نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هشتم، شماره۲ ، تابستان ۱٤۰۰

صفحات ۱۱۹ – ۱۳٤

ارزیابی تغییرات لکه‌های داغ تهران و اقمار براساس نوع کاربری اراضی و نقش آن در مخاطرات حرارتی شهری

محمود احمدی[1]؛ دانشیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

زهرا علی بخشی؛ دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

دریافت مقاله :۱۳۹۸/۰۳/۰۳ پذیرش نهایی:۱۳۹۸/۰۷/۲۲

چکیده

شهرنشینی و فعالیت‌های بشری بر روی اقلیم شهرها و به وضوح بر روی دمای هوای نزدیک به سطح اثر مهمی دارد. در تهران و اقمار آن عواملی از قبیل منطقه اقلیمی، فصل، زمان روز و رژیم‌های باد، توپوگرافی، اندازه محیط شهری، تراکم جمعیت، فعالیت ساکنین ساختار پوشش گیاهی و فرم فیزیکی شهری در شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری نقش اساسی دارند. جزیره حرارتی بعنوان یکی از مخاطرات محیطی، گروههای آسیب پذیر را درمعرض خطر قرار می دهد. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر نوع کاربری اراضی و پوشش زمین بر جزیره حرارتی تهران و اقمار آن می‌باشد. به منظور بررسی فضایی یاخته‌های بدست آمده و استخراج جزیره حرارتی، از تحلیل نقشه‌های لکه‌های داغ و تولید نقشه‌های کاربری اراضی با ۷ کلاس و رابطه آن‌ها باهم برای سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۰۱ استفاده شد. نتایج نشان داد تهران با وجود داشتن بیشترین مساحت مناطق مصنوع، در مقایسه با شهرستان‌های ری، رباط‌کریم و اسلامشهر از جزایر حرارتی کوچکتر و تعداد لکه‌های داغ کمتری برخوردار است. از سوی دیگر پراکندگی و وسعت سطوح سرسبز در مقایسه با ایجاد سطوح جنگلی و درختکاری شده به صورت محدود در یک مکان، نقش مؤثرتری در کاهش جزیره حرارتی دارد.

واژه های کلیدی: جزیره حرارتی، لکه‌های داغ، کاربری اراضی، تهران، شهرهای اقمار.

[1] . نویسنده مسئول: Email: ma_ahmadi@sbu.ac.ir

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]

مقدمه

شهرنشینی و فعالیت‌های بشری بر روی اقلیم شهرها و بوضوح بر روی دمای هوای نزدیک به سطح اثر مهمی دارد (Yang et al., ۲۰۱۸). جایگزینی پوشش‌های طبیعی زمین با سطوح غیرقابل نفوذ به دلیل توسعه شهری، علاوه بر جنبه های سودمند، پیامدهای منفی محیطی، اجتماعی و اقتصادی را به همراه دارد. افزایش شهرنشینی همراه با رشد جمعیت یکی از تغییرات عمده‌ای است که برروی کاربری اراضی شهرهای بزرگ تأثیر می‌گذارد(Jacqueminet et al., ۲۰۱۳) . در واقع تعاملات چند وجهی میان محیط های انسانی و طبیعی منجر به تغییر کاربری اراضی می شود(Manandhar et al., ۲۰۱۰؛ Huang et al., ۲۰۱۲). از طرف دیگر نوع کاربری اراضی نیز بر محیط شهری اثرگذار است. ظهور جزیره حرارتی شهری[۱](UHI) یکی از این مسائل است که محیط شهری را با مشکل مواجه می‌کند(Fu & Weng, ۲۰۱۸). شهرها به عنوان مکان‌هایی شناخته شده‌اند که میکروکلیمای خاص خود را به نمایش میگذارند و معمولا گرم‌تر از مناطق روستایی و حومه خود هستند(Kershaw, ۲۰۱۷; Oke, ۱۹۸۲). این تفاوت حرارتی موجب تأثیر منفی برروی مردم و محیط زیست می شود، زیرا کیفیت هوا را کاهش و مصرف انرژی را افزایش می دهد، موجب فقدان تنظیم بیولوژیکی شده و بر سلامت مردم تأثیر می گذارد(Grimmond, ۲۰۰۷؛Meineke et al., ۲۰۱٤). همچنین مخاطرات محیطی ناشی از UHI موجب افزایش کنترل نشده ی مصرف سوختهای فسیلی برای سرمایش و برآیند آن در افزایش انتشار دی اکسیدکربن می شود که می تواند به گرمایش کره زمین کمک کند(Huang et al., ۲۰۰۸). به طور کلی دوگروه از عوامل اصلی در شکل گیری جزایر حرارتی نقش دارند(Alavipanah et al., ۲۰۱۸). گروه اول شامل عوامل اقلیمی مانند منطقه اقلیمی، فصل، زمان روز و رژیمهای باد(Tomlinson et al., ۲۰۱۱) و گروه دوم مربوط به محیط مصنوع شهری، توپوگرافی شهر، اندازه محیط شهری، تراکم جمعیت، فعالیت ساکنان، نوع مواد ساختمانی، ساختار پوشش گیاهی و فرم فیزیکی چشم انداز شهری است(Wienert & Kuttler, ۲۰۱۲) . انواع سنجنده های هوایی و فضایی برای اندازه گیری داده های سطحی شهری استفاده می شوند که اقلیم شناسان آنها را به عنوان سطح مبدأ برای اندازه گیری دمای هوا مدنظر قرار می دهند(Schmid, ۱۹۹۷). به کمک سنجش از دور می توان وسعت و شدت جزایر حرارتی را رصد نموده و مورد مطالعه قرار داد. استفاده از داده های سنجش از دور حرارتی اولین بار توسط رائو انجام شد. وی با تحلیل داده های مادون قرمز حرارتی ماهواره ای، مناطق شهری را مشخص کرد(Rao, ۱۹۷۲). دمای سطحی برگرفته از ماهواره ها طیف وسیعی از سطح زمین را پوشش می دهند(Tran et al., ۲۰۱۷). در مقایسه با دمای هوایی که از ایستگاههای هواشناسی برداشت می شود، تصاویر حرارتی پوشش مکانی کاملی در مقیاسهای زمانی مختلف تهیه می نماید (Myint et al., ۲۰۱۳). علاوه براین دمای سطحی زمین که از تصاویر ماهواره ای بدست آمده، نسبت به ایستگاههای هواشناسی که ممکن است در مکانی واقع شده باشد که از تأثیر درختان یا پارکهای اطراف متأثر باشد، بهتر می تواند گرمترین و سردترین مناطق را نشان دهد.(Nichol & To, ۲۰۱۲). الگوهایی که اغلب به عنوان خودهمبستگی فضایی شناخته می‌شوند(Sokal & Oden, ۱۹۷۸) ، به معنی مکان‌هایی است که در مقایسه با مکان‌هایی که از هم دور هستند، با مقادیر مشابه نزدیک یکدیگرند (Ver Hoef et al., ۲۰۱۸). در هر منطقه الگوی خاصی وجود دارد که نیازمند بررسی است. تحلیل لکه های داغ برای تشخیص تغییرات الگوهای خوشه بندی فضایی دمای سطحی مابین مراحل زمانی مختلف به کار میرود. بررسی توزیع فضایی UHI در فهم

[۱] -Urban Heat Island

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]

اینکه چگونه توزیع کاربری اراضی و پوشش زمین (LULC[۱]) و تغییرات آن بر دمای سطحی (LST[۲]) اثر میگذارند بسیار مهم است. شبیه سازی دماهای سطحی در آینده براساس LULC می تواند نقش مؤثری در کاهش اثرات جزایر حرارتی شهری بازی کند(Tran et al., ۲۰۱۷). طبق بررسی اودونوگا و بادرو (Odunuga & Badru, ۲۰۱۵)بیشترین آلبدو متعلق به مناطق ساخته شده و بایر و کمترین آلبدو مربوط به پهنه‌های آبی و پوشش گیاهی می‌باشد. در تحقیقات مختلف که از جمله توسط هویانو(Hoyano, ۱۹۸۸) ،هولم(Holm, ۱۹۸۹) ، آزموده و همکاران(Azmoodeh et al., ۲۰۱۸) ، کیلگرن و مونتگی(Kjelgren & Montague, ۱۹۹۸) انجام شده، محققان به این نتیجه رسیده اند که پوشش گیاهی موجب کاهش قابل توجه دمای سطحی شهر می‌شود. به عقیده ی خسروی و همکاران(۱۳۹۶) عواملی نظیر جایگزین شدن پوشش آسفالتی بالای پشت بام‌ها با پوشش ایزوگام، جنس نماهای سنگ به کاررفته در ساختمان‌ها و آئروسل‌ها منجر به کاهش دمای مناطق مسکونی بافت‌های فرسوده و مرکز شهر به میزان تقریبی۵ درجه سلسیوس نسبت به گذشته در سطح زمین شده است. پوشش گیاهی نقش مهمی را در کاهش مشکلات زیست محیطی مراکز شهری ایفا میکند. افزایش متوسط دمای شهر به ازای هر یک درجه باعث دو درصد مصرف بیشتر در بخش‌های مختلف می شود. در نتیجه پوشش گیاهی را می‌توان به عنوان یکی از شاخص های پایداری محیط زیست و کاهش مصرف انرژی در جوامع شهری درنظر گرفت(پوردیهیمی و همکاران، ۱۳۹۸). کونوپاکی و اکبری (Konopacki & Akbari , ۲۰۰۰) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که با تدابیر کاهش جزیره حرارتی از جمله کاشت درختان، سقف های انعکاسی، پیاده روهای بازتابی و پوشش گیاهی شهری میتوان حداکثر دمای هوا را ۲ تا ۳ درجه فارنهایت کاهش داد. نواحی شهری با پوشش گیاهی کمتر نسبت به نواحی کشاورزی و مرتعی دمای بیشتری دارند(اصغری سراسکانرود و امامی۱۳۹۷). تغییرات اقلیم منطقه ای به گونه ای است که با سایر نقاط جهان مطابقت ندارد(Feidas et al. ۲۰۰٤). از آنجایی که جزیره حرارتی بعنوان یکی از مخاطرات محیطی[۳] شناخته میشود و فقدان فضای سبز، خروجی گرمای زیاد ناشی از انسان و فرم ساختمانی عواملی هستند که گروههای آسیب پذیر را بیشتر در معرض خطر[۴] قرار می دهند (Tomlinson et al. ۲۰۱۱) ، ضروری است که این پدیده با دقت بیشتری مورد مطالعه قرارگیرد. از این رو لازم است تغییرات UHI بررسی و تدابیری برای کاهش شدت و یا سازگاری با آن اندیشیده شود و از نتایج آن در علومی همچون برنامه ریزی شهری، اقلیم شهری، جغرافیای شهری و اکولوژی شهری استفاده گردد(Estoque et al., ۲۰۱۷). ارزیابی مجدد مطالعات جزیره حرارتی شهر توسط استوارت (Stewart, ۲۰۱۱) نشان داده است که بسیاری از ادبیاتی که درباره جزیره حرارتی بحث می‌کنند در واقع معنی لغات شهری و روستایی در آن‌ها مبهم بوده و تقسیم ساده شهری-روستایی برای تشریح پیچیدگی و تنوع یک مکان و اطراف آن کافی نیست. در این پژوهش فرضیه این است که آیا ممکن است با توجه به نوع کاربری اراضی، حومه شهر از نواحی شهری دمای بیشتری داشته باشند؟ در واقع نوع توزیع فضایی جزیره حرارتی کلان‌شهر تهران و حومه آن مورد بررسی قرار میگیرد که در این رابطه کاربری اراضی و پوشش زمین به عنوان عاملی که در ایجاد، تشدید یا کاهش جزیره حرارتی نقش دارند نیز تحلیل می‌شود.

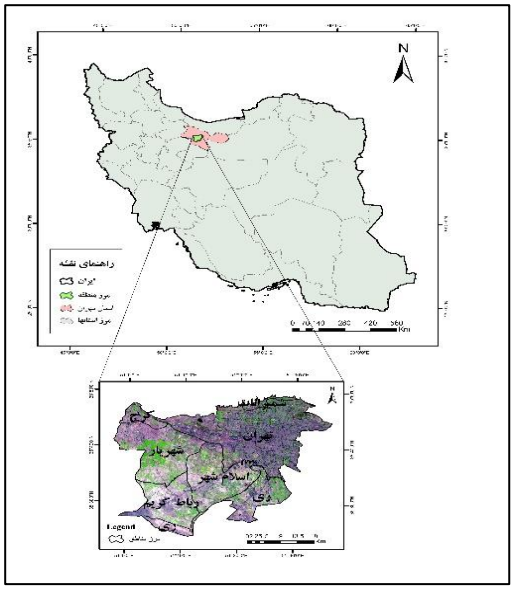
[۱] - Land Use, Land Cover
[۲] - Land Surface Temperature
[۳] - Environmental hazards
[۴] -Risk

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]

داده ها و روش کار

الف) منطقه مورد مطالعه

محدوده این تحقیق شامل حد نهایی بزرگراه‌های شهری تهران و برخی شهرستان‌های اطراف آن با مختصات ´۵۷ °۵۰ تا ´۳۶ °۵۱ طول شرقی و ´۲۳ °۳۵ تا ´۴۹ °۳۵ عرض شمالی است. مجموع مساحت منطقه مورد مطالعه ۱۶۰۷۸۹.۷ هکتار می‌باشد. شهرستان‌های این محدوده شامل تهران و بخشهایی از شهرستان‌های ری، شمیرانات، شهریار، اسلامشهر، رباط‌کریم و کرج است. شکل (۱) موقعیت و محدوده منطقه مورد بررسی را نشان می‌دهد.



شکل (۱): موقعیت منطقه همراه با شهرهای مورد بررسی

ب) داده‌ها

استخراج و آماده سازی داده‌های تصاویر از طریق سنجنده نقشه بردار موضوعی بهبود یافته[۱](ETM+) ماهواره لندست ۷ طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ و انتخاب ماه ژوئن به عنوان گرم‌ترین ماه منطقه مورد مطالعه می‌باشد. این تصاویر با مسیر ۱۶۴ و ردیف ۳۵ از سامانه سازمان زمین شناسی آمریکا[۲] (USGS) استخراج گردید.

ج) روش کار

الف) انتخاب روزهای مورد بررسی و انجام تصحیحات: به منظور بررسی تغییرات پوشش گیاهی در شهر تهران و اقمار آن، ابتدا ماه ژوئن به عنوان گرم‌ترین ماه منطقه برگزیده و تصاویر ماهواره‌ای بر این مبنا استخراج شد. سپس تصحیحات رادیومتریک و هندسی بر روی آن‌ها انجام گردید. با توجه به اینکه هر ۱۶ روز یک‌بار از منطقه تصویربرداری می‌شود و بعضی از تصاویر ماه ژوئن به دلیل ابری بودن حذف شد، ناگزیر از ماه جولای و (در صورت موجود نبودن تصاویر) ماه اوت به عنوان ماه گرم درجه دو و سه استفاده شد. فهرست روزهای مورد بررسی در جدول(۱) ارائه شده است:

۱ - The Enhanced Thematic Mapper Plus
۲ - U.S. Geological Survey

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]

جدول (۱): فهرست روزهای مورد بررسی تصاویر سنجنده +ETM لندست ۷

تاریخ (میلادی)	تاریخ (شمسی)	زمان (به وقت گرینویچ)	
۲۰۰۱/۶/۳	۱۳۸۰/۳/۱۳	۰۶:۵۷:۴۸	ETM+ Landsat ۷ Path: ۱۶۴ Row: ۳۵
۲۰۰۲/۶/۶	۱۳۸۱/۳/۱۶	۰۶:۵۶:۴۱	
۲۰۰۳/۸/۱۲	۱۳۸۲/۵/۲۱	۰۶:۵۶:۳۰	
۲۰۰۴/۶/۱۱	۱۳۸۳/۳/۲۲	۰۶:۵۷:۰۹	
۲۰۰۵/۶/۳۰	۱۳۸۴/۴/۹	۰۶:۵۷:۳۰	
۲۰۰۶//۶/۱	۱۳۸۵/۳/۱۱	۰۶:۵۸:۰۹	
۲۰۰۷/۷/۶	۱۳۸۶/۴/۱۵	۰۶:۵۸:۲۰	
۲۰۰۸/۶/۶	۱۳۸۷/۳/۱۷	۰۶:۵۷:۵۵	
۲۰۰۹/۷/۲۷	۱۳۸۸/۵/۵	۰۶:۵۸:۲۲	
۲۰۱۰/۶/۱۲	۱۳۸۹/۳/۲۲	۰۷:۰۰:۱۴	
۲۰۱۱/۶/۱۵	۱۳۹۰/۳/۲۵	۰۷:۰۱:۴۱	
۲۰۱۲/۶/۱۷	۱۳۹۱/۳/۲۸	۰۷:۰۲:۳۲	
۲۰۱۳/۶/۴	۱۳۹۲/۳/۱۴	۰۷:۰۳:۴۸	
۲۰۱۴/۶/۲۳	۱۳۹۳/۴/۲	۰۷:۰۵:۳۲	
۲۰۱۵/۶/۱۰	۱۳۹۴/۳/۲۰	۰۷:۰۷:۴۱	

ب) در گام بعد تصحیحات اولیه بر روی تصاویر انجام و دمای سطح زمین[۱](LST) با استفاده از روش دفتر علوم لندست محاسبه شد. دمای روشنایی از طریق فرمول زیر محاسبه گردید(landsat.gsfc.nasa.gov, ۲۰۱۸):

$$T_B=\frac{K_2}{Ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda}+1\right)} \qquad (۳)$$

T_B دمای روشنایی، $L\lambda$ مقدار رادیانس طیفی، K_1 و K_2 مقادیر ثابت و به ترتیب برابر ۶۶۶.۰۹ و۱۲۸۲.۷۱ برای ماهواره لندست ۷ می‌باشد. دمای روشنایی محاسبه‌شده از این رابطه برای جسم سیاه می‌باشد. به همین دلیل مقدار گسیلمندی برای تبدیل دمای روشنایی به دمای جنبشی سطح ضروری است و دقت LST استخراج شده به این وضعیت بستگی دارد. بر این اساس فرمول زیر برای تصحیح گسیلمندی دمای سطح زمین بکار رفت.

$$T_S=\frac{T_B}{\left(1+\lambda T_{B/\rho}\right)Ln\varepsilon} \qquad (۴)$$

T_S دمای سطح زمین به کلوین؛ T_B دمای روشنایی؛ λ طول‌موج تابندگی ساطع‌شده(۱۱.۵ μ)؛ ρ برابراست با ۱.۴۳۸*۱۰^(-۲) (h×c/σ) (mk؛ h ثابت پلانک با مقدار۶.۶۲۶*۱۰^(-۳۴))(j.sec) ؛ C معادل سرعت نور یعنی ۲.۹۹۸*۱۰۸(m/s) ؛ σ ثابت بولتزمن با مقدار ۱.۳۸*۱۰^(-۲۳) (j/k) و ε گسیلمندی می‌باشد (Farina ۲۰۱۲, ۲۲). گسیلمندی(ε) از طریق رابطه ۵ محاسبه شد:

$$\varepsilon=\varepsilon_V P_V+\varepsilon_m(1-P_V)+d\varepsilon \qquad (۵)$$

ε برابر با گسیلمندی؛ ε_V گسیلمندی پوشش گیاهی(عددی که حدود ۰/۹۸ فرض می‌شود)؛ ε_m گسیلمندی مواد ساختمانی(حدود ۰/۹۲ فرض می‌شود)؛ P_V نسبت پوشش گیاهی است که از رابطه ۷ حاصل می‌شود؛ و dε کسر گسیلمندی که در اثر انعکاس داخلی / اثر حفره است و از رابطه ۸ به دست می‌آید. NVDI نیز شاخص تفاضل پوشش گیاهی است که با محاسبه ی NIR (باند مادون قرمز نزدیک) و RED(باند قرمز) حاصل می شود.

[۱] -Land Surface Temperature

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]

$$NDVI = (NIR - RED)/(NIR + RED) \quad (۶)$$

$$P_V = (NDVI - NDVI_{min})^۲/(NDVI_{max} - NDVI_{min})^۲ \quad (۷)$$

$$d_\varepsilon = (۱ - \varepsilon_m)\varepsilon_V F(۱ - P_V) \quad (۸)$$

ج) ارزیابی صحت داده‌های دمای سطح زمین، از طریق تصاویر ماهواره لندست حاصل شده با دمای حاصل از ایستگاه‌های هواشناسی موجود در منطقه بر اساس دیاگرام تیلور انجام شد و با میانگین ۰.۸ برای سنجنده ETM+ در ماه ژوئن، نشان داد که داده‌ها از دقت بالایی برخوردار هستند. نمودار تیلور(Taylor۲۰۰۱) روش خلاصه‌سازی ترسیمی است که به طور دقیق یک الگو(یا مجموعه‌ای از الگوها) را با مشاهدات تطبیق می‌دهد. مطابقت دو الگو به‌منظور همبستگی و وسعت تغییرات آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود(که توسط انحراف معیار ارائه می‌شود). این مدل‌ها در ارزیابی جنبه‌های متعدد مدل‌های پیچیده یا در سنجش کارآمدی بسیاری از مدل‌های مختلف مفید هستند(IPCC۲۰۰۱).

د) نقشه‌های بدست آمده از بخش قبل که به صورت رستر می باشد و شامل ۱۱۱۸۳۳ یاخته در سرتاسر منطقه بود، به نقطه تبدیل شد.

ه) به منظور بررسی فضایی یاخته‌های بدست آمده در هر نقشه که هر یک حاوی دمای سطحی زمین می‌باشد، از روش خودهمبستگی فضایی جهانی[۱] برای شناخت الگوی فضایی دما و از روش های خودهمبستگی فضایی محلی(تحلیل خوشه و ناخوشه[۲] و تحلیل لکه داغ[۳]) برای استخراج جزایر حرارتی استفاده شد.

و) در گام بعد نتایج حاصل از آنالیز انسلین موران محلی و لکه‌های داغ در قالب نقشه باهم مقایسه شد.

ز) تحلیل لکه‌های داغ در کل منطقه مورد مطالعه و نیز در هر ۷ زون انجام شد. به این صورت که مساحت لکه‌های داغ در طی ۱۵ سال بررسی گردید.

ح) از منطقه مورد مطالعه توسط سه باند ۳، ۴ و ۵ از تصویر سنجنده ETM+ لندست ۷، نقشه ترکیبی تهیه و سپس با معرفی نمونه تعلیمی با ۷ کلاس، شامل جنگل، مرتع، آب، فضای سبز(پارک و مناطق درختکاری شده)، زمین‌های کشاورزی، مناطق مصنوع و زمین‌های بایر، نقشه کاربری اراضی برای سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ تولید شد. نمونه های تعلیمی براساس نقشه کاربری اراضی است که در این کار مورد استفاده قرار گرفته است. سپس کاربری اراضی برای هر ۷ زون مورد بررسی قرار گرفت.

ط) در بخش آخر رابطه بین لکه‌های داغ در هر زون با نوع و تغییرات کاربری اراضی در آن‌ها طی ۱۵ سال مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا سال‌های ۲۰۰۱، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ به عنوان سال‌های منتخب برگزیده و سپس آزمون معنی‌داری کلموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن داده‌های دما اجرا شد. در انتخاب یک آزمون باید تصمیم بگیریم که آیا از آزمون‌های پارامتریک استفاده کنیم یا آزمون‌های ناپارامتریک. یکی از اصلی‌ترین ملاک‌ها برای این انتخاب انجام آزمون کولموگروف-اسمیرنوف است. سپس با توجه به کوچکتر بودن sig از ۰/۰۵، از آزمون نا پارامتریک کروسکال-والیس برای بررسی رابطه لکه‌های داغ و نوع کاربری اراضی استفاده و تحلیل‌های تکمیلی در این زمینه انجام شد. آزمون کروسکال والیس یک آزمون ناپارامتری است که برای مقایسه سه یا بیش از سه گروه مستقل که در سطح رتبه ای اندازه گیری می

[۱] - Spatial Autocorrelatio(Moran's I)
[۲] - Cluster and Outlier Analysis(Anselin Local Moran I)
[۳] - Hot Spot Analysis(Getis-Ord Gi*)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]

شوند، مورد استفاده قرار می گیرد. این آزمون در واقع معادل ناپارامتری آزمونF مستقل در روش تحلیل واریانس یکطرفه، می باشد(میرزایی، ۱۳۸۸)

شرح و تفسیر نتایج

- **تغییرات خودهمبستگی فضایی در تهران و شهرهای اقمار**

. مقدار شاخص موران برای تمام سال‌ها بیشتر از ۰/۶۹ است. بر اساس موران جهانی می‌توان گفت تغییرات دمای گرم‌ترین ماه سال در کلان‌شهر تهران از الگوی خوشه‌ای تبعیت می‌کند. اگر الگوی دمای سطحی در کلان‌شهر تهران نرمال بود باید مقدار شاخص موران ۰/۰۰۰۰۰۰۹- می‌شد.

جدول(۲): خروجی آماره خودهمبستگی فضایی(Moran's I)

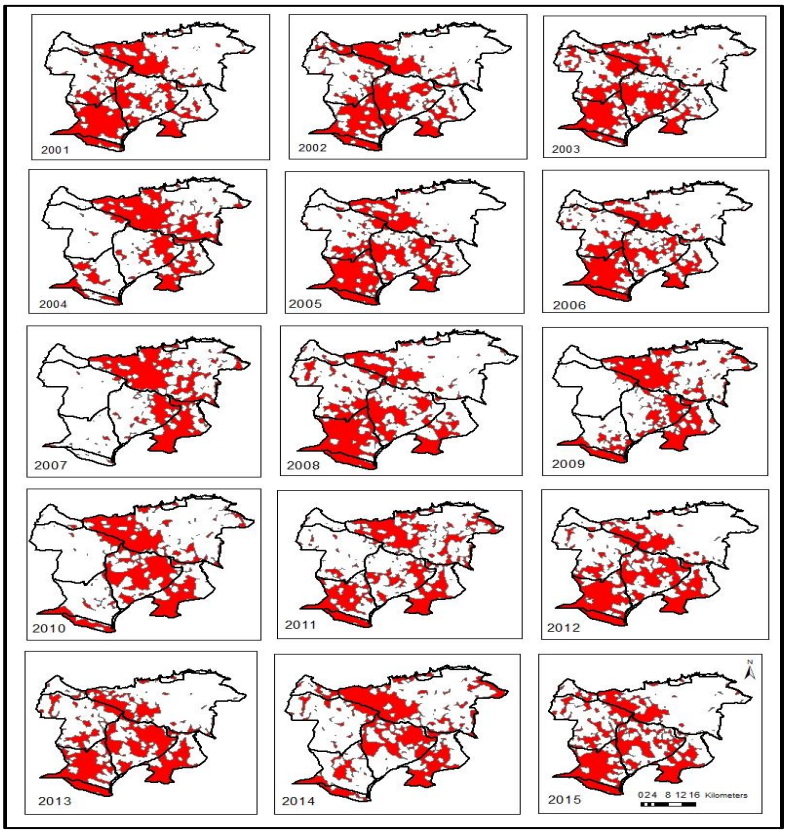
	Moran's Index:	Expected Index:	Variance:	z-score:	p-value:
۲۰۰۱	۰.۷۱۶۰۴۴۳	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۷۱۰.۵۴۱۶۱	۰
۲۰۰۲	۰.۷۰۵۳۸۷	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۶۹۹.۹۶۶۷۵	۰
۲۰۰۳	۰.۶۹۲۵۷	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۶۸۷.۲۴۹۷۱	۰
۲۰۰۴	۰.۷۳۵۷۰۴۵	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۷۳۰.۰۵۰۸۷	۰
۲۰۰۵	۰.۷۲۶۵۴۴۷	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۷۲۰.۹۶۰۶۸	۰
۲۰۰۶	۰.۷۰۹۶۹۵۲	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۷۰۴.۱۳۵۹۴	۰
۲۰۰۷	۰.۷۱۲۳۵۵۸	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۷۰۶.۸۸۲۰۸	۰
۲۰۰۸	۰.۷۲۵۸۳۸۵	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۷۲۰.۲۶۰۷۳	۰
۲۰۰۹	۰.۷۳۲۲۰۵۸	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۷۲۶.۵۷۹۱۲	۰
۲۰۱۰	۰.۷۱۲۵۲۶۵	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۷۰۷.۰۵۰۵۹	۰
۲۰۱۱	۰.۷۱۰۳۱۳۳	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۷۰۴.۸۵۴۱۱	۰
۲۰۱۲	۰.۷۳۰۶۵۵۳	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۷۲۵.۰۳۷۹۲	۰
۲۰۱۳	۰.۷۳۶۲۲۳۵	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۷۳۰.۵۷۹۲۱	۰
۲۰۱۴	۰.۷۲۳۰۵۹۵	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۷۱۷.۵۰۰۳۱	۰
۲۰۱۵	۰.۷۲۸۰۷۱	-۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۷۲۲.۴۷۳۴۶	۰

- **چگونگی توزیع فضایی جزایر حرارتی در منطقه مورد بررسی**

. همان‌گونه که در شکل (۲) مشاهده می‌شود، در سال‌های ۲۰۰۴، ۲۰۰۷، ۲۰۰۹، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۴ تجمع نقاط داغ به سمت شهر تهران بوده و در سایر سال‌های مورد بررسی این تجمع در شهرستان‌های همجوار تهران در غرب، جنوب و جنوبغربی بیشتر به چشم میخورد. در سال ۲۰۱۱ هم در شهر تهران و هم در شهرستان‌های اطراف آن نقاط داغ به صورت پراکنده گسترده شده است. درصد مساحت متأثر از الگوی HH موران محلی در جدول(۳) تنظیم‌شده و همان‌گونه که مشاهده می‌شود در سال ۲۰۰۷ کمترین و در سال ۲۰۱۵ بیشترین مساحت را در منطقه شامل شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]



شکل (۲): نقشه مقادیر HH برای منطقه مورد مطالعه، سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۰۱

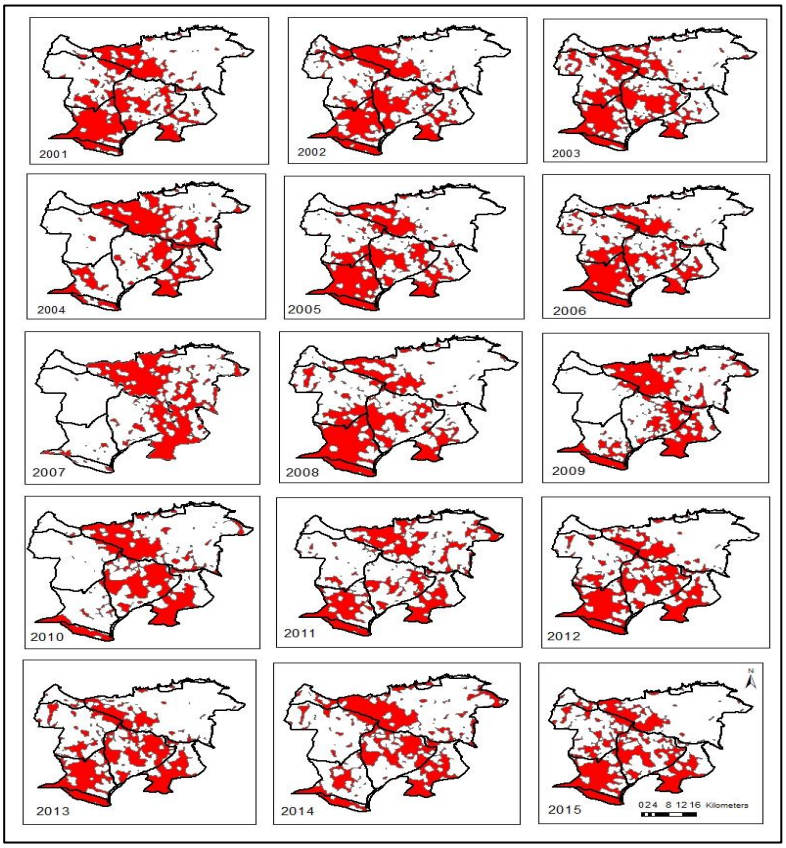
جدول (۳): درصد مساحت متأثر از الگوی HH انسلین موران محلی

۲۰۱۵	۲۰۱۴	۲۰۱۳	۲۰۱۲	۲۰۱۱	۲۰۱۰	۲۰۰۹	۲۰۰۸	۲۰۰۷	۲۰۰۶	۲۰۰۵	۲۰۰۴	۲۰۰۳	۲۰۰۲	۲۰۰۱
۲۴.۴۴	۲۰.۶۵	۲۴.۱۱	۲۴.۲۴	۱۹.۷۷	۲۰.۵۰	۱۹.۴۱	۲۲.۴۵	۱۷.۰۵	۲۲.۱۳	۲۲.۴۹	۱۹.۱۸	۲۱.۳۸	۲۲.۳۵	۲۱.۳۰

در شکل (۳) مقادیر z-score مثبت و بزرگ‌ترین مقادیر را شامل می‌شود که در آن خوشه‌بندی مقادیر بالا قوی تر است و به عنوان لکه داغ شناخته می‌شوند. این لکه‌های داغ در سطح معنی‌داری ۹۹ درصد می‌باشند. با مقایسه اشکال شماره (۲) و (۳) می‌توان انطباق نقاط HH و لکه داغ را به خوبی دریافت. در اینجا نیز تجمع بیشتر نقاط به ترتیب در مناطق جنوب غربی، جنوب منطقه، در غرب شهر تهران و سپس غرب منطقه دیده می‌شود. بر اساس جدول(۴) بیشترین مساحت لکه‌های داغ در سال ۲۰۱۳ و کمترین آن در سال ۲۰۰۷ رخ داده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]



شکل (۳): نقشه لکه‌های داغ برای منطقه مورد مطالعه، سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۰۱

جدول (۴): درصد مساحت متأثر از الگوی لکه‌های داغ

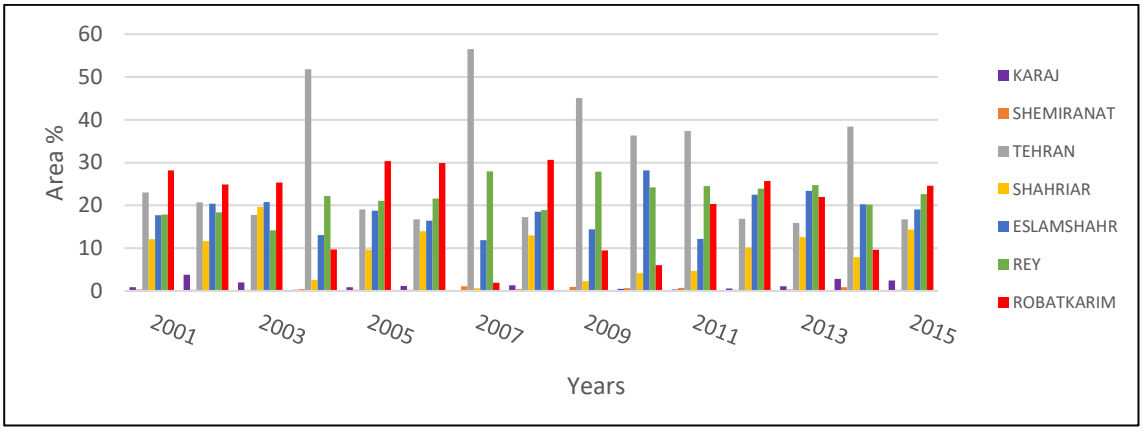
۲۰۰۱	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵
۲۴.۸۴	۲۶.۰۹	۲۵.۴۶	۲۳.۱۱	۲۵.۷۸	۲۵.۴۴	۲۰.۲۳	۲۵.۳۲	۲۲.۴۸	۲۳.۱۰	۲۳.۱۲	۲۶.۹۱	۲۶.۹۵	۲۴.۰۰	۲۶.۸۰

- **تحلیل لکه‌های داغ بر روی کل منطقه و نیز بر روی ۷ زون**

بر اساس شکل(۴) در سال ۲۰۰۷ تهران بیشترین تعداد لکه داغ را داشته که در بین تمام شهرستان‌ها و تمام ادوار بی‌سابقه بوده است. پس از آن سال ۲۰۰۴ قرار دارد. تقریباً در تمام سال‌ها یاخته‌های دمای حداکثر در شهرستان رباط‌کریم مساحت زیادی را به خود اختصاص داده و تنها در سال ۲۰۰۷ کمترین مقدار را داشته است.شهرستان‌های ری و اسلامشهر از حیث مساحت لکه‌های داغ در رتبه‌های بعدی قرارگرفته‌اند. شهرستان‌های کرج (که بخشی از آن در منطقه مورد بررسی آورده شده) و شمیرانات، به دلیل کوچکی وسعت، مساحت کمتری را به خود اختصاص داده‌اند. روند کاهشی مساحت لکه‌های داغ در کلان‌شهر تهران، شهرستان‌های کرج، شهریار و رباط‌کریم و روند افزایشی در شهرستان‌های اسلامشهر و شمیرانات معنی‌دار نمی‌باشد. تنها در شهرستان ری این افزایش در طی دوره آماری معنی‌دار است ($R^{۲} = ۰.۲۵۸؛ sig = ۰.۰۵$).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]



شکل(۴): مساحت لکه‌های داغ کلان‌شهر تهران و شش شهرستان اقمار، سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۰۱

شکل (۵) درصد مساحت هر کلاس کاربری اراضی نشان می دهد. در شهرستان کرج، مناطق مصنوع و سپس زمین‌های بایر بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند. در شهرستان اسلامشهر زمین‌های بایر، مناطق مصنوع و زمین‌های کشاورزی بیشترین مساحت شهرستان را شامل می‌شوند. نکته قابل تأمل افزایش چشمگیر زمین‌های بایر(*sig=0*) و کاهش شدید پهنه‌های آبی(*sig= 0.018*) در این شهرستان است. در شهرستان رباط‌کریم زمین‌های بایر و سپس مناطق مصنوع بیشترین مساحت را دارا هستند. در این شهرستان مساحت زمین‌های کشاورزی روبه افزایش و وسعت مناطق آبی(*sig=0.015*) رو به کاهش است. این مکان کمترین مساحت فضای سبز را در بین ۷ زون دارد. در شهرستان ری نیز زمین‌های بایر و مناطق مصنوع بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند. زمین‌های کشاورزی که در سال ۲۰۰۵ به وسعت خوبی رسیده بود مجددا در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ رو به کاهش نهاده است. کاهش منابع آبی در این شهرستان به وضوح دیده می‌شود(*sig=0.012*). زمین‌های بایر در شهرستان ری به طور معنی‌دار (*sig= 0*)رو به افزایش است. در شهرستان شمیرانات بخش‌های جنگل(*sig=0.007*) و فضای سبز رشد چشمگیری داشته اند، ولی منابع آبی در این شهرستان کاهشی باورنکردنی داشته(*sig=0.016*) و درحالی‌که در سال ۲۰۰۱ حدود ۲۸ درصد از کل وسعت شهرستان را به خود اختصاص داده بود در سال ۲۰۱۵ این رقم به ۰/۱۴ رسیده است. در شهرستان شهریار زمین‌های بایر، مناطق مصنوع و بخش کشاورزی بیشترین مساحت را در اختیار دارند. در این شهرستان نیز وسعت منابع آبی کاهشی چشمگیر داشته است(*sig=0.023*). در شهرستان تهران، مناطق مصنوع، مرتع و سپس جنگل بیشترین سهم را در مساحت دارند. با وجود احداث پهنه‌های آبی مصنوعی طی سال‌های اخیر، مجموع این منابع در شهرستان تهران به شدت رو به کاهش است(*sig=0.012*).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]

شکل (۵): مساحت ۷ کلاس کاربری اراضی در کلان‌شهر تهران و اقمار، سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۰۱

- **ارتباط لکه‌های داغ و کاربری اراضی در هر زون**

پس از انتخاب سال‌های ۲۰۰۱، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ به عنوان نمونه ، بر اساس آزمون کلموگروف اسمیرنوف داده‌های دمای سطحی منطقه با توجه به کوچکتر بودن sig از ۰/۰۵، معنی‌دار شناخته شد($sig= 0$) و نشان داد که داده ها نرمال نیستند و به همین دلیل از آزمون ناپارامتریک کروسکال والیس تفاوت دما را در انواع مختلف پوشش زمین بررسی و تأیید شد($df=6$ ،$sig=0.001$). با ترسیم نمودار دمای هر نوع کاربری اراضی در منطقه(شکل ۶)، مشخص شد که مناطق

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]

مصنوع، مرتع، زمین‌های بایر، جنگل، پهنه‌های آبی، کشاورزی و فضای سبز در ماه ژوئن به ترتیب از بیشترین به کمترین دما را در منطقه دارند. این نتیجه تا حد زیادی با نتیجه ای که Bokaei و همکاران(۲۰۱۹) در تحقیق خود بدست آورده اند منطبق می باشد، به طوری که در بررسی ایشان درکلانشهر تهران و در فصل تابستان، دمای سطحی از بیشترین به کمترین به ترتیب شامل زمینهای بایر، مناطق مصنوع، پوشش جنگلی، پهنه های آبی و فضای سبز می باشد. از طرف دیگر از نظر مساحت جزیره حرارتی از بیشترین به کمترین مقدار، به ترتیب رباط‌کریم، ری، اسلامشهر، تهران، شهریار، کرج و شمیرانات قرار دارند. با توجه به نقشه‌های کاربری اراضی که در بخش قبل ارائه شد، شهرستان رباط‌کریم به دلیل وسعت زیاد مناطق بایر و مصنوع و وسعت بسیار کم پهنه‌های آبی، فضای سبز و پوشش جنگلی، بیشترین تعداد لکه داغ را در گرم‌ترین ماه به خود اختصاص داده است. شهرستان شهریار هرچند نسبت به شهرستان‌های ری و اسلامشهر از پهنه‌های آبی کمتری برخوردار است اما وسعت بیشتر فضای سبز و زمین‌های کشاورزی باعث کاهش دما در این شهرستان شده است(زمین‌های کشاورزی بعد از بخش بایر بیشترین درصد مساحت شهریار را به خود اختصاص داده است). آن چنانکه به گفته گیونی (Givoni, ۱۹۹۹) تعداد کوچک‌تر پارک ها و فضاهای سبز که در تمام نقاط شهر پراکنده باشند، نسبت به اینکه چند پارک محدود اما بزرگ در یک شهر وجود داشته باشند، در اقلیم شهری تأثیر بزرگ‌تری را ایجاد خواهند نمود. تهران علیرغم بیشترین مساحت مناطق مصنوع اما با داشتن بیشترین مساحت مناطق جنگلی، فضای سبز، پهنه‌های آبی به خصوص در مناطق شرق و شمال و مرکز شهر تعداد لکه‌های داغ کمتری را در خود دارد و آن تعداد لکه‌های داغی که تهران را در رتبه ۴ قرار داده بیشتر در بخش‌های غرب و جنوب تهران قرار دارد که محل قرارگیری کارخانه جات و فرودگاه‌ها و مناطق بایر می‌باشد. بخشی از شهرستان کرج که در محدوده مورد بررسی قرارگرفته، از پوشش جنگلی مناسب، فضای سبز و زمین‌های کشاورزی برخوردار است و این امر علیرغم وسعت زیاد زمین‌های بایر موجب کاهش دمای سطحی در این شهرستان شده است. در شهرستان شمیرانات با وجود وسعت کم این شهرستان، اما پوشش جنگلی، فضای سبز و زمین‌های کشاورزی همراه با کمترین مساحت در بخش بایر موجب شده تا این شهرستان از کمترین تعداد لکه داغ برخوردار باشد. همان طور که در بخش‌های قبل اشاره شد کلان‌شهر تهران به ویژه بخش‌های مرکزی، شمالی و شرقی آن که کمترین تعداد لکه داغ را داشتند در بعضی سال‌های معدود بیشترین تعداد را به خود دیده‌اند. با بررسی نقشه‌های کاربری اراضی سال ۲۰۰۷ در تمام شهرستان‌ها، از نظر وسعت مناطق جنگلی، فضای سبز، پهنه‌های آبی یا مناطق مصنوع و بایر تغییر چشمگیری که منجر به افزایش لکه‌های داغ در تهران و شمیرانات و کاهش آن در سایر نقاط شده باشد، در منطقه مشاهده نشد.

شهرستان ری که در رتبه اول بیشترین سطح لکه‌های داغ در منطقه قرار دارد، با روند افزایش آن روبروست که این امر می‌تواند به دلیل وسعت زمین‌های بایر در این شهرستان، همراه با روند افزایشی این نوع پوشش سطحی، کاهش زمین‌های کشاورزی و نیز کاهش معنی‌دار پهنه‌های آبی باشد که به سطوحی که آلبدو زیادی دارند می‌افزاید. روند (غیر معنی‌دار) افزایش سطوح لکه‌های داغ در اسلامشهر و شمیرانات را می‌توان به کاهش پهنه‌های آبی و کاهش زمین‌های کشاورزی نسبت داد. در شهرستان‌های رباط‌کریم، شهریار و کرج کاهش (غیر معنی‌دار) مساحت لکه‌های داغ وجود دارد که علیرغم کاهش پهنه‌های آبی در هر سه شهرستان، می‌توان آنرا به افزایش سطوح جنگلی و فضای سبز در کرج، و افزایش سطوح جنگلی و زمین‌های کشاورزی در رباط‌کریم و شهریار نسبت داد. کاهش (غیر معنی‌دار) مساحت لکه‌های داغ در تهران با وجود کاهش معنی‌دار پهنه‌های آبی و افزایش معنی‌دار مناطق مصنوع و بایر در این شهرستان، با افزایش

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]

سطوح جنگلی، فضای سبز و زمین‌های کشاورزی همراه شده که تأثیر سوء مناطق مصنوع و بایر بر افزایش دما را از بین برده است.

شکل (۶): متوسط دمای هرنوع کاربری اراضی در تهران و اقمار در ماه ژوئن، سالهای ۲۰۰۱، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵

نتیجه‌گیری

تحلیل فضایی دمای سطحی منطقه نشان داد یاخته‌ها از الگوی خوشه‌ای تبعیت می‌کنند و روند آن‌ها به سمت خوشه‌ای تر شدن است. هر نوع پوشش زمین و کاربری اراضی خصوصیات ویژه‌ای در مکان ایجاد می‌کند که با میکروکلیمای خاص خود می‌تواند دمای یک نقطه را افزایش یا کاهش دهد. کلان‌شهر تهران با وجود داشتن بیشترین مساحت مناطق مصنوع، اما در مقایسه با شهرستان‌های ری، رباط‌کریم و اسلامشهر از جزایر حرارتی محدودتر و تعداد لکه‌های داغ کمتری

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]

برخوردار است که این امر به دلیل وسعت زیاد زمین‌های بایر و مصنوع در سه شهرستان می‌باشد. در شهرستان‌هایی که روند کاهشی سطوح لکه داغ مشاهده شد، می‌توان دریافت که علیرغم کاهش پهنه‌های آبی و حتی زمین‌های بایر در آن‌ها، اما به دلیل تأثیر زیاد فضای سبز و یا زمین‌های کشاورزی از وسعت جزایر حرارتی طی دوره آماری کاسته شده و برعکس، کاهش فضای سبز و زمین‌های کشاورزی در مکان‌هایی که حتی مناطق جنگلی آن‌ها رشد داشته، موجب افزایش سطوح جزایر حرارتی شده است. این امر نشان می‌دهد پراکندگی و وسعت سطوح سرسبز در مقایسه با ایجاد سطوح جنگلی و درختکاری شده به صورت محدود در یک مکان، نقش مؤثرتری در کاهش جزیره حرارتی دارد. از این رو در تهران علیرغم رشد چشمگیر مناطق مصنوع، به دلیل رشد فزاینده فضای سبز، نسبت به شهرستان‌های ری، رباط‌کریم و اسلامشهر که دقیقاً در حومه آن قرار دارند کاهش سطوح جزایر حرارتی را برای آن به دنبال داشته است. بنابراین با توجه به نوع کاربری اراضی این امکان وجود دارد که وسعت جزیره حرارتی یک کلان‌شهر از نقاط پیرامون خود کمتر باشد. برخلاف صادقی نیا و همکاران (۱۳۹۲) که عقیده داشتند در سری زمانی مساحت دماهای بسیار بالا در تهران افزایش‌یافته، ولی نتایج این تحقیق نشان داد کاهش لکه‌های داغ(هرچند غیر معنی‌دار) در کلان‌شهر تهران رخ داده است. همچنین به عقیده سودودی و همکاران(Sodoudi et al., ۲۰۱٤) که تحلیل جزیره حرارتی تهران و حومه را با سه ایستگاه هواشناسی انجام دادند، نتیجه گرفتند کلان‌شهر تهران نسبت به شهرهای اطراف خود گرم‌تر است، اما نتایج تحقیق حاضر نشان داد تهران را نسبت به شهرهای اطراف سردتر است. که با نتایج تحقیقاتی همچون کومار و همکاران(Kumar et al., ۲۰۱۷) ، میرزایی(Mirzaei, ۲۰۱۵) ، شستری و همکاران (Shastri et al., ۲۰۱۷) که معتقدند شرایط فصلی و زمانی، نوع پوشش زمین و پدیده‌های اقلیمی می‌توانند در ایجاد کاهش جزیره حرارتی مؤثر باشد و این امر سبب می‌گردد شهرهای بزرگ نسبت به محیط اطراف خود سردتر شوند، نتایج مشترکی در بر دارد. با آگاهی از این موضوع که جزیره حرارتی برای سلامت گروههای آسیب پذیر می تواند خطرآفرین باشد و نیز در ماه‌های گرم، مصرف انرژی در نتیجه ی استفاده از وسایل سرمایشی افزایش خواهد یافت، با مشخص بودن لکه‌های داغ در کلان‌شهر تهران و شهرستان‌های اقمار، می توان انتظار داشت که در آن مناطق، تدابیری در جهت کاهش دمای سطحی اندیشیده و از مصرف زیاد انرژی و بروز مشکلات برای شهروندان جلوگیری شود. بنظر می رسد افزایش سطوح پوشش گیاهی، گزینه مناسبی برای این امر باشد، آنچنانکه تا ۲۵ درجه سانتیگراد موجب کاهش دمای محیط می‌گردد (U.S. Environmental Protection Agency, ۲۰۰۸; Akbari et al., ۱۹۹۷; Sandifer & Givoni, ۲۰۰۲; Scott et al., ۱۹۹۹).

منابع

اصغری سراسکانرود، صیاد؛ هادی امامی. ۱۳۹۷. پایش دمای سطح زمین و بررسی رابط کاربری اراضی با دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر OLI و+ETM (مطالعهٔ موردی: شهرستان اردبیل). *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، **۱۹** (۵۳): صص. ۱۹۵-۲۱۵.

پوردیهیمی، شهرام؛ محمد تحصیل دوست و پویا عامری. ۱۳۹۸. تأثیر پوشش گیاهی بر کاهش شدت جزایر حرارتی شهری: نمونه موردی کلانشهر تهران. *نشریه علمی(فصلنامه) پژوهشهای سیاستگذاری و برنامه ریزی انرژی*، **۵**(۱۶): صص. ۱۲۲-۹۷.

خسروی، یونس؛ محمدعلی حیدری، آزاده توکلی و عباسعلی زمانی. ۱۳۹۶. تحلیل رابطهٔ تغییرات زمانی دمای سطح زمین و الگوی فضایی تغییرات کاربری اراضی (مطالعهٔ موردی: شهر زنجان). مدرس علوم انسانی (برنامه‌ریزی و آمایش سرزمین)، **۲۱** (۳): صص. ۱۱۹-۱۴۴.

صادقی‌نیا, علیرضا؛ بهلول علیجانی و پرویز ضیائیان. ۱۳۹۱. تحلیل فضایی - زمانی جزیره حرارتی کلان شهر تهران با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، **۴** (۱): صص. ۱۸-۱.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]

میرزایی، خلیل. ۱۳۸۸. *پژوهش، پژوهشگری و پژوهشنامه نویسی*. انتشارات جامعه شناسان، تهران.

Akbari, H.; D.M. Kurn; S.E. Bretz and J.W. Hanford. ۱۹۹۷. Peak power and cooling energy savings of shade tres. *Energy and buildings*, **۲۵**: ۱۳۹-۱٤۸.

Alavipanah, S.; J. Schreyer; D. Haase; T. Lakes and S. Qureshi. ۲۰۱۸. The effect of multi-dimensional indicators on urban thermal conditions. *Journal of Cleaner Production*, ۱۷۷: ۱۱۵-۱۲۳.

Azmoodeh, M.; Z. Zamani and A.B. Daemei. ۲۰۱۸. Experimental and simulation studies on the vertical greenery system (VGS) and temperature mitigation in urban spaces. *Journal of Building Engineering*, **۲۰**: ۲۷۷-۲۸٤.

Bokaei, M.; A. Shamsipour; P. Khatibi and A. Hosseini. ۲۰۱۹. Seasonal monitoring of urban heat island using multi-temporal Landsat and MODIS images in Tehran. *INTERNATIONAL JOURNAL OF URBAN SCIENCES*, **۲۳**: ۲٦۹–۲۸۵.

Estoque, R. C.; Y. Murayama, and S. W. Myint. ۲۰۱۷. Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: An urban heat island study in the megacities of Southeast Asia. *Science of The Total Environment*, **۵۷۷**: ۳٤۹-۳۵۹.

Feidas, H.: T. Makrogiannis and E. Bora-Senta. ۲۰۰٤. Trend analysis of air temperature time series in Greece and their relationship with circulation using surface and satellite data: ۱۹۵۵-۲۰۰۱. *Theoretical and Applied Climatology*, **۷۹**: ۱۸۵–۲۰۸.

Fu, P. and Q. Weng. ۲۰۱۸. Responses of urban heat island in Atlanta to different land-use scenarios. *Theoretical and Applied Climatology*, **۱۳۳**: ۱۲۳-۱۳۵.

Givoni, B. ۱۹۹۱. Impact of planted areas on urban environmental quality: A review. *Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere*, **۲۵**: ۲۸۹-۲۹۹.

Grimmond, S. U. E. ۲۰۰۷. Urbanization and global environmental change: local effects of urban warming. *The Geographical Journal*, **۱۷۳**: ۸۳-۸۸.

Holm, D. ۱۹۸۹. Thermal improvement by means of leaf cover on external walls — A simulation model. *Energy and Buildings*, **۱٤**: ۱۹-۳۰.

Hoyano, A. ۱۹۸۸. Climatological uses of plants for solar control and the effects on the thermal environment of a building. *Energy and Buildings*, **۱۱**: ۱۸۱-۱۹۹.

Huang, J.; R. G. Pontius; Q. LI and Y. Zhang. ۲۰۱۲. Use of intensity analysis to link patterns with processes of land change from ۱۹۸٦ to ۲۰۰۷ in a coastal watershed of southeast China. *Applied Geography*, **۳٤**: ۳۷۱-۳۸٤.

Huang, L.; J. LI; D. Zhao, and J. Zhu. ۲۰۰۸. A fieldwork study on the diurnal changes of urban microclimate in four types of ground cover and urban heat island of Nanjing, China. *Elsevier Science*, **٤۳**: ۷-۱۷.

Jacqueminet, C.; S. Kermadi; K. Michel; D. Béal; M. Gagnage; F. Branger; S. Jankowfsky and I. Braud. Land cover mapping using aerial and VHR satellite images for distributed hydrological modelling of periurban catchments: Application to the Yzeron catchment (Lyon, France). *Journal of Hydrology*, **٤۸۵**: ٦۸-۸۳.

Kershaw, T. ۲۰۱۷. Climate Change Resilience in the Urban Environment, *IOP Publishing*, ISBN: ۹۷۸-۰-۷۵۰۳-۱۱۹۷-۷. **DOI** ۱۰,۱۰۸۸/۹۷۸-۰-۷۵۰۳-۱۱۹۷-۷.

Kjelgren, R. and T. Montague. ۱۹۹۸. Urban tree transpiration over turf and asphalt surfaces. *Atmospheric Environment*, **۳۲**: ۳۵-٤۱.

Konopacki, S. and H. Akbari. ۲۰۰۲. Energy savings for heat-island reduction strategies in Chicago and Houston (including updates for Baton Rouge, Sacramento, and Salt Lake City); FINAL. United States.

Kumar, R.; V. Mishra; J. Buzan; R. Kumar; D. Shindell and M. Huber. ۲۰۱۷. Dominant control of agriculture and irrigation on urban heat island in India. *Scientific Reports*, ۷: ۱-۱۰.

Meineke, E.; R. Dunn and S. D Frank. ۲۰۱٤. Early pest development and loss of biological control are associated with urban warming.*Biol. lett*, ۱۰: ۱-٤.

Mirzaei, P.A. ۲۰۱۵. Recent challenges in modeling of urban heat island. *Sustainable Cities and Society*, **۱۹**: ۲۰۰-۲۰٦.

Myint, S. W.; E. A. Wentz; A. J. Brazel and D. A. Quattrochi. ۲۰۱۳. The impact of distinct anthropogenic and vegetation features on urban warming. *Landscape Ecology*, **۲۸**: ۹۵۹-۹۷۸.

Nichol, J. E. and P. H. To. ۲۰۱۲. Temporal characteristics of thermal satellite images for urban heat stress and heat island mapping. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, ۷٤: ۱۵۳-۱٦۲.

Odunuga, S. and G. Badru. ۲۰۱۵. Landcover change, land surface temperature, surface albedo and topography in the Plateau Region of North-Central Nigeria. *Land*, ٤: ۳۰۰-۳۲٤.

Oke, T. R. ۱۹۸۲. The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, ۱۰۸: ۱-۲٤.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]

Rao, P.K. ۱۹۷۲. Remote sensing of urban “heat islands” from an environmental satellite. *Bull. Am.Meteorol. Soc*, **۵۳**: ٦٤٧–٦٤٨.

Sandifer, S. and B. Givoni. ۲۰۰۲. Thermal effects of vines on wall temperatures-Comparing laboratory and field collected data. *In: PROCEEDINGS OF THE SOLAR CONFERENCE, AMERICAN SOLAR ENERGY SOCIETY; AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS*, ٥٩٧-٦٠٤.

Schmid, H.۱۹۹۷. Experimental design for flux measurements: matching scales of observations and fluxes. *Agricultural and Forest Meteorology*, ۸۷: ۱۷۹-۲۰۰.

Scott, K.I.; J.R. Simpson and E.G. McPherson. ۱۹۹۹. Effects of tree cover on parking lot microclimate and vehicle emissions. *Journal of Arboriculture*, **۲۵**: ۱۲۹-۱٤۲.

Shastri, H.; B. Barik; S. Ghosh; C. Venkataraman and P. Sadavarte. ۲۰۱۷. Flip flop of Day-night and Summer-Winter Surface Urban Heat Island Intensity in India. *Scientific Reports*, ۷: ۱-۸.

Sodoudi, S.; P. Kloss; K. Vollack; U. Cubasch and A. Che-Ani. ۲۰۱٤. Mitigating the Urban Heat Island Effect in Megacity Tehran. *Advances in Meteorology*, **۲۰**: ۱-۱۹.

Sokal, R.R and N.L. Oden. ۱۹۷۸. Spatial autocorrelation in biology: ۱. Methodology, *Biological Journal of the Linnean Society*," ۱۰: ۱۹۹-۲۲۸.

Stewart, I. D. ۲۰۱۱. A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literatura. *International Journal of Climatology*, **۳۱**: ۲۰۰-۲۱۷.

Tomlinson, C.; L. Chapman; J. Thornes and C. Baker. ۲۰۱۱. Derivation of Birmingham's summer surface urban heat island from MODIS satellite images. *International Journal of Climatology*, **۳۲**: ۲۱٤-۲۲٤.

Tran, D. X.; F. Pla; P. LATORRE-CARMONA; S. W. MYINT; M. CAETANO and H. V. KIEU. ۲۰۱۷. Characterizing the relationship between land use land cover change and land surface temperature. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, **۱۲٤**: ۱۱۹-۱۳۲.

U.S. Environmental Protection Agency. ۲۰۰۸. Reducing urban heat islands: Compendium of strategies. *Urban heat island Draft*, ۱-۳۲.

Ver Hoef, J.M.; E.E. Peterson; M.B. Hooten; E.M. Hanks and M.-J. Fortin. ۲۰۱۸. Spatial autoregressive models for statistical inference from ecological data. *Ecological Monographs*, ۸۸: ۳٦-٥۹.

Wienert U. and W. Kuttler. ۲۰۱۲. The dependence of the urban heat island intensity on latitude–a statistical approach. *Meteorologische Zeitschrift*, **۱٤**: ٦۷۷-٦۸٦.

Yang, X.; L. Yao; T. Jin; L.L.H. Peng; Z. Jiang; Z. Hu and Y. Ye. ۲۰۱۸. Assessing the thermal behavior of different local climate zones in the Nanjing metropolis, China. *Building and Environment*, **۱۳۷**: ۱۷۱-۱۸٤.

https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-۷-science-data-users-handbook. Accessed ۱٦ October ۲۰۱۸.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.119]