

بررسی رابطه کاربری و پوشش اراضی و جزایر حرارتی شهر تهران

دکتر فرزانه ساسان‌پور^۱، دکتر پرویز ضیائی‌ان^۲ و مریم بهادری^۳

چکیده

در عصر حاضر گرم شدن کره زمین تبدیل به یک مسئله جهانی شده است. در مناطق شهری، بسته به پوشش زمین و بدلیل تغییرات کاربری‌ها مناطقی با درجه حرارت بیشتر از سایر نواحی به وجود می‌آید، که این پدیده را جزیره حرارتی شهرها می‌نامند. مطالعات نشان می‌دهد که افزایش دما بر اثر گسترش جزایر حرارتی در تهران بیشتر از شهرهای دیگر کشور است. در این تحقیق ابتدا با اعمال تصحیحات موردنیاز، تصویر آماده شده و سپس نقشه کاربری و پوشش اراضی با روش حداکثر احتمال همانندی و همچنین نقشه حرارتی با بکارگیری الگوریتم تک پنجره بر روی باند حرارتی تصویر ماهواره‌ای سنجنده ETM+ تهیه شد. همچنین دمای کمینه، بیشینه و میانگین دما برای مناطق ۲۲ گانه تهران بدست آمد. پس از محاسبه شاخصهای NDVI، NDWI، NDBI، NDBAI، UTFVI و مقایسه نقشه حرارتی و نقشه کاربری و پوشش اراضی، مناطق مختلف تهران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که ارتباط مستقیم میان وجود جزایر حرارتی و ساخت و ساز بیشتر و مناطق بایر گسترده‌تر و رابطه معکوس میان NDVI و پوشش گیاهی با دما و جزایر حرارتی وجود دارد.

کلیدواژگان: الگوریتم تک پنجره؛ نقشه کاربری و پوشش اراضی؛ جزایر حرارتی؛ LST

۱. استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی تهران

۲. دانشیار و مدیر گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران

۳. کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی تهران

مقدمه

در دهه‌های اخیر کاربری و پوشش اراضی در کلان شهرها تفاوت بسیاری نسبت به حومه‌های آن‌ها پیدا کرده است. این تفاوت‌ها سبب گردیده متوسط درجه حرارت در شهر چند درجه بیشتر از حومه آن باشد که این پدیده به نام جزایر حرارتی شهرها شناخته می‌شود. با توجه به اثر نامطلوب گرمای مزبور خصوصاً برای شهرهای با اقلیم‌های گرم، مطالعه و بررسی این پدیده ضروری بنظر می‌رسد.

تصاویر سنجش از دور به دلیل پوشش وسیع و به‌هنگام بودن و همچنین دقت بالا ابزار مناسبی برای تهیه نقشه‌های حرارتی سطح هستند. عدم دسترسی به داده‌های مکانی از یک طرف و تنوع زیاد کاربری و پوشش اراضی در محیط‌های شهری از طرف دیگر امکان استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور را در برآورد و تعیین دمای سطح زمین بیش از پیش مطرح می‌سازد.

جزایر حرارتی شهری مدت زیادی است که هدف مطالعاتی سایت‌های ویژه تحقیقاتی است. هاورد^۱ اولین فعالیت خود را تحت‌عنوان اقلیم لندن بر پایه مشاهدات هواشناسی در سال ۱۸۱۳ منتشر کرد. پس از او، حدود ۳۰ سال بعد، چندلرز^۲ مطالعاتی را تحت‌عنوان اقلیم لندن منتشر کرد اما مطالعه جزایر حرارتی شهری به وسیله داده‌های سنجش از دور ابتدا با استفاده از داده‌های ماهواره NOAA انجام شد. راثو^۳ (1972) مناطق شهری را از طریق تجزیه و تحلیل تصاویر مادون قرمز حرارتی شناسایی کرد. ژانگ چائو^۴، چو شوژن^۵ در سال ۱۹۸۲ به مطالعه تأثیرات جزایر حرارتی شهر شانگهای پرداختند. سپس بیان‌های^۶ و سان ییمین^۷ در سال ۱۹۸۸، تأثیرات جزایر حرارتی شهری در تیانجین^۸ را بررسی کردند. روث^۹ و همکارانش (۱۹۸۹)، با استفاده از داده‌های AVHRR، نشان دادند که جزایر حرارتی شهری به نوع کاربری زمین

-
1. Howard
 2. chandlers
 3. Rao
 4. Zhang Chao
 5. Chou Shuzhen
 6. Bian Hai
 7. Sun Yimin
 8. Tianjin
 9. Roth

وابسته است. گالو^۱ و همکارانش (۱۹۹۳) نیز بیان نمودند که شاخص‌های گیاهی، رابطه خطی با تفاوت دمای شهر و روستا دارد.

اکبری در سال ۲۰۰۰ نشان داد که کاربریهای متفاوت دارای میانگین حرارتی متفاوت هستند. در تحقیقات شیائو^۲ و همکارانش (۲۰۰۵)، نیز نشان داده شد که شدت جزایر حرارتی در مناطق با سرعت شهرنشینی بالا بسیار بیشتر از سایر مناطق بوده است. در سال ۲۰۰۶، کرین^۳ و شیان^۴ به بررسی ارتباط میان داده‌های مادون قرمز حرارتی با پوشش سطوح نفوذناپذیر پرداختند. یک سال بعد ونگ^۵ و همکاران بیان کردند که میزان دما رابطه مثبت با سطوح نفوذناپذیر و رابطه منفی با پوشش گیاهی دارد.

امیری و همکاران در سال ۲۰۰۷ به بررسی تغییرپذیری فضایی زمانی حرارت در زمینه کاربری اراضی شهر تبریز پرداختند و نتیجه گرفتند که کاربری مسکونی گرم‌ترین کلاس کاربری در سال ۱۹۹۸ بوده است در حالی که در سالهای ۲۰۰۱ و ۱۹۸۹ زمین‌های بایر گرم‌ترین کلاس کاربری بوده‌اند.

نظریان و دیگران (۱۳۸۶)، با استفاده از روشی جدید که مبتنی بر داده‌های اپتیکی و حرارتی سنجش از دور بود، نقشه درجه حرارت سطح شهر تهران و توزیع آلاینده CO را بر روی این شهر تهیه کردند و شرایط مورفولوژیکی موثر در کیفیت هوای شهر را مطالعه نمودند. آخوندزاده و سراجیان (۱۳۸۶)، نشان دادند که تصاویر چند طیفی ASTER نیز می‌توانند به‌عنوان ابزار مفیدی جهت نمایش تجزیه و تحلیل منابع و اثرات انرژی در محیط‌های شهری در ایران به کار روند. شکیا و همکاران (۱۳۸۸) نیز بیان نمودند که سطوح نفوذناپذیر از طریق جذب و ذخیره انرژی خورشیدی اثر گرمایش دارند، در حالی که پوشش گیاهی از طریق ایجاد توازن گرمایی به وسیله تبخیر و تعرق و تولید سایه دارای اثر خنک‌کننده‌اند. لین لیو^۶ و یوانژی ژانگ^۷ (۲۰۱۱)، تحلیل کردند که همبستگی منفی میان LST^۸ و NDVI^۹ و همبستگی مثبت بین LST و

1. Gallo
2. Xiao
3. Crane
4. Xian
5. Weng
6. Lin Liu
7. Yuanzhi Zhang
8. Land Surface Temperature
9. normalized difference vegetation index

NDBI^۱ وجود دارد.

ملک پور و طالعی (۱۳۸۹) مشاهده نمودند که وابستگی شدید بین درجه حرارت سطح و مقادیر NDVI برای کلاسهای مناطق ساختمانی کم تراکم، پوشش گیاهی تنک و زمین کشاورزی کشت شده وجود دارد.

در سال ۱۳۸۹، رضانی و دخت محمد، برای شهر رشت تحقیق کردند که اختلاف دمایی معادل ۵ تا ۶.۴ درجه سانتی‌گراد بین مرکز جزیره گرمایی با نواحی اطراف در شرایط حداقل دمایی و اختلاف دمایی معادل ۳ الی ۵.۶ سانتی‌گراد در شرایط دمایی بیشینه به وجود می‌آید. همچنین رنگزن و دیگران (۱۳۸۹) برای شهر اهواز تحلیل نمودند که جزایر حرارتی به طور عمده ناشی از زمینهای بایر و محدوده‌های صنعتی است.

در این مطالعه نیز سعی می‌شود، با استفاده از تصاویر حرارتی سنجنده ETM+ ماهواره لندست^۲، به بررسی رابطه میان پوشش و کاربری اراضی و جزایر حرارتی پرداخته شود؛ تا با انجام این پژوهش، راهکارهایی جهت جلوگیری از گسترش جزایر حرارتی در کلان‌شهر تهران ارائه شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق از نظر روش تحلیلی است، اما باید افزود که از نظر هدف کاربردی خواهد بود. در بعد کاربردی، می‌توان از نتایج در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی استفاده نمود. جهت انجام این تحقیق از داده‌های سنجنده ETM+ استفاده شده است. در این راستا ابتدا پس از آماده‌سازی تصاویر، نقشه دمایی مربوط به شهر تهران با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دوری و به‌کارگیری نرم‌افزار GIS آماده شده و سپس جزایر حرارتی استخراج می‌گردد. به همین ترتیب نیز نقشه کاربری و پوشش اراضی تهیه خواهد شد. در انتها با توجه به نتایج به‌دست آمده و مقایسه میان آنها، تجزیه و تحلیل نهایی انجام پذیرفته و با توجه به آن، پیشنهادات ارائه می‌شود.

-
1. Normalized Difference Build-up Index
 2. Landsat

محدوده مورد مطالعه

شهر تهران از نظر جغرافیایی در ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه طول خاوری و ۳۵ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است (حبیبی و هورکاد، ۱۳۸۴: ۵). ارتفاع زیاد تهران و وجود دیواره کوه‌ها در شمال و شرق آن، مشکلاتی از نظر تهویه طبیعی ایجاد کرده است. به لحاظ کاربری، ضمن آن که کاربری اراضی در سراسر شهر مختلط است، اما در مناطق شمال و شرقی، کاربری مسکونی؛ در مناطق غربی و جنوب غربی کاربری صنعتی و در مناطق مرکزی کاربری تجاری و اداری وجه غالب دارند (مدنی پور و زرآزوند، ۱۳۸۱: ۱۹۹). شایان ذکر است که محدوده شمالی شهر تهران شاهد حضور رودره‌هایی است که از کوه‌های شمالی شروع و پس از عبور از شهر تهران به کویر جنوبی شهر سرازیر می‌شوند و نقش مهمی در آب‌وهوای این کلان‌شهر دارند.

یافته‌ها

تهیه نقشه حرارتی شهر تهران با استفاده از الگوریتم تک‌پنجره

• محاسبه رادیانس طیفی

جهت انجام محاسبات از الگوریتم تک‌پنجره از باند ۶ تصویر سنجنده ETM+ استفاده می‌گردد. بدلیل اینکه ابعاد تصویر از حد شهر تهران بزرگتر است، در ابتدا این تصویر به اندازه حد شهر تهران برش داده می‌شود. با توجه به مقادیر ماکزیمم و مینیمم مربوط به باند ۲-۶ تصویر سنجنده ETM+، و جایگزینی ارزش‌های رقومی اعداد باند ۶، در نهایت برای محاسبه رادیانس این رابطه بدست می‌آید:

$$L(l) = \text{Teh62.pix} * 0.037 + 3.162$$

• محاسبه دمای روشنایی سنجنده

در مرحله بعدی، دمای روشنایی سنجنده برحسب کلون برای این تصویر با این رابطه بدست می‌آید:

$$BT = 1282.71 / \ln(666.09 / \text{radiance.pix} + 1)$$

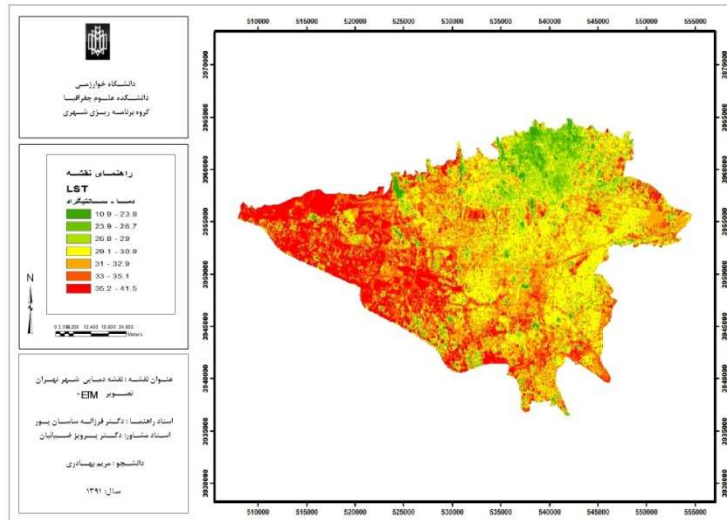
• محاسبه گسیل مندی سطح

در این مرحله گسیل مندی سطح را باید محاسبه کرد که جهت این کار به محاسبه NDVI نیاز است. NDVI بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود:

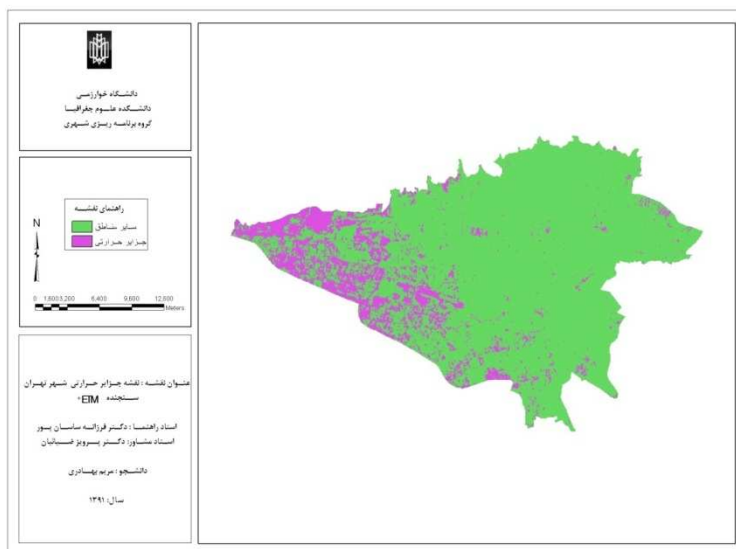
$$(NIR+RED) / NDVI = (NIR-RED)$$

• محاسبه نقشه دمایی و جزایر حرارتی شهر تهران

جهت بدست آوردن نقشه دمای شهر تهران از تصویر مربوط به NDVI و تصویر دمای روشنایی سنجنده استفاده می‌شود. خروجی این نقشه LST خواهد بود که این نقشه در ۷ طبقه نمایش داده شده است (شکل ۱). جهت نمایش جزایر حرارتی طبقه بالایی مربوط به نقشه طبقه‌بندی حرارتی را باید نمایش داد که برای آن، ارزش مربوط به این طبقه ۱ و مابقی صفر قرار داده می‌شود (شکل ۲).



شکل ۱: نقشه دمای شهر تهران (LST)



شکل ۲: جزایر حرارتی شهر تهران

باید توجه نمود مقادیر LST که نشان‌دهنده حرارت سطحی جسم است با دمای هوای دربرگیرنده آن جسم بسته به زمان و ساعات مختلف اندکی تفاوت دارد. با استفاده از رابطه زیر می‌توان دمای هوا را از روی مقادیر LST به دست آورد: $T(\text{air}) = 14.6 + 0.44 * LST$ جهت ارزیابی نقشه دمایی، مقادیر دمای اندازه‌گیری شده توسط ۴ ایستگاه سینوپتیک در همان تاریخ اخذ تصویر با مقادیر به دست آمده مطابق جدول ذیل مقایسه گردیدند.

جدول ۱: ارزیابی نقشه دمایی با داده‌های هواشناسی

نام ایستگاه	دمای هواشناسی	LST	دمای محاسبه شده	اختلاف
مهرآباد	30.9	37.51	31.1044	-0.2044
چیتگر	29.9	34.91	29.9604	-0.0604
ژئوفیزیک	29.3	31.29	28.3676	0.9324
دوشان تپه	30.7	35.63	30.2772	0.4228

بدست آوردن تراکم جزایر حرارتی؛ کمینه، بیشینه و میانگین دمای مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

جدول ۲: کمینه، بیشینه و میانگین دمای مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

منطقه شهرداری	کمینه دما	بیشینه دما	میانگین دما
۱	۱۷.۳۳۷۱	۳۸.۹۱۲۶	۲۸.۱۲۴۸۵
۲	۱۸.۹۶۶۷	۳۹.۸۳۷۱	۲۹.۴۰۱۹
۳	۱۷.۰۶۳۴	۳۸.۴۴۸۱	۲۷.۷۵۵۷۵
۴	۱۵.۹۶۱۹	۳۹.۳۷۵۶	۲۷.۶۶۸۷۵
۵	۱۸.۷۷۵۱	۳۹.۸۳۷۱	۲۹.۳۰۶۱
۶	۲۰.۸۴۰۶	۴۰.۲۹۷۲	۳۰.۵۶۸۹
۷	۲۲.۹۴۷۸	۳۷.۹۸۲	۳۰.۴۶۴۹
۸	۲۲.۲۷۲۷	۳۷.۹۸۲	۳۰.۱۲۷۸۵
۹	۱۸.۶۹۶۷	۴۱.۶۶۸۸	۳۰.۱۸۲۷۵
۱۰	۲۲.۸۰۳۲	۳۶.۵۷۴۷	۲۹.۶۸۸۹۵
۱۱	۱۹.۵۰۵۱	۳۹.۱۴۴۲	۲۹.۳۲۴۷
۱۲	۲۰.۵۷۴۶	۳۷.۵۱۴۵	۲۹.۰۴۴۵۵
۱۳	۱۰.۸۷۲	۳۹.۱۴۴۲	۲۵.۰۰۸۱۵
۱۴	۲۱.۸۹۸۷	۳۷.۵۱۴۵	۲۹.۷۰۶۶
۱۵	۲۱.۳۷۰۸	۳۸.۹۱۲۶	۳۰.۱۴۱۷
۱۶	۱۸.۹۶۶۷	۳۸.۶۸۰۵	۲۸.۸۲۳۶
۱۷	۲۲.۹۴۷۸	۳۸.۴۴۸۱	۳۰.۶۹۷۹۵
۱۸	۱۹.۲۳۶۲	۴۱.۶۶۸۸	۳۰.۴۵۲۵
۱۹	۲۱.۳۷۰۸	۴۰.۵۲۶۷	۳۰.۹۴۸۷۵
۲۰	۲۱.۳۷۰۸	۳۹.۳۷۵۶	۳۰.۳۷۲۲
۲۱	۱۲.۰۲۲۸	۴۱.۶۶۸۸	۲۶.۸۴۵۸
۲۲	۱۵.۹۶۱۹	۴۰.۹۸۴۶	۲۸.۴۷۲۲۵

با استفاده از نقشه LST تولید شده برای شهر تهران، مقادیر کمینه، بیشینه و میانگین دمای مناطق ۲۲ گانه شهر تهران را خواهیم داشت (جدول ۲).

جدول ۳: تراکم جزایر حرارتی مناطق ۲۲ گانه شهر تهران به ترتیب صعودی

نام منطقه شهرداری	مساحت منطقه	جمع پیکسل های جزیره حرارتی	تراکم جزایر حرارتی
منطقه ۸	۱۲۸۰۴۲۰۰	۸	۰.۶۲۴۷۹۰۱۱
منطقه ۶	۲۰۷۲۵۴۰۰	۲۱	۱.۴۹۵۷۴۹۱۷۷
منطقه ۲	۲۹۰۶۵۶۰۰	۶۲	۲.۱۲۳۱۰۵۸۰۲
منطقه ۱	۴۵۲۲۶۱۰۰	۱۱۲	۲.۴۹۸۵۵۷۲۴۹
منطقه ۱۴	۲۴۲۸۹۵۰۰	۷۳	۳.۰۰۵۴۱۳۸۶۲
منطقه ۷	۱۵۵۲۳۷۰۰	۴۷	۳.۰۲۷۶۲۸۷۲۳
منطقه ۱۰	۷۷۹۷۶۰۰	۲۵	۳.۲۰۶۱۱۴۷۰۲
منطقه ۱۲	۱۵۷۸۶۹۰۰	۱۰۶	۶.۷۱۴۴۲۷۷۸۵
منطقه ۱۱	۱۱۹۲۰۳۰۰	۸۱	۶.۷۸۹۴۲۵۳۰۲
منطقه ۲	۴۷۵۰۶۹۰۰	۳۸۰	۷.۹۹۸۸۳۸۰۶۴
منطقه ۱۳	۱۶۵۰۱۷۰۰	۱۴۴	۸.۷۲۶۳۷۳۶۴۶
منطقه ۴	۶۱۰۰۹۷۰۰	۵۷۱	۹.۳۵۹۱۶۷۴۷۷
منطقه ۱۵	۳۰۸۰۳۸۰۰	۳۸۴	۱۲.۴۶۵۹۹۴۴۶
منطقه ۱۷	۸۲۳۹۴۶۰۰	۱۴۵	۱۷.۵۹۸۲۴۰۶۶
منطقه ۱۶	۱۶۶۹۰۱۰۰	۴۲۶	۲۵.۵۲۴۱۱۳۱
منطقه ۲۰	۲۱۷۸۱۳۰۰	۵۹۲	۲۷.۱۷۹۲۷۷۶۴
منطقه ۵	۵۱۷۲۷۲۰۰	۱۴۴۷	۲۷.۹۷۳۶۲۳۲۱
منطقه ۱۹	۱۸۸۱۶۴۰۰	۱۵۳۰	۸۱.۰۱۰۶۷۴۳۵
منطقه ۱۸	۳۶۵۷۴۰۰۰	۳۱۹۱	۸۷.۲۴۷۷۷۱۶۴
منطقه ۹	۱۹۳۸۰۳۰۰	۲۰۱۵	۱۰۳.۹۷۱۵۵۸۷
منطقه ۲۲	۵۶۸۶۷۲۰۰	۸۲۴۳	۱۴۴.۹۵۱۷۴۷۲
منطقه ۲۱	۵۴۶۶۴۴۰۰	۸۴۸۷	۱۵۵.۲۵۶۴۳۷۵

پس از به دست آوردن جزایر حرارتی شهر تهران، با استفاده از نرم افزار GIS، جمع تعداد پیکسل مربوط به جزایر حرارتی برای هر منطقه از شهر تهران به صورت مجزا به دست می آید. سپس تراکم جزایر حرارتی نیز محاسبه می گردد. نتیجه مطابق جدول (۳) خواهد بود. بدین ترتیب مناطقی که دارای بیشترین و کمترین جزایر حرارتی هستند، مشخص خواهند شد.

محاسبه شاخص‌ها

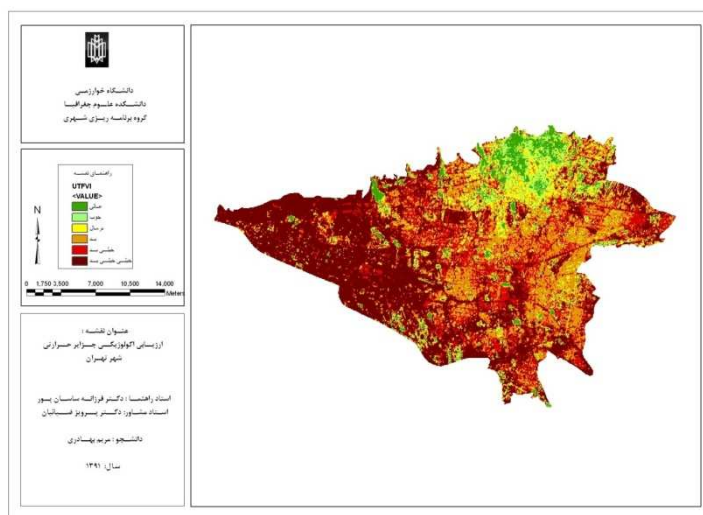
• ارزیابی اکولوژیکی جزایر حرارتی شهر تهران با استفاده از شاخص UTFVI

شاخص پراکندگی عرصه حرارتی شهر (UTFVI)، جهت توصیف کمی تاثیر جزایر حرارتی شهری بکار می‌رود که از رابطه زیر محاسبه می‌گردد (لیو و ژانگ، ۲۰۱۱: ۱۵۴۸):

$$UTFVI = TS / (TS - TMEAN)$$

در اینجا، TS، LST مربوط به یک نقطه خاص به کلین و TMEAN، میانگین دمای LST کل منطقه مورد مطالعه به کلین است (همانجا).

جهت تهیه نقشه ارزیابی اکولوژیکی جزایر حرارتی شهر تهران، هر کدام از ۶ طبقه ایجاد شده در نقشه طبقه‌بندی شده UTFVI شهر تهران با توجه به مقادیر به دست آمده به یکی از کلاس‌های عالی، خوب، نرمال، بد، خیلی بد و خیلی خیلی بد اختصاص داده می‌شود (شکل ۳).



شکل ۳: نقشه ارزیابی اکولوژیکی جزایر حرارتی شهر تهران

• تهیه نقشه مربوط به شاخص NDBI شهر تهران

با استفاده از رابطه زیر، شاخص NDBI، محاسبه می‌گردد. این شاخص نشانگر مناطق دایر یا

ساخته شده می‌باشد. برای محاسبه این شاخص از دو باند ۵ و ۴ سنجنده ETM+ ماهواره لندست استفاده می‌شود.
$$NDBI = (d(\text{band}5) - d(\text{band}4)) / (d(\text{band}5) + d(\text{band}4))$$

• تهیه نقشه مربوط به شاخص $NDBaI^1$ شهر تهران

این شاخص نشانگر مناطق و نواحی بایر می‌باشد. برای محاسبه این شاخص طبق رابطه زیر از دو باند ۵ و ۶ سنجنده ETM+ ماهواره لندست استفاده می‌شود:

$$NDBaI = (d(\text{band}5) - d(\text{band}6)) / (d(\text{band}5) + d(\text{band}6))$$

• تهیه نقشه مربوط به شاخص NDVI شهر تهران

این شاخص در قسمت محاسبه گسیل مندی سطح محاسبه گردید. نقشه طبقه‌بندی شده شاخص NDVI نماینده پوشش گیاهی خواهد بود.

• تهیه نقشه مربوط به شاخص $NDWI^2$ شهر تهران

در آزمایشات رطوبت خاک، NDWI، جهت ارزیابی محتوای آبی گیاهان، جهت جستجوی مناطق خشک به کار گرفته شده است (چن و دیگران، ۲۰۰۶: ۱۳۶). برای محاسبه این شاخص از دو باند ۵ و ۴ سنجنده ETM+ ماهواره لندست استفاده می‌شود؛ مطابق رابطه زیر:

$$NDBaI = (d(\text{band}4) - d(\text{band}5)) / (d(\text{band}4) + d(\text{band}5))$$

محاسبه همبستگی میان شاخص‌ها و LST

به منظور مقایسه میان فضای سبز، زمین‌های ساخته شده، زمین‌های بایر و آب با نقشه دما، که اطلاعات مفیدی را به دست می‌دهد و رابطه میان آنها را مشخص می‌نماید، ماتریس همبستگی میان شاخص‌ها و LST مطابق شکل (۴) محاسبه شد. مقادیر منفی نشان‌دهنده اثر تضعیفی و یا تأثیر منفی و مقادیر مثبت نشان‌دهنده اثر تقویتی و تأثیر مثبت هر کدام بر دیگری می‌باشد.

-
1. Normalized Difference Bareness Index
 2. Normalized Difference Water Index

CORRELATION MATRIX					
Layer	LST	NDBal	NDBI	NDVI	NDWI
LST	1.00000	-0.26101	0.08977	-0.26651	0.10811
NDBal	-0.26101	1.00000	0.00606	-0.12498	0.05533
NDBI	0.08977	0.00606	1.00000	-0.11485	0.61558
NDVI	-0.26651	-0.12498	-0.11485	1.00000	-0.31356
NDWI	0.10811	0.05533	0.61558	-0.31356	1.00000

شکل ۴: ماتریس همبستگی میان شاخص‌ها و LST

تهیه نقشه طبقه‌بندی کاربری و پوشش اراضی شهر تهران

• تلفیق تصویر

در ابتدا باید تمامی باندها را با توجه به حد تهران برش داد که این کار با استفاده از نرم‌افزار PCI انجام شد. سپس با توجه به باندهای مربوط به تصویر ETM+، از ترکیب ۲-۳-۴، عملیات ترکیب رنگی انجام پذیرفت. در مرحله بعد جهت بهبود قدرت تفکیک مکانی تصویر، تلفیق مربوط به تصویر ترکیب باندهای ۲-۳-۴ با باند پانکروماتیک انجام گردید که جهت انجام آن از نرم‌افزار ENVI استفاده شد.

• طبقه‌بندی تصویر

معمولاً جهت انجام طبقه‌بندی از کلیه باندهای تصویر ETM+ بجز باند حرارتی، استفاده می‌گردد. بنابراین به تصویر تلفیق شده قبلی، مابقی باندها را نیز اضافه شد. سپس تصویر حاصل با استفاده از روش نظارت شده‌ی حداکثر احتمال همانندی در نرم‌افزار ENVI طبقه‌بندی شد. جهت انجام طبقه‌بندی برای هر کلاس تعداد مناسبی نمونه تعریف گردید.

تعریف نمونه‌ها با توجه به نقشه کاربری و پوشش اراضی طرح جامع، تفسیر بصری و همچنین آگاهی قبلی از محدوده مورد مطالعه انجام می‌گیرد. پس از انجام طبقه‌بندی، هر کلاس با توجه به نوع کاربری و پوشش اراضی، رنگ‌بندی و نامگذاری می‌شود. در این جا با توجه به شاخص‌های به‌دست آمده و رابطه آنها با نقشه دما، شش کلاس شامل پوشش گیاهی متراکم، فضای سبز، بایر، آب، مسکونی و صنعتی ایجاد شد. جهت ارزیابی دقت طبقه‌بندی، با توجه به

نمونه‌های معرفی شده، ضریب کاپا به میزان ۰.۹۱۵۶ به دست آمد که قابل قبول می‌باشد.

تهیه درصد کاربری‌ها در مناطق دارای بیشترین و کمترین جزایر حرارتی با توجه به جدول (۳)، مناطق ۸ و ۶ دارای کمترین و مناطق ۲۱ و ۲۲ دارای بیشترین جزایر حرارتی می‌باشند. بنابراین، درصد هر کدام از کاربری‌ها برای این مناطق محاسبه شد (جدول ۴).

جدول ۴: درصد کاربری و پوشش اراضی در مناطق ۶ و ۸ و ۲۱ و ۲۲

طبقه	منطقه ۸	منطقه ۶	منطقه ۲۲	منطقه ۲۱
فضای سبز	۱.۸۸	۴.۶۱	۳.۵۹	۲.۱۹
جنگل	۳.۷۱	۵.۸۱	۱۲.۷۸	۲.۵۶
دایر	۸۸.۶۳	۷۳.۹۷	۲۱.۲۳	۵۶.۵۳
بایر	۰.۵۷	۳.۹۵	۴۶.۸۴	۱۳.۵۱
صنعتی	۵.۰۴	۱۱.۳۵	۹.۰۹	۲۱.۲۵
آب	۰.۱۸	۰.۳۱	۶.۳۶	۳.۹۵
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

نتیجه‌گیری

طبق جدول (۲)، مناطق ۱۳ و ۲۱ دارای کمترین میانگین دما می‌باشند و مناطق ۱۷ و ۱۹ بیشترین میانگین دمایی را دارا می‌باشند. همچنین کمترین نقطه دمایی در مناطق ۱۳ و ۲۱ و بیشترین نقطه دمایی نیز در مناطق ۱۸ و ۲۱ به چشم می‌خورد.

همانطور که در جدول (۳) نیز دیده می‌شود، مناطق ۶ و ۸ کمترین تراکم جزایر حرارتی، و مناطق ۲۲ و ۲۱ بیشترین تراکم جزایر حرارتی را دارا می‌باشند. نقشه مربوط به شاخص UTFVI نیز نشان می‌دهد که محدوده مربوط به مناطق ۲۱ و ۲۲، از نظر ارزیابی اکولوژیکی جزایر حرارتی در رده ی خیلی خیلی بد و محدوده منطقه ۱ در رده عالی قرار دارد.

اکثریت قریب به اتفاق روددره‌ها در محدوده منطقه یک شهرداری تهران قرار دارد و بنابراین این احتمال می‌رود که وجود این روددره‌ها نقش مؤثری در کاهش جزایر حرارتی و برتر شدن

رتبه این منطقه از نظر ارزیابی اکولوژیکی جزایر حرارتی داشته باشد. با رجوع به جدول تراکم‌های جزایر حرارتی، نیز این منطقه در مرتبه پایین‌ترین‌ها به لحاظ تراکم جزایر حرارتی قرار دارد.

در بخش محاسبه همبستگی میان شاخص‌ها و LST، نیز مشاهده می‌گردد که NDVI یا پوشش گیاهی رابطه معکوس با دما و جزایر حرارتی دارد، بدین معنا که پوشش گیاهی سبب تضعیف اثر جزایر حرارتی خواهد شد. به همین ترتیب، نشان داده شده است که شاخص ساخت‌وساز رابطه مستقیم و با تاثیر مثبت بر روی LST خواهد داشت.

همان‌طور که ذکر گردید، مناطق ۲۱ و ۲۲ دارای بیشترین جزایر حرارتی می‌باشند. با توجه به نقشه کاربری و پوشش اراضی به دست آمده و جدول (۴) که درصد کاربری‌ها و پوشش‌های اراضی را نشان می‌دهد، می‌توان اینچنین استنباط نمود که با وجود مساحت قابل قبولی از منطقه ۲۲ که دارای پوشش جنگلی است، اما بدلیل اینکه بخش قابل توجهی از این منطقه به صورت بایر می‌باشد، این منطقه دچار تراکم جزایر حرارتی شده است.

همچنین در مورد منطقه ۲۱، می‌توان دو دلیل عمده را در ایجاد جزایر حرارتی در این منطقه ذکر نمود؛ یکی وجود مناطق صنعتی گسترده و بسیار در این محدوده و دیگری کمبود پوشش گیاهی اعم از جنگل و فضای سبز که سبب شده است این منطقه دچار تراکم بالایی از جزایر حرارتی گردد.

البته با توجه به وجود روددره در مناطق ۲۱ و ۲۲ و نقشی که این روددره‌ها می‌تواند در کاهش دما و جلوگیری از تشکیل جزایر حرارتی ایفا کند، می‌توان چنین برداشت نمود که اثر عوامل دیگر (وجود مناطق بایر گسترده و پوشش گیاهی ضعیف و مناطق صنعتی گسترده) به حدی زیاد بوده که نتوانسته است آن‌ها را خنثی نماید. اما سبب گردیده تا منطقه ۲۱ کمترین میانگین دما و کمترین نقطه دمایی را دارا باشد.

در خصوص دارا بودن کمترین تراکم جزایر حرارتی در بین مناطق، که شامل مناطق ۸ و ۶ می‌شود، با نگاهی به جدول درصد کاربری‌ها و پوشش اراضی (جدول ۴)، می‌توان چنین استدلال نمود که پایین بودن درصد اراضی بایر و صنعتی با وجود بالا بودن درصد اراضی دایر، در منطقه ۸ سبب گردیده تا این منطقه کمترین تراکم جزایر حرارتی را داشته باشد. البته این منطقه از نظر میانگین دمایی در رتبه ۱۴ قرار دارد که این مسئله را می‌توان به بالا بودن درصد

اراضی دایر در آن نسبت داد.

به همین ترتیب منطقه ۶ نیز که در رده‌ی پایین‌ترین‌ها از نظر تراکم جزایر حرارتی قرار دارد، با وجود درصد بالای اراضی دایر که سبب گردیده در انتهای جدول میانگین دمایی قرار داشته باشد و بنابراین جزء بالاترین میانگین‌های دمایی باشد، به دلیل پوشش گیاهی نسبتاً مناسب و پایین بودن درصد اراضی بایر، جزایر حرارتی زیادی در آن تشکیل نگردیده است.

پیشنهادها

با توجه به مسائلی که مطرح گردید پیشنهاد می‌شود:

در راستای توسعه پایدار و دیدگاه آن در رابطه با حفظ منابع و محیط زیست برای آیندگان، در رابطه با نگهداری و محافظت از روددره‌ها اقدامات مقتضی انجام گیرد. در خصوص منطقه ۲۲، به علت بالا بودن وسعت مناطق بایر در آن، پیشنهاد می‌شود کاربری‌ها و پوشش‌هایی در نظر گرفته شود که سبب کاهش جزایر حرارتی گردد. این کاربری‌ها نیز با توجه به دیدگاه توسعه پایدار کاربری زمین، باید طوری طراحی گردد که به اندازه کافی پوشش گیاهی و فضای سبز در آن در نظر گرفته شده و در مورد اراضی دایر، از تراکم متوسطی برخوردار باشد. البته نباید فراموش نمود که پوشش جنگلی فعلی این منطقه نیز باید مورد حفاظت جدی‌تری قرار گیرد. همچنین در خصوص منطقه ۲۱ که وسعت قابل توجهی از آن به کاربری صنعتی اختصاص یافته است، باید طوری برنامه‌ریزی نمود که حتی‌الامکان کارگاه‌ها و صنایع آلاینده این منطقه به مکانی دیگر منتقل گردیده، و کاربری‌های سازگار دیگری با تراکم مناسب جایگزین گردد و همچنین اختصاص فضای سبز بیشتر و نیز ایجاد این فضاها در این منطقه در دستور کار جدی قرار گیرد.

در نهایت، پیشنهاد می‌گردد که کاربری‌ها در جهت حفظ محیط زیست، افزایش فضای سبز و نگهداری از پوشش گیاهی فعلی، کاهش کاربری‌های صنعتی آلاینده و استفاده بهینه از اراضی خصوصاً اراضی بایر، طراحی و مدیریت گردند تا شاهد کاهش و از بین رفتن معضل جزایر حرارتی در شهر تهران باشیم.

منابع

۱. آخوندزاده، مهدی؛ سراجیان، محمدرضا (۱۳۸۶): «کاربرد تصاویر ماهواره‌ای Terra-ASTER در نمایش جزایر حرارتی در مناطق شهری»: دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی؛
۲. حبیبی، محسن؛ هورکاد، پرناراد؛ اطلس کلاشهر تهران (۱۳۸۴): شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری؛ تهران؛
۳. رضائی، بهمن؛ دخت محمد، سیده مریم (۱۳۸۹): «شناخت محدوده مکانی تشکیل جزیره گرمایی در شهر رشت»: مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال اول، شماره اول؛
۴. رنجبر سعادت‌آبادی، عباس؛ آزادی، مجید؛ علی کبری بیدختی، عباسعلی؛ صادقی حسینی، سیدعلیرضا (۱۳۸۴): «مطالعه موردی جزیره گرمایی تهران و شبیه‌سازی عددی آن»: مجله فیزیک زمین و فضا، جلد ۳۱، شماره ۱، ص ۶۳-۷۸؛
۵. رنگزن، کاظم؛ فیروزی، محمدعلی؛ تقی‌زاده، ایوب؛ مهدی‌زاده، رامین (۱۳۸۹): «بررسی و تحلیل نقش کاربری اراضی در شکل‌گیری جزایر حرارتی با استفاده از R.S و GIS (نمونه موردی: شهر اهواز)»: اولین سمینار ملی کاربرد GIS در برنامه‌ریزی اقتصادی، اجتماعی و شهری؛
۶. شکیبا، علیرضا؛ ضیائیان، پرویز؛ عاشورلو، داوود؛ نامداری، سودابه (۱۳۸۸): «تحلیل رابطه کاربری و پوشش اراضی و جزایر حرارتی شهر تهران با استفاده از داده‌های ETM+»: مجله سنجش‌ازدور و GIS ایران؛ سال اول؛ شماره اول؛
۷. مدنی‌پور، علی؛ زرآزوند، حمید؛ تهران‌ظهور یک کلان‌شهر (۱۳۸۱): شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری؛ تهران؛
۸. ملک‌پور، پیمان؛ طالعی، محمد (۱۳۹۰): «مدل‌سازی ارتباط کاربری-پوشش اراضی و حرارت سطح زمین با استفاده از داده‌های سنجنده aster»: محیط‌شناسی، سال سی‌وهفتم، ش ۵۸؛
۹. نظریان، اصغر؛ ضیائیان‌فیروزآبادی، پرویز؛ جنگی، علی‌اکبر (۱۳۸۶): «بررسی نقش مکان و مورفولوژی در کیفیت هوای شهر تهران با استفاده از GIS و داده‌های ماهواره‌ای (RS)»: پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۱؛
10. Yunhao Chen, Xiaobing Li, Yida Fan; (2005); "Analysis of Urban Heat Island Using a Remote Sensing Model"; IEEE; page 218-221;
11. Lin Liu, Yuanzhi Zhang; (2011); "Urban Heat Island Analysis Using the Landsat TM Data and ASTER Data: A Case Study in Hong Kong"; Remote Sens; 3, 1535-1552; doi:10.3390/rs3071535;
12. Xiao-Ling Chen, Hong-Mei Zhao, Ping-Xiang Li, Zhi-Yong Yin ; (2006); "Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes"; Remote Sensing of Environment; 104; 133-146;
13. Qihao Weng; (2011); "Remote sensing of impervious surfaces in the urban areas: Requirements, methods, and trends"; Remote Sensing of Environment; Volume 117; Pages 34-49.