

بررسی تأثیرات کاربری زمین و پوشش گیاهی بر جزایر گرمایی شهری با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین (مطالعه موردی: منطقه ۶ تهران)

یاسمن اسدی - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
سعید حمزه* - دانشیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
مجید کیاورز مقدم - دانشیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۰۵

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۰۷/۲۳

چکیده

شهرنشینی به‌طور بی‌سابقه در سراسر جهان در حال رشد و توسعه است. یکی از تأثیرات کلیدی و مهم رشد سریع شهرنشینی در محیط طبیعی که توسط انسان تغییر یافته، جزایر گرمایی شهری است. تأثیرات ترکیب پوشش زمین بر روی دمای سطح زمین به‌طور گسترده بررسی شده است. اما در مطالعات محدودی به رابطه بین دمای سطح زمین و سنجه‌های سیمای سرزمین در کاربری‌های مختلف پرداخته شده است. به این منظور، در پژوهش حاضر، برای بررسی اثرهای کاربری زمین و پوشش زمین بر دمای سطح زمین از تصاویر لندست ۸ و لایه‌های کاربری زمین مربوط به منطقه ۶ تهران استفاده شده است که شامل پنج نوع کاربری مسکونی قدیمی، مسکونی جدید، بازر، صنعتی، و سازمانی است و از انواع پوشش زمین، پوشش گیاهی در نظر گرفته شده است. ارتباط زیاد دمای سطح زمین و سنجه‌های سیمای سرزمین نشان می‌دهد سیمای سرزمین نیز در ایجاد جزایر گرمایی شهری مؤثر است. براساس نتایج به‌دست‌آمده بعد از زمین‌های صنعتی، زمین‌های سازمانی بزرگ‌ترین عامل در ایجاد جزایر گرمایی شهری است. این نتایج نشان‌دهنده آن است که در عوامل کلیدی مؤثر بر دمای سطح زمین شهری نه تنها الگوی پوشش زمین و کاربری زمین، بلکه تأثیر عوامل انسانی نیز باید مورد توجه واقع شده و در نظر گرفته شود. بنابراین، توضیح جزایر گرمایی شهری توسط پوشش زمین (پوشش گیاهی) به‌تنهایی کافی نیست. این یافته‌ها برای درک بهتر محیط زیست شهری و همچنین برنامه‌ریزی برای نحوه استفاده از زمین به‌منظور به حداقل رساندن اثرهای محیط زیست شهری مفید است.

کلیدواژه‌ها: جزایر گرمایی شهری، دمای سطح زمین، سنجه‌های سیمای سرزمین، شهر تهران، لندست ۸.

مقدمه

گسترش شهر و شهرنشینی و افزایش تدریجی تعداد شهرهای بزرگ در جهان به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه، از یک طرف، و رشد شهرها، تمرکز و تجمع جمعیت، از طرف دیگر، باعث ایجاد مشکلاتی از جمله پیدایش جزایر گرمایی می‌شود. جزایر گرمایی شهری از تأثیرات منفی آشکار شهرنشینی است که به‌طور گسترده به کاربری زمین و نوع پوشش زمین بستگی دارد. بیشترین جنبه شهرنشینی زمانی آشکار می‌شود که انسان در ساختار طبیعی زمین دخالت می‌کند و سیمای طبیعی زمین را تغییر می‌دهد. این باعث ایجاد بسیاری از مشکلات زیست‌محیطی مانند جزایر گرمایی شهری خواهد شد (ویدمان و همکاران، ۲۰۱۳: ۶۲۷۳؛ چن و همکاران، ۲۰۱۰: ۳۷۱۵). بنابراین، درک بهتر پوشش و کاربری زمین و تغییرات آن و تأثیرات آن‌ها بر مناطق شهری امری حیاتی است. تفاوت بین کاربری و پوشش زمین و پیامدهای آن در محیط زیست اغلب نادیده گرفته شده است. به‌طور کلی، کاربری زمین به چگونگی استفاده از زمین از نظر عملکرد اجتماعی و اقتصادی اشاره دارد؛ در حالی که پوشش زمین الگوی فیزیکی سطح زمین را تعریف می‌کند. بنابراین، تشخیص دادن بین این دو شاخص سیمای سرزمین مهم است، زیرا می‌تواند بین ویژگی‌های بیوفیزیکی مانند پوشش زمین و ویژگی‌های انسانی مانند فعالیت‌های اقتصادی - اجتماعی ارتباط برقرار کند (هوبکک و سان، ۲۰۰۱: ۳۷۱؛ چن و همکاران، ۲۰۰۶: ۳۱۹؛ چن و همکاران، ۲۰۱۰: ۳۷۱۲؛ هان و همکاران، ۲۰۱۴: ۱۸۳). جزایر گرمایی شهری را می‌توان با درجه حرارت هوا و دمای سطح زمین محاسبه کرد (لی و همکاران، ۲۰۱۲: ۱۱۶۲). از آنجا که محدودیت‌هایی در نظارت بر دمای هوا در مقیاس‌های بزرگ وجود دارد، سنجش از دور روش بسیار مناسبی برای محاسبه دمای سطح زمین فراهم کرده است. در بسیاری از مطالعات رابطه بین دمای سطح زمین و پوشش زمین در مقیاس‌های مختلف بررسی شده است (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۹: ۲۱۱۵؛ امیری و همکاران، ۲۰۰۹: ۲۶۱۰؛ لیو و ژانگ، ۲۰۱۱: ۱۵۴۳). تغییرات زمانی - مکانی پوشش زمین تأثیرات زیادی در روند کلی درجه حرارت دارد. این تغییرات هنوز به‌خوبی شناخته نشده است. با توجه به تأثیرات قابل توجه فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی در دمای سطح زمین استفاده از الگوی پوشش زمین به‌عنوان تنها عامل مؤثر بر دمای سطح زمین کافی نیست (لی و همکاران، ۲۰۱۳: ۵). در سال‌های اخیر برای کشف تأثیرات عوامل انسانی (مانند تراکم جمعیت) بر دمای سطح زمین مطالعاتی انجام گرفته است (سیلور، ۲۰۱۱: ۱۹۴؛ ژو و همکاران، ۲۰۱۲: ۷۰). تغییرات پوشش به‌سبب عوامل طبیعی و انسانی به‌وجود می‌آید؛ قطع درختان، تخریب جنگل‌ها، افزایش حجم ساخت‌وساز، و توسعه صنایع را می‌توان از جمله فعالیت‌های انسانی نام برد که ساختار سیمای سرزمین را تغییر داده و عملکرد آن را مختل کرده و همچنین موجب افزایش دمای سطح زمین شده است (مک‌گاریگال و مارکس، ۱۹۹۵: ۱۱۰). با این حال، مطالعات جامع در تأثیر عوامل انسانی وجود ندارد (ویفنگ لی و همکاران، ۲۰۱۴: ۱۷۲).

مطالعات بسیاری در زمینه جزیره حرارتی انجام گرفته که در ادامه به بررسی مطالعات انجام‌یافته می‌پردازیم. ونگ و همکاران (۲۰۰۷) برای تعیین رابطه میان دمای سطح زمین و الگوی کاربری و پوشش اراضی از داده‌های سنجش از دور و روش‌های اکولوژیکی Landscape استفاده کردند. نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده آن است که تصاویر کسری استخراج‌شده به شکلی جدی بیانگر مورفولوژی از شهر هستند که رابطه منطقی را با خصوصیات بیوفیزیکی شهر نشان می‌دهند؛ به‌طوری‌که میزان دما رابطه مثبت با سطوح نفوذناپذیر و رابطه منفی با پوشش گیاهی سبز نشان می‌دهد. بوکای و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی به ارزیابی جزیره حرارتی شهری براساس رابطه بین دمای سطح زمین و کاربری اراضی / پوشش در تهران پرداختند و نتیجه گرفتند عوامل ایجادکننده جزیره حرارتی شهری در تهران به عوامل مختلفی بستگی دارد؛ این تفاوت در درجه اول به دلیل کاربری اراضی / پوشش متفاوت در این منطقه است. پال و زینال (۲۰۱۷) در پژوهشی به بررسی تغییرات کاربری اراضی و دمای سطح زمین در مرکز شهر English Bazar پرداختند و نتیجه گرفتند

تفاوت معنی‌داری بین دمای سطح زمین و کاربری اراضی / پوشش وجود دارد و اراضی ساخته‌شده دارای حداکثر دما در میان کاربری‌هاست. فیروزجایی و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی فضایی- زمانی تغییرات شدت جزیرهٔ حرارتی و پیش‌بینی آن در شهر بابل پرداختند. نتایج نشان داد تغییرات کاربری اراضی با رشد ۹۲ درصدی اراضی ساخته‌شده روبه‌رو شده است. روند تغییرات دمای سطح با تغییرات کاربری اراضی ارتباط مستقیم دارد. همچنین، پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و فرایند تغییر شدت جزیرهٔ حرارتی برای منطقهٔ مورد مطالعه نتایج نگران‌کننده‌ای را نشان می‌دهد.

در اغلب مطالعات این نتیجه حاصل می‌شود که پوشش گیاهی شهری دمای سطح را کاهش می‌دهد. در مقابل، تناقض بین دمای سطح زمین و پوشش زمین در کاربری زمین کمتر مورد توجه بوده است. اهداف این مطالعه شامل تعیین توزیع دمای سطح زمین در انواع کاربری زمین و همچنین بررسی تفاوت بین دمای سطح زمین در انواع کاربری و ترکیب پوشش گیاهی و در نهایت تجزیه و تحلیل تأثیر عوامل انسانی بر دمای سطح زمین است. در این مطالعه انتظار می‌رود درک بهتری از جزایر گرمایی شهری با تجزیه و تحلیل انواع پوشش زمین و کاربری زمین و فعالیت اجتماعی و اقتصادی موجود در انواع کاربری زمین حاصل شود. نتایج این مطالعه می‌تواند مدیران را در برنامه‌ریزی برای تنظیم فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی شهری به‌منظور کاهش جزایر گرمایی شهری هدایت کند.

مبانی نظری

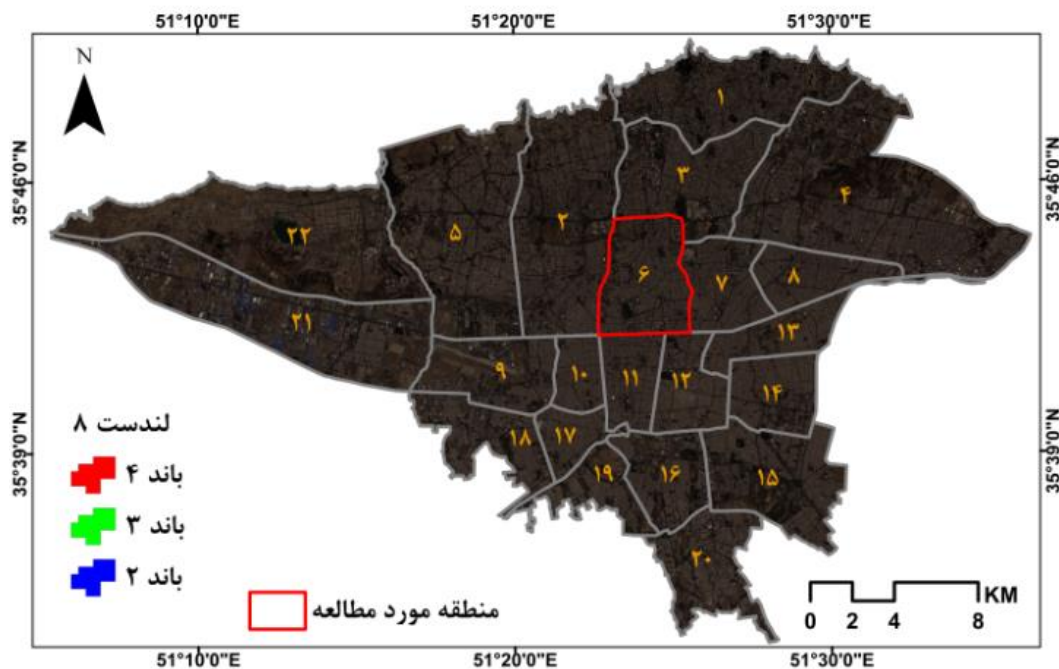
جزیرهٔ گرمایی شهری را برای اولین بار در سال ۱۸۱۹ لاک هاوارد در شهر لندن مطرح کرد. پس از آن، این پدیده را در شهرهای کوچک و بزرگ سراسر جهان تشخیص دادند (شهنگدانوا و بورت، ۱۹۹۸: ۳۶). برای توجیه پدیدهٔ جزیرهٔ گرمایی، باید اختلاف‌های موجود بین شهر و نواحی اطراف آن را مشخص کرد. به‌طور کلی، جزیرهٔ گرمایی شهری نتیجهٔ تأثیرات پیچیدهٔ فرایندهای شهری روی اقلیم آن است. این فرایندها موجب می‌شوند شهرها به‌وسیلهٔ یک توده هوای گرم محصور شوند که در طول روز ارتفاع آن حدود ۱۲۰ متر است و در شب به بیش از دو برابر این مقدار می‌رسد (خالدی، ۱۳۷۵: ۲۹). در این پدیده مرکز شهر نسبت به مناطق روستایی اطرافش بالاترین درجهٔ حرارت را دارد و با دورشدن از مرکز شهر این درجهٔ حرارت و ارتفاع تودهٔ هوای گرم کاهش می‌یابد. این پدیده را از این رو جزیرهٔ گرمایی شهری نامیده‌اند که در آن خطوط همدمای شهری مانند یک جزیره‌اند (جهان‌بخش، ۱۳۷۱: ۱۰۷) شهرنشینی و شهرگرایی سبب تغییرات عمده‌ای در ساختار پوشش و کاربری‌های اراضی شده است. این تغییرات به‌طور عمده سبب کاهش سطوح سبز گیاهی و خاک و جای‌گزینی آن‌ها با سطوح سنگی و آسفالت و تبدیل کاربری‌های زراعی به صنعتی و تجاری می‌شوند. سطوح سخت خیابان‌ها و فضای سنگ‌فرش‌شده و سطوح بتونی و سنگی ساختمان‌ها گرما را بیشتر و سریع‌تر از سطوح خاکی و دارای پوشش گیاهی ذخیره و هدایت می‌کند. بنابراین، به‌علت کمبود پوشش گیاهی در شهرها و همچنین ناپدیدشدن سریع آب ناشی از بارندگی به‌علت نفوذناپذیری سطوح شهری در کاربری‌های مختلف مقدار جریان گرمای نهان در یک شهر بسیار کم است. پوشش گیاهی از طریق عمل تعرق در خنک‌کردن هوا و کاهش درجهٔ حرارت مؤثر است. در شهرها این پوشش با سطوح بسیار سخت و فشرده جای‌گزین شده است. بنابراین، جریان گرمای نهان، که علت مهمی برای بیلان انرژی سطحی محسوب می‌شود، نقش محدودی در شهرها ایفا می‌کند و به جای اینکه انرژی صرف فرایند تبخیر شود به‌صورت جریان گرمای محسوس درمی‌آید و به افزایش درجهٔ حرارت هوا کمک می‌کند. گرمای مصنوعی، یعنی گرمایی که توسط انسان ایجاد می‌شود، یکی از عوامل مهم شکل‌گیری جزایر گرمایی شهری به‌شمار می‌آید. این عامل بیلان انرژی را تغییر می‌دهد و سبب افزایش شدت جزایر گرمای شهری می‌شود. فرایند گرمایش و سرمایه‌گذاری در داخل ساختمان‌های شهری توسط انسان باعث آزادسازی مقدار زیادی گرما می‌شود. خنک‌کردن ساختمان‌ها در تابستان گرمای

بیرون را افزایش می‌دهد و می‌تواند باعث تغییر اقلیم شود، مقدار گرمای ناشی از فعالیت انسانی که در زمستان رها می‌شود به‌طور تقریبی ۴ برابر گرمای حاصل از تابش خالص است (آگودا، ۲۰۱۰: ۵۸۶). با توجه به تراکم زیاد جمعیت در شهرها، گرمای درجه حرارت بدن یکی از عوامل ایجادکننده حرارت شهری در نظر گرفته می‌شود. در شهرهای بزرگ سهم درجه حرارت بدن انسان در ایجاد حرارت شهری بیش از ۱۰ درصد است (جهان‌بخش، ۱۳۹۱: ۱۰۸). عوامل مهم دیگری که در شکل‌گیری این پدیده مؤثرند شامل شکل هندسی ساختمان‌ها، کاهش تبخیر و تعرق، افزایش ذخیره گرمای محسوس و آلودگی هواست.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه ۶ تهران یکی از مناطق نسبتاً قدیمی شهر تهران است که از نظر موقعیت جغرافیایی در حوزه مرکزی شهر تهران واقع شده است (شکل ۱). این منطقه با جمعیتی بالغ بر ۲۵۱۳۸۴ نفر (۱۳۹۵) و وسعت ۲۱۳۷٫۹ هکتار از چهار جهت غرب، شرق، شمال، و جنوب به ترتیب به وسیله بزرگراه‌های چمران، مدرس، همت، و محور انقلاب- آزادی محاط شده است. همچنین، منطقه با سطحی معادل ۳ درصد مساحت شهر تهران و ۲٫۹ درصد کل جمعیت آن، در حال حاضر، بیش از ۳۰ درصد ساختمان‌های حکومتی- دولتی، نهادها، و بانک‌های دولتی و خصوصی و ارگان‌های اصلی کشوری را در خود جای داده است. منطقه ۶ به‌عنوان یکی از پُرتراکم‌ترین مناطق شهر تهران است. تراکم مسکونی این منطقه ۷۵ درصد بوده که ۳۰ درصد به شبکه‌های حمل و نقل اختصاص دارد. بدین ترتیب، از نظر رده‌بندی تراکم بنای مسکونی در رتبه اول شهر تهران قرار دارد و این عوامل اثرهای مهمی بر حرارت محیط و دمای این منطقه برجای گذاشته است (سایت شهرداری تهران).



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه

داده‌ها

در مطالعه حاضر از تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ در تاریخ ۷ آگوست سال ۲۰۱۶ استفاده شده است. تصاویر مذکور در سایت زمین‌شناسی امریکا به صورت رایگان در دسترس است. برای تکمیل پارامترهای ورودی جهت تهیه نقشه دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای از محصول بخار آب مادیس با قدرت تفکیک مکانی ۵۰۰۰ متر استفاده شده است. برای تفسیر بصری از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰ استفاده شد و شیپ فایل‌های منطقه موردنظر، که از نقشه ۱:۲۰۰۰ مربوط به سال ۲۰۱۵ استخراج شده، از سازمان فناوری اطلاعات شهرداری تهران تهیه شده است (جدول ۱).

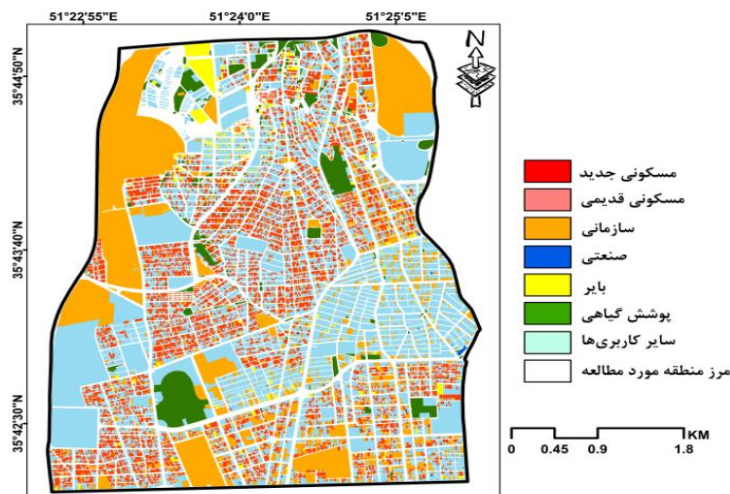
جدول ۱. داده‌های استفاده‌شده در بررسی تأثیرات کاربری و پوشش زمین بر جزایر گرمایی شهری

داده	منبع	قدرت تفکیک / مقیاس	فرمت
دمای سطح زمین	لندست ۸	۳۰ متر	رستری
پوشش گیاهی	لندست ۸	۳۰ متر	رستری
محصول بخار آب	مادیس	۵۰۰۰ متر	رستری
مناطق مسکونی قدیمی	سازمان نقشه‌برداری	۱:۲۰۰۰	برداری
مناطق مسکونی جدید	سازمان نقشه‌برداری	۱:۲۰۰۰	برداری
زمین‌های بایر	سازمان نقشه‌برداری	۱:۲۰۰۰	برداری
مناطق صنعتی	سازمان نقشه‌برداری	۱:۲۰۰۰	برداری
مناطق سازمانی	سازمان نقشه‌برداری	۱:۲۰۰۰	برداری

دسته‌بندی سیمای شهری

پوشش زمین برای مشخص کردن ویژگی‌های بیوفیزیکی سیمای سرزمین به چهار نوع عمده تقسیم شده است که شامل زمین‌های غیرقابل نفوذ، پوشش گیاهی، خاک لخت، و آب است. ما در این تحقیق فقط مورد پوشش گیاهی را با توجه به داده‌های موجود در نظر می‌گیریم. در این منطقه پنج نوع کاربری در نظر گرفته شده و نقشه کاربری تهیه شده است (شکل ۲).

۱. منطقه مسکونی قدیمی (بالای ۲۵ سال)؛
۲. منطقه مسکونی جدید (بین ۵ تا ۱۵ سال)؛
۳. زمین‌های بایر (زمین‌های خالی از عوامل دست‌ساز)؛
۴. مناطق صنعتی (شامل فعالیت‌های مختلف صنعتی)؛
۵. مناطق سازمانی (زیرساخت‌های مرتبط با مدارس، کالج‌ها، دانشگاه‌ها، و مؤسسات تحقیقاتی).



شکل ۲. نقشه کاربری منطقه ۶ تهران

محاسبه دمای سطح زمین

پیش از محاسبه و استخراج پارامترهای فیزیکی سطح نظیر دما، گسیلمندی، رادیانس انعکاسی- حرارتی سطح، آلبیدو سطح، و نظایر آن، اجرای تصحیحات تصاویر ماهواره‌ای الزامی است. برای رسیدن به این هدف، باید اثر اتمسفر، هندسه دید سنجنده، روشنایی خورشید، و اثر توپوگرافی برای باندهای اپتیک در نظر گرفته شود. برای این منظور، از نرم‌افزار تصحیح اتمسفری ATCOR3 استفاده شده است. این نرم‌افزار از پایگاه داده مدل‌های انتقال تابش MODTRAN5 استفاده می‌کند. گسیلمندی سطح زمین (LSE)^۱ یکی از ویژگی‌های مهم پدیده‌ها و مواد است. این پارامتر بیانگر توانایی ساطع کردن انرژی یک جسم واقعی نسبت به جسم سیاه در دمای یکسان است. یکی از مهم‌ترین روش‌های محاسبه LSE روش مبتنی بر شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی (NDVI)^۲ است. این روش در پژوهش سوپرینو و رایسونی (۲۰۰۰) و والر و کاسلیس (۱۹۹۶) ارائه شده است. در این روش، LSE با آستانه‌گذاری بر NDVI و کسر پوشش گیاهی (FVC)^۳ حاصل می‌شود. برای محاسبه NDVI از رابطه ۱ استفاده می‌شود (یو و همکاران، ۲۰۱۴: ۹۸۴۹؛ جیمز مونوز و همکاران، ۲۰۱۴: ۱۸۴۱):

$$NDVI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{\rho_{nir} + \rho_{red}} \quad (1)$$

ρ_{red} و ρ_{nir} به ترتیب بازتابندگی در باندهای مادون قرمز نزدیک و قرمز است. مقادیر این شاخص بین -۱ و +۱ است. محدوده تغییرات معمول برای پوشش گیاهی ۰/۲ تا ۰/۸ است (شکل ۳). برای به‌دست‌آوردن کسر پوشش گیاهی (FVC) از رابطه ۲ استفاده می‌شود (زارعی و همکاران، ۲۰۱۶: ۱۵۵۹؛ هو و جیا، ۲۰۱۰: ۱۳۹۳):

$$FVC = \left(\frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \right)^2 \quad (2)$$

در این رابطه، $NDVI_v$ مربوط به پوشش گیاهی متراکم (بیشترین میزان NDVI) و $NDVI_s$ مربوط به خاک خشک (کمترین میزان NDVI) است. با به‌دست‌آوردن FVC، توان تشعشی محاسبه می‌شود که از رابطه ۳ استفاده می‌شود (والر و کاسلیس، ۱۹۹۶: ۱۷۲؛ ولاسوا و همکاران، ۲۰۱۴: ۴۳۵۲):

$$\begin{aligned} 0 < FVC \leq 1 & \quad LSE = \varepsilon_s (1 - FVC) + \varepsilon_s \\ NDVI < 0 & \quad LSE = \text{Emissivity Water} \\ FVC = 0 & \quad LSE = a + b\rho_{Red} \end{aligned} \quad (3)$$

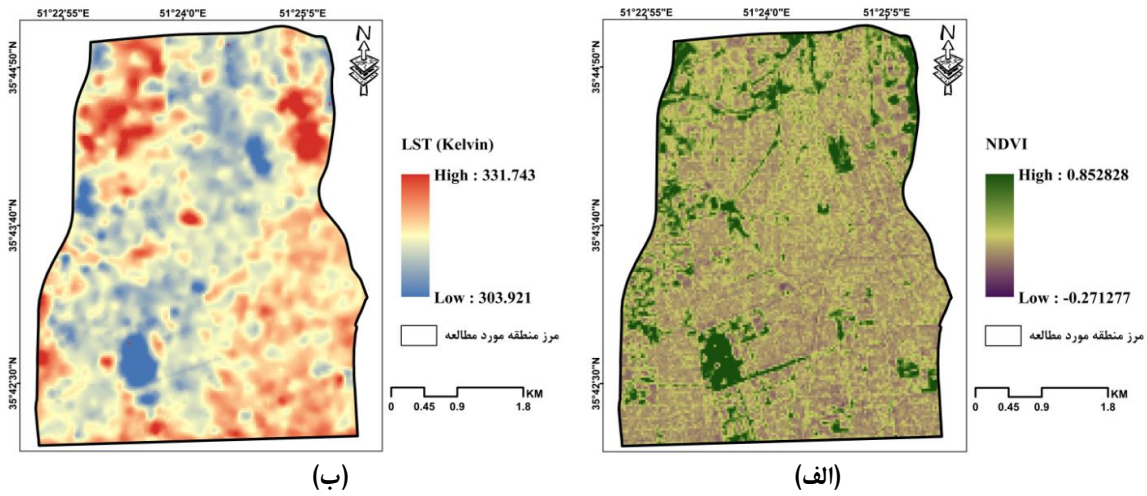
در این رابطه، ρ_{red} بازتاب در باند قرمز، a و b ضریب همبستگی خطی بازتاب باند قرمز با توان تشعشی، ε_s توان تشعشی خاک، و ε_v توان تشعشی پوشش گیاهی است. با به‌دست‌آوردن مقادیر توان تشعشی، برای بازیابی دمای سطح زمین از الگوریتم تک‌کاناله برای محاسبه دمای سطح استفاده شده است (شکل ۳). مدل کلی برای محاسبه دمای سطح زمین با استفاده از این الگوریتم به صورت رابطه ۴ است:

$$LST = \gamma \left(\frac{1}{LSE} (\psi_1 L_{sen} + \psi_2) + \psi_3 \right) + \delta \quad (4)$$

در این رابطه، L_{sen} میزان انرژی ثبت‌شده در سنجنده برای باند حرارتی، LSE میزان ضریب گسیلمندی مربوط به طول موج باند حرارتی مورد استفاده، ψ توابع اتمسفری، و γ و δ پارامترهای وابسته به تابع پلانک‌اند که به صورت رابطه ۵ محاسبه می‌شود:

1. Land Surface Emissivity
2. Normaliz Difference Vegetation
3. Fraction Vegetation Cover

$$\gamma = \frac{T_{sen}^2}{b_{\lambda} L_{sen}} \quad \delta = -\gamma \times L_{sen} + T_{sen} \quad (۵)$$



شکل ۳. الف) نقشه پوشش گیاهی ب) دمای سطح زمین

برای اندازه‌گیری وضعیت پوشش زمین باید سنج‌های سیمای سرزمین طبق فرمول‌های جدول ۲ برحسب متر محاسبه شود.

جدول ۲. سنج‌های سیمای سرزمین در این مطالعه

دامنه تغییرات	معادله	شرح سنج	واحد	سنج‌های سیمای سرزمین
$0 < PLAND < 100$	$\frac{100}{A} \sum_{i=1}^n a_i$	نسبت مساحت اشغال شده توسط یک نوع قطعه زمین خاص در ترکیب چشم‌انداز	درصد	PLAND
$PD > 0$	$\frac{n}{A} \cdot 10^4$	تعداد قطعه‌ها در هر ۱۰۰ هکتار (تراکم قطعه) مساحت منطقه اشغال شده توسط یک	تعداد در هر ۱۰۰ کیلومتر	PD
$MPS > 0$	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \left(\frac{1}{10000} \right)$	نوع قطعه زمین تقسیم بر تعداد قطعه‌های از این نوع (میانگین سطح قطعه)	هکتار	MPS
$0 < LPI < 100$	$\frac{Max_{a_{ij}}}{A} (100)$	مساحت بزرگ‌ترین قطعه از انواع قطعه‌ها تقسیم بر کل چشم‌انداز	درصد	LPI
$AWMSI > 0$	$\sum_{j=1}^n \left[\left(\frac{0.25 \cdot p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}} \right) \left(\frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \right) \right]$	میانگین محیط منطقه نسبت به سیمای سرزمین	واحد ندارد	AWMSI
$PSSD > 0$	$\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \left[a_{ij} - \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \right) \right]^2}{n_i}} \left(\frac{1}{1000} \right)$	اندازه انحراف معیار قطعه از همه قطعه‌ها در طبقه‌بندی خاص	هکتار	PSSD

PLAND: درصد مساحت یک قطعه خاص از مساحت کل چشم‌انداز

PD: چگالی قطعه

MPS: میانگین قطعه در سطح کل کلاس

LPI: درصد کل چشم‌انداز توسط بزرگ‌ترین قطعه در سطح کلاس

AWMSI: شاخص میانگین وزن منطقه

PSSD: اندازه انحراف معیار قطعه

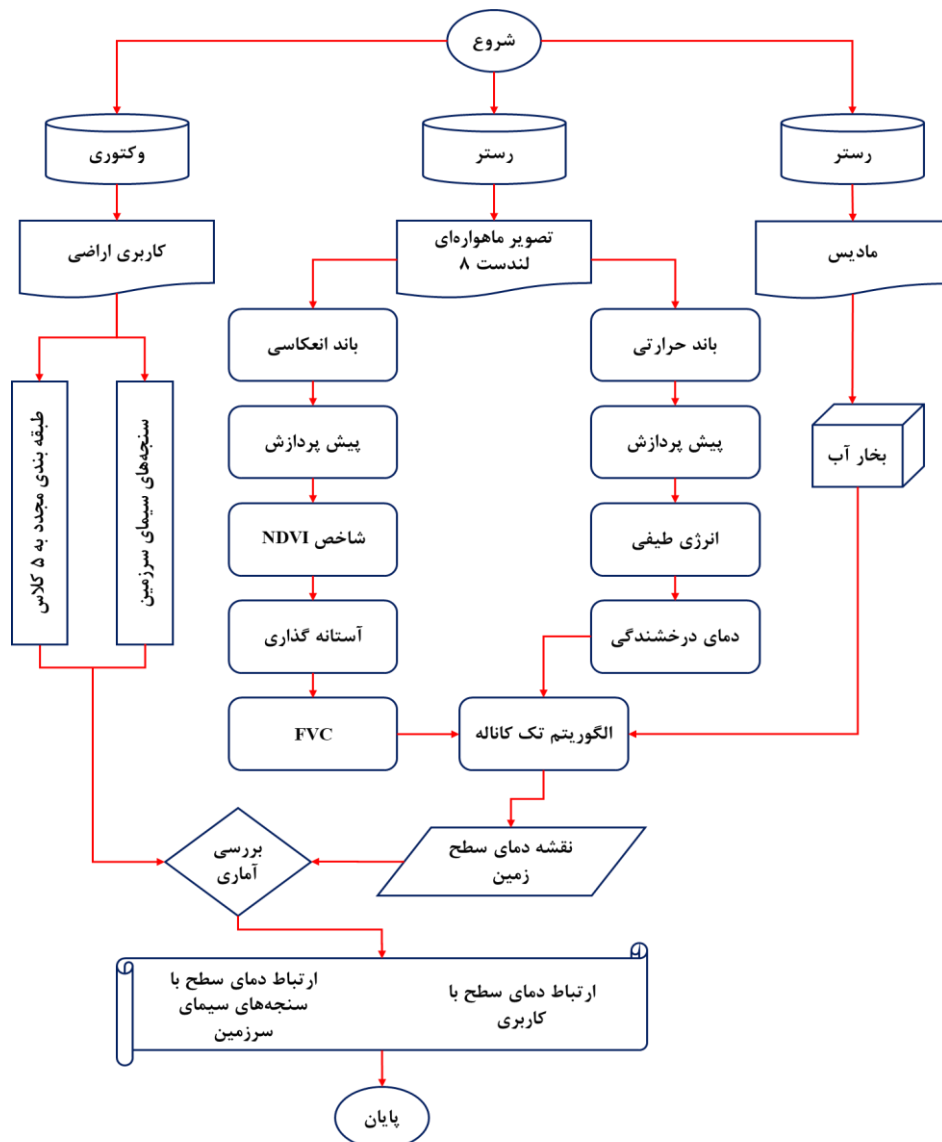
A: مجموع مساحت‌ها

a: مساحت قطعه زمین

p: محیط قطعه زمین

i: شماره قطعه زمین

مراحل روش تحقیق در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴. مراحل اصلی روش تحقیق

بحث و یافته‌ها

حدود ۴۹ درصد کل منطقه مورد مطالعه برای انواع کاربری‌ها در منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شد، که ۶/۴ درصد مسکونی جدید، ۲۱ درصد مسکونی قدیمی، ۲/۵ درصد زمین‌های بایر، ۰/۶ درصد صنعتی، و ۱۸/۳ درصد کاربری سازمانی است. با توجه به اینکه داده‌های تهیه‌شده از سازمان فناوری اطلاعات شهرداری و تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده از نظر زمان تهیه انطباق داشته‌اند، رابطه بین دمای سطح زمین و انواع کاربری در جدول ۳ نشان داده شده است. با استفاده از این داده‌ها، به راحتی می‌توان تفاوت در میانگین و میزان واریانس انواع کاربری‌ها را مشاهده و تحلیل کرد. در این جدول مقدار متوسط دمای سطح زمین در انواع کاربری‌ها محاسبه شده است. با انجام دادن این مرحله، توزیع متوسط الگوی پوشش زمین و به‌طور میانگین دمای سطح زمین هر کاربری مشخص شده است. از آنجا که بسیاری از سنج‌های سیمای سرزمین به‌طور قابل توجهی مربوط به ترکیب پوشش گیاهی با کاربری زمین است، تجزیه و تحلیل همبستگی بیشتر با کنترل متغیر ترکیب پوشش گیاهی انجام خواهد شد.

جدول ۳. میانگین دمای سطح زمین در ۵ نوع کاربری برحسب درجه سانتی‌گراد

میانگین	انحراف معیار	دمای سطح زمین
۳۴،۰۵	۰،۷۷	صنعتی
۳۳،۵۰	۱،۸۸	سازمانی
۳۳،۴۴	۱،۶۴	بایر
۳۲،۵۷	۱،۰۹	مسکونی قدیمی
۳۲،۳۸	۱،۱۸	مسکونی جدید

طبق جدول ۳، بالاترین دمای سطح مربوط به کاربری صنعتی و سازمانی است و دمای سطح زمین‌های بایر بعد از کاربری سازمانی و در رتبه سوم قرار دارد؛ در صورتی که براساس موارد ذکرشده تراکم و درصد پوشش گیاهی در زمین‌های بایر به قدری ناچیز است که با دمای سطح ارتباطی ندارد و زمین‌های صنعتی هم فاقد پوشش گیاهی است. بنابراین، براساس نوع پوشش زمین دمای این دو کاربری باید نزدیک به یکدیگر باشد، اما دمای سطح زمین‌های بایر تفاوت قابل توجهی با کاربری صنعتی دارد. صنایع مقدار زیادی از انرژی مصرفی و مقدار زیادی حرارت محسوس و نهان را تولید می‌کند و احتمالاً این حرارت محسوس و نهان و تردد منابع انسانی منجر می‌شود که کاربری صنعتی بالاترین میانگین دمای سطح را داشته باشد. علاوه بر این، درصد فضای سبز در کاربری سازمانی (۶/۶ درصد) بیشتر از فضای سبز در کاربری مسکونی قدیمی (۲/۷ درصد) است، اما دمای سطح زمین در کاربری سازمانی بیشتر از مسکونی قدیمی است و این می‌تواند به دلیل وجود جمعیت، تراکم، و انتشار گرمایی انسانی بالاتر در کاربری سازمانی نسبت به کاربری مسکونی قدیمی باشد. موارد استفاده زمین‌های سازمانی عمدتاً مدارس، کالج‌ها، دانشگاه‌ها، و آزمایشگاه‌های تحقیقاتی است که دارای جمعیت زیاد و فعالیت متراکم است. گرمای منابع انسانی شامل سوخت‌وساز بدن، مصرف انرژی در ساختمان (مانند روشنایی، گرمایش، تهویه مطبوع)، و دیگر فعالیت‌های خاص است. همه این موارد به افزایش دمای سطح زمین کمک می‌کند. براساس نتایج به‌دست‌آمده، دمای سطح زمین‌های بایر شهری بیشتر از مناطق مسکونی است، زیرا خانه‌های مسکونی ترکیبی غیریکنواخت از ساختمان، چمن، و گیاه دارند و به همین دلیل دارای دمای کمتر از زمین‌های بایر است. دلیل دیگری که سبب شده این سطوح درجه حرارت بیشتری را از خود نشان دهند ظرفیت حرارتی و قابلیت انتقال حرارتی پایین خاک خشک و همچنین ویژگی غیرقابل نفوذ بودن و پایین بودن اینرسی نسبی دمایی این سطوح است. در مقابل دمای سطح نسبتاً بالا در کاربری مسکونی قدیمی به دلیل درصد پایین فضای سبز (۲/۷ درصد) نسبت به دیگر

کاربری‌های زمین است و این نقش مهم پوشش گیاهی در جزایر گرمایی شهری البته بعد از فعالیت‌های انسانی را نشان می‌دهد. میزان دمای سطح زمین‌های مسکونی جدید به‌طور قابل توجهی با کاربری صنعتی متفاوت است؛ به‌طوری‌که کاربری صنعتی بیشترین دما و کاربری مسکونی جدید کمترین دمای سطح را دارد و این نشان می‌دهد که انتشار حرارت انسانی در کاربری زمین‌های مسکونی جدید از جمله سوخت‌وساز بدن انسان و انرژی و حرارت ایجادشده از ساختمان‌ها بسیار کمتر از کاربری زمین‌های صنعتی است. تأثیر فعالیت‌های مختلف انسانی بر دمای سطح زمین در انواع مختلف کاربری زمین متنوع و متفاوت است و این نشان می‌دهد پوشش گیاهی و شاخص‌های پوشش گیاهی فقط می‌تواند بخشی از عوامل مؤثر بر دمای سطح را توضیح دهد. به عبارت دیگر، در نظر گرفتن روابط بین جزایر گرمایی شهری و پوشش زمین به‌تنهایی کافی نیست.

توزیع دمای سطح زمین بین انواع مختلف کاربری

جدول ۴ تفاوت میانگین درجه حرارت سطح زمین در کاربری‌های متفاوت را نشان می‌دهد. جدول ۴ نشان می‌دهد مقدار میانگین دمای سطح زمین در انواع مختلف کاربری زمین متفاوت است و این بیانگر آن است که عوامل مؤثر بر دمای سطح زمین در هر کاربری متفاوت است. گفتنی است برای انواع کاربری زمین با ترکیب پوشش زمین مشابه میزان دمای سطح زمین به‌طور قابل توجهی متفاوت است. این نتایج نشان می‌دهد توزیع دمای سطح زمین در مناطق شهری مطابق با ترکیب پوشش زمین و شاخص‌های آن نیست (ژو و همکاران، ۲۰۰۷: ۱۵۵۵۷؛ بویانتویو و ویو، ۲۰۱۰: ۲۵؛ لی و همکاران، ۲۰۱۳: ۵؛ کانورس و همکاران، ۲۰۱۳: ۲۷۸). جالب توجه است که هیچ تفاوت آماری در دمای سطح زمین بین کاربری‌ها وجود ندارد، اما مقادیر میانگین دمای سطح زمین در انواع کاربری‌های مختلف متفاوت از یکدیگر بوده است.

جدول ۴. تفاوت میانگین درجه حرارت سطح زمین در کاربری‌های متفاوت

سازمانی	صنعتی	بایر	مسکونی قدیمی	دمای سطح
-۲,۱۲	-۱,۶۷	-۱,۰۶	-۰,۱۹	مسکونی جدید
-۱,۸۳	-۱,۴۸	-۰,۸۷	-	مسکونی قدیمی
-۱,۰۶	-۰,۶۱	-	۰,۴۸	بایر
-۰,۴۵	-	۰,۶۱	۱,۴۸	صنعتی

ارتباط دمای سطح زمین با کاربری زمین و پوشش زمین

تجزیه و تحلیل همبستگی خطی نشان داد میانگین دمای سطح زمین به‌طور قابل توجهی به هر دو ترکیب پوشش زمین و کاربری زمین بستگی دارد. جدول ۵ همبستگی بین دمای سطح زمین براساس پوشش گیاهی با سنج‌های سیمای سرزمین در کاربری‌های مختلف را نشان می‌دهد.

جدول ۵. همبستگی بین دمای سطح زمین براساس پوشش گیاهی با سنج‌های سیمای سرزمین در پنج نوع کاربری

سنج‌های سیمای سرزمین	مسکونی جدید	مسکونی قدیمی	بایر	صنعتی	سازمانی
PLAND	-۰,۰۱	-۰,۲۵	-	-	-۰,۳۶
PD	۰,۱۲	۰,۲۱	-	-	۰,۱۴
MPS	۰,۰۳۷	۰,۳۶	-	-	-۰,۲۸
PSSD	۰,۰۵۸	-۰,۳۳	-	-	-۰,۹۷
AWMSI	۰,۳۴	۰,۱۲	-	-	-۰,۶۷
LPI	-۰,۰۳۶	-۰,۰۲۸	-	-	۰,۳

براساس جدول ۵، برای هر سه کاربری مسکونی جدید، مسکونی قدیمی، و سازمانی سنجهٔ درصد پوشش گیاهی تأثیر منفی در دمای سطح زمین دارد و موجب کاهش دمای سطح زمین می‌شود و این تأثیر منفی در کاربری سازمانی بیشتر است. درحالی‌که هیچ ارتباطی بین درصد پوشش گیاهی زمین‌های بایر و صنعتی با دمای سطح زمین در منطقهٔ مورد مطالعه وجود ندارد. برای زمین‌های مسکونی قدیمی سنجه‌های LPI، AWMSI، PSSD، MPS، و PD به‌طور قابل توجهی با دمای سطح زمین ارتباط دارد. در این میان سنجه‌های PSSD و LPI تأثیر منفی در دمای سطح زمین دارد. درحالی‌که همان‌طور که در جدول ۵ مشخص شده، سنجه‌های PD، AWMAI، MPS، و PD تأثیر مثبتی در دمای سطح زمین دارد. در زمین‌های بایر سنجهٔ درصد پوشش گیاهی و دیگر سنجه‌های پوشش گیاهی با دمای سطح زمین رابطه‌ای ندارند. در کاربری مسکونی جدید LPI تأثیر منفی در دمای سطح زمین دارد، اما سایر سنجه‌ها مانند AWMSI، PSSD، MPS، و PD تأثیر مثبت در دمای سطح زمین دارد. در زمین‌ها با کاربری سازمانی سنجه‌های AWMSI، PSSD، و MPS تأثیر منفی در دمای سطح زمین دارد. درحالی‌که سنجه‌های PD و LPI تأثیر مثبت در دمای سطح زمین دارد. ضریب همبستگی منفی بیانگر این است که وابستگی بین درجهٔ حرارت سطح زمین و سنجه‌های سیمای سرزمین کمتر است. جدول ۶ نشان می‌دهد همبستگی جزئی بین شاخص‌های پوشش گیاهی در هر نوع کاربری وجود دارد. ترکیب پوشش زمین دارای ارتباط مستقیم با سنجه‌های سیمای سرزمین است، اما با این حال ضریب همبستگی ترکیب پوشش گیاهی و سنجه‌ها بین انواع مختلف کاربری زمین متفاوت است (لی و همکاران، ۲۰۱۱: ۳۲۵۳؛ ژو و همکاران، ۲۰۱۱: ۵۸). مثلاً، شاخص تراکم پوشش گیاهی در هر سه نوع کاربری سازمانی، مسکونی قدیمی، و مسکونی جدید تأثیر مثبت در دمای سطح زمین دارد، اما برای کاربری مسکونی قدیمی این تأثیر مثبت بیشتر است. این یافته‌ها نشان می‌دهد ترکیب فضای سبز در قطعات کوچک نسبت به دمای سطح زمین حساسیت بیشتری دارد. همچنین، این نتایج بیانگر این است که مکانیسم پیچیده‌ای در جزایر گرمایی شهری وجود دارد که ممکن است نه تنها از فرایند بیوفیزیکی، بلکه از منابع انسانی ایجاد شده باشد. تغییر دمای سطح زمین میان انواع مختلف کاربری زمین نشان می‌دهد مصرف انرژی و انتشار حرارت انسانی تأثیرات مهمی در دمای سطح زمین دارد. در منابع انسانی انتشار حرارتی مانند سوخت‌وساز بدن انسان، وجود ساختمان‌ها و ترافیک به میزان قابل توجهی به افزایش حرارت محیط شهری و ایجاد جزایر گرمایی شهری کمک می‌کند. شدت حرارت برحسب نوع آب و هوا، تراکم جمعیت، و شدت فعالیت‌های صنعتی و تجاری متفاوت است.

جدول ۶. همبستگی بین دمای سطح کاربری‌ها

سازمانی	صنعتی	بایر	مسکونی قدیمی	دمای سطح زمین
-۰٫۷۸	-	-۱	-۰٫۲۷	مسکونی جدید
-۰٫۱۴	-	-۱	-	مسکونی قدیمی
-۱	-	-	-۱	بایر
-	-	-	-	صنعتی

همان‌طور که در بخش‌های قبلی اشاره شد، پوشش گیاهی و زمین‌های صنعتی هیچ همپوشانی نداشته و زمین‌های صنعتی فاقد پوشش گیاهی‌اند. به همین علت، همبستگی کاربری صنعتی با پوشش گیاهی و دمای سطح زمین را در نظر نمی‌گیریم.

نتیجه‌گیری

در مناطق شهری نوع کاربری زمین نسبت به پوشش زمین تأثیر بیشتری در ایجاد جزایر گرمایی شهری و بالارفتن دمای سطح زمین دارد. در کاربری زمین فرایند بیوفیزیکی همراه فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی وجود دارد و این می‌تواند دلیل تأثیر بیشتر کاربری زمین در دمای سطح زمین باشد. تحقیقات بیشتر نیاز به تعیین و تشخیص نیروهای بیوفیزیکی و انسانی در جزایر گرمایی شهری دارد. شهرنشینی ساختن ساختارهای مصنوعی سطح منطقه و تراکم جمعیت و تغییر کاربری و پوشش زمین را افزایش می‌دهد. در این مطالعه اثرهای کاربری و پوشش زمین در دمای سطح زمین تجزیه و تحلیل شد. از تصویر لندست ۸ برای بازیابی دمای سطح به وسیله الگوریتم تک‌کاناله استفاده شد. در این پژوهش پنج نوع کاربری بررسی شد: ۱. مسکونی قدیمی؛ ۲. مسکونی جدید؛ ۳. زمین‌های بایر؛ ۴. صنعتی؛ ۵. سازمانی. پوشش زمین نیز پوشش گیاهی در نظر گرفته شد. این مطالعه اثرهای متناقض پوشش گیاهی در انواع کاربری زمین با دمای سطح زمین را نشان می‌دهد. بنابراین، ترکیب پوشش گیاهی در کاربری زمین به‌عنوان تنها شاخص مؤثر در دمای سطح می‌تواند همراه‌کننده باشد. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد در مقایسه با پوشش زمین، کاربری زمین این پتانسیل را دارد که اثر فعالیت‌های پیچیده انسانی مناطق شهری را توضیح دهد. این یافته‌ها اثرهای متناقض ترکیب کاربری زمین و پوشش زمین در جزایر گرمایی شهری را بیان می‌کند و این امر نه‌تنها به درک بهتر مکانیسم جزایر گرمایی شهری کمک می‌کند، بلکه ارائه راهکارهای عملی برای برنامه‌ریزی و مدیریت شهری را نیز فراهم می‌کند. در حال حاضر، کاربری مسکونی جدید ۶/۴ درصد از مساحت کل منطقه ۶ تهران را شامل می‌شود. با توجه به رابطه معکوس بین مساحت کاربری زمین‌های مسکونی جدید و دمای سطح زمین، پیشنهاد می‌شود، علاوه بر در نظر گرفتن کاهش ساخت‌وساز در حجم زیاد و مساحت کم، هنگام ساخت‌وساز مساحت زمین‌های مسکونی جدید و آپارتمان‌ها تا حد امکان از طرح تجمیع املاک استفاده شود و مساحت‌ها در مقیاس بزرگ در نظر گرفته شود. این امر می‌تواند اثر زمین‌های مسکونی جدید در افزایش دمای سطح زمین را کاهش دهد و آن را کنترل کند. دمای سطح می‌تواند با بهینه‌سازی الگوهای پوشش گیاهی (براساس رابطه بین دمای سطح زمین و پوشش زمین) برای هر نوع کاربری و با کمک انسان کاهش یابد. مثلاً، در منطقه مسکونی قدیمی فضای سبز با در نظر گرفتن شاخص شکل پوشش گیاهی (نحوه قرارگیری پوشش گیاهی و تراکم) رابطه منفی با دمای سطح زمین دارد. در نتیجه، برای کاهش اثر جزایر گرمایی شهری افزایش تراکم و عدم پراکندگی پوشش گیاهی همچنین ایجاد بام سبز یا باغ بام و نگهداری گیاهان در ساختمان‌ها توصیه می‌شود.

منابع

1. Amiri, R.; Weng, Q.; Alimohammadi, A. and Alavipanah, S. K., 2009, Spatial-temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area, Iran, *Remote sensing of environment*, Vol. 113, No. 12, PP. 2606-2617.
2. Aguado, E. and Burt, J.E., 2010, Understanding weather and climate, London: Prentice Hall, 586.
3. Bokaie, M.; Zarkesh, M. K.; Arasteh, P. D. and Hosseini, A., 2016, Assessment of Urban Heat Island based on the relationship between land surface temperature and Land Use/Land Cover in Tehran, *Sustainable Cities and Society*, Vol. 23, PP. 94-104.
4. Buyantuyev, A. and Wu, J., 2010, Urban heat islands and landscape heterogeneity: linking spatiotemporal variations in surface temperatures to land-cover and socioeconomic patterns, *Landscape ecology*, Vol. 25, No. 1, PP. 17-33.
5. Chen, B.; Chen, G. Q.; Yang, Z. F. and Jiang, M. M., 2007, Ecological footprint accounting for energy and resource in China, *Energy Policy*, Vol. 35, No. 3, PP. 1599-1609.
6. Chen, B.; Chen, G. Q. and Yang, Z. F., 2006, Exergy-based resource accounting for China, *Ecological Modelling*, Vol. 196, No. 3-4, PP. 313-328.
7. Chen, G. Q. and Chen, Z. M., 2010, Carbon emissions and resources use by Chinese economy 2007: a 135-sector inventory and input-output embodiment, *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, Vol. 15, No. 11, PP. 3647-3732.
8. Connors, J. P.; Galletti, C. S. and Chow, W. T., 2013, Landscape configuration and urban heat island effects: assessing the relationship between landscape characteristics and land surface temperature in Phoenix, Arizona, *Landscape ecology*, Vol. 28, No. 2, PP. 271-283.
9. Firozjaei, M. K.; Kiavarz, M.; Alavipanah, S. K.; Lakes, T. and Qureshi, S., 2018, Monitoring and forecasting heat island intensity through multi-temporal image analysis and cellular automata-Markov chain modelling: A case of Babol city, Iran, *Ecological Indicators*, Vol. 91, PP. 155-170.
10. Han, M. Y.; Shao, L.; Li, J. S.; Guo, S.; Meng, J.; Ahmad, B.; ... and Chen, G. Q., 2014, Exergy-based hybrid evaluation for commercial construction engineering: a case study in BDA, *Ecological indicators*, Vol. 47, PP. 179-188.
11. Hubacek, K. and Sun, L., 2001, A scenario analysis of China's land use and land cover change: incorporating biophysical information into input-output modeling, *Structural change and economic dynamics*, Vol. 12, No. 4, PP. 367-397.
12. Hu, Y. and Jia, G., 2010, Influence of land use change on urban heat island derived from multi-sensor data, *International Journal of Climatology*, Vol. 30, No. 9, PP. 1382-1395.
13. Jiménez-Muñoz, J. C.; Sobrino, J. A.; Skoković, D.; Mattar, C. and Cristóbal, J., 2014, Land surface temperature retrieval methods from Landsat-8 thermal infrared sensor data, *IEEE Geoscience and remote sensing letters*, Vol. 11, No. 10, PP. 1840-1843.
14. Jahanbakhsh, S., 1993, Investigating the effective microclimate factors in city temperature, *Journal of Geographical Research*, No. 26, PP. 107-120
15. Khaledi, SH., 1996, Practical meteorologist. Tehran, Qom. PP. 28-30
16. Li, H. B.; Yu, S.; Li, G. L. and Deng, H., 2012, Lead contamination and source in Shanghai in the past century using dated sediment cores from urban park lakes, *Chemosphere*, Vol. 88, No. 10, PP. 1161-1169.
17. Li, J.; Song, C.; Cao, L.; Zhu, F.; Meng, X. and Wu, J., 2011, Impacts of landscape structure on surface urban heat islands: A case study of Shanghai, China, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 115, No. 12, PP. 3249-3263.

18. Li, X.; Zhou, W. and Ouyang, Z., 2013, Relationship between land surface temperature and spatial pattern of greenspace: What are the effects of spatial resolution?, *Landscape and Urban Planning*, No. 114, PP. 1-8.
19. Liu, L. and Zhang, Y., 2011, Urban heat island analysis using the Landsat TM data and ASTER data: A case study in Hong Kong, *Remote Sensing*, Vol. 3, No. 7, PP. 1535-1552.
20. Pal, S. and Ziaul, S. K., 2017, Detection of land use and land cover change and land surface temperature in English Bazar urban centre, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, Vol. 20, No. 1, PP. 125-145.
21. Mcgarigal, K. and Marks, B. J., 1995, *Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351*, US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, PP. 1-122.
22. Region6.tehran.ir., <https://t.me/ghalbpaytakht>.
23. Sailor, D. J., 2011, A review of methods for estimating anthropogenic heat and moisture emissions in the urban environment, *International journal of climatology*, Vol. 31, No. 2, PP. 189-199.
24. Sobrino, J. A. and Raissouni, N., 2000, Toward remote sensing methods for land cover dynamic monitoring: Application to Morocco, *International journal of remote sensing*, Vol. 21, No. 2, PP. 353-366.
25. Shahgedanova, M. and Burt, T., 1998, Urban heat islands, *Geography Review*, No. 11, PP. 36-41.
26. Valor, E. and Caselles, V., 1996, Mapping land surface emissivity from NDVI: Application to European, African, and South American areas, *Remote sensing of Environment*, Vol. 57, No. 3, PP. 167-184.
27. Vlassova, L.; Perez-Cabello, F.; Nieto, H.; Martín, P.; Riaño, D. and De La Riva, J., 2014, Assessment of methods for land surface temperature retrieval from Landsat-5 TM images applicable to multiscale tree-grass ecosystem modeling, *Remote Sensing*, Vol. 6, No. 5, PP. 4345-4368.
28. Weng, Q.; Liu, H. and Lu, D., 2007, Assessing the effects of land use and land cover patterns on thermal conditions using landscape metrics in city of Indianapolis, United States, *Urban ecosystems*, Vol. 10, No. 2, PP. 203-219.
29. Weifeng, L.; Yang, B.; Qiuwen, CH.; Kate, H.; Xiaohua, J. and Chunmeng, H., 2014, Discrepant impacts of land use and land cover on urban heat islands: A case study of Shanghai, China, *Ecological Indicators*, No. 47, PP. 171-178.
30. Wiedmann, T.; Schandl, H.; Lenzen, M.; Moran, D.; Suh, S.; West, J. and Kanemoto, K., 2013, The material footprint of nation, *PNAS*. Vol.112, No. 20, PP. 6271-6276
31. Yu, X.; Guo, X. and Wu, Z., 2014, Land surface temperature retrieval from Landsat 8 TIRS— Comparison between radiative transfer equation-based method, split window algorithm and single channel method, *Remote Sensing*, Vol. 6, No. 10, PP. 9829-9852.
32. Zareie, S.; Khosravi, H.; Nasiri, A. and Dastorani, M., 2016, Using Landsat Thematic Mapper (TM) sensor to detect change in land surface temperature in relation to land use change in Yazd, Iran, *Solid Earth*, Vol. 7, No. 6, PP. 1551-1564.
33. Zhang, X.; Zhong, T.; Feng, X. and Wang, K., 2009, Estimation of the relationship between vegetation patches and urban land surface temperature with remote sensing, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 30, No. 8, PP. 2105-2118.
34. Zhou, Y.; Weng, Q.; Gurney, K. R.; Shuai, Y. and Hu, X., 2012, Estimation of the relationship between remotely sensed anthropogenic heat discharge and building energy use, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, No. 67, PP. 65-72.

35. Zhou, X.; Su, Z.; Anishkin, A.; Haynes, W. J.; Friske, E. M.; Loukin, S. H.; ... and Saimi, Y., 2007, Yeast screens show aromatic residues at the end of the sixth helix anchor transient receptor potential channel gate, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 104, No. 39, PP. 15555-15559.
36. Zhou, W.; Huang, G. and Cadenasso, M. L., 2011, Does spatial configuration matter? Understanding the effects of land cover pattern on land surface temperature in urban landscapes, *Landscape and urban planning*, Vol. 102, No. 1, PP. 54-63.