Dor: 20.1001.1.20085656.1402.16.60.6.5

صص ۱۱۲-۹۷

تحلیل تصاویر سنتینل ۳ سنجنده SLSTR در شناسایی جزایر گرمایی شهری و ارتباط آن با پوشش گیاهی (مطالعه موردی: شهر کرمانشاه)*

مصطفی شاهینی فر**

استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

حمیدرضا شاهنده

دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۷/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۲۲

چکیده

گسترش شهرها و افزایش میزان مصرف انرژی موجب تشکیل جزایر گرمایی بر روی شهرها شده است. این پدیده در طی دهه‌های اخیر به دلیل تأثیراتی که بر محیط زیست شهری گذاشته از اهمیت زیادی برخوردار است. این مسأله در شهر های بزرگ و مراکز استان‌ها که در سال‌های اخیر دچار تغییرات کاربری زمین شده‌اند، نمود بیشتری پیدا کرده است. هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی ارتباط مکانی توزیع جزایر گرمایی با پوشش گیاهی شهری و مقایسه شدت جزیره گرمایی در مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین در مناطق شهری کرمانشاه در طی ۱۰ سال اخیر است. داده‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره سنتینل ۳ و سنجنده SLSTR با توان تفکیک مکانی ۵۰۰ متر در باندهای انعکاسی و ۱۰۰۰ متر در باند حرارتی از طریق نرم افزارهای SNAP و QGIS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقدار شاخص تفاضل بهنجار شده پوشش گیاهی در نیمه شمالی شهر کرمانشاه در مقایسه با کلیت شهر بیشتر بوده که دلالت بر پوشش گیاهی متراکم و شاداب تر بوده و می‌تواند در کاهش درجه حرارت روزانه، آلودگی‌های صوتی و هوا در مناطق مربوطه نقش مهمی ایفا نماید. نتایج این پژوهش نشان داد که با در نظر گرفتن واقعیت‌های عینی، روش مورد استفاده برای تشخیص جزایر گرمایی و درک ارتباط بین سازوکارهای تشکیل جزایر گرمایی با پوشش گیاهی و پارک‌ها در عرصه شهری از کارایی بالایی برخوردار است. از این‌رو پایش مداوم تغییر کاربری زمین یکی از چالش‌های اصلی برنامه ریزی و مدیریت شهری در کلان‌شهرها است.

واژگان کلیدی: پوشش گیاهی، کرمانشاه، سنتینل ۳، جزایر گرمایی

مقدمه

یکی از بازتاب‌های بسیار مهم زیست محیطی سکونتگاه‌های شهری در دوره معاصر، تشکیل جزایر گرمایی بر روی آن‌ها است. بدین صورت که با شتاب مستمر شهرنشینی، پوشش گیاهی طبیعی با سطوح غیر قابل نفوذ زمین مانند سیمان

*مقاله حاضر حاصل بخشی از نتایج پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده دوم با همین عنوان بوده که در دانشگاه پیام نور به راهنمایی نویسنده اول انجام گرفته است.

**نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۳۳۹۷۷۲۸ Email: Shahini@pnu.ac.ir

و آسفالت جایگزین شده و پیچیدگی سازه های شهری منجر به تغییراتی در عوامل اصلی کنترل کننده تبادل انرژی سطح زمین مانند آلبدو سطح زمین، انتشار و ظرفیت گرمایی می‌شود(گوپتا، ماتیو و کاندلوال[1] ۲۰۱۹، ۸۱). در واقع جزیره‌های گرمایی به این ترتیب ایجاد می‌شوند که مصالح ساختمانی نظیر آسفالت و سنگ حرارت را در درون خود ذخیره می‌سازند و با خنک شدن هوا در ساعات پس از غروب خورشید، این حرارت را بازمی‌تابانند. این اثر در کنار تجمع مصرف انرژی در شهرها و تهویه ضعیف‌تر در مقایسه با مناطق روستایی موجب پدید آمدن جزایر گرمایی شهری می‌شود. همه شهرها لزوماً جزیره گرمایی ندارند. در اغلب مناطقی که آب و هوای مدیترانه‌ای دارند شهرها به‌طور سنتی به‌گونه‌ای ساخته می‌شدند که شهروندان را در طول روز از گرمای آفتاب در امان نگه می‌داشتند. در این صورت شهرها ممکن است به‌دلیل وجود سایه‌های گسترده، در مقایسه با مناطق حومه‌ای خنک‌تر نیز باشند. در اروپای شمالی ایجاد جزیره گرمایی شهری به کاهش مصرف انرژی در زمستان‌های طولانی و سرد این مناطق کمک می‌کند، لیکن در بسیاری از نقاط جهان این پدیده مشکلات زیادی ایجاد کرده است. دمای سطح زمین نتیجه تعادل ترمودینامیکی بین توازن انرژی بین جو، سطح زمین و لایه‌های زیرین و سطحی خاک، و انرژی تابشی است (ابراهیمی، گندم‌کار، المدرسی و رامشت، ۱۳۹۵، ۲۶). دمای سطح زمین تابعی از انرژی خالص در سطح زمین است. این دما به عوامل مختلفی از جمله به میزان انرژی رسیده به سطح زمین، میزان انعکاس نور از سطوح مختلف، مقدار رطوبت و جریان هوای جو زمین بستگی دارد (فیضی زاده، دیده‌بان و غلام‌نیا، ۱۳۹۵، ۱۷۲). دما به ویژه در محیط‌های شهری نقاط گرمی را به وجود می‌آورد که در اصطلاح به آن ها جزایر گرمایی گفته می‌شود و اخیراً با توسعه بیشتر جوامع و شتاب یافتن فرایند شهرنشینی پدیده جزیره گرمایی اهمیت بیشتری یافته است، زیرا این پدیده به طور مستقیم، سلامتی و آسایش ساکنان شهری را تحت تأثیر قرار می‌دهد (برهانی، گودرزی و اسمعیلی، ۱۳۹۹، ۲۶۴).

برخی از ویژگی‌های فیزیکی کالبدی شهری نظیر پوشش بتنی دیوارها و سطوح آسفالت خیابان‌های شهری نظیر آنچه که شمسی پور، سلیمانیان و عزیزی (۱۳۹۲)، بیان کرده‌اند و همچنین فعالیت‌های صنعتی که الزامات زیست محیطی را رعایت نمی‌کنند به پیدایش جزیره گرمایی شهری منجر می‌شود. در حقیقت پوشش گیاهی و نرم به عنوان جایگزین مناسبی برای سطوح با مصالح سخت باعث کاهش گرمای محیطی شده و از تشکیل جزایر گرمایی در سطح شهرها جلوگیری می‌کنند (نادی زاده شورابه، حمزه، کیاورز و افشاری پور، ۱۳۹۷، ۵۴۶؛ مشایخ و لشکر، ۱۴۰۰ ، ۶۸۴). این عوامل به دو گروه قابل کنترل و غیرقابل کنترل قابل تقسیم بندی هستند (علوی پناه، هاشمی دره بادامی و کاظم زاده، ۱۳۹۴، ۲) یکی از دلایل ایجاد جزیره گرمایی در شهرها، گسترش شهرنشینی و افزایش فعالیت‌های مربوط به زندگی شهری است. نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که زمین های صنعتی و سازمانی به طور ویژه بزرگ‌ترین عامل در ایجاد جزایر گرمایی در سطح شهرها هستند (اسدی، حمزه و کیاورز، ۱۳۹۹، ۷۵۹).

جزایر گرمایی به نوعی باز نمود شاخصی از مشکلات محیطی کلانشهرها به شمار می‌آید (ثروتی، لطیفی، سلطانی و صنایعیان، ۱۴۰۰، ۲). که معلول گرمایش جهانی است در نتیجه تغییرات سریع کاربری زمین، توزیع نامتعادل منابع و ازدحام

[1] - Gupta, Mathew & Khandelwal

جمعیت تشدید شده و به شدت اقلیم کلانشهرها را در سطح خرد تحت تأثیر قرار می‌دهد و نمود بیشتری دارد (جعفری و عطارچی، ۱۴۰۰، ۷۱۰). به عبارتی جزایرگرمایی شهری معلول عدم تعادل میان عناصر مصنوع و طبیعی است (ترابی، زارعی و هاشم پور، ۱۳۹۹، ۱۴۳).

تاکنون مطالعات فراوانی به منظور به دست آوردن دمای سطح زمین از طریق باندهای حرارتی ماهواره سنتینل ۳ و طریقه استفاده از آنها در سال‌های اخیر انجام گرفته است (زارعی، شاه حسینی و قنبری، ۱۴۰۰، ۶۰). که هر یک از آن‌ها اهداف معینی را دنبال کرده اند. به همین دلیل نیز نتایج متفاوتی در پی داشته اند. در کنار این مطالعات به طور عام، پژوهشگران از سایر روش‌ها نیز برای به دست آوردن دمای سطح زمین استفاده نموده‌اند که تقریباً نتایج مشابهی داشته است. برای مثال کارکن سیستانی و دوستان(۱۳۹۴)، با استفاده از تصاویر TM ماهواره لندست اقدام به تعیین جزایر گرمایی در کلانشهر مشهد نمودند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که نقش عوامل جوی در شکل‌گیری جزایر گرمایی بسیار اساسی است (کارکن سیستانی و دوستان، ۱۳۹۴، ۱۳۷).

بعضی از مطالعات نشان‌دهنده رابطه مثبت و معنادار بین تغییرات کاربری و افزایش ساخت و سازهای شهری با افزایش دمای محیطی و شکل‌گیری جزایر گرمایی در سطح مناطق شهری است (امیری، علی‌محمدی، علوی پناه و امان الهی، ۱۳۸۶، ۱۰۷). کاهش پوشش گیاهی در سطوح شهری مهم‌ترین عامل مؤثری است که در گسترش جزایر گرمایی محسوب نقش دارد. رمضانی و دخت محمد (۱۳۸۹)، در مطالعه شهر رشت به تفاوت‌های مناطق پیرامون شهر رشت با این شهر پی برده و بر اساس پهنه‌بندی‌های دمایی، جزایر گرمایی را مشخص کردند و نشان دادند که اختلاف دمایی قابل توجهی بین مرکز گرمایی با مناطق پیرامونی وجود دارد.

یکی از نگرانی‌های عمده زیست‌محیطی در سطح سیاره زمین تغییرات سریع کاربری زمین است. در واقع تغییرات کاربری زمین منجر به کاهش فضاهای سبز شده و این موضوع به ایجاد جزایر گرمایی منجر شده است (امیری، ونگ، علی محمدی و علوی پناه[1] ۲۰۰۹، ۲۶۰۶). نتایج تحقیقات ملک پور و طالعی (۱۳۹۰)، با استفاده از داده های سنجنده استر [2] نشانگر این مسأله بود که در کلانشهرها دمای سطح زمین با نوع پوشش زمین و کاربری زمین شهری رابطه معناداری دارد.

صادقی نیا، علیجانی و ضیاییان فیروزآبادی (۱۳۹۱)، از طریق استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی ساختار فضایی_ زمانی جزیره گرمایی شهر تهران را بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۰ مطالعه کردند. نتایج پژوهش آنان حاکی از آن بود که در طول سالیان گذشته از وسعت مناطق خنک در شهر تهران و حومه آن کاسته شده و به وسعت جزایر مناطق گرمایی شهر و حومه که نهایتاً به شکل‌گیری جزایر گرمایی انجامیده است، اضافه شده است. این روند در پی تغییرات سریع کاربری زمین و کاهش پوشش گیاهی و سبز تشدید شده است (صادقی‌نیا، علیجانی و ضیاییان فیروزآبادی، ۱۳۹۲ ، ۱۴). نتایج پژوهش مهدیان ماهفروزی، شمسی پور و عزیزی (۱۳۹۴)، نیز نشان دهنده اثر کاربری فضای سبز بر ایجاد جزایر

[1]- Amiri, Weng, Alimohammadi & Alavipanah [2]- ASTER

گرمایی در شهر تهران است که مؤید نتایج پژوهش کریستوفر و کدرون در سال ۱۹۱۸ بوده است (گرین و کدرون[1] ۱۹۱۸، ۴۵).

هاشمی، علوی پناه و دیناروندی (۱۳۹۲)، فرزندی، حجت رضائی پژند و سیدنژاد گلخطمی (۱۳۹۳)، نیز پژوهش‌های مشابهی در این زمینه با اهداف محتلفی انجام دادند. ویژگی مشترکی که در نتایج این گونه تحقیقات دیده می‌شود، وجود رابطه قوی و معناداری است که میان پوشش گیاهی به عنوان نوع خاصی از کاربری‌های شهری با تشکیل جزایر گرمایی در سطح شهرها حاکم است. استفاده از داده های سنجنده های ماهواره‌ای در کشف این رابطه ویژگی مشترک دیگری است که تحقیقات یاد شده از آن‌ها استفاده نموده‌اند. نکته قابل توجه در این خصوص این است تاکنون مطالعه‌ای در این حوزه در شهر کرمانشاه از طریق روش شناسی مورد نظر انجام نشده است.

آنچه مشخص است این است که جزایر گرمایی شهری روز به روز اهمیت بیشتری پیدا کرده‌اند و تأثیرات عمیقی بر محیط زیست انسانی دارند.(احمد[2] ۲۰۱۸، ۱۵). این پدیده در نتیجه تأثیرات پیچیده فرایندهای شهری بر روی اقلیم بوده و این مسأله در شهر های بزرگ و مراکز استان ها که در سال‌های اخیر دچار تغییرات کاربری شده‌اند، نمود بیشتری پیدا کرده است؛ به همین سبب پایش تغییرات کاربری زمین یکی از اساسی‌ترین چالش های برنامه‌ریزی و مدیریت شهری است (عسکری، عطارچی و نیسانی سامانی، ۱۳۹۹، ۸۹۲).

رشد سریع نواحی شهری باعث افزایش دمای هوا و سطح زمین در نواحی شهری نسبت به نواحی روستایی و حومه‌ای آنها می شود. این پدیده به جزیره گرمایی شهری معروف است جزیره حرارتی شهری به افزایش درجه حرارت هوای شهر بیش از مناطق حومه شهری بر می‌گردد (یان ما، جونلی، ژنگ و دونگ[3] ۲۰۲۲، ۲۴۰). این پدیده به ویژه در نواحی کلانشهری که دارای اختلافات عمیق با نواحی روستایی و حومه‌ای است شدت بیشتری دارد. این اختلاف تا حدود زیادی به میزان و تراکم پوشش گیاهی بر می‌گردد. در داخل ناحیه شهری نیز پراکنش پوشش گیاهی بر روی تشکیل جزایر گرمایی تأثیر بسیار زیادی دارد.

دمای سطح زمین یکی از پارامترهای کلیدی در کنترل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در فرآیندهای بیو ژئوشیمیایی زمین وعامل مهمی برای مطالعه آب و هوای شهری محسوب می‌شود (کاندلوال، گویال، کاول و ماتیو[4] ۲۰۱۸، ۸۷). که بر تعادل تابش، تبخیر و تعرق و سایر عوامل کلیدی شهری تأثیر می‌گذارد (هریسکو، رامامورسی، گونزالس[5] ۲۰۲۱، ۱– ۱۲).

در واقع هدف اصلی این پژوهش بررسی ارتباط مکانی توزیع جزایر گرمایی در مناطق شهری با پوشش گیاهی شهری و مقایسه شدت جزیره گرمایی در مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین و در نهایت ارائه راهکارهای کاهش اثرات جزایر حرارتی مرتبط با بحث فضای سبز شهری در شهر کرمانشاه می‌باشد.

1 - Greene & kedron
2 - Ahmed
3 - Yun Ma, JunLi, Zhang & Dong
4 - Kandelwal, Goyal, Kaul & Mathew
5 - Hrisko, Ramamurthy & Gonzales

داده‌ها و روش‌ها

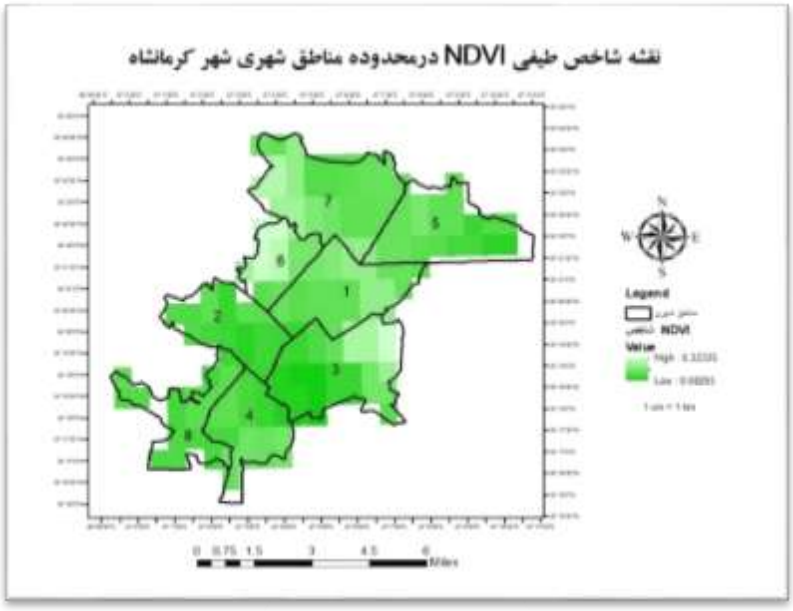
این مطالعه در کلانشـهر کرمانشـاه صـورت گرفته اسـت. کرمانشـاه یکی از بزرگ‌ترین شـهرهای ایران و مرکز اسـتان کرماز شاه در غرب ایران ا ست. این شهر دارای حدود یک میلیون نفر جمعیت ا ست. در واقع سیزده شهر ستان ا ستان کرماز شاه تنها به اندازه شهر کرماز شاه جمعیت دارند. به عبارتی می‌توان گفت حدود نیمی از جمعیت ا ستان در این یک شهر ساکن هستند. تراکم نسبی در استان حدود یک نفر در هکتار بوده در حالی که تراکم جمعیت در شهر کرمانشاه حدود یکصد نفر در هکتار است. شهر کرمانشاه دارای ۸ منطقه شهرداری است که مساحت تقریبی کل محدوده شهر ۱۰ هزار هکتار است. این شهر با توجه به مرکزیت نسبی در میان مراکز استان‌های همجوار و همچنین وجود مراکز تخصصی در سـطح منطقه و همجواری با مرزهای کشـور عراق که به لحاظ فرهنگی دارای قرابت‌های زیادی با آن سـوی مرزها می‌باشد، شهری مهاجر پذیر محسوب می‌شود. در این پژوهش با استفاده از روش اسنادی (کتابخانه‌ای)، ابعاد مفهومی و نظری موضوع پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است. پس از گردآوری اطلاعات با استفاده از داده های به روز سنجش از دور، پردازش داده ها با ا ستفاده از نرم‌افزارهای سی ستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS) و داده های مکانی موجود شامل اطلاعات مکانی و موقعیت فضای سبز، مقایسه لازم صورت گرفته و نتایج براساس مناطق شهری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. لازم به ذکر است که نمونه برداری با استفاده از داده های تصاویر ماهواره سنتینل ۳ سنجنده SLSTR با توان‌های تفکیک مکانی: باندهای بازتابی (۵۰۰ متر)، باندهای حرارتی (۱۰۰۰ متر) و توان تفکیک طیفی: ۱۲ باند (۹ باند برای دمای سـطح آب در محدوده مرئی؛ مادون قرمز بازتابی و مادون قرمز حرارتی، ۲ باند مادون قرمز حرارتی در مطالعات آتش سوزی) و توان تفکیک زمانی: ۱ تا ۲ روز بوده ا ست. در پژوهش حا ضر از نرم افزار های سنجش از دور و سیستم های اطلاعات جغرافیایی مرتبط از جمله SNAP، ARCGIS، AUTODESKMAP،QGIS، GOOGLE EARTH PRO، ENVI استفاده شده است.

بحث و یافته‌ها

به‌منظور شناسایی جزایر گرمایی در سطح مناطق شهری کرمانشاه در مواقع شب و روز به کمک نرم افزار اسنپ[1]نقشه‌های شاخص به هنجار شده پوشش گیاهی بر اساس محدوده‌های مناطق تهیه شدند. همان‌طور که از تصاویر منطقه مورد مطالعه در روز و شب مشهود است، شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی[2]پس از برش تصویر بر اساس مرز مناطق شهری و محلات شهر کرمانشاه در دامنه حداقل ۰/۸۲۹ تا حداکثر ۰/۳۲۳۴ قرار دارد که در نهایت داده‌های مربوطه زیر به تفکیک در مناطق و محلات شهری حاصل می‌گردد شکل (۱).

[1] - SNAP

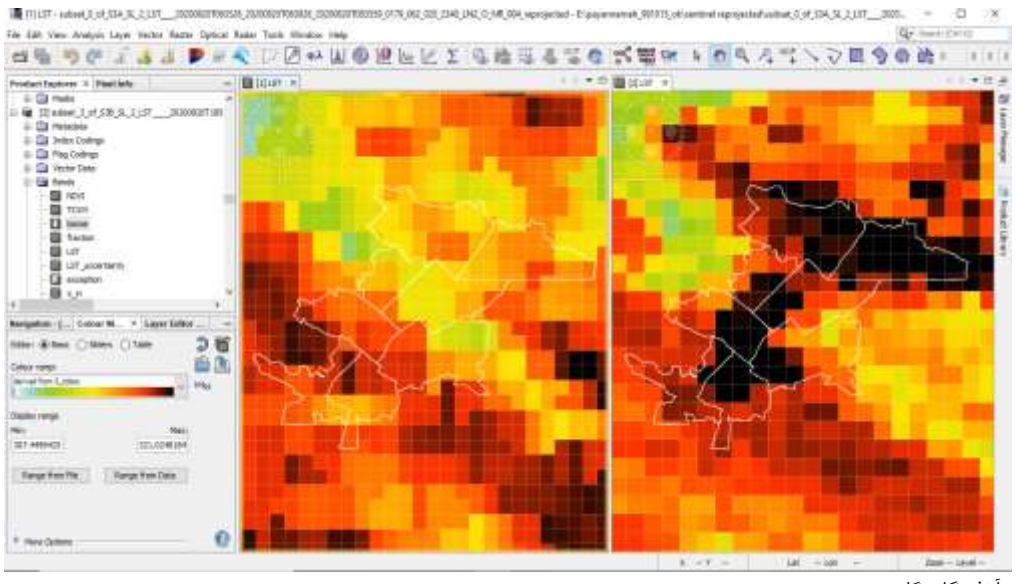
[2] - Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)



مآخذ: نگارندگان

شکل ۱. نمایی از نقشه شاخص نرمال شده پوشش گیاهی در محدوده مورد مطالعه بر اساس مرز مناطق شهری

بر اساس یافته‌های پژوهش، جزایر گرمایی شهری (UHI) در تصاویر شب کاملا نمایان و به راحتی قابل تشخیص است که این موضوع در تصویر روز مشهود نیست و دلیل آن اختلاف دمایی مشهود بین محدوده‌های حاشیه‌ای و داخل منطقه مورد مطالعه در شب می‌باشد، که این تمایز در روز به دلیل اختلاف دمایی بسیار اندک مناطق شهری حاشیه‌ای با داخلی مشهود نیست، که البته لازم به ذکر است مناطق خشک حاشیه‌ای می‌توانند در شناسایی جزایر گرمایی در شب بسیار ارزشمند واقع شوند.



مآخذ: نگارندگان

شکل ۲. مقایسه نتایج تصاویر حرارتی (باند LST) منطقه مورد مطالعه در شب (راست) و روز (چپ)

تحلیل جزیره حرارتی درمناطق شهری بر اساس حداقل، حداکثر و میانگین دمای سطح زمین

نتایج بررسی تصاویر مربوطه در تاریخ مورد نظر در منطقه مورد مطالعه، نشان می‌دهد حداکثر میانگین دمای مناطق شهری در تصویر روز و شب متفاوت بوده به طوری بیشترین میانگین دمای مناطق شهری در شب منطقه پنج و در روز منطقه ۲ بوده و کمترین میانگین دمای مناطق شهری در شب منطقه ۳ و در روز منطقه ۶ می‌باشد. شکل (۲)

جدول ۱. میانگین شدت دمای سطح زمین بر حسب درجه کلوین، تصویر روز درمحدوده مناطق شهری کرمانشاه

حداکثر دما (کلوین)	حداقل دما (کلوین)	میانگین دما (کلوین)	مساحت متر مربع	منطقه شهری
۳۲۰/۰۳	۳۱۶/۹۰	۳۱۸/۱۵	۱۲۰۶۸۴۲۴	**۲**
۳۲۰/۱۹	۳۱۵/۳۹	۳۱۸/۰۶	۱۱۰۱۳۹۹۲	**۸**
۳۲۰/۱۹	۳۱۵/۳۹	۳۱۷/۸۰	۱۱۰۴۷۹۴۵	**٤**
۳۱۸/۹۶	۳۱۱/۹۴	۳۱۷/۳۷	۱۸۴۹۱۴۳۸	**۳**
۳۱۸/۳۳	۳۱۳/۹۹	۳۱۶/۱۱	۱۶۴۳۲۰۰۰	**۵**
۳۱۷/۱۴	۳۱۳/۹۹	۳۱۵/۳۱	۲۰۲۹۳۲۹۰	**۷**
۳۱۸/۰۸	۳۱۳/۶۱	۳۱۴/۸۹	۱۴۷۵۸۴۸۸	**۱**
۳۱۷/۲۹	۳۱۲/۹۱	۳۱۴/۸۲	۷۵۲۷۷۸۵	**٦**
			۱۱۱٦۳۳۳٦۲	**جمع**

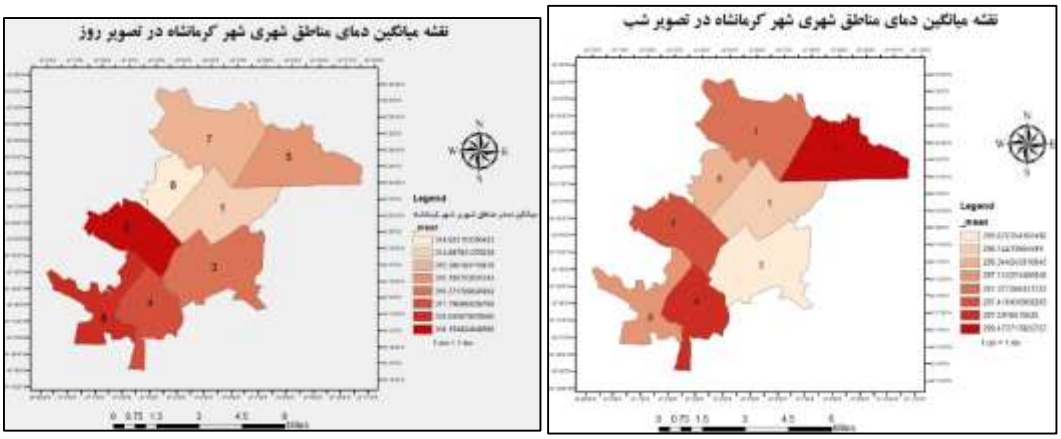
مآخذ: نگارندگان

جدول ۲. میانگین شدت دمای سطح زمین بر حسب درجه کلوین، تصویر شب درمحدوده مناطق شهری کرمانشاه

حداکثر دما (کلوین)	**حداقل دما (کلوین)**	**میانگین دما (کلوین)**	**مساحت متر مربع**	**منطقه شهری**
۳۰۱/۱۷	۲۹۷/۴۲	۲۹۹/۴۷	۱۶۴۳۲۰۰۰	**۵**
۳۰۰/۴۵	۲۹۵/۷۹	۲۹۷/۵۹	۱۱۰۴۷۹۴۵	**٤**
۳۰۱/۵۴	۲۹۲/۴۰	۲۹۷/۴۱	۱۲۰۶۸۴۲۴	**۲**
۲۹۸/۹۴	۲۹۵/۸۹	۲۹۷/۳۸	۲۰۲۹۳۲۹۰	**۷**
۳۰۰/۷۲	۲۹۵/۸۴	۲۹۶/۱۴	۱۱۰۱۳۹۹۲	**۸**
۲۹۸/۳۶	۲۹۴/۳۵	۲۹۶/۳۴	۷۵۲۷۷۸۵	**٦**
۲۹۹/۵۰	۲۹۰/۵۳	۲۹۶/۱۴	۱۴۷۵۸۴۸۸	**۱**
۳۰۰/۸۳	۲۹۰/۵۳	۲۹۵/۶۷	۱۸۴۹۱۴۳۸	**۳**
			۱۱۱٦۳۳۳٦۲	**جمع**

مآخذ: نگارندگان

بر این اساس و نقشه‌های به دست آمده چنین نتیجه گیری می‌شود، نیمه جنوبی شهرکرمانشاه در طول روز افزایش میانگین دمایی قابل توجهی را تجربه کرده و در طول شب، حاشیه شمالی و بخش هایی از مرکز شهر، افزایش میانگین دمایی مشاهده می‌شود جداول (۱ و ۲) و شکل (۳).

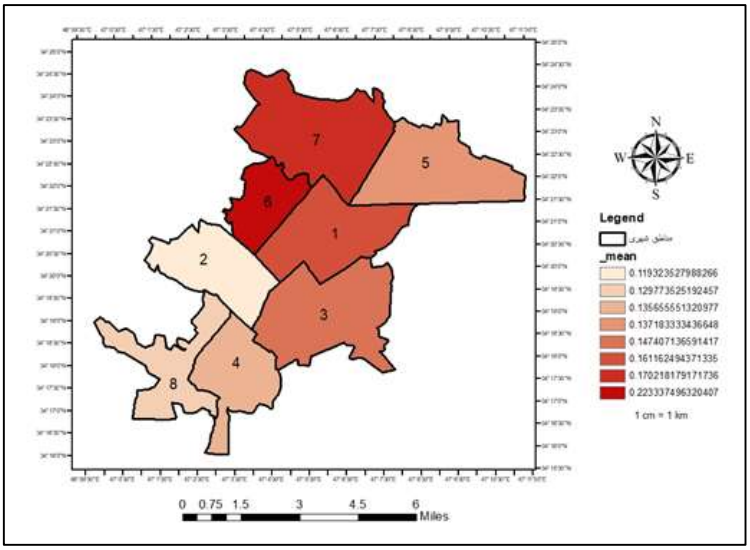


مآخذ: نگارندگان

شکل ۳. مقایسه نقشه میانگین دمای مناطق شهری شهر کرمانشاه در تصویر راست (شب) و چپ (روز)

تحلیل شاخص تفاضل بهنجار شده پوشش گیاهی در مناطق شهری

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی در مناطق شهری و محلات شهر کرمانشاه در دامنه حداقل ۰/۰۸۲۹ تا حداکثر ۰/۳۲۳۴ قرار دارد، میانگین این شاخص در مناطق شهری کرمانشاه در تصویر روز از ۰/۱۱۹۳ تا ۰/۲۲۳۳ متغیر بوده است، البته بیشترین میزان میانگین درجه حرارت در منطقه ۶ و کمترین میزان میانگین درجه حرارت در منطقه ۲ شهر کرمانشاه می‌باشد.

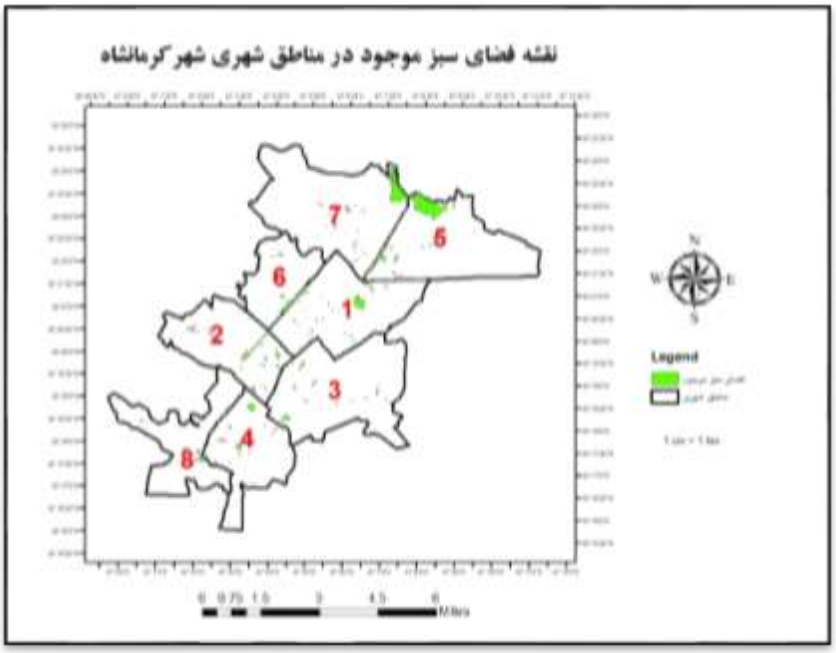


مآخذ: نگارندگان

شکل ۴. نقشه میانگین شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی در مناطق شهر کرمانشاه

شاخص پوشش گیاهی برای مطالعه پوشش گیاهی از جهت میزان کلروفیل موجود در آن طراحی شده است. هرچه میزان کلروفیل موجود در گیاه بیشتر باشد، به همان اندازه این شاخص افزایش پیدا می‌کند. شاخص مزبور پرکاربردترین و از قدیمی ترین شاخص‌های پوشش گیاهی در جهان است. این شاخص بیانگر اطلاعات متفاوتی است. به‌طور خلاصه

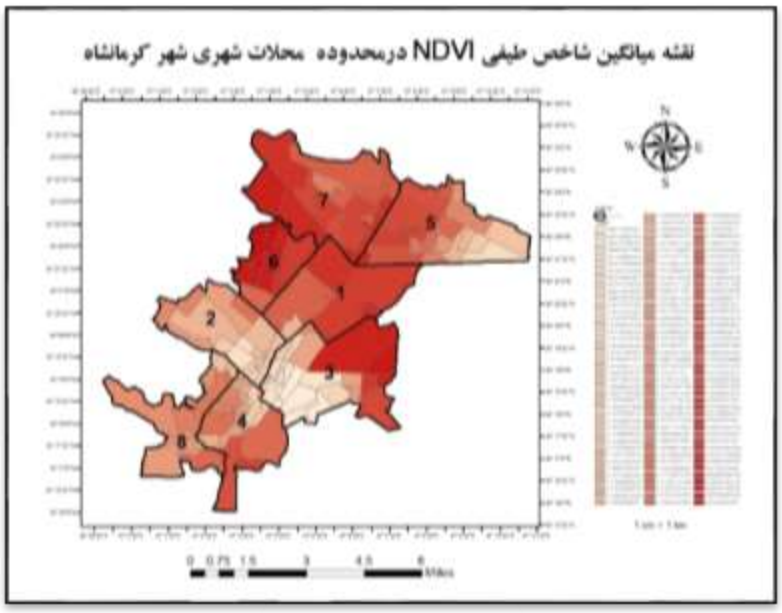
می‌توان گفت افزایش شاخص پوشش گیاهی دال بر افزایش سلامتی گیاه، کاهش میزان تنش‌های گیاهی و میزان کلروفیل بیشتر است. بازه مقادیر در شاخص پوشش گیاهی بین منفی یک تا مثبت یک متغیر است. عموماً مقادیر کمتر از صفر به عنوان نواحی مرطوب و آب در نظر گرفته می‌شوند. مقادیر بین صفر تا ۰/۳ نیز پوشش‌های خاک و مراتع را شامل می‌شود. مقادیر بیشتر از ۰/۳ نیز نشان‌دهنده پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه است. همان‌طور که در شکل (۴) مشاهده می‌شود، شاخص به هنجار شده پوشش گیاهی در نیمه شمالی شهر بیشتر بوده که دلالت بر پوشش گیاهی متراکم و شاداب تر بوده و می‌تواند در کاهش درجه حرارت روزانه، آلودگی‌های صوتی و هوا در مناطق مربوطه نقش مهمی ایفا نماید. بر اساس پردازش‌های انجام شده بر روی لایه فضای سبز شهری و محلات شهری در منطقه مورد مطالعه، مساحت فضای سبز موجود شهر کرمانشاه ۲۴۶/۳۷ هکتار بوده که بیشترین مساحت فضای سبز موجود در محله طاق بستان واقع در منطقه ۵ و کمترین مساحت فضای سبز در محله برزه دماغ در منطقه ۳ شهر کرمانشاه می‌باشد. (شکل ۵)



مآخذ: نگارندگان

شکل ۵. نقشه فضای سبز موجود در مناطق شهری شهر کرمانشاه

میانگین شاخص به هنجار شده پوشش گیاهی محلات شهری در شهر کرمانشاه در تصویر روز نیز از ۰/۰۸۶۱ تا ۰/۳۰۱۵ متغیر بوده که بیشترین میزان میانگین درجه حرارت در محله شهرک گل‌ها، در منطقه ۶، و کمترین میزان میانگین درجه حرارت در محله پشت بدنه در منطقه ۳ شهر کرمانشاه می‌باشد. (شکل ۶)



مآخذ: نگارندگان

شکل ٦. نقشه میانگین شاخص طیفی تفاضل بهنجار شده پوشش گیاهی در محدوده محلات شهری کرمانشاه

همان‌طور که در نقشه فوق مشاهده می‌شود، مناطق با رنگ تیره شاخص طیفی بیشتری دارند و میانگین شاخص به هنجار شده پوشش گیاهی هم‌چنان در نیمه شمالی و بخش کوچکی از محلات جنوب شرقی شهر بیشتر بوده که دلالت بر پوشش گیاهی متراکم در این مناطق است.

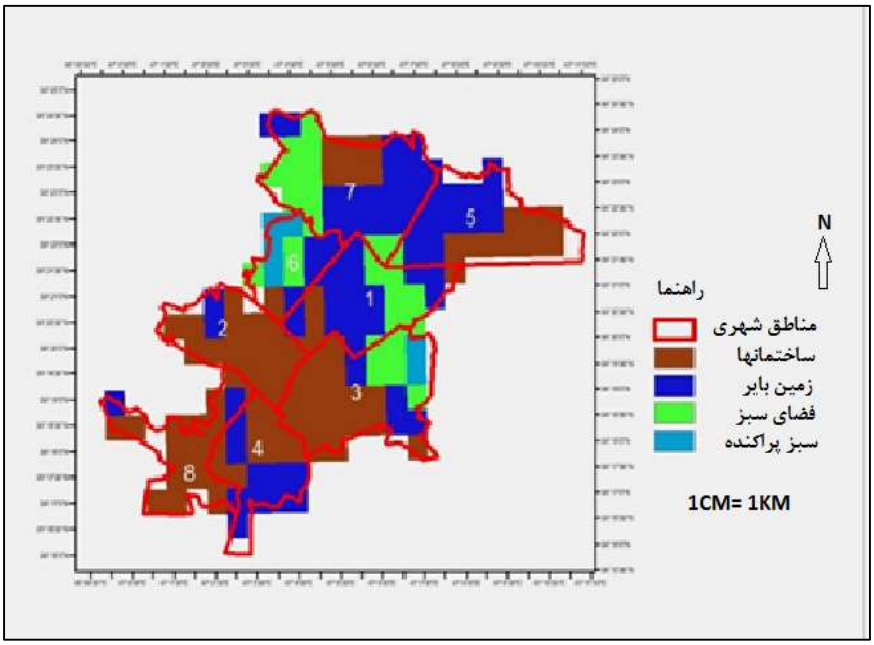
طبقه بندی شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی بدست آمده در منطقه مورد مطالعه

بر اساس شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی در مناطق شهری مطابق جدول (۳)، می‌توان محدوده مناطق ۸ گانه شهری را طبقه‌بندی کرد، که به طور شماتیک نقشه طبقه‌بندی بدست آمده و معرف اطلاعات دامنه شاخص به هنجار شده پوشش گیاهی و طبقه‌های مرتبط با آن در این مناطق می‌باشد. (شکل ۷)

جدول ۳. طبقه بندی نتایج شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی در مناطق شهری

دامنه	طبقه
۰/۰۱۵ –۰/۱۴	ساختمان‌ها
۰/۱۵ –۰/۱۸	بایر
۰/۱۹ –۰/۲۷	درختچه‌ها و چمن‌زارها
۰/۲۸ –۰/۳۶	پوشش گیاهی پراکنده

مآخذ: نگارندگان



مآخذ: نگارندگان

شکل ۷. نقشه طبقه بندی شاخص طیفی پوشش گیاهی در مناطق شهری کرمانشاه

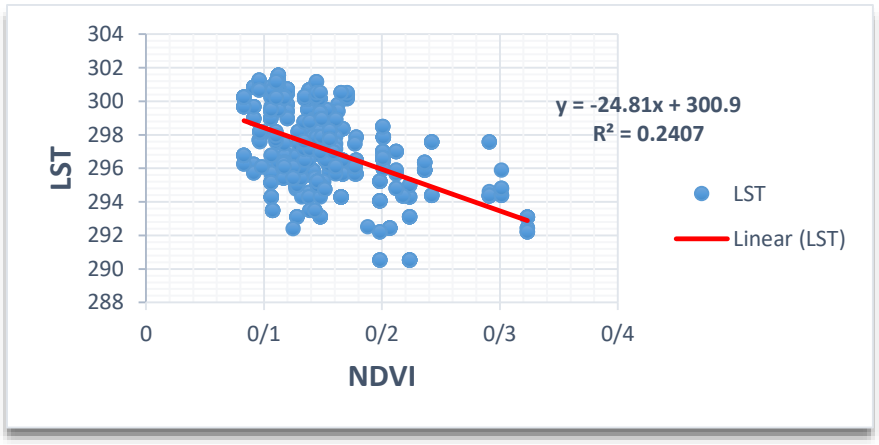
همان‌طور که در نقشه فوق مشاهده می‌شود طبقه ساختمان‌ها[1]تقریباً منطبق بر مناطق مرکزی شهر بوده و پوشش گیاهی در این مناطق تقریباً صفر برآورد می‌شود و در طبقه مناطق بایر[2]پوشش گیاهی حداقل می‌باشد، این فضاهای بایر شامل فضاهای پادگان‌ها، محوطه‌های باز تاریخی نظیر شکارگاه خسرو، اراضی بایر اطراف رودخانه‌ها و هم‌چنین زمین‌های بایر محصور در داخل محدوده قانونی شهر است. طبقه درختچه‌ها و چمن‌زارها[3]تقریباً منطبق بر متراکم‌ترین فضای سبز شهری نظیر پارک‌ها بوده و طبقه پوشش گیاهی کم[4]نیز شامل پوشش گیاهی از نوع پراکنده می‌باشد.

بررسی همبستگی بین شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی و دمای سطح زمین

همبستگی بین شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی و دمای سطح زمین در شکل (۸) نشان داده شده است. بر اساس برازش خط رگرسیون مشاهده می‌شود که همبستگی معکوس بین شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی و دمای سطح زمین وجود دارد. مناطق دارای پوشش گیاهی فقیر با دمای سطح زمین بالاتری شناخته می‌شوند. معادله خط رگرسیون و ضریب تعیین یا تشخیص (R^2) بشرح زیر می‌باشد.

$$Y= -24.81X+300.9$$
$$R2=0.2407$$

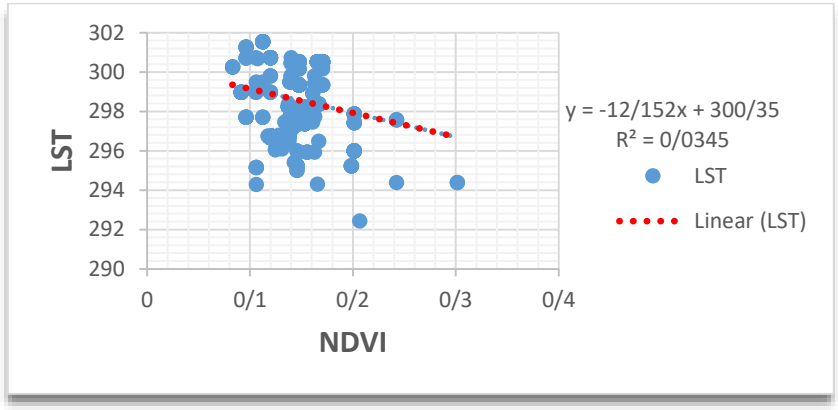
[1] - Built up
[2] - Barren land
[3] - Shrub grassland
[4]- Sparse vegetation



مآخذ: نگارندگان

شکل ۸. همبستگی بین شاخص طیفی NDVI و داده های باند حرارتی (LST)

بررسی همبستگی بین شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی و دمای سطح زمین در محدوده پارک‌ها همبستگی بین شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی و دمای سطح زمین در محدوده مناطق فضای سبز شهری؛ پارکها، در شکل (۹) نشان داده شده است.



مآخذ: نگارندگان

شکل۹. همبستگی بین شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی و داده‌های باند حرارتی در فضاهای سبز

همان‌طور که بر اساس برازش خط رگرسیون مشاهده می‌شود، شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی با دمای سطح زمین همبستگی منفی دارد. از این روی نتیجه می‌شود در مناطق با پوشش گیاهی بیشتر و متراکم دمای سطح زمین نسبت به سایر مناطق پایین تر است که معادله خط رگرسیون و ضریب تعیین یا تشخیص (R^2) بشرح زیر می‌باشد.

$y = -12.152x + 300.35$
$R^2 = 0.0345$

نتیجه‌گیری

با توجه به تجزیه و تحلیل اطلاعات و داده‌های دمای سطح زمین و انطباق آن با اطلاعات مکانی مناطق شهری کرمانشاه بیشترین میانگین دمای جزیره گرمایی مناطق شهری در شب در منطقه ۵ و کمترین میانگین دمای مناطق شهری در

منطقه ۳ مشاهده می‌شود که البته افزون بر آن چنین نتیجه گیری می‌شود، نیمه جنوبی شهرکرمانشاه روزانه افزایش میانگین دمایی قابل توجهی را تجربه کرده و شب‌ها در حاشیه شمالی و بخش هایی از مرکز شهر، افزایش میانگین دمایی مشاهده می‌شود.

بر اساس نتایج بررسی همبستگی بین شاخص نرمال شده پوشش گیاهی و دمای سطح زمین در مناطق شهری کرمانشاه با توجه به اینکه ضریب تعیین یا تشخیص (R^2) در مناطق شهری برابر با ۰/۲۴۰۷ می‌باشد، از این‌رو چنین استنباط می‌شود که حدود ۲۴ درصد تغییرات در متغیر وابسته دمای سطح زمین توسط متغیر مستقل شاخص نرمال شده پوشش گیاهی تبیین شده و ۷۶ درصد تغییرات باقی مانده مربوط به عوامل دیگر می‌باشد.

البته لازم به ذکر است به طورکلی تحقیقات و مطالعات زیادی به نقش پوشش گیاهی در کاهش دمای سطوح و جزایر پرداخته‌اند. و این نکته نیز باید مورد توجه قرار گیرد که تمام شهرها صرفًا با کاهش میزان پوشش گیاهی دچار جزایر گرمایی نمی‌شوند و عوامل متعدد دیگری نیز در این روند دخالت دارند.

شاخص نرمال شده پوشش گیاهی در نیمه شمالی شهر کرمانشاه در مقایسه با کلیت شهر بیشتر بوده که دلالت بر پوشش گیاهی متراکم و شاداب تر بوده و می‌تواند در کاهش درجه حرارت روزانه، آلودگی‌های صوتی و هوا در مناطق مربوطه نقش مهمی ایفا نماید. میزان میانگین شاخص پوشش گیاهی در نیمه شمالی و بخش کوچکی از محلات جنوب شرقی شهر در حوالی سراب قنبر بیشتر بوده که دلالت بر پوشش گیاهی متراکم بوده و می‌تواند در کاهش درجه حرارت روزانه، آلودگی‌های صوتی و هوا در محلات مربوطه نقش مهمی ایفا نماید. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های داداشی رودباری و علی آبادی (۱۳۹۶)، اسدی، حمزه و کیاورز مقدم (۱۳۹۹)، همخوانی دارد. و برای تبیین عوامل ایجاد جزایر گرمایی صرفاً نمی‌توان به عامل پوشش گیاهی اکتفا نمود. بلکه عوامل انسان ساخت از جمله وضعیت سازه‌ها از نظر حجم و تراکم و نحوه اشغال زمین بایستی توجه بیشتری کرد.

پیشنهادها

به منظور جلوگیری از شکل‌گیری جزایر گرمایی و کاهش اثرات این پدیده بر محیط‌زیست شهر کرمانشاه، راهکارهای کاربردی زیر مبتنی بر نتایج پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود:

- اقزایش فضاهای سبز شهری، با توجه به اقلیم منطقه؛ بایستی از پوشش گیاهی خشکی پسند که نیاز کمتری به آب دارند، استفاده کرد.
- تمرکز بر توزیع عادلانه فضاهای سبز شهری به‌ویژه پارک‌های منطقه‌ای در سطح شهر؛
- استفاده از فضاهای بایر داخل شهر به‌منظور گسترش فضاهای سبز و جنگلی؛

- از بارگزاری بیش از حد توان زمین که منجر به ایجاد جزایر گرمایی می‌شود بایستی اجتناب کرد. زیرا مناطقی که دارای دمای سطح زمینی بالاتری بوده‌اند و در تشکیل جزایر گرمایی نقش مؤثرتری داشته‌اند، دارای تراکم بالاتر و ساختمان‌های بلند مرتبه بیشتری بوده‌اند.

منابع

۱- ابراهیمی، حجت؛ گندمکار، امیر؛ المدرسی، سیدعلی و رامشت، محمدحسین (۱۳۹۵): برآورد دمای سطح زمین و تأثیر پوشش گیاهی بر دمای سطح با استفاده از تصاویر موریس (مطالعه موردی: حوزه تویسرکان)، *جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)*، (۶)۴، ۲۳- ۳۲. https://dorl.net/dor/20.1001.1.22286462.1395.6.4.3.2

۲- اسدی، یاسمن؛ حمزه، سعید؛ و کیاورز مقدم، مجید (۱۳۹۹): بررسی تأثیرات کاربری زمین و پوشش گیاهی بر جزایر گرمایی شهری با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ۶ تهران. *پژوهش‌های جغرافیای انسانی،۵۲(۲)، ۷۵۹ – ۷۷۳*. doi: 10.22059/jhgr.2020.290775.1008022

۳- امیری، رضا؛ علی محمدی، عباس؛ علوی پناه، سیدکاظم؛ امان الهی، عباس (۱۳۸۶): مطالعه تغییر پذیری فضایی- زمانی حرارت در ارتباط با کاربری/ پوشش زمین در منطقه شهری تبریز با استفاده از داده های حرارتی و انعکاسی TM و +ETM لندست. محیط شناسی.۳۳(۴۳)، ۱۰۷- ۱۲۰.https://jes.ut.ac.ir/article_18815.html

۴- برهانی، کاظم؛ گودرزی، صدراله؛ و اسمعیلی، شیوا (۱۳۹۹). امکان‌سنجی بهره‌گیری از استراتژی‌های سازگاری و کاهش‌اثر در مقابله با جزایرگرمایی شهری (مطالعهٔ موردی: کلان شهر تهران) *پژوهش‌های جغرافیای انسانی(۵۲)۱، ۲۶۳- ۲۸۱*. doi: 10.22059/jhgr.2018.263461.1007759

۵- ترابی، سحر؛ زارعی، مجید؛ و هاشم‌پور، رحیم (۱۳۹۹). طراحی شهری با هدف تقلیل نارسایی‌های محیطی ناشی از جزایر حرارتی (نمونه موردی: محدوده تهرانسر، منطقه ۲۱ تهران)، جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، (۱۰)۲، ۱۴۳- ۱۵۴. http://www.jgeoqeshm.ir/article_109364.html

۶- ثروتی، زهرا؛ لطیفی، غلامرضا؛ سلطانی، علی؛ و صنایعیان، هانیه (۱۴۰۰): الگوی توزیع فضایی جزایر حرارتی در بستر ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی (مورد کاوی شهر تهران). فصل‌نامه برنامه ریزی توسعه شهری و منطقه ای، ۶(۱۶)، ۲۳-۱. http://dx.doi.org/10.22054/urdp.2021.62607.1367

۷- جعفری، شاهین؛ و عطارچی، سارا (۱۴۰۰): آشکارسازی مناطق ساخته‌شدهٔ شهری با استفاده از تصاویر مدارهای متفاوت سنتینل ۱، مورد مطالعه: شهر اصفهان .پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، (۹)۳، ۷۰۹- ۷۳۴. https://dx.doi.org/10.22059/jurbangeo.2021.317204.1439

۸- داداشی رودباری، عباسعلی و علی آبادی، کاظم (۱۳۹۶): نقش مؤلفه‌های جغرافیایی بر چگونگی پراکندگی دمایی در سطوح شهری با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور مطالعه موردی شهر مشهد .*مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۷(۲۴)، ۱۳۱- ۱۴۲. http://gps.gu.ac.ir/article_50834.html

۹- رمضانی، بهمن؛ دخت محمد، سیدمریم (۱۳۸۹): شناخت محدودهٔ مکانی تشکیل جزیرهٔ گرمایی در شهر رشت، پژوهش و برنامه ریزی شهری، (۱)۱، ۶۴-۴۹. https://dorl.net/dor/20.1001.1.22285229.1389.1.1.3.2

۱۰- زارعی، ارسطو؛ شاه حسینی، رضا؛ و قنبری، روناک (۱۴۰۰): محاسبه و ارزیابی دمای سطح زمین با استفاده از الگوریتم پنجره مجزای غیرخطی و تصاویر ماهواره سنتینل۳ (مطالعه موردی: استان تهران). فصل‌نامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۳۰(۱۱۹)، ۵۹- ۷۴. Doi: 10.22131/sepehr.2021.247876

۱۱- شمسی پور، علی اکبر؛ سلمانیان، فرزاد؛ و عزیزی، قاسم (۱۳۹۲): مدل‌سازی و آنالیز اثر پوشش سطوح معابر بر دمای فضاهای باز شهری تفهم طراحی و نتایج از پروژهٔ سهیل. *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، (۱)۱، ۷۹- ۹۶*.

Doi: 10.22059/jurbangeo.2013.50553
۱۲- صادقی نیا، علیرضا؛ علیجانی، بهلول؛ ضیاییان فیروزآبادی، پرویز (۱۳۹۱): تحلیل فضایی- زمانی جزیره حرارتی کلان شهر تهران با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، جغرافیا و مخاطرات محیطی، (۱)۴، ۱۷- ۱.
Doi: 10.22067/geo. v1i4.16950
۱۳- عسگری، امید؛ عطارچی، سارا؛ و نیسانی سامانی، نجمه (۱۳۹۹): ارزیابی کارایی اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه در طبقه‌بندی تصاویر سنتینل ۲ با هدف شناسایی تغییرات کاربری مناطق شهری (مطالعهٔ موردی: شهر قزوین). پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، (۸)۴، ۸۸۹- ۹۰۵.
Doi: 10.22059/jurbangeo.2021.314285.1411
۱۴- علوی پناه، سید کاظم؛ هاشمی دره بادامی، سیروس؛ و کاظم زاده، علی(۱۳۹۴): تحلیل زمانی – مکانی جزیرهٔ حرارتی شهر مشهد با توجه به گسترش شهر و تغییرات کاربری - پوشش زمین .پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، ۳(۱)، ۱- ۱۷.
Doi: 10.22059/jurbangeo.2015.54436
۱۵- فرزندی، محبوبه؛ رضائی پژند، حجت؛ و سیدنژاد گلخطمی، نفیسه (۱۳۹۳): تعیین نقطه شکست دمای سالانه با الگوی وابستگی سیستم خاکستری برای تحلیل جزیره حرارتی مشهد، مجله مخاطرات محیط طبیعی، ۳(۴)، ۴۹- ۶۰
Doi: 10.22111/jneh.2014.2468
۱۶- فیضی زاده، بختیار؛ دیده بان، خلیل؛ و غلام نیا، خلیل (۱۳۹۵): برآورد دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸ و الگوریتم پنجره مجزا (مطالعه موردی: حوضه آبریز مهاباد). اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، (۲۵)۹۸، ۱۷۱- ۱۸۱.
Doi: 10.22131/sepehr.2016.22145
۱۷- کارکن سیستانی، مرضیه؛ و دوستان، رضا (۱۳۹۴): جزیرهٔ گرمایی کلان‌شهر مشهد .جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۲(۲)، ۱۲۳- ۱۳۸.
Doi: 10.22067/gusd. v2i2.47438
۱۸- مشایخ، فرناز؛ و لشکری، حسن (۱۴۰۰): تحلیل اثر میکروکلیمایی بوستان‌های بزرگ بر تعدیل دمای سطحی فضاهای شهری (مورد مطالعه: شهر تهران). پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، ۹(۳)، ۶۸۳- ۷۰۷.
doi: 10.22059/jurbangeo.2021.311621.1380
۱۹- ملک‌پور، پیمان؛ و طالعی، محمد (۱۳۹۰): مدل سازی ارتباط کاربری- پوشش اراضی و حرارت سطح زمین، با استفاده از داده‌های سنجنده ASTER. *محیط شناسی*، ۳۷(۵۸)، ۳۷- ۴۲.https://jes.ut.ac.ir/article_23162.html

۲۰- مهدیان ماهفروزی، مجتبی؛ شمسی پور، علی اکبر؛ و عزیزی، قاسم (۱۳۹۴): اثرات گسترش فضای سبز بر الگوی جزیرهٔ گرمایی شهری (مطالعهٔ موردی: بوستان ولایت). پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، ۳(۱)، ۸۵- ۹۹.
Doi: 10.22059/jurbangeo.2015.54441
۲۱- نادی‌زاده شورابه، سامان؛ حمزه، سعید؛ کیاورز، مجید؛ و افشاری‌پور، سید کریم (۱۳۹۷): بررسی تغییرات مکانی-زمانی کاربری اراضی، گسترش شهری و تأثیر آن بر افزایش دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر چندزمانهٔ لندست (مطالعهٔ موردی: شهر گرگان) پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، ۶(۳)، ۵۴۵- ۵۶۸ Doi: 10.22059/jurbangeo.2018.262673.945
۲۲- هاشمی، محمود؛ علوی پناه، کاظم؛ و دیناروندی، مرتضی (۱۳۹۲): ارزیابی توزیع مکانی دمای سطح زمین در محیط زیست شهری با کاربرد سنجش از دور حرارتی. *محیط شناسی*، ۳۹(۱)، ۸۱- ۹۹. Doi: 10.22059/jes.2013.30392
23- Ahmed, S. (2018): Assessment Of Urban Heat Islands And Impact Of Climate Change On Socioeconomic Over Suez Governorate Using Remote Sensing And GIS Techniques, The Egyptian Journal Of Remote Sensing And Space Science, (21)1, 15- 25. Https://Doi.Org/10.1016/J.Ejrs.2017.08.001
24- Amiri, R., Weng, Q., Alimohammadi, A., 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 (113)12, 2606- 2617. Https://Doi.Org/10.1016/J.Rse.2009.07.021
25- Greene, C S. Kedron, P J. (2018): Beyond Fractional Coverage: A Multilevel Approach To Analyzing The Impact Of Urban Tree Canopy Structure On Surface Urban Heat Islands, Applied Geography, (95)6, 45-53. Https://Doi.Org/10.1016/J.Apgeog.2018.04.004

26- Gupta, N., Mathew, A., Khandelwal, S. (2019): Analysis Of Cooling Effect Of Water Bodies On Land Surface Temperature In Nearby Region: A Case Study Of Ahmedabad And Chandigarh Cities In India. *The Egyptian Journal Of Remote Sensing And Space Science*, (22)1, 81- 93. Https://Doi.Org/10.1016/J.Ejrs.2018.03.007

27- Hrisko, J., Ramamurthy, P., Gonzalez, J.E. (2021): Estimating Heat Storage In Urban Areas Using Multispectral Satellite Data And Machine Learning. Remote Sensing Of Environment, 252(1), 1-53, Https://Doi.Org/10.1016/J.Rse.2020.112125

28- Khandelwal, S., Goyal, R., Kaul, N., & Mathew, A. (2018): Assessment Of Land Surface Temperature Variation Due To Change In Elevation Of Area Surrounding Jaipur, India. The Egyptian Journal Of Remote Sensing And Space Science, (21)1, 87- 94. Https://Doi.Org/10.1016/J.Ejrs.2017.01.005

29- Yun Ma, H.; Junli, H.; Zhang, M.; Dong, X. (2022): Impact Of Cropland Degradation In The Rural–Urban Fringe On Urban Heat Island And Heat Stress During Summer Heat Waves In The Yangtze River Delta, *Advances In Climate Change Research*, (13)2, 240-250. Https://Doi.Org/10.1016/J.Accre.2022.01.006.