

بررسی تأثیر چیدمان کالبدی معماری ساختمان‌های بلندمرتبه مجتمع مسکونی و جزایر حرارتی شهری

سید تاج‌الدین منصوری^۱

^۱ دانشجوی دکتری معماری دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران،
t.mansoori@sru.ac.ir

اسماعیل ضرغامی^{۲*}

^{۲*} استاد دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران،
ezarghami@sru.ac.ir (نویسنده مسئول)

چکیده

چگونگی رابطه توده و فضای ساختمان‌های بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی، به‌عنوان یک عامل مؤثر در طراحی معماری فضاهای شهری، می‌تواند تأثیر بسزایی بر تغییرات آب‌وهوایی خرد اقلیم‌ها بگذارد. در این راستا، یکی از مخاطراتی که می‌تواند با چیدمان کالبدی معماری ساختمان‌های بلندمرتبه مرتبط باشد، تشکیل پدیده جزایر حرارتی شهری است. این پدیده اثرات نامطلوبی بر سلامت و آسایش حرارتی افراد و همچنین مصرف بی‌رویه انرژی دارد. بنابراین یکی از چالش‌های بزرگ معماران، طراحان شهری و منظر این است که چگونه برای کاهش اثرات جزایر حرارتی شهری برنامه‌ریزی کنند. این پژوهش باهدف شبیه‌سازی و اثبات رابطه بین چیدمان کالبدی معماری ساختمان‌های بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی و کاهش اثرات نامطلوب جزایر حرارتی شهری به‌وسیله پلاگین دراگون فلالی، جهت استخراج الگوی بهینه انجام شد. این شبیه‌سازی بر اساس آمار هواشناسی کشور برای روز نهم مردادماه سال ۱۴۰۱ به‌عنوان گرم‌ترین روز سال انجام شده است. گونه‌های منفرد، محیطی، ترکیبی و ردیفی به‌عنوان چهار گونه چیدمان کالبدی معماری در شهر تهران موردبررسی قرار گرفت و درجه دمایی جزایر حرارتی شهری و روستایی هرکدام از گونه‌ها در زمان تعیین‌شده مشخص گردید. نتایج نشان دادند که از بین چهار گونه بررسی‌شده، چیدمان بلوک‌ها به‌صورت منفرد، بهینه‌ترین گونه چیدمان است که به کاهش شدت اثرات نامطلوب جزایر حرارتی شهری و در نتیجه کاهش مصرف بی‌رویه انرژی‌های فسیلی (تجدید ناپذیر) و افزایش بهره‌وری استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر کمک می‌نماید.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۱/۲/۱۴

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۱/۷/۲۹

کلمات کلیدی:

ساختمان‌های بلندمرتبه،

جزایر حرارتی شهری،

دراگون فلالی، شبیه‌سازی

۱. مقدمه

از نخستین روزهای به وجود آمدن مراکز تجمع بشری در تاریخ، انسان‌ها مداخله‌ای آگاهانه در طبیعت اطراف خود داشته‌اند و این مراکز را با اهداف اجتماعی، سیاسی و دینی بنا کرده‌اند. امروزه می‌توان با اطمینان بیان کرد که مناطق شهری در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه به‌طور فزاینده‌ای تحت تأثیر پدیده‌هایی نظیر تغییرات آب‌وهوایی، کاهش منابع سوخت، کمبود غذا و عدم ثبات اقتصادی قرار دارند (جهان‌بخش، ۱۳۹۶). با توجه به اینکه امروزه حدود ۵۰٪ از جمعیت جهان در شهر زندگی می‌کند و این مقدار تا سال ۲۰۳۰ به ۸۰٪ خواهد رسید (رود و همکاران، ۲۰۱۴) و در بسیاری از کشورهای در حال توسعه افزایش نرخ شهرنشینی در حال رخ دادن است، این امر مهم می‌نماید که این چالش‌ها به‌دقت بررسی شده و راه‌حل‌های مناسبی در مقیاس‌های محلی و جهانی برای سازگاری با آن‌ها و یا کاهش اثرات منفی آن‌ها ارائه شود. از طرف دیگر پرداختن به موضوع انرژی در معماری معاصر ایران، در کلیه مراحل برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری بسیار اهمیت دارد و تلاش در جهت هماهنگی و تعامل ساختمان با محیط اطراف، همواره یکی از مبانی پایداری ساخت‌وساز است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۹).

یکی از مهم‌ترین مسائل حاضر در شهرهای بزرگ، ایجاد شرایط زیست‌محیطی مناسب برای رفاه شهروندان است (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۴). در همین راستا، یکی از خطراتی که منجر به عدم ایجاد شرایط مناسب زیست‌محیطی می‌گردد، وجود پدیده جزایر حرارتی شهری^۲ است. جزایر حرارتی شهری به پدیده بالا بودن چشم‌گیر درجه دمای برخی از شهرها یا مناطق شهری در مقایسه با حومه شهر یا محدوده‌های روستایی نزدیکشان گفته می‌شود (پورامین و همکاران، ۱۳۹۸). این پدیده ناشی از گسترش نابودی پوشش‌های طبیعی سطح زمین است که جای خود را به جاده‌ها، ساختمان‌ها، کارخانه‌ها و سایر تأسیسات شهری می‌دهد. بر اساس تحقیقات انجام‌شده در مورد این پدیده، تابش نور خورشید رسیده به شهر، در لابلای ساختمان‌های شهری به دام می‌افتد و دمای سطوح را افزایش می‌دهد و شب‌هنگام که هوا سردتر می‌شود، این سطوح دیرتر دمای خود را از دست می‌دهند و باعث بیشتر شدن دمای هوا در مناطق شهری نسبت به مناطق حومه شهر (روستایی) می‌شود. به همین خاطر آن را بیشتر یک پدیده شبانه با نمایش حداکثر مقداری تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌دانند (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۴).

توسعه سریع شهرنشینی با تنوع چیدمان کالبدی ساختمان‌ها همراه است. این امر باعث شده تا شهرها با مشکل توزیع غیریکنواخت پارامترهای آب‌وهوایی شهری مانند افزایش انتشار کربن مواجه شوند. انتشار کربن توسط ساختمان‌ها، ۳۸ درصد از کل انتشار کربن جهان را تشکیل می‌دهند. علاوه بر مشکل انتشار کربن، ساختمان‌های مرتفع منجر به توزیع نابرابر پارامترهای اقلیمی شهری مانند افزایش دما و کاهش سرعت باد در شهرها می‌شوند. این امر منجر به تشکیل پدیده جزایر حرارتی شهری و در نتیجه افزایش مصرف انرژی ساختمان‌ها می‌گردد. از آنجایی که ساختمان‌های مرتفع بر جریان هوا اثر انسدادی دارند، بیشتر ساختمان‌های بلند در شهر، بادهای ساکن شهر را بیشتر می‌کنند که برگردش هوا در شهر تأثیر می‌گذارد. بنابراین آلاینده‌های تولیدشده توسط ترافیک در شهر افزایش یافته و خطر ابتلا به سرطان را بیشتر می‌کند (سولا^۳ و همکاران، ۲۰۱۸). پدیده جزایر حرارتی شهری، می‌تواند منجر به اختلاف دمایی تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد گردد و همان طور که گفته شد چنین افزایش دمایی باعث افزایش مصرف انرژی در ساختمان‌ها به دلیل افزایش تقاضای سرمایش می‌شود (حمدان و اولیوریا^۴، ۲۰۱۹). رابطه تحلیلی بین هندسه شهری و شدت جزایر حرارتی شهری، ابتدا توسط اُکه^۵ (۱۹۸۱) ارائه شد که رابطه‌ای لگاریتمی بین افزایش شدت جزیره حرارتی شهری و افزایش نسبت ابعاد دره بود (صلواتی^۶ و همکاران، ۲۰۱۷). بنابراین نحوه چیدمان کالبدی ساختمان‌های بلندمرتبه^۷ در بافته‌ای مسکونی که مهم‌ترین و گسترده‌ترین

^۱ Rode

^۲ Urban Heat Islands (UHI)

^۳ Sola

^۴ Hamdan & Oliveira

^۵ Oke

^۶ Salvati

^۷ بر اساس مقررات ملی ساختمان، هر بنایی که بیش از ۲۳ متر ارتفاع داشته باشد، ساختمان بلندمرتبه نامیده می‌شود (مبحث چهارم، ۱۳۹۸).

فضای کالبدی شهرها می‌باشند، در کاهش یا افزایش این چالش‌ها نقش بسیار مهمی دارند، زیرا عمده اصلی انرژی مصرفی شهرها در این حوزه صورت می‌گیرد.

در پژوهشی که توسط راتی و همکاران (۲۰۰۵) صورت گرفت، به بررسی اثرات بافت شهری بر مصرف انرژی ساختمان پرداختند. آن‌ها نشان دادند که چیدمان کالبدی بناها بر میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها بسیار مؤثر است. پولکا^۱ و همکاران (۲۰۱۶)، در پژوهش خود به بررسی روابط بین هندسه شهری و در دسترس بودن خورشید در نمای ساختمان و در سطح عابر پیاده، با پیامدهایی برای پتانسیل غیرفعال ساختمان‌ها و آسایش حرارتی در فضای باز می‌پردازند. نتایج نشان می‌دهد که چیدمان کالبدی هندسه مکان‌ها، در دسترسی به نور خورشید مؤثر است. نازارین و نورفرد^۲ (۲۰۱۸)، در پژوهش خود با استفاده از پیکربندی عناصر معماری شهری (کالبدی - فضایی)، مطالعاتی را در مورد اثرات رابطه تراکم شهری و گرمایش انجام دادند. نتایج نشان داد که آسایش حرارتی به‌طور غیریکنواخت با تراکم شهری تغییر می‌کند. بر این اساس، برای دستیابی به آسایش حرارتی مطلوب در آب‌وهوای گرم، استراتژی‌هایی برای افزایش تهویه شهری در تراکم‌های بالا پیشنهاد گردید. پژوهش هادوی و پاسدارشهری (۲۰۱۹)، تأثیر هم‌زمان تراکم و مورفولوژی ساختمان را بر میزان نفوذ باد در میان ساختمان‌های مسکونی بر اساس چهار نوع چیدمان ساختمان در تهران اندازه‌گیری کرد. یافته‌های چیدمان شهری نشان می‌دهد که کاهش فشردگی ساختمان‌ها باعث کاهش گرادیان فشار منفی می‌شود. علاوه بر این، اگر ناحیه نشی موازی با جریان باد غالب باشد، نرخ خروج به‌سختی تابعی از سرعت باد است. در مطالعه‌ای که توسط آقامولایی و همکاران (۲۰۲۰) صورت گرفت، بر اساس اطلاعات واقعی ساختمان از آرک جی. آی. اس^۳ سه مورد مسکونی با ویژگی‌های هندسی و ریخت‌شناسی متفاوت در تهران را انتخاب کردند و سه مدل هندسی سه‌بعدی را برای سه مورد منتخب در راینو۴ توسعه دادند؛ یعنی مدل‌هایی برای تحلیل آسایش حرارتی. این مقاله یک چارچوب مدل‌سازی جدید را برای ارزیابی جامع عملکرد آسایش حرارتی زمانی - فضایی محله‌ها بر اساس ویژگی‌های هندسی ایجاد می‌کند. علاوه بر این، یک معیار عملکرد آسایش حرارتی برای آسایش حرارتی پیشنهاد شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت‌ها در عملکرد راحتی به اثرات هم‌زمان چیدمان محله‌ها (تراکم، مناطق باز)، و پروفایل‌های دره‌های خیابانی (نسبت ابعاد، جهت‌گیری) مربوط می‌شود. دهناد و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی به سنجش تأثیر فرم و ارتفاع بلوک‌های مسکونی بر آسایش حرارتی فضاها با پرداختن به یافته‌ها نشان داد که بین انواع فرم و ارتفاع تفاوت معناداری وجود دارد و این ارتباط در ساختمان‌های میان مرتبه در فرم مجموعه‌ای و محیطی نتیجه مطلوب‌تری را داشته است. نهایتاً هر دو فاکتور فرم و ارتفاع ارتباط مهمی با پارامترهای مؤثر در آسایش حرارتی فضای باز مجتمع‌های مسکونی دارند و نقش بسزایی در تعدیل دما و امکان بهره‌وری متفاوتی را برای ساکنین به وجود می‌آورند.

هدف از این پژوهش، اثبات رابطه بین چیدمان کالبدی ساختمان‌های بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی و کاهش اثرات نامطلوب جزایر حرارتی شهری با کمک پلاگین دراگون فلائی^۵ و تعیین الگوی بهینه در راستای کاهش اثرات نامطلوب جزایر حرارتی شهری می‌باشد. بر این اساس پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به سؤالات زیر است:

۱- تأثیر چیدمان کالبدی ساختمان‌های بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی بر کاهش اثرات نامطلوب جزایر حرارتی شهری چگونه است؟

۲- بهینه‌ترین چیدمان کالبدی ساختمان‌های بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی در راستای رسیدن به هدف پژوهش کدام است؟

^۱ Polka

^۲ Nazarien & Norford

^۳ ArcGIS

^۴ Rhinoceros

^۵ DragonFly

۲. روش پژوهش

این پژوهش یک مطالعه همبستگی است و از نظر نوع بر اساس هدف آن، بنیادی و بر اساس ماهیت، کاربردی می‌باشد. یافته‌ها و نتایج این پژوهش می‌تواند در طراحی چیدمان کالبدی معماری ساختمان‌های بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی کاربرد داشته باشد. دامنه حوزه موردپژوهش شامل معماری، شهرسازی و علوم جغرافیایی - محیطی می‌باشد. اطلاعات مورد استفاده در این پژوهش در دو بخش گردآوری شد. بخش اول داده‌های کمی آب‌وهوایی (ای. پی. دبلیو) با استفاده از تصاویر و داده‌های ماهواره‌ای به دست آمد و بخش دوم مربوط به اطلاعات کیفی با دستیابی به اسناد معتبر کتابخانه‌ای و پایان‌نامه‌ها و مراجعه به سایت‌های معتبر داخلی و خارجی جمع‌آوری شد. در این پژوهش شرایط آب‌وهوایی شهر تهران مدنظر قرار گرفته است چراکه شهر تهران به دلیل داشتن عرض جغرافیایی بالا و بیشترین ساختمان‌های بلندمرتبه مسکونی نسبت به شهرهای دیگر کشور، پتانسیل تشکیل پدیده جزیره حرارتی شهری را دارد. بر اساس دسته‌بندی چیدمان کالبدی معماری ساختمان‌های بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی، کار شبیه‌سازی و تحلیل متغیرهای پژوهش در نرم‌افزار راینو ۲۶ با کمک پلاگین دراگون فلای صورت گرفته است. پلاگین دراگون فلای، چهارمین پلاگین از خانواده لیدی باگ ۳ می‌باشد که برای آنالیز و شبیه‌سازی خرد اقلیم‌های شهری همراه با تغییرات اقلیمی به کار می‌رود. قابلیت انعطاف‌پذیری در اتصال و انتقال به سایر کامپوننت‌ها و همچنین مدل کردن و تعیین درجه حرارتی محدوده مورد مطالعه قبل و بعد از تشکیل جزایر حرارتی شهری از ویژگی‌های مهم و جالب این پلاگین می‌باشد. با استفاده از این پلاگین می‌توان فایل‌های ای. ام. وای ۴ را ساخت و کاربردهای گسترده‌ای در تحلیل‌های جزایر حرارتی شهری دارد. در مطالعات مربوط به درک و تحلیل چیدمان کالبدی معماری، برای ارزیابی پیچیدگی آن از تجزیه و تحلیل شرایط آب‌وهوا، ترافیک، فضای سبز و عرض جغرافیایی استفاده می‌شود. از آنجایی که پدیده جزایر حرارتی شهری، حاصل اختلاف دمای بین منطقه اطراف شهر و فضای داخلی شهر می‌باشد، نمودارهای را می‌توان به صورت دیاگرام شدت گرمایی روستایی و شهری نشان داد. با استفاده از تحلیل‌های دینامیکی و سیالاتی که در این پلاگین صورت می‌گیرد، می‌توان تفاوت شدت دمای جزایر حرارتی شهری را در چیدمان‌های فضایی مورد نظر مقایسه نمود و نتایج جهت پیش‌بینی چیدمان بهینه ارائه نمود.

۱.۲ مدل‌سازی در دراگون فلای

دراگون فلای ۵ ایجاد مدل‌های انرژی در مقیاس ناحیه را از طریق استفاده از یک طرح انتزاعی هندسه ساختمان امکان‌پذیر می‌سازد. مدل‌های دراگون فلای را می‌توان مستقیماً به مدل‌های سه‌بعدی هانی بی ۶ ترجمه کرد، اما همچنین می‌تواند مستقیماً در انواع موتورهای شبیه‌سازی شوند. شبیه‌سازی انرژی مدل‌های دراگون فلای را می‌توان با کیت توسعه نرم‌افزاری شهری ۷، که از اپن استدیو ۸ و انرژی پلاس ۹ استفاده می‌کند، اجرا کرد. نتایج شبیه‌سازی انرژی را می‌توان برای شبیه‌سازی بارها در زیرساخت‌های الکتریکی با نرم‌افزار تحلیل و پخش بار انرژی الکتریکی ۱۰ استفاده کرد و همچنین می‌تواند در بهینه‌سازی هزینه انرژی‌های تجدید پذیر استفاده نمود. در نهایت، هر مدل دراگون فلای می‌تواند برای تغییر شکل

^۱ .epw

^۲ Rhino

^۳ Ladybug

^۴ AMY (Actual Meteorologic Year)

^۵ Dragonfly

^۶ Honeybee







^۷ URBANopt SDK

^۸ OpenStudio

^۹ EnergyPlus

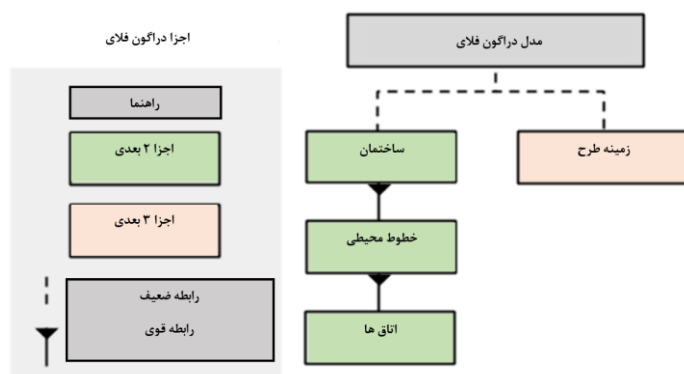
^{۱۰} OpenDSS

فایل‌های آب‌وهوایی انرژی پلاس ۱ برای محاسبه اثر جزایر حرارتی شهری با استفاده از ژنراتور آب‌وهوای شهری ۲ استفاده شود. در شکل ۱ موارد استفاده از پلاگین دراگون فلابی ارائه شده است.

					
انرژی ناحیه شهری	بارهای شبکه برق	بهینه‌سازی هزینه انرژی تجدید پذیر	اوج بار + پاسخ تقاضا	مدل‌سازی جزایر حرارتی شهری	فایل آب و هوایی سالانه

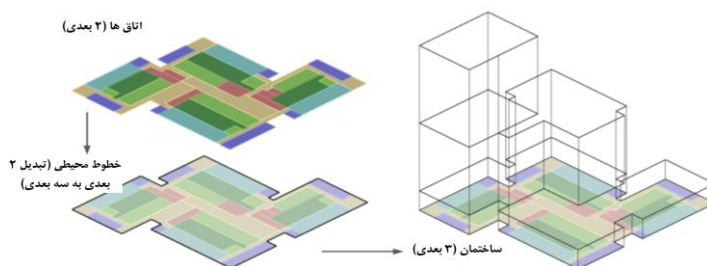
شکل ۱- موارد استفاده از پلاگین دراگون فلابی منبع: سایت آموزشی دراگون فلابی

در شبیه‌سازی مدل توسط پلاگین دراگون فلابی، سلسله‌مراتب فضایی از کوچک‌ترین شیء هندسی تا بزرگ‌ترین آن مدل‌سازی می‌گردد. این اجزا به ترتیب؛ زمینه طرح، اتاق‌ها، خطوط محیطی و ساختمان می‌باشد. زمینه طرح نشان‌دهنده اشیایی مانند درختان، زمین، بناهای تاریخی و سایر اشیایی است که ممکن است هندسه شبیه‌سازی را تحت‌الشعاع قرار دهند. در نمودار ۵ روابط بین این اجزا را مشاهده می‌کنید. روابط این اشیا به شرح شکل ۲ است.



شکل ۲- رابطه شبیه‌سازی اجزا در پلاگین دراگون فلابی منبع: سایت آموزشی دراگون فلابی

سلسله‌مراتب فضایی رابطه بین اشیاء در دراگون فلابی را می‌توان در شکل ۳ تصویر کرد:



شکل ۳- سلسله‌مراتب فضایی رابطه بین اشیاء در دراگون فلابی منبع: سایت آموزشی دراگون فلابی

^۱ EPW

^۲ UWG (Urban Weather Generator)

۲.۲ گسترش طرح مدل

مدل کلی و هر اجزای هندسی (۴ جز) که مدل را تشکیل می‌دهند، قرار است با ویژگی‌هایی برای موتورهای شبیه‌سازی مختلف مانند اپن استدیو، انرژی پلای و رادیناس^۱ توسعه داده شوند. این پسوند از طریق یک کلید^۲ که هر یک از این اشیاء دارند، انجام می‌شود. در این کلید که هر شیء هندسی دارد، کلیدهایی به صورت زیرمجموعه آن برای یک موتور شبیه‌سازی خاص اضافه می‌شوند. این کلیدها باید در تمام اجسام هندسی در مدل سازگار باشند. به عنوان مثال، کلید "انرژی" برای قرار دادن تمام خصوصیات جسم برای شبیه‌سازی انرژی استفاده می‌شود و کلید "درخشندگی" تمام ویژگی‌های جسم را برای شبیه‌سازی تابش در خود جای می‌دهد.

۳.۲ نقاط قوت دراگون فلائی

جدای از سهولت مدیریت مدل و ویژگی‌هایی که ذکر شد، چندین مزیت دیگر برای نمایش هندسه ساختمان به عنوان حجم دهنده‌های دوبعدی که در خطوط محیطی و ساختمان‌ها گروه‌بندی می‌شوند، وجود دارد. اولین مورد این است که اندازه فایل‌های طرح‌واره می‌تواند به طور چشمگیری کوچک‌تر باشد و ذخیره بخش‌های بزرگی از محیط ساخته شده را در مدلی به اندازه خیلی کوچکی ممکن سازد. یک منطقه شهری معمولی که به عنوان مدل دراگون فلائی نشان داده می‌شود، می‌تواند اندازه فایلی کمتر از ۱/۱۰ اندازه معادل مدل هانی بی داشته باشد که باعث می‌شود مدل‌های دراگون فلائی بسیار قابل حمل و اشتراک‌گذاری شوند. مزیت دیگر این است که مدل‌های دراگون فلائی را می‌توان به راحتی به فرمت‌های دوبعدی که در صنعت ساختمان رایج هستند، تبدیل کرد. هنگامی که هندسه به صورت دوبعدی است، تبدیل آن به مدل‌های سه‌بعدی دقیق‌تر صورت می‌گیرد و این کار درصد خطای شبیه‌سازی را کاهش می‌دهد. دراگون فلائی و موتور اصلی آن، مولد آب‌وهوای شهری^۳، با استفاده از فایل‌های آب‌وهوایی انرژی پلاس، برای بازتاب شرایط جزایر حرارتی شهری، با توجه به ورودی‌های خصوصیات شهری، به مدل‌سازی این پدیده کمک می‌کند.

۴.۲ موتور دراگون فلائی

پلاگین دراگون فلائی به وسیله موتور مولد آب‌وهوای شهری، کار شبیه‌سازی را انجام می‌دهد. مولد آب‌وهوای شهری، توسط برونو بوئو^۴ برای رساله دکتری خود در دانشگاه ام آی تی^۵ آمریکا توسعه داده شد. از آن زمان تاکنون سه بار اعتبار سنجی شده است و توسط آیکو ناکانو^۶ بهبود یافته است. در سال ۲۰۱۶، جوزف یانگ^۷ نیز موتور را بهبود بخشید و طیفی از قالب‌های ساختمانی را به آن افزود. این موتور، یک برنامه پایتون برای مدل‌سازی اثر جزایر حرارتی شهری است که به طور خاص از فایل‌های آب‌وهوایی انرژی پلاس استفاده می‌کند تا به کمک آن‌ها طیف وسیعی از ویژگی‌های شرایط حرارتی شهر را منعکس کند.

۵.۲ شرایط مرزی در شبیه‌سازی

در مدل‌سازی، شرایط مرزی جهت کار با موتور مولد آب‌وهوای شهری، شامل اجزای زیر است که به کمک این تنظیمات می‌توان شبیه‌سازی جزایر حرارتی شهری را در منطقه روستایی و شهری ایجاد نمود.

– هندسه ساختمان که شامل ارتفاع، پوشش زمین، پنجره، سطح دیوار و نمای ساختمان‌ها می‌باشد.

^۱ Radiance

^۲ Properties

^۳ UWG (Urban Weather Generator)

^۴ Bruno Boeto

^۵ MIT

^۶ Aiko Nakano

^۷ Joseph Young

- کاربری ساختمان که شامل نوع برنامه، سیستم تهویه طبیعی^۱ و برنامه حضور افراد و تجهیزات می‌باشد.
 - رد گرمایی سیستم خنک‌کننده به خارج از ساختمان (برای تابستان)
 - نشت گرمایی داخلی به بیرون از ساختمان (برای زمستان)
 - مصالح شهری که شامل جرم حرارتی، ضریب آلبدو و انتشار جاده‌ها، دیوارها و سقف‌ها می‌باشد.
 - گرمای ناشی از ترافیک که شامل برنامه زمان‌بندی ترافیک می‌باشد.
 - پوشش گیاهی که شامل درختان، درختچه‌ها می‌باشد.
 - انتقال حرارت اتمسفر از لایه‌های مرز شهری و سایبان (سایت آموزشی دراگون فلای).
- برای مدل‌سازی شرایط جزایر حرارتی شهری با استفاده از دراگون فلای و بر پایه مولد آب‌وهوای شهری، سه روش وجود دارد:

۱- استفاده از پلان ساختمان‌ها

۲- استفاده از بلوک ساختمان‌ها

۳- تعریف پارامترهای ساختمان‌ها

برای واردکردن مشخصات یک منطقه شهری وجود دارد که برای شبیه‌سازی جزایر حرارتی شهری، مولد آب‌وهوای شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در جدول ۱، شرایط مدل‌سازی پژوهش حاضر ارائه شده است.

جدول ۱ - شرایط مدل‌سازی پژوهش

عوامل	شرایط مرزی
هندسه ساختمان‌ها	ارتفاع هر بلوک ۳۰ متر
	پوشش زمین ۶۰ درصد عرصه
	پنجره هیچ بازشویی در نظر گرفته نشده است.*
	سطح دیوار صاف (بدون برآمدگی و تورفتگی)
	نمای ساختمان صاف (بدون برآمدگی و تورفتگی)
کاربری ساختمان‌ها	نوع برنامه مسکونی
	سیستم تهویه طبیعی در نظر گرفته نشده است زیرا مربوط به فضای داخلی است.
	برنامه حضور افراد و تجهیزات استفاده دائمی در فضای باز مجتمع‌ها
رد گرمایی سیستم خنک‌کننده به خارج از ساختمان (برای تابستان)	در نظر گرفته نشده است زیرا مربوط به فضای داخلی است.
نشت گرمایی داخلی به بیرون از ساختمان (برای زمستان)	در نظر گرفته نشده است زیرا مربوط به فضای داخلی است.

بر اساس مدل هواشناسی ایستگاه مهرآباد، دمای هوا در بازه ده‌ساله ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۲ در جدول ۲ نشان‌دهنده شده است. همان‌طور که از داده‌های این نمودار مشخص است، بیشترین دمای هوا مربوط به ماه مرداد (ژوئیه) می‌باشد. بر همین اساس، مدل شبیه‌سازی برای روز ۹ مردادماه ۱۴۰۱ (۳۱ ژوئیه ۲۰۲۲) انجام شد.

جدول ۲ - دمای هوای شهر تهران بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی مهرآباد (۱۳۹۱ تا ۱۴۰۱)

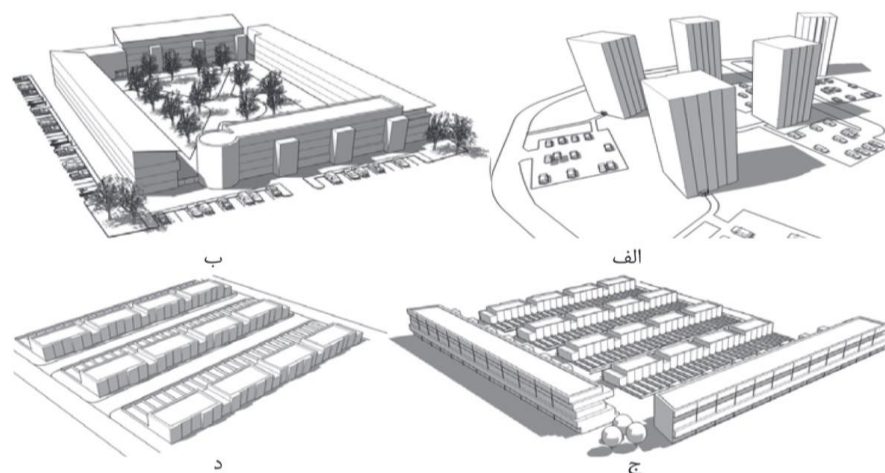
ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سال
سابقه بیشترین C°	۱۹/۶	۲۲/۰	۲۸/۰	۲۱/۰	۳۷/۰	۴۱/۰	۴۲/۰	۴۱/۴	۲۸/۰	۳۳/۰	۲۶/۰	۲۰/۰	۴۳
میانگین بیشترین C°	۷/۲	۹/۹	۱۵/۴	۲۱/۹	۲۸/۰	۳۴/۱	۳۶/۸	۳۵/۴	۳۱/۵	۲۴/۰	۱۶/۵	۹/۸	۲۲/۵۴
میانگین روزانه C°	۲/۵	۴/۹	۱۰/۱	۱۶/۴	۲۲/۲	۲۷/۹	۳۰/۸	۲۹/۵	۲۵/۴	۱۸/۲	۱۱/۱	۵/۰	۱۷
میانگین کمترین C°	-۱/۱	۰/۷	۵/۲	۱۰/۹	۱۶/۱	۲۰/۹	۲۴/۰	۲۲/۰	۱۹/۲	۱۲/۹	۶/۷	۱/۲	۱۱/۶۵
سابقه کمترین C°	-۱۵/۰	-۱۱/۰	-۸/۰	-۳/۰	۴/۴	۵/۰	۱۴/۰	۱۳/۰	۱۰/۰	۲/۸	-۶/۰	-۱۳/۰	-۱۵

منبع: اداره کل هواشناسی استان تهران

۳. یافته‌ها

۳.۱ گونه‌شناسی چیدمان کالبدی معماری ساختمان‌های بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی

از ابتدای قرن بیستم، دو دیدگاه متضاد، واحدهای مسکونی لوکوروبوزیه^۱ و واحد همسایگی یا محله پیشنهادی کلارنس پری^۲، برای تعریف واحد همسایگی مطرح گردید که آثار کالبدی و اجتماعی مهمی بر شکل‌گیری محله و طراحی مجتمع‌های مسکونی بعد از خود نهادند. لوکوروبوزیه واحد مسکونی ماری را که شامل ۳۳۰ واحد مسکونی در ساختمان ۱۷ طبقه در محیط سبز وسیعی با فروشگاه، مهدکودک و مابقی امکانات عمومی در درون آن طراحی کرد. این مجتمع مسکونی ۱۷ طبقه، به‌صورت یک محله خودکفا و پاسخگوی نیاز کاربران است. پری، الگوی در سطح واحد همسایگی را به‌منزله محیطی اجتماعی - کالبدی برای توسعه مناطق شهری پیشنهاد کرد. پری چهارعنصر اصلی را برای چنین محیطی تعریف کرد که شامل یک مدرسه ابتدایی، پارک یا زمین‌بازی، فروشگاه‌های کوچک و ترکیبی از ساختمان‌ها، خیابان‌ها و خدمات عمومی با دسترسی ایمن پیاده بود. این الگو از دهه ۱۹۳۰ میلادی در برنامه‌ریزی محله‌های جدید مسکونی شهرهای دنیا به شکل گسترده‌ای استفاده شد. در این الگو، پارک به‌صورت ستون فقرات محله، در مرکز قرار گرفته و فضای سبز مرکزی با فضای باز خدمات محلی تلفیق می‌شود. وجه تفاوت اصلی این دو نحوه، قرارگیری و میزان فضای باز و بسته در کنار یکدیگر است که هر کدام مبنای گونه‌های مسکونی متفاوتی است. گونه‌شناسی مجتمع‌های مسکونی بلندمرتبه متشکل از بلوک‌های متفاوت، علاوه بر گونه‌شناسی مبتنی بر نوع دسترسی و روابط فضاهای داخلی، در نحوه قرارگیری و هم‌نشینی فضای باز و بسته نیز می‌باشد. گونه‌های غالب این مجتمع‌ها، بلوک‌های منفرد، چیدمان محیطی، بلوک‌های ردیفی و ترکیب مختلطی از سایر بلوک‌ها است. در چیدمان منفرد، بلوک‌های بلندمرتبه مسکونی به‌صورت مجزا در کنار یکدیگر می‌ایستند. در این گونه، امکان تهویه و نورگیری طبیعی بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها فراهم است و فضای باز با کیفیات متفاوتی حاصل می‌گردد. در گونه چیدمان محیطی، نمای اصلی بلوک‌ها رو به معبر عمومی دارد و فضای خصوصی در پشت بلوک قرار می‌گیرد. چیدمان بلوک‌ها به‌صورت ترکیب مختلط، باعث شکل‌گیری فضای باز خصوصی می‌گردد که می‌تواند به‌صورت مشترک برای تمام بلوک‌ها باشد و یا به قطعات کوچک خصوصی تفکیک گردد. گونه ردیفی، ساده‌ترین راه‌حل چیدمان بلوک‌ها است. جهت‌گیری این بلوک‌ها تابع ملاحظات اقلیمی و یا ضوابط شهرسازی منطقه است (عینی فر و قاضی‌زاده، ۱۳۸۹). در شکل ۴، گونه‌های چیدمان فضایی بناهای بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی به‌صورت گرافیکی ارائه گردیده است.



شکل ۴ - چیدمان فضایی بناهای بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی
(الف) چیدمان منفرد (ب) چیدمان محیطی (ج) چیدمان ترکیبی (د) چیدمان ردیفی

^۱ Le Corbusier


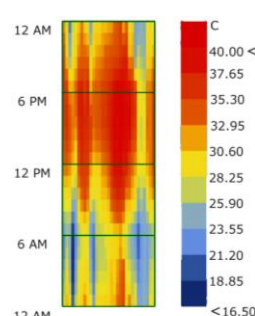
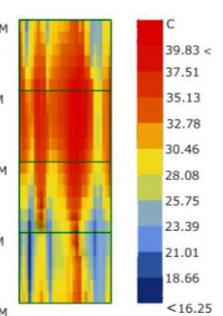
^۲ Clarence Perry

۲.۳ نتایج اجرای مدل

همان طور که مطرح شد، چهار نوع چیدمان کالبدی معماری ساختمان‌های بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی وجود دارد که شامل؛ چیدمان بلوک‌های منفرد، چیدمان بلوک‌ها به صورت محیطی، چیدمان ترکیبی بلوک‌ها و چیدمان بلوک‌ها به صورت ردیفی است که بر اساس روش پژوهش و با توجه به هدف آن، در پلاگین دراگون فلای شبیه‌سازی شد. با توجه به تعریف جزایر حرارتی شهری که مبنای تعریف آن، اختلاف دمای بین فضای شهری و اطراف آن (فضای روستایی) است؛ نمودار درجه حرارت هر یک از گونه‌ها به دست آمد. در نمودار جزایر حرارتی، رنگ‌های قرمز، زرد و آبی مهم‌ترین رنگ‌ها می‌باشند که به ترتیب از شدت حرارتی آن‌ها که نشان‌دهنده دمای جزایر حرارتی شهری هستند، کاسته می‌شود. با توجه به اینکه جهت تعیین نمودارهای آب‌وهوایی، شهر تهران در نظر گرفته شده است، اطلاعات آب‌وهوایی بر اساس ایستگاه مهرآباد استفاده شده‌اند. ایستگاه هواشناسی مهرآباد مهم‌ترین قسمت هواشناسی ایران است که اطلاعات هواشناسی را به صورت شبانه‌روز از ۴۰۰ ایستگاه مستقر در کشور دریافت، مستندسازی و دسته‌بندی می‌کند (خبرگزاری برنا).

شبیه‌سازی با توجه به شرایط مرزی بیان شده در جدول ۲، صورت گرفت. طبق یافته‌های پژوهش و نتایج اجرای مدل‌ها در جدول ۳، نمودار درجه حرارت جزایر حرارتی چیدمان کالبدی معماری بلوک‌ها به صورت منفرد به همراه دید پرنده آن، ارائه شده است.

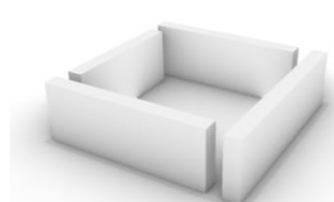
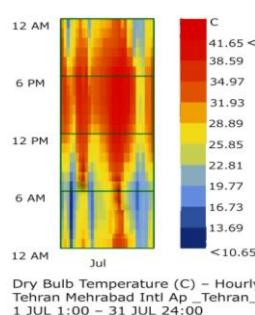
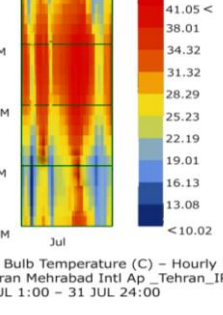
جدول ۳ - نمودار درجه حرارت جزایر حرارتی چیدمان کالبدی معماری بلوک‌ها به صورت منفرد به همراه دید پرنده آن

چیدمان	دید پرنده	جزایر حرارتی شهری	جزایر حرارتی روستایی
منفرد		 Dry Bulb Temperature (C) - Hourly Tehran Mehrabad Intl Ap _Tehran_IRN 1 JUL 1:00 - 31 JUL 24:00	 Dry Bulb Temperature (C) - Hourly Tehran Mehrabad Intl Ap _Tehran_IRN 1 JUL 1:00 - 31 JUL 24:00

با توجه به جدول ۲، بالاترین درجه حرارت جزایر حرارتی شهری، ۴۰ درجه سانتی‌گراد و بالاترین درجه حرارت جزایر حرارتی روستایی، ۳۹/۸۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. اختلاف دمای این دو نمودار ۰/۱۷ درجه سانتی‌گراد است.

در جدول ۴، نمودار درجه حرارت جزایر حرارتی چیدمان کالبدی معماری بلوک‌ها به صورت محیطی به همراه دید پرنده آن، نشان داده شده است.

جدول ۴ - نمودار درجه حرارت جزایر حرارتی چیدمان کالبدی معماری بلوک‌ها به صورت محیطی به همراه دید پرنده آن

چیدمان	دید پرنده	جزایر حرارتی شهری	جزایر حرارتی روستایی
محیطی		 Dry Bulb Temperature (C) - Hourly Tehran Mehrabad Intl Ap _Tehran_IRN 1 JUL 1:00 - 31 JUL 24:00	 Dry Bulb Temperature (C) - Hourly Tehran Mehrabad Intl Ap _Tehran_IRN 1 JUL 1:00 - 31 JUL 24:00

بر اساس نمودارهای این جدول، بالاترین درجه حرارت جزایر حرارتی شهری و روستایی به ترتیب برابر است با ۴۱/۶۵ درجه سانتی‌گراد و ۴۱/۰۵ درجه سانتی‌گراد که اختلاف دمای این دو نمودار ۰/۶۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

در ادامه نمودار درجه حرارت جزایر حرارتی چیدمان کالبدی معماری بلوک‌ها به صورت ترکیبی به همراه دید پرنده آن در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵ - نمودار درجه حرارت جزایر حرارتی چیدمان کالبدی معماری بلوک‌ها به صورت ترکیبی به همراه دید پرنده آن

جزایر حرارتی روستایی	جزایر حرارتی شهری	دید پرنده	چیدمان
<p>Dry Bulb Temperature (C) - Hourly Tehran Mehrabad Intl Ap _Tehran_IRN 1 JUL 1:00 - 31 JUL 24:00</p>	<p>Dry Bulb Temperature (C) - Hourly Tehran Mehrabad Intl Ap _Tehran_IRN 1 JUL 1:00 - 31 JUL 24:00</p>		ترکیبی

نمودارهای جزایر حرارتی در جدول ۴ نشان می‌دهند که، بالاترین درجه حرارت جزایر حرارتی شهری، ۴۲/۰۹ درجه سانتی‌گراد و بالاترین درجه حرارت جزایر حرارتی روستایی، ۴۱/۰۴ درجه سانتی‌گراد است. اختلاف دمای این دو نمودار ۱/۰۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. نمودار درجه حرارت جزایر حرارتی و دید پرنده چیدمان کالبدی معماری بلوک‌ها به صورت ردیفی در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶ - نمودار درجه حرارت جزایر حرارتی چیدمان کالبدی معماری بلوک‌ها به صورت ردیفی به همراه دید پرنده آن

جزایر حرارتی روستایی	جزایر حرارتی شهری	دید پرنده	چیدمان
<p>Dry Bulb Temperature (C) - Hourly Tehran Mehrabad Intl Ap _Tehran_IRN 1 JUL 1:00 - 31 JUL 24:00</p>	<p>Dry Bulb Temperature (C) - Hourly Tehran Mehrabad Intl Ap _Tehran_IRN 1 JUL 1:00 - 31 JUL 24:00</p>		ردیفی

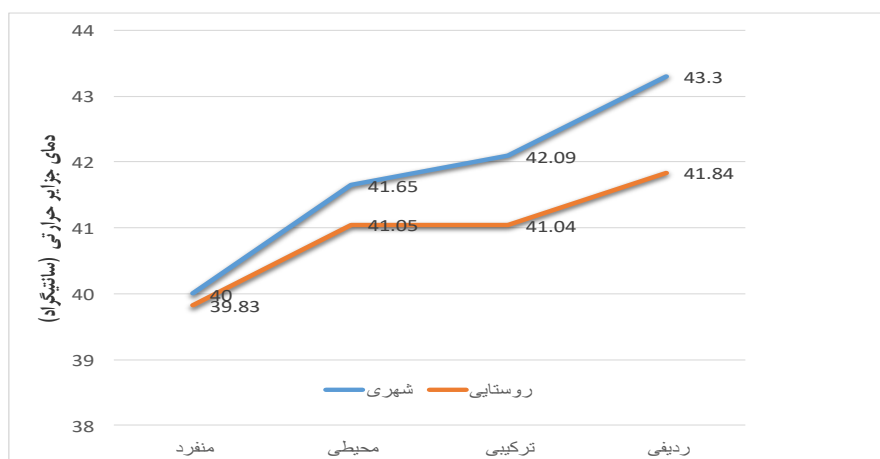
بر اساس داده‌های این جدول، بالاترین درجه حرارت جزایر حرارتی شهری، ۴۳/۳۰ درجه سانتی‌گراد و بالاترین درجه حرارت جزایر حرارتی روستایی، ۴۱/۸۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. اختلاف دمای این دو نمودار ۱/۴۶ درجه سانتی‌گراد است.

جهت تسهیل در مقایسه نتایج مدل‌های ارائه شده بر اساس درجه حرارت جزایر حرارتی، نتایج مدل‌های چیدمان کالبدی معماری به همراه اختلاف دمای آن‌ها در جدول ۷ و شکل ۵ ارائه گردیده است.

جدول ۷- دمای جزایر حرارتی شهری و روستایی در چیدمان‌های کالبدی معماری گونه‌های مسکونی

چیدمان	بالاترین درجه جزایر حرارتی شهری (سانتی‌گراد)	بالاترین درجه جزایر حرارتی روستایی (سانتی‌گراد)	اختلاف دما (سانتی‌گراد)
منفرد	۴۰	۳۹/۸۳	۰/۱۷
محیطی	۴۱/۶۵	۴۱/۰۵	۰/۶۰
ترکیبی	۴۲/۰۹	۴۱/۰۴	۱/۰۵
ردیفی	۴۳/۳۰	۴۱/۸۴	۱/۴۶

ساختار خطی دمای جزایر حرارتی برای گونه‌های مسکونی در نمودار ۷ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، چیدمان منفرد، کمترین و چیدمان ردیفی بیشترین دما را مربوط به جزایر حرارتی نشان می‌دهند.



شکل ۵ - دمای جزایر حرارتی شهری و روستایی در چیدمان‌های کالبدی معماری گونه‌های مسکونی

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله، نحوه تأثیر چیدمان کالبدی معماری ساختمان‌های بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی بر تشکیل و تشدید جزایر حرارتی شهری مورد مطالعه قرار گرفت. به منظور تعیین درجه جزایر حرارتی شهری و روستایی و مقایسه آن‌ها در گونه‌های مسکونی، ابتدا داده‌های آب‌وهوایی شهر تهران از ایستگاه مهرآباد تهیه شد. به منظور کاربردی کردن داده‌های به‌دست‌آمده، درجه کمینه و بیشینه هوا در ماه‌های مختلف در ده سال گذشته مورد بررسی قرار گرفت و میانگین ماهانه آن‌ها محاسبه گردید. در ادامه جهت شبیه‌سازی و تعیین درجه جزایر حرارتی شهری و روستایی هر کدام از گونه‌های مسکونی، مدل‌سازی در پلاگین دراگون فالای بر اساس شرایط مرزی تعیین شده در این پژوهش، انجام شد.

بر اساس هدف و یافته‌های پژوهش حاضر، در چیدمان کالبدی معماری ساختمان‌های بلندمرتبه مجتمع‌های مسکونی که به صورت منفرد، محیطی، ترکیبی و ردیفی صورت گرفت، اختلاف دمای جزایر حرارتی شهری و روستایی هرگونه به ترتیب ۰/۱۷، ۰/۶۰، ۱/۰۵ و ۱/۴۶ سانتی‌گراد به دست آمد. همان‌طور که نتایج تحلیل نمودارهای جزایر حرارتی نشان می‌دهد، هراندازه فاصله بین بلوک‌ها و در نتیجه تراکم آن‌ها بیشتر گردد، درجه حرارت این پدیده بیشتر می‌گردد که منجر به شدت اثرات نامطلوب جزایر حرارتی می‌شود. بنابراین هر چه ساختار کالبدی معماری بلوک‌ها متراکم‌تر باشد، به علت آنکه باعث محبوس شدن انرژی خورشیدی و مانع حرکت باد می‌شوند، بر شدت اثرات و ماندگاری بیشتر پدیده جزایر حرارتی مؤثرند. بنابراین پاسخ سؤال اول این پژوهش مشخص می‌شود. جهت پاسخ به سؤال دوم می‌توان گفت که بنا بر یافته‌ها و نتایج پژوهش، بهترین چیدمان برای ساختار فضایی چیدمان بناهای بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی برای رسیدن به هدف پژوهش، چیدمان کالبدی منفرد می‌باشد. چراکه حرکت باد را تسهیل می‌نماید و انرژی خورشیدی کمتری نسبت به سایر چیدمان‌های فضایی، محصور می‌نماید. به عبارتی دیگر از بین چهار گونه چیدمان فضایی بناهای بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی، چیدمان بلوک‌ها به صورت منفرد، بهترین چیدمان فضایی است که به کاهش شدت اثرات نامطلوب جزایر حرارتی شهری و در نتیجه کاهش مصرف بی‌رویه انرژی‌های فسیلی (تجدید ناپذیر) و افزایش بهره‌وری استفاده از انرژی‌های

تجدید پذیر کمک می‌نماید. بنابراین ساختار و فیزیک ساختمان‌ها در شهر که از عوامل شهرسازی مؤثر بر این پدیده جزایر حرارتی شهری می‌باشد، می‌تواند بر شدت گسترش و سرعت افزایش دامنه این پدیده مؤثر باشد. در این میان رابطه توده و فضای بناها بایستی به گونه‌ای تعریف و طراحی گردند که به کاهش و یا حذف این پدیده و مشکلات ناشی از آن برآسایش انسان‌ها بینجامد.

این پژوهش بر پارامترها چیدمان کالبدی معماری ساختمان‌های بلندمرتبه در مجتمع‌های مسکونی تأکید نمود که می‌توانند در طراحی ساختار و کالبد این بناها، توسط طراحان معماری، منظر، مدیران و برنامه ریزان شهری مورد استفاده قرار گیرند، تا طرح‌های خود را در راستای توسعه مطلوب معماری و شهری پایدار و مصرف بهینه انرژی ارائه نمایند.

با توجه به ماهیت کاربردی پژوهش، جهت انجام پژوهش‌های آینده پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردند:

- در تعیین شدت درجه جزایر حرارتی، تأثیر پوشش گیاهی دیده شوند.

- با استفاده از پلاگین دراگون فلائی، تفاوت دمای جزایر حرارتی شهری در خرد اقلیم‌های گوناگون یک شهر، جهت مقایسه باهم، بررسی

گردد.

- آسایش حرارتی افراد چه در محیط باز و چه در فضای داخلی بناهای بلندمرتبه، بر اساس نتایج حاصل از شدت دمای جزایر حرارتی شهری مورد مطالعه قرار گیرد.

- ساختار این پژوهش در بناهای میان مرتبه مورد پژوهش قرار گیرد.

۵. منابع

- [۱] اداره کل هواشناسی تهران. <http://www.tehranmet.ir>
- [۲] پور امین، کنایون و سید مهدی خاتمی و علی شمس‌الدینی. (۱۳۹۸). عوامل مؤثر بر شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری؛ با تأکید بر ویژگی‌ها و چالش‌های طراحی شهری. مجله گفت‌مان طراحی شهری. دوره ۱. شماره ۱.
- [۳] جهان‌بخش، حیدر. (۱۳۹۶). مدیریت انرژی در معماری و شهرسازی. انتشارات دانشگاه پیام نور.
- [۴] خبرگزاری برنا. www.borna.news
- [۵] رحمتی، مهدی و حیدری، شاهین و بمانیان، محمدرضا. (۱۳۹۴). بررسی راهکارهای طراحی معماری بر کاهش اثر جزایر حرارتی شهری. نشریه انرژی ایران. دوره ۱۹. شماره ۱. صص ۱۰۴ - ۹۱.
- [۶] سایت آموزشی دراگون فلائی. <https://github.com/ladybug-tools/dragonfly-schema/wiki>
- [۷] صادقی، نگین و شفیعی دستجردی، مسعود و رفیعی، مریم. (۱۳۹۹). بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان از طریق بهینه‌یابی سطح شفاف پوسته خارجی در مقیاس بلوک شهری: نمونه موردی بافت فرسوده همت‌آباد در اصفهان. نشریه انرژی ایران. دوره ۲۳. شماره ۱. صص ۱۶۱-۱۹۱.
- [۸] عینی فر، علیرضا و قاضی‌زاده، سیده ندا. (۱۳۸۹). گونه‌شناسی مجتمع‌های مسکونی تهران با معیار فضای باز. فصلنامه آرمان شهر. شماره ۵. صص ۳۵-۴۵.
- [۹] مبحث چهارم مقررات ملی. (۱۳۹۸). دفتر مقررات ملی وزارت راه و شهرسازی.
- [۱۰] Dana Mohammad Ahmad Hamdan & Fabiano Lemesde Oliveira. (۲۰۱۹). The impact of urban design elements on microclimate in hot arid climatic conditions: Al Ain City, UAE. *Journal Energy and Buildings* ۲۰۰. Pp ۸۶-۱۰۳.
- [۱۱] Dana Mohammad Ahmad Hamdan Fabiano Lemesde Oliveira. (۲۰۱۹). The impact of urban design elements on microclimate in hot arid climatic conditions: Al Ain City, UAE. *Journal Energy and Buildings* ۲۰۰. Pp ۸۶-۱۰۳.
- [۱۲] Rode, P., Keim, C., Robazza, G., Viejo, P., & Schofield, J. (۲۰۱۴). Cities and energy: urban morphology and residential heat-energy demand. *Environ Plan B: Plan Des*, ۴۱(۱). Pp ۱۳۸-۶۲.
- [۱۳] Salvati, A., Palme, M., & Inostroza, L. (۲۰۱۷). Key parameters for urban heat island assessment in a Mediterranean context: A sensitivity analysis using the Urban Weather Generator model.
- [۱۴] Sola, A., Corchero, C., Salom, J., & Sanmarti, M. (۲۰۱۸). Simulation tools to build urban-scale energy models: A review. *Energies*, ۱۱(۱۲), ۳۲۶۹.

Investigating the influence of the physical arrangement of the architecture of high-rise residential complex buildings and urban heat islands

Abstract

How the relationship between the mass and the space of high-rise buildings in residential complexes, as an effective factor in the architectural design of urban spaces, can have a significant impact on climate changes in micro-climates. In this regard, one of the dangers that can be related to the physical arrangement of high-rise buildings is the formation of urban heat islands. This phenomenon has adverse effects on people's health and thermal comfort, as well as excessive energy consumption. Therefore, one of the big challenges of architects, urban and landscape designers is how to plan to reduce the effects of urban heat islands. This research was carried out with the aim of simulating and proving the relationship between the physical arrangement of the architecture of high-rise buildings in residential complexes and reducing the adverse effects of urban heat islands by means of the Dragonfly plugin, in order to extract the optimal pattern. This simulation is based on the meteorological statistics of the country for the 9th day of July ۲۰۲۲ as the hottest day of the year. Individual, environmental, combined and row types were investigated as four types of architectural physical arrangement in Tehran city and the temperature degree of urban and rural heat islands of each type was determined at the specified time. The results showed that among the four examined types, the arrangement of blocks individually is the most optimal type of arrangement, which reduces the intensity of the adverse effects of urban heat islands and, as a result, reduces the excessive consumption of fossil (non-renewable) energies and increasing the efficiency of using renewable energy helps.

Keywords: high-rise buildings, urban heat islands, Dragonfly, simulation