



تحلیل نقش کاربری اراضی در شکل‌گیری جزایر حرارتی با استفاده از داده‌های چند زمانه

سنجندۀ ASTER (مطالعه موردی: شهر بندرعباس)

علی اکبر متکان^۱، احمدنوحه گر^۲، بابک میرباقری^۳، ناهید ترک چین^{۴*}

۱. دانشیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه شهید بهشتی

۲. دانشیار گروه منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

۳. مربی گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه شهید بهشتی

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه هرمزگان

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۲۸ بهمن ۱۳۹۲

پذیرش: ۱ خرداد ۱۳۹۳

دسترسی اینترنتی: ۱۸ دی ۱۳۹۳

واژه‌های کلیدی:

دمای سطح زمین

جزیره حرارتی شهری

کاربری اراضی/پوشش

سنجندۀ استر

بندرعباس

چکیده

بررسی وضعیت پراکندگی تابش‌های حرارتی و ارتباط آن با نوع کاربری‌های موجود، در شناخت میکروکلیمای نواحی شهری دارای اهمیت زیادی می‌باشد. دما از جمله عواملی است که از شرایط محیطی تأثیر می‌پذیرد و یکی از شاخص‌های کیفیت محیط زیست به شمار می‌رود. از سویی برنامه‌ریزی کاربری اراضی به عنوان هسته اصلی برنامه‌ریزی شهری با تکیه بر شناخت از محیط به دنبال راهبردی جهت حرکت مجموعه محیطی، اجتماعی و اکولوژیکی شهرها به سوی اهداف توسعه پایدار، خصوصاً در کشورهای در حال توسعه می‌باشد. در این تحقیق، اثرات کاربری اراضی/پوشش در ایجاد دمای سطح زمین در شهر ساحلی بندرعباس به منظور بررسی رابطه میان ویژگی‌های پوشش زمین در ایجاد جزایر حرارتی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای چند زمانه سنجندۀ ASTER ارزیابی گردید. پس از اعمال پردازش روی تصاویر با استفاده از معادلات حرارتی، دمای سطحی محاسبه گردید. لایه‌های کاربری اراضی تهیه و با برداشت نقاط انتخابی و آزمون‌های آمار استنباطی (آزمون کروسکال والیس و ضریب همبستگی اسپیرمن) رابطه میان کاربری/پوشش اراضی و دمای سطح محاسبه گردید. نتایج نشان داد مناطق صنعتی، زمین‌های بایر دارای حرارت زیاد و مناطق ساحلی به دلیل مجاورت با آب و مناطق دارای پوشش گیاهی و فضای سبز به دلیل تبخیر و تعرق از سطح برگ درختان و ایجاد سایه، دارای دمای کمتری نسبت به سایر کاربری‌ها است.

*پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: Torkchi@yahoo.com

مقدمه

با توسعه شهرنشینی مقادیر زیادی از مساحت مناطق کشاورزی و جنگلی جای خود را به مناطق شهری، مناطق صنعتی و دیگر زیرساخت‌ها داده‌اند. افزایش جمعیت، افزایش آلودگی ناشی از صنایع و افزایش تردد اتومبیل‌ها موجب افزایش دمای برخی مناطق شهری نسبت به دیگر مناطق می‌گردد، بنابراین در مناطق شهری بسته به پوشش زمین، مناطقی با درجه حرارت بیشتر از سایر نواحی به وجود می‌آید که این پدیده به نام جزیره حرارتی شهری نامگذاری شده است. بررسی وضعیت پراکندگی تابش‌های حرارتی و ارتباط آن با نوع کاربری‌های موجود در شناخت میکروکلیمای نواحی شهری دارای اهمیت زیادی می‌باشد. در طول دو دهه اخیر نیاز فراوان به اطلاعات دمای سطح زمین، سنجش از دور را به یکی از موضوعات مهم علمی تبدیل کرده است (۲۲). مطالعات نشان می‌دهد که نقش سنجش از دور حرارتی برای مطالعه اثرات جزایر حرارتی شهری بسیار حائز اهمیت است. داده‌های سنجش از دور حرارتی امکان نظارت و ارزیابی جزایر حرارتی شهری را به صورت پویا فراهم کرده است (۵).

مطالعه دمای سطح زمین و جزایر حرارتی شهری (UHI) Urban heat island به وسیله داده‌های سنجش از دور با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای (HMM, NOAA, TIROS)، که حامل نخستین سنجنده‌های مادون قرمز حرارتی بودند، آغاز شد (۱۲). راس و همکاران (۲۱) دمای سطحی انواع کاربری زمین را با استفاده از داده‌های AVHRR به دست آوردند و شدت جزیره حرارتی شهری UHI را ارزیابی کردند. گالو و همکاران (۱۱) دمای سطح زمین را با استفاده از تصاویر AVHRR، در مناطق شهری و روستایی مقایسه کردند. لو و ونگ (۱۵) با استفاده از تصاویر سنجنده ASTER با تحلیل چند زمانه به برآورد رابطه میان الگوی حرارتی شهری و توصیف گرمای بیوفیزیکی در شهر ایندیانا پولیس آمریکا پرداختند. نتیجه این مطالعه نشان داد که با استفاده از این تصاویر می‌توان نقشه درجه حرارت سطح زمین را با ماسک کردن آب و پوشش گیاهی با دقت بهتری تهیه کرد. نامونورا و همکاران (۱۶) اثر جزایر حرارتی منطقه تاکاماتسو را در ارتباط با پوشش گیاهی و افزایش جمعیت انسانی بررسی کردند.

نتیجه این مطالعه نشان داد که در مناطقی که پوشش گیاهی افزایش، کاهش و یا جمعیت انسانی افزایش داشته، روند گرما و ایجاد جزایر حرارتی افزایش یافته است.

امیری و همکاران (۸) تغییرات زمانی- مکانی حرارت سطحی زمین در ارتباط با تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی، در شهر تبریز را بررسی کردند. چرابی و بخیت (۹) مکان‌های تشکیل جزایر حرارتی در مناطق درون‌شهری و برون‌شهری مسقط عمان را بررسی کردند و دریافتند هسته‌های گرم برون‌شهری در مناطق مرتفع مسقط در کنار دره‌های عمیق واقع شده‌اند و هسته‌های گرم درون‌شهری در مناطقی که ساختمان‌های تجاری پر ازدحام و در مسیرهای پر ترافیک واقع می‌گردد. لیو و ژانگ (۱۴) اقدام به استخراج و بررسی جزایر حرارتی با استفاده از تصاویر TM و ASTER کردند و خروجی نقشه‌های حاصل را با هم مقایسه کردند. نتیجه این مطالعه نشان داد که دمای به دست آمده از تصویر ASTER دارای دقت بالاتری است. نینگ (۱۸) تأثیر تغییرات کاربری اراضی ساحلی بر دمای سطح زمین (LST; Land Surface Temperature) را به کمک سنجنده TM ماهواره لندست بررسی کرد، و دریافت که با افزایش فاصله از دریا دمای سطح زمین افزایش می‌یابد.

اکبری (۲) با استفاده از سنجنده TM الگوی توزیع دمای شهر تهران را مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق با استفاده از الگوریتم MLC کلاس‌های کاربری از سه مؤلفه اول حاصل از PCA استخراج شد و میانگین درجه حرارت برای هر یک از کلاس‌های کاربری به دست آمد. نتایج نشان داد مناطق با آلودگی بالا دمای بالاتر و جزایر حرارتی منطبق بر مناطق بسیار آلوده می‌باشند. آخوندزاده و سراجیان (۱) در تحقیقی کاربرد تصاویر ماهواره‌ای Terra-ASTER در نمایش جزایر حرارتی در مناطق شهری را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق نقشه دمایی سطح زمین و ضریب گسیل منطقه شهری تهران با الگوریتم TES (Temperature and Emissivity Separation) تهیه گردید. نتایج تحقیق نشان داد که تصاویر چند طیفی ASTER می‌توانند به عنوان ابزار مفیدی جهت تجزیه و تحلیل منابع و اثرات انرژی در محیط‌های شهری در ایران بکار روند. جلال‌زاده و همکاران (۳) به مقایسه دمای سطحی

رابطه آن‌ها با پوشش زمین وجود دارد. از مسائلی که در تحقیقات اخیر مطرح می‌شود بررسی رابطه دما با پوشش زمین است که به علت تفاوت در خصوصیات فیزیکی و بیوفیزیکی، تأثیرات متفاوت بر دمای سطح زمین می‌گذارد. در این تحقیق، اثرات پوشش و کاربری زمین در ایجاد دمای سطح زمین در شهر ساحلی بندرعباس با استفاده از تصاویر سنجنده ASTER بررسی گردید.

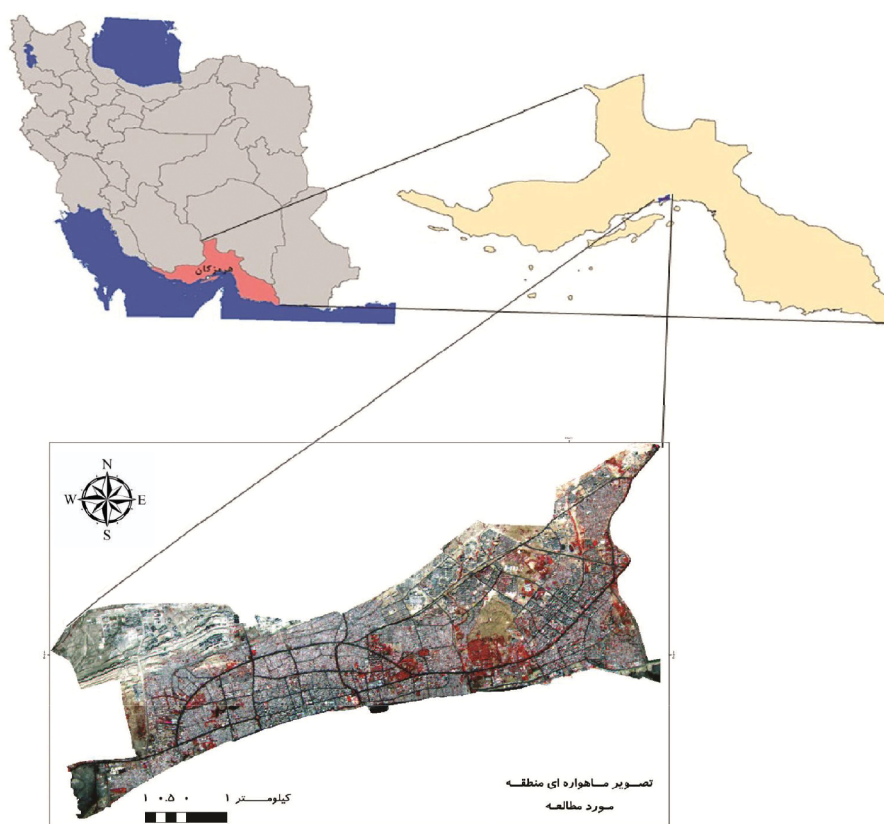
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهر بندرعباس بین طول شرقی $53^{\circ} 54'$ تا $56^{\circ} 3'$ و عرض شمالی $26^{\circ} 53'$ تا $27^{\circ} 31'$ در شمال تنگه هرمز واقع گردیده است (شکل ۱). این شهر مرکز توسعه جنوب کشور بوده و در طی سال‌های اخیر با رشد و توسعه قابل توجه صنعتی، اقتصادی و اجتماعی همراه بوده است.

حاصل از داده‌های میدانی و تصاویر ماهواره‌ای NOAA سنجنده AVHRR در خزر جنوبی پرداختند. یافته‌ها بیانگر رابطه معنی‌دار بین داده‌های حاصل از دمای به دست آمده از ماهواره و داده‌های زمینی می‌باشد. شکلیا و همکاران (۷) با استفاده از باند حرارتی سنجنده ETM^+ اقدام به استخراج جزایر حرارتی شهر تهران نمودند و رابطه آن با پوشش گیاهی و کاربری اراضی را بررسی نمودند و در پایان نتیجه گرفتند که کاربری صنعتی سهم بیشتری را در ایجاد جزایر حرارتی شهر تهران دارد. رنگزن و همکاران (۴) شکل‌گیری جزایر حرارتی در شهر اهواز را با استفاده از تکنولوژی سنجنش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی مطالعه کردند. نتیجه این مطالعه نشان داد که ارتباط دما با پوشش گیاهی در شکل‌گیری جزایر حرارتی در مناطق مختلف چشم‌گیر است.

علی‌رغم پیشرفت‌ها و موفقیت‌های گذشته سنجنش از دور حرارتی در برآورد دمای سطح و جزایر حرارتی، هنوز محدودیت‌های زیادی از نظر توصیف کمی الگوهای حرارتی و



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

داده‌های مورد استفاده

منابع داده این تحقیق، تصویر ماهواره TERRA سنجنده ASTER به تاریخ ۳۰ آوریل ۲۰۰۷ و ۳۰ آوریل ۲۰۱۱، داده‌های دمایی ایستگاه هواشناسی شهر بندرعباس، داده‌های دمایی مرکز تحقیقات آب منطقه‌ای بندرعباس و نقشه‌های کاربری اراضی منطقه می‌باشد. سنجنده ASTER دارای ۱۴ باند در حیطه‌های مرئی و مادون قرمز نزدیک (VNIR)، مادون قرمز کوتاه موج (SWIR) و مادون قرمز گرمایی (TIR) است. تصاویر دریافتی در سه حیطه طیفی دارای توان تفکیک مکانی متفاوت می‌باشند که توان تفکیک باندهای VNIR ۱۵ متر، باندهای SWIR دارای توان تفکیک مکانی ۳۰ متر، تصاویر مادون قرمز گرمایی دارای تفکیک مکانی ۹۰ متر و باند ۱۰ سنجنده ASTER مقدار گرمای گسیل شده از سطوح را اندازه‌گیری می‌کند (۱۶).

روش تحقیق

مراحل انجام این تحقیق شامل، تهیه و آماده‌سازی داده‌های مورد نیاز، اجرای تکنیک‌های پردازش تصاویر، استخراج تصویر حرارتی شهر بندرعباس و طبقه‌بندی آن، نقشه کاربری اراضی با ۹ کلاس کاربری (مسکونی، آموزشی، بایر، فضای سبز، تاسیسات کارگاهی، تجاری، محدوده ساحل، حمل و نقل و مسیل- رودخانه و سایر)، تعیین رابطه میان کاربری اراضی مختلف و دمای سطح زمین به کمک آزمون‌های آمار استنباطی (کروسکال والیس و ضریب همبستگی اسپیرمن)، محاسبه شاخص NDVI برای تصاویر و تعیین رابطه پوشش گیاهی و دمای سطح زمین می‌باشد.

تهیه تصویر حرارتی از داده‌های حرارتی سنجنده ASTER

برای تهیه تصویر حرارتی از باند ۱۰ سنجنده ASTER با قدرت تفکیک ۹۰ متر استفاده شد، که برای استخراج دمای سطح زمین مناسب است. الگوریتمی که در این تحقیق برای استخراج دمای سطح زمین از تصاویر سنجش از دوری استفاده شد، بر اساس دمای روشنایی سنجنده ماهواره‌ای می‌باشد. محاسبه دمای روشنایی در دو مرحله انجام گردید؛ تبدیل ارزش‌های رقمی باند ۱۰ به رادیانس طیفی با استفاده از رابطه

۱ و تبدیل رادیانس طیفی به دمای روشنایی سنجنده برحسب کلونین.

$$L_{\text{sat}} = (DN-1) \times UCC \quad [1]$$

که در این رابطه؛ L_{sat} انرژی تشعشعی سنجنده، DN عدد رقمی (ارزش عددی هر پیکسل در تصاویر اصلی)، UCC ضریب تبدیل واحد. این ضریب برای هر باند ASTER متفاوت است و به شدت Gain سنجنده وابستگی دارد. برای تعیین میزان Gain سنجنده از فایل متادیتا تصویر استفاده شد. بعد از محاسبه انرژی تشعشعی، دمای سطح زمین با استفاده از معکوس‌سازی رابطه ۲ تعیین گردید.

$$B_{\lambda}(T) = \frac{C_1}{\lambda^5 (e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)} \quad [2]$$

در این رابطه؛ C_1 از رابطه $C_1 = 1.19104 \times 10^{-16} \text{ W m}^{-2}$ ، C_2 از رابطه $C_2 = 1.43879 \times 10^{-2} \text{ m k}$ تعیین و رابطه ۲ به صورت زیر اصلاح گردید.

$$T = \frac{C_2}{\lambda \cdot \ln \left[\frac{C_1}{\lambda^5 B_{\lambda}(T)} + 1 \right]} \quad [3]$$

برای ساده کردن رابطه ۳ می‌توان به جای $K_1 (C_1/\lambda^5)$ و $K_2 (C_2/\lambda)$ را قرار داد.

$$T = \frac{K_2}{\ln \left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1 \right)} \quad [4]$$

که در این رابطه T درجه حرارت سطح زمین بر حسب کلونین که بایستی به درجه سلسیوس تبدیل گردد $(Celsius = Kelvin - 273.15)$ ، L درخشندگی طیفی و λ $(8.291 \times 10^{-6} \text{ m})$ ، K_1 ثابت تابش اول، K_2 ثابت تابش دوم. شاخص پوشش گیاهی (NDVI) از رابطه ۵ محاسبه گردید.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad [5]$$

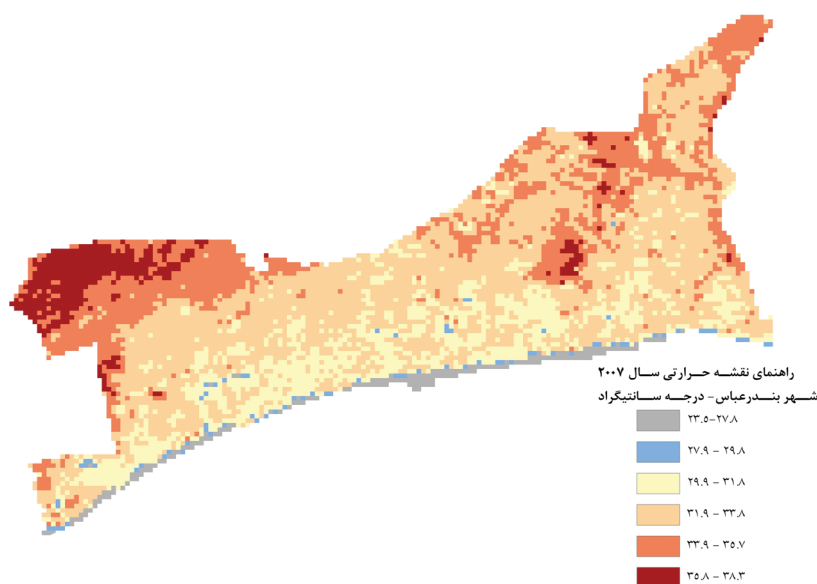
نتایج

تصویر حرارتی سال ۲۰۰۷ به ۶ کلاس (شکل ۲) و تصویر حرارتی سال ۲۰۱۱ به ۷ کلاس طبقه‌بندی گردید (شکل ۳). در این شکل‌ها محدوده‌های دمایی بسیار گرم، جزایر حرارتی (دو کلاس با بالاترین دما) با رنگ قرمز مشخص شده است. در جدول ۱ و ۲ نیز طبقات دمایی، درصد مساحت آن در شهر بندرعباس و مساحت آن به هکتار برای سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۱۱ مشخص شده است. جزایر حرارتی منطقه مورد مطالعه شهر بندرعباس بر زمین‌های بایر، مناطق در حال ساخت و ساز فاقد پوشش گیاهی منطبق می‌باشد (شکل ۶).

در این رابطه؛ NIR انعکاس در باند مادون قرمز نزدیک، RED انعکاس در باند قرمز.

تهیه نقشه طبقه‌بندی حرارتی و تعیین جزایر حرارتی

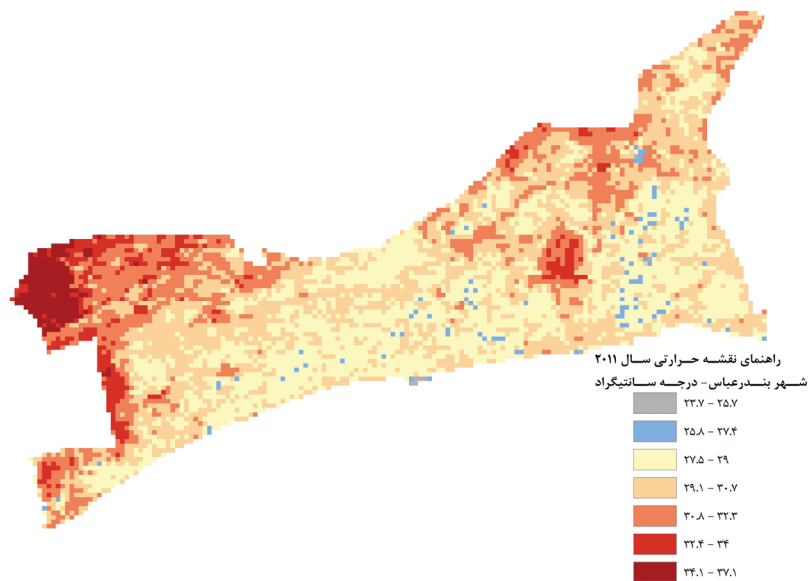
در محیط نرم‌افزار ENVI[®] 4.7 با الگوریتم Density slice (از تکنیک‌های طبقه‌بندی برای تصویر سیاه و سفید تک باندی)، عملیات طبقه‌بندی انجام شد. با اعمال طبقه‌بندی بر اساس طبقه‌بندی انحراف معیار، تصویر حرارتی سال ۲۰۰۷ و ۲۰۱۱ طبقه‌بندی گردید.



شکل ۲. طبقه‌بندی تصویر حرارتی سال ۲۰۰۷ بر اساس درجه سانتیگراد

جدول ۱. طبقات دمایی شهر بندرعباس بر اساس محدوده حرارتی آن‌ها (سال ۲۰۰۷)

ردیف	کلاس حرارتی	درصد مساحت	مساحت (هکتار)
۱	۲۳/۵-۲۷/۸	۲/۱۰	۱۱۷/۰۱
۲	۲۷/۹-۲۹/۸	۱/۰۸	۶۰/۱۸
۳	۲۹/۹-۳۱/۸	۱۹/۷۴	۱۰۹۹/۹۱
۴	۳۱/۹-۳۳/۸	۴۹/۱۴	۲۷۳۸/۰۸
۵	۳۳/۹-۳۵/۷	۲۱/۷۵	۱۲۱۱/۹۱
۶	۳۵/۸-۳۸/۳	۶/۱۹	۳۴۴/۹۱



شکل ۳. طبقه‌بندی تصویر حرارتی سال ۲۰۱۱

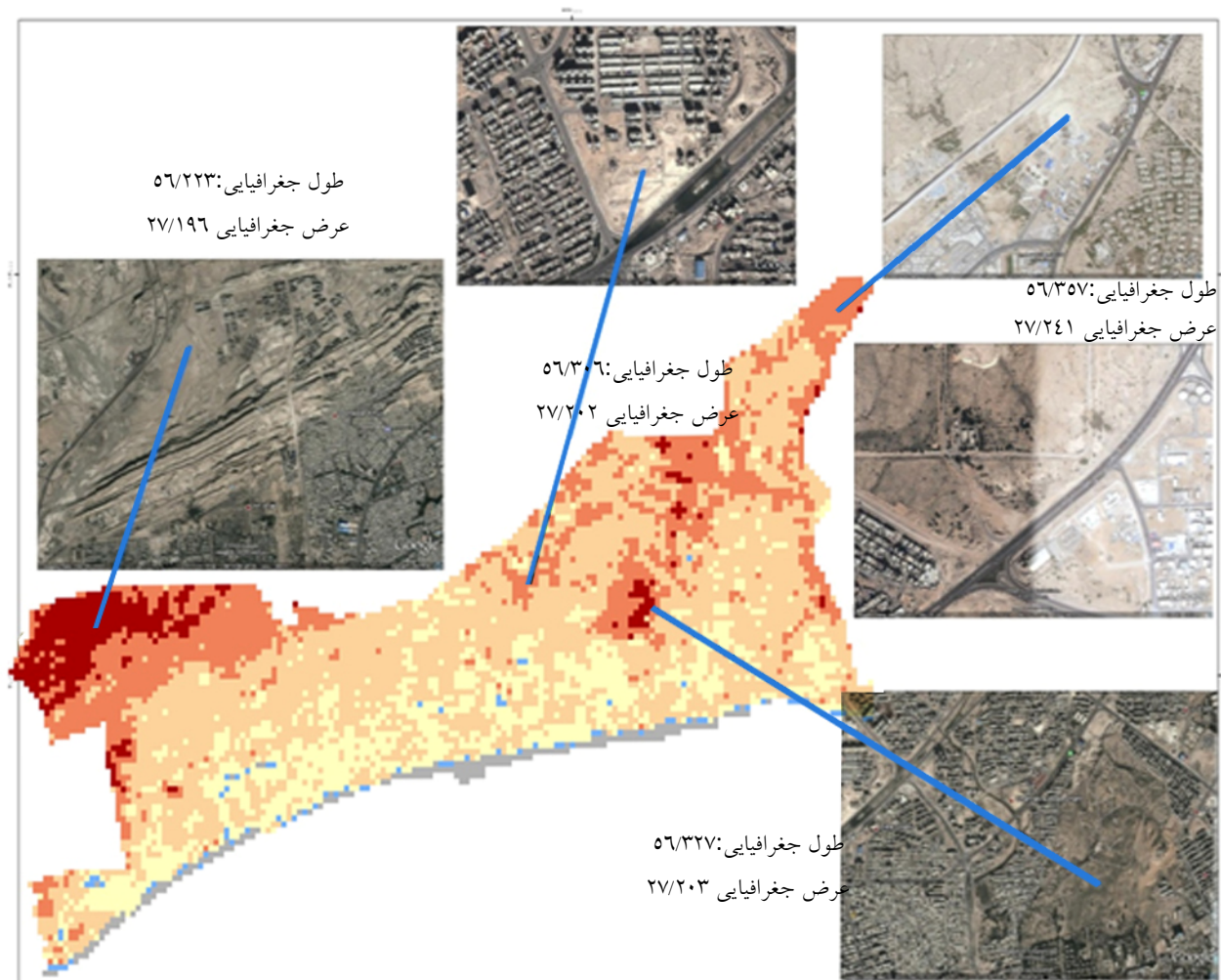
جدول ۲. طبقات دمایی شهر بندرعباس بر اساس محدوده حرارتی آن‌ها (سال ۲۰۱۱)

ردیف	کلاس حرارتی	درصد مساحت	مساحت (هکتار)
۱	۲۳/۷-۲۵/۷	۰/۱۰	۵/۵۷
۲	۲۵/۸-۲۷/۴	۱/۶۰	۸۹/۱۵
۳	۲۷/۵-۲۹	۳۴/۰۰	۱۸۹۴/۴۸
۴	۲۹/۱-۳۰/۷	۳۸/۵۰	۲۱۴۵/۲۲
۵	۳۰/۸-۳۲/۳	۱۸/۱۰	۱۰۰۸/۵۳
۶	۳۲/۴-۳۴	۴/۹۰	۲۷۳/۰۳
۷	۳۴/۱-۳۷/۱	۲/۸۰	۱۵۶/۰۲

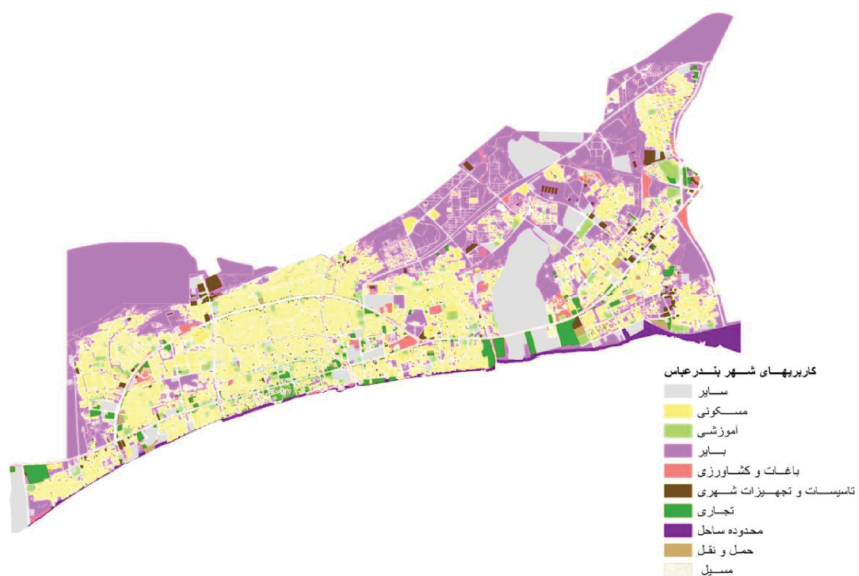
تعیین رابطه دما و کاربری‌های شهری

جهت بالا بردن دقت نقشه‌های تولیدی از نقشه وکتوری طرح تفصیلی استفاده شد و کاربری‌های شهری از طرح تفصیلی شهر طبق شکل ۴ استخراج شد. لذا محدوده طرح تفصیلی با محدوده منطقه مورد مطالعه کاملاً بر هم منطبق

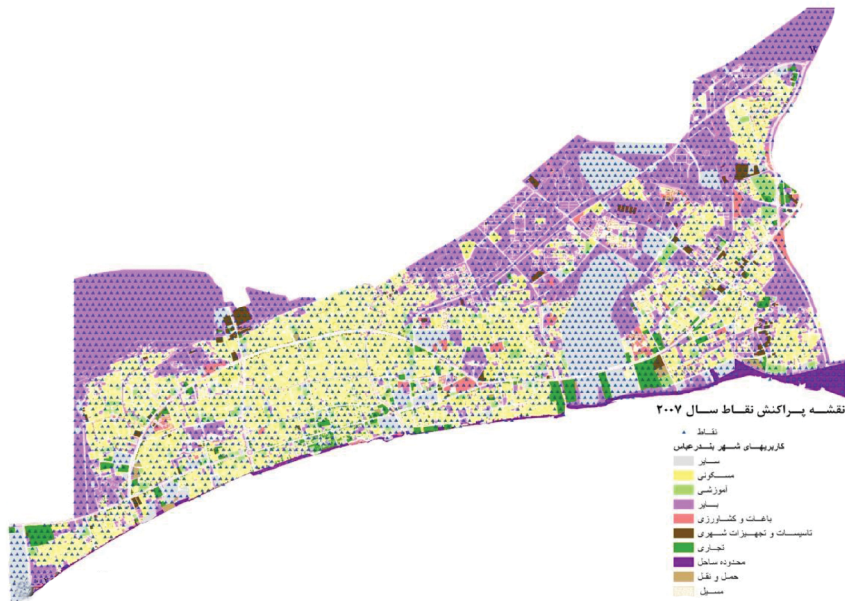
نیستند و با توجه به تنوع کاربری‌ها و مشخص نبودن برخی از کاربری‌ها اقدام به تفکیک کاربری‌ها به ۹ کاربری خاص (مسکونی، آموزشی، بایر، فضای سبز، تأسیسات کارگاهی، تجاری، محدوده ساحل، حمل و نقل و مسیل - رودخانه) گردید و مابقی کاربری‌ها با عنوان سایر در نظر گرفته شد.



شکل ۶. نمایش کاربری‌های مرتبط با جزایر حرارتی شهر بندرعباس



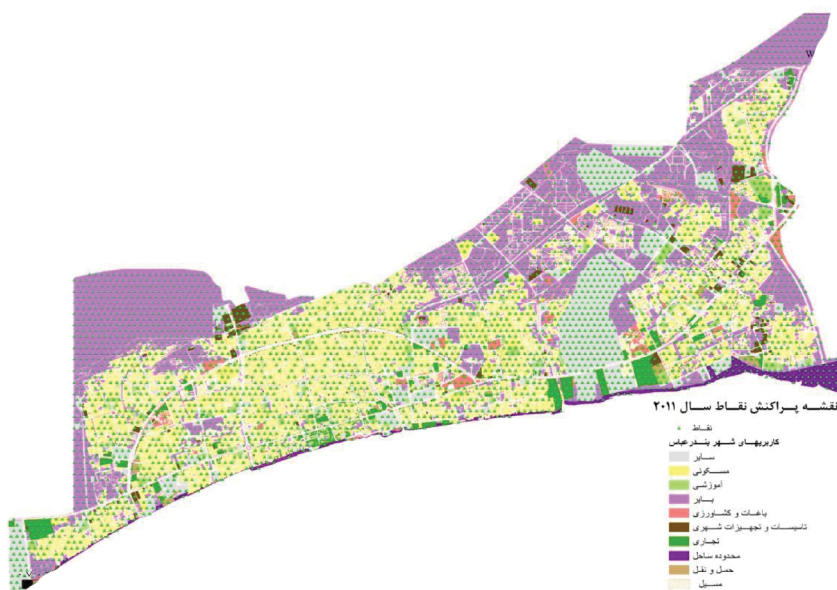
شکل ۴. کاربری‌های شهر بندرعباس



شکل ۵. نقشه پراکنش نقاط نمونه برداری در سطح کاربری‌ها سال ۲۰۰۷

اطلاعات دمای سطحی هر نقطه و کاربری مربوطه به صورت فایل اکسل برای سال ۲۰۰۷ و برای سال ۲۰۱۱ استخراج شد. بر اساس داده‌های استخراج شده از این نقشه‌ها رابطه نوع کاربری و دما محاسبه گردید.

تصویر جزایر حرارتی شهر و نقشه کاربری استخراج شده از طرح تفصیلی بر هم منطبق شدند. توسط نرم‌افزار GIS نقاط نمونه برداری به صورت منظم در سراسر تصویر ثبت شد که هر نقطه حاوی اطلاعات دمایی در سطح کاربری می‌باشد (شکل ۵ مربوط به سال ۲۰۰۷ و شکل ۶ مربوط به سال ۲۰۱۱).



شکل ۶. نقشه پراکنش نقاط در سطح کاربری‌ها سال ۲۰۱۱

آزمون کروسکال والیس نشان داد که دما در زمین‌های با کاربری مختلف دارای تفاوت معنی‌داری هم در داده‌های دمای سال ۲۰۰۷ ($\chi^2=10.3/316$, $df=9$, $Sig=0/0$) و هم در داده‌های دمای سال ۲۰۱۱ ($\chi^2=10.94/247$, $df=9$, $Sig=0/0$) می‌باشد.

از دیگر نتایج این تحقیق، بررسی تأثیر متغیر مستقل (کاربری در سال ۲۰۰۷ و در سال ۲۰۱۱) بر متغیر وابسته (متغیر دما) است. برای به دست آوردن تأثیر متغیر مستقل بر متغیر وابسته می‌توان معنی‌دار بودن عملی یا ضریب اتا را محاسبه نمود. این ضریب محاسبه شد و نشان داد که در سال ۲۰۰۷ ضریب اتا ۲۳٪ بوده و در سال ۲۰۱۱ ضریب اتا ۲۷٪ می‌باشد. این بدین معنی است که تأثیر کاربری‌ها بر دما در سال ۲۰۱۱ افزایش یافته و به میزان ۲۷٪ می‌باشد. این نتیجه نشان می‌دهد که با کنترل نوع کاربری می‌توان دما را کنترل نمود و در نتیجه ارزش سرمایه‌گذاری بر روی این متغیر را به خوبی نشان می‌دهد.

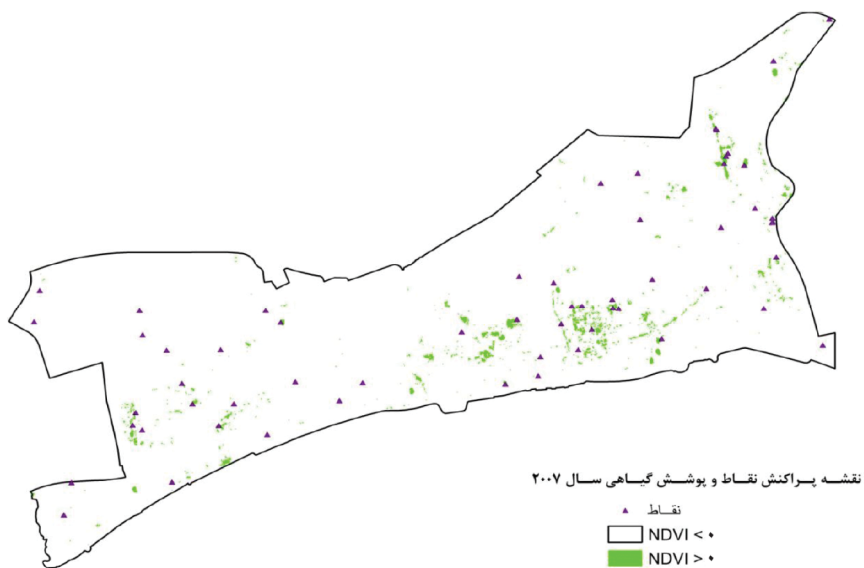
تعیین رابطه حرارت با پوشش گیاهی

پس از تهیه نقشه پوشش گیاهی برای هر دو سال با استفاده از باندهای ۲ و ۳، برای تعیین نوع رابطه بین مناطق دارای پوشش گیاهی با دمای سطحی و همین‌طور مناطق فاقد پوشش گیاهی با دما اقدام به انتخاب نقاط به صورت تصادفی گردید، که برای کل منطقه تعداد ۶۰ نقطه انتخاب شد. در شکل ۷ پراکنش نقاط به صورت تصادفی برای سال ۲۰۰۷ و در شکل ۸ پراکنش نقاط برای سال ۲۰۱۱ نشان داده شده است. در نهایت پس از انتخاب نقاط دمای سطحی هر نقطه برای سال ۲۰۰۷ و برای سال ۲۰۱۱ استخراج و رابطه آماری بین آن‌ها محاسبه گردید.

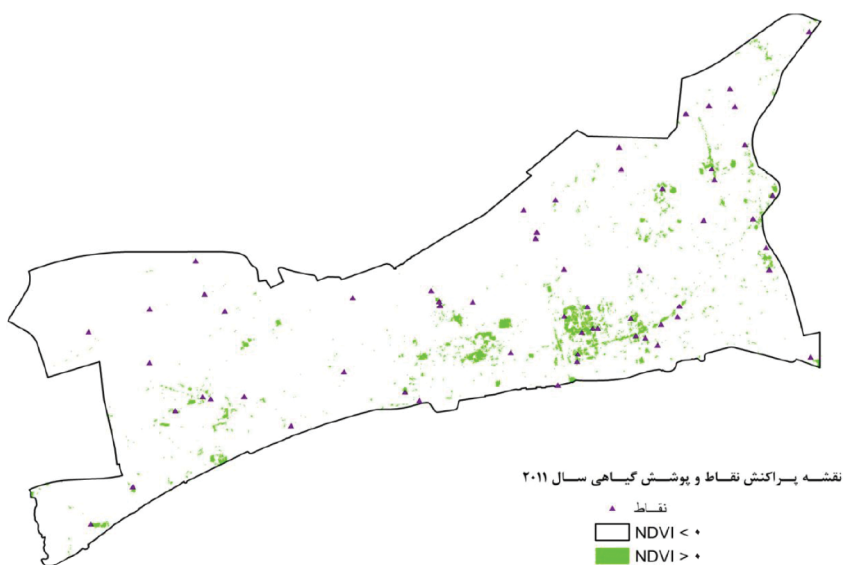
نتایج نشان می‌دهد زمین‌های با نوع کاربری مختلف دارای دمای متفاوتی می‌باشند. طبق اطلاعات ارائه شده مشخص شد که در سال ۲۰۰۷ کاربری‌های اراضی بایر، کارگاهی خدماتی، حمل و نقل، آموزشی، مسیل رودخانه-کانال، فضای سبز، مسکونی، تجاری، محدوده ساحل از بیشترین به کمترین دما را دارا می‌باشند. اما در سال ۲۰۱۱ این الگو قدری متفاوت بوده و کاربری‌های اراضی بایر، کارگاهی خدماتی، حمل و نقل، آموزشی، محدوده ساحل، مسیل رودخانه-کانال، فضای سبز، مسکونی، تجاری، از بیشترین به کمترین دما را دارا می‌باشند. مشخص گردید تأثیر کاربری بر دما در دو سال متفاوت تقریباً از یک روند تبعیت کرده و مناطق گرم شهر مشابه هستند، با این تفاوت که در تصویر سال ۲۰۰۷ حاشیه سواحل به نسبت سال ۲۰۱۱ دمای کمتری دارند. شایان ذکر است که افزایش دمای ساحل در سال ۲۰۱۱ به دلیل تغییر کاربری این محدوده به جاده ساحلی می‌باشد که باعث افزایش دما در این محدوده شده است. همچنین استفاده بیشتر از وسایل خنک‌کننده در منازل مسکونی و تجاری باعث کاهش دمای این کاربری‌ها نسبت به فضای سبز شده است.

تأثیر نوع کاربری با دما در داده‌های سال ۲۰۰۷ و ۲۰۱۱

برای بررسی تأثیر نوع کاربری بر دما از آزمون کروسکال والیس استفاده شد. این آزمون معادل ناپارامتریک آزمون تحلیل واریانس بین گروهی یا ANOVA می‌باشد. دلیل استفاده از این آزمون، معنی‌داری آزمون کولموگروف اسمیرنوف در متغیر دما هم در سال ۲۰۰۷ ($P=0/0$) و هم در سال ۲۰۱۱ ($P=0/0$) و همچنین معنی‌داری آزمون تجانس واریانس‌ها (آزمون لوین) در داده‌های دمای سال ۲۰۰۷ ($P=0/000$) و هم در داده‌های دمای سال ۲۰۱۱ ($P=0/0$) بود (۶).



شکل ۷. نقشه پراکنش نقاط دما و پوشش گیاهی سال ۲۰۰۷



شکل ۸. نقشه پراکنش نقاط دما و پوشش گیاهی سال ۲۰۱۱

معنی‌داری بر متغیر دما دارد یا خیر، از آزمون همبستگی دو نقطه‌ای رشته‌ای اسپیرمن استفاده گردید. نتایج ضریب همبستگی اسپیرمن نشان داد که نوع پوشش در سال ۲۰۰۷ دارای رابطه معنی‌دار ($r = -0/296$ ، $P = 0/021$) با دما می‌باشد و رابطه در سال ۲۰۱۱ ($r = -0/418$ ، $P = 0/001$) می‌باشد. ضریب تعیین محاسبه شده در این متغیرها نشان داد که در سال ۲۰۰۷ نوع پوشش ۹٪ تأثیر بر روی دما داشته است و در سال ۲۰۱۱

نتایج این تحقیق نشان داد که در سال ۲۰۰۷ مناطق دارای پوشش گیاهی میانگین دما برابر با $31/71$ درجه بوده و در مناطق بدون پوشش میانگین دما برابر با $33/78$ درجه بوده است. در سال ۲۰۱۱ نیز میانگین دما در مناطق دارای پوشش برابر با $29/11$ درجه و در مناطق فاقد پوشش برابر با $32/88$ درجه می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که پوشش گیاهی باعث کاهش دمای می‌شود. برای این که بدانیم آیا نوع پوشش تأثیر

آلودگی شده و عدم وجود پوشش گیاهی باعث افزایش دما و ایجاد جزایر حرارتی در این منطقه شده است.

با توجه به این نتایج جزایر حرارتی همیشه در مراکز شهرها قرار ندارند و در محدوده حاشیه شهرها که توزیع صنایع در آن‌ها بیشتر است و آلودگی نیز زیاد است، همچنین در مناطق بایر حاشیه شهر به دلیل عدم وجود پوشش گیاهی و دارا بودن ظرفیت بالای جذب گرما توسط خاک و ظرفیت هدایتی پایین خاک نیز اتفاق افتاده است. در حالی که پوشش گیاهی از طریق ایجاد توازن گرمایی توسط تبخیر و تعرق و تولید سایه و آب به دلیل ظرفیت حرارتی بالا اثر خنک‌کننده دارند، لذا می‌بایست در جهت کاهش آلودگی مناطق صنعتی و ایجاد فضای سبز و ایجاد و یا حفاظت از مناطق آبی اقدام به عمل آید.

بحث و نتیجه‌گیری

دمای سطح زمین یکی از پارامترهای کلیدی در مطالعه شهرها می‌باشد، چرا که تقریباً با دمای هوای لایه‌های پایینی اتمسفر شهری که مرکز موازنه انرژی سطح می‌باشد و تعیین‌کننده اقلیم میان ساختمان‌ها و مؤثر بر زندگی و آسایش ساکنین شهری است، برابری می‌کند (۱۹). سنجنده‌های حرارتی قادر هستند جزایر حرارتی سطح زمین را به وسیله ثبت رادیانس حرارتی صادر شده از سطح مناطقی که در میدان دید سنجنده هستند، بازیابی کنند. به طور کلی LST پارامتر کلیدی در فیزیک رفتارهای سطح زمین است، چرا که بیانگر توازن انرژی و عوامل مؤثر بر آن مانند تبخیر، تعرق، آلودگی و کویرزایی می‌باشد (۲۰).

نتایج نشان می‌دهد که در مناطق با پوشش اراضی مشابه دماهای متفاوت وجود داشته است، این بیانگر آن است که علاوه بر پوشش اراضی شرایط دیگری نیز دمای سطح را کنترل می‌کنند که بیشتر مربوط به نوع کاربری‌های اراضی شهری می‌باشد. همچنین وجود پوشش گیاهی و مناطق آبی باعث کاهش دمای مشاهده شده است که این موضوع لزوم توجه به ایجاد فضای سبز و مناطق آبی را نشان می‌دهد.

در مقایسه با تحقیقات انجام شده در زمینه مطالعه جزایر حرارتی با استفاده از تکنولوژی سنجنش از دور در ایران،

نوع پوشش ۱۷٪ تأثیر بر روی متغیر دما داشته است. ضریب تعیین نشان می‌دهد چند درصد تغییرپذیری متغیر وابسته ناشی از تأثیر متغیر مستقل است. این بدین معنی است که وجود پوشش گیاهی ۱۷٪ تغییرات متغیر دما را باعث شده است. این نتایج نشان می‌دهند که حضور پوشش گیاهی باعث کاهش دمای مشاهده شده تا ۱۷٪ می‌شود. منفی بودن ضریب همبستگی نشان‌دهنده این است که هر چه پوشش گیاهی بیشتر باشد دما کمتر است.

به طور کلی نتایج این تحقیق بیانگر این است که نوع کاربری، تأثیر معنی‌داری بر متغیر دما بر سال‌های مورد مطالعه داشته است. با توجه به نتایج استخراج دمای سطح زمین خنک‌ترین مناطق داخل شهر بر روی تصویر سال ۲۰۰۷ دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد در حاشیه ساحل به دلیل مجاورت با آب بوده و در سال ۲۰۱۱ نیز کمترین دما در محدوده داخل شهر مناطق مسکونی با ۲۷ درجه سانتی‌گراد و در سال ۲۰۰۷ در منطقه حاشیه شهر ۲۹/۲ درجه سانتی‌گراد و بر باغات و فضای سبز حاشیه شهر منطبق بوده و در سال ۲۰۱۱ نیز کمترین دما ۲۷/۶ بر باغات و فضای سبز حاشیه شهر منطبق است.

بیشترین دما در سال ۲۰۰۷ در محدوده داخل شهر زمین بایر در محدوده نظامی در مجاورت بلوار رسالت شمالی و نواحی در حال ساخت و ساز در شهرک نبوت و مناطق با چین‌خوردگی‌های خاص زمین‌شناسی در مجاورت شهرک نیروی دریایی (هدیش) می‌باشد که در منطقه حاشیه شهر بر مناطق صنعتی غرب شهر و پایانه باربری حاشیه شمالی شهر و مناطق بایر منطبق است. در سال ۲۰۱۱ در محدوده داخل شهر بیشترین دما در مناطق بایر و مناطق در حال ساخت که فاقد پوشش گیاهی هستند، وجود داشت و در محدوده حاشیه شهر نیز مناطق صنعتی غرب، پایانه باربری و مناطق بایر دارای بیشترین دما می‌باشند.

در مناطق صنعتی غرب شهر بندرعباس، با ایجاد سطوح غیر قابل نفوذ مانند آسفالت و بتن در نواحی صنعتی و کارخانه‌ها و پوشش گیاهی کم و گرمای ناشی از سوخت‌های فسیلی و وجود آلودگی در این نواحی باعث ایجاد جزایر حرارتی شده است. در منطقه پایانه باربری در حاشیه شمالی شهر ترافیک تریلرها و اتومبیل‌ها باعث تولید گاز و آئروسول و

- نقش کاربری اراضی در شکل گیری جزایر حرارتی با استفاده از RS و GIS (نمونه موردی: شهر اهواز). سمینار ملی کاربرد GIS در برنامه ریزی اقتصادی، اجتماعی و شهری.
۵. علوی پناه، س. ک. ۱۳۸۷. سنجش از دور حرارتی. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم. ۵۲۲ صفحه.
 ۶. غیاثوند، ا. ۱۳۹۰. کاربرد آمار و نرم افزار SPSS در تحلیل داده ها. متفکران. چاپ چهارم. ۲۸۲ صفحه.
 ۷. شکیباء، ع. ر. پ. ضیاییان فیروزآبادی، د. عاشورلو و س. نامداری. ۱۳۸۸. تحلیل رابطه کاربری و پوشش اراضی و جزایر حرارتی شهر تهران، با استفاده از داده های ETM⁺. سنجش از دور و GIS ایران، ۱(۱): ۳۹-۵۶.
 8. Amiri R, Weng Q, Alimohammadi A, Alavipanah SK. 2009. Spatial-temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area, Iran. *Remote Sensing of Environment*, 113(12): 2606-2617.
 9. Charabi Y, Bakhit A. 2011. Assessment of the canopy urban heat island of a coastal arid tropical city: The case of Muscat, Oman. *Atmospheric Research*, 101(1-2): 215-227.
 10. Feizizadeh B, Blaschke T, Nazmfar H, Akbari E, Kohbanani HR. 2013. Monitoring land surface temperature relationship to land use/land cover from satellite imagery in Maraqeh County, Iran. *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(9): 1290-1315.
 11. Gallo KP, McNab AL, Karl TR, Brown JF, Hood JJ, Tarpley JD. 1993. The use of a vegetation index for assessment of the urban heat island effect. *International Journal of Remote Sensing*, 14(11): 2223-2230.
 12. Lee HY. 1993. An application of NOAA AVHRR thermal data to the study of urban heat islands. *Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere*, 27(1): 1-13.
 13. Li J, Song C, Cao L, Zhu F, Meng X, Wu J. 2011. Impacts of landscape structure on surface urban heat islands: A case study of Shanghai, China. *Remote Sensing of Environment*, 115(12): 3249-3263.
 14. Liu L, Zhang Y. 2011. Urban Heat Island Analysis Using the Landsat TM Data and ASTER Data: A Case Study in Hong Kong. *Remote Sensing*, 3(7): 1535-1552.
 15. Lu D, Weng Q. 2006. Spectral mixture analysis of ASTER images for examining the relationship between urban thermal features and biophysical descriptors in Indianapolis, Indiana, USA. *Remote Sensing of Environment*, 104(2): 157-167.
 16. Nonomura A, Kitahara M, Masuda T. 2009. Impact of land use and land cover changes on the ambient temperature in a middle scale city, Takamatsu, in Southwest Japan. *Journal of environmental management*, 90(11): 3297-3304.

تحقیق حاضر به دلیل استفاده از تصاویر سنجنده ASTER و تحصیل نتایج به صورت کمی از دقت بیشتری برخوردار است. همچنین روش استفاده برای طبقه بندی تصویر حرارتی به کمک نرم افزار ENVI[®] 4.7 از دیگر نوآوری های تحقیق بود و استفاده از روش های تلفیق سنجش از دور و GIS موجب بهبود نتایج گردید.

مقایسه نتایج این تحقیق با تحقیقات صورت گرفته توسط زو و همکاران (۲۷) که در بالتیمور ایالت متحده آمریکا با سنجنده ETM⁺ انجام شد، نشان داد که پوشش/کاربری زمین تأثیر زیادی بر LST دارد و پوشش گیاهی در کاهش جزایر حرارتی شهری اثر قابل توجهی دارد، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. ونگ (۲۴) و یانگ و بائر (۲۶) نشان دادند که حرارت رابطه مثبت با خصوصیات بیوفیزیکی شهر دارد و دما رابطه مثبت با سطوح غیر قابل نفوذ و رابطه منفی با پوشش گیاهی سبز دارد که با نتایج این تحقیق رابطه منطقی دارد. نتایج لی و همکاران (۱۴) نشان دادند که توسعه شهرنشینی تأثیر مثبتی بر جزایر حرارتی شهری دارد و رابطه بین NDVI و ISA بر LST نشان دهنده رابطه مستقیم LST با توزیع الگوی پوشش اراضی بود، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. مطالعه زیانو و مودی (۲۵) نشان دادند که دما در مناطق شهری رابطه مستقیم با توزیع الگوی پوشش اراضی دارد، که با یافته های این تحقیق مطابقت دارد.

منابع مورد استفاده

۱. آخوندزاده، م. و م. سراجیان. ۱۳۸۶. کاربرد تصاویر ماهواره ای Terra-ASTER در نمایش جزایر حرارتی در مناطق شهری. مجموعه مقالات دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی، قطب علمی مهندسی نقشه برداری و مقابله با سوانح طبیعی، دانشکده فنی دانشگاه تهران. ۱۷۸۸ صفحه.
۲. اکبری، ه. ۱۳۷۹. بررسی الگوی توزیع درجه حرارت شهر تهران با استفاده از اطلاعات حرارتی لندست TM. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۲۰ صفحه.
۳. جلالزاده، ز. م. ترابی آزاد و ا. دالکی. ۱۳۸۷. مقایسه دمای سطحی حاصل از داده های میدانی و ماهواره ای در خزر جنوبی. پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۴۰(۶۵): ۱۰۹-۱۲۱.
۴. رنگز، ک. م. ع. فیروزی و ا. تقی زاده. ۱۳۸۹. بررسی و تحلیل

- LANDSAT TM 5. Remote Sensing of environment, 90(4): 434-440.
23. Weng Q. 2012. Remote sensing of impervious surfaces in the urban areas: Requirements, methods, and trends. *Remote Sensing of Environment*, 117: 34-49.
24. Xiao J, Moody A. 2005. A comparison of methods for estimating fractional green vegetation cover within a desert-to-upland transition zone in central New Mexico, USA. *Remote Sensing of Environment*, 98(2-3): 237-250.
25. Yuan F, Bauer ME. 2007. Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 106(3): 375-386.
26. Zhou Y, Weng Q, Gurney KR, Shuai Y, Hu X. 2012. Estimation of the relationship between remotely sensed anthropogenic heat discharge and building energy use. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 67: 65-72.
17. Nichol JE, Fung WY, Lam K, Wong MS. 2009. Urban heat island diagnosis using ASTER satellite images and 'in situ' air temperature. *Atmospheric Research*, 94(2): 276-284.
18. Ning J. 2011. Influence of Coastal Land Use Change to Land Surface Temperature. *Energy Procedia*, 11: 3999-4004.
19. Oke TR. 1982. The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455): 1-24.
20. Peres LF, DaCamara CC. 2004. Land surface temperature and emissivity estimation based on the two-temperature method: sensitivity analysis using simulated MSG/SEVIRI data. *Remote Sensing of Environment*, 91(3-4): 377-389.
21. Roth M, Oke TR, Emery WJ. 1989. Satellite-derived urban heat islands from three coastal cities and the utilization of such data in urban climatology. *International Journal of Remote Sensing*, 10(11): 1699-1720.
22. Sobrino JA, Jiménez-Muñoz JC, Paolini L. 2004. Land surface temperature retrieval from



Assessment relations of land use in heat islands using time series ASTER sensor data (Case study: Bandar Abbas city)

A. A. Matkan¹, A. Nohegar², B. Mirbagheri³, N. Torkchin^{4*}

1. Assoc. Prof. Department of Remote sensing and Geographic Information Science, Shahid Beheshti University
2. Assoc. Prof. Department of Natural Resources, Hormozgan University
3. Lecturer Department of Remote sensing and Geographic Information Science, Shahid Beheshti University
4. MSc. Student of Remote sensing and Geographic Information Science, Hormozgan University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 17 February 2014

Accepted 22 May 2014

Available online 8 January 2015

Keywords:

Land surface temperature (LST)

Urban heat island

Land use/cover (LUC)

ASTER sensor

Bandar Abbas

ABSTRACT

Investigation of the situation of heat radiation scattering and its relationship by land use types is important in identification of the urban microclimate. Temperature is one of the features that are influenced by environmental conditions and it is considered as one of quality indices of environmental. According to this study the quality of the environment and the amount of pressure on which come to attention. On the other hand, land use planning as the main core of the urban planning based understanding of the environment is searching to find a way to improvement of environmental, social and ecological system of cities to the aims of sustainable development, especially countries. In this study, the effects of land use/cover and risk of land surface temperature (LST) in the coastal city of Bandar Abbas assessed by using satellite imaging data Terra ASTER for the years 2007 and 2011. After the processing required and using the heat equation, the surface temperature was prepared. Land use layers and harvesting of selected parts and also inferential statistical tests (Kruskal-Wallis test and Spearman correlation coefficient) the relation between land use/cover and surface temperature was calculated. The results showed industrial areas, barren land of high temperature and high coastal areas due to the presence of water due to evaporation and transpiration from vegetation green leaf area of trees and shade temperatures were lower than those of other users.

* Corresponding author e-mail address: Torkchi@yahoo.com