

Assessment of Urban Geometry's Effects on Nocturnal Urban Heat Islands Using GIS (Case Study: District of Golsar in Rasht)

Seyyed Hassan Hashemi Ashka (a), Hamid Motieyan* (b)

(a) MSc Student of GIS, Faculty of Engineering, Islamic Azad University (IAU), Ramsar Branch, Hashemi_Ashka@yahoo.com

(b) Assistant Professor, Department of Geomatics, Faculty of Civil Engineering, Noshirvani University of Technology (NIT), Babol, Iran, H.motieyan@nit.ac.ir

(* Corresponding author: Hamid Motieyan)

Abstract

Urban heat islands (UHI) is one of the most substantial phenomena related to urbanization defined by the air temperature increase of cities compared to their rural surroundings. Due to the effects of urban geometry on changing energy balance, it is considered to be one of the most important factors in the formation of UHI. One of the most important indexes of defining urban geometry is the aspect ratio parameter, which is defined by the ratio of building height to street width in urban canyons. So far, various models have been developed to simulate the intensity of UHI, and Oke's model is one of the most successful models. This model uses the aspect ratio index. Since Oke's model require descriptive and spatial analysis (especially topological analysis), the use of Geospatial Information Systems (GIS) is inevitable. This study examines the effects of urban geometry on nocturnal UHI intensity of 10 urban canyons in Golsar District of Rasht, by Oke's model and using GIS tools. The results show the canyons with higher aspect ratios intensify the nocturnal UHI, while the canyons with lower aspect ratio leads to lower UHI intensity.

Keywords: Nocturnal Urban Heat Islands, Canyon, Oke's model, Aspect Ratio, GIS.

بررسی تأثیر هندسه شهری بر جزایر گرمایی شبانه شهری با استفاده از GIS (مطالعه موردی: محله گلسار رشت)

سید حسن هاشمی اشکاء^۱، حمید مطیعان^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، سیستم اطلاعات مکانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رامسر

Hashemi_Ashka@yahoo.com

^۲ استادیار، گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

H.motieyan@nit.ac.ir

چکیده

جزیره گرمای شهری (UHI) یکی از مهم‌ترین پدیده‌های مرتبط با شهرنشینی است که بیانگر افزایش دمای مناطق شهری نسبت به محیط روستایی پیرامونی آن‌ها است. با توجه به تأثیرات هندسه شهری بر تغییر تعادل انرژی، این عامل یکی از مهم‌ترین عوامل شکل‌گیری پدیده مذکور محسوب می‌شود. یکی از شاخص‌های بسیار مهم در تعریف هندسه شهری، پارامتر نسبت منظر است که توسط نسبت ارتفاع ساختمان‌ها به عرض خیابان در کانیون‌های شهری تعریف می‌شود. تاکنون مدل‌های مختلفی جهت شبیه‌سازی شدت UHI توسعه داده شده است که مدل اوکه یکی از موفق‌ترین مدل‌ها است. این مدل از شاخص نسبت منظر استفاده می‌کند. از آنجاکه محاسبات مدل اوکه نیازمند تحلیل‌های توصیفی و مکانی (به‌خصوص تحلیل‌های توپولوژیکی) است، لذا استفاده از سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) امری اجتناب‌ناپذیر است. این تحقیق تأثیر هندسه شهری بر شدت UHI شبانه ۱۰ کانیون شهری واقع در محله گلسار شهر رشت را با استفاده از مدل اوکه و ابزارهای GIS بررسی می‌کند. نتایج حاصل نتایج نشان می‌دهد کانیون‌های دارای مقادیر نسبت منظر بالاتر سبب تشدید UHI شبانه می‌شوند؛ درحالی‌که کانیون‌ها با مقادیر نسبت منظر پایین‌تر شدت UHI کمتری را ایجاد می‌کنند.

کلمات کلیدی: جزایر گرمایی شبانه شهری، کانیون، مدل اوکه، نسبت منظر، سیستم‌های اطلاعات مکانی.

۱- مقدمه

تأثیرات آن بر جریان هوا، در نظر گرفتن این عامل در طراحی‌های شهری و استفاده از طرح‌های هندسی بهینه می‌تواند یکی از راه‌کارهای اساسی در این خصوص محسوب شود. با توجه به ماهیت مکان‌محور هندسه شهرها و پدیده جزیره گرمایی، تلفیق و پردازش آن‌ها در سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) می‌تواند در مدل‌سازی این پدیده بر اساس شاخص‌های هندسی و ارائه طرح‌های بهینه معماری و شهرسازی کمک شایانی نماید.

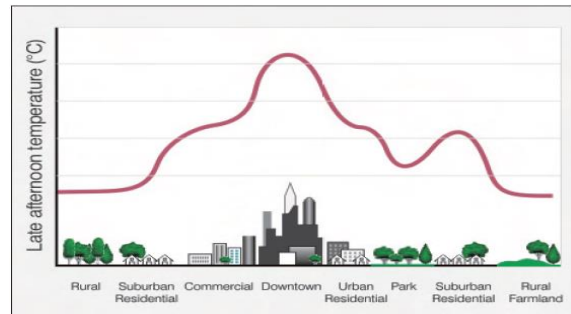
در زمینه تأثیر هندسه شهری در ایجاد و تشدید پدیده جزیره گرمایی مطالعات مختلفی صورت گرفته است. Oke (۱۹۸۱) با تهیه یک مدل فیزیکی ساده، به شبیه‌سازی سرعت سرمايش شبانه محیط‌های روستایی و شهری در شرایط ایده‌آل پرداخت و از طریق مقایسه این مدل با مشاهدات میدانی جمع‌آوری شده در شرایط مشابه؛ نشان داد مدل مذکور می‌تواند بسیاری از ویژگی‌های جزایر گرمایی شهری و تبادل تابشی امواج با طول موج بلند در کانیون‌های شهری را بازتولید نماید. Oke با استفاده از این مدل، تأثیرات اختلاف هندسه مناطق شهری و روستایی در پذیرش گرما را مورد بررسی قرار داد. نتیجه بررسی‌ها نشان داد؛ هندسه کانیون‌ها در تنظیم کاهش گرمای تابشی ناشی از امواج دارای طول موج بلند، تأثیرگذار بوده و پارامتری مرتبط در ایجاد جزایر گرمایی شبانه محسوب می‌شوند. در این تحقیق، مدل عددی پیش‌بینی بیشینه شدت جزیره گرمایی بر اساس پارامتر نسبت منظر (به‌عنوان شاخص بیان‌گر هندسه شهری) تهیه و ارائه شد [۸].

Yang و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعات خود، به ارزیابی اقلیمی هندسه سه‌بعدی شهری با استفاده از ابزارهای تحلیلی موجود در سیستم‌های اطلاعات مکانی پرداختند. در این مطالعه از سیستم‌های اطلاعات مکانی به‌عنوان راه‌حل عملیاتی در توسعه ابزارهای تحلیلی مورد نیاز در آنالیزهای اقلیمی و شهری نام برده شده است. در تحقیق فوق، از شاخص ضریب دید آسمان (SVF) به‌عنوان شاخص نمایانگر هندسه شهری استفاده شده و محاسبه آن با استفاده از ابزارهای تحلیلی فضایی GIS صورت پذیرفت و بر اساس آن، طرح‌های مختلف هندسی از نظر عملکرد اقلیمی مورد مقایسه قرار گرفتند. در این تحقیق، مزیت‌های استفاده از ابزارهای تحلیل مکانی مبتنی بر GIS نظیر افزایش سرعت و افزایش دقت محاسبه SVF و همچنین امکان به‌کارگیری این ابزارها در ارزیابی اقلیم‌های شهری در مرحله طراحی نشان داده شد [۹].

Nakata و همکاران (۲۰۱۵) در یک تحقیق، شبیه‌سازی حداکثر شدت جزایر گرمایی شبانه در سناریوهای مختلف شهری را بر اساس داده‌های هندسه شهری در یک سیستم اطلاعات مکانی مورد مطالعه قرار دادند و افزونه‌ای را در این خصوص تهیه کردند. این تحقیق بر پایه مبانی نظری-عددی مدل Oke، انتخاب ابزارهای موجود در GIS، طراحی مدل محاسبه و ترکیب الگوریتم حاصله در GIS صورت گرفته است [۱۰].

علیچانی و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیق خود به شبیه‌سازی و محاسبه شدت جزیره گرمایی منطقه کوچه‌باغ شهر تبریز بر اساس هندسه شهری پرداختند. این تحقیق با استفاده از معادله عددی-نظری Oke در محیط GIS صورت پذیرفت. نتایج این تحقیق نشان داد شرایط فیزیکی و

در طی دهه‌های گذشته، رشد روزافزون جمعیت از یک‌سو و افزایش و تمرکز خدمات و امکانات در شهرها از سوی دیگر سبب شده تا پدیده مهاجرت از روستاها به شهرها افزایش یابد. در نتیجه افزایش رشد شهرنشینی، فضای فیزیکی و کالبدی شهرها به صورت لجام‌گسیخته‌ای توسعه یافته و تغییرات کاربری اراضی اطراف آن‌ها را موجب شده است. این امر پیامدهای ناخوشایندی همچون افت کیفیت محیط‌زیست و کاهش کیفیت زندگی را به همراه داشته است. جزیره گرمایی شهری از جمله این پیامدها است. در این پدیده که نخستین بار توسط لاک هاوارد در سال ۱۸۱۵ مشاهده و توصیف شد، درجه حرارت جوی و سطحی مناطق شهری به‌واسطه شهرسازی و تغییر کاربری اراضی؛ نسبت به مناطق روستایی اطراف افزایش می‌یابد [۲]. بر اساس اندازه‌گیری‌های دمایی انجام شده در شرایط ایده‌آل جوی، این افزایش دما می‌تواند به ۱۲ درجه سانتی‌گراد برسد [۳]. شکل (۱) نحوه تغییرات دما در مناطق با کاربری‌های مختلف را به‌صورت شماتیک نشان می‌دهد.



شکل (۱): مقطع عرضی جزیره گرمایی شهری [۴]

عوامل مختلفی در ایجاد پدیده جزیره گرمایی شهری مؤثر هستند. برخی از این عوامل عبارت‌اند از: تغییر کاربری اراضی و کاهش پوشش گیاهی در مناطق شهری، ویژگی‌های مصالح شهری، هندسه شهری، انرژی گرمایی ناشی از فعالیت ساکنین شهری [۵] و [۶].

پدیده جزیره گرمایی شهری از طریق افزایش مصرف انرژی، انتشار بالای آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای، تهدید سلامتی و آسایش ساکنان شهرها، کاهش کیفیت منابع آبی می‌تواند بر محیط و کیفیت زندگی جامعه تأثیرگذار باشد [۵]. با توجه به این پیامدهای عمدتاً منفی، توجه بیش‌ازپیش به این پدیده و انجام اقدامات مناسب در جهت کاهش اثرات سوء آن ضروری است.

استفاده از مصالح ساختمانی باقابلیت جذب نور کمتر و قدرت انعکاس و حفظ رطوبت بالا، استفاده از بتن‌های سبک و سقف‌های سفید در سازه‌های شهری، استفاده از بام‌های سبز، کاشت درخت در مناطق شهری، ایجاد پارکینگ‌های سبز و استفاده از طرح‌های معماری و شهرسازی مناسب از جمله راه‌کارهای مناسب در خصوص کاهش اثرات پدیده جزیره گرمایی شهری و ایجاد فضای زندگی شهری پایدار محسوب می‌شوند [۷]. در بین عوامل مؤثر بر شکل‌گیری جزایر گرمایی شهری، هندسه شهری نقش مهمی را ایفاء می‌کند. به علت تأثیرات هندسه شهری در تبادل تابشی میان زمین و آسمان در نواحی شهری و

این پارامتر توسط نسبت ارتفاع ساختمان‌ها به عرض خیابان در یک کانیون شهری تعریف می‌شود. منظور از کانیون شهری، در واقع یک خیابان نسبتاً باریک با ساختمان‌های بلند واقع در طرفین آن است (شکل ۲).



شکل (۲): کانیون شهری [۱۷]

اوکه بر اساس یک سری نتیجه‌گیری‌های ریاضی، مدل عددی-تجربی پیش‌بینی بیشینه شدت جزیره گرمایی شهری را به صورت رابطه (۱) ارائه نمود:

$$\Delta T_{u-r(max)} = 7.45 + 3.97 \ln(H/W) \quad (1)$$

در این معادله $\Delta T_{u-r(max)}$ حداکثر شدت جزیره گرمایی (برحسب درجه سانتی‌گراد) و H/W نسبت ارتفاع ساختمان‌ها به عرض معبر (فاصله ساختمان‌ها از یکدیگر) در کانیون مورد نظر است. مطالعات نشان می‌دهد که بیشینه شدت جزایر گرمایی شهر در ساعات پس از غروب آفتاب (ساعات شب) اتفاق می‌افتد. لذا مدل اوکه در واقع مدل پیش‌بینی شدت جزایر گرمایی شبانه شهری محسوب می‌شود. با توجه به این که معادله (۱) نقش خاص هندسه شهری در ایجاد جزایر گرمایی شهری را مورد بررسی قرار می‌دهد، به یکی از منابع موجود در مطالعات اقلیم‌های شهری تبدیل شده است [۱۴]. این مدل در بسیاری از شهرهای آمریکای شمالی و اروپایی خوب عمل می‌کند ($r^2 = 0.89$) ولی در شهرهای دیگر با آب‌وهوای متفاوت، مانند شهرهای کره و ژاپن، این مدل قادر به پیش‌بینی مقادیر پایین شدت جزیره گرمایی شهری نیست [۱۸] که شاید بتوان دلیل آن را به تفاوت‌های بسیار زیاد ویژگی‌های گرمایی این نقاط منتسب کرد [۱۹]. معادله (۱) با فرض وجود کانیون‌های کاملاً همگن شهری به دست آمده است که این فرض در اکثر شهرها صادق نیست. اغلب کانیون‌های شهری غیر همگن هستند و ارتفاع ساختمان‌ها و عرض معبر در امتداد آن‌ها متغیر است. لذا برای محاسبه بیشینه شدت جزیره حرارتی در یک کانیون، همان‌طور که در شکل (۳) نشان داده شده است، نخست ساختمان‌هایی که در مجاورت معبر کانیون قرار گرفته‌اند، انتخاب و سپس عرض متوسط معبر و ارتفاع متوسط ساختمان‌ها بر اساس روابط (۲) تا (۵) محاسبه شده و در معادله (۱) جایگذاری می‌گردد:

هندسی شهر بر تغییرات جزیره گرمایی منطقه مورد مطالعه تأثیر بسیار زیادی دارد [۱].

هدف از این مطالعه، شبیه‌سازی بیشینه شدت جزایر گرمایی کانیون‌های شهری قسمتی از منطقه گلزار شهر رشت با استفاده از شاخص نسبت منظر بر اساس مدل Oke و قابلیت‌های سیستم‌های اطلاعات مکانی است.

۲- مبانی نظری- عددی

عوامل مؤثر در ایجاد پدیده جزایر گرمایی شهری را می‌توان به دو دسته تقسیم‌بندی نمود. دسته اول، شامل عوامل هواشناسی مانند سرعت و جهت باد، رطوبت و پوشش ابر است. دسته دوم؛ عواملی نظیر تراکم مناطق ساخته‌شده، نسبت منظر، ضریب دید آسمان و مصالح ساختمانی هستند که اساساً محصول هندسه و طراحی شهری محسوب می‌شوند [۱۰]. در این دسته، الگوی کاربری اراضی و هندسه شهری، ارتباط ویژه‌ای با ایجاد جزایر گرمایی شهری دارد [۱۱، ۱۲، ۱۳]. تغییر هندسه محیط‌های شهری ممکن است بر افزایش یا کاهش دمای هوای شهر نسبت به مناطق مجاور، سرعت و جهت باد و همچنین تبادل پرتوهای طول موج کوتاه و بلند تأثیرگذار باشد. در مطالعاتی که تأثیرات هندسه شهری بر روی اقلیم شهرها مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ معمولاً از مدل‌ها یا برنامه‌های رایانه‌ای برای شبیه‌سازی سناریوهای واقعی و فرضی استفاده نموده و عمدتاً وضعیت‌های مختلف تراکم شهری را مورد بررسی قرار می‌دهند [۱۴]. در تحقیقات اقلیمی مربوط به محیط‌های شهری از سه نوع مدل استفاده می‌شود: مدل‌های فیزیکی، مدل‌های تجربی و مدل‌های عددی [۱۵، ۱۶]. مدل‌های فیزیکی، مدل‌هایی هستند که در آن وضعیت منطقه مورد مطالعه در یک مقیاس کوچک‌تر بازتولید می‌شود. این مدل‌ها به درک بهتر فرآیند خاص مورد مطالعه کمک می‌کنند. ساخت مدل‌های فیزیکی معمولاً هزینه‌بر بوده و به زمان زیاد نیاز دارد؛ اما چالش‌برانگیزترین جنبه این مدل‌ها، به دست آوردن جرم حرارتی متناسب با مقیاس مورد نظر است. مدل‌های تجربی شامل الگوریتم‌های آماری، پارامترها، فرمول‌های مهندسی و مفهوم‌سازی کیفی است [۱۵]. این مدل‌ها معمولاً با استفاده از تحلیل رگرسیون مشاهدات و ویژگی مشترک آن‌ها ایجاد می‌شوند. لذا می‌توانند از قدرت پیش‌بینی بالایی برخوردار باشند [۱۴]. از طرف دیگر، این روش‌ها غالباً به محل انجام مشاهدات و شرایط آب و هوایی آن محدود هستند و استفاده از ضرایب این مدل‌ها در مناطق دیگر چندان مفید نیست. در مدل‌سازی عددی، متغیرهای مورد مطالعه و میزان تغییرات آن‌ها به وسیله اصول علمی اساسی حاکم بر آن‌ها به یکدیگر مربوط شده و غالباً به معادلات دیفرانسیل غیرخطی منتهی می‌شوند که این معادلات بر اساس مقادیر اولیه و شرایط مرزی حل می‌گردد. این مدل‌ها مبتنی بر فرضیاتی هستند که ممکن است در طبیعت برقرار نباشد. همچنین ممکن است تمامی پدیده‌های فیزیکی حاکم بر موضوع مورد بررسی، به درستی در مدل توصیف نشده باشند. لذا لازم است که نتایج حاصل از مدل‌های عددی مورد اعتبارسنجی قرار گیرد تا از نتایج آن‌ها اطمینان حاصل شود.

اوکه از جمله محققین برجسته در زمینه بررسی ارتباط میان پارامترهای هندسی و شدت جزیره گرمایی است. وی در مطالعات خود، اثر پارامتر نسبت منظر را به‌عنوان شاخصی از هندسه شهری مورد مطالعه قرار داد.

۳- آماده‌سازی و پردازش اولیه داده‌ها به کمک

سیستم اطلاعات مکانی

همان‌طور که از مدل اوکه مشاهده می‌شود؛ بیشینه شدت جزیره گرمایی در یک کانیون شهری تابعی از نسبت ارتفاع ساختمان‌ها به عرض معبر در آن کانیون است. کانیون‌های شهری عمدتاً غیر همگن هستند لذا انجام محاسبات مربوط به ارتفاع متوسط ساختمان‌ها و عرض معبر کانیون‌ها در یک منطقه، سخت و زمان‌بر می‌باشد. همچنین نحوه نمایش نتایج حاصل از انجام این محاسبات، از دیگر مشکلات مربوط به مطالعات پدیده جزایر گرمایی شهری محسوب می‌شود. سیستم‌های اطلاعات مکانی به‌واسطه دارا بودن قابلیت‌هایی همچون: ذخیره‌سازی روابط توپولوژی میان عوارض جغرافیایی مختلف و اتصال آن‌ها به داده‌های توصیفی، بازیابی، تجزیه و تحلیل و نمایش آن‌ها می‌تواند انجام مطالعات جزایر گرمایی شهری را سهل و آسان نماید. استفاده از سیستم‌های اطلاعات مکانی این امکان را می‌دهد تا برنامه‌ریزان و طراحان شهری بتوانند ضمن انجام سریع‌تر محاسبات، پردازش‌ها و تجزیه و تحلیل‌های داده‌های مکانی موجود در طرح‌ها، نتایج نهایی کار را به‌گونه‌ای بهتر مشاهده و نسبت به اصلاح بهتر طرح اقدام نمایند. لذا با مرتبط کردن مدل اوکه با سیستم‌های اطلاعات مکانی می‌توان گام بزرگی را در راستای انجام مطالعات جزایر گرمایی شهری برداشت. با توجه به مدل اوکه، لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز این تحقیق جهت کار با سیستم‌های اطلاعات مکانی عبارت است از:

- لایه خطی معابر: این لایه شامل محور معابر در منطقه موردنظر می‌باشد. این لایه حاوی اطلاعات اندازه بافر معابر است.
- لایه سطحی پارسل: این لایه شامل محدوده قطعات ملکی و ارتفاع آن‌ها در منطقه مورد مطالعه است.
- لایه سطحی ساختمان‌ها: این لایه شامل محدوده اعیانات شهری و ارتفاع آن‌ها در منطقه مورد مطالعه است.

از لایه معابر برای ایجاد بافر و انتخاب ساختمان‌های مجاور معبر کانیون و از لایه‌های پارسل و ساختمان‌های شهری برای استخراج ارتفاع متوسط ساختمان‌ها و عرض معابر استفاده می‌شود. تلفیق سه لایه مذکور و محاسبه بیشینه شدت جزیره گرمایی در هر کانیون با استفاده از سیستم‌های اطلاعات مکانی میسر است. لذا در این تحقیق، برای محاسبه شدت جزیره گرمایی کانیون‌ها با استفاده از هندسه شهری از قابلیت‌های GIS استفاده شده است. بدین منظور می‌بایست یک مجموعه عملیات و پردازش‌های متوالی و متصل به یکدیگر، بر روی داده‌های مکانی و جداول اطلاعات توصیفی هر کانیون صورت پذیرد. این پردازش‌ها، با استفاده از پردازش‌های مکانی انجام می‌پذیرد. به این توالی ابزارها که به‌صورت زنجیروار به هم وصل شده‌اند و به‌گونه‌ای که خروجی یک ابزار به ابزار دیگر وارد می‌شود و یک پروسه را می‌سازد؛ مدل گفته می‌شود. یک مدل می‌تواند ساده یا پیچیده باشد. مدل ساده صرفاً یک پروسه را شامل می‌شود، در صورتی که مدل پیچیده شامل چندین پروسه است. با توجه به تعدد کانیون‌ها در ناحیه مطالعاتی و تکراری بودن فرآیند محاسبه شدت جزیره گرمایی، لازم است ترتیبی اتخاذ گردد تا ضمن جلوگیری از

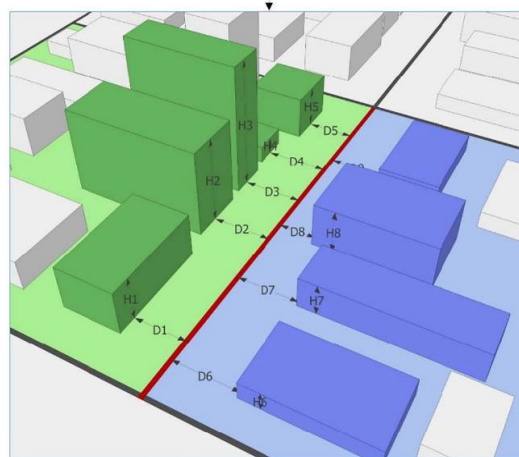
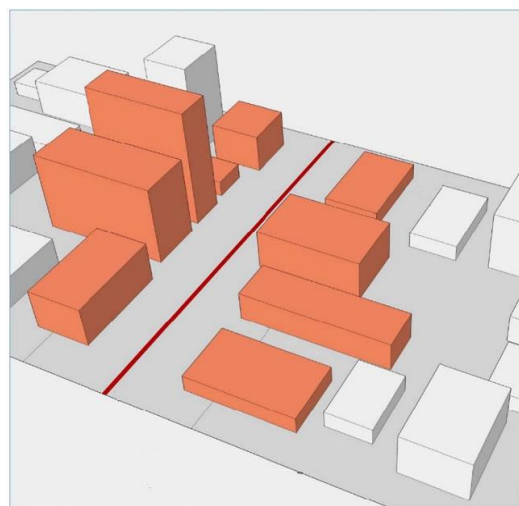
$$D_{right} = \frac{\sum_{i=1}^m D_{ri}}{m} \quad (2)$$

$$D_{left} = \frac{\sum_{i=1}^n D_{li}}{n} \quad (3)$$

$$W = D_{right} + D_{left} \quad (4)$$

$$H = \frac{\sum_{i=1}^s H_i}{s}, \quad s = m + n \quad (5)$$

در روابط فوق D_{right} ، D_{left} ، W ، H به ترتیب متوسط فاصله ساختمان‌های واقع در راست معبر از محور آن، متوسط فاصله ساختمان‌های واقع در چپ معبر از محور آن، عرض متوسط معبر و ارتفاع متوسط ساختمان‌ها می‌باشد. m و n و s نیز به ترتیب تعداد ساختمان‌های واقع در سمت راست و چپ معبر و تعداد کل ساختمان‌های یک کانیون می‌باشد.



$$W = D_{right(average)} + D_{left(average)}$$

$$H = \text{average of } H$$

$$\downarrow$$

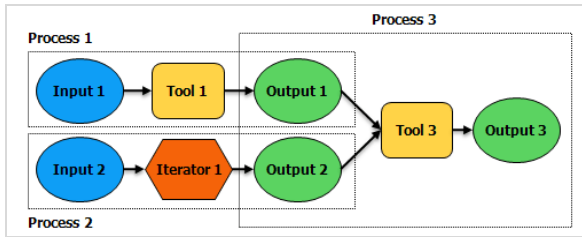
$$H/W \text{ ratio}$$

$$\downarrow$$

$$UHI_{max} \text{ by the Oke model}$$

شکل (۳): مراحل محاسبه بیشینه شدت جزایر گرمایی شهری با

استفاده از مدل اوکه [۱۴]

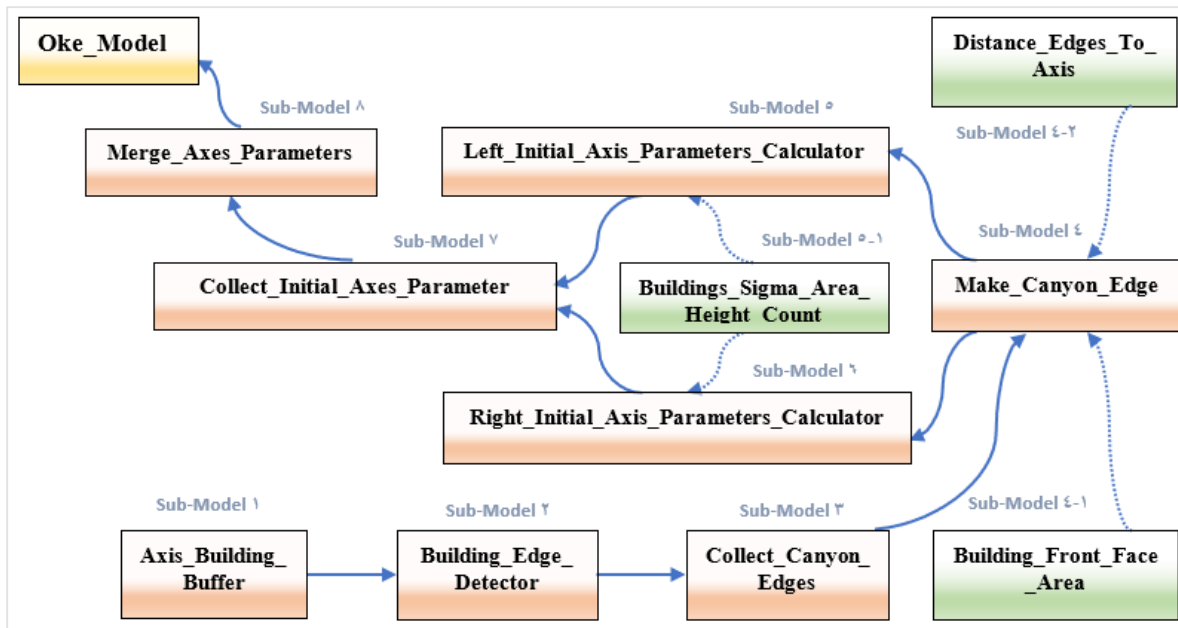


شکل (۴): بخش‌های مختلف مدل

مدل‌ها و ابزارهای ساخته شده در محیط مدل‌بیلدر، به مانند سایر ابزارهای GIS قابلیت استفاده در سایر مدل‌های جدید را دارند. مزیت مهم این قابلیت آن است که می‌توان مدل‌های پیچیده را با هدف مدیریت بهتر و شناسایی و رفع خطاهای احتمالی، به مدل‌های کوچک‌تر و ساده‌تر تبدیل نمود و از آن‌ها در مدل اصلی استفاده کرد. به این مدل‌های کوچک‌تر، زیرمدل گفته می‌شود. در انجام این تحقیق؛ مدل محاسبه شدت جزیره گرمایی کانپون‌ها شامل یک مدل اصلی و ده زیرمدل است (شکل ۵).

هرگونه خطا و اشتباه در انجام فرآیندها، زمان انجام کار را نیز به حداقل برساند. استفاده از محیط مدل‌بیلدر یکی از این روش‌ها است. مدل‌بیلدر، ابزاری بسیار کاربردی در انجام پروسه‌های تکراری محسوب می‌شود و در واقع، یک زبان برنامه‌نویسی تصویری برای ایجاد یک مدل است که مزایای استفاده از آن را می‌توان در چند عنوان زیر برشمرد:

- مدیریت و خودکارسازی پروسه‌ها.
 - اجرای پروسه‌های پیچیده و متوالی از طریق ایجاد یک ابزار.
 - امکان اضافه کردن ابزارها و پارامترهای جدید به هر قسمت از پروسه‌ها در صورت نیاز.
 - قابلیت نمایش گرافیکی پروسه‌های کاری جهت درک بهتر روند آن‌ها.
 - عدم نیاز به هیچ‌گونه پیش‌زمینه برنامه‌نویسی.
 - صرفه‌جویی زمان در اجرای کارهای تکراری.
- به‌طور کلی، یک مدل از سه بخش مختلف تشکیل می‌شود: ورودی‌ها، ابزارهای پردازشی، خروجی‌ها. این بخش‌ها توسط اتصال‌دهنده‌ها به یکدیگر وصل می‌شوند. پیکان اتصال‌دهنده‌ها، جهت انجام پردازش‌ها را نشان می‌دهد. شکل (۴) یک مدل شامل سه پروسه را همراه با اجزاء تشکیل‌دهنده آن‌ها را نشان می‌دهد.



شکل (۵): ارتباط مدل و زیرمدل‌های محاسبه شدت جزیره گرمایی

می‌شود. ورودی این زیرمدل نیز، لایه حاوی محور یک کانپون و لایه حاوی یک ساختمان است.

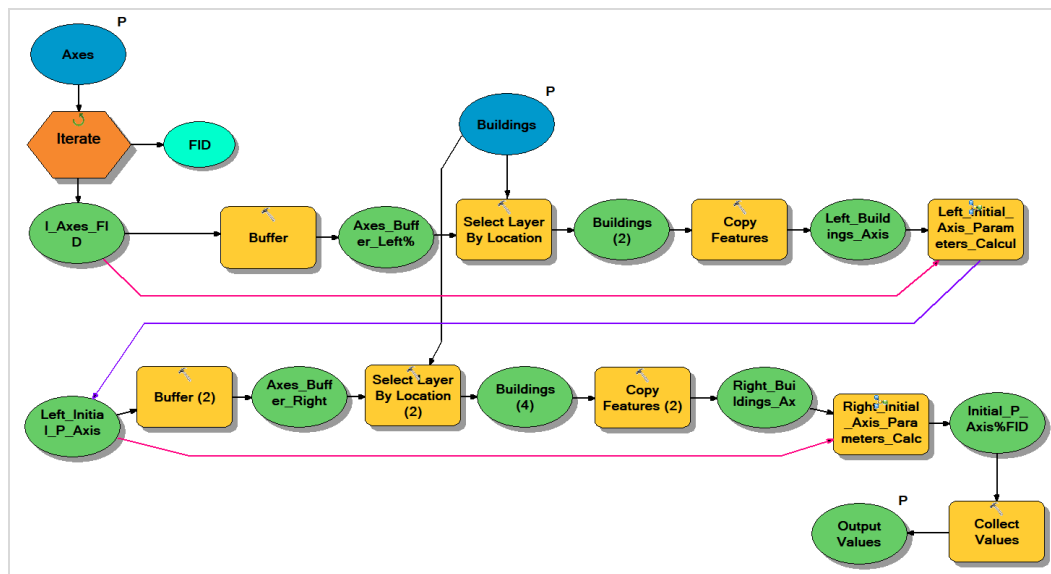
- زیرمدل `Collect_Canyon_Edges`: این زیرمدل برای شناسایی بره‌های کلیه ساختمان‌های یک کانپون که بر اساس شعاع جستجو (فاصله بافر) موجود در محور معبر، در مجاورت آن محور قرار گرفته‌اند؛ بکار می‌رود. ورودی این زیرمدل، لایه ساختمان‌ها و لایه حاوی محور یک کانپون است.
- زیرمدل `Make_Canyon_Edge`: از این زیرمدل برای ترکیب و ادغام بره‌های ساختمانی حاصل از زیرمدل شماره ۳ و

کارکرد هریک از زیرمدل‌ها و مدل اصلی تهیه شده در شکل (۵) به شرح ذیل است:

- زیرمدل `Axis_Building_Buffer`: از این زیرمدل برای ایجاد بافری از محور کانپون بر اساس نزدیک‌ترین فاصله یک ساختمان از آن محور (به‌علاوه یک مقدار ثابت) بکار می‌رود. ورودی این زیرمدل، لایه حاوی محور یک کانپون و لایه حاوی یک ساختمان است.
- زیرمدل `Building_Edge_Detector`: از این زیرمدل برای شناسایی بره‌های ساختمان واقع شده در مجاورت محور کانپون استفاده

- زیرمدل Collect_Initial_Axes_Parameter: این زیرمدل با ایجاد بافرهای چپ و راست، ساختمان‌های مجاور معبر را شناسایی کرده و پارامترهای محاسبه‌شده در زیرمدل‌های ۵ و ۶ را به هر کانیون نسبت می‌دهد.
 - زیرمدل Merge_Axes_Parameters: از این زیرمدل برای ادغام نتایج حاصل از زیرمدل‌های ۵ و ۶ استفاده می‌شود. همچنین در این زیرمدل ارتفاع متوسط، عرض متوسط معبر، سطح اشغال و سطح نمای متوسط ساختمان‌های کانیون محاسبه می‌شود.
 - مدل اصلی Oke_Model: این مدل جهت محاسبه نهایی پارامترهای متوسط عرض معبر، متوسط ارتفاع، نسبت منظر، بیشینه شدت جزیره گرمایی، متوسط سطح اشغال، متوسط سطح نمای ساختمان‌های کانیون‌ها و انتساب آن‌ها به لایه معبر به کار می‌رود. ورودی این مدل لایه معبر و ساختمان‌های منطقه مورد مطالعه است. از لایه پارس‌ها صرفاً جهت استخراج ارتفاع هر ساختمان (نسبت به کف آن) استفاده می‌شود.
- شکل (۶) اجزاء مختلف یک زیرمدل را که در محیط مدل‌بیلدر تهیه شده است را نشان می‌دهد.

- همچنین محاسبه سطح نمای ساختمان‌های مشرف به محور و فاصله آن‌ها از محور کانیون استفاده می‌شود. ورودی این زیرمدل، لایه ساختمان‌ها و لایه حاوی محور یک کانیون است.
- زیرمدل Building_Front_Face_Area: از این زیرمدل برای محاسبه سطح نمای ساختمان‌های مشرف به محور کانیون استفاده می‌شود. ورودی این زیرمدل، لایه حاوی بره‌های ساختمان‌ها و لایه معبر محور کانیون است.
- زیرمدل Distance_Edges_To_Axis: از این زیرمدل برای محاسبه فاصله ساختمان‌ها از محور کانیون استفاده می‌شود. ورودی این زیرمدل، لایه حاوی محور یک کانیون و بره‌های ساختمان‌های مجاور آن است.
- زیرمدل Left (Right)_Initial_Axis_Parameters_Calculator: این زیرمدل برای محاسبه مجموع ارتفاع، تعداد و متوسط فاصله ساختمان‌های واقع در سمت چپ (راست) محور کانیون از آن محور و انتساب این مقادیر به آن محور به کار می‌رود. ورودی این زیرمدل، لایه حاوی محور یک کانیون و لایه حاوی ساختمان‌ها است. لازم به ذکر است این زیرمدل به منظور محاسبه مجموع مساحت سطح اشغال، مجموع ارتفاع و تعداد ساختمان‌ها از یک زیرمدل دیگر با نام Buildings_Sigma_Area_Height_Count استفاده می‌کند.



شکل (۶): زیرمدل Collect_Initial_Axes_Parameter

$X_{UTM_{min}} = 374718$ $Y_{UTM_{min}} = 4129882$
 $X_{UTM_{max}} = 375136$ $Y_{UTM_{max}} = 4130103$
 Zone = 39

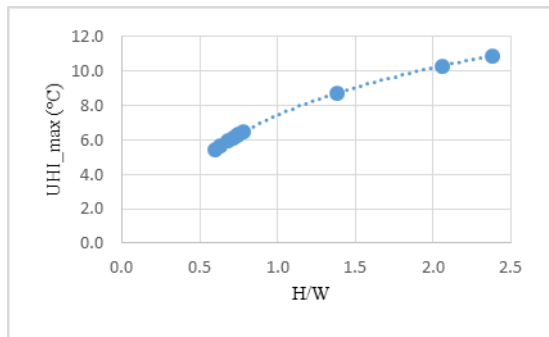
محدوده شکل (۷) موقعیت محدوده مذکور را نشان می‌دهد. در این تحقیق، شبیه‌سازی بیشینه شدت جزیره گرمایی ۱۰ کانیون شهری (شامل ۱۴۸ بلوک ساختمانی) مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور Shape فایل لایه‌های محور معابر، بلوک‌های ساختمانی و پارس‌ها ناحیه مطالعاتی مورد استفاده قرار گرفتند. با توجه به عدم وجود نقشه

۴- معرفی محدوده مورد مطالعه

در این مطالعه، یک قسمت از محله گلزار شهر رشت به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب شده است. این محدوده در شمال و در منطقه یک شهر رشت واقع شده است. محله گلزار شامل خیابان اصلی گلزار، بلوار سمیه، بلوار توحید، بلوار گیلان، بلوار نماز، بلوار دیلمان، خیابان نواب و خیابان معین می‌باشد. محدوده مختصاتی این ناحیه به شرح ذیل است:

جدول (۱): داده‌های خروجی حاصل از پیاده‌سازی مدل

Axis	H_mean (m)	W_mean (m)	H/W	UHI_max (°C)
A	9.34	6.85	1.38	8.72
B	12.26	5.16	2.38	10.89
C	3.43	4.57	0.75	6.31
D	5.39	8.54	0.63	5.62
E	10.82	5.26	2.06	10.31
F	3.96	5.32	0.74	6.28
G	3.75	6.26	0.60	5.42
H	3.08	4.31	0.71	6.12
I	5.93	7.58	0.78	6.48
J	7.34	10.79	0.68	5.92



شکل (۸): نمودار تغییرات بیشینه شدت جزیره گرمایی برحسب شاخص نسبت منظر کانیونی

در شکل (۹) کانیون‌های منطقه مطالعاتی به تفکیک بیشینه شدت جزیره گرمایی به نمایش آمده است. همچنین در شکل (۱۰) یک نمای سه‌بعدی از محدوده مذکور نشان داده شده است. همان‌گونه که از جدول (۱) مشخص است با افزایش شاخص نسبت منظر، بر میزان شدت جزیره گرمایی افزوده می‌شود.

۶- بحث و ارزیابی

با توجه شکل‌های (۸) و (۹) و (۱۰) و نتایج ارائه‌شده در جدول (۱) می‌توان مشاهده نمود؛ کانیون‌های A و B و E در مقایسه با سایر کانیون‌ها دارای مقادیر نسبت منظر بالاتر و پیکربندی ناهمگون‌تری هستند. این امر موجب شده است تا این کانیون‌ها دارای مقادیر شدت جزیره گرمایی بیشتری برخوردار باشند. همچنین می‌توان مشاهده نمود کانیون‌های G و D و J دارای مقادیر پایین‌تر نسبت منظر و لذا شدت جزیره گرمایی پایین‌تری بوده و لذا دارای ترکیب بهتر و پیکربندی بهتری در مقایسه با سایر کانیون‌ها است.

بهنگام از وضع موجود ناحیه مورد مطالعه، از نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور (در سال ۱۳۸۵) برای تهیه شیپ‌فایل‌های مورد نیاز استفاده شد.

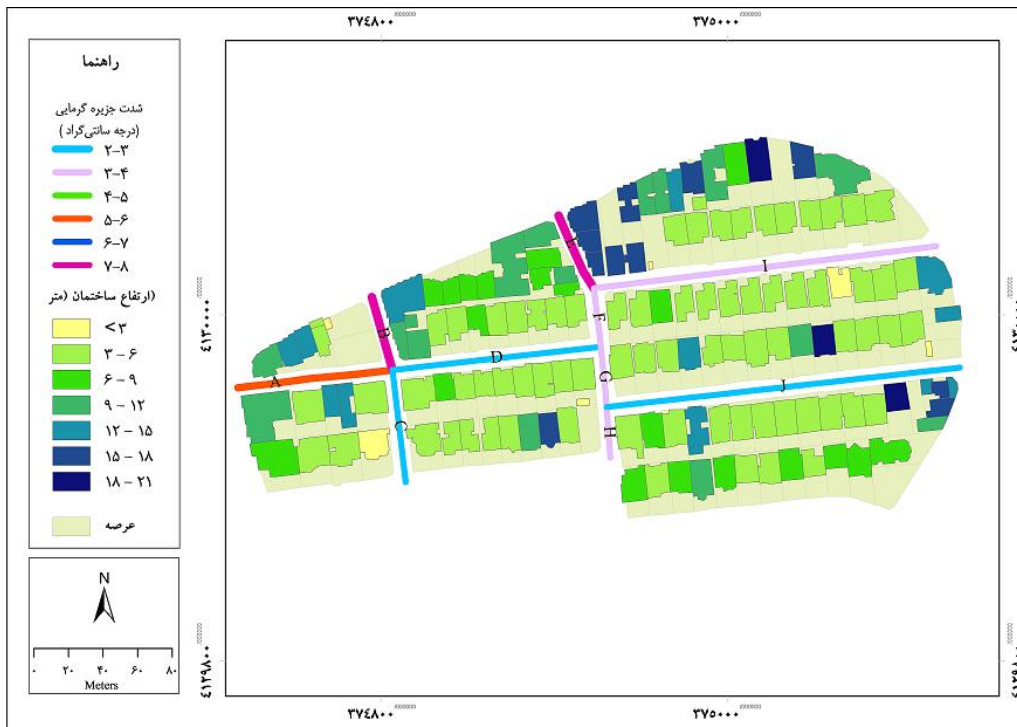


شکل (۷): محدوده مطالعاتی

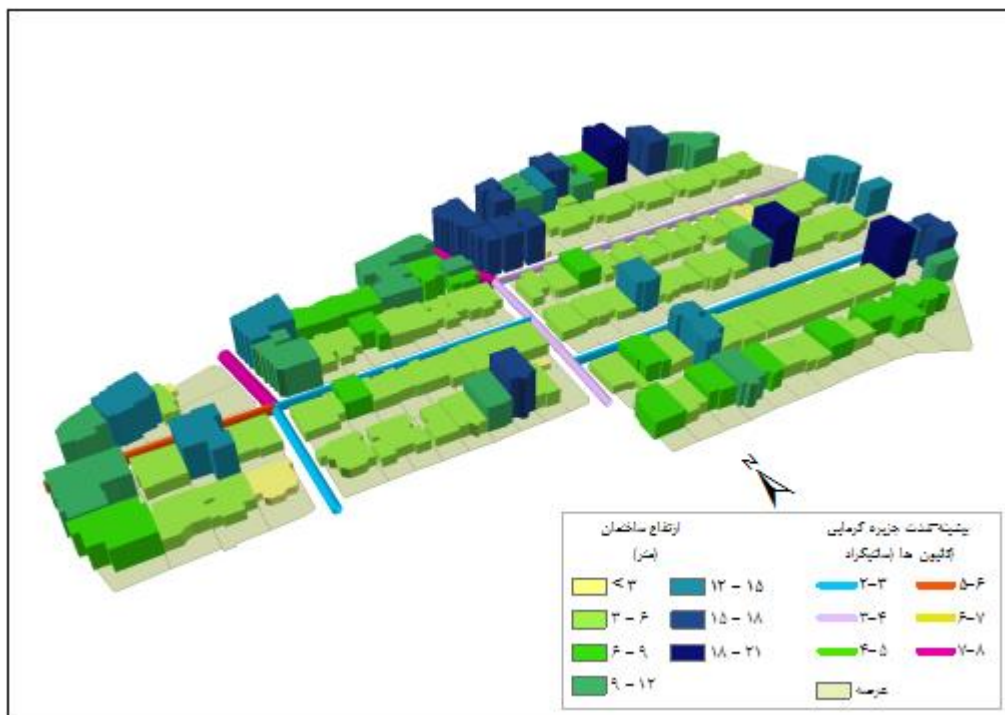
۵- پیاده‌سازی مدل

با پردازش لایه‌های مکانی، بیشینه شدت جزیره گرمایی هر یک از کانیون‌های منطقه مطالعاتی محاسبه و به محور هر یک از کانیون‌ها منتسب گردید.

جدول (۱) نتایج حاصل از اجرای مدل‌های مذکور را نمایش می‌دهد. در این جدول H/Mean، W/Mean، H/W و UHI_max به ترتیب مقادیر ارتفاع متوسط، عرض متوسط، نسبت منظر و بیشینه شدت جزیره گرمایی را برای هر یک از کانیون‌های شهری منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد. در شکل (۸) نمودار تغییرات بیشینه شدت جزیره گرمایی کانیون‌ها برحسب شاخص نسبت منظر به تصویر کشیده شده است.



شکل (۹): کانیون‌های منطقه مورد مطالعه به تفکیک شدت جزیره حرارتی



شکل (۱۰): نمایش سه‌بعدی کانیون‌های محدوده مطالعاتی

- [6] Oke, T. R., "The energetic basis of the urban heat island". Q. J. R. Meteorol. Soc. 108: 1-23, 1982
- [7] <https://www.conserve-energy-future.com>
- [8] Oke, T. R., "Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: Comparison of scale model and field observations", J. Climatol. 1: 237-254, 1981
- [9] Li W., Putra S. Y., Yang P.P., GIS analysis for the climatic evaluation of 3D urban geometry-The development of GIS analytical tools for sky view factor, Journal Alam Bina, 1:175-187, 2004
- [10] Rajagopalan, P., Lim, K. C., Jamei, E., 2014, Urban heat island and wind flow characteristics of a tropical city. Solar Energy, 107, 159-170
- [11] Steadman, P., "Energy and patterns of land use", In D. Watson (Ed.), Energy conservation through building design, pp. 245-260, New York: McGraw-Hill, 1979
- [12] Stone, B. and Rodgers, M. O., "Urban form and thermal efficiency - How the design of cities influences the urban heat island effect," Journal of the American Planning Association, 67: 186-198, 2001
- [13] Stone, B. J., "Residential land use and the urban heat island effect: How the American Dream is changing regional climate", Paper presented at the Urban Heat Island Summit: Mitigation of and Adaptation to Extreme Summer Heat, Toronto, Canada, 2002
- [14] Nakata-Osaki, C.M., Souza, L.C.L., Rodrigues, D.S., THIS - Tool for Heat Island Simulation: A GIS extension model to calculate urban heat island intensity based on urban geometry, Computers, Environment and Urban Systems, 67:157-168, 2018
- [15] Oke, T. R., "Towards a prescription for the greater use of climatic principles in settlement planning". Energy and Buildings, 7: 1-10, 1984
- [16] Svensson, M., Eliasson, I., Holmer, B., "A GIS based empirical model to simulate air temperature variations in the Göteborg urban area during the night". Climate Research, 22: 215-226, 2002
- [17] Irawati D., Onggo S., Miriam, Oliveira M. S. G., Marcelino S., "The Greening of Indonesia", Publisher: Green Economics Institute, 2013
- [18] Montávez, J. P., González-Rouco, J. F., & Valero, F., 2008, [A simple model for estimating the maximum intensity of nocturnal urban heat island](#). International Journal of Climatology, 28:235-242, 2008
- [19] Johnson, G. T., Oke, T. R., Steyn, D. G., Watson, I. D., & Voogt, J. A., "Simulation of surface urban heat island under 'Ideal' conditions at night". Part 1, theory and tests against field data. Boundary-Layer Meteorology, 56: 275-294, 1991

۷- نتیجه گیری و پیشنهادها

در سالیان اخیر، پدیده جزیره گرمایی شهری به عنوان یکی از پیامدهای منفی گسترش شهرنشینی و توسعه ناهمگون فضاهای شهری که دارای آثار سوء زیادی بر جوامع شهری است، مورد توجه قرار گرفته است. یکی از عوامل اصلی ایجاد این پدیده، هندسه شهری است. هندسه شهری که به ابعاد و فاصله ساختمان‌ها از یکدیگر اشاره دارد، از طریق اثرگذاری بر جریان باد، جذب انرژی و توانایی سطوح در انتشار امواج بلند به فضا به شکل‌گیری این پدیده کمک می‌کند. لذا توجه به موضوع هندسه شهری در طراحی‌های معماری و شهرسازی و تهیه طرح‌های بهینه می‌تواند تا حد زیادی در کاهش این پدیده اثرگذار باشد. مدل‌سازی و شبیه‌سازی شدت جزیره گرمایی بر اساس شاخص‌های هندسه شهری با استفاده از سیستم‌های اطلاعات مکانی یکی از روش‌های کارآمد در این خصوص به حساب می‌آید. این مطالعه نشان داد چگونه می‌توان از قابلیت‌های سیستم‌های اطلاعات مکانی، در برآورد شدت جزایر گرمایی وضع موجود مناطق شهری و همچنین برآورد آن در مرحله طراحی‌های شهری، بر اساس المان‌های هندسی آن‌ها و ارائه یک طرح بهینه معماری-شهرسازی استفاده نمود. صرف نظر از دقت نتایج به دست آمده، ارزیابی نتایج نشان داد کانیون‌های با نسبت منظر بالاتر دارای مقادیر شدت جزیره گرمایی بالاتر هستند.

با توجه به این که مدل اوکه در شرایط ایده‌آل جوی و بر اساس یک مدل فیزیکی متشکل از اجرام با ظرفیت گرمایی خاص تهیه شده است؛ به نظر می‌رسد به علت عدم مطابقت شرایط و مصالح مورد استفاده در منطقه مورد مطالعه با شرایط فوق، نتایج حاصل از شبیه‌سازی بیشینه شدت جزایر گرمایی در محدوده مطالعاتی با نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های واقعی مطابقت نداشته باشد. لذا پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی با انجام اندازه‌گیری‌های واقعی، نتایج حاصل از مدل اوکه مورد ارزیابی و اعتبارسنجی قرار گیرد و در صورت نیاز مدل محلی پیش‌بینی شدت جزیره گرمایی تهیه و ارائه گردد.

مراجع

- [۱] علیجانی بهلول، طولایی نژاد میثم، صیادی فریبا، "محاسبه شدت جزیره حرارتی بر اساس هندسه شهری مورد مطالعه: محله کوچه‌باغ شهر تبریز، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۳: ۱۱۲-۱۳۶، ۹۹
- [2] Hua Li, Q. L., "Comparison of NDBI and NDVI as indicators of surface urban heat island effect in MODIS imagery", Proceedings Volume 7285, International Conference on Earth Observation Data Processing and Analysis (ICEODPA). Beijing, 2008
- [3] Roth, M., "Urban Heat Islands". In H. J. Fernando, Handbook of Environmental Fluid Dynamics, Volume Two: Systems, Pollution, Modeling, and Measurements, pp. 143-159. CRC Press, 2013
- [4] Francesco Selicato, T. C., "Energy aspects of urban planning". The urban heat island effect. CSE Journal, 79-91, 2014
- [5] Urban Heat Island Basics, "Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies", U.S. EPA., 2008