IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology
بوم‌شناسی کاربردی/ سال سیزدهم / شماره دوم / ۱۴۰۳/ صفحات ٦٥ تا ٧٨

تحلیل تأثیر ناهمگونی سیمای سرزمین شهری بر دمای سطح زمین در شهر اصفهان

مهدیه ابوالحسنی[۱] و علی لطفی*[۲]

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۰۹/۲٦ ؛ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۱۱/۲۸)

چکیده

با گسترش و رشد فراینده سطوح نفوذ ناپذیر، چالش‌های زیست‌محیطی متعددی در سطوح شهری به وجود آمده است. تغییرات الگوی دمایی محیط و ایجاد جزایر حرارتی در این مناطق یکی از مهم‌ترین این چالش‌هاست. تغییر در ساختار و الگوی کاربری اراضی به نوبه خود بر ساختار سیمای سرزمین تأثیر می‌گذارد. این مطالعه به بررسی تغییرات ساختار سیمای سرزمین و پهنه‌های حرارتی طی دوره زمانی ۱۹۹۲-۲۰۲۲ در شهر اصفهان پرداخته است. برای این منظور نقشه‌های پهنه‌بندی دمای سطح زمین تهیه و متریک‌های سیمای سرزمین برای تجزیه‌وتحلیل رابطه بین تغییر الگوهای کاربری زمین و مناطق دمای سطح زمین محاسبه شدند. نتایج این مطالعه نشان داد که در مناطق با دمای بالا (جزایر حرارتی) اراضی بایر و فاقد پوشش گیاهی غالب هستند. همچنین بررسی متریک‌های سیمای سرزمین نشان داد هر چه پیوستگی بین کاربری‌ها و ساختار سیمای سرزمین بیشتر باشد، لزوما سطح زمین دماهای پایین‌تری را تجربه نمی‌کند. عامل مهم و تعیین کننده در دما نوع کاربری موجود در منطقه است. بنابراین می‌توان بیان کرد که دمای سطح زمین تحت تأثیر ترکیب کاربری زمین است. با توجه به اهمیت تعدیل دما در مناطق شهری، نحوه پراکنش و توزیع فضاهای سبز بر اساس اصول سیمای سرزمین، نقش بارزی در مدیریت حرارتی شهری دارد.

واژه‌های کلیدی: متریک‌های سیمای سرزمین، جزایر سرد حرارتی، جزایر گرم حرارتی، دمای سطح زمین، شهر اصفهان

۱. دانشجوی دکتری علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی،دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: lotfi@iut.ac.ir

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.47176/ijae.13.2.334.2]

مقدمه

شهرنشینی و صنعتی‌شدن از عوامل اصلی تغییر کاربری و پوشش اراضی محسوب می‌شوند (١٦). رشد سریع شهرنشینی منجر به تحولات گسترده در کاربری زمین و پوشش آن شده است (٣٨) که این تغییرات، ترکیب و ساختار سیمای سرزمین را درگرگون ساخته‌اند (٣٢). هر گونه تغییر در پوشش کاربری اراضی، به طور مستقیم خصوصیات فیزیکی سطح زمین را دستخوش دگرگونی می‌کند (٣٤). این تغییرات بر دمای سطح زمین اثرگذار بوده (٦) و در نهایت اقلیم منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (٨ و ٣٤). این فرآیند پیامدهای منفی را برای ویژگی‌های اکولوژیک، اجتماعی–اقتصادی و محیطی را در مناطق شهری به همراه دارد (٦ و ٤٢). ترکیب و پیکربندی سیمای سرزمین از طریق تغییر در شارهای گرمای محسوس و نهان، به طور غیرمستقیم بر محیط حرارتی تأثیر می‌گذارد (١٧). از آن جایی که بازتاب سطحی هر نوع کاربری زمین متفاوت است، هر کاربری، بسته به ویژگی‌های خاص خود در تابش و جذب انرژی، تاثیر متفاوتی بر دمای سطح زمین دارد (٢٤ و ٤٢).

افزایش دمای سطح زمین و گسترش جزایر حرارتی شهری از پیامدهای مهم تغییر در پوشش کاربری زمین است (٨). دمای بیش از حد مناطق شهری نسبت به مناطق اطراف شهر به عنوان جزیره حرارتی شهری (Urban Heat Island, UHI) شناخته می‌شود (١٥ و ٣٦). البته در مورد شهرهای واقع در مناطق خشک و نیمه خشک ممکن است این الگو برعکس باشد، به طوری‌که هسته شهرها خنک‌تر از نواحی اطراف باشد (٢٩). پیشرفت‌های اخیر در سنجش از دور، دیدگاه‌های جدیدی برای درک علمی اثرات دمای سطح زمین ارائه کرده است. در این راستا، چندین الگوریتم برای تشخیص دمای سطح زمین از حسگرهای حرارتی ایجاد شده است (٣). دمای سطح زمین (Land Surface Temperature, LST) که از باندهای حرارتی حسگرهای ماهواره‌ای استخراج می‌شود، به عنوان شاخص کلیدی در تحلیل و کمی‌سازی جزایر حرارتی شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پارامتر، اطلاعات مهمی در مورد شرایط اقلیمی و ویژگی‌های فیزیکی سطح زمین ارائه می‌دهد (٤٠) و الگوی آن، یکی از شاخص‌های مهم تأثیرات زیست‌محیطی تغییرات کاربری زمین به‌شمار می‌آید (٢٦).

به دلیل اهمیت تأثیر ساختار و ترکیب کاربری اراضی بر اقلیم محلی، مطالعات متعددی پیرامون رابطه میان دمای سطح زمین و سیمای سرزمین در حال انجام است. از برخی مطالعاتی که تغییرات الگوی ساختار سیمای سرزمین و تاثیر آن بر پویایی دمای سطح زمین را مورد بحث قرار داده‌اند، می‌توان به عسگریان و همکاران (٣) و مدنیان و همکاران (٢٠) در شهر اصفهان (٣ و ٢٠)، عفتی و همکاران (٧) در شهر تهران، لی و همکاران (١٧) در شهر پکن ، لیو و همکاران (١٨) در شهر شنژن، لئو و همکاران (١٩) در شهر شی‌آن و ژانگا و همکاران (٤٢) در شهر سیدنی اشاره کرد.

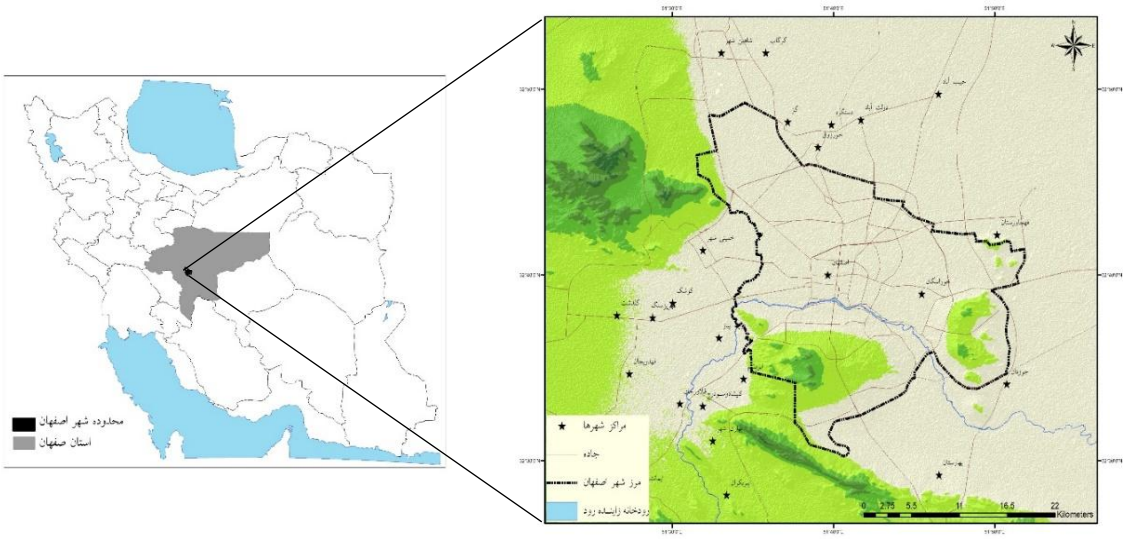
تجزیه‌وتحلیل رابطه بین ساختار کاربری اراضی و دمای سطح زمین، نقش کلیدی در درک تأثیرات تغییرات کاربری زمین بر محیط حرارتی ایفا می‌کند. از این‌رو نظارت بر تغییر کاربری زمین و دمای سطح زمین در مقیاس‌های مکانی و زمانی مختلف برای ارزیابی پویایی سیمای سرزمین و محیط حرارتی ضروری است. در این مطالعه، تأثیر متقابل بین کاربری زمین و دمای سطح زمین با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین بررسی شده‌است. برای دستیابی به این هدف، دو تصویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ١٩٩٢ و ٢٠٢٢ برای تجزیه‌و تحلیل استفاده شدند. اهداف خاص این مطالعه عبارتند از: ١) بازیابی دمای سطح زمین با استفاده از باندهای حرارتی ماهواره لندست، ٢) پهنه‌بندی حرارتی منطقه مورد مطالعه و ٣) بررسی رابطه بین متریک‌های سیمای سرزمین و الگوهای حرارتی.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شهر اصفهان، سومین شهر پرجمعیت ایران، در اقلیم خشک و نیمه‌خشک واقع شده‌است. این شهر در مرکز کشور قرار دارد و مساحتی بالغ بر ٥٥٠ کیلومتر مربع را شامل

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-08-30]
[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.334.2]



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

جدول ۱. اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در مطالعه

ماهواره	ردیف	تاریخ	**K1** (Wm−2 sr−1- µm−1)	**K2** (K)
Landsat 4	۱٦٤/۳۷	۱۹۹۲/۷/۲۸	٦۷۱/٦۲	۱۲۸٤/۳۰
Landsat 8	۱٦٤/۳۷	۲۰۲۲/۸/۲٤	۷۷٤/۸۹	۱۳۲۱/۰۸

می‌شود. اصفهان از نظر تقسیمات شهری، دارای ۱۵ منطقه شهرداری است (شکل ۱). از مساحت کل شهر (۵۵۰۷۲ هکتار)، ٦٤ درصد (۳۵۰۳۸ هکتار) حریم شهر و ۳٦ درصد سهم محدوده قانونی (۲۰۰۳٤ هکتار) می‌باشد. پست‌ترین و مرتفع‌ترین ارتفاعات شهر به ترتیب ۱۵۵۰ متر (نزدیک زاینده رود) و ۲۲۳۲ متر (در کوه صفه) است. میانگین سالانه بارندگی و دمای شهر به ترتیب ۱۲۱/۱ میلی‌متر و ۱٦/۲ درجه سانتی‌گراد است. همچنین، جمعیت اصفهان از ۱۱٦۵٤۹٤ نفر در سال ۱۳۷۰، به ۲۰۳٤٦۵٤ نفر در سال ۱٤۰۱ افزایش یافته است (۳۱).

تهیه نقشه کاربری اراضی

برای تهیه نقشه کاربری اراضی، از روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان استفاده شده است (۱۳، ۳۵، ۳۹). تصاویر مورد بررسی به شش کلاس کاربری طبقه‌بندی شدند که شامل زمین‌های بایر، سطوح نفوذناپذیر (تمامی سطوح مصنوعی)، فضای سبز (باغات، فضاهای سبز و پارک‌ها)، اراضی کشاورزی (اراضی زراعی آبی و آیش)، پهنه‌های آبی (رودخانه، حوضچه‌ها و استخرها) و کوهستان‌ها (مناطق صخره‌ای با شیب بالای ۳۵ درصد). محدوده‌ی رودخانه زاینده رود با استفاده از تصاویر گوگل ارث و انتخاب تصویری از دوره پر آبی اصلاح شده است. به منظور ارزیابی دقت طبقه‌بندی، تصاویر در نرم‌افزار ERDAS Imagine 2014 مورد بررسی قرار گرفتند. ضریب کاپا برای سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۲۲ به ترتیب برابر با ۰/۹۲ و ۰/۸۸ و صحت کلی نیز ۹٦ و ۹٤ درصد بدست آمد.

بازیابی دمای سطح زمین

به منظور تهیه نقشه‌های دمای سطح زمین و مطالعه آن‌ها، از دو تصویر ماهواره لندست سال ۱۹۹۲(۲۸ جولای) از حسگر (Thematic Mapper, TM) و در سال ۲۰۲۲ (۲٤ آگوست) از حسگر (Operational Land Imager, OLI) استفاده شد (جدول ۱). به منظور استخراج دمای سطح زمین ابتدا عدد رقومی

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-08-30]
[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.334.2]

جدول ۲. الگوریتم مبتنی بر NDVI

NDVI	LSE
NDVI < -۰/۱۸۵	۰/۹۹۵
-۰/۱۸۵ ≤ NDVI < ۰/۱۵۷	۰/۹۸۵
۰/۱۵۷ ≤NDVI ≤ ۰/۷۲۷	۱/۰+۰۰۹/۰٤۷×ln(NDVI)
NDVI >۰/۷۲۷	۰/۹۹۰

جدول ۳. طبقه‌بندی دما با استفاده از روش میانگین انحراف استاندارد

کلاس دمای سطح زمین	شماره کلاس	دامنه مربوط به هر کلاس
دمای بسیار پایین	منطقه دمایی ۱	$T \leq T_{mean} - ۱/۵\ std$
دمای پایین	منطقه دمایی ۲	$T_{mean} - ۱/۵\ std < T < T_{mean} - std$
دمای متوسط	منطقه دمایی ۳	$T_{mean} - std < T < T_{mean} + std$
دمای بالا	منطقه دمایی ٤	$T_{mean} + std < T < T_{mean} + ۱/۵\ std$
دمای بسیار بالا	منطقه دمایی ۵	$T > T_{mean} + ۱/۵\ std$

جدول ٤. متریک‌های سیمای سرزمین مورد استفاده در این مطالعه

متریک‌های سیمای سرزمین	توضیحات
شاخص شکل سیمای سرزمین (LSI)	طول کل لبه تقسیم بر کوتاه‌ترین طول لبه ممکن برای مساحت یک لکه
تراکم حاشیه (ED)	طول کل لبه‌های لکه کلاس مربوطه تقسیم بر مساحت کل سیمای سرزمین
شاخص بزرگترین لکه (LPI)	درصد بزرگترین لکه در کل سیمای سرزمین
شاخص تجمیع (AI)	نسبت تعداد همسایه‌های مشابه کلاس به حداکثر تعداد همسایه‌های مشابه کلاس
تراکم لکه (PD)	تعداد لکه در هکتار

تصاویر به تابش طیفی تبدیل شد. سپس با استفاده از معادله (۱)، تابش طیفی به دمای روشنایی در حسگر تبدیل شد. در نهایت دمای سطح زمین با استفاده از معادله (۲) بازیابی شد. برای تخمین انتشار سطح زمین (Land Surface Emissivity, LSE) با استفاده از حسگرهای لندست، از الگوریتم مبتنی بر شاخص تفاضل نرمال‌شده پوشش گیاهی (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) استفاده شد (۵، ۲۵ و ٤۱). پس از به دست آوردن مقادیر دمای سطح زمین بر حسب کلوین، مقادیر از ۲۷۳/۱۵ کم شدند تا به درجه سانتی‌گراد تبدیل شوند.

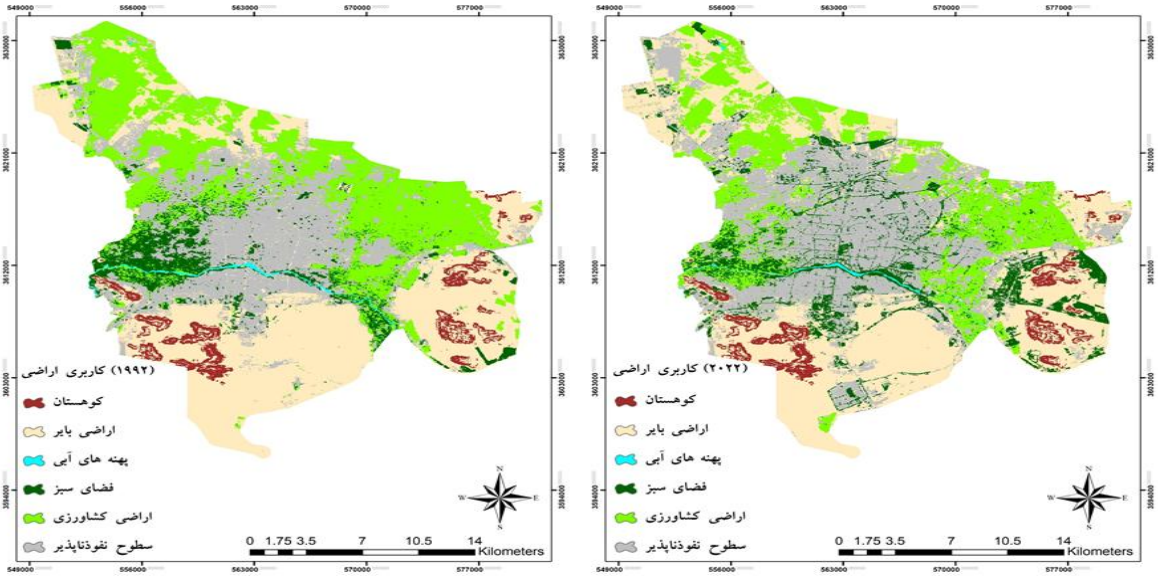
$$BT = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda}+1\right)} \qquad (۱)$$

$$LST = \frac{BT}{\left\{1+\left[\frac{\lambda.BT}{\rho}.\ln\varepsilon\right]\right\}} \qquad (۲)$$

در معادلات بالا، BT دمای روشنایی حسگر بر اساس کلوین (K)، Lλ تابش طیفی، K1 و K2 ثابت‌های کالیبراسیون، λ طول موج موثر، ε گسیلمندی طیفی و $\rho\ (h*c/\sigma) = 1.438.2*10^{-2}$.

به منظور شناسایی جزایر گرم و سرد حرارتی، طبقه‌بندی دمای سطح زمین بر اساس روش میانگین انحراف معیار انجام شد. دمای سطح زمین مطابق با جدول ۳ به پنج سطح حرارتی منطقه دمای بسیار پایین، دمای پایین، دمای متوسط، منطقه دمای بالا و با دمای بسیار بالا تقسیم شد (۲۳، ۳۰).

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-08-30]
[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.334.2]



شکل ۲. الگوی فضایی انواع کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۲۲

محاسبه متریک‌های سیمای سرزمین

شاخص‌های الگوی سیمای سرزمین می‌توانند ترکیب ساختار و پیکربندی فضایی سیمای سرزمین را تعیین کنند (۳۳). برای تحلیل الگوی نقشه‌های طبقه‌بندی شده، طیف گسترده‌ای از متریک‌های سیمای سرزمین طراحی شده است (۲۲). با توجه به پیچیدگی این متریک‌ها، انتخاب متریک مناسب همواره یک چالش محسوب می‌شود. در این مطالعه، پنج متریک کلیدی در سطح کلاس کاربری و سیمای سرزمین انتخاب شدند تا تأثیر ساختار سیمای سرزمین بر دمای سطح زمین بررسی شود. این متریک‌ها شامل شاخص تجمیع (Aggregation Index, AI)، شاخص شکل سیمای سرزمین (Landscape Shape Index, LSI)، شاخص بزرگترین لکه (Largest Patch Index, LPI)، تراکم لکه (Patch Density, PD) و تراکم حاشیه (Edge Density, ED) بودند (۲، ۲۰ و ۲۷).

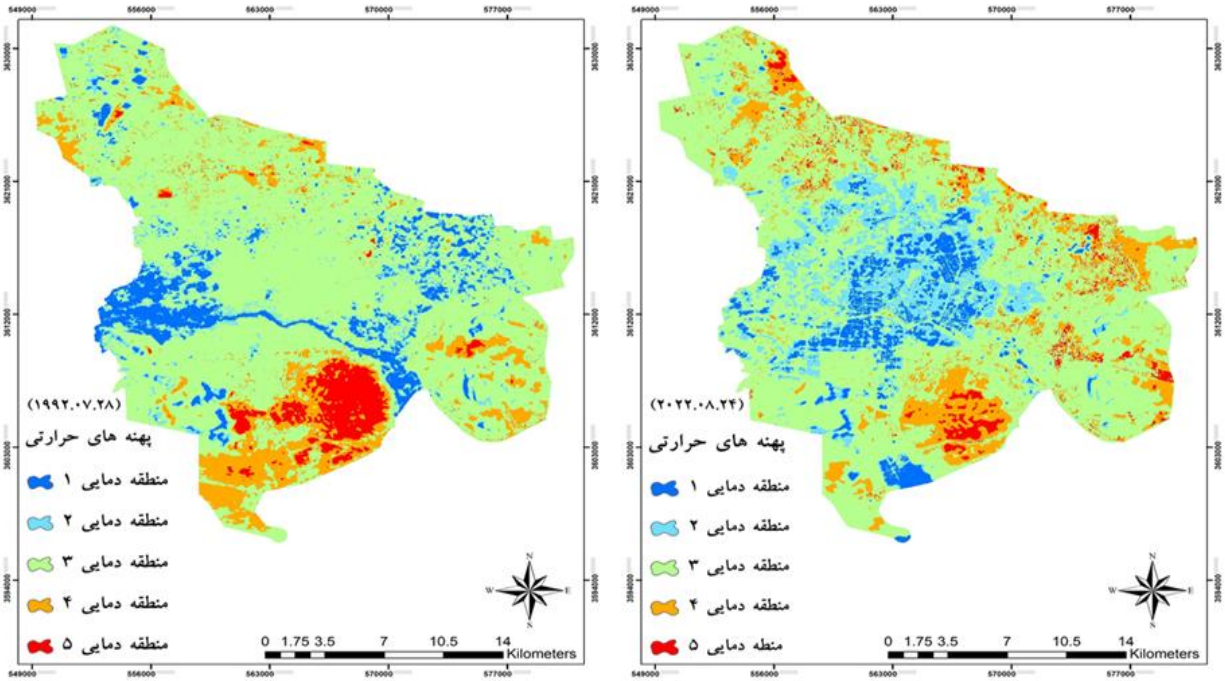
نتایج

بررسی تغییر کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۲۲

بررسی نقشه تغییر کاربری زمین در سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۲۲ نشان داد که طی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۲۲ سطوح نفوذناپذیر اصفهان تقریباً ۱/۵ برابر شده است (شکل ۲). به طوری که این طبقه در سال ۱۹۹۲، ۲۵ درصد (۱۳۷۰۴/۹۳ هکتار) از کل مساحت را به خود اختصاص داده بود، در حالی که این مقدار در سال ۲۰۲۲ به ۳۲ درصد (۱۷۵۴۸/۱۱ هکتار) افزایش یافته است. بیشتر منطقه در سال ۱۹۹۲ توسط اراضی بایر (۳۶ درصد)، اراضی کشاورزی (۲۸ درصد) و سطوح نفوذناپذیر (۲۵ درصد) اشغال شده‌است. در سال ۲۰۲۲ اراضی بایر (۳۴ درصد) و بعد از آن سطوح نفوذناپذیر (۳۲ درصد) بیشترین سطح منطقه در برگرفته‌اند. اراضی کشاورزی، بیشتر در شمال شرقی و شمال غربی اصفهان واقع شده‌است و پوشش درختی شهر، شامل باغات و فضای سبز ناژوان، در محدوده غرب قرار دارد. بر اساس نتایج بدست آمده، وسعت فضای سبز و باغات از ۷ درصد (۴۰۶۱/۱۶ هکتار) به ۱۱ درصد (۵۸۴۷/۳ هکتار) رسیده است. دلیل این افزایش توسعه پارک‌ها و فضاهای سبز در سطح شهر اصفهان می‌باشد. این در حالی است که وسعت اراضی کشاورزی، کاهش و از ۲۸ درصد (۱۵۴۴۳/۵۵ هکتار) به ۱۹ درصد (۱۰۶۷۴/۲۷ هکتار) رسیده است. چنین تغییری در میزان اراضی کشاورزی را می‌توان مربوط به عدم کشت اراضی کشاورزی و رها شدن اراضی کشاورزی و همچنین تغییر کاربری این اراضی به سطوح نفوذناپذیر دانست.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.47176/ijae.13.2.334.2]



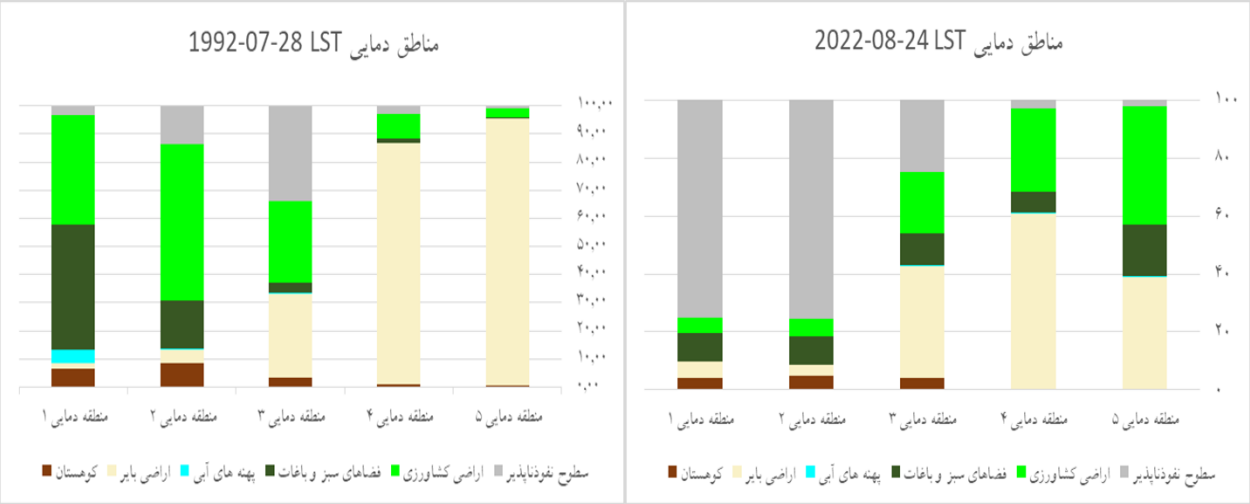
شکل ۳. دمای سطح زمین و پهنه‌های حرارتی شهر اصفهان در سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۲۲

بررسی تغییر پهنه‌های حرارتی بین سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۲۲

شکل ۳، نقشه پهنه‌های حرارتی شهر اصفهان را در پنج طبقه دمایی ۱ (بسیار پایین)،۲ (پایین)، ۳ (متوسط)، ٤ (بالا) و ٥ (بسیار بالا) نشان می‌دهد. طبقات دمایی ۱ و ۲ به عنوان جزایر سرد شهری و طبقات دمایی ٤ و ٥ به عنوان جزایر گرم شهری در نظر گرفته شدند. بررسی موقعیت فضایی جزایر سرد و گرم نشان می‌دهد که موقعیت جزایر سرد طی سال‌های ۲۰۲۲-۱۹۹۲ تغییر کرده است، به طوری که طبقات دمایی پایین و بسیار پایین در سال ۲۰۲۲ در بخش‌های مرکزی شهر اصفهان و در سال ۱۹۹۲ در پوشش گیاهی اطراف رودخانه زاینده‌رود واقع شده‌اند. در حالی که جزایر گرم حرارتی از نظر فضایی تقریبا بدون تغییر بوده‌اند و در بخش‌های جنوب شرقی و شمالی شهر اصفهان قرار دارند. از آن جایی که بیشترین تراکم جمعیت و بیشترین حجم ترافیک در بخش‌های مرکزی شهر متمرکز است، بنابراین احتمالا این مورد در دسته عواملی باشد که تعادل دمایی را تغییر داده است. در مطالعات بسیاری نقش مهم پوشش گیاهی و رودخانه شهری در اثربخشی بر دمای سطح زمین مشخص شده‌است. بر اساس نتایج مطالعه حاضر، وسعت فضای سبز و پارک‌های شهری در مرکز افزایش یافته‌است.

بررسی نسبت مساحت کاربری‌های مختلف نشان می‌دهد (شکل ٤) که در سال ۱۹۹۲، ۸٤ درصد از طبقه دمایی ۱ تحت تسلط کاربری پوشش گیاهی، عمدتاً شامل پوشش باغات غرب اصفهان و فضای سبز اطراف رودخانه زاینده رود، قرار داشته است. رودخانه زاینده رود نیز در این طبقه جای می‌گیرد. ۷۳ درصد از طبقه دمایی ۲ نیز به کاربری پوشش گیاهی اختصاص داشته که عمدتاً مناطق مجاور طبقه دمایی ۱ را دربرمی‌گیرد. بزرگترین طبقه دمایی، طبقه ۳ است که در آن سطوح نفوذناپذیر، پوشش گیاهی و اراضی بایر به ترتیب ۱۲۸۹٦/۳۷، ۱۲۵۸۰/٥٦ و ۱۱٤۸۰/۲۲ هکتار توزیع تقریبا یکسانی دارند. تمام مساحت سطوح نفوذناپذیر در این محدوده واقع شده است. طبقات دمایی ٤ و ٥ نیز به ترتیب ۸٦ و ۹٥ درصد تحت پوشش اراضی بایر قرار دارند و بالاترین دمای سطح زمین را به خود اختصاص داده‌اند. این امر نشان می‌دهد که دمای بالای این مناطق ناشی از گستردگی اراضی بایر است.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-08-30]
[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.334.2]



شکل ٤. درصد مساحت انواع کاربری اراضی در طبقات دمایی در دو دوره زمانی مختلف

در سال ۲۰۲۲، روند توزیع دمایی تغییراتی داشته است. مشابه سال ۱۹۹۲، کمترین مساحت مربوط به طبقه دمایی ۵ و بیشترین مساحت مربوط به طبقه دمایی ۳ است. اما برخلاف گذشته، در سال ۲۰۲۲ بیشترین مساحت طبقه دمایی ۱ را سطوح نفوذناپذیر تشکیل داده‌اند. این محدوده که کمترین دمای سطح زمین را دارد، در بخش مرکزی شهر واقع شده است، در حالی‌که در سال ۱۹۹۲، طبقه دمایی ۱ در اطراف رودخانه زاینده رود متمرکز بود. بنابراین وجود پوشش گیاهی متراکم و رودخانه زاینده‌رود از دلایل اصلی پایین بودن دمای سطح زمین این منطقه نسبت به سایر مناطق بوده است. بالاترین میزان دمای سطح زمین مربوط به طبقات دمایی ٤ و ۵ است، که در هر دو سال ۱۹۹۲ و ۲۰۲۲ بیشترین نسبت مساحت مربوط به اراضی بایر و در بخش جنوب شهر واقع شده است.

بررسی تغییر متریک‌های سیمای سرزمین در پهنه‌های حرارتی بین سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۲۲

خصوصیات ساختار فضایی کاربری زمین در پهنه‌های حرارتی با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین بررسی شد. در سال ۱۹۹۲، بالاترین میزان AI و LPI در طبقه دمایی ۵ مشاهده شد (شکل ۵)، که ناشی از وجود پوشش گسترده و یکپارچه اراضی بایر در این منطقه است. این طبقه همچنین کمترین تراکم حاشیه (اتصال و پیوستگی لکه‌ها) و شاخص شکل سیمای سرزمین را داراست، در حالی‌که متریک تراکم لکه (PD) نسبتا پایین (۲۷/۳۲) است. ویژگی‌های ساختاری طبقه دمایی ٤ مشابه با طبقه ۵ بوده و کمترین تراکم لکه (۲٦/۱۰) در منطقه دمایی ۳ دیده می‌شود. متریک‌های مرتبط با خردشدگی و تکه‌تکه‌شدگی سیمای سرزمین (PD و LSI) در منطقه دمایی ۲ بالاترین مقدار را در میان تمامی طبقات دمایی دارند.

در سال ۲۰۲۲، بالاترین مقدار متریک تجمیع در منطقه دمایی ۱ مشاهده می‌شود که بیشترین مساحت آن را سطوح نفوذناپذیر تشکیل می‌دهند. این درحالی است که در سال ۱۹۹۲، پوشش گیاهی اطراف رودخانه زاینده‌رود مساحت بیشتری را تشکیل می‌داد. از این رو می‌توان دلیل این پدیده را تخریب پوشش گیاهی، کاهش باغات و خشک‌شدن رودخانه زاینده رود دانست. منطقه دمایی ۳ در سال ۲۰۲۲ با بالاترین مقادیر LSI و ED مواجه شد که بیانگر پراکنش و خردشدگی بالای این منطقه است. این منطقه کمترین مقدار PD را دارد و بیشترین مساحت آن به اراضی بایر (۳۸/٤۲ درصد) و سپس پوشش گیاهی (۳۲/۱٤ درصد) اختصاص یافته‌است. به طور کلی، اراضی بایر بیشترین سطح را در منطقه دمایی ٤ (٦۰/٦۷ درصد) و منطقه دمایی ۵ (۳۹/۰٤) تشکیل می‌دهند. منطقه دمایی ۵ همچنین کمترین میزان AI و ED

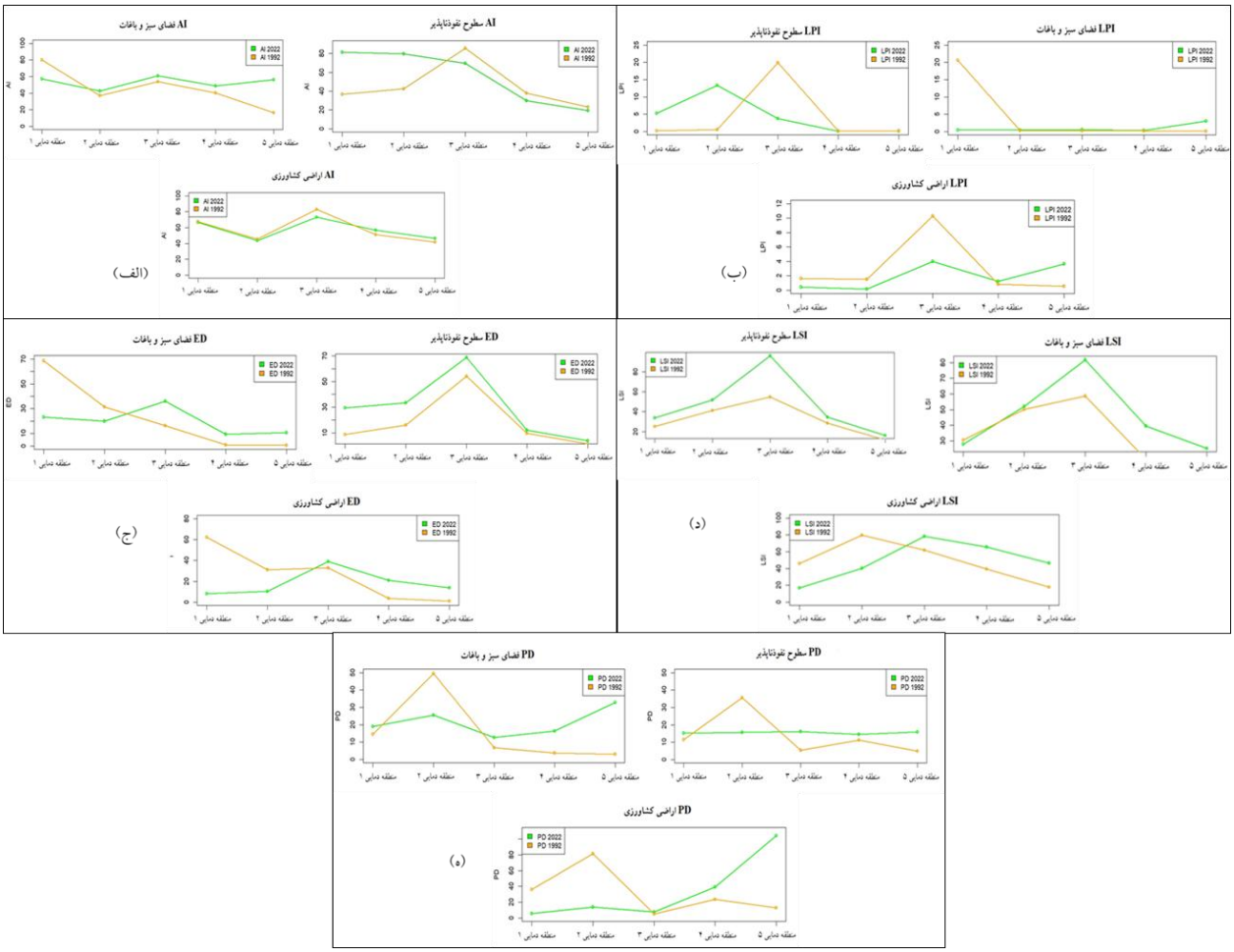
[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-08-30]
[DOI: 10.47176/ijae.13.2.334.2]

شکل ۵. تغییرات متریک‌های سیمای سرزمین در هر طبقه دمایی LST

و بیشترین PD را دارد که نشان‌دهنده خردشدگی و ناهمگونی بالای سیمای سرزمنی در این منطقه است.

با توجه به اهمیت تاثیر پوشش گیاهی و سطوح نفوذناپذیر بر دمای سطح زمین، در این مطالعه ساختار سه کلاس کاربری سطوح نفوذناپذیر، اراضی کشاورزی و فضای سبز و باغات مورد بررسی قرار گرفته‌است (شکل ٦). مقایسه متریک‌های سیمای سرزمین بین سال‌های ۱۹۹۲ با سال ۲۰۲۲ نشان می‌دهد که الگوهای فضایی این سه کاربری در هر منطقه دمایی تغییرات چشمگیری داشته است. در سال ۱۹۹۲، فضای سبز و اراضی کشاورزی، به ویژه باغات اطراف رودخانه زاینده رود، بخش عمده‌ای از منطقه دمایی ۱ را تشکیل داده‌اند. اما در سال ۲۰۲۲، بخش مرکزی شهر که دارای سطوح نفوذناپذیر گسترده‌ای است، در این منطقه واقع شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد در سال ۱۹۹۲، بیشترین و کمترین مساحت کاربری فضای سبز و باغات به ترتیب در مناطق دمایی ۱ و ۵ قرار داشته‌اند. با توجه به این که مقادیر بالای متریک‌های AI و LPI نشان‌دهنده لکه‌های منسجم و یکپارچه هستند، بیشترین مقدار این متریک‌ها به کاربری فضای سبز و باغات در منطقه دمایی ۱ و کمترین آن در منطقه ۵ قرار دارد (شکل ٦–الف و ب). با گذشت زمان، تغییرات کاربری اراضی منجر به تغییراتی در مناطق دمایی شده است، به طوری که در سال ۲۰۲۲، بیشترین مساحت در منطقه دمایی ۱ متعلق به سطوح نفوذناپذیر و در بخش مرکزی شهر قرار دارد. از این رو بالاترین تجمیع مربوط به سطوح نفوذناپذیر در منطقه دمایی ۱ است. همانطور که در شکل ٦–ب نشان داده شده است، LPI سطوح نفوذناپذیر به جز منطقه دمایی ۳ در سال ۲۰۲۲ نسبت به سال ۱۹۹۲ افزایش یافته است. این افزایش در مناطق دمایی ۱ و

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-08-30]
[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.334.2]



شکل ٦. تغییرات متریک‌های سیمای سرزمین مناطق دمایی LST برای کلاس‌های سطوح نفوذ ناپذیر، اراضی کشاورزی و باغات (الف) متریک AI، ب) متریک LPI، ج) متریک ED، د) متریک LSI، ه) متریک PD)

۲، نشان‌دهنده گسترش شهر و توسعه سطوح نفوذناپذیر در این مناطق است. در مقابل، در سال ۱۹۹۲، منطقه دمایی ۱ و ۲ دارای LPI بیشتری برای پوشش گیاهی نسبت به سال ۲۰۲۲ می‌باشد، که نشان‌دهنده وجود لکه‌های متراکم پوشش گیاهی در این مناطق در گذشته است.

بررسی تغییرات نسبت مساحت در منطقه دمایی ۳ نشان می‌دهد که الگوی توزیع کاربری‌ها در دو دوره مورد مطالعه مشابه بوده است. به طوری‌که بیشترین مساحت به ترتیب متعلق به سطوح نفوذناپذیر، اراضی کشاورزی و فضای سبز و باغات است. در سال ۱۹۹۲، کاربری سطوح نفوذناپذیر در منطقه دمایی ۳ بالاترین مقدار متریک AI را داشته است، درحالی‌که در سال ۲۰۲۲ این متریک بیشترین مقدار خود را کاربری اراضی کشاورزی نشان می‌دهد. بررسی میزان اتصال و پیوستگی لکه‌های کاربری در این منطقه با استفاده از متریک ED نشان می‌دهد که کمترین و بیشترین میزان اتصال بین لکه‌ها به ترتیب متعلق به کاربری سطوح نفوذناپذیر و کاربری فضای سبز و باغات است (شکل ٦-ج).

با توجه به اینکه هر چه کاربری مورد نظر پراکنش بیشتری داشته باشد، مقدار متریک LSI بیشتر خواهد بود. در منطقه دمایی ٤ و ٥ مشاهده می‌شود که بیشترین مقدار این متریک در دو دوره مطالعاتی متعلق به اراضی کشاورزی است (شکل ٦-د). سطح اراضی کشاورزی در محدوده جزایر گرم حرارتی (مناطق دمایی

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-08-30]
[DOI: 10.47176/ijae.13.2.334.2]

٤ و ٥) تقریبا ٤ برابر افزایش یافته‌است. این مطلب نشان می‌دهد خردشدگی و تکه‌تکه‌شدن اراضی کشاورزی سبب افزایش دمای این مناطق شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

به طور کلی توزیع کاربری‌های شهر اصفهان نشان می‌دهد که تراکم پوشش درختان در امتداد رودخانه، سطوح نفوذناپذیر در مرکز شهر، اراضی بایر و سنگلاخی در جنوب شهر، اراضی کشاورزی در بخش شمال (شمال شرقی و شمال غربی) واقع شده است. مساحت سطوح نفوذناپذیر که در این مطالعه به عنوان مناطق شهرنشینی در نظر گرفته شده، روند افزایشی داشته به نحوی که در طی دوره مطالعه تقریبا ١/٥ برابر شده‌است. این درحالی است که سطح اراضی کشاورزی روندی کاهشی و فضای سبز و باغات روندی افزایشی داشته‌اند. از این رو تغییرات ایجاد شده در ساختار و الگوی کاربری اراضی بر الگوی حرارتی تأثیر می‌گذارد و منجر به ایجاد شرایط حرارتی متفاوت می‌شود.

انتظار می‌رفت با افزایش سطوح نفوذناپذیر جزایر گرم حرارتی در منطقه نیز افزایش یابد، اما بررسی پهنه‌های حرارتی این مطالعه نشان داد که در واقع جزایر حرارتی شهری روند کاهشی و جزایر سرد شهری روند افزایشی داشته‌اند. بر اساس نتایج وتحلیل داده‌ها مشخص شد در طی چند دهه اخیر مرکز شهر اصفهان نسبت به مناطق اطراف آن خنک‌تر شده است. به نحوی که در سال ٢٠٢٢ در مرکز شهر جزیره سرد پدید آمده و بیشترین سطح منطقه ١ و ٢ حرارتی را سطوح نفوذناپذیر در برگرفته است. مطالعه‌ی مسعودیان و منتظری (٢٠٢١) نیز نشان داد که با توجه به عبور رودخانه زاینده‌رود از وسط شهر و گسترش پوشش گیاهی در محیط شهری، کلان شهر اصفهان در طول روز ٣/٥ در جه خنک‌تر از اراضی بایر حومه شهر است (٢١). علاوه بر این، شاخص شدت جزیره سرد در این شهر در چند سال اخیر تشدید شده و به کمتر از ٤/٥ درجه رسیده است.

نتایج مطالعات انجام شده توسط لاززارینی و همکاران (١٤)، ایمهوف و همکاران (١٠)، رسول و همکاران (٢٨)، هاشمی و همکاران (٩) و علی و همکاران (١) نشان می‌دهند که شهرهای واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک در طول روز معمولا هسته-های شهری خنک‌تری نسبت به مناطق اطراف خود دارند. پوشش اراضی بایر و صخره‌ای نور خورشید بیشتری را جذب و منعکس می‌کنند که موجب افزایش دمای سطح در مناطق حومه شهر می-شود. دلیل تشکیل جزیره سرد شهری در طول روز و جزیره گرم شهری در شب را می‌توان به عوامل مختلفی همچون سایه‌اندازی تاج‌پوشش درختان انبوه و وجود منابع آبی آزاد مانند رودخانه-های شهری نسبت داد (٤).

همان طور که مشاهده شد، سطح فضای سبز و باغات طی سال‌های اخیر حدود ٣ درصد افزایش داشته‌است. برای بررسی دقیق‌تر، با مراجعه به آمار و اطلاعات شهرداری مشخص شد که مساحت کل فضای سبز از ٣٣٨٤٨/١٨ هکتار در سال ١٣٧٨ به ٥٧٠٠٠/٤٤ هکتار در سال ١٤٠١ افزایش یافته‌است (٣١). شایان ذکر است که مساحت فضای سبز در سال ١٣٧٨ مربوط به مناطق ١٤گانه شهر بوده است. براساس این نتایج، می‌توان نتیجه گرفت که این افزایش سطح عمدتا ناشی از گسترش و توسعه فضای سبز در سطح شهر می‌باشد. به طوریکه باغات و پوشش درختی موجود در غرب شهر کاهش و به سطوح نفوذناپذیر تبدیل شده-اند و فضای سبز شامل پارک‌ها، میادین، بلوارها، درختان اطراف خیابان‌ها و .. در سطح شهر افزایش و گسترش یافته‌اند. فراوانی و پراکنش فضای سبز در سطح شهر نقش مهمی در الگوی حرارتی مناطق شهری دارد. نتیجه مطالعه‌ی عسگریان و همکاران (٢٠١٥) نشان داد که افزایش فضای سبز در مناطق شهری منجر به کاهش دمای سطح شهر می‌شود (٣). این به این دلیل است که در طول شب، گیاهان روزنه‌های خود را می‌بندند و تبادل گرمای نهان را کاهش می‌دهند (٤).

رودخانه‌های شهری نیز از طریق تبخیر و انتقال گرمای محسوس که به اثر خنک کننده رودخانه معروف است، نقش مهمی در کاهش گرمای شهری دارند. در مطالعه‌ی جعفری و هاشمی نسب (٢٠١٧) و ایزدیان و همکاران (٢٠٢٤) اثر بخشی رودخانه زاینده‌رود مورد بررسی قرار گرفته است، که نتایج این

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-08-30]
[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.334.2]

دو مطالعه نیز اذعان کرده‌اند که رودخانه زاینده‌رود نقش حیاتی در کنترل دمای سطح زمین دارند، همچنین با افزایش فاصله از رودخانه نیز دما افزایش می‌یابد (۱۱ و ۱۲).

با توجه به این که تأثیر خنک‌کنندگی فضاهای سبز و رودخانه‌های شهری می‌تواند صدها متر فراتر از محدوده آن‌ها گسترش یابد، یکی از دلایل احتمالی برهم خوردن تعادل دمایی در شهر اصفهان طی دوره مطالعه، خشک شدن رودخانه زاینده رود دانست. بخصوص اینکه رودخانه زاینده رود در سال‌های اخیر صرفا دو یا سه هفته جریان دارد و در زمان بررسی دمای سطح زمین (۲٤ آگوست ۲۰۲۲) این رودخانه جاری نبوده است.

ارزیابی اثرات تغییرات الگوی کاربری زمین بر دمای سطح زمین موضوعی است که توسط پژوهشگران مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه، به منظور تحلیل رابطه بین ساختار و الگوی کاربری زمین با دمای سطح زمین در شهر اصفهان، از متریک‌های سیمای سرزمین و تکنیک‌های سنجش از دور استفاده شد. یافته‌های این مطالعه نشان داد که ساختار و ترکیب الگوی کاربری زمین تاثیر قابل توجهی بر دمای سطح زمین دارد، نتایج این مطالعه با پژوهش‌های مدنیان و همکاران (۲۰)، عسگریان و همکاران (۳)، عفتی و همکاران (۷)، ژانگا و همکاران (٤۲) همخوانی دارد. ادغام اکولوژی سیمای سرزمین و سنجش از دور، رویکردی موثر برای ارتباط ویژگی‌های سطح شهری با پارامترهای بیوفیزیکی (مانند دمای سطح زمین)، در ارزیابی رفتار حرارتی و پویایی سیمای سرزمین شهری فراهم می‌کند. برای درک دقیق پویایی و فرایندهای سیمای سرزمین، ضروری است که الگوی مکانی و زمانی آن را به طور کمی سنجیده شود (٤۲). یکی از ابزارهای کارآمد برای تحلیل رابطه بین دمای سطح زمین و کاربری زمین، استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین است. این متریک‌ها می‌توانند ویژگی‌های ساختاری و کالبدی کاربری زمین را به طور کمی توصیف کنند. ترکیب و ساختار پوشش‌های شهری یک عامل حیاتی در میزان دریافت و از دست دادن تابش است (۳۷). بنابراین، ارزیابی رابطه میان کاربری زمین و دمای سطح زمین در مناطق شهری از منظر بوم‌شناسی سیمای سرزمین می‌تواند به مدیریت و برنامه‌ریزی شهری کمک شایانی کند.

افزایش سطح فضای سبز شهری، در نظر گرفتن شاخص‌هایی مثل پیوستگی فضای سبز، حداقل مساحت مناسب لکه‌های فضای سبز، پراکنش لکه‌های فضای سبز، از جمله شاخص‌های توسعه فضای سبز شهری با استفاده از مفاهیم اکولوژی سیمای سرزمین است که می‌تواند در ترکیب با فضای‌های انسان ساخت شهری، باعث تعدیل دمای سطح شهر و کاهش مشکلات ناشی از جزایر حرارتی شهر شود. پیشنهاد می‌شود که رابطه بین الگوهای دمای سطح زمین و کاربری زمین با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین در مقیاس‌های مختلف، فصول مختلف و دوره‌های مختلف مورد مطالعه قرار گیرد. بنابراین، با ترکیب مقیاس‌های مکانی و زمانی مناسب، می‌توان به نتایج امیدوارکننده‌ای از نظر پویایی کاربری اراضی و دمای سطح زمین دست یافت.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از حمایت‌های مالی و معنوی دانشگاه صنعتی اصفهان در انجام این پژوهش قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. Ali, J. M., Marsh, S. H. and Smith, M. J., 2017. A comparison between London and Baghdad surface urban heat islands and possible engineering mitigation solutions. *Sustainable Cities and Society* 29: 159-168.
2. Asadi, Y., Ezimand, K., Keshtkar, H. and Alavipanah, S. K,. 2019. A Survey of landscape metrics and land-use / land-cover structures on urban heat Islands surface : A Case study on Urmia City, Iran. *Desert* 2: 293-306.
3. Asgarian, A., Jabbarian Amiri, B. and Sakieh, Y., 2015. Assessing the effect of green cover spatial patterns on urban land surface temperature using landscape metrics approach. *Urban Ecosystems* 18(1): 209-222.
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 Ecol*ogy 25: 17-33.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.334.2]

5. Dhar, R. B., Chakraborty, S., Chattopadhyay, R. and Sikdar, P. K., 2019. Impact of land-use/land-cover change on land surface temperature using satellite data: A case study of rajarhat block, north 24-parganas district, west bengal. *Indian Society of Remote Sensing* 47(2): 331-348.
6. Dissanayake, D. M. S. L. B., Morimoto, T., Murayama, Y. and Ranagalage, M., 2019. Impact of landscape structure on the variation of land surface temperature in Sub-Saharan Region: A case study of Addis Ababa using Landsat Data (1986-2016). *Sustainability* 11(8): 1-18.
7. Effati, F., Karimi, H. and Yavari, A., 2021. Investigating effects of land use and land cover patterns on land surface temperature using landscape metrics in the city of Tehran, Iran. *Arabian Journal of Geoscience* 14(13): 2-13.
8. Gohain, K. J., Mohammad, P. and Goswami, A., 2021. Assessing the impact of land use land cover changes on land surface temperature over Pune city, India. *Quaternary International* 575: 259-269.
9. Haashemi, S., Weng, Q., Darvishi, A. and Alavipanah, S. K., 2016. Seasonal variations of the surface urban heat Island in a semi-arid city. *Remote Sensing* 8(4): 2-17.
10. Imhoff, M. L., Zhang, P., Wolfe, R. E. and Bounoua, L., 2010. Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA. *Remote Sensing Environment* 114(3): 504-513.
11. Izadian, S., Mozafari, G. and Rousta, I., 2024. Revealing the consequences of zayandeh rood drying up and vegetation changes on the temperature of the earth's surface in the metropolis of Isfahan. *Geography and Environmental Sustainability* 14(1): 35-50. (In Persian).
12. Jafari, R. and Hasheminasab, S., 2017. Assessing the effects of dam building on land degradation in central Iran with Landsat LST and LULC time series. *Environmental Monitoring and Assessment* 189: 1-15.
13. Kafy, A. A., AL Faisal, A., Rahman, M. S., Islam, M., Al Rakib, A., Islam, M. A., Khan, M. H. H., Sikdar, M. S., Sarker, M. H. S., Mawa, J. and Sattar, G. S., 2021. Prediction of seasonal urban thermal field variance index using machine learning algorithms in Cumilla, Bangladesh. *Sustainable Cities and Society* 64: 102542.
14. Lazzarini, M., Marpu, P. R. and Ghedira, H., 2013. Temperature-land cover interactions: The inversion of urban heat island phenomenon in desert city areas. *Remote Sensing of Environment* 130: 136-152.
15. Lee, L., Chen, L., Wang, X. and Zhao, J., 2011. Use of landsat TM/ETM+ data to analyze urban heat island and its relationship with land use/cover change. In 2011 International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering 922-927.
16. Li, H., Chen, W. and He, W., 2015. Planning of green space ecological network in urban areas: An example of Nanchang, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12(10): 12889-12904.
17. Li. J., Sun, R., Liu, T., Xie, W. and Chen, L., 2021. Prediction models of urban heat island based on landscape patterns and anthropogenic heat dynamics. *Landscape Ecology* 36(6): 1801-1815.
18. Liu, Y., Peng, J. and Wang, Y., 2018. Efficiency of landscape metrics characterizing urban land surface temperature. *Landscape and Urban Planning* 180: 36-53.
19. Lu, L., Weng, Q., Xiao, D., Guo, H., Li, Q. and Hui, W., 2020. Spatiotemporal Variation of surface urban heat islands in relation to land cover composition and configuration : A multi-scale case study of Xi'an, China. *Remote Sensing* 12(17): 1-19.
20. Madanian, M., Soffianian, A. R., Soltani Koupai, S., Pourmanafi, S. and Momeni, M., 2018. Analyzing the effects of urban expansion on land surface temperature patterns by landscape metrics : a case study of Isfahan city. *Environmetal Monitoring Assessment* 190: 1-11.
21. Masoodian, S. A. and Montazeri, M., 2021. Quantifying of surface urban cool island in arid environments case study : Isfahan metropolis. *Landscape and Ecological Engineering* 17(2): 147-156.
22. McGarigal, K., 1995. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
23. Mirzaei, M., Verrelst, J., Arbabi, M., Shaklabadi, Z. and Lotfizadeh, M., 2020. Urban Heat island monitoring and impacts on citizen's general health status in isfahan metropolis : A remote sensing and field survey approach. *Remote Sensing* 12(8): 1-17.
24. Mumtaz, F., Tao, Y., Leeuw, G. De., Zhao, L., Fan, C., Elnashar, A., Bashir, B., Wang, G., Li, L., Naeem S., Arshad, A. and Wang, D., 2020. Modeling spatio-temporal land transformation and its associated impacts on land surface temperature (LST). *Remote Sensing* 12(18): 1-23.
25. Ndossi, M. I. and Avdan, U., 2016. Application of open source coding technologies in the production of Land Surface Temperature (LST) maps from Landsat: A PyQGIS plugin. *Remote Sensing* 8(5): 1-31.
26. Nega, W. and Balew, A., 2022. The relationship between land use land cover and land surface temperature using remote sensing: systematic reviews of studies globally over the past 5 years. *Environmental Science and Pollution Research* 29(28): 42493-42508.
27. Rahimi, E., Barghjelveh, S. and Dong, P., 2021. Quantifying how urban landscape heterogeneity affects land surface temperature at multiple scales. *Journal of Ecology and Environment* 45: 1-13.
28. Rasul, A., Balzter, H. and Smith, C., 2015. Urban climate spatial variation of the daytime surface urban cool island

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.334.2]

during the dry season in Erbil, Iraqi Kurdistan, from Landsat 8. *Urban Climate* 14: 176-186.
29. Schwarz, N., Schlink, U., Franck, U. and Großmann, K., 2012. Relationship of land surface and air temperatures and its implications for quantifying urban heat island indicators — An application for the city of Leipzig (Germany). *Ecological Indicators* 18: 693-704.
30. Shirani-bidabadi, N., Nasrabadi, T., Faryadi, S., Larijani, A. and Roudposhti, M. S., 2018. Evaluating the spatial distribution and the Intensity of urban heat island using remote sensing, Case study of Isfahan city in Iran. *Sustainable Cities and Society* 45:686-692.
31. Statistical Yearbook of Isfahan City. 2022. Available from: https:// plan.isfahan.ir/statistics. Accessed 21 November 2024.
32. Sun, Y. and Zhao, S., 2018. Spatiotemporal dynamics of urban expansion in 13 cities across the Jing-Jin-Ji Urban Agglomeration from 1978 to 2015. *Ecological Indicators* 87: 302-313.
33. Sun, Z., Li, Z. and Zhong, J., 2022. Analysis of the Impact of landscape patterns on urban heat islands : A case study of chengdu, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19(20): 1-15.
34. Tan, J., Yu, D., Li, Q., Tan, X. and Zhou, W., 2020. Spatial relationship between land-use/land-cover change and land surface temperature in the Dongting Lake area, China. *Scientific Reports* 10(1): 1-9.
35. Tassi, A. and Vizzari, M., 2020. Object-oriented lulc classification in google earth engine combining snic, glcm, and machine learning algorithms. *Remote Sensing* 12(22): 1-17.
36. Voogt, J. A. and Oke, T. R., 2003. Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment* 86(3): 370-384.
37. Weng, Y. C., 2007. Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization. *Landscape and Urban Planning* 81(4): 341-353.
38. Yee, K. M., Ahn, H., Shin, D. and Choi, C., 2016. Relationship assessment among land use and land cover and land surface temperature over downtown and suburban areas in Yangon City, Myanmar. *Korean Journal of Remote Sensing* 32(4): 353-364.
39. Yeneneh, N., Elias, E. and Feyisa, G. L., 2022. Detection of land use/land cover and land surface temperature change in the Suha Watershed, North-Western highlands of Ethiopia. *Environmental Challenges* 7: 1-13.
40. 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* 7(6): 1551-1564.
41. Zhang, J., Wang, Y. and Li, Y., 2006. A C++ program for retrieving land surface temperature from the data of Landsat TM/ETM+ band 6. *Computers and Geoscience* 32(10): 1796-1805.
42. Zhanga, Y., Odeh, I. O. A. and Ramadan, E., 2013. Assessment of land surface temperature in relation to landscape metrics and fractional vegetation cover in an urban/peri-urban region using landsat data. *International Journal of Remote Sensing* 34(1): 168-189.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.334.2]

Analyzing the Effect of Urban Landscape Heterogeneity on Land Surface Temperature in Isfahan City

Mahdieh Abolhasani[1] and Ali Lotfi[2*]

(Received: December 16-2024; Accepted: March 18-2025)

Abstract

The rapid expansion of impervious surfaces in urban areas has caused significant environmental challenges, including shifts in temperature patterns and the formation of urban heat islands. Changes in land use patterns and structures profoundly influence the composition, configuration, and function of landscapes. This study analyzed changes in landscape structure and thermal zones in Isfahan city from 1992 to 2022. To achieve this, land surface temperature maps were generated, and landscape metrics were calculated to explore the relationship between land use changes and land surface temperature zones. The results revealed that bare lands with little to no vegetation dominate high-temperature zones, contributing significantly to the formation of urban heat islands. Furthermore, landscape metrics indicated that land use type significantly influences local temperature. However, the analysis of landscape metrics indicated that higher continuity between land uses and landscape structures does not necessarily result in lower temperatures. The key factor influencing temperature is the type of land use in the area. Therefore, it can be concluded that land surface temperature is influenced by combinations of land use. Given the importance of temperature adjustment in urban areas, the distribution and allocation of green spaces based on landscape principles play a critical role in urban thermal management.

Keywords: Landscape metrics, Cold islands, Heat islands, Land surface temperature, Isfahan city.

1- PhD student in Environmental Science and Engineering, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan
2- Assistant Professor, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan
*: Corresponding Author, Email: lotfi@iut.ac.ir

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: â€Ž 10.47176/ijae.13.2.334.2]