و تعرق گیاهان و سـایه ایجاد شـده توسـط عوامل طبیعی و مصـنوعی می‌باشـد (محمودی و همکاران، ۱۳۸۹، ۶۰). از طرف دیگر دستیابی به شرایط آسایش در فضاهای باز، زمینه ساز دستیابی به آسایش در فضای داخلی ساختمان‌ها بوده و همچنین ارتقاء آسـایش حرارتی در فضاهای باز شهری تأثیر مستقیم در تبادل انرژی میان محیط و ساختمان داشته و از نظر صـرفه جویی در مصرف انرژی، بهبود جنبه‌های عملکرد سـاختمان و نیز دست یابی به فضاهای داخلی مطلوب نقش اساسی را ایفا می‌کند.

بر همین اسـاس، ارزیابی و سـنجش میزان آسـایش، نیازمند شاخصه هایی برای مقایسه با مجموع شرایط اقلیمی حادث بر فرد اسـت. لذا محققان در صـدد طراحی مدل‌ها و شـاخصـه هایی بوده اند تا بتوانند شرایط آسایش قابل قبول افراد در محیط بیرونی را تخمین بزنند. در واقع اسـتفاده از مدل‌ها و شـاخصه‌های آسایش به معنی کمی کردن احساس حرارتی افراد اسـت. مباحث آسـایشی و شاخصه های آن در قرن اخیر بیشـتر بر پایه روش تحلیلی شـکل گرفته اند. رویکرد تحلیلی در بررسـی آسایش حرارتی اجازه می دهد تا نسـبت به پارامترهای محیطی و عوامل انسـانی موثر بر آسـایش حرارتی و در کنش این عوامل با احسـاس حرارتی افراد تصویر واضح‌تری ارائه شود (بقایی، ۱۳۹۳، ۱۱۰).

بنـابراین با توجه به اهمیت تامین آسـایش حرارتی در فضـاهای باز شـهری و محله ای، هدف از این پژوهش تحلیل شرایط آسایش حرارتی فضاهای باز محلات مسکونی منتخب در شـهر اصـفهان با استفاده از شاخصه‌های حرارتی و آشکار شدن عملکرد و رفتار حرارتی آن‌ها می‌باشد.

۲- پیشینه پژوهش

از جمله پژوهش‌های انجام شده پیرامون آسایش حرارتی در فضـاهای باز جهان می‌توان به پژوهشـی با عنوان "خرد اقلیم و آسایش حرارتی در فضاهای باز پیاده روها" که توسط احمد عمر و پاتوین (Ahmed-Ouameur and Potvin, 2007) با هدف بررسـی فضـاهای مختلف شهری به منظور ارزیابی شرایط آسایش حرارتی در کبک[1] کانادا بر روی سه فضای باز بوسـتان، منطقه متراکم تجاری و ناحیه بلند مرتبه شـهری انجام شـد، نام برد. در این پژوهش شاخص های مورفولوژی شـهری از قبیل پسـتی و بلندی، تخلخل، تراکم ابنیه، فضای سبز و همچنین متغیرهای اقلیمی به منظور محاسبه آسایش حرارتی انـدازه گیری و محـاسـبه گردید. نتایج تحقیق با مقایسـه اندازه گیری در سـه فضـای مذکور نشـان داد که با

افزایش تراکم ابنیه، دمای موثر نیز افزایش و با افزایش تراکم فضای سبز، دمای موثر کاهش می یابد.

ستای و همکاران (Setaih et al, 2013)، در مقاله ای با عنوان " ارزیابی راحتی حرارتی، محیط بیرونی در ریز اقلیم شهری در نواحی گرم و خشک"، به بررسی موردی یک پیاده رو در شهر مدینه عربستان پرداختند. هدف این پژوهش یافتن روش های دسترس پذیر برای افزایش سطح آسایش حرارتی عابران در فضای باز ریز اقلیم های شهری گرم و خشک بود. این تحقیق برای محاسبه آسایش حرارتی از شاخصه دمای معادل فیزیولوژیک و برای تحلیل آن از برنامه ریمن استفاده کرده است.

همچنین پنگ و همکارانش (Peng et al, 2015) در مقاله ای با عنوان "مدل سازی آسایش حرارتی و بهینه‌سازی محلی استراتژی‌های تجدیدپذیر" و با هدف توسعه مدل هندسی و ریاضی باد و آسایش حرارتی و استفاده از آن‌ها به بررسی اثرات شش استراتژی تجدیدپذیر با مقیاس کوچک در یکی از محلات شهر ووهان[۲] چین پرداختند. در پژوهشی دیگر، میدل و همکاران (Middel et al, 2016)، تاثیر سایه بر آسایش حرارتی بیرونی را در شهر تمپی ایالت آریزونا بررسی کردند. این مقاله تاثیر سایبان‌ها و درختان را بر آسایش حرارتی شهروندان در یک مرکز عابر پیاده در طول دوره یک ساله و در چهار فصل ارزیابی کرده است. نتایج نشان می‌دهد که دامنه راحتی قابل قبول ۱۹/۱ درجه سانتیگراد بوده است. در ادامه گاسپاری و فابری (Gaspari and Fabbri, 2017)، مطالعه ای در مورد استفاده از نقشه خرد اقلیم در فضای باز برای طراحی و بازسازی شهری با هدف آزمایش مدل‌سازی میکرومتری یک بخش شهری در یک نسخه آزمایشی با بهره‌گیری از نرم افزار انوی مت انجام دادند.

همچنین طالقانی (Taleghani, 2018)، در پژوهشی با عنوان "آسایش حرارتی در فضای باز با استراتژی‌های متفاوت کاهش گرما"، به بررسی پوشش گیاهی (در قالب پارک ها، درختان خیابانی، سقف‌های سبز و دیوارهای سبز) و مواد بسیار بازتابنده (در سقف و سطح زمین) به عنوان رایج ترین راهکارها برای بهبود شرایط حرارتی در شهرها پرداخت. مهمترین یافته این پژوهش این است که اگر چه مواد بازتابنده، دمای هوا را در فضاهای باز شهری کاهش می‌دهند، اما آنها تابش خورشید را به سمت عابران پیاده منعکس می‌کنند. بنابراین، پوشش گیاهی انتخاب خوبی برای بهبود آسایش حرارتی در سطح عابر پیاده می‌باشد. پیرامون سابقه مطالعاتی شرایط حرارتی در فضاهای باز کشور ایران به پژوهش‌های زیر می‌توان اشاره کرد:

حیدری (۱۳۹۱) در مقاله‌ای برهم کنش جریان هوا، دما و راحتی در فضاهای باز شهری مورد ارزیابی قرار داده و با بررسی اقلیم گرم و خشک ایران، نقطه مرزی جریان هوا را بیان کرد. این پژوهش با استفاده از روش پژوهش میدانی مستقیم و روش نیکل و همچنین تجزیه و تحلیل نتایج با بهره گیری از مقیاس هفتگانه اشری و مقیاس سه گانه مکین تایر به انجام رسیده است. در پژوهشی دیگر، حیدری و منعام (۱۳۹۲)، به ارزیابی شاخصه‌های حرارتی در فضای باز پرداخته و سه شاخصه دمای معادل فیزیولوژیک، دمای موثر استاندارد و پیش بینی متوسط نظر را به عنوان متداولترین شاخصه‌های ارزیابی آسایش حرارتی در فضای باز معرفی کردند.

ضابطیان و خیرالدین (۱۳۹۵)، در مقاله ای به بررسی تطبیقی تجارب در زمینه سازگاری روانی در ادراک آسایش حرارتی در فضاهای عمومی شهری با هدف اصلی بسط مفاهیم و طرح مساله جایگاه و عوامل موثر بر سازگاری روانی در جهت نیل به آسایش حرارتی در فضاهای باز شهری پرداختند. احمدپور کلهرودی و همکاران (۱۳۹۶) نیز در مقاله‌ای با عنوان نقش و تاثیر عناصر طراحی در کیفیت آسایش حرارتی فضاهای باز شهری (بررسی موردی: طراحی پیاده راه طمقاچی‌ها در کاشان)، با هدف بررسی میزان تأثیرگذاری عناصر الحاقی نما، سایبان، پوشش و سطوح آب به عنوان پرکاربردترین ابزار طراحی مؤثر بر کیفیت آسایش حرارتی عابرین پیاده در نواحی گرم و خشک انجام شده است. همچنین ضابطیان و خیرالدین (۱۳۹۷)، در مقاله ای به بررسی نقش ادراک آسایش به ویژه آسایش حرارتی در الگوی رفتار شهروندان پرداخته و آن را در دو میدان امام خمینی و امام حسین شهر تهران تحلیل کردند. این مقاله با استفاده از روش پیمایشی و مطالعه تطبیقی در دو فصل سرد و گرم انجام شده و از نرم افزار انوی مت جهت شبیه سازی کمک گرفته شده است. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که هر دو میدان دارای شرایط عدم راحتی بوده ولی در مکان اول حضور مردم بیشتر از مکان دوم می‌باشد و مردم بهتر توانسته اند خود را با شرایط عدم آسایش تطبیق دهند.

۳- روش پژوهش

روش تحقیق مورد استفاده در مقاله حاضر، پژوهش موردی است که در آن به بررسی و ارزیابی میدانی متغیرهای محیطی و شخصی در فضای باز چهار محله منتخب می‌پردازد. در این تحقیق، متغیرها با استفاده از اندازه‌گیری، محاسبه و پرسشنامه گردآوری شده اند. حجم نمونه نیز شامل ساکنان و کاربران فضاهای باز عمومی محله‌های منتخب بوده که بر اساس روش نیکُل، صد پرسشنامه جهت

نظرسنجی صد نفر در هر میدان مورد مطالعه در نظر گرفته شده است. بنابراین در این پژوهش هشتصد نفر از بین ساکنان و کاربران محلات به عنوان حجم نمونه انتخاب شده که مجموعا هشتصد پرسشنامه را در فضای باز چهار محله علی قلی آقا، جلفا، مرداویج و دشتستان واقع در شهر اصفهان در دو فصل سرد و گرم به صورت تصادفی تکمیل کرده اند. در این راستا پرسش شوندگان به تفکیک جنسیت شامل ۵۲/۳۷ درصد مرد و ۴۷/۶۳ درصد زن بوده و میانگین سنی آن ها، ۳۳/۵ سال می‌باشد. همچنین در این پژوهش جهت محاسبه شاخصه‌ها از مدل محاسباتی ریمن[۳]، به عنوان نرم افزار کاربردی محاسبه گر، ورژن ۱,۲ استفاده می‌شود. این نرم افزار با استفاده از داده‌های اقلیمی (شامل دمای هوا، رطوبت نسبی، جریان هوا)، مشخصات شخصی (شامل قد، وزن، سن و جنس)، نرخ فعالیت، نرخ لباس و اطلاعاتی همچون طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، میزان ابرناکی و غیره، ابتدا به محاسبه دمای تابشی و سپس برآورد و محاسبه شاخصه‌های منتخب می‌پردازد.

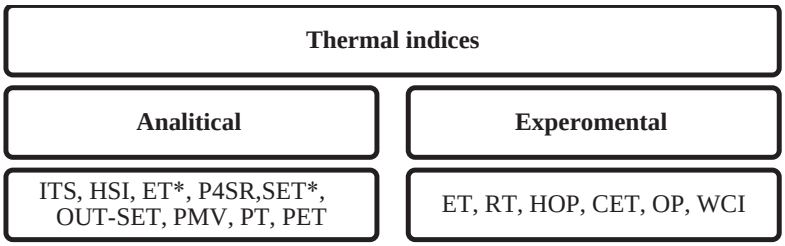

Chart 1. Thermal Comfort evaluation indices; (Source: According to the Monam, 1390: 21 and Heydari, 1393: 47)

۴- چارچوب نظری پژوهش

۴-۱- شاخصه های ارزیابی آسایش حرارتی در فضای باز

استفاده از مدل‌ها و شاخصه‌های آسایش به معنی کمی کردن احساس حرارتی افراد است. همچنین هدف از تدوین این شاخصه ها، ارتقاء کیفی آسایش در ساختمان‌ها و فضاهای باز می‌باشد. مجموعه شاخصه های حرارتی در دو گروه تجربی و تحلیلی تقسیم بندی می‌شوند. مبنای شاخصه‌های تحلیلی بر اساس انرژی است (منعام، ۱۳۹۰، ۳۶). در این روش از فیزیک تبادل حرارت بین بدن و محیط اطراف و همچنین عکس العمل های ترموفیزیولوژیکی بدن انسان برای پیش بینی پاسخ های حرارتی افراد به محیطی که در آن زندگی می کنند و احساس حرارتی آن‌ها استفاده می شود. با استفاده از روش تحلیلی می توان به راحتی تأثیر پارامترهای مختلف و میزان احساس حرارتی افراد را بررسی کرد (بقایی، ۱۳۹۳، ۱۱۰).در این پژوهش، از میان شاخصه‌های موجود، شاخصه‌های "دمای موثر استاندارد[۴]"، "دمای معادل فیزیولوژیک[۵]" و "پیش بینی متوسط نظر" به عنوان شاخصه‌های ارزیابی آسایش حرارتی در فضاهای باز محلات مسکونی و تحلیل عملکرد حرارتی آن‌ها انتخاب و مورد استفاده قرار می‌گیرند. دلیل انتخاب شاخصه‌های فوق، پرکاربرد بودن آن‌ها و استفاده اکثر پژوهش‌ها از آن‌ها در سال های اخیر به منظور پیش بینی دمای آسایش در فضای باز و همچنین تایید رابطه همبستگی بالای ۸۹ درصد با احساس آسایش حرارتی در فضای باز توسط پژوهشگران می‌باشد. در ادامه به توضیح مختصری پیرامون شاخصه‌های منتخب پرداخته می‌شود:

الف- دمای موثر استاندارد

دمای موثر استاندارد یکی از کامل ترین شاخصه‌های دمای آسایشی و برگرفته از مطالعات موسسه اشری با همکاری هوگتن و یوگلو است (بقایی، ۱۳۹۳، ۱۱۳). این دما نشان دهنده دمای هوای معادل یک محیط با دمای یکنواخت و رطوبت ۵۰ درصد است که در آن، شخص لباسی را که بر اساس فعالیتش متناسب است، پوشیده و همان تنش حرارتی (دمای پوست) و تنظیم دمایی (رطوبت پوست) محیط واقعی را دارد (حیدری نژاد و همکاران، ۱۳۸۸، ۳۳). نرخ لباس و سطح فعالیت از متغیرهای اصلی محاسبه این شاخصه بوده و سازگاری رفتاری در آن لحاظ شده است. به صورت نظری، این شاخصه در محاسبه تنظیم دمای بدن دارای مزایایی نسبت به پیش بینی متوسط نظر می باشد که سبب افزایش دقت آن در فضای باز می گردد. متغیرهای سرعت وزش باد، میانگین دمای تابشی و وزن افراد در شاخصه "دمای موثر استاندارد" دارای بالاترین تأثیر هستند (منعام، ۱۳۹۰، ۴۳).

ب- دمای معادل فیزیولوژیک

دمای معادل فیزیولوژیک برابر دمای هوایی است که در آن بیلان حرارتی بدن انسان در شرایط فضای داخلی مفروض با شرایط پوست در دمای بیرونی در تعادل باشد (Hoppe, 1999, 71). به عبارت دیگر به کمک این دما فرد

قادر به مقایسه تاثیر کامل مجموعه شرایط حرارتی بیرون با تجربه شخصی خود از دماست (محمودی و همکاران، ۱۳۸۹، ۶۱). از مهم ترین عوامل تأثیرگذار در دمای معادل فیزیولوژیک، متغیر اقلیمی میانگین دمای تابشی بوده (منعام و حیدری، ۱۳۹۳، ۲۰۱) و متغیرهای نرخ لباس و فعالیت در این شاخصه به عنوان متغیرهای اصلی مورد استفاده قرار نمی گیرند (منعام، ۱۳۹۰، ۴۳).

ج- پیش بینی متوسط نظر[۶] (میانگین آرای پیش بینی شده)

فانگر در سال ۱۹۷۲، همانطور که در استانداردهای ISO 7730 و 55-2004 انجمن اشری منعکس گردیده است، آسایش حرارتی را از طریق انتقال گرما و جرم بین بدن انسان و محیط حرارتی بیان کرد (Fanger, 1973). در مدل فانگر، شرایط حرارتی بدن به دو عامل فردی (نرخ متابولیک و میزان عایق بندی لباس) و چهار عامل محیطی (دمای هوا، دمای متوسط تابش، فشار بخار هوا و سرعت هوا) وابسته است. فانگر این عوامل مؤثر بر شرایط حرارتی بدن را در قالب شاخص واحدی به نام میانگین آراء افراد نسبت به شرایط گرمایی محیط بیان می‌کند (حیدری نژاد و همکاران، ۱۳۹۳، ۱۲۹). مدل فانگر شاکله اصلی استاندارد ایزو- ۷۷۳۰[۷] بوده و هدف آن پیش بینی درجه احساس آسایش افراد و به تبع آن معرفی شرایطی است که کاربران، محیطی قابل قبول از نظر حرارتی داشته باشند (معرفت و امیدوار، ۱۳۹۲، ۴۲).

آئین نامه اشری، احساس حرارتی بین منهای یک و مثبت یک (۱- و ۱+) را شرایط قابل قبول و آن را محدوده آسایش برای حداقل ۸۰ درصد افراد می‌داند. در این معیار اعدادی که کمی بالاتر از (۱+) و یا اندکی پایین تر از (۱-) باشند، باعث بروز نارضایتی افراد می‌شوند؛ بنابراین محدوده آسایش شامل1+>PMV >1- خواهد بود. همچنین مطابق با استاندارد ایزو، بیشترین میزان رضایت یا آسایش مربوط به PMV بین ۰/۵- و ۰/۵+ است.

Table 1: Standard comfort range of selected thermal indics (Source: Heydari and Monam, 1392)

Thermal Sensation	Standard Effective Temperature	Predicted Mean Vote	Physiological Equivalent Temperature	Assessment With Ashridge Scale
Freezing	Less Than 10		Less That 4	
Very Cold	10-14/5	-3	4-8	-3
Cold	14/5-17/5	-2	8-13	-2
Relatively cold	17/5-22/2	-1	13-18	-1
Comfort	22/2-25/6	0	18-23	0
Relatively Warm	25/6-30	+1	23-29	+1
Warm	30-34/5	+2	29-35	+2
Very Warm	34/5-37/5	+3	35-41	+3
Hot	More Than 37/5		More Than 41	

۵- محدوده مورد مطالعه

شهراصفهان با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ۴۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی در مرکز کشور ایران قرار دارد (اداره کل هواشناسی استان اصفهان، ۱۳۹۴). ارتفاع متوسط این شهر از سطح آب های آزاد ۱۵۸۰ متر بوده و آب و هوای آن در تقسیمات اقلیمی ایران با نوع نیمه صحرایی سرد یعنی با زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم مطابقت دارد (معاونت برنامه ریزی، فناوری اطلاعات شهرداری اصفهان، ۱۳۹۴، ۱۲).

مطالعات میدانی این پژوهش در چهار محله منتخب (علی قلی آقا، جلفا، مرداویج و دشتستان) واقع در شهر اصفهان انجام می‌گیرد؛ که فرایند آن شامل مشاهده، اندازه گیری، محاسبه و پرسشنامه می‌باشد. انتخاب این محلات به صورت هدفمند و بر اساس معیارهایی همچون قرارگیری در موقعیت‌های جغرافیایی متفاوت نسبت به محدوده مرکزی شهر، فاصله مناسب از یکدیگر، موجود و به روز بودن اطلاعات مربوط به آن ها، امنیت و دسترسی مناسب و غیره صورت گرفته است.

۶- جمع آوری داده ها

هم زمان با تکمیل پرسش نامه توسط کاربران، متغیرهای اقلیمی مانند دما، رطوبت و سرعت جریان هوا اندازه گیری می‌شود. اندازه گیری این متغیرها در چهار محله منتخب و در دو فصل سرد (اواخر بهمن و اوایل اسفند ماه ۹۵) و گرم (اواخر مرداد و اوایل شهریور ماه ۹۶)، از صبح تا عصر انجام شده است. برای اندازه گیری متغیر دما و رطوبت از دستگاه سنجش دیتالاگر مدل[۶] ۹۸۵۸۳ و برای سنجش سرعت باد از بادسنج مدل[۷] ۹۸۶۲۰ استفاده شده است.

چگونگی اندازه گیری متغیرها بدین صورت انجام شد که ابتدا پرسشنامه‌ها در اختیار کاربران قرار گرفت و همزمان با تکمیل پرسشنامه، دستگاه‌های دیتالاگر و بادسنج، دمای هوا، رطوبت و سرعت باد را ثبت کردند. در بخش پرسشنامه، احساس حرارتی و پرسش‌های شخصی (سن، جنس، قد و

وزن) اخذ شده و نوع فعالیت و لباس ظاهری پرسش شوندگان جهت محاسبه شاخصه‌ها نیز ثبت می‌شود. میانگین متغیرهای محیطی و اختصاصی به دست آمده شامل میانگین دمای هوا، رطوبت نسبی، سرعت جریان باد، نرخ لباس و فعالیت به تفکیک فصل و محله در جدول ۱ ارائه شده است.

۶-۱- داده‌ها در فصل زمستان

جمع آوری داده‌ها (شامل اندازه گیری متغیرهای اقلیمی- محیطی و تکمیل پرسشنامه ها) در فصل زمستان در روزهای ۲۷ بهمن، ۱، ۲، ۴ و ۸ اسفند ماه سال ۱۳۹۵، بین ساعت ۱۰ صبح تا ۵ عصر در فضای باز محلات انجام شده است. در این راستا محله مرداویج در تاریخ ۲۷ بهمن ماه، محله جلفا در روزهای ۱ و ۲ اسفند ماه، محله دشتستان در تاریخ ۴ اسفندماه و محله علیقلی آقا در روز ۸ اسفند ماه مورد مطالعه میدانی و ارزیابی قرار گرفتند.

نتیجه اندازه گیری متغیرهای اقلیمی در فصل سرد نشان داد که کمترین میزان میانگین دمای هوا در محله جلفا و بالاترین آن در محله علی قلی آقا ثبت شده است. کمترین میزان میانگین رطوبت نسبی مربوط به محله دشتستان و بیشترین آن مربوط به محله مرداویج می‌باشد. همچنین کمترین میزان میانگین سرعت جریان باد در محله علی قلی آقا و بیشترین آن در محله دشتستان گزارش شده است.

۶-۲- داده‌ها در فصل تابستان

جمع آوری داده‌ها در فصل تابستان در روزهای ۲۸ و ۳۱ مرداد، ۴ و ۷ شهریور ماه سال ۱۳۹۶، بین ساعت ۸ صبح تا ۷ عصر، در فضاهای باز محلات منتخب انجام شده است. در این راستا محله مرداویج در تاریخ ۲۸ مرداد ماه، محله جلفا در روز ۳۱ مردادماه، محله علی قلی آقا در روز ۴ شهریورماه و محله دشتستان در تاریخ ۷ شهریورماه ارزیابی شدند.

نتیجه اندازه گیری متغیرهای اقلیمی در فصل گرم حاکی از آن است که کمترین میزان میانگین دمای هوا در محله مرداویج و بالاترین آن در محله علی قلی آقا ثبت شده است. کمترین میزان میانگین رطوبت نسبی مربوط به محله علی قلی آقا و بیشترین آن مربوط به محله مرداویج می‌باشد. همچنین کمترین میزان میانگین سرعت جریان باد در محله مرداویج و بیشترین آن در محله علی قلی آقا گزارش شده است.

Table 2: Mean of environmental and specific variables measured in selected neighborhoods

row	neighborhood	Season	Temperature (c)	Relative humidity (%)	Wind velocity (m/s)	Clothes (Clo)	activity (Met)
1	**Ali Gholi Agha**	Winter	21.86	16.86	0.05	0.71	1.72
		Summer	31.58	14	0.07	0.66	1.97
2	**Jolfa**	Winter	13.56	23.81	0.10	0.73	1.81
		Summer	31.07	18.18	0.04	0.48	1.49
3	**Mardavij**	Winter	16.98	24	0.28	0.71	1.73
		Summer	30.37	27.23	0.01	0.51	1.42
4	**Dashtestan**	Winter	1.87	9.18	0.29	0.73	1.77
		Summer	31.15	14.35	0.06	0.51	1.30

۷- تجزیه و تحلیل داده ها

۷-۱- محاسبه شاخصه‌های حرارتی

با انتقال داده‌های فوق و دیگر اطلاعات مورد نیاز به نرم افزار ریمن، ابتدا دمای تابشی و سپس شاخصه‌های دمای موثر استاندارد، دمای معادل فیزیولوژیک و پیش بینی متوسط نظر برای چهار محله منتخب به تفکیک فصل سرد و گرم محاسبه می‌شود. در این راستا میزان ابرناکی محلات در روزهای مورد مطالعه از اداره کل هواشناسی اصفهان تهیه شده است. همچنین با وارد کردن دما و رطوبت، میزان فشار بخار آب توسط نرم افزار محاسبه و جایگزین می‌شود. با محاسبه شاخصه‌های مذکور، می‌توان دریافت که وضعیت آسایش حرارتی آن‌ها چگونه است. به عبارت دیگر عملکرد حرارتی (رفتار حرارتی) فضاهای باز محلات مورد مطالعه آشکار می‌شود.

الف: شاخصه دمای موثر استاندارد

شاخصه دمای موثر استاندارد با استفاده از نرم افزار ریمن برای محلات علی قلی آقا، جلفا، مرداویج و دشتستان به تفکیک فصل سرد و گرم محاسبه می‌شود. در این راستا مطابق با توضیحات ارائه شده در جدول ۱ اگر مقدار دمای موثر بین ۲۲/۲ تا ۲۵/۶ به دست آید، شرایط راحت و قابل قبول بوده و اعدادی که بالاتر و یا پایین تر از این محدوده باشند، باعث ناراحتی افراد می‌شوند. در جدول ۳ مقادیر SET هر یک از محلات آورده شده است.

Table 3: SET values of selected neighborhoods separated by hot and cold seasons

Standard Effective Temperature (centigrade)	Name of neighborhood	Ali Gholi Agha	Jolfa	Mardavij	Dashtestan
	Cold season	17	16/5	17/5	17/9
	Warm season	29/2	30/5	30/9	30/5

در فصل سرد، هیچ یک از محلات در محدوده آسایش نبوده و سردتر از حد آسایش هستند. شاخصه SET در محلات مورد مطالعه از ۱۶/۵ تا ۱۷/۹ درجه سانتیگراد به دست آمده است. در این راستا SET محله علی قلی آقا و جلفا به ترتیب برابر با ۱۷ و ۱۶/۵ درجه در شرایط سرد بوده و محله مرداویج و دشتستان به ترتیب با ۱۷/۵و ۱۷/۹ درجه سانتیگراد در محدوده کمی سرد قرار دارند. اما در فصل گرم، محله علی قلی آقا در محدوده کمی گرم و محلات جلفا، مرداویج و دشتستان در محدوده گرم می‌باشند. در این فصل، شاخصه SET در محلات مورد مطالعه از ۲۹/۲ تا ۳۰/۹ درجه سانتیگراد به دست آمده است.

ب: شاخصه دمای معادل فیزیولوژیک

شاخصه دمای معادل فیزیولوژیک نیز مانند شاخصه پیش توسط نرم افزار ریمن برای محلات مورد مطالعه به تفکیک فصل سرد و گرم محاسبه می‌شود. در این راستا مطابق با توضیحات ارائه شده در جدول ۱ اگر مقدار دمای معادل فیزیولوژیک بین ۱۸تا ۲۳ باشد، وضعیت آسایش حرارتی مطلوب و بدون تنش خواهد بود. همچنین اعداد محاسبه شده کمتر از ۱۸ درجه سانتیگراد، تنش سرمایی و اعداد بیش از ۲۳ درجه سانتیگراد، تنش گرمایی و نهایتا خروج از محدوده آسایش را برای کاربران به همراه دارند. در جدول ۴ مقادیر PET برای هر یک از محلات مشخص شده است.

Table 4: PET values of selected neighborhoods separated by hot and cold seasons

physiological equivalent temperature (centigrade)	Name of neighborhood	Ali Gholi Agha	Jolfa	Mardavij	Dashtestan
	Cold season	21/6	19/3	20/5	21/8
	Warm season	36/7	37/2	37/4	35/8

بر این اساس، نتایج نشان می‌دهد که در فصل سرد، وضعیت حرارتی هر چهار محله مطلوب بوده و هیچ نوع تنشی برای کاربران آن‌ها وجود ندارد. در این راستا میزان شاخصه دمای معادل فیزیولوژیک برای محلات مورد مطالعه از ۱۹/۳ تا ۲۱/۸ درجه سانتیگراد متفاوت بوده است. اما در فصل گرم، افراد در همه محلات دارای احساس حرارتی بسیار گرم و تنش گرمایی شدید می‌باشند. دمای معادل فیزیولوژیک در محلات مذکور از حداقل ۳۵/۸ درجه در محله دشتستان تا حداکثر ۳۷/۴ درجه سانتیگراد در محله مرداویج محاسبه شده است.

ج: شاخصه پیش بینی متوسط نظر

با انتقال داده‌ها به نرم افزار ریمن، شاخصه پیش بینی متوسط نظر برای چهار محله منتخب به تفکیک فصل سرد و گرم محاسبه شده و می‌توان دریافت که محلات مورد مطالعه در کدام یک از طبقه بندی‌های استاندارد اشری قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر عملکرد حرارتی (رفتار حرارتی) فضاهای باز محلات قدیم و جدید مورد مطالعه مشخص می‌شود. بنا بر استاندارد اشری ۵۵، اعداد بین ۱+ و ۱- در محدوده دمای قابل قبول قرار دارند و تعیین کننده حدود آسایش حرارتی هستند. در جدول ۵، PMV هر یک از محلات آمده است.

Table 5: PMV values of selected neighborhoods separated by hot and cold seasons

Predicted Mean Vote (PMV)	Name of neighborhood	Ali Gholi Agha	Jolfa	Mardavij	Dashtestan
	Cold season	0/1	-1/2	-0/1	-0/6
	Warm season	2/9	2/9	3	2/8

در فصل سرد، محلات علی قلی آقا، مرداویج و دشتستان در محدوده آسایش و محله جلفا در محدوده کمی سرد و سردتر از حد آسایش است. در این راستا شاخصه PMV در محلات مورد نظر از ۰/۱ تا ۱/۲- به دست آمده است. همچنین در فصل گرم، هیچ یک از محلات در محدوده آسایش نبوده و گرم تر از حد آسایش هستند. در این راستا در روزهای گرم تابستان، اعداد فنگر همگی بیش از ۲+ می‌باشند.

در فصل سرد، PMV محله قدیمی علی قلی آقا و مرداویج برابر با ۰/۱ و محله جدید دشتستان برابر با ۰/۶- می‌باشد؛ بنابراین عملکرد حرارتی این سه محله در محدوده آسایش (خنثی، متعادل) قرار دارد. همچنین محله قدیمی

جلفا با مقدار ۱/۲- در محدوده کمی سرد جا گرفته است. محلات مورد مطالعه در فصل گرم، همگی دارای PMV بیش از ۲+ بوده و در محدوده‌های گرم و بسیار گرم قرار می‌گیرند. در این راستا، محله جدید مرداویج در محدوده بسیار گرم و محلات علی قلی آقا، جلفا و دشتستان در محدوده گرم قرار گرفتند.

۷-۲- محاسبه دمای خنثی و متوسط احساس حرارتی کاربران

به جهت اعتبارسنجی داده‌ها و مقایسه شاخصه‌های حرارتی با نتایج بررسی‌های میدانی، در این بخش دمای خنثی و متوسط احساس حرارتی کاربران محاسبه می‌شود.

الف: متوسط احساس حرارتی

متوسط احساس حرارتی همان احساس واقعی افراد[۸] است. متوسط احساس حرارتی بر اساس پرسش از کاربران مطابق با مقیاس هفتگانه اشری و نهایتا معادله همبستگی بین دما و احساس حرارتی در دو فصل سرد و گرم به دست آمده است. آئین نامه اشری، احساس حرارتی بین منهای یک و مثبت یک (۱- و ۱+) را شرایط قابل قبول و آن را محدوده آسایش برای حداقل ۸۰ درصد افراد می‌داند. در این معیار اعدادی که کمی بالاتر از (۱+) و یا اندکی پایین تر از (۱-) باشند، باعث بروز نارضایتی افراد می‌شوند. جدول ۶ نشان می‌دهد که افراد در شرایط خارجی (فضای باز محلات مسکونی اصفهان) در آسایش حرارتی بوده اند. به استثنای محله مرداویج در فصل گرم، احساس حرارتی در بقیه محلات در هر دو فصل، بین یک و منهای یک قرار دارد. این مسئله نشان می‌دهد که کاربران در اکثر موارد شرایط راحتی را برای خود فراهم می‌کنند.

ب: دمای خنثی

به دمایی که در آن حداقل ۸۰٪ افراد احساس رضایت کنند، دمای خنثی می‌گویند (حیدری، ۱۳۹۳). دمای خنثی، یکی از راه‌های بررسی احساس حرارتی است؛ یعنی شرایط حرارتی که افراد در آن نه احساس گرما و نه احساس سرما کنند. این دما در نظرسنجی احساس حرارتی، نقطه خنثی یا میانگین هفت نقطه در مقیاس اشری (مقیاسی جهت ارزیابی احساس آسایش فرد در مقیاس هفتگانه از محدوده بسیار سرد تا بسیار گرم) است.

دمای خنثی و متوسط احساس حرارتی کاربران به تفکیک محله و دو فصل سرد و گرم به شرح زیر می‌باشد:

Table 6: Neutral Temperature and thermal sensation mean of selected neighborhoods separated by hot and cold seasons

Raw	Neighborhood	Neutral Temperature		Thermal sensation mean	
		Cold season	Warm season	Cold season	Warm season
۱	**Ali Gholi Agha**	18.1	29.2	0.24	0.85
۲	**Jolfa**	-	28.4	-0.95	0.97
۳	**Mardavij**	17.5	26.5	-0.06	1.07
٤	**Dashtestan**	17.6	29.7	0.43	0.35

۸- اعتبارسنجی داده ها

جهت اعتبارسنجی داده ها، نتایج برداشت‌های میدانی با خروجی نرم افزار ریمن مقایسه می‌شود. به عبارت دیگر دمای خنثی و متوسط احساس حرارتی کاربران که از نتایج بررسی‌های میدانی است، با شاخصه‌های دمای موثر استاندارد، دمای معادل فیزیولوژیک و پیش بینی متوسط نظر به عنوان خروجی نرم افزار ریمن، در هر چهار محله و به تفکیک دو فصل سرد و گرم قیاس می‌شود. در این راستا دمای خنثی در محلات مورد مطالعه با شاخصه‌های دمای موثر استاندارد و دمای معادل فیزیولوژیک و متوسط احساس حرارتی با شاخصه پیش بینی متوسط نظر مقایسه می‌شود.

الف: اعتبارسنجی شاخصه دمای موثر استاندارد

جهت اعتبارسنجی شاخصه دمای موثر استاندارد، این شاخصه با دمای خنثی (دمای آسایش) که حاصل برداشت‌های میدانی در محلات منتخب است، مقایسه می‌شود. نتیجه مقایسه شاخصه مذکور در فضای باز چهار محله علی قلی آقا، جلفا، مرداویج و دشتستان در شهر اصفهان نشان داد که در هر دو فصل سرد و گرم، در اکثر موارد میزان دمای خنثی کمتر از شاخصه دمای موثر استاندارد است. در این میان، در فصل سرد، این دو شاخصه در محله مرداویج تقریبا منطبق بوده و اختلاف آن‌ها در محله علی قلی آقا ۱/۱۵ درجه و در محله دشتستان حدود ۰/۲۶ درجه سانتیگراد می‌باشد. همچنین در فصل گرم، این دو دما در محله علی قلی آقا منطبق بوده و اختلاف آن ها، حدود ۲ درجه در محله جلفا، ۴/۴ درجه در محله مرداویج و حدود ۰/۸ درجه سانتیگراد در محله دشتستان می‌باشد. در این راستا بیشترین اختلاف مربوط به محله مرداویج در فصل تابستان و کمترین آن مربوط به محله دشتستان در فصل

زمستان است. این مقایسه نتیجه می‌دهد که در برخی موارد مانند محله مرداویج در فصل گرم، دمای خنثی با شاخصه دمای موثر استاندارد متفاوت بوده و در مابقی محلات، دارای اختلاف جزئی می‌باشد. این اختلاف از ۰/۲۶ درجه تا حدود ۴/۴ درجه سانتیگراد در فضاهای باز محلات منتخب شهر اصفهان تفاوت دارد.

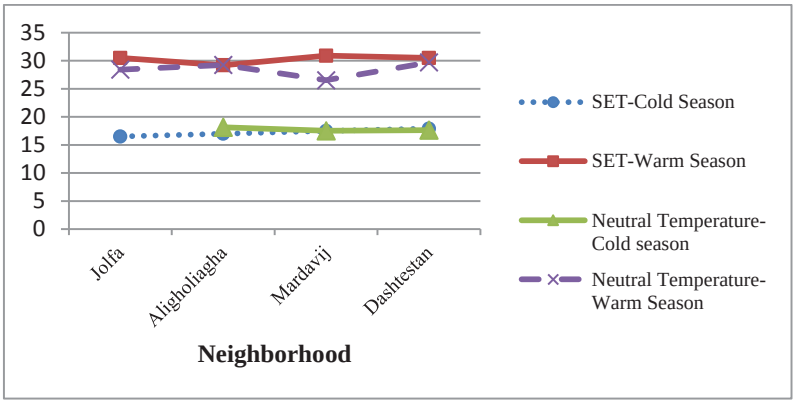

Chart 2. Comparing neutral temperature (Comfort Temperature) and SET indices in selected neighborhoods

ب: اعتبارسنجی شاخصه دمای معادل فیزیولوژیک

جهت اعتبارسنجی شاخصه دمای معادل فیزیولوژیک، این شاخصه با دمای خنثی (دمای آسایش) به دست آمده در محلات منتخب مقایسه می‌شود. این مقایسه در فضای باز محلات مورد مطالعه حاکی از آن است که در فصل سرد، در همه محلات میزان دمای خنثی کمتر از شاخصه دمای معادل فیزیولوژیک می‌باشد. این اختلاف در محله علی قلی آقا ۳/۴۵ درجه، در محله مرداویج حدود ۳ درجه و در محله دشتستان حدود ۴/۱۵ درجه می‌باشد.

در فصل گرم نیز، دمای خنثی در محلات مورد مطالعه کمتر از شاخصه دمای معادل فیزیولوژیک بوده با آن تفاوت که اختلاف میان آن‌ها افزایش یافته است. این تفاوت در محله جلفا حدود ۸/۸ درجه، در محله علی قلی آقا حدود ۷/۵ درجه، در محله مرداویج حدود ۱۰/۹ درجه و در محله دشتستان ۶/۱ درجه سانتیگراد به دست آمده است. در این راستا بیشترین اختلاف مربوط به محله مرداویج در فصل گرم و کمترین آن نیز مربوط به همان محله در فصل سرد است. حاصل مقایسه فوق نشان دهنده متفاوت بودن دمای خنثی با شاخصه دمای معادل فیزیولوژیک بوده که این تفاوت از ۳ درجه تا حدود ۱۰/۹ درجه سانتیگراد در فضاهای باز محلات منتخب شهر اصفهان می‌باشد.

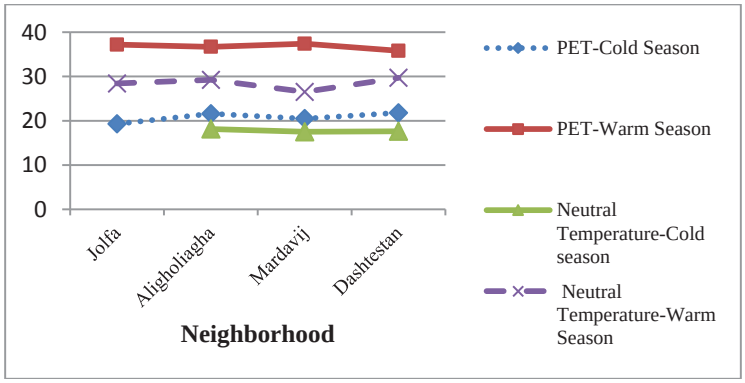

Chart 3. Comparing neutral temperature (Comfort Temperature) and PET indices in selected neighborhoods

ج: اعتبارسنجی شاخصه پیش بینی متوسط نظر

جهت اعتبارسنجی شاخصه پیش بینی متوسط نظر، این شاخصه با متوسط احساس حرارتی کاربران در محلات مورد پژوهش مقایسه می‌شود. نتیجه در فضای باز چهار محله منتخب نشان داد که در فصل گرم، دامنه آسایشی که توسط این شاخصه پیش بینی شده بسیار بیشتر از محدوده ای است که در مطالعات میدانی گزارش شده است. در فصل سرد، میزان متوسط احساس حرارتی کاربران به میزان خیلی جزئی بیش از شاخصه پیش بینی متوسط نظر است. در این میان، این دو شاخصه در محله مرداویج تقریبا منطبق بوده و اختلاف آن‌ها در محله علی قلی آقا ۰/۱۴، در محله جلفا حدود ۰/۲۵ و در محله دشتستان حدود ۱ می‌باشد. اما در فصل گرم، وضعیت

معکوس شده و میزان متوسط احساس حرارتی در محلات منتخب کمتر از شاخصه پیش بینی متوسط نظر می‌باشد. در این راستا اختلاف میان دو شاخصه مذکور عبارت است از حدود ۲ در محله علی قلی آقا، ۱/۹ در محله جلفا، ۱/۹ در محله مرداویج و ۲/۴۵ در محله دشتستان است. با محاسبه متوسط احساس حرارتی مشخص شد که در هر دو فصل سرد و گرم، کاربران محلات به استثنای محله مرداویج در فصل گرم، در شرایط خارجی (فضای باز محلات مسکونی اصفهان) در محدوده آسایش حرارتی بوده و احساس حرارتی آن‌ها بین یک و منهای یک قرار داشته است. ولی محاسبه شاخصه پیش بینی متوسط نظر نشان داد که در فصل سرد، سه محله علی قلی آقا، مرداویج و دشتستان در محدوده آسایش بوده و در فصل گرم هیچ یک از محلات منتخب در محدوده آسایش حرارتی نبوده‌اند.

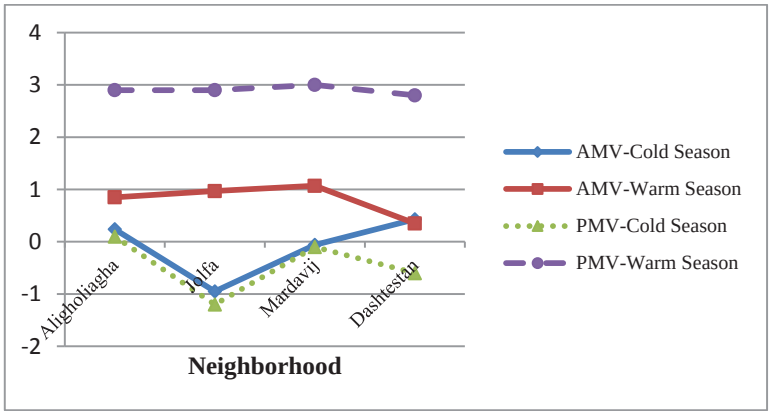

Chart 4. Comparing thermal sensation mean of Actual Mean Vote (AMV) and PMV Indices in selected neighborhoods.

۹- بحث و نتیجه گیری

الف: اعتبارسنجی

نتایج اعتبارسنجی شاخصه‌های دمای موثر استاندارد، دمای معادل فیزیولوژیک و پیش بینی متوسط نظر در فضاهای باز محلات منتخب شهر اصفهان نشان می‌دهد که در برخی موارد برداشت‌های میدانی با نتایج محاسبه شاخصه‌ها متفاوت بوده و با شرایط واقعی منطبق نمی باشد. در این راستا عدم توجه برنامه محاسباتی ریمن (جهت محاسبه شاخصه‌های حرارتی) به عواملی همچون احساس حرارتی و عوامل روان شناختی همچون سازگاری رفتاری، انتظارات، تجربیات حرارتی، مدت زمان حضور، ادراک ذهنی و غیره را می‌توان از دلایل عدم تطابق نتایج محاسبه شاخصه‌ها با برداشت‌های میدانی به شمار آورد.

پیرامون مقایسه سه شاخصه دمای موثر استاندارد، دمای معادل فیزیولوژیک و پیش بینی متوسط نظر با نتایج برداشت‌های میدانی (دمای خنثی و متوسط احساس حرارتی کاربران) می‌توان دریافت که شاخصه دمای موثر استاندارد (در هر دو فصل سرد و گرم) و شاخصه پیش بینی متوسط نظر (در فصل سرد)، تفاوت کمتری با شرایط واقعی داشته اند. در این میان شاخصه دمای موثر استاندارد تطابق بیشتر و اختلاف کمتری با شرایط واقعی داشته و این مسئله نشان می‌دهد که شاخصه مذکور دارای اعتبار بیشتری نسبت به دو شاخصه دیگر در فضای باز محلات شهر اصفهان می‌باشد. اما شاخصه دمای معادل فیزیولوژیک نسبت به دو شاخصه دیگر، اختلاف زیادی با دمای خنثی داشته و در ارزیابی کامل و درست از شرایط واقعی افراد به خصوص در فصل گرم موفق نبوده است. بنابراین می‌توان اینگونه بیان کرد که شاخصه دمای معادل فیزیولوژیک چندان معتبر نبوده و دو شاخصه دمای موثر استاندارد (جهت ارزیابی در هر دو فصل سرد و گرم) و پیش بینی متوسط نظر (جهت ارزیابی در فصل سرد) دارای اعتبار می‌باشند. لذا محققین می‌توانند جهت مشخص کردن محدوده آسایش در فضاهای باز محلات شهر اصفهان از آن‌ها استفاده کرده و جایگزین بررسی‌های میدانی شوند. در این راستا با توجه به اختلاف نتایج محاسبه شاخصه دمای موثر استاندارد با مطالعات میدانی که حدود ۱/۱۵ و ۰/۲۶ درجه در فصل سرد و حدود ۲، ۴/۴ و ۰/۸ درجه در فصل گرم بوده است، توصیه می‌شود جهت استفاده از این شاخصه، میانگین اعداد فوق به میزان ۰/۷ درجه در فصل زمستان به نتایج ارزیابی آسایش حرارتی اضافه و ۱/۸درجه در فصل تابستان از نتایج ارزیابی آسایش حرارتی کم شود.

همچنین با توجه به اختلاف نتایج محاسبه شاخصه پیش بینی متوسط نظر در فصل سرد با مطالعات میدانی که حدود ۰/۱۴، ۰/۲۵ و ۱ در محلات مورد مطالعه بوده است، توصیه

می‌شـود جهت اسـتفاده از این شاخصه، میانگین اعداد فوق به مقدار ۰/۴۵ به نتایج ارزیابی آسایش حرارتی اضافه شود.

ب: شـرایط آسـایش حرارتی (عملکرد حرارتی) فضاهای باز محلات منتخب

یافته‌ها نشـان می‌دهد که سـه شـاخصـه دمای موثر استاندارد، دمای معادل فیزیولوژیک و پیش بینی متوسط نظر از یکدیگر مسـتقل بوده و اسـتقلال رفتاری داده‌های آن‌ها نیز در نتایج وضـعیت حرارتی محلات منتخب مشـهود اسـت. در این راسـتا وضعیت آسایش حرارتی (عملکرد حرارتی) فضاهای باز محلات منتخب بر اسـاس سـه شـاخصـه فوق در دو فصل سرد و گرم و به تفکیک محلات مورد مطالعه تحلیل شدند که خلاصه آن به شرح زیر ارائه می‌شود:

Table 7: Thermal comfort condition (thermal function) of selected neighborhoods based on thermal indices

Neighborhood	Winter			Summer		
	Standard effective temperature	physiological equivalent temperature	Predicted Mean Vote	Standard effective temperature	physiological equivalent temperature	Predicted Mean Vote
Ali Gholi Agha	Cold	Humid	Humid	Relatively warm	Very warm	warm
Jolfa	Cold	Humid	Relatively cold	warm	Very warm	warm
Mardavij	Relatively cold	Humid	Humid	warm	Very warm	Very warm
Dashtestan	Relatively cold	Humid	Humid	warm	Very warm	warm

در مجموع با توجه به تحلیل شـرایط آسـایش حرارتی فضای باز محلات مسکونی با استفاده از شاخصه‌های حرارتی مشـخص می‌شـود که وضعیت آسایش حرارتی فضاهای باز محلات مورد مطالعه در دو فصل سرد و گرم چندان مطلوب نبوده ولی با اعتبار سـنجی و مقایسه آن‌ها با نتایج مطالعات میـدانی، شـرایط آن‌ها تغییر کرده و همه محلات به غیر از محله مرداویج در فصل گرم در محدوده آسایش می‌باشند.

پی‌نوشت:

1. Quebec
2. Wuhan
3. RayMan Model
4. Stand. Effective Temp (SET*)
5. Physiological Equivalent Temperature (PET)
6. Predicted mean vote (PMV)
7. ISO-7730 (the International Organization for Standardization)
8. Amv (Actual Mean Vote)

فهرست منابع

- احمدپور کلهرودی، نرگس؛ پورجعفر، محمدرضـا؛ مهدوی نژاد؛ محمدجواد؛ یوسـفیان، سمیرا (۱۳۹۶). نقش و تاثیر عناصر طراحی در کیفیت آسایش حرارتی فضاهای باز شهری (بررسی موردی: طراحی پیاده راه طمقاچی‌ها در کاشان)، دو فصلنامه نامه معماری و شهرسازی، دوره ۹، شماره ۱۸، صص. ۷۹-۵۹.
- امین دلدار، سـاناز (۱۳۹۲). آسـایش حرارتی در فضـاهای باز شـهری و نمود آن در طراحی راسـته شـهری در اقلیم سرد، پایان نامه کارشناسی ارشد معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران.
- بقایی، پرهام (۱۳۹۳). برهم کنش عوامل منظرپرداز در تحلیل شرایط حرارتی مسکن سنتی ایران (نمونه مورد بررسی خانه-های سنتی یزد)، پایان‌نامه دکترا، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- حیدری، شـاهین (۱۳۹۱). برهم کنش جریان هوا، دما و راحتی در فضاهای باز شهری، مطالعه موردی: اقلیم گرم و خشک ایران. نشریه هنرهای زیبا، شماره۴۷، صص. ۴۲-۳۷.
- حیدری، شاهین؛ منعام، علیرضا (۱۳۹۲). ارزیابی شاخصه‌های آسایش حرارتی در فضای باز. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره ۲۰، صص. ۲۱۶-۱۹۷.
- حیدری، شاهین (۱۳۹۳). سازگاری حرارتی در معماری (نخستین قدم در صرفه جویی مصرف انرژی). چاپ اول، انتشارات: دانشگاه تهران.
- ضـابطیان، الهام؛ خیرالدین، رضـا (۱۳۹۵). بررسـی تطبیقی تجارب در زمینه سـازگاری روانی در ادراک آسـایش حرارتی در فضاهای عمومی شهری. نشریه مدیریت شهری، شماره ۴۳، صص. ۹۶-۷۷.
- حیدری نژاد، قاسم؛ دلفانی، شهرام؛ زنگنه، محمدامین؛ حیدری‌نژاد، محمد (۱۳۸۸). آسایش حرارتی. تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ضـابطیان، الهام؛ خیرالدین، رضـا (۱۳۹۷). نقش ادراک آسـایش بویژه آسـایش حرارتی در الگوی رفتار شـهروندان در فضاهای شهری؛ نمونه موردی: میدان امام خمینی و امام حسین شهر تهران، نشریه مدیریت شهری، شماره ۵۰، صص. ۲۰-۵.

- ضـرابیان، فرناز (۱۳۸۹). طراحی فضاهای باز قابل دفاع در محلات مسکونی شهر تهران (مطالعه موردی: محله باغ فیض-پونک). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
- محمودی، سید امیرسعید؛ قاضی زاده، سیده ندا؛ منعام، علیرضا (۱۳۸۹)، تأثیر طراحی در آسایش حرارتی فضای باز مجتمع‌های مسکونی (نمونه مورد مطالعه: فاز سه مجتمع مسکونی اکباتان). نشریه هنرهای زیبا، شماره ۴۲، صص. ۷۰-۵۹.
- معاونت برنامه ریزی، پژوهش و فناوری اطلاعات شهرداری اصفهان (۱۳۹۴). آمارنامه شهر اصفهان، بخش ویژگی‌های کلی محیط زیست.
- معرفت، مهدی؛ امیدوار، امیر (۱۳۹۲). آسایش حرارتی (محاسبات و ملاحظات طراحی)، چاپ اول، انتشارات: یزدا.
- منعام، علیرضا (۱۳۹۰). آسایش محیطی در فضاهای باز شهری (ارزیابی آسایش حرارتی در بوستانهای منتخب شهر تهران). پایان نامه دکترا، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت تهران.
- Ahmed-Ouameur F, Potvin A (2007). Microclimates and thermal comfort in outdoor pedestrian spaces: A dynamic approach assessing thermal transients and adaptability of the users, The American Solar Energy Society (ASES), SOLAR, Cleaveland, Ohio, American Solar Energy Society, American Institute of Architects.
- Chappells H, Shove E (2004). Comfort: A review of philosophies and paradigms.
- Fanger PO (1973). Thermal Comfort. Danish Technical Press, Copenhagen.
- Gaspari J, Fabbri K (2017). A study on the use of outdoor microclimate map to address design solutions for urban regeneration, Energy Procedia, Vol. 111, pp. 500-509.
- Höppe PR (1999). The physiological equivalent temperature: A universal index for the assessment of the thermal environment, International Journal of Biometeorology, Vol. 43, pp. 71-75.
- Lenzholzer S (2012). Research and design for thermal comfort in Dutch urban squares, Resources, Conservation and Recycling, Vol. 64, pp. 39-48.
- Middel A, Selover N, Hagen B, Chhetri N (2016). Impact of shade on outdoor thermal comfort—a seasonal field study in Tempe, Arizona, International Journal Biometeorol, Vol. 60, pp. 1849–1861.
- Peng Ch, Ming T, Cheng J, Wu Y, Peng ZhR (2015). Modeling thermal comfort and optimizing local renewal strategies-A case study of dazhimen neighborhood in wuhan city, Sustainability, Vol. 7, pp. 3109-3128.
- Setaih Kh, Hamza N, Townshend T (2013). Assessment of outdoor thermal comfort in urban microclimate in hot arid areas, 13th Conference of International Building Performance Simulation Association, Chambéry, France, August 26-28.
- Taleghani M (2018). Outdoor thermal comfort by different heat mitigation strategies-A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 81, No. 2, pp. 2011-2018.

Assessment and Analysis of the Thermal Comfort Conditions in Open Spaces of Residential Neighborhoods Using Thermal Indicators

(Case Study: Neighborhoods of Isfahan City)

Fatemeh Alsadat Majidi[1], Shahin Heidari[2] (Corresponding Author), Mahmoud Ghalenoei[3] Maryam Ghasemi cichani[4]

[11]Ph.D. Candidate in Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Islamic Azad University(Isfahan (Khorasgan) Branch), Isfahan, Iran (f.s.majidi@khuisf.ac.ir)

[2]Professor, Department of Architecture, University of Tehran, Tehran, Iran (shheidari@ut.ac.ir)

[3]Associate Professor, Department of Architecture and Urban design, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran (m.ghalehnoee@aui.ac.ir)

[4]Assistant Professor, Faculty of Architecture and Urban Planning, Islamic Azad University(Isfahan (Khorasgan) Branch), Isfahan, Iran (mghasemi@khuisf.ac.ir)

Received	Revised	Accepted	Available Online
05/09/2018	20/11/2018	26/12/2018	18/02/2020

It is a complex and comprehensive topic to reach comfort conditions, and all possible factors must be kept at an optimum level to achieve it. Comfort in urban open spaces is one of the main bases of the use of these areas by citizens and creating a suitable environment for them through protecting against inappropriate climatic conditions seems essential. Thermal comfort is the comfort desired in this study. Thermal comfort is one of the essential factors that should be considered in the process of urban open space design.Urban open spaces should have comfort conditions including thermal comfort to improve quality otherwise they will turn into dead spaces. Accordingly, in line with creating the desired space, one of the most significant aspects is designing open spaces in cities and residential neighborhoods to provide citizens with comfort, and also paying attention to the quality of these spaces. The quality of the urban open spaces use depends on multiple factors that among these factors thermal comfort is particularly important among them. A public space that cannot provide comfort for users would be used less and even avoided. Therefore, according to the importance of providing thermal comfort in open spaces of urban and neighborhood, the purpose of this study is to analyze the thermal comfort conditions of residential open spaces in Isfahan by using three standard effective thermal temperature indicators, physiological equivalent temperature, predicted mean vote of winter and summer seasons, and unfold their performance and thermal behavior. In this paper, four neighborhoods of Ali Gholi Agha, Jolfa, Mardavij, and Dashtestan in Isfahan have been studied and analyzed. The research method used in this article is case study in which field surveys and evaluation of environmental and personal variables of four selected neighborhoods have been done. In this research, the variables were obtained using measurement, computing, and questionnaires. The sample size also included residents and users of public open spaces in selected neighborhoods that one hundred questionnaires used to survey 100 individuals in each field based on the Nichol method. Therefore, in this study, eighty hundred residents and users of neighborhoods were selected as sample size. Eight hundred questionnaires were randomly filled out in four neighborhoods of Ali Gholi Agha, Jolfa, Mardavij, and Dashtestan located in Isfahan city in two hot and cold seasons. In this regard, the respondents were 52.37% male and 47.63% female, and their average age was 33.5 years. Also, in this study, the RayMan model version 1.2 was used as computational software to calculate the indices.

This software uses climate data, personal information, activity, clothing, and information like latitude and longitude, height above sea level, cloudiness level, etc. to calculate selected attributes, and then the results are compared with the existing standards. Then, to validate the data and compare the thermal indices with the results of field surveys, neutral temperature and average thermal sensation of users are also obtained. Finally, the validation results of standard effective temperature indicators, physiological equivalent temperature, and predicted mean vote of open space in Isfahan neighborhoods showed that field perceptions differ from the results of the index calculation in some cases, and it does not match with the real situation. In this way, RayMan's computational program, without considering factors such as thermal sensation and psychological factors such as behavioral adjustment, expectations, thermal experiences, duration of presence, mental perception and so on, can be one of the reasons for the discrepancies of the indices computation results with field observations. The results also showed that the three indices of standard effective temperature, physiological equivalent temperature, and predicted mean vote were independent of each other; the behavioral independence of their data is also evident in the thermal condition results of the selected neighborhoods. Totally, according to the analysis of outdoor thermal comfort conditions of residential neighborhoods using thermal indicators, it was found that the thermal comfort status of the studied neighborhoods open spaces was not very favorable in both hot and cold seasons; but by validating and comparing them with the results of field studies, their conditions changed, and all the neighborhoods except Mardavij are in the comfort zone in the warm season. Finally, the thermal comfort conditions of the selected neighborhoods based on the above indices were presented in two hot and cold seasons, and validity indicators were introduced to evaluate thermal comfort in Isfahan open spaces.

Key words:

Thermal comfort conditions, Residential open space, Standard effective temperature (SET*), Physiological equivalent temperature (PET), Predicted mean vote (PMV).

CONTENTS

Identification of Factors Affecting Sociopetality in the Educational Environment of Architecture and Analyzing the Interaction between Them via F. MCDM (Fuzzy Multiple Criteria Decision-Making Approach) Elham Jafari, Hamzeh Gholamalizadeh, Mahmood modiri	17
Adherence to History in Contemporary Interventions; (Comparison of Several European Countries and Iran in Contextual Design of Buildings and Collections) Gholamreza Japalaghi, Asghar Mohammad Moradi, Arash Mohammad-Moradi, Tahereh Jamakloo	37
The Importance and Application of "Urban Emotions" in Urban Design and Planning Esmat Paikan, MohammadReza Pourjafar	59
An Inquiry Concerning the Principles of Behavioral and Democratic Urban Spaces; Integrating the Theories Mani Sattarzad Fathi, Majid Zarei, Rahim Hashempour	83
Applying Thematic Analysis to Identify the Experienced Meaning during Routine Movement through Built Environments Somayeh Rafiei, Majid Salehinia, Ghasem Motalebi	97
Determining The Optimum Orientation of Vertical Building Surfaces, Based on Solar Energy Receiving in The Hot and Humid Climate (Case Study: Bandar Abbas, Bushehr and Ahwaz Cities) Hassan Akbari, Fatemeh Sadat Hosseini Nezhad	111
Assessment and Analysis of the Thermal Comfort Conditions in Open Spaces of Residential Neighborhoods Using Thermal Indicators (Case Study: Neighborhoods of Isfahan City) Fatemeh Alsadat Majidi, Shahin Heidari, Mahmoud Ghalenoei, Maryam Ghasemi Cichani	125
The Effect of the Existence and Expansion of a Cemetery on Its Adjacent Neighborhoods (Case Study: of Imamzadeh Soltan Ebrahim Cemetery of Quchan City) Samaneh Jalilisadrabad[1] (Corresponding Author), Shadi Shokri Yazdan Abad	137
Revitalization of the Landscape of Urban Rivers with an Approach to Positive Interaction between Human and the Natural Environment; (Case Study: the River of Amol Shahr-roud) Narges Hamzeh, Hamed Mazaherian, Mohammadsaeid Izadi, Morteza Lotfipour Siahkalroudi	156
Restudying the Perception Components of Active Frontages in Streetscape Design **(**Case Study: Khayam Street in the Middle Urban Fabric of Shiraz, Iran) Fatemeh Shams, Mahsa Sholeh, Sahand Lotfi, Ali Soltani	177
Investigating the Relationship between Youth Emotional Intelligence and Their Tendency Towards Urban Symbols Nasim Najafi Zarifi, Sanaz litkouhi	191
Conceptual Analysis of Neighborhood Territory based on Residents' Perception using Geographic Information System (GIS) (Case study: Mashhad Neighborhoods) Amidoleslam Saghatoleslami	208
Effect of Gas Types in Double and Triple Pane Windows on Cooling and Heating Loads in Office Buildings in Hot-Humid, Hot-Dry and Cold Climates in Iran Jalil Shaeri, Roza Vakilinezhad, Mahmood Yaghoubi	224

Scientific Journal of Iranian Architecture & Urbanism

Vol. 10, No. 18, Fall & Winter 2020

Licence Holder: Iranian Scientific Association of Architecture & Urbanism
Director-in-Charge: Mohsen Faizi (Professor of Architecture)
Editor- in- Chief: Mostafa Behzadfar (Professor of Urban Design)

Editorial Board

1. Behzadfar, Mostafa; Professor of Urban Design, Iran University of Science & Technology.
2. Bemanian, Mohammadreza; Professor of Architecture, Tarbiat Modarres University.
3. Diba, Darab; Professor of Architecture, Islamic Azad University(Central Branch).
4. Etessam, Iraj; Professor of Architecture, Islamic Azad University(Science and Research Branch)
5. Faizi, Mohsen; Professor of Architecture, Iran University of Science & Technology.
6. Gorji Mahlabani, Yousef; Professor of Architecture, Imam Khomeini International University.
7. Hashemnejad, Hashem; Associate Professor of Architecture, Iran University of Science & Technology.
8. Khakhzand, Mehdi; Associate Professor of Architecture, Iran University of Science & Technology
9. Mazaherian, Hamed; Associate Professor of Architecture, University of Tehran.
10. Memarian, Gholamhossein; Professor of Architecture, Iran University of Science & Technology.
11. Mohammad Moradi, Asghar; Professor of Restoration, Iran University of Science & Technology.
12. Mozaffar, Farhang; Associate Professor of Architecture, Iran University of Science & Technology.

Editorial Manager: Mehdi Khakhzand, Associate Professor, Iran University of Science & Technology
Editorial Advisor: Yousef Gorji Mahlabani, Professor, Imam Khomeini International University
English Language Editor: Iranian Scientific Association of Architecture & Urbanism
Editorial Expert: Anahita Tabaeian, Ph.D. Candidate in Urban Design
Paging and Formating: Elham Mennati Moheb

Publisher: Iran University of Science and Technology
Number: 50 issues
Price: 500000 Rls

Address: School of Architecture & Environmental Design, Iran University of Science & Technology (IUST), Narmak, Tehran, Iran.
Postal Code: 13114-16846
Email: iaau@iust.ac.ir
Web Site: www.isau.ir
Phone: (0098-21) 73228235
Fax: (0098-21) 77240468

Scientific Journal of
Iranian Architecture
& Urbanism
Fall & Winter 2020, VOL. 10, NO.18

ISSN: 2228- 589X

- **Identification of Factors Affecting Sociopetality in the Educational Environment of Architecture and Analyzing the Interaction between Them via F. MCDM)Fuzzy Multiple Criteria Decision-Making Approach(**
  Elham Jafari, Hamzeh Gholamalizadeh, Mahmood modiri
- **Adherence to History in Contemporary Interventions; (Comparison of Several European Countries and Iran in Contextual Design of Buildings and Collections)**
  Gholamreza Japalaghi, Asghar Mohammad Moradi, Arash Mohammad-Moradi, Tahereh Jamakloo
- **The Importance and Application of "Urban Emotions" in Urban Design and Planning**
  Esmat Paikan, MohammadReza Pourjafar
- **An Inquiry Concerning the Principles of Behavioral and Democratic Urban Spaces; Integrating the Theories**
  Mani Sattarzad Fathi, Majid Zarei, Rahim Hashempour
- **Applying Thematic Analysis to Identify the Experienced Meaning during Routine Movement through Built Environments**
  Somayeh Rafiei, Majid Salehinia, Ghasem Motalebi
- **Determining The Optimum Orientation of Vertical Building Surfaces, Based on Solar Energy Receiving in The Hot and Humid Climate**
  (Case Study: Bandar Abbas, Bushehr and Ahwaz Cities)
  Hassan Akbari, Fatemeh Sadat Hosseini Nezhad
- **Assessment and Analysis of the Thermal Comfort Conditions in Open Spaces of Residential Neighborhoods Using Thermal Indicators**
  (Case Study: Neighborhoods of Isfahan City)
  Fatemeh Alsadat Majidi, Shahin Heidari, Mahmoud Ghalenoei, Maryam Ghasemi Cichani
- **The Effect of the Existence and Expansion of a Cemetery on Its Adjacent Neighborhoods**
  (Case Study: of Imamzadeh Soltan Ebrahim Cemetery of Quchan City)
  Samaneh Jalilisadrabad1 (Corresponding Author), Shadi Shokri Yazdan Abad
- **Revitalization of the Landscape of Urban Rivers with an Approach to Positive Interaction between Human and the Natural Environment;**
  (Case Study: the River of Amol Shahr-roud)
  Narges Hamzeh, Hamed Mazaherian, Mohammadsaeid Izadi, Morteza Lotfipour Siahkalroudi
- **Restudying the Perception Components of Active Frontages in Streetscape Design**
  (Case Study: Khayam Street in the Middle Urban Fabric of Shiraz, Iran)
  Fatemeh Shams, Mahsa Sholeh, Sahand Lotfi, Ali Soltani
- **Investigating the Relationship between Youth Emotional Intelligence and Their Tendency Towards Urban Symbols**
  Nasim Najafi Zarifi, Sanaz litkouhi
- **Conceptual Analysis of Neighborhood Territory based on Residents' Perception using Geographic Information System (GIS)**
  (Case study: Mashhad Neighborhoods)
  Amidoleslam Saghatoleslami
- **Effect of Gas Types in Double and Triple Pane Windows on Cooling and Heating Loads in Office Buildings in Hot-Humid, Hot-Dry and Cold Climates in Iran**
  Jalil Shaeri, Roza Vakilinezhad, Mahmood Yaghoubi