فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای
سال یازدهم، شماره ٤، پاییز ١٤٠٠
صص: ٢٨٥-٢٦١

ارزیابی و تبیین مدل طراحی شهری پایدار با رویکرد تراکم مبنا در بافت شهری (نمونه موردی: منطقه ۲ تهران)

مهدی بقایی

دانشجوی دکترای شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

یوسفعلی زیاری

دکترای شهرسازی، دانشیار، گروه برنامه ریزی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی،
واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

زهرا سادات سعیده زرآبادی[1]

دکترای شهرسازی، دانشیار، گروه شهرسازی، دانشکده عمران، هنر و معماری،
واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

حمید ماجدی

دکترای شهرسازی، استاد، گروه شهرسازی، دانشکده عمران، هنر و معماری،
واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت:١٤٠٠/٠١/١٣ تاریخ پذیرش:١٤٠٠/٠٦/٤

چکیده

در سال‌های اخیر مسائل مربوط به تغییرات اقلیمی و انرژی، بیشترین اهمیت و تمرکز را در مطالعات شهری به خود اختصاص داده‌اند. در موضوع بهینه سازی کارایی انرژی در شهر، ساختمان‌ها اصلی‌ترین کانون هستند و از میان انرژی‌های مصرفی نیز، انرژی تابشی خورشیدی از یک طرف و تقاضای انرژی گرمایی از طرف دیگر مهمترین موارد مورد بررسی در کارایی انرژی در شهر هستند که همراه با دیگر پارامترهای اقلیمی، اصلی‌ترین تاثیرات را بر کیفیت محیط‌های زندگی دارند. هدف اصلی پژوهش حاضر، استخراج چارچوب بهینه و نیز ساختار متغیرهای تثبیت شده در قالب یک دستگاه در نوع نگرش ساختاری به مفهوم طراحی شهری در ریخت شناسی شهری است که از این طریق بتوان فرا الگوی پایداری را در بستر فرم کالبدی شهر به عنوان یک مدل تبیین نمود. پژوهش حاضر از لحاظ ساختار، تحلیلی- توصیفی است که شیوه گردآوری داده‌ها بصورت اسنادی، برداشت میدانی، داده‌سازی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی با استفاده از نرم افزارهای تحلیل انرژی در مبحث انرژی با رویکرد تحلیلی خرد اقلیم شهری نظیر انوی مت[2] است. به همین جهت ۴ ریخت گونه در بافت منطقه ۲ تهران مورد ارزیابی قرار گرفت که یافته‌های تحقیق نشان دهنده اختلاف حالت بهینه و وضعیت موجود پارامترهای ارزیابی شده بوده و میزان اختلاف و تاثیر تراکم افزوده شده در هر ریخت‌گونه محدوده

۱- (نویسنده مسئول) z.zarabadi.s@gmail.com

2 ENVI-met

موثر را بر اساس شاخص‌های پایه را تبیین می‌کند که گونه ساختمانی بلندمرتبه دارای بیشترین تغییرات مثبت در شرایط پیشنهادی می‌باشد و به ترتیب گونه‌های فشرده مقادیری کمتر را دارا هستند. در پژوهش‌های آتی نیز می‌توان دیگر متغیرهای ریخت‌شناسی و حالت‌های تطبیقی با پارامترهای اقلیمی را به منظور دستیابی به کارایی انرژی در حالت‌های دیگر نیز بررسی نمود.

کلمات کلیدی: تغییرات اقلیمی، ریخت شناسی شهری، الگوی پایداری، فرم کالبدی، تراکم ساختمانی

مقدمه

طبق گزارش سازمان ملل، فرم شهر دارای تاثیر مستقیم بر مصرف انرژی است (Marique & Reiter, 2011). بدین ترتیب که شکل شهر و الگوی طراحی آن از طریق ویژگی‌هایی چون تراکم ساختمانی، اختلاط کاربری‌ها، الگوی شبکه ارتباطی و شبکه حمل و نقل عمومی در مصرف انرژی تأثیرگذار است (Van Esch et al. 2012; Yao, 2012 ;Ma et al. 2021; Leng et al. 2020). توسعه شهری نیز ضرورتا بدون توجه تسلط ساختمان ها و فضا های طبیعی بر روند رشد شهری امکان پذیر نیست.(حاجی فتحعلی و دیگران، ۱۳۹۹). می‌توان انرژی مصرفی شهرها در ۵ بخش اصلی صنعت، حمل و نقل، سکونت، خدمات و کشاورزی دسته بندی می‌شود که حداکثر مصرف انرژی در کشورهای جهان سوم در بخش‌های حمل و نقل و سکونت اتفاق می‌افتد که در این میان ساختمان‌ها مسئول مصرف بیشترین میزان یعنی ٤٠٪ انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند (Jamei et al. 2015; Kruger et al. 2010) ، و بیشترین پتانسیل کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز در حدود ۲۹٪ تا سال ۲۰۳۰، در مورد ساختمان‌ها می‌تواند محقق شود (Er-Rosenzweig et al. 2015). عوامل مهم تاثیر گذار در مصرف انرژی توسط ساختمان‌ها؛ تراکم، تنوع، طراحی و سایر مشخصه‌های آماری می‌باشند. از این رو مفهوم انرژی در ساختمان به صورت خوشه‌های دسته بندی در بافت‌های شهری در بستر مفهوم ریخت شناسی شکل می‌گیرد. به همین جهت گونه‌های ساختمانی به عنوان سلول‌های این مفهوم، میزان کارایی انرژی را مشخص می‌کنند (Xu et al. 2015). برنامه تغییر منابع انرژی بر اساس پنج محور استوار است که طبق آن، بیشترین میزان مصرف شهری انرژی در ساختمان‌ها صورت می‌گیرد (Morris & Pehnt, 2015). به این دلیل برای بهینه‌سازی کارایی انرژی در شهر، ساختمان‌ها اصلی‌ترین کانون توجه خواهند بود. از میان انرژی‌های مصرفی نیز، انرژی تابشی خورشیدی از یک طرف و تقاضای انرژی گرمایی از طرف دیگر مهمترین موارد مورد بررسی در کارایی انرژی در شهر هستند. در واقع انرژی مصرفی ساختمان‌ها معلول میزان تراکم و فرم ساختمان‌ها و همچنین شیوه قرارگیری شان نسبت به هم است و با ایجاد تغیرات در این موارد می‌توان به مقدار قابل توجهی مقدار انرژی مصرفی توسط ساختمان‌ها در بافت شهری را کاهش داد. در سال‌های اخیر مسائل مربوط به تغییرات اقلیمی و انرژی، بیشترین اهمیت و تمرکز را در مطالعات شهری به خود اختصاص داده‌اند (Acreo & Herranz-Pascual, 2015). امروزه مسئولیت انتشار بیش از ۷۰٪ گازهای گلخانه‌ای، شهرها هستند (Stromann, 2020) ، با اینکه شهرها ۲٪ از سطح زیست‌کره را پوشانیده‌اند (Rodriguez & Matzarakis, 2016)، ساکنان آنها ٦٠ الی ۸۰٪ انرژی جهان را مصرف می‌کنند (Taleghani et al. 2014). با تشدید این مسئله، کارایی

انرژی در توسعه شهری یک عامل کلیدی محسوب می‌شود (Cheval & Dumitrescu, 2014;Yang & Lin, 2016). همین امر موجب تلاش همه جانبه دولت‌ها برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است (Wang & Zhang, 2016). در رابطه بین ساختمان‌ها و محیط اطراف، هر بنا باعث تغییر آب و هوایی در اطراف خود می‌شود. این تغیرات تحت عنوان خرد اقلیم شهری و تاثیر عواملی چون هندسه و مقطع شهر، شکل، ارتفاع، اندازه بناها، جهت خیابان‌ها و ساختمان‌ها و سطح فضاهای باز صورت می‌گیرد (Abreu-Harbich et al. 2014). در حالت کلی هر توده که در مفهوم مسکن نیز تداعی میشود، تنها محیطی سرپوشیده نیست بلکه نیازمند تبیین ساخت واره زیست محیطی از آن نیز وجود دارد (ستار پور و دیگران، ۱۳۹۹). عناصر انسان ساخت شهری بنا بر تاثیراتی که بر فاکتورهای اقلیمی شامل؛ دمای هوا، رطوبت نسبی، سرعت و جهت وزش باد و همچنین تابش خورشید، در اطراف و بالای خود می‌گذارند، اقلیم مصنوعی پدید می‌آورند که همواره بر یکدیگر تاثیر متقابل دارن که این مهم بر کیفیت مسکن نیز تاثیر مستقیم دارد (کرمی و ذاکر حقیقی، ۱۳۹۵). امروزه بررسی‌های مهمی برای استفاده اقلیمی و مبحث انرژی در توده های ساختمانی وجود دارد که بیشتر در کشور های توسعه یافته مورد توجه قرار می گیرد (باقری و ابراهیمی، ۱۳۹۷). در نگاهی دیگر، میزان تعدیل و سازگاری توده ساختمانی، با توجه به نگرش انرژی و اقلیمی به شهر، میتواند در شکل قرارگیری مورد توجه قرار گیرد (راوند و دیگران، ۱۳۹۹). مورد شکل فضای شهری متناسب با شکل سرپناه و شرایط آب و هوایی، خرد اقلیم شهری ایجاد می‌کند و در نتیجه آن شرایط متفاوتی برای زندگی در این فضاها را پدید می‌آورد (Yingjie et al. 2020). هندسه شهری نیز نقشی بسزا در تعیین خرد اقلیم شهری دارد (Jamei et al. 2016). البته پارامترهای دیگری چون جنس و آلبیدوی مصالح، سبزینگی، رطوبت، کنترل تابش و تاثیر توده‌های گرمایی نیز همگی بر خرد اقلیم شهری، تاثیرگذار هستند (Abreu-Harbich et al. 2014). از میان پارامترهای مذکور، نسبت وجوه و جهت گیری معابر، بیشترین تاثیر را بر شدت شرایط محیطی در شهرها دارند (Rodriguez Algeciras et al. 2016; Abreu-Harbich et al, 2014). پارامترهای ریخت شناسی علاوه بر تأثیرگذاری بر شرایط آب وهوایی بیرون ساختمان قادر به تغییر شرایط آب وهوایی درون ساختمان نیز می‌باشند، به همین دلیل بررسی ساختمان به شکل واحدی مستقل و بدون در نظر گرفتن موقعیت و شرایط آن در مقیاس شهری نباید صورت پذیردریخت‌شناسی شهری با در نظر گرفتن تاثیرات آن بر فاکتورهای اقلیمی، به صورت مستقیم و غیر مستقیم در تغییر میزان مصرف انرژی در شهرها به ویژه انرژی گرمایشی تاثیر گذار است و نمی‌توان گونه‌های ساختمانی را به صورت واحدی مستقل و بدون لحاظ کردن موقعیت و شرایط آن در مقیاس شهری بررسی کرد (Adolphe, 2001). همچنین تأثیر پیکربندی افقی و عمودی، نسبت سطح ساخت مساحت قطعه و سطح اشغال در شکل گیری بافت شهری دارای اهمیت بسزایی است (Santos et al, 2021).

اما باید به این موضوع نیز توجه داشت که شهرها و عناصر شهری در کنار عملکردشان همیشه از عوامل آب وهوایی متأثر می‌باشند. بطوری که شرایط اقلیمی نه تنها یکی از عناصر تعیین کننده میزان تقاضای انرژی است، بلکه میزان مصرف انرژی خود نیز می‌تواند از طریق تغییر در سازمان فضایی به صورت غیر مستقیم اثراتی را در اقلیم

ایجاد نماید. این تأثیر در برخی موارد باعث کاهش نیاز حرارت در فصول سرد و در مقابل سبب افزایش نیاز سرمایش در فصول گرم می‌گردد که با رویکرد ریختشناسانه می‌توان روابط مابین پارامترهابی اقلیمی و متغییرهای ریخت‌شناسی را بررسی و تبیین نمود. عناصر نظیر توده، معابر و بلوک بعنوان اصلی‌ترین موارد ریخت شهری در خود شاخص‌هایی را دارا هستند که با عنوان آن این رابطه معنادار عملا دقیق‌ترین تاثیرات را می‌توان تحلیل نمود. اندازه‌گیری تراکم محیط ساخته شده و همچنان شاخص‌هایی نظیر سطح اشغال[1]، نسبت فضای باز[2] و طبقات[3] نیز می‌تواند مداخه گرهای اصلی پژوهش قلمداد شوند (Dawodu & Cheshmezangi, 2017). بر این اساس می‌توان متغیرهای مورد بررسی و نیز چارچوب مفهومی پژوهش جاری را در قالب متغیرهای منتخب در موضع ریخت شناسی شهری و نیز نوع تاثیر این پارامترها در اقلیم شهری را به صورت زیر بیان نمود:

شکل ۱: چارچوب مفهومی پژوهش، متغیر های منتخب در موضع ریخت شناسی شهری

منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

توضیح اینکه مدل مفهومی مفروض بر اساس متغیرهای ریخت شناسی و پارامترهای اقلیم با در نظر گرفتن الگوی طراحی شهری پایدار شکل گرفته است که این الگو پیش‌فرض‌هایی نظیر تراکم مناسب در توده و پیکربندی بافت شهری را در ذات مفهومی خود دارد. بنابراین محوریت این مدل مفهومی در تبیین مدل نهایی بر پایه یکی از این پیش‌فرض‌ها مطرح خواهد شد.

در پژوهش حاضر سعی در پاسخگویی به سوالاتی است که بیشتر بر پرسش ساز و کار و روابط شکل دهنده مفاهیم اصلی است، که می‌توان؛ ۱- متغیرهای ریخت شناسی شهری با چه سازوکاری در پارامترهای اقلیمی تاثیرگذار

[1] Ground Space Index (GSI)
[2] Open Space Ratio (OSR)
[3] Layers

هستند؟ ۲- مبحث پایداری در ریخت‌گونه‌های شهری، با چه متغیرهایی بر اقلیم شهری تاثیر می‌گذارند؟ ۳- با چه مدل می‌توان پایداری بافت شهری را بر پایه موثرترین متغیر ریخت شناسی بررسی نمود؟ هدف اصلی در تبیین ساختار پژوهش در بررسی منابع بروز و استخراج چارچوب بهینه و نیز ساختار متغیرهای تثبیت شده در قالب یک دستگاه در نوع نگرش ساختاری به مفهوم طراحی شهری در ریخت شناسی شهری است که از این طریق بتوان فرا الگوی پایداری را در بستر فرم کالبدی شهر بر مبنای یکی از مولفه‌های ریخت شناسی، به عنوان متغیر موثر تثبیت شده تبیین نمود. در نهایت با ارائه مدل پیشنهادی بهینه، بتوان، سیاست‌هایی در جهت اصلاح مقیاس میانی با محوریت طرح تفصیلی انجام داد.

مبانی نظری

پژوهش‌های داخلی و خارجی متعددی در زمینه ریخت شناسی و خرد اقلیم شهری که در راستای پایداری منتج از بهبود مصرف انرژی در بافت‌های شهری در سال‌های اخیر انجام گرفته‌اند، که به نوعی ضرورت نگاه کاربردی به تحقیق در این مورد را بیشتر نمایان می‌سازد. اغلب این تحقیقات در فرایند تصمیم سازی و نیز تحلیل در نوع تصمیم گیری در مقیاس کلان تا میانی کاربرد داشته و همچنان در مقیاس‌های خرد شهری و مقیاس مداخله علم طراحی شهری پیشرفت چشم گیری داشته‌اند. مبانی مورد بررسی در حالت کلی به سمت تحلیل پارامترهای ریخت شناسانه در ریخت گونه‌های شهری بوده که با در نظر گرفتن متغیرهای اقلیمی نوعی از تغییرات مثبت و منفی را حادث شده‌اند. ساختار سنجی و سیاست گذاری این تحقیقات پایه بیشتر بر خروجی ضوابط بوده و در عین چارچوب بندی رویکرد به سمت تحلیلی سیستمی پیش رفته است. در این قسمت به بیان نمونه پژوهش‌هایی در ضمن تحقیق حاضر می‌پردازیم؛

در مطالعات داخلی می‌توان به شعبانیان و همکاران (۱۳۹۹)، در "ارزیابی ضوابط تعیین ارتفاع ساختمان‌ها در طرح تفصیلی همدان از جنبه کارایی انرژی"، با در نظر گرفته بهره‌گیری بهتر از انرژی خورشیدی و رتبه بندی کیفیت این بهره‌گیری در میان بافت‌های مختلف، حالت‌های پیشنهادی تراکم ساختمانی مطرح شده در طرح تفصیلی را مورد مطالعه قرار داده است. مرادخانی و همکاران (۱۳۹۸)، رابطه میان الگوی غالب توده‌ها، شبکه معابر و جهت گیری و استقرار آنها در بافت میانی، قدیم و جدید شهر سنندج مورد بررسی قرار داده و شاخص‌های موثر بر مصرف انرژی در بافت مسکونی را مشخص نموده‌اند. پژوهش کرمی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) با عنوان" سنجش تاثیر هندسه شهری بر شرایط آسایش حرارتی بیرونی در مقیاس خرد اقلیم شهری" اشاره کرد که به نوعی فضای باز مجتمع مسکونی بعنوان ریخت گونه اصلی بافت شهری روزمره برنامه ریزی شده مورد بررسی از دیدگاه تاثیرات هندسه ای تبیین شده که نوع خرد اقلیم شهری و پارامترهای ریخت گونه در یک رابطه مورد تحلیل قرار گرفته‌اند که نهایتا کیفیت طراحی هندسی شهری و نیز تاثیر گذاری عواملی نظیر فاکتور دید به آسمان، تناسبات و جهت گیری‌ها بعنوان متغیرهای اصلی مورد تاکید قرار گرفته است. مرتضایی و همکاران (۱۳۹۶) و (۱۳۹۷) نیز با عناوینی " بررسی ریخت-گونه شناسانه بافت‌های مسکونی جدید در راستاری بهینه سازی انرژی" و " چارچوب تحلیلی ریخت-گونه

شناساسی بافت های شهری در مبحث انرژی" به موضوع انرژی و بافت مسکونی پرداخته که نحوه ارتباط و ساز و کار نوع شکل دهی بافت نسبت به انرژی را بیان می‌کند که در نمونه موردی بیشتر بر شهر جدید و بافت‌های طراحی شده متمرکز است. جهرمی و برک پور (۱۳۹۵)" در پژوهشی با عنوان" ارزیابی کارایی انرژی در مقیاس شهری "، به مفهوم انرژی بصورت کلی پرداخته و هر کدام از پژوهش‌ها با شناسایی اصول و کلیت کاربست به روشی مشخص، مدل‌های مختلفی را ارائه کرده اند دارابی و همکاران (۱۳۹۵)، در "تبیین تراکم بلوک‌های شهری با استفاده از ماتریس اسپیس میت"، با بررسی گونه‌های بافت شهری با ماتریس سپیسمیت با استفاده از مؤلفه‌های تراکم ساختمانی، سطح اشغال، نسبت فضای باز و تعداد طبقات ایجاد شده، انواع بافت‌های مختلف شهری بر اساس جایگاه آن‌ها در ماتریس دسته بندی کرده‌اند. همچنین در پژوهش‌های مرتبط با موضوع فرم شهر و انرژی، می‌توان به مقاله «ارتباط میان کاربری حمل و نقل و مصرف انرژی» (شهابیان و همکاران، ۱۳۹۲)، «بررسی رابطه فرم شهری و مصرف انرژی» (براتی و سردره، ۱۳۹۲)، «بررسی و امکان سنجی تأثیر فرم و تراکم بلوک مسکونی بر مصرف انرژی» (رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۳)، «طراحی شهری انرژی کارا» (علی یاری، ۱۳۹۰)، «معیارهای شاکله بوم شهر از دیدگاه نظریه پردازان» (شریفیان بارفروش و مفیدی شمیرانی، ۱۳۹۳)، «تعاریف مرتبط با طراحی شهر انرژی کارا» (احمدی و مهدی زاده، ۱۳۹٤)، «بررسی رابطه فرم ساختمان‌های مسکونی با میزای مصرف انرژی آنها در اقلیم گرم و خشک شهر سمنان» (ضرغامی و همکاران، ۱۳۹٤)، «تدوین معیارهای طراحی شهری برای محله‌های بدون کربن» (لطفی و همکاران، ۱۳۹۵)، «ارزیابی و تدوین دستورالعمل و فرایند برنامه ریزی و طراحی شهری مبتنی بر رهیافت کارایی انرژی در شهر» (خدابخش و همکاران، ۱۳۹۱) اشاره کرد که متأسفانه اغلب در حوزه نظری باقی مانده است و کمتر موفق به ارائه راهکارهای عملیاتی در حوزه نظام معماری و شهرسازی معاصر و نیز طرح‌های شهری انرژی کارا با توجه به اقلیم‌های مختلف شهرهای کشورمان شده است.

جیانگ و دیگران (۲۰۲۰) با بررسی "تاثیر شکل ساختمان‌های مسکونی بر خرد اقلیم در اقلیم گرم و مرطوب"، ارتباط مابین شکل ساختمان‌های مسکونی و دما و رطوبت ایجاد شده در اثر آن در فضای بیرون را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. داوودو و چشمه زنگی (۲۰۱۹)، در پژوهشی با عنوان "تاثیر تراکم ساتمانی بر مصرف انرژی در مقیاس میانی در شهر نینگبو چین"، محاسبات تراکمی در مقیاس میانی پروژه‌ای مسکونی در شهر نینگبو را در رابطه با کاهش میزان مصرف انرژی متاثر از آن مورد مطالعه قرار داده‌اند. دلماسترو[1] و دیگران (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان "روش انتخابی کاربست سیاست‌های انرژی برای ساختمان‌ها در مقیاس شهری"، به موضوع سیاست‌های کارایی انرژی در بافت‌های شهری با محوریت کارکرد ساختمان‌ها پرداخته‌اند که در جهت تبیین شهرهایی با کربن پایین مدل و راهبردهایی در جهت سیاست گذاری در ساختار برنامه و طراحی شهری ارائه کرده است. مورد دیگری نیز با عنوان " شاخص‌های ریخت شناسی شهری برای تحلیل انرژی خورشیدی " توسط مورگانتی[2] و همکاران (۲۰۱۸) انجام شده که با رویکرد پژوهش جاری موازی بوده اما در عمق تحلیل و نوع روش تحلیل در کلان مقیاس مطرح

[1] Delmastro
[2] Morganti

شده است. روسو و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان " تحلیل و نوآوری بر مصالح ساختمانی زودبازده با رویکرد عملکرد انرژی و خرد اقلیم شهری در بافت‌های مسکونی" به نوعی از مقیاس خرد شروع به کاوش نموده و به بررسی متغیرهای تاثیر گذار در خرد اقلیم شهری و نوع ویژگی‌های مصالح متعدد در ساختمان پرداخته که نهایتا از ویژگی‌های بارز مصالح مانند میزان انعکاس سطح و نیز نوع اثرگذاری جداره شهری نتایج خود را مستخرج نموده است. لوپز و گونزالس[1] و دیگران (۲۰۱٦) در پژوهشی دیگر با موضوع " کارایی انرژی برای برنامه ریزی انرژی در مناطق مسکونی" با نمونه موردی در شهر لا ریوجا[2] اسپانیا، مفهوم و اهمیت انرژی را در شهر مطرح کرده و کارایی انرژی منتج شده از نحوه شکل گیری بافت های شهری را عنوان می‌کند که نتیجتا میزان مصرف انرژی را ارزیابی نموده و برای بازیابی انرژی سناریوهایی را ارائه کرده است. در پژوهش دیگر، خوزه سارالده[3] و همکاران (۲۰۱٦) با عنوان " انرژی خورشیدی و ریخت شناسی شهری: سناریوهایی برای افزایش ظرفیت انرژی تجدید شونده در بافت‌های محلات مسکونی" در شهر لندن، مفهوم کاربست انرژی را در هر دو شاخه برنامه ریزی و طراحی شهری مطرح کرده است که بیشتر تمرکز پژوهش بر تحلیل و ارزیابی روابط بین ریخت شناسی شهری و پایداری محیط زیست بوده و نتیجتا مدل‌های تحلیلی پایه را بیان نموده و سناریوهایی را در جهت بهینه سازی انرژی و کاربست آن تبیین می‌کند. در پژوهش‌های دیگری نیز با عناوین " برنامه ریزی انرژی: کاربست آن در عملکرد ریخت شناسی" و " شهر با بهره وری انرژی: مدلی برای برنامه ریزی" توسط آمادو و پوگی[4](۲۰۱٤) و (۲۰۱۵) به بسط سیاست گذاری بعد از تبیین مدل کارایی و کاربست انرژی پرداخته‌اند در نهایت در زمینه پژوهش‌های خارجی، مورد دیگری نیز با عنوان " شاخص‌های ریخت شناسی شهری برای تحلیل انرژی خورشیدی " توسط مورگانتی[5] و همکاران (۲۰۱۸) انجام شده که با رویکرد پژوهش جاری موازی بوده اما در عمق تحلیل و نوع روش تحلیل در کلان مقیاس مطرح شده است. در نگاهی اجمالی می‌توان در بررسی پژوهش‌های مطروحه به نکات زیر اشاره نمود:

۱. بیشترین تمرکز مطالعات خارجی بر پایه چگونگی ارزیابی متغیرها ر روابط درونی است که در این مهم موضوع ریخت-شناسی شهری به عنوان چالش اصلی در بافت شهری عملا در پیش زمینه به یک ثبات مشخصی رسیده است. بنابراین مطالعات خارجی به خصوص در کشورهای توسعه یافته، نیاز به ارائه الگوی مشخصی نداشته‌اند.

۲. در بیشتر پژوهش‌های مطرح شده خارجی، مولفه‌های ریخت شناسی به عنوان اصل استاندارد در بررسی اقلیم شهری مورد استناد قرار گرفته اند که در روش شناختی بیشتر پژوهش‌ها به صورت سلسله مراتبی اثبات مولفه به متغیر وجود دارد.

۳. در پژوهش‌های داخلی موضوع ریخت شناسی در بافت شهری، به عنوان ساختار مورد بررسی مطرح شده است. بدین صورت که در بستر بومی نمونه‌های موردی تاکید بیشتر محققان بر مدل‌های مفهومی مشخص کننده مسیر پژوهش است که بر خلاف پژوهش‌های خارجی، موضوع اقلیم از فاز پارامتریک خارج نشده است.

---

[1] Lopez-Gonzalez
[2] La Rioja
[3] Jose Sarralde
[4] Amado and Poggi
[5] Morganti

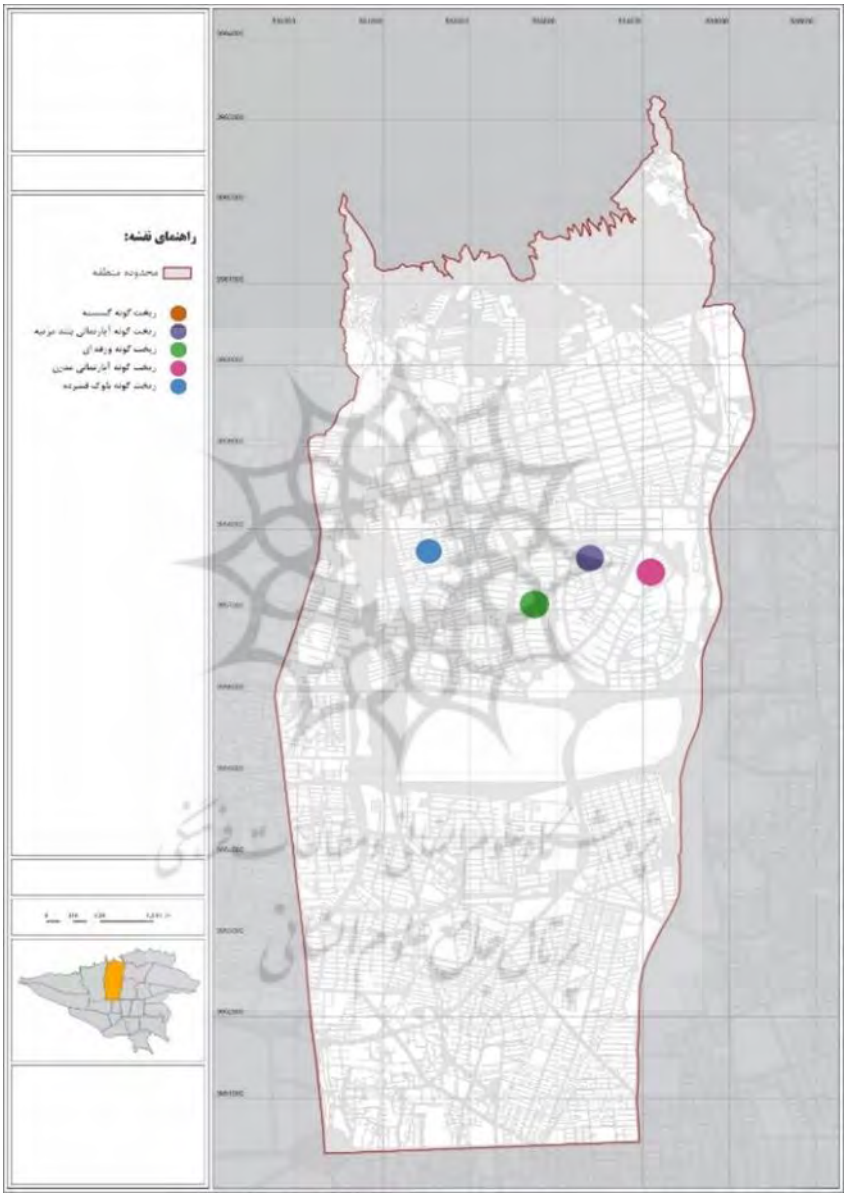
٤. در بیشتر یافته‌های پژوهش‌های داخلی، تمرکز اصلی بر استخراج متغیرهای موثری است که بر اقلیم شهری به عنوان پدیده منتج از پیکربندی بافت شهری پرداخته‌اند که در این صورت ارائه مدل بر اساس پژوهش‌های سلسله مراتبی عملا کار غیرممکنی به نظر می‌رسد.

در این پژوهش سعی خواهد شد علاوه بر ارائه یک مدل مفهومی استاندارد بر پایه الگوی طراحی شهری پایدار، مدل ساختاری متغیرهای پژوهش بر مبنای چگونگی روابط ارائه گردد. در این صورت مدل مستخرج از این الگو بر مبنای یک مولفه مشخص مطرح خواهد شد.

پژوهش حاضر از لحاظ ساختار، تحلیلی- توصیفی است که به لحاظ هدف اصلی، از نوع پژوهش‌های کاربردی محسوب می‌شود. شیوه گردآوری داده‌ها بصورت اسنادی (کتابخانه‌ای) و برداشت میدانی، داده‌سازی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی با استفاده از نرم افزارهای و نرم افزارهای تحلیل انرژی در مبحث انرژی با رویکرد تحلیلی خرد اقلیم شهری نظیر انوی مت[1] است. درگام اول با توجه به بیان موضوع و هدف در قالب چارچوب مفهومی، موضوع انرژی در ریخت شناسی شهری با توجه به اصل پایداری بافت شهری مورد توجه قرار گرفته که ابعاد و شاخص‌های مستخرج از آن در قالب نقشه‌های شکل و زمینه[2] در سنجه‌های تبیین شده، از برداشت حدودی ۲۵ گونه پیکربندی ساختمانی مختلف که ۵ گونه متداول آن در کلانهشر تهران برای گونه بندی مورد انتخاب و متعاقبا ٤ گونه آن در بافت منطقه ۲ تهران بر اساس مطالعات ال.اس.ای[3] مورد شبیه سازی و ارزیابی قرار گرفته است. (نوع اقلیم و نیز چشم انداز ملاحظات انرژی در بطن انجام ارزیابی نیز بعنوان اصل ثابت در نظر گرفته شده است). علت انتخاب ریخت گونه نمونه نیز بر این اساس بوده است که؛ در مرکز مواصلاتی و نزدیک به دسترسی‌های اصلی منطقه ۲ تهران باشند، دارای سازمان فضایی متناسب بر اساس اصل، پهنه، محور و گره باشند و در نواحی همجوار با توجه به ایجاد خرد اقلیم همپوشان و مشابه حضور داشته باشند. بعد از شناخت ریخت گونه‌های مذکور در منطقه ۲ کلانشهر تهران، وضعیت موجود بافت ریخت گونه مورد مدل‌سازی، شبیه‌سازی و تحلیل خرد اقلیمی قرار می‌گیرد و سپس با توجه به ساختار تبیین شده در (بقایی و دیگران، ۱۳۹۹)، بر اساس یکی از حالات گزینش شده از سناریو سازی پارمتریک ریخت شناسی، حالت پیشنهادی بعنوان مدل بهینه مورد تحلیل دوباره قرار می‌گیرد. در این حالت اختلاف حالت بهینه و وضعیت موجود متغیرهای ارزیابی شده، میزان اختلاف و تاثیر هر یک از آنها را تبیین و محدوده موثر را بر اساس شاخص‌های پایه را مشخص می‌نماید. لازم به توضیح است حالت بهینه مدل مشخصی از الگوی پایداری بر اساس محاسبات متغیرهای ریخت شناسی است که در راستای فرم شهری پایدار (فشرده)، مطرح شده است. با توجه به ریخت‌گونه‌های مذکور در بافت شهری تهران و بررسی انجام گرفته از بافت شهری منطقه ۲ شهرداری تهران، این منطقه دارای ٤ ریخت گونه شهری غالب است که شامل ریخت‌گونه ساختمانی ورقه‌ای، آپارتمانی بلند مرتبه، آپارتمانی مدرن و بلوک فشرده می‌باشد. در نقشه زیر موقعیت مکانی نمونه‌هایی از هر ریخت-

[1] ENVI-met
[2] Figure-Ground (Foot print)
[3] LSE

گونه را در منطقه ۲ مشاهده می‌کنیم. لازم به ذکر است که ریخت‌گونه‌های انتخابی صرفا به عنوان نمونه‌ای از گونه مذکور انتخاب شده و دلیل این انتخاب از بین چندین مورد موجود از هر ریخت گونه در سطح منطقه، همانگونه که در روش تحقیق نیز تبیین شد، مواردی چون قرارگرفتن در مجاورت یکدیگر که خرد اقلیم یکسان و اتصالات شبکه دسترسی موجود در این بخش از منطقه می‌باشد، را شامل می‌شود.



شکل ۲: مناطق نمونه ریخت گونه‌های شهری بافت کلانشهر تهران

منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

محدوده مورد مطالعه

منطقه ۲ شهرداری تهران یکی از مناطق شهری تهران است که در شمال شرقی میدان آزادی؛ از مرکزتاشمال تهران ادامه دارد. این منطقه از جنوب به خیابان آزادی، از غرب به بزرگراه اشرفی اصفهانی و بزرگراه

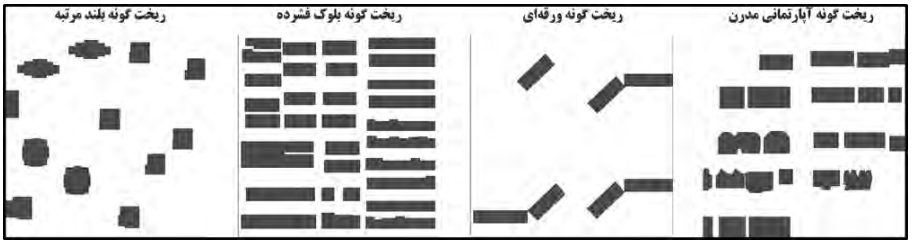
محمدعلی جناح و از شرق به بزرگراه شهید چمران محصور است. منطقه ۲ شامل محله‌های شهرک غرب، سعادت آباد، پونک، آریاشهر (صادقیه)، شهرآرا، ستارخان، فرحزاد، گیشا، شهرک ژاندارمری (مرزداران) و طرشت می‌شود. (شکل۳)

شکل ۳: منطقه دو شهرداری تهران

منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

منطقه ۲ دارای ۲۱ محله و۹ ناحیه می‌باشد . تدوین مبانی شکل یابی کالبدی شهر، ساختار تنانی آن مانند بلوک بندی و تقسیم شهرسازانه اراضی شهری به رابطع توده و فضا می‌تواند ساذگی ارتباط با شهر را در پیچیدگی‌های آن ممکن سازد. بر این اساس با توجه به ساختار بلوک بندی منطقه ۲ تهران که عموما بافت‌های شطرنجی و نیمه ارگانیک را شامل میشود می‌توان روند شکل گیری را در دوره‌های مختلف مطرح نمود. بر همین منوال، تقسیم بندی خرد درون بلوک با عنوان نقشه دانه بندی نشان دهنده ویژگی‌های دانه‌های شهری است که تعدد، مساحت و نوع پلاک‌های حاصله در دوره‌های پالمیستسی شهری در بافت مذکور می‌توان نوع و گونه‌بندی شکلی را نیز ارائه نماید. با توجه به همین اصل، میزان رابطه و نحوه برخورد توده و فضا را به گونه مشخص با احتساب فضای هر توده در نقشه تولی منطقه می‌توان ادراک نمود در این مرحله، بعد از شناخت ریختگونه‌های منطقه ۲ کلانشهر تهران، پیکربندی موجود در هر بافت را جهت ارزیابی به صورت زیر ارائه شده است. توضیح اینکه ریختگونه‌های مطرح شده در منطقه ۲، به عنوان نمونه بر اساس موضوع شکل و زمینه، به صورت فرم هندسی مطرح شدهاند. این ریخت گونه‌ها شامل؛ ریختگونه آپارتمانی مدرن، ورقه‌ای، بلوک فشرده و بلند مرتبه می‌باشند که در شکل موقعیت مکانی هر گونه ساختمانی مشخص شده است.

شکل ٤: نمونه تصاویر ریخت گونه‌های شهری منطقه ۲ تهران منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰



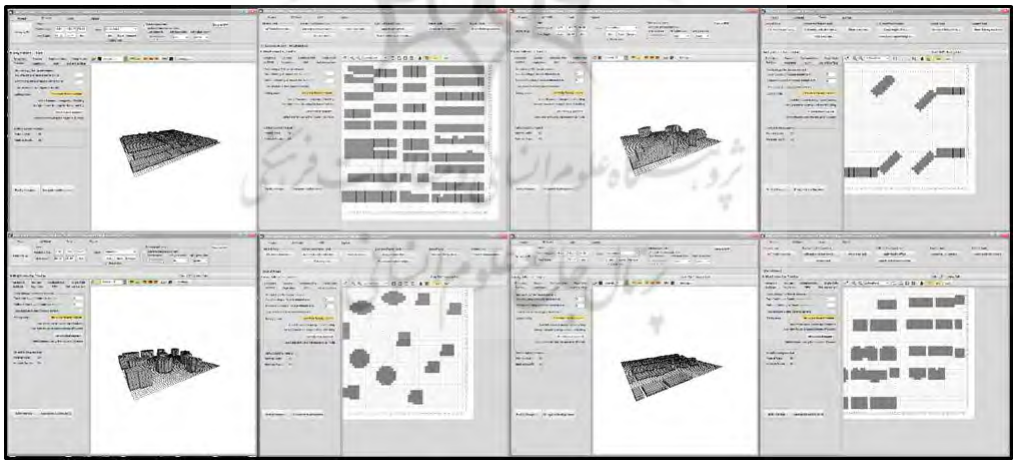
شکل ۵: نقشه شکل و زمینه ریخت گونه‌های شهری منطقه ۲ تهران

منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

یافته‌های پژوهش

ارزیابی انوی مت

در این قسمت چهار ریخت گونه انتخابی از منطقه ۲ شهرداری تهران، در محیط Space نرم افزار ENVI-Met4 مدل‌سازی سه بعدی صورت گرفته و با داده‌های اقلیمی حاصل از نرم افزار Climate Consultant برای سال ۲۰۲۰ میلادی، در دو بازه زمانی (انقلاب تابستانی و زمستانی)، در هر مورد به مدت ٤٨ ساعت شبیه سازی اقلیمی صورت گرفته است. در این شبیه‌سازی از پوشش گیاهی، مصالح و گرمای حاصل از حمل و نقل شهری و گرمای تولید شده توسط ساختمان‌ها صرف نظر شده و صرفا تاثیر توده در ایجاد و تغییر خرد اقلیم مد نظر می‌باشد. نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی در فرمت نقشه‌های دو بعدی و سه بعدی، جداول داده و نمودار ارائه می‌شود و بر اساس اطلاعات بدست آمده از این مرحله، ارزیابی رفتار ریخت‌گونه‌ها در به وجود آوردن خرد اقلیم اطرافشان که منجر به افزایش یا کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها می‌شود، انجام خواهد گرفت.

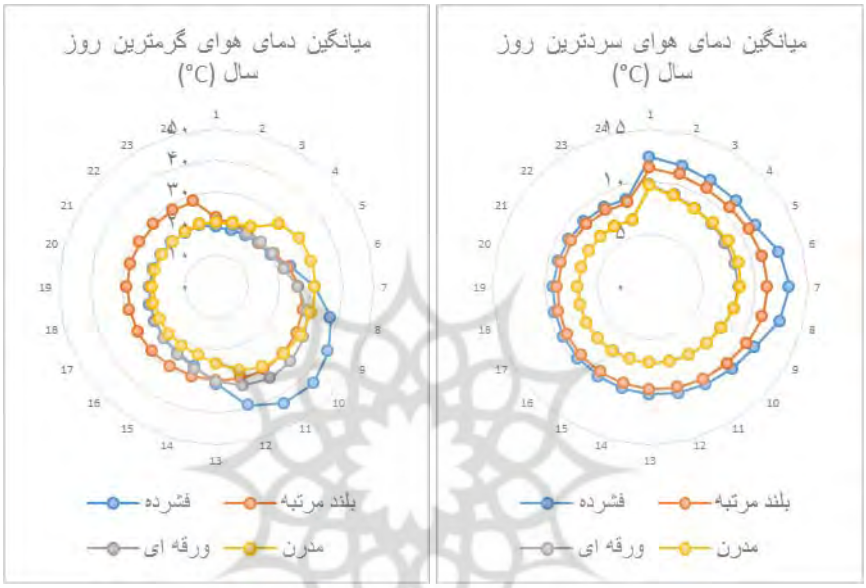


شکل ٦: مدل سازی ریخت گونه های انتخابی منطقه ۲ تهران در نرم افزار انوی مت

منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

شبیه سازی برای هر یک از چهار ریخت‌گونه و به مدت ٤٨ ساعت برای گرم‌ترین و سردترین روز سال انجام گرفته است. نقشه‌های حرارتی و تصاویر سه‌بعدی از نتایج شبیه‌سازی برای گرم‌ترین روز سال (روز ۲۲ ژوئن) در مقطع زمانی ساعت ۱۵:۰۰ (گرمترین ساعت) و سردترین روز سال (روز ۲۲ دسامبر) ساعت ۵:۰۰ (سردترین ساعت) می‌باشند. تغییرات هر یک از پارامترهای چهارگانه در طول ٢٤ ساعت برای گونه‌های انتخابی و میانگین ٢٤

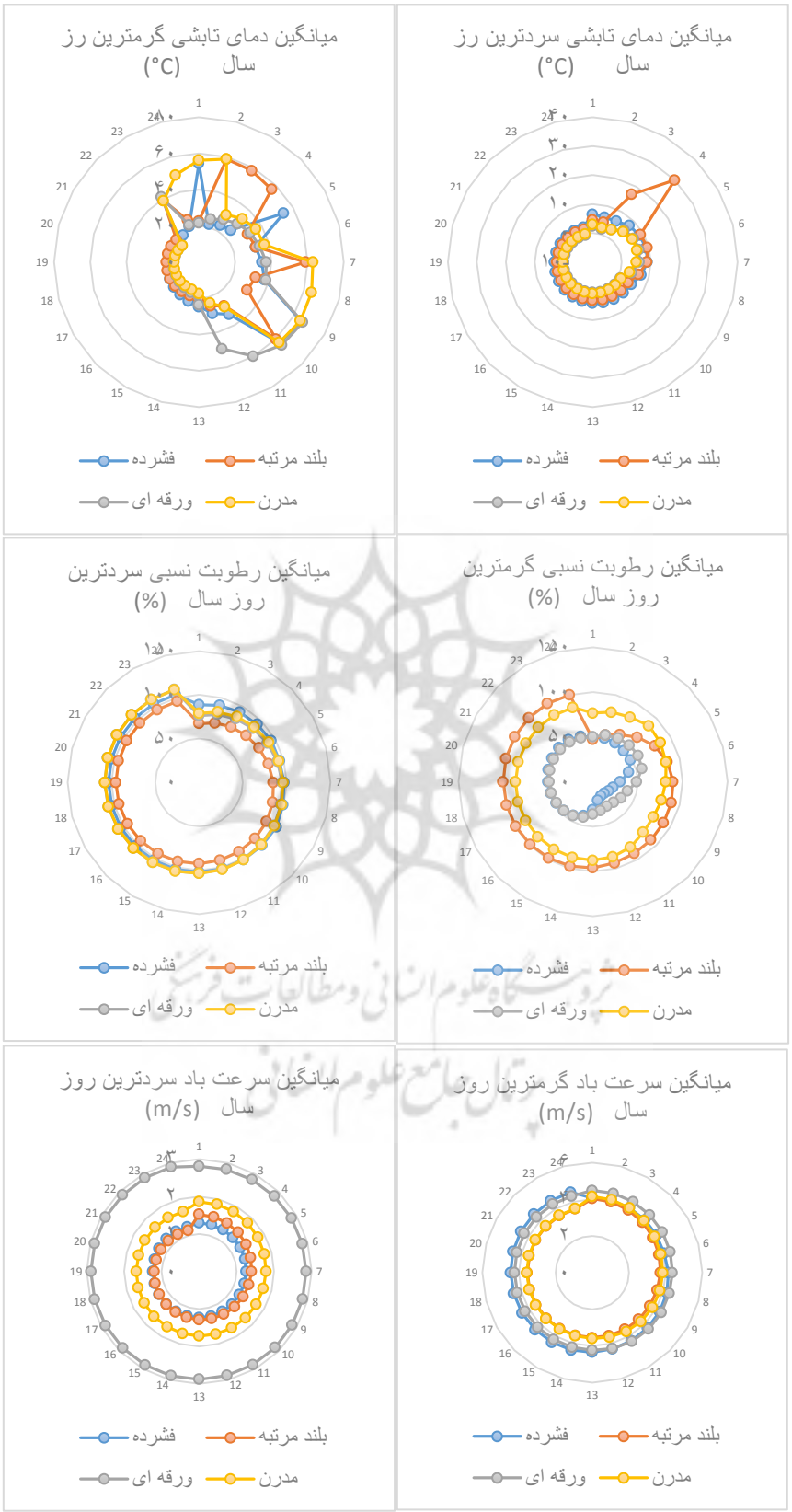
ساعت شبیه سازی درجه حرارت[1]، سرعت باد[2]، رطوبت[3]، تابش مستقیم[4] و میانگین دمای تابش[5] در فضای اطراف توده‌ها در ارزیابی و مقایسه با حالت بهینه آورده شده است. با استفاده از این اطلاعات می‌توان چگونگی رفتار خرد اقلیم در اثر حضور هر یک از این ریخت گونه‌های ساختمانی را در این منطقه از کلانشهر تهران مشاهده و با یکدیگر مقایسه کرد. مقایسه این کمیت‌ها به نوعی معرف بهترین تیپ ساختمانی از دیدگاه طراحی شهری پایدار را به دست می‌دهد و می‌توان مطرح کرد کدام گونه ساختمانی در این منطقه از نظر پایداری، نسبت به گونه‌های دیگر بهتر یا برعکس است. لذا این مهم به عنوان قدم نخست در دست‌یابی به مدل طراحی شهری پایدار محسوب می‌شود.



نمودار ۱و۲: تغیرات دمای هوا در سردترین و گرمترین روز سال ۱۳۹۹ برای ریخت گونه های انتخابی منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

همانگونه که در نمودار ملاحظه می‌شود، بین گونه‌های چهارگانه انتخابی، در تاثیری که بر دمای هوای اطرافشان در شرایطی کاملا یکسان می‌گذارند، تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای مشاهده می‌شود. به عنوان مثال در فصل گرما، ریخت‌گونه بلندمرتبه، بالاترین دما را در فضای اطراف خود موجب می‌شود که البته تکرار همین رفتار در فصل سرما مطلوب بوده و موجب کاهش مصرف انرژی نیز می‌شود. گونه ساختمانی فشرده نیز با اینکه در طول روز میزان کمتری از درجه حرارت را موجب می‌شود، ولی دمای هوای اطراف خود را در ساعات بحرانی به بیشترین درجه حرارت و نزدیک به ۴۰ درجه می‌رساند. این نکته یکی از اساسی‌ترین موارد در افزایش مصرف انرژی در این ریخت گونه محسوب می‌شود. چرا که با این افزایش دما، نیاز به مصرف انرژی برای رساندن دما به بازه آسایش حرارتی بسیار بالاتر می‌رود و این اندازی از فاصله با دامنه آسایش صرفا به تهویه و خنک کننده الکتریکی امکان پذیر است. ریخت گونه آپارتمانی مدرن در این میان بهترین رفتار را در فصل گرما از خود بروز می‌دهد و دامنه تغییرات پایین‌تری را در دمای اطراف خود باعث می‌شود. در نقطه مقابل این عمل در فصل سرما نیز عینا تکرار می‌شود که نیازمند مصرف انرژی برای برقراری تعادل گرمایی در توده‌ها خواهد بود.

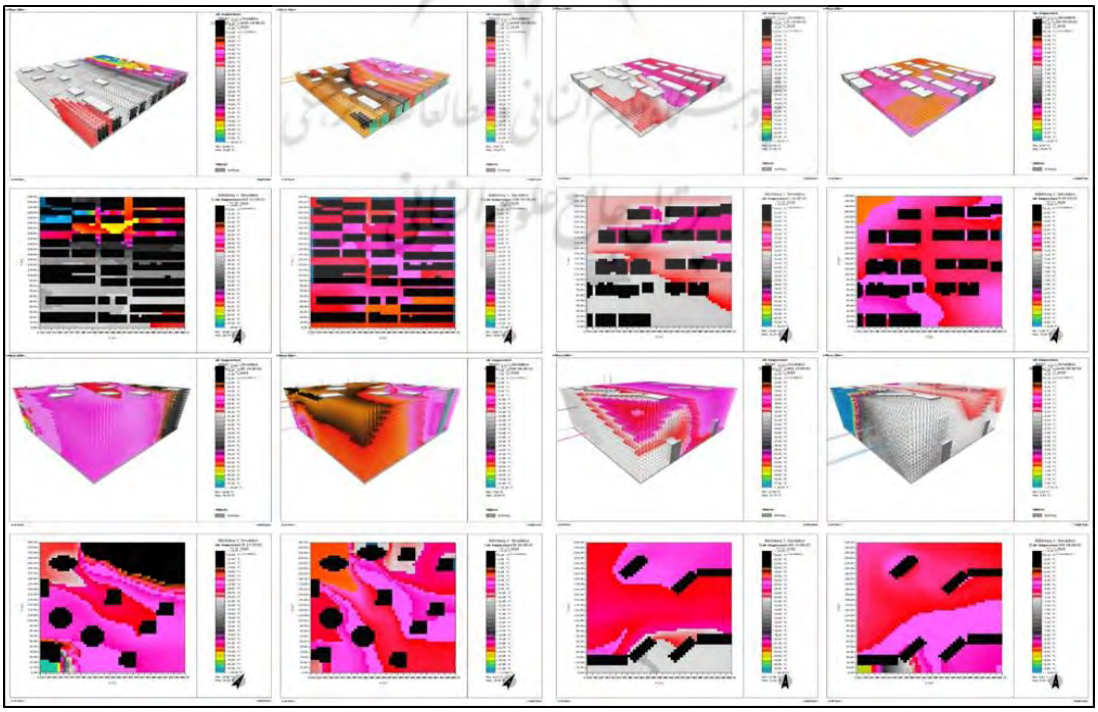
[1] Air Temperature
[2] Wind Speed
[3] Relative Humidity
[4] Direct Sw Radiation
[5] (MRT) Mean Radiation Temp



نمودار ۳ تا ۸: تغیرات سرعت باد، میانگین دمای تابش و میزان رطوبت نسبی در سردترین و گرمترین روز سال ۱۳۹۹ برای ریخت گونه های انتخابی

منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

از نظر سرعت وزش باد در فصل گرما، تفاوت چندانی بین گونه‌های مورد بررسی مشاهده نمی‌شود. ولی در فصل سرما گونه-های ساختمانی فشرده و بلندمرتبه پایین‌ترین میزان سرعت باد را موجب می‌شوند. گونه آپارتمانی مدرن نیز با اینکه از دو مورد مذکور بیشتر است، لیکن همچنان در دامنه مقدار مطلوب سرعت وزش است و باعث تشدید سرما نمی‌شود. گونه ساختمانی ورقه‌ای بیشترین سرعت باد در فصل سرما را موجب می‌شود که می‌توان علت این مورد را در قالب پژوهش‌های آتی در راستای تغییرات رفتار وزش باد با حضور ریخت‌گونه‌های ساختمانی متفاوت مورد بررسی قرار داد. بررسی رطوبت نسبی نیز مشخص می‌کند گونه‌های آپارتمانی مدرن و بلند مرتبه، در فصل گرما به نسبت دو گونه دیگر، موجب پیدایش رطوبت نسبی بالاتری مخصوصا در میانه روز می‌شوند. ولی در شرایط محیطی فصل سرما، تفاوت آنچنانی بین رفتار خرد اقلیم اطراف ریخت‌گونه‌های انتخابی وجود ندارد. از نظر میانگین دمای تابش نیز تغییرات نامرتبی را در نمودار مشاهده می-کنیم که لازم به ذکر است بیشترین تاثیر این پارامتر بر آسایش حرارتی فضای باز مابین ساختمان‌ها بوده و نسبت تاثیر آن بر مصرف انرژی داخل ساختمان در رتبه بعدی قرار می‌گیرد. با بررسی نمودارهای میانگین پارامترهای خرد اقلیم در خصوص چهار گونه ساختمانی، تفاوت میان دمای ایجاد شده در فضای اطراف گونه‌ها نشانگر این است که ساختمان‌های بلندمرتبه بیشترین و ساختمان‌های ورقه‌ای و مدرن کمترین میزان گرما را موجب می‌شوند، سرعت باد ایجاد شده در اثر توده‌های ورقه-ای به میزان قابل توجهی از سه گونه دیگر بیشتر می‌باشد، کمترین میزان رطوبت نسبی در فصل سرما در فضای اطراف توده-های بلند مرتبه و در فصل گرما در اطراف توده‌های ورقه‌ای حادث می‌شود و گونه‌ساختمانی بلند مرتبه بیشترین و گونه ورقه-ای کمترین میزان میانگین دمای تابش را موجب می‌شوند. البته استثنائاتی در خصوص هرکدام از موارد مذکور هم در واقعیت و هم در بررسی‌های انجام گرفته مشاهده می‌شود. ولی آشنایی با میزان و نوع تاثیر هر ریخت‌گونه در منطقه مشخصی از شهر، موجب می‌شود بهترین و بدترین احداثات در آن بخش را شناسایی کرده و بتوانیم با اهمال ضوابط و استانداردهایی در راستای افزایش غیرمستقیم کارایی انرژی در آن بخش با ابزار طراحی شهری حرکت کنیم.



شکل ٦: نقشه‌های دو بعدی و سه بعدی دمای هوا برای ریخت‌گونه‌های انتخابی چهارگانه منبع: یافته های پژوهش، ۱٤۰۰

برای هر کدام از ساعات بحرانی مذکور گرم‌ترین روز و سردترین روز سال، از هر ریخت گونه، خروجی نقشه حرارتی و نمایش سه بعدی نیز گرفته شده. تصاویر سه‌بعدی و نقشه‌های حرارتی در این بحث به ما کمک می‌کنند درک بهتری از نوع و میزان تغییرات ایجاد شده در دمای هوای اطراف ساختمان‌ها به دست داده و نقش ریخت‌گونه-ها را در این تغییرات به صورتی ملموس‌تر و قابل درک‌تر تبیین نماییم. همچنین داده‌های مذکور در قالب نمودار نیز برای درک بهتر تفاوت‌های خرد اقلیمی در گونه‌های مختلف، نمایش داده شده‌اند. تصاویر سه بعدی حاصل از شبیه-سازی انجام گرفته در نرم افزار انوی مت و نقشه های حرارتی از ساعات بحرانی سردترین و گرمترین روزهای سال در این بخش، به صورت گرافیکی تغییرات مذکور را به نمایش می‌گذارند.

لذا بر اساس شناخت و ارزیابی بافت شهری منطقه ۲ تهران با توجه به موضوع انرژی در ریخت شناسی شهری و اصل پایداری بافت شهری، برای ارائه مدل بهینه طراحی شهری، یافته‌های پژوهش جاری نشان دهنده وضعیت مصرف انرژی با توجه به ارزیابی متغیرهای ریخت‌شناسی ریخت‌گونه‌ها و نیز پارامترهای اقلیمی است که هر یک از موارد نتایج مشخصی را تبیین و نوع آن را نیز ارائه نموده‌اند. در ادامه، با تبیین مدل بهینه از الگوی پایداری بافت شهری بر اساس مفهوم ریخت‌گونه پایدار، هر یک از ریخت گونه‌های موجود در حالت بهینه مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت که بر اساس اصل "حد بهینه"، مدل بیهنه با توجه به ساختار پژوهش ارائه می‌گردد که مدل کالبدی آن نیز قابل شبیه سازی است. لازم به توضیح است که مدل بهینه بر اساس اصل سناریوسازی بر طبق یک گونه پیکربندی همگن بصورت فرم شطرنجی فرض شد و تمامی سناریوهای ارائه شده، با احتساب نسبت تراکم ساختمانی و شاخص سطح اشغال که بصورت درصدی بیان می‌گردد (بقایی و همکاران. ۱۳۹۹). بعد از شناخت وضعیت موجود بافت، ریخت‌گونه‌های انتخابی مورد شبیه‌سازی و تحلیل اقلیمی قرار گرفته و با توجه به ساختار تبیین شده در سناریوسازی پارمتریک ریخت‌شناسی، حالت بهینه تراکمی بعنوان مدل بهینه انتخاب شده و بر اساس یکی از حالات گزینش شده مورد تحلیل دوباره می‌گیرد. در این حالت اختلاف حالت بهینه و وضعیت موجود پارامترهای ارزیابی شده، میزان اختلاف و تاثیر تراکم افزوده شده در هر ریخت‌گونه را تبیین و محدوده موثر را بر اساس شاخص‌های پایه مشخص می‌کند. لازم به توضیح است حالت بهینه، مدل مشخصی از الگوی پایداری با رویکرد فشرده‌سازی در بافت مدرن است که بعنوان رویکرد کلان در پایداری مورد اقبال جامعه شهرسازی است. بر این اساس می‌توان مدل بهینه را با توجه به ساختار تبیین شده، بر پایه ایجاد شرایط بهینگی با حد تغییر پایین تراکم و میزان تغییر مثبت خرد اقلیمی در نظر گرفت. البته حالت‌های متفاوت و بیشماری را می‌توان برای این قسمت پیشنهاد داد که خود نیازمند پژوهشی بنیادین است اما در این مقاله، حالت پیشنهادی بر اساس یکی از حالت‌های بهینه انتخاب شده است. به همین جهت، ارتقا تعداد طبقات به نزدیکترین حالت ایده آل ارائه کننده بهینگی است که برای تایید این مهم، حالتی مذکور را مورد ارزیابی قرار می‌دهیم.

ارزیابی حالت بهینه

در ادامه حالت‌های پیشنهادی برای چهار ریخت‌گونه انتخابی را همانند شبیه‌سازی انجام گرفته در بخش پیشین مدل کرده و تمامی حالت‌های مذکور را که با افزایش تراکم بر اساس حد بهینه، مورد شبیه‌سازی قرار داده شده است. شبیه‌سازی انجام گرفته دقیقا در شرایط یکسان با وضعیت موجود و بدون هیچ تغییری بجز تغییر در خود ریخت گونه انجام پذیرفته است. داده‌های اقلیمی یکسان و همچنین تاریخ و مدت مشابه در شبیه‌سازی به جهت تقویت کیفیت مقایسه به طور کامل رعایت گردیده است. نتایج حاصل از این مرحله شبیه‌سازی در اولین مرحله نشانگر

میزان تغییرات هر پارامتر در طول ۲٤ ساعت شبیه‌سازی برای هر یک از حالت‌های پیشنهادی نشان داده شده‌اند. با توجه به این نمودارها و مقایسه بین نتایج شبیه‌سازی از وضع موجود و شرایط پیشنهادی، میزان تاثیر تغیرات پیشنهادی از جنس تراکم، بر روی پارامترهای خرد اقلیم مشخص می‌شود که این امر منتج به افزایش و یا کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های مربوطه خواهد شد. برای بررسی و مقایسه تطبیقی مابین شرایط خرد اقلیمی حاصل از وضع موجود چهار ریخت گونه انتخابی و خرد اقلیم ناشی از حالت پیشنهادی برای هرکدام از ریخت‌گونه‌ها، ابتدا مقدار بیشینه و کمینه هر یک از پارامترهای مورد بررسی را برای هر ریخت گونه و هر دو تاریخ سردترین و گرمترین روز سال مشخص نموده و عینا همین مقادیر را برای حالت‌های پیشنهادی نیز استخراج می‌نماییم. سپس میانگین کمینه و بیشینه دمای هوا، سرعت باد، رطوبت نسبی و میانگین دمای تابش را برای هر پارامتر در هر ریخت-گونه و حالت پیشنهادی در فصل سرد و گرم مشخص می‌کنیم.

جدول ۱: مقادیر بیشینه وکمینه پارامترهای مورد ارزیابی در وضعیت موجود ریخت گونه‌های انتخابی برای سردترین و گرمترین روز سال منبع: یافته های پژوهش، ۱٤۰۰

		دمای هوا(°C)		سرعت باد (m/s)		رطوبت نسبی (%)		متوسط دمای تابش (°C)	
		بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین
تابستان	فشرده	۳۹/۷۰۳۰	۱۹/۲۹٦۰	۳/۹۹٤۳	۳/۸۷۸۹	۱۰۱/۵۸۰۰	٤۱/۰٤٦۰	٦٤/۷۷۰۰	۱٦/۳۲٤۰
	بلند مرتبه	۳۳/۱۰۲۰	۱۹/۱۷۹۰	۳/۸۸۳۰	۳/۳۳۷۳	۱۰۱/۹۷۰۰	٤۹/۸۳۰۰	٦۲/۰۱۹۰	۱۹/۲۷۲۰
	ورقه‌ای	۳۵/۲٦۲۰	۱۹/۱٦۳۰	٤/۱۸٤۹	۳/۸۱٦٦	۵۷/۵۲۷۰	۲۸/۹٤۰۰	٦٦/٦۱٤۰	۱۲/۵۱۳۰
	مدرن	۳۱/۲۵۹۰	۱۹/۷٦۰۰	٤/۱۵۲۵	۳/۵۵۷۳	۸۸/۲۸۱۰	۷٦/۵۵۰۰	٦٤/٦۹۸۰	۱۳/۰۷۱۰
زمستان	فشرده	۱۲/۰۲٦۰	۸/۱۵۰۳	۱/۱۳۷۰	۱/۰٤۹٤	۱۰٦/۱۷۰۰	۸۷/۱۵۲۰	۸/۲۷٦۸	۱/۸٦۳۹
	بلند مرتبه	۱۱/٤۱۰۰	۸/۲۸۵۵	۱/٤۷۹۵	۱/۱۰٤۳	۹۵/٦۹۳۰	٦۸/۱٤۵۰	۳۰/۰۷۳۰	۱/۷۲٦۵
	ورقه‌ای	۹/۷۲۵۵	٦/۵۷۳۰	۲/۷٦۵۲	۲/٦۵۸۵	۱۰۹/۱٦۰۰	۷٦/٤۵٤۰	٦/٤۳۵۳	-۰/۵۳٤۲
	مدرن	۹/۵۷۹۹	٦/۵۷۱۲	۱/۸۵۸۰	۱/٦۵۳۲	۱۰۹/۵۷۰۰	۷۸/۸۵۳۰	۵/۸۵۰۵	-۰/۰۱۵۳

جدول ۲: مقادیر بیشینه وکمینه پارامترهای مورد ارزیابی برای حالت‌های پیشنهادی ریخت گونه‌های انتخابی برای سردترین و گرمترین روز سال منبع: یافته های پژوهش، ۱٤۰۰

		دمای هوا(°C)		سرعت باد (m/s)		رطوبت نسبی (%)		متوسط دمای تابش (°C)	
		بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین
تابستان	فشرده	٤۳/۳۸۷	۱۸/٤۵۷۰	٤/۵۳۳٤	٤/۰۵۷٤	۵٤/۰٦۵۰	۱۸/۱۰٦۰	٦۵/۱۵۲۰	۱۵/۳۲۵۰
	بلند مرتبه	۳۰/۱۷٤۰	۱۹/۵۳۵۰	٤/۰۳۹۰	۳/۵۳۸۰	۱۰۰/۹٤۰۰	٤۷/۲۰۵۰	٦۰/۱۰۷۰	۱۷/۵۲۰۰
	ورقه‌ای	۳۳/٦٤۵۰	۱۹/٦٤٦۰	٤/٤۷۵۹	٤/۲۰۹۵	۵۸/٤۰۵۰	۳۱/۳۰۵۰	٦٦/۱۷۰۰	۱۲/۸٦۸۰
	مدرن	۳۱/۲۵۹۰	۱۹/۷٦۰۰	٤/۱۵۲۵	۳/۵۵۷۳	۸۸/۲۸۱۰	۷٦/۵۵۰۰	٦٤/٦۹۸۰	۱۳/۰۷۱۰
زمستان	فشرده	۱۳/۲٤۳۰	۸/۵۸٦۸	۱/۲۹٦٦	۱/۲۳۰۱	۱۰۳/۷۲۰۰	۸۸/٦۸۵۰	۹/۰۷۳۲	۲/٤۵۲٤
	بلند مرتبه	۱۱/۲٦٦۰	۸/۲۵۲۳	۱/۵۲۲۵	۱/۱۲۹۰	۹۵/۹۱۱۰	٦۷/۳۲۲۰	۳۰/۰٤٤۰	۱/۷٤۸۳
	ورقه‌ای	۹/٦۸٤۳	٦/۵۷۹۳	۲/۸۸٦۲	۲/۸۰۵۳	۱۰۹/٦۵۰۰	۷٦/۳۳٤۰	٦/۵۸۰۵	-۰/۳۸۰٦
	مدرن	۹/۵۷۹۹	٦/۵۷۱۲	۱/۸۵۸۰	۱/٦۵۳۲	۱۰۹/۵۷۰۰	۷۸/۸۵۳۰	۵/۸۵۰۵	-۰/۰۱۵۳

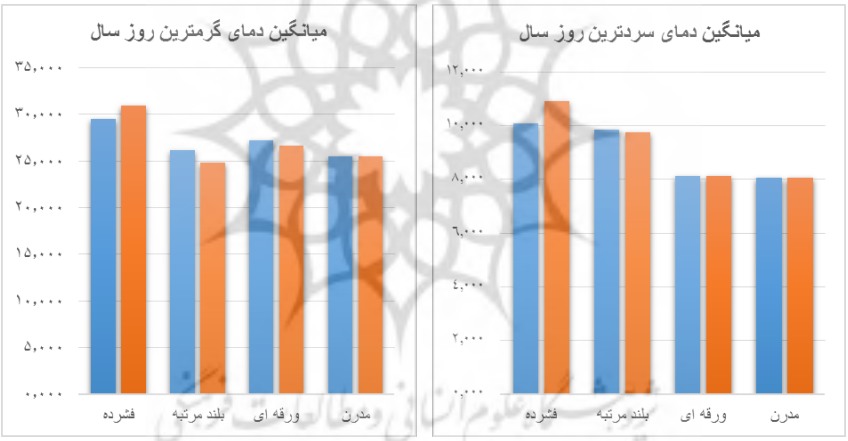
جدول ۳: میانگین مقادیر پارامترهای اقلیمی در وضعیت موجود ریخت گونه‌های انتخابی منبع: یافته های پژوهش، ۱٤۰۰

		میانگین در وضع موجود			
		دمای هوا(°C)	**سرعت باد (m/s)**	**رطوبت نسبی (%)**	**متوسط دمای تابش (°C)**
تابستان	فشرده	۲۹/٤۹۹۵	۳/۹۳٦٦	۷۱/۳۱۰۳	٤۰/۵٤۷۰
	بلند مرتبه	۲٦/۱٤۰۵	۳/٦۱۰۲	۷۵/۹۰۰۰	٤۰/٦٤۵۵
	ورقه‌ای	۲۷/۲۱۲۵	٤/۰۰۰۸	٤۳/۲۳۵	۳۹/۵٦۳۵
	مدرن	۲۵/۵۰۹۵	۳/۸۵٤۹	۸۲/٤۱۵۵	۳۸/۸۸٤۵
زمستان	فشرده	۱۰/۰۸۸۲	۱/۱۸۳۲	۹٦/٦٦۱۰	۵/۰۷۰٤
	بلند مرتبه	۹/۸٤۷۸	۱/۲۹۱۹	۸۱/۹۱۹۰	۱۵/۸۹۹۸
	ورقه‌ای	۸/۱٤۹۳	۲/۷۱۱۹	۹۲/۸۰۷۰	۲/۹۵۰٦
	مدرن	۸/۰۷۵٦	۱/۷۵۵٦	۹٤/۲۱۱۵	۲/۹۱۷٦

جدول ٤: میانگین مقادیر پارامترهای اقلیمی در حالت پیشنهادی ریخت گونه‌های انتخابی منبع: یافته های پژوهش، ١٤٠٠

		میانگین در وضع پیشنهادی			
		دمای هوا(°C)	سرعت باد (m/s)	رطوبت نسبی (%)	متوسط دمای تابش (°C)
تابستان	فشرده	٣٠/٩٢٢٠	٤/٢٩٥٤	٣٦/٠٨٥٥	٤٠/٢٣٨٥
	بلند مرتبه	٢٤/٨٥٤٨	٣/٧٨٨٥	٧٤/٠٧٢٥	٣٨/٨١٣٥
	ورقه‌ای	٢٦/٦٤٥٥	٤/٣٤٢٧	٤٤/٨٥٥٠	٣٩/٥١٩٠
	مدرن	٢٥/٥٠٩٥	٣/٨٥٤٩	٨٢/٤١٥٥	٣٨/٨٨٤٥
زمستان	فشرده	١٠/٩١٤٩	١/٢٦٣٤	٩٦/٢٠٢٥	٥/٧٦٢٨
	بلند مرتبه	٩/٧٥٩٢	١/٣٢٥٨	٨١/٦١٦٥	١٥/٨٩٦٢
	ورقه‌ای	٨/١٣١٤	٢/٨٤٥٨	٩٢/٩٩٢٠	٣/٠٩٩٩
	مدرن	٨/٠٧٥٦	١/٧٥٥٦	٩٤/٢١١٥	٢/٩١٧٦

میانگین مشخص شده از مقادیر بیشینه و کمینه هر پارامتر در موضع مربوطه خود با نظیر آن در حالت پیشنهادی در قالب نمودارهای میله‌ای مقایسه می‌شود تا میزان تاثیرات مثبت و منفی اعمال تراکم اضافی بر ریخت‌گونه‌های انتخابی را در نمود تغییرات ایجاد شده در پارامترهای خرد اقلیمی چهارگانه مورد بررسی مشخص شود.



نمودار ۹ و ۱۰: مقایسه مقدار میانگین دمای هوا وضعیت موجود با شرایط پیشنهادی در گرمترین و سردترین روز سال

منبع: یافته های پژوهش، ١٤٠٠

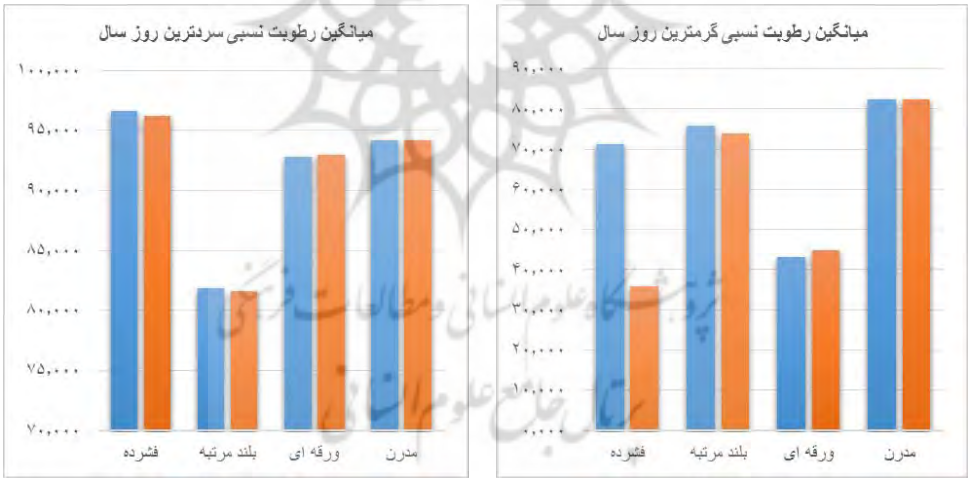
مقایسه میانگین تغیرات دمای هوا در وضعیت موجود ریخت‌گونه‌ها و حالت پیشنهادی با تراکم بیشتر، همانگونه که در نمودار بالا مشخص است بجز در مورد ریخت‌گونه بلوک فشرده در بقیه موارد یا تغییراتی جزئی را شامل بوده است. در مورد گونه آپارتمانی فشرده در هر دو بازه سردترین و گرمترین روز در حالت پیشنهادی با افزایش میزان دما مواجه هستیم که در سرما کمتر و در گرما بیشتر از یک درجه افزایش یافته است. در روز سرد و در گونه بلند مرتبه، کاهش دما کمتر از ۰/۲ درجه و در گونه ورقه‌ای کمتر از آن را داریم ولی در گونه آپارتمانی مدرن شاهد تغییر قابل ذکری در دمای هوا نیستیم. در گرمترین روز هم هر دو گونه ورقه‌ای و بلند مرتبه، به ترتیب کاهشی در حد ۰/٦ و ۱/۲ درجه رااریم و گونه مدرن همچنان بدون تغییر است.

با درنظر گرفتن میزان و نوع انرژی مورد نیاز برای ساختمان‌ها در فصول گرم و سرد سال و نیز رویکرد مد نظر در این پژوهش، نتیجه حاصل از مقایسه تغییرات این پارامتر نشانگر بهبود وضعیت مصرف انرژی گرمایشی در گونه

فشرده و در مقابل آن بهبود وضعیت آسایش حرارتی در فصل گرما در گونه بلندمرتبه می‌باشد. البته می‌توان اذعان داشت که مورد اول در مقابل حالت بهینه پیش آمده در یک فصل، تغییرات منفی را در فصل دیگر نیز به همراه دارد. لیکن بر اساس این مقایسه و فقط در نظر گرفتن یک پارامتر نمی‌توان در رد یا تایید مثبت و منفی بودن کلی تغییرات پیشنهادی نظر داد.

نمودار ۱۱ و ۱۲: مقایسه مقدار میانگین سرعت باد وضعیت موجود با شرایط پیشنهادی در گرمترین و سردترین روز سال

منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

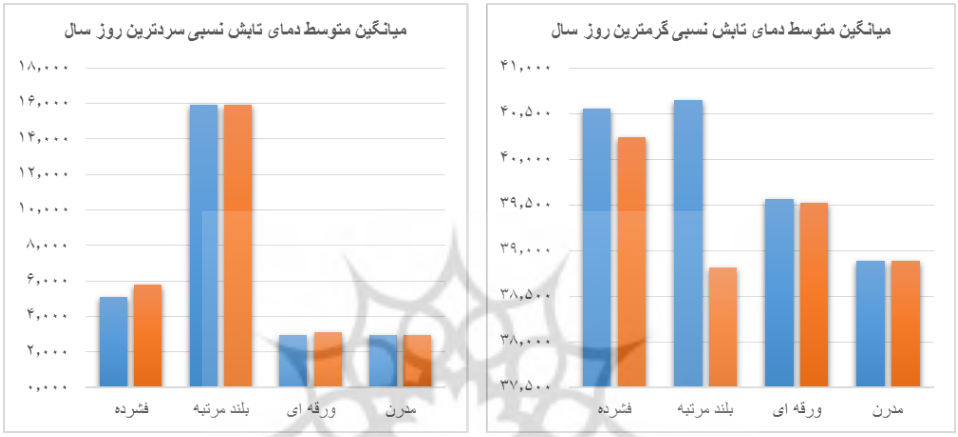


نمودار ۱۳ و ۱٤: مقایسه مقدار میانگین رطوبت نسبی وضعیت موجود با شرایط پیشنهادی در گرمترین و سردترین روز سال

منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

تغییرات سرعت باد در بین دو حالت موجود و پیشنهادی نشانگر این است که در بهترین حالت و تنها در یک مورد این میزان بدون تغییر مانده و بهبودی نیز حاصل نشده است. در موارد دیگر با مقادیر متفاوتی از افزایش در نوسان است. بیشترین میزان افزایش را در فصل گرما و در گونه ساختمانی فشرده شاهد هستیم. با این افزایش سرعت به بیش از ٤ میرسد که از حد مطلوب آن فصله می‌گیرد. در موارد دیگر گرمترین روز نیز از ۰/۱ تا ۰/۳ افزایش یافته است. در روز سرد نیز با مقادیر مشابهی افزایش سرعت باد را در وضعیت‌های پیشنهادی برای هرکدام از ریخت-گونه‌ها مشاهده می‌کنیم.

مقایسه تغییرات رطوبت نسبی مابین وضع موجود و حالت پیشنهادی نشان می‌دهد، این پارامتر در حالت پیشنهادی در گونه ساختمانی فشرده در فصل سرما کاهش مختصر و در فصل گرما کاهش قابل ملاحظه‌ای را داشته است که با تطبیق میانگین دمای هوا در این فصل برای این ریخت‌گونه، کاهش رطوبت نسبی بسیار مطلوب بوده و به کارایی انرژی کمک شایانی خواهد نمود. سایر تغییرات نیز در میزان رطوبت نسبی، بجز گونه ورقه‌ای در فصل گرما که افزایش میزان رطوبت را در حالت پیشنهادی دارا است، تماما با مقادیری از کاهش در رطوبت نسبی همراه هستند که این امر همانگونه که توصیف آن رفت در مسیر نیل به هدف این پژوهش است.



نمودار ۱۵ و ۱۶: مقایسه مقدار میانگین دمای تابش وضعیت موجود با شرایط پیشنهادی در گرمترین و سردترین روز سال

منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

میانگین دمای تابش حاصل از شبیه‌سازی در وضع موجود و پیشنهادی به ما نشان می‌دهد که میزان و نوع تغییرات اعمال شده در گونه بلند مرتبه در خصوص تغییرات این پارامتر خرد اقلیمی بهترین بازخورد را داشته است. چرا که در فصل گرما و در حالت پیشنهادی بیشترین میزان کاهش میانگین دمای تابش را در ریخت‌گونه بلند مرتبه داریم. تاثیر مثبت دیگر در فصل سرما و گونه ساختمانی فشرده است که با افزایش میانگین دمای تابش موجب افزایش مطلوبیت خرد اقلیم در این گونه می‌شود.

در جدول زیر میزان و نوع تغییر هر پارامتر را با حالت پیشنهادی مشاهده می‌کنیم. البته در پارامترهایی مانند دمای هوا و میانگین دمای تابش، این تغییرات نسبت به فصل سرما و گرما تفاضل عکس را دارا هستند.

جدول ۵: میزان تغییرات در میانگین پارامترها مابین وضعیت موجود و حالت پیشنهادی

منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

		میزان تغییرات			
		دمای هوا (°C)	سرعت باد (m/s)	رطوبت نسبی (%)	دمای تابشی (°C)
تابستان	فشرده	-۱/٤۲۲۵	-۰/۳۵۸۸	۳۵/۲۲۷۵	۰/۳۰۸۵
	بلند مرتبه	۱/۲۸٦۰	-۰/۱۷۸٤	۱/۸۲۷۵	۱/۸۳۲۰
	ورقه‌ای	۰/۵٦۷۰	-۰/۳٤۲۰	-۱/٦۲۱۵	۰/۰٤٤۵
	مدرن	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
زمستان	فشرده	۰/۸۲۵۸	-۰/۰۸۰۱	۰/٤۵۸۵	۰/٦۹۲۵
	بلند مرتبه	-۰/۰۸۸٦	-۰/۰۳۳۸	۰/۳۰۲۵	-۰/۰۰۳٦
	ورقه‌ای	-۰/۰۱۷۹	-۰/۱۳۳۹	-۰/۱۸۵۰	۰/۱٤۹٤
	مدرن	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰

منفی و مثبت بودن اعداد در این جدول نشانگر نوع تغییر هر پارامتر هستند. همانگونه که درجدول مشخص شده است، تعداد و مقدار تغییرات منفی و مثبت برای هر ریخت‌گونه در روزهای گرم و سرد در مجموع نشانگر نوع و میزان کلیت تغییرات حاصل از وضع پیشنهادی در خرد اقلیم مجاور هر ریخت‌گونه می‌باشد. با نظر به اینکه پامترهای بررسی شده واحدهای یکسان ندارند لذا برای رتبه‌بندی نیاز است که مقادیر موجود در این جدول به حالت بی‌مقیاس درآیند و سپس با محاسبه برآیند کلی تغییرات در هر گونه، رتبه‌بندی انجام گیرد.

جدول ٦: حالت بی مقیاس میزان تغییرات در میانگین پارامترها مابین وضعیت موجود و حالت پیشنهادی

منبع: یافته های پژوهش، ١٤٠٠

میزان تغییرات در حالت بی مقیاس					
		دمای هوا (°C)	سرعت باد (m/s)	رطوبت نسبی (%)	دمای تابشی (°C)
تابستان	فشرده	−۹/۸۸۹۲	۲/۵٤٦۹	۷/۸۲٦۳	۰/۸۱٦۳
	بلند مرتبه	۸/۹٤۰۳	۱/۲٦٦۰	۰/٤۰٦۰	٤/۸٤۷٤
	ورقه‌ای	۳/۹٤۱۸	۲/٤۲۷۳	−۰/۳٦۰۲	۰/۱۱۷۸
	مدرن	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
زمستان	فشرده	۵/۷٤۷٦	۰/۵٦۸۹	۰/۱۰۱۹	۱/۸۳۲۳
	بلند مرتبه	−۰/٦۱۵۹	۰/۲٤۰۳	۰/۰٦۷۲	−۰/۰۰۹۵
	ورقه‌ای	−۰/۱۲٤٤	۰/۹۵۰۵	−۰/۰٤۱۱	۰/۳۹۵۳
	مدرن	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰

با تقسیم هر داده بر مجموع فراوانی ستون مربوطه، مقادیر را بی‌مقیاس کرده و در جدول زیر برآیند جمعی مقادیر مربوط به هر ریخت‌گونه را برای رتبه‌بندی به کار می‌بریم.

جدول ۷: رتبه بندی میزان تغییرات ریخت گونه های انتخابی در حالت پیشنهادی نسبت به وضعیت موجود

منبع: یافته های پژوهش، ١٤٠٠

رتبه بندی میزان تغییرات				
		تابستان	زمستان	مجموع	
فشرده	۰/۳۲۵۰۸۷۰۵۸	۲/۰٦۲٦۷۵۹۷٤	۱/۱۹۳۸۸۱۵۱٦	۲
بلند مرتبه	۳/۸٦۵۰۱۵۸۸	−۰/۰۷۹٤۹۵۹۷۹	۱/۸۹۲۷۵۹۹۵۱	۱
ورقه‌ای	۱/۵۳۱٦۵۵٦۷	۰/۲۹۵۰٦۱۳۹۷	۰/۹۱۳۳۵۸۵۳٤	۳
مدرن	۰	۰	۰	٤

به گونه‌ای که در رتبه‌بندی مشاهده می‌شود، گونه ساختمانی بلندمرتبه دارای بیشترین تغییرات مثبت در شرایط پیشنهادی می‌باشد و به ترتیب گونه‌های فشرده مقادیری کمتر را دارا هستند. گونه ساختمانی مدرن با در نظر گرفتن میزان پایین تغییرات اعمال شده در مدل پیشنهادی از حالت بهینه، تراکم افزوده کمتری نسبت به سایر گونه‌ها به خود گرفته است. لذا تغییرات ناشی از این افزایش به صفر میل می‌کند. نبودن تغییرات در این حالت خود نشانه‌ای مثبت بوده و نشانگر این است که با افزایش هر چند پایین تراکم در این گونه، خرد اقلیم اطراف آن از نظر مطلوبیت افت نکرده و حالت پیشین خود را حفظ کرده است. عملا با نگاهی دیگر، نتایج بررسی اعمال مدل بهینه در نمونه موردی در حالت کلی ناشی از تایید کارکرد مطلوب مدل بهینه است که در ۷۵٪ بهبود و در ۲۵٪ ثبات خرد اقلیم را به همراه داشته است. به تفسیر دیگر اعمال مدل بهینه در نمونه موردی، نه تنها کاهشی در کارایی انرژی در هیچ

کدام از گونه‌ها نداشته بلکه در سه چهارم موارد با افزایش غیر مستقیم کارایی انرژی در توده‌های ساختمانی همراه بوده است.

نتیجه‌گیری و دستاورد علمی پژوهشی

برای تبیین مدل طراحی شهری پایدار، در مرحله اول پایداری به عنوان خواستگاه و الگوی اصلی در شاخه مطالعات شهری و در چارچوب رشته طراحی شهری بررسی شده و با مرور ادبیات موضوع، فرم شهری پایدار که با تایید اکثریت قریب به اتفاق اندیشمندان همان فرم شهری فشرده است مورد تاکید و محور اصلی پژوهش قرار گرفته است. از آنجایی که رویکرد پژوهش پایداری در بافت شهری است، لذا محدوده تمرکز بر روی انرژی مصرفی توسط ساختمان‌ها بوده که مهمترین فاکتور این امر به شمار میرود. در انرژی مصرفی، نوع انرژی عملیاتی و نهایتا انرژی مورد نیاز برای سرمایش و گرمایش در ساختمان‌ها که بالاترین میزان مصرف را به خود اختصاص می‌دهند مورد توجه قرار گرفته‌اند. با توجه به نتیجه نهایی وتوضیحات در خصوص تحلیل و تفسیر نتایج به دست آمده، واضح و مبرهن است که مدل پیشنهادی که همانا میزان مشخص تراکم و سطح اشغال بهینه برای فشرده سازی بافت شهری است، نتیجتا در راستای کاهش مصرف انرژی نیز تاثیرات مثبت داشته و عملا با استفاده از این مدل، افزایش تراکم را با بهبود شرایط خرد اقلیمی به صورت توامان خواهیم داشت. این به معنی مدل طراحی شهری است که بر اساس فرم شهری پایدار (شهر فشرده) بوده و منتج به کاهش مصرف انرژی می‌گردد. در واقع این مدل، گونه‌ای روش در مسیر تصمیم سازی و تصمیم گیری را طالب است تا با قرار گیری طراحی شهری در قسمت مناسب و مورد نظر در تولید طرح‌های تفصیلی و همچنین تنظیم ضوابط و استانداردهای ساخت و ساز در مناطق شهری، با اعمال مدل پیشنهادی، نتایج حاصل از این تصمیمات عمده را به سمت و سوی پایداری و کارایی انرژی رهنمون گردد. نهایتا می‌توان بر اساس ارزیابی نهایی مدل پیشنهادی را با توجه به متغیر تعداد طبقات و نیز پایه گذاری سناریو تراکم ساختمانی و سطح پوشش، به این صورت بیان نمود:

جدول ۸: میزان تراکم ساختمانی و تعداد طبقاتی پیشهادی برای مدل بهینه تراکم مبنا منبع: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

نوع ریخت گونه	تعداد طبقات وضع موجود	تعداد طبقات وضع بهینه	نوع سناریو استفاده شده	میزان تغییر (ارتفاع بر حسب متر)	تعداد طبقات مدل پیشنهادی
بلوک فشرده	۸	۱۲	سطح اشغال یکسان	۱۲	۱۲
آپارتمانی مدرن	٦	۸	سطح اشغال یکسان	٦	۸
بلند مرتبه	۳۱	٤۰	سطح اشغال یکسان	۲۷	٤۰
ورقه ای	۳۱	٤۰	سطح اشغال یکسان	۲۷	٤۰

مدل ارائه شده، نوع و چگونگی استفاده از داده‌های عددی در معرفی حالت‌های بهینه در قالب سناریوهای ارائه شده است که این استفاده منوط به شناخت بستر مورد مطالعه، تعیین و تدقیق ریخت‌گونه و نیز ارزیابی حالت موجود و بهینه پیشنهادی است که در صورت تائید نتایج به گونه‌ای که در این پژوهش تمامی مسیر مذکور در نمونه موردی اعمال و نتایج منعکس شد، اقدام به پیاده سازی فیزیکی مدل است. لازم به ذکر است که در هر مرحله از گام‌های عملی این مدل طراحی، حالت‌ها و شرایط متنوع و مختلفی پیش رو است که هم در راستای پژوهش‌های آتی و هم در مسیر تکمیل این پژوهش در مقام عمل جای ارزیابی و بررسی فراوان دارد.

بر این اساس مدل پیشنهادی ارائه شده به عنوان یکی از حالت‌های پایداری ریخت‌گونه‌های منطقه ۲ تهران ارائه شده است که ساختار هر یک از ریخت‌گونه‌ها بر اساس نتایج ارزیابی به صورت سیستمی مد نظر قرار گرفته است. توضیح اینکه در نگرش سیستمی به بافت‌های شهری، تبیین مدل بر اساس مفهوم تراکم (الگوی فشرده سازی) حالت‌های بیشماری را می‌تواند داشته باشد که مشخصا هر یک از متغیرهای دخیل در ریخت‌شناسی شهری به تعداد واحدهای مولفه خود تولید حالت می‌کند. نتیجه حاضر بر اساس موارد زیر پایه ریزی یک مدل پیشنهادی را با در نظر گرفتن اصول تراکم شهری تبیین می‌کند:

۱. تبیین مدل بهینه براساس شرایط مشروط به ارزیابی محدود انجام شده است. یعنی اینکه نوع داده مورد بررسی بر اساس مفاهیم ریاضی و اصول هندسی تطبیق داده شده است.

۲. تاثیر مدل پیشنهادی در حیطه عمل رشته طراحی شهری به عنوان مقیاس میانی از مقیاس‌های کلانتر برنامه ریزی در یک منطقه شهری گرفته می‌شود. لذا تمرکز نتایج پژوهش بر اساس یک محدوده مشخص در مقیاس میانی است.

۳. بر اساس اینکه محدودیت‌های ارزیابی به عنوان اصل مشترک در علم ریخت‌شناسی محسوب می‌شود، در حالت عملی مدل پیشنهادی الزام ساختاری به اینکه اعمال مدل و سیاست‌های حاصل از آن بعد از فرآیند قطعه‌بندی طرح تفصیلی انجام می‌گیرد. به همین منظور پایه مدل مفروض ارائه نشده بلکه ساز و کار نوین و جدیدی را در تعیین نوع پایداری با به کارگیری فشرده سازی شهری مطرح می‌کند.

نهایتا می‌توان عنوان نمود که مدل طراحی شهری پایدار بر اساس مفهوم پایداری زمانی می‌تواند شکل گیرد که فرم شهری فشرده‌ای در بستر ریخت شناسی به صورت توسعه یافته اعمال شود. با این حساب برای دستیابی به مدل طراحی شهری پایدار ابتدا نیازمند فشرده سازی فرم شهری و ایجاد اصول تکنولوژی و سیاستگذاری آن هستیم که این مهم در کشورهای درحال توسعه و بخصوص در شهرهایی مانند تهران که به صورت گسترده و افقی توسعه پیدا کرده‌اند، خود مفهومی جدید و نوین محسوب می‌شود و در واقع بعد از رسیدن به حد استاندارد فشرده‌سازی نیاز به محاسبات و دخالت رشته‌های دیگر همچون برنامه ریزی شهری دارد. بنابراین می‌توان سازوکار مفهومی مقاله را بر اساس مراحل زیر مطرح نمود:

۱. الگوی فشرده سازی بر اساس اصول شهرسازی عمودی.

۲. فرم شهری فشرده با احتساب ریخت‌گونه‌های منظم

۳. تبین سیاست‌گذاری در ساختار طرح تفصیلی

- تعیین قطعه‌بندی ریخت‌گونه‌ها توسط برنامه‌ریزان شهری
- تعیین تراکم اولیه بر اساس محاسبات پایه‌ای علم برنامه‌ریزی شهری

٤. تعیین میزان تراکم ساختمانی بر اساس سطح پوشش هر قطعه با احتساب مولفه تعداد طبقه

بر همین اساس به عنوان پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی می‌توان حالت‌های دیگر ممکن و میسر از ترکیت پارامترها و متغیرهای ارزیابی شده و ثابت مفروض شده را مطرح کرد. پژوهشگران می‌توانند در ادامه این مطالعه و در راستای

تکمیل و تدقیق نتایج به دست آمده، دیگر متغیرهای ریخت‌شناسی که در این مطالعه مورد ارزیابی قرار نگرفته‌اند و حالت‌های مختلف تطبیقی با پارامترهای اقلیمی را به منظور دستیابی به کارایی انرژی در حالت‌های دیگر مورد بررسی قرار دهند که مشخصا تغییر سطح پوشش ساختمانی، تاثیرات جهت‌گیری معابر، جهت گیری توده، پوشش گیاهی و مصالح می‌توانند از اهم این متغیرها باشند.

منابع

باقری، وحیده و نژاد ابراهیمی، احد (۱۳۹۷)، بهینه سازی انرژی در طراحی نما ساختمان با تاکید بر رویکرد مهندسی ارزش (مطالعه موردی: مجموعه تجاری-اقامتی امید مشهد)، فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای، سال هشتم، شماره ۲، ص ۱۹۵-۲۰۷

حاجی فتحعلی، مهسا، فیضی، محسن و دهقان، عاطفه (۱۳۹۹) راهبرد های کوتاه مدت برای کاهش اثرات مخرب جزایر گرمایی در مناطق شهری، فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای، سال دهم، شماره ۲، ص ۲۱٤-۱۹۵

دارابی، مرضیه، قلعه نویی، محمود، خسروی، حسین (۱۳۹۵) تبیین تراکم بلوک های شهری با استفاده از ماتریس اسپیس میت، نمونه تاریخی کاشان، فصلنامه مطالعات هنر و معماری، دوره ۲، شماره ۷، ص ۲۹-۱۹

راوند، انوشیروان، خالدی، شهریار و حسن آبادی، داوود (۱۳۹۹)، سازگاری با اثر تغییر اقلیم بر معماری با استفاده از شاخص های ماهانی و قانون کسینوس در میانه، فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای، سال یازدهم، شماره ۱، ص ۲٤۵-۲۳۳

رضایی جهرمی، پگاه، برک پور، ناصر (۱۳۹۵) ارزیابی کارایی انرژی در مقیاس شهری در مقایسه دو روش لید و تریس، فصلنامه علمی-پژوهشی نقش جهان، شماره ٦، ص ۳۰-۱۸

ستارپور، مریم، بمانیان، محمد رضا و صارمی، حمید رضا (۱۳۹۹)، تبیین مولفه های سرزندگی و دلبستگی در طراحی فضاهای مسکونی سنتی(بلفت سنتی تبریز)، فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای، سال دهم، شماره ۲، ص ٤۲۰-٤۰۷

شعبانیان، مهدی، کابلی، محمد هادی، دهقان بنادکی، علی، زارع، لیلا (۱۳۹۸) ارزیابی ضوابط تعیین ارتفاع ساختمان ها در طرح تفضیلی همدان از جنبه کارایی انرژی با استفاده از تکنیک تاپسیس، فصلنامه مطالعات محیطی هفت حصار، شماره ۲۸، سال هفتم، ص ۸۸-۷۵

کرمی راد، سینا، علی آبادی، محمد علی، حبیبی، امین (۱۳۹۷)، سنجش تاثیر هندسه شهری بر شرایط آسایش حرارتی بیرونی در مقیاس خرد اقلیم شهری، فصلنامه برنامه ریزی منطقه ای، شماره ۲۹، سال هشتم، ص ۱٦۱-۱۷۱

کرمی، ساناز و ذاکر حقیقی، کیانوش (۱۳۹۵) بررسی راهکار های اجرایی افزایش کیفیت مسکن و امنیت تصرف در سکونتگاه های غیر رسمی با رویکرد ماتریس کمی برنامه ریزی راهبردی، نمونه موردی: شهر همدان، فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای، سال هفتم، شماره ۱، ص ۲٦۵-۲٤۷

مرتضایی، گلناز، محمدی، محمود، نصراللهی، فرشاد و قلعه نویی، محمود (۱۳۹٦) بررسی ریخت-گونه شناسانه بافت های مسکونی جدید در راستای بهینه سازی انرژی، فصلنامه مطالعات شهری، شماره ۲٤، ص ۵٤-٤۱

Acero, J., & Herranz-Pascual, K. (2015). A comparison of thermal comfort conditions in four urban spaces by means of measurements and. Building and Environment, 93, 245-257.

Adolphe, L. (2001). Modelling the Link between Built Environment and Urban Climate: Towards Simplified Indicators of the City Environment. Seventh International IBPSA Conference, (pp. 679-684). Rio de Janeiro.

Anne-Françoise Marique & Sigrid Reiter, (2011). Towards more sustainable neighbourhoods: are good practices reproducible and extensible? A review of a few existing " sustainable neighbourhoods ". Conference: PLEA 2011 : Architecture & Sustainable DevelopmentAt: Louvain-la-neuve (Belgium)Volume: Presses universitaires de Louvain. pp. 27-32

Cheval, S., & Dumitrescu, A. (2014). Remote Sensing of Environment. The summer surface urban heat island of Bucharest, 104(2), 133-146.

Dawodu and A. Cheshmehzangi. (2017). “Impact of Floor Area Ratio (FAR) on Energy Consumption at Meso Scale in China: Case Study of Ningbo,” in *Energy Procedia*, May 2017, vol. 105, pp. 3449–3455, doi: 10.1016/j.egypro.2017.03.789.

Er-Rosenzweig, C., Solecki, W., Parshall, L., Chopping, M., Pope, G., & Ertugrul, E. (2015). Implementing Geospatial Data in Parametric Environment. Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium.

Jamei, E. Rajagopalan, P. Seyedmahmoudian, M. and Jamei, Y. (2015). “Review on the impact of urban geometry and pedestrian level greening on outdoor thermal comfort,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 54, pp. 1002–1017, 2016, doi: 10.1016/j.rser.2015.10.104.

Krüger, E. L. Minella, F. O. and Rasia, F. (2010). “Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in Curitiba, Brazil,” *Build. Environ.*, vol. 46, no. 3, pp. 621–634, 2011, doi: 10.1016/j.buildenv.2010.09.006.

L. G. R. Santos, I. Nevat, G. Pignatta, and L. K. Norford. (2021). “Climate-informed decision-making for urban design: Assessing the impact of urban morphology on urban heat island,” *Urban Clim.*, vol. 36, p. 100776, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.uclim.2021.100776.

Leng, H. Chen, X. Ma, Y. Wong, N. H. and Ming, T. (2020). “Urban morphology and building heating energy consumption: Evidence from Harbin, a severe cold region city,” *Energy Build.*, vol. 224, p. 110143, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.enbuild.2020.110143.

M. T. Yingjie Jiang , Changguang Wu, Y. Jiang, and C. Wu. (2020). “Impact of Residential Building Layouts on Microclimate in a High Temperature and High Humidity Region,”, doi: https://doi.org/10.3390/su12031046.

Ma, R. Li, X. and Chen, J. (2021). “An elastic urban morpho-blocks (EUM) modeling method for urban building morphological analysis and feature clustering,” *Build. Environ.*, vol. 192, 2021, doi: 10.1016/j.buildenv.2021.107646.

Morris, C. & Pehnt, M. (2015). Energy Transition The German Energiewende. Heinrich Böll Foundation, Available form: http://energytransition.de/wp-content/themes/boell/pdf/en/German-Energy-Transition_en.pdf (Accessed 21 August (2015).

Rodríguez Algeciras J. A. and Matzarakis, A. (2016). “Quantification of thermal bioclimate for the management of urban design in Mediterranean climate of Barcelona, Spain,” *Int. J. Biometeorol.*, vol. 60, no. 8, pp. 1261–1270, 2016, doi: 10.1007/s00484-015-1121-8.

Santos, L. G. R. Nevat, I. Pignatta, G. and. Norford L. K. (2021). “Climate-informed decision-making for urban design: Assessing the impact of urban morphology on urban heat island,” *Urban Clim.*, vol. 36, p. 100776, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.uclim.2021.100776.

Strømann-Andersen J. and Sattrup, P. A. (2020). “The urban canyon and building energy use: Urban density versus daylight and passive solar gains,” *Energy Build.*, vol. 43, no. 8, pp. 2011–2020, 2011, doi: 10.1016/j.enbuild.2011.04.007.

Taleghani, M. Sailor, D. J. Tenpierik, M. and van den Dobbelsteen A. (2014). “Thermal assessment of heat mitigation strategies: The case of Portland State University, Oregon, USA,” *Build. Environ.*, vol. 73, pp. 138–150, 2014, doi: 10.1016/j.buildenv.2013.12.006.

Van Esch, M., Kleerekoper, L., & Salcedo, T. (2012). How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect? Conservation and Recycling, 64, 30-38.

Wang, Y., & Zhang, L. (2016). Shape optimization of free-form buildings based on solar radiation gain and space efficiency using a multi-objective genetic algorithm in the severe cold zones of China. Solar Energy, 132, 38-50.

Xu, Pengpeng, Chan, Edwin, H., Fischer, Henk, J., . . . Zezhou. (2015). Sustainable building energy efficiency retrofit for hotel buildings using EPC mechanism in China: analytic Network Process (ANP) approach. Journal of Cleaner Production, 107, 378–388.

Yang, S., & Lin, T. (2016). An integrated outdoor spaces design procedure to relieve heat stress in hot and humid regions. Building and Environment, 99, 149-160.

Yao, J. (2012). “Energy optimization of building design for different housing units in apartment buildings,” *Appl. Energy*, vol. 94, pp. 330–337, 2012, doi: 10.1016/j.apenergy.2012.02.006.

Yingjie Jiang, M. T. Changguang Wu, Y. Jiang, and C. Wu. (2020). “Impact of Residential Building Layouts on Microclimate in a High Temperature and High Humidity Region,” 2020, doi: https://doi.org/10.3390/su12031046.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی