نشریه علمی پژوهشی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

سال ششم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۷

Vol.6, No.2, Summer 2018

۱۶۵-۱۸۹

*این مقاله در دومین کنفرانس ملی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی به‌عنوان مقاله برگزیده انتخاب شده است که پس از تکمیل، داوری مجدد و اخذ پذیرش در این شماره از نشریه به چاپ می‌رسد.*

# بررسی ارتباط بین شدت جزیره حرارتی و اختلاف خصوصیات بیوفیزیکی اراضی ساخته شده و غیر ساخته‌شده (مطالعه موردی: شهرهای شرق استان مازندران)

**محمد کریمی فیروزجایی[۱]، مجید کیاورز[۲*]**

۱- دانشجوی دکتری گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه تهران

۲- استادیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۷/۲۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۱۱

## چکیده

خصوصیات بیوفیزیکی و دمای سطح از پارامترهای کلیدی برای کنترل و ارزیابی فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی سطح زمین محسوب می‌شوند. هدف از مطالعه حاضر بررسی و تحلیل ارتباط بین شدت جزیره حرارتی و اختلاف خصوصیات بیوفیزیکی اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده می‌باشد. برای این منظور، از ۴ تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ و محصول بخار آب مودیس برای ۲۲ فروردین ۱۳۹۵، ۹ تیر۱۳۹۵، ۵ شهریور۱۳۹۳ و ۸ آبان ۱۳۹۳ محدوده شهرهای قائم‌شهر، ساری، نکا و بهشهر استفاده شده است. برای استخراج دمای سطح از الگوریتم تک کاناله، استخراج خصوصیات بیوفیزیکی سطح از ترکیب‌های باندی تسلدکپ و برای استخراج اراضی ساخته‌شده از ترکیب باندی جدیدی استفاده شده است. درنهایت وضعیت دما و خصوصیات بیوفیزیکی سطح برای اراضی ساخته‌شده و غیرساخته‌شده بررسی و ارتباط آن‌ها با شدت جزیره حرارتی برای هر ۴ محدوده جغرافیایی مورد مطالعه در ۴ ماه مختلف بررسی شده است. نتایج بررسی ارتباط بین دما و خصوصیات بیوفیزیکی، ضریب همبستگی ۰/۸۸ را نشان می‌دهد. افزایش اختلاف خصوصیات بیوفیزیکی سطوح اراضی ساخته‌شده و غیرساخته‌شده سبب افزایش اختلاف دمای سطح دو نوع اراضی و تشدید پدیده جزیره حرارتی شهری می‌گردد به همین دلیل اختلاف میانگین دمای اراضی ساخته‌شده و غیرساخته شده با توجه به محدوده جغرافیایی و زمانی مورد مطالعه بین ۰/۳-۶/۴ درجه کلوین متغیر می‌باشد. بیشترین و کمترین مقدار شدت جزیره حرارتی به ترتیب مربوط به محدوده‌ی قائمشهر در ۹ تیر ۱۳۹۵ با ۰/۵۷۶۸ و محدوده نکا در ۵ شهریور ۱۳۹۳ با ۰/۰۳ می‌باشد.

**کلیدواژه‌ها**: ارتباط، شدت جزیره حرارتی، خصوصیات بیوفیزیکی، اراضی ساخته‌شده، اراضی غیر ساخته‌شده.

*نویسنده مکاتبه کننده: تهران- خیابان انقلاب- کوچه آذین- دانشکده جغرافیا

تلفن: ۰۹۱۲۳۳۰۱۹۲۲

Email : Kiavarzmajid@ut.ac.ir

[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

## ۱- مقدمه

طی سال‌های گذشته رشد شهرنشینی سبب تغییرات عمده‌ای در ساختار پوشش و کاربری‌های اراضی سطح زمین شده است [۱]. اینگونه تغییرات در مقیاس محلی بر میزان انرژی حرارتی تاثیر گذاشته و در نتیجه باعث ایجاد تغییراتی در اقلیم می‌شود. پژوهش‌های متعددی در شهرهای مختلف جهان انجام گرفته که نتایج آن بیانگر این است که شهرنشینی باعث ایجاد تغییرات قابل ملاحظه‌ای بر روی پارامترهای هواشناسی و ویژگی‌های سطح زمین شده و به‌طبع آن تغییرات زیادی در وضع هوا و اقلیم به وجود آورده است [۲]. جزایر حرارتی شهری از معمول‌ترین پدیده‌های شهری‌اند که در آن‌ها برخی از مناطق شهری و به‌خصوص مراکز شهرها، چند درجه از مناطق اطراف گرم‌تر می‌شوند [۳]. عوامل زیادی در ایجاد جزیره حرارتی شهری دخیل هستند که به‌طور کلی می‌توان آن‌ها را به دو گروه کلی عوامل قابل کنترل همچون هندسه، ساختار و خصوصیات بیوفیزیکی سطوح شهری و مجموع پارامترهای مرتبط با جمعیت همچون فعالیت‌های انسانی گرماساز و آلودگی هوای ناشی از آن و عوامل غیرقابل کنترل همچون سرعت باد، پوشش ابر، فصل سال و شرایط آنتی سیکلونی دسته‌بندی کرد. از علل اصلی ایجاد جزیره حرارتی، جایگزین شدن پوشش طبیعی زمین با عوارض شهری همچون سنگفرش، ساختمان و سایر ساخت و سازهای شهری می‌باشد که اثرات خنک کنندگی سطح را از بین می‌برند [۴ و ۵]. پوشش گیاهی با جذب انرژی خورشید و تعرق آب از طریق برگ‌های خود یک سیستم تهویه مطبوع طبیعی ایجاد می‌کند. سطوح طبیعی به نسبت اراضی ساخته‌شده به دست انسان در محیط شهری از درصد رطوبت بالاتری برخوردارند. آب به‌علت خاصیت گرمای ویژه بالای خود گرما را از محیط اطراف خود جذب و در خود نگه می‌دارد به همین دلیل رطوبت سطوح باعث کاهش دمای سطح و مناطق مجاور می‌شود. همچنین، ساختمان‌های بلند و خیابان‌های باریک جریان هوا را کاهش داده و هوای پیرامون را گرم‌تر می‌کنند. این عوامل منجر به شکل‌گیری پدیده جزیره حرارتی شهری می‌شوند [۲]. علاوه بر آن، حرارت و آلودگی ناشی از وسایل نقلیه، صنایع و کارخانه‌های بزرگ و دیگر فعالیت‌های انسانی گرمای هوا را افزایش داده و اثرات جزیره حرارتی را تشدید می‌کنند [۵].

نخستین اثر مهم پدیده جزیره حرارتی شهری افزایش مصرف انرژی، آب و الکتریسیته و در نتیجه افزایش سرانه بار مالی به ویژه در ماه‌های گرم سال می‌باشد [۶]. مسئله‌ی دومی که مطرح می‌شود این است که پدیده‌ی جزیره‌ی حرارتی نمایانگر کمبود شدید فضای سبز شهری است. کمبود فضای سبز شهری معمولا خود موجب بروز مشکلات دیگری از جمله افزایش سطح آلاینده‌های گوناگون در هوای شهر، آلوده شدن، هرزآب شدن و سرانجام از دست رفتن آب بارندگی ها، افزایش آلودگی صوتی و افزایش مشکلات روانی می‌شود. اختلاف و ناهمگونی دما در مناطق شهری به‌شدت روی کیفیت هوای محیط شهری تاثیر گذاشته و باعث ایجاد مشکلات محیطی و اجتماعی زیادی در محیط‌های شهری می‌شود. علاوه بر این امواج گرمایی تولید شده توسط جزایر حرارتی، موجب تغییر الگوهای اقلیمی نظیر بارش و وزش باد در مناطق شهری می‌شود [۷].

جزیره حرارتی شهری بر اساس اختلاف دمای ناشی از تفاوت خصوصیات بیوفیزیکی و نوع فعالیت‌های انسانی اراضی ساخته شده شهری با مناطق حومه شهر تعریف می‌شود. از پارامترهای بسیار مهم در راستای شناخت، بررسی و تحلیل جزیره حرارتی شهری استفاده از تکنیک‌های مناسب جهت تفکیک دقیق اراضی ساخته‌شده و غیرساخته‌شده از یکدیگر، انتخاب و به‌کارگیری روش‌های مناسب برای بررسی دقیق خصوصیات بیوفیزیکی و دمای سطح اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده می‌باشد.



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

دمای سطح زمین یکی از پارامترهای کلیدی برای کنترل و ارزیابی فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی سطح زمین و یک عامل مهم برای مطالعه آب و هوا در مناطق شهری محسوب می‌شود [۸]. در گذشته مطالعه جزیره حرارتی با محاسبه اختلاف دمای مناطق شهری و روستایی از طریق اندازه‌گیری‌های زمینی دمای هوا، انجام می‌گرفت. اگرچه مشاهدات و اندازه گیری‌های زمینی معمولا صحیح و قابل اعتماد هستند ولی به اندازه کافی نماینده خوبی برای نشان دادن تغییرات حرارتی سطح زمین نیستند، به ویژه در مناطقی که شبکه ایستگاه‌های اندازه گیری زمینی از تراکم خوبی برخوردار نیست [۵]. سنجنده‌های مستقر بر ماهواره‌های فضایی با بهره‌مندی از باندهای حرارتی اطلاعات ارزشمندی از دمای سطح را برای مناطق گسترده فراهم می‌کنند و بر این اساس محققان را قادر می‌سازند تا تغییرات الگوهای مکانی و زمانی شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری را مطالعه و بررسی نمایند [۷ و ۹]. نخستین مطالعاتی که کوشیدند با استفاده از داده‌های مادون قرمز حرارتی وضعیت حرارتی شهری را مطالعه کنند از داده‌های سنجنده NOAA[1] استفاده کردند [۴ و ۱۰]. قدرت تفکیک مکانی باند حرارتی برای تمام این مطالعات ۱/۱ کیلومتر بوده که فقط برای تهیه نقشه کوچک مقیاس دمای شهر مناسب می‌باشد. با استفاده از داده‌های مادون قرمز حرارتی ماهواره‌های لندست و استر امکان استخراج درجه حرارت سطح زمین و مطالعه دقیق‌تر جزایر حرارتی شهری فراهم شده و مطالعات متعددی در این زمینه انجام شده است [۳، ۵ و ۱۱].

از جمله عوامل مهم موثر بر دمای سطح و درنهایت شدت جزیره حرارتی شهری نوع پوشش سطح مناطق شهری و غیرشهری می‌باشد. ویژگی‌های بیوفیزیکی متفاوت پوشش‌های مختلف سطح سبب تفاوت در رفتار دمایی آن‌ها می‌گردد. پژوهش‌ها در این زمینه بیشتر روی الگوهای دمای سطح زمین و ارتباط آن‌ها با انواع کاربری-پوشش زمین در محیط شهری متمرکز بوده‌اند [۱۲ و ۱۳]. بررسی ارتباط بین دمای سطح زمین (LST[2]) و شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال‌شده (NDVI[3]) از اولین مطالعات در حوزه ارتباط دمای سطح و شاخص‌های پوشش سطح بوده است [۳ و ۱۴]. در ادامه مطالعاتی درباره دیگر شاخص‌های بیوفیزیکی همچون کسر پوشش گیاهی (FVC[4]) و درصد سطوح نفوذناپذیر انجام شده است که نتایج نشان از ارتباط قوی بین این شاخص‌ها و دمای سطح زمین دارد [۱۵ و ۱۶].

در طول دهه‌های گذشته تصاویر ماهواره‌ای به‌عنوان منبع اصلی استخراج اطلاعات مربوط پوشش سطح مطرح شده‌اند. یکی از روش‌های مهم برای برجسته کردن انواع ویژگی‌های سطح استفاده از ترکیب‌های باندی تسلدکپ (TCT[5]) می‌باشد. اطلاعات به‌دست آمده از این ترکیب‌های نشان‌دهنده پارامترهای مهم بیوفیزیکی همچون سبزینگی، رطوبت و روشنایی سطح می‌باشند [۱۷]. این ترکیب‌ها با توجه به ویژگی‌های بیوفیزیکی سطح زمین، اطلاعات طیفی موجود در تصاویر با باندهای متعدد را فشرده می‌کنند [۱۸]. از مزایای استفاده از شاخص‌های TCT ایجاد همبستگی بین باندهای تصویر و کاهش تعداد باندها با قابلیت حفظ حداکثری اطلاعات در عین سادگی می‌باشد. مطالعات مختلفی جهت توسعه ترکیب‌های باندی TCT برای تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سنجنده‌های مختلف انجام شده است [۱۹].

از دیگر پارامترهای مهم برای مطالعه پدیده جزیره حرارتی تفکیک دقیق اراضی ساخته‌شده و

[1] National Oceanic and Atmospheric Administration

[2] Land Surface Temperature
[3] Normalized Difference Vegetation Index
[4] fractional vegetation cover
[5] Tasselled Cap Transformation



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]
[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

غیرساخته‌شده از یکدیگر در منطقه می‌باشد. در مطالعات قبلی از شاخص‌های متعدد همچون NDBI[1]، BI[2]، NBI[3] و غیره برای تهیه نقشه‌های اراضی ساخته شده استفاده شده است [۲۰، ۲۱ و ۲۲]. ولی در مناطق مختلف کارایی شاخص‌ها تحت تاثیر نوع کاربری‌های موجود در منطقه قرار می‌گیرند. در مطالعه حاضر برای استخراج اراضی ساخته‌شده منطقه از ترکیب باندی جدیدی استفاده شده است. ترکیب باندی جدید بر مبنا رفتار طیفی پوشش‌های مختلف سطح در مواجه با طول موج‌های مختلف از امواج الکترومغناطیسی از نظر میزان جذب یا انعکاس تولید شده است.

خصوصیات بیوفیزیکی سطح در محدوده شهرهای شمالی کشور ایران به سبب قرارگیری کاربری‌های کشاورزی و فضای سبز در محیط شهری و اطراف شهرها در طول ماه‌های مختلف سال دارای تغییرات زیادی می‌باشد. هدف از پژوهش حاضر بررسی، تحلیل و مقایسه مکانی-زمانی چگونگی تغییرات جزیره حرارتی و ارتباط آن با تغییرات خصوصیات بیوفیزیکی سطح اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده شهرهای واقع در شرق استان مازندران در چهار ماه مختلف سال می‌باشد. معیار انتخاب شهرها برای مطالعه و مقایسه به‌صورتی بوده است که به راحتی به‌توان اثر پارامترهای موثر بر دمای سطح همچون موقعیت جغرافیایی، ارتفاع از سطح آب‌های آزاد و همچنین میزان توسعه یافتگی را برای همه شهرها یکسان در نظر گرفت. مواردی همچون بررسی و مقایسه تغییرات مکانی-زمانی دمای سطح، خصوصیات بیوفیزیکی و شدت جزیره حرارتی در ماه‌های مختلف سال برای شهرهای مختلف در یک مطالعه، بررسی تاثیر پارامتر اختلاف خصوصیات بیوفیزیکی اراضی ساخته‌شده و غیرساخته‌شده بر شدت جزیره حرارتی شهرهای مختلف در ماه‌های مختلف سال، استفاده از ترکیب‌های باندی TCT بر استخراج پارامترهای بیوفیزیکی سطح و بررسی ارتباط آن‌ها با دمای سطح و بهره‌گیری از ترکیب باندی جدید برای تفکیک اراضی ساخته‌شده و غیرساخته‌شده منطقه از یکدیگر از وجه تمایزهای مشخص و بارز مطالعه حاضر با مطالعات گذشته در این حوزه می‌باشد.

## ۲- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل چهار شهر قائمشهر، ساری، نکا و بهشهر و محدوده اطراف آن‌ها واقع در قسمت شرق استان مازندران می‌باشد. شهرهای ذکر شده به سبب قرارگیری در موقعیت جغرافیایی نزدیک به‌یکدیگر دارای شرایط اقلیمی و آب و هوایی یکسانی هستند. همچنین ارتفاع متوسط این شهرها از سطح آب‌های آزاد تقریبا برابر و حدود ۵۰ متر می‌باشد. مرز محدوده اطراف هر شهر برای مطالعه به نسبت ابعاد فیزیکی هر شهر انتخاب شده است. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه و نقاط نمونه مورد استفاده جهت بررسی ارتباط بین پارامترهای مختلف و کنترل دقت در قسمت‌های مختلف پژوهش به‌صورت شکل (۱) نشان داده شده است.

## ۳- داده و روش پژوهش

در این بخش به معرفی داده‌ها، روش پیش پردازش و استخراج اطلاعات پرداخته می‌شود.

### ۳-۱- داده‌ها

در مطالعه حاضر از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ در چهار ماه مختلف سال استفاده شده است. این تصاویر زمین مرجع شده و در سیستم تصویر UTM[4] در ناحیه N۳۹ قرار دارند. تصاویر مذکور در سایت زمین شناسی امریکا[5] در دسترس می‌باشند.

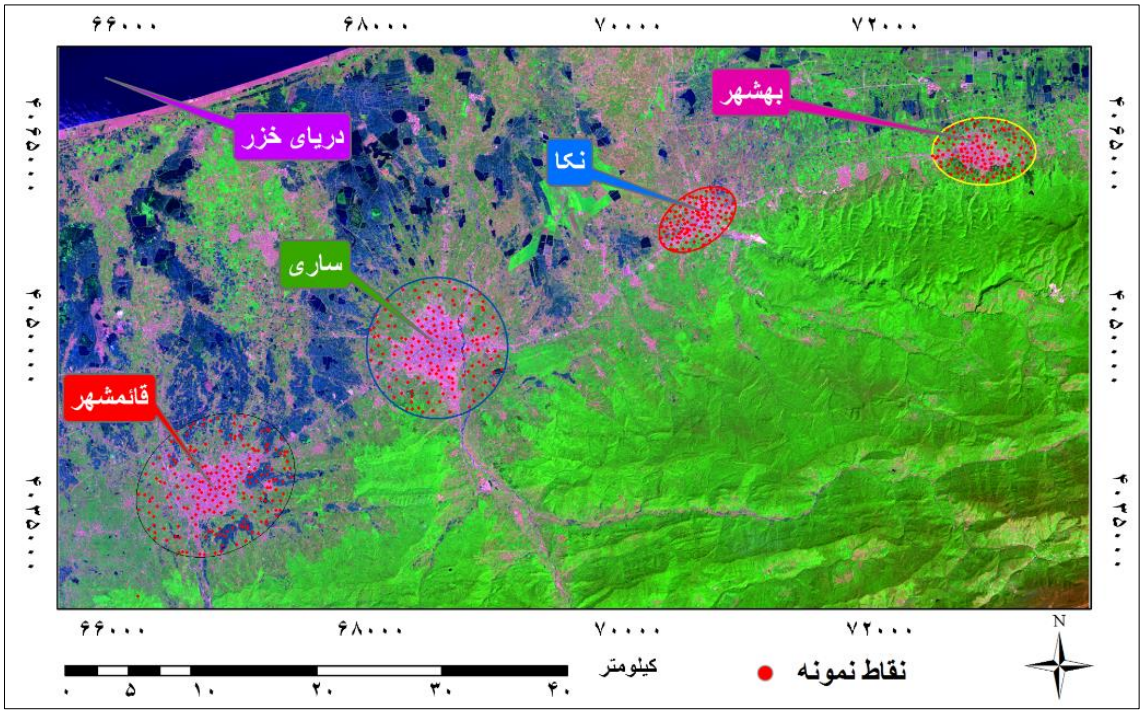
[1] Normalized Difference Built-up Index
[2] Built-up Index
[3] Normalized Built-up Index

[4] Universal Transverse Mercator
[5] http://www.usgs.gov



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]
[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

برای تکمیل پارامترهای ورودی برای تهیه نقشه دمای سطح با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای از محصول بخار آب مودیس و برای تهیه نقاط نمونه کنترل از بازدید میدانی، تصاویر گوگل ارث و نقشه توپوگرافی تهیه شده توسط سازمان نقشه‌برداری استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده در پژوهش در جدول (۱) نشان داده شده است.




**شکل ۱: نقشه ترکیب رنگی باندهای ۷، ۵ و ۲ سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ مربوط به منطقه مورد مطالعه.**

**جدول ۱: داده‌های مورد استفاده پژوهش**

| نوع داده | ماهواره | قدرت تفکیک | WRS_PATH | WRS_ROW | تاریخ |
|---|---|---|---|---|---|
| تصاویر ماهواره‌ای (روز) | لندست ۸ | ۳۰ متر | ۱۶۳ | ۳۵ | ۱۳۹۵/۱/۲۲ |
| تصاویر ماهواره‌ای (روز) | لندست ۸ | ۳۰ متر | ۱۶۳ | ۳۵ | ۱۳۹۵/۴/۹ |
| تصاویر ماهواره‌ای (روز) | لندست ۸ | ۳۰ متر | ۱۶۳ | ۳۵ | ۱۳۹۳/۶/۵ |
| تصاویر ماهواره‌ای (روز) | لندست ۸ | ۳۰ متر | ۱۶۳ | ۳۵ | ۱۳۹۳/۸/۸ |
| نقشه توپوگرافی | --- | ۱:۲۵۰۰۰ | - | - | ۱۳۹۵ |
| بخار آب | مودیس | ۵۰۰۰ متر | - | - | - |

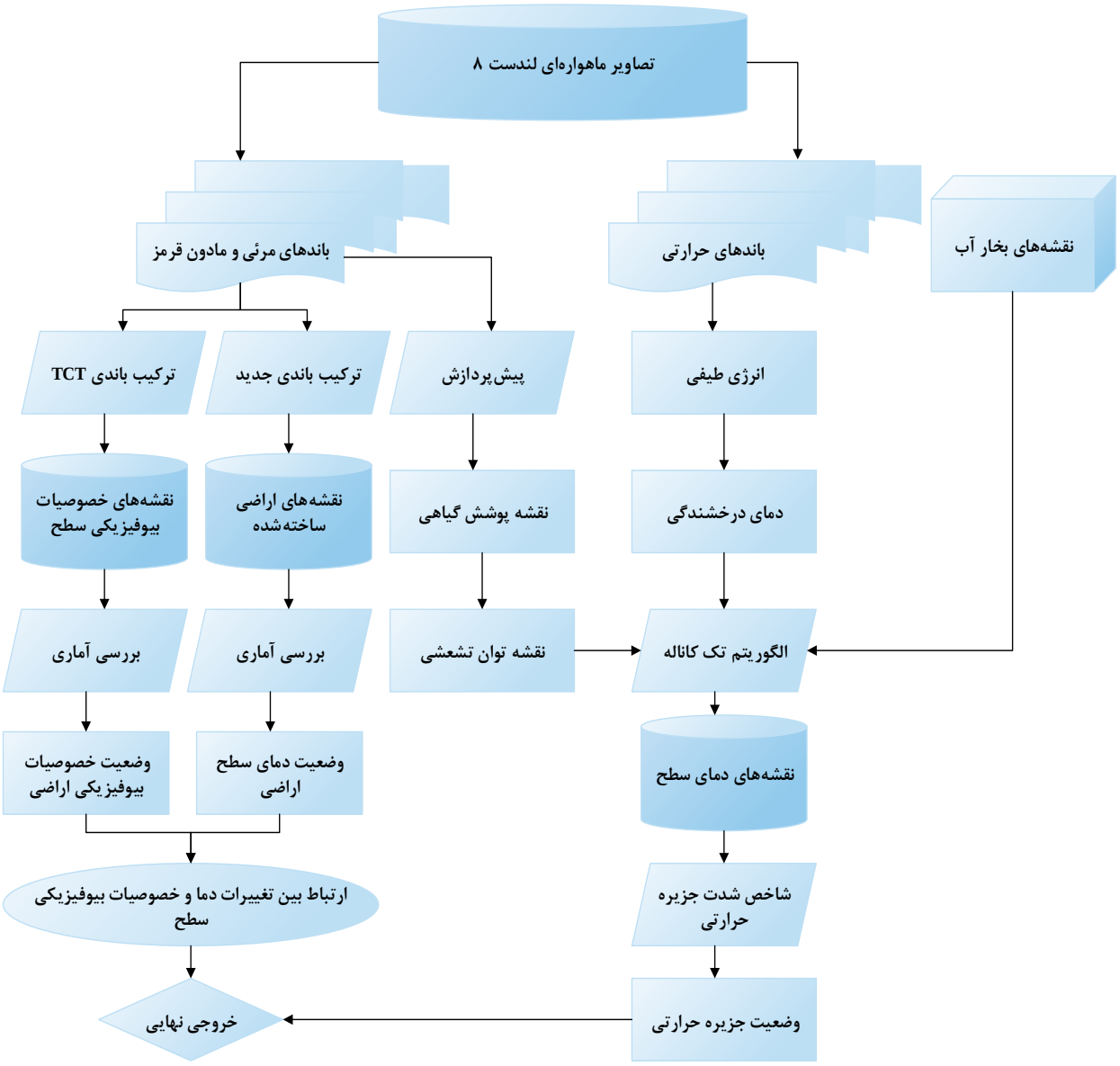
### ۳-۲- روش پژوهش

مراحل کلی انجام پژوهش به صورت شکل (۲) نشان داده شده است.



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]




**شکل ۲: مراحل کلی انجام پژوهش**

### ۳-۲-۱- پیش‌پردازش

به منظور کنترل کیفیت داده‌ها و برطرف کردن خطای رادیومتریکی و هندسی تصاویر مورد بررسی اولیه قرار گرفتند. تصاویر مورد استفاده در پژوهش با استفاده از مدل تصحیح اتمسفری FLAASH[1] تصحیح شد. این ابزار از مدل عبور اتمسفری MODTRAN6 برای تصحیحات اتمسفری استفاده می‌کند برای این منظور در این مدل داده‌هایی مانند زمان عبور ماهواره، ارتفاع سنجنده، موقعیت جغرافیایی، مدل اتمسفری منطقه و زاویه تابش خورشید به‌کار می‌رود. با توجه به زمین مرجع بودن تصاویر مورد استفاده در پژوهش، هر چهار تصویر به دلیل اختلاف کم در زمان تصویربرداری با استفاده از نقاط کنترل مشترک استخراج شده از نقشه توپوگرافی به روش ثبت تصویر به نقشه به‌صورت دقیق تصحیح هندسی شده‌اند.

[1] Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]
[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

### ۳-۲-۲- استخراج اراضی ساخته‌شده

برای استخراج اراضی ساخته‌شده ترکیب باندی جدیدی در این تحقیق ارائه شده است. روش جدید ترکیب خطی از مقادیر باندهای مختلف تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ با وزن‌های متفاوت می‌باشد. علامت مثبت و منفی و مقادیر هر یک از وزن‌ها از طریق بررسی دقیق امضای طیفی عوارض مختلف نسبت به هم محاسبه شده است. با توجه به امضای طیفی عوارض مختلف ترکیب باندی جدید برای استخراج اراضی ساخته‌شده، به‌صورت رابطه (۱) نشان داده شده است.

رابطه (۱)

$$Built\ up = 0/8239Band_2 - 0/0849Band_3 - 0/4396Band_4 + 0/058Band_5 - 0/2013Band_6 + 0/2773Band_7$$

در رابطه (۱)، $Band_2$ باند آبی، $Band_3$ باند سبز، $Band_4$ باند قرمز، $Band_5$ باند مادون قرمز نزدیک، $Band_6$ و $Band_7$ باندهای مربوط به مادون قرمز میانی تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ می‌باشد. با استفاده از ترکیب باندی ارائه شده اراضی ساخته‌شده برای هر چهار محدوده مورد مطالعه شهرهای قائمشهر، ساری، نکا و بهشهر استخراج شد. سپس با استفاده از نقاط کنترل به‌دست آمده از بازدید میدانی، تصاویر گوگل ارث و نقشه توپوگرافی منطقه دقت نقشه‌های اراضی ساخته‌شده حاصل شده ارزیابی شد. با توجه به قابل قبول بودن دقت، نقشه‌های کاربری اراضی ساخته‌شده به‌دست آمده در مراحل مختلف پژوهش استفاده شده است.

### ۳-۲-۳- استخراج خصوصیات بیوفیزیکی سطح

ترکیب‌های TCT با ترکیب‌های خطی خاص از باندهای مختلف تصاویر و ماتریس ضرایب اختصاصی با توجه به ویژگی‌های فیزیکی سطح زمین، اطلاعات طیفی موجود در تصاویر با باندهای متعدد را با کاهش تعداد باندها فشرده می‌کند[۱۷، ۱۸ و ۱۹]. اطلاعات مربوط به روشنایی، سبزینگی و رطوبت، سه جز اصلی اطلاعات استخراج شده توسط ترکیب‌های باندی TCT می‌باشند. ماتریس ضرایب اختصاصی برای سنجنده‌های تصویربرداری مختلف متفاوت هستند که با تجزیه و تحلیل‌های آماری و تجربی به‌صورت مجزا برای سنجنده‌های مختلف محاسبه می‌شوند. ضرایب مربوط به ترکیب‌های باندی TCT برای تصاویر لندست ۸ از طریق جدول (۲) به‌دست می‌آید [۱۹]

**جدول ۲: ضرایب مربوط به ترکیب‌های TCT برای تصاویر لندست ۸**

| باند | باند ۱ | باند ۲ | باند ۳ | باند ۴ | باند ۵ | باند ۶ | باند ۷ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **روشنایی** | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۳۰۲۹ | ۰/۲۷۸۶ | ۰/۴۷۳۳ | ۰/۵۵۹۹ | ۰/۵۰۸ | ۰/۱۸۷۲ |
| **سبزینگی** | ۰/۰۰۰۰ | -۰/۲۹۴۱ | -۰/۲۴۳ | -۰/۵۴۲۴ | ۰/۷۲۷۶ | ۰/۰۷۱۳ | -۰/۱۶۰۸ |
| **رطوبت** | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۱۱۱۵ | ۰/۱۹۷۳ | ۰/۳۲۸۳ | ۰/۳۴۰۷ | -۰/۷۱۱۷ | -۰/۴۵۵۹ |

### ۳-۲-۴- محاسبه دمای سطح

برای محاسبه دمای سطح زمین ابتدا باید توان تشعشعی سطح زمین محاسبه شود. برای محاسبه توان تشعشعی سطح زمین از روش جیمز و سوبرینو استفاده شده است [۲۳]. در این روش توان تشعشعی سطح زمین با استفاده از برآورد بازتاب شاخص پوشش گیاهی NDVI و کسر پوشش گیاهی به‌دست می‌آید. شاخص NDVI از رابطه (۲) به‌دست می‌آید [۲۳].

رابطه (۲)

$$NDVI=\frac{\rho_{nir}-\rho_{red}}{\rho_{nir}+\rho_{red}}$$

$\rho_{nir}$ و $\rho_{red}$ به ترتیب بازتابندگی در باندهای مادون قرمز نزدیک و قرمز می‌باشد. مقادیر این شاخص بین ۱- و ۱+ می‌باشد. کسر پوشش گیاهی با استفاده از رابطه (۳) محاسبه می‌شود [۲۳].



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

رابطه (۳) $$FVC = \left(\frac{(NDVI-NDVI_S)}{(NDVI_V-NDVI_S)}\right)^2$$

در این رابطه، $NDVI_V$ مربوط به پوشش گیاهی متراکم و $NDVI_S$ مربوط به خاک خشک است.

رابطه (۴)
$$\begin{cases} IF\ FVC = 0 & Then \quad LSE = 0.979 - 0.046\rho_{red} \\ IF\ 0 < FVC \le 1 & Then \quad LSE = 0.971(1-FVC) + 0.987FVC \\ IF\ NDVI < 0 & Then \quad LSE = 0.991 \end{cases}$$

که در رابطه فوق، $\rho_{red}$ بازتابندگی باند قرمز و FVC کسر پوشش گیاهی می‌باشد. برای محاسبه دمای سطح منطقه از الگوریتم تک کاناله[1] استفاده شده است. این الگوریتم توسط جیمنز و سوبرینو [۲۴] پیشنهاد شده است. رابطه کلی ارائه شده برای محاسبه دمای سطح در این الگوریتم به‌صورت رابطه (۵) می‌باشد.

رابطه (۵) $$LST=\gamma\left[\frac{1}{\varepsilon}(\psi_1 L_{sen}+\psi_2)+\psi_3\right]+\delta$$

در این معادله LST دمای سطح، $L_{sen}$ میزان انرژی ثبت شده در سنجنده برای باند حرارتی، $\varepsilon$ میزان توان تشعشی مربوط به طول موج باند حرارتی مورد استفاده، $\gamma$ و $\delta$ دو پارامتر وابسته به تابع پلانک هستند که به‌صورت رابطه (۶ و ۷) محاسبه می‌شود. همچنین $\psi_1$، $\psi_2$ و $\psi_3$ توابع اتمسفری هستند که برای لندست ۸ از طبق رابطه (۸) محاسبه می‌شود [۲۳].

رابطه (۶) $$\gamma=\frac{T_{sen}^2}{b_\lambda L_{sen}}$$

رابطه (۷) $$\delta=-\gamma\times L_{sen}+T_{sen}$$

رابطه (۸)
$$\begin{cases} \psi_1 = 0.04019W^2+0.02916W+1.01523 \\ \psi_2 = -0.38333W^2-1.50294W-0.20324 \\ \psi_3 = 0.00918W^2+1.36072W-0.27514 \end{cases}$$

که در این رابطه‌ها، $T_{sen}$ دمای درخشندگی ثبت شده در سنجنده، $L_{sen}$ میزان انرژی ثبت شده در سنجنده برای باند حرارتی، $b_\lambda$ ضریب ثابتی است که برای باند ۱۰ لندست ۸ برابر با ۱۳۲۴ درجه کلوین در نظر گرفته می‌شود. w میزان بخار آب موجود در اتمسفر که با استفاده از محصول بخار آب مودیس برای تاریخ موردنظر به‌دست می‌آید.

### ۳-۲-۵- شدت جزیره حرارتی

جهت بررسی تغییرات مکانی-زمانی دمای سطح، نقشه‌های دمای سطح منطقه با روش‌های آماری تجزیه و تحلیل شدند. در این پژوهش با استفاده از دو پارامتر حداقل و حداکثر دما همه تصاویر نرمال شدند. برای نرمال‌سازی تصاویر از رابطه (۹) استفاده شده است.

رابطه (۹) $$NLST_i = \frac{LST_i-LST_{min}}{LST_{max}-LST_{min}}$$

رابطه (۱۳)، NLST مقدار دمای سطح نرمال شده پیکسل i، $LST_i$ مقدار مطلق پیکسل i، $LST_{min}$ حداقل دمای هر تصویر، $LST_{max}$ حداکثر دمای هر تصویر می‌باشد.سپس تصاویر نرمال شده مطابق با جدول (۳) با استفاده از مقادیر میانگین و انحراف معیار خود به ۵ کلاس مختلف دمایی طبقه‌بندی می‌شوند [۲۵].

با به‌دست آوردن کسر پوشش گیاهی، توان تشعشی محاسبه می‌شود. برای باند ۱۰ لندست ۸ از رابطه (۴) برای محاسبه توان تشعشی استفاده می‌شود.

[1] single-channel



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]
[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

**جدول ۳: نحوه طبقه‌بندی دمای سطحی به ۵ طبقه دمایی**

| طبقه | دامنه مربوط به هر طبقه |
|---|---|
| بسیار پایین | $LST \leq LST_{mean} - 1.5std$ |
| پایین | $LST_{mean} - 1.5std < LST \leq LST_{mean} - std$ |
| متوسط | $LST_{mean} - std < LST \leq LST_{mean} + std$ |
| بالا | $LST_{mean} + std < LST \leq LST_{mean} + 1.5std$ |
| بسیار بالا | $LST > LST_{mean} + 1.5std$ |

در جدول (۳)، $LST_{mean}$ بیانگر میانگین دمای هر یک از تصاویر نرمال شده و std نشان دهنده مقدار انحراف معیار هریک از تصاویر نرمال شده می‌باشد. پس از طبقه‌بندی داده‌های هر یک از تصاویر، مقدار مساحت هر یک از طبقات دمایی محاسبه و روند تغییرات مساحت هر طبقه دمایی در بازه زمانی مورد مطالعه بررسی شده است.

جهت بررسی تغییرات شدت جزیره حرارتی منطقه بین ماه‌های مختلف از شاخص نسبت جزیره حرارتی استفاده شده است [۲۵]. ابتدا با استفاده از جدول (۳) داده‌ها نرمال شده و سپس شدت جزیره حرارتی از طریق رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود.

$$URI = \frac{1}{100m}\sum_{i=1}^{n} W_i P_i \qquad \text{رابطه (۱۰)}$$

در رابطه (۱۰)، URI شاخص شدت جزیره حرارتی، m تعداد طبقات دمای نرمال شده، n تعداد طبقات دمایی که بالاتر از طبقه دمای متوسط قرار دارند. $W_i$ مقدار وزن طبقات دمایی بالاتر از نرمال هستند را نشان می‌دهد که با توجه به شماره طبقه وزن‌ها لحاظ می‌شود. $P_i$ مقدار مساحت طبقات دمایی بالاتر از نرمال در فضای اراضی ساخته‌شده شهری به کل مساحت اراضی ساخته‌شده شهری را نشان می‌دهد.

در نهایت، با استخراج دما و خصوصیات بیوفیزیکی سطح، ارتباط بین هر یک از پارامترها بررسی و تحلیل شده است. سپس، رفتار دمایی و خصوصیات بیوفیزیکی محدوده‌های مختلف در ماه‌های متفاوت مورد مطالعه قرار گرفته است. مقدار اختلاف میانگین دمای سطح در دو طبقه اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده بررسی و با توجه به اختلاف میانگین مقادیر خصوصیات بیوفیزیکی سطح تحلیل شده است. در نهایت شدت جزیره حرارتی شهری برای محدوده‌های مختلف محاسبه و با یکدیگر مقایسه شده است.

## ۴- بحث و نتایج

در این بخش به ارائه نتایج به‌دست آمده و بحث در مورد آنها پرداخته می‌شود.

### ۴-۱- استخراج اراضی ساخته شده

نتایج ارزیابی دقت تصحیح هندسی تصاویر مورد استفاده در پژوهش خطای کمتر از نیم پیکسل را نشان می‌دهد. پس از آن، ترکیب باندی جدید ارائه شده به‌صورت رابطه (۵) برای استخراج اراضی ساخته‌شده بر روی تصاویر مورد استفاده در پژوهش اعمال شده است. با تعریف حد آستانه‌ی مناسب نقشه‌های حاصل شده ترکیب باندی مورد نظر به نقشه‌های باینری شامل اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده تبدیل شده است. سپس با استفاده از نقاط نمونه، واقعیت زمینی که در شکل (۱) نشان داده شده دقت ترکیب باندی برای استخراج اراضی ساخته شده محاسبه و به‌صورت جدول (۴) نشان داده شده است.



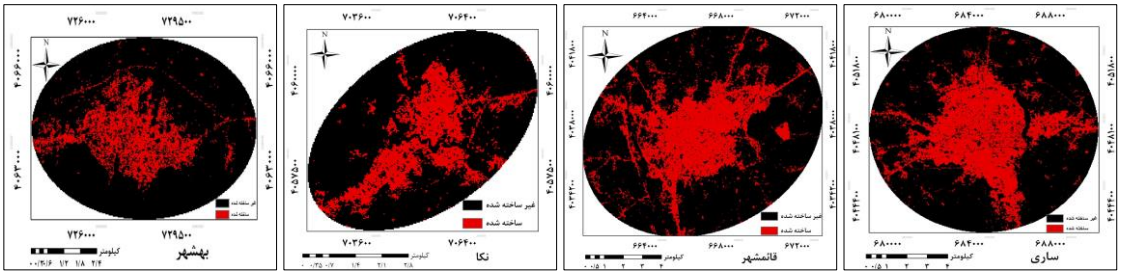
[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

جدول ۴: دقت ترکیب باندی ارائه شده برای استخراج اراضی ساخته‌شده

| شهر | قائم‌شهر | ساری | نکا | بهشهر |
|---|---|---|---|---|
| تعداد نقاط نمونه اراضی ساخته‌شده | ۶۴ | ۶۸ | ۴۲ | ۴۸ |
| تعداد نقاط نمونه اراضی غیر ساخته‌شده | ۱۸۱ | ۱۰۱ | ۷۵ | ۶۸ |
| تعداد نقاط نمونه قرار گرفته‌شده در طبقه ساخته‌شده | ۵۸ | ۶۰ | ۳۹ | ۴۳ |
| دقت کلی (درصد) | ۹۰ | ۸۸ | ۹۲ | ۸۹ |

نقشه‌های اراضی ساخته‌شده برای چهار محدوده مورد مطالعه تهیه و به‌صورت شکل (۳) نشان داده شده است.




شکل ۳: نتایج حاصل از اعمال ترکیب باندی جدید بر روی تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ برای تهیه نقشه اراضی ساخته شده

مساحت اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده به تفکیک محدوده مورد مطالعه استخراج و به‌صورت جدول (۵) بیان شده است.

جدول ۵: مساحت اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده محدوده‌های مورد مطالعه (هکتار)

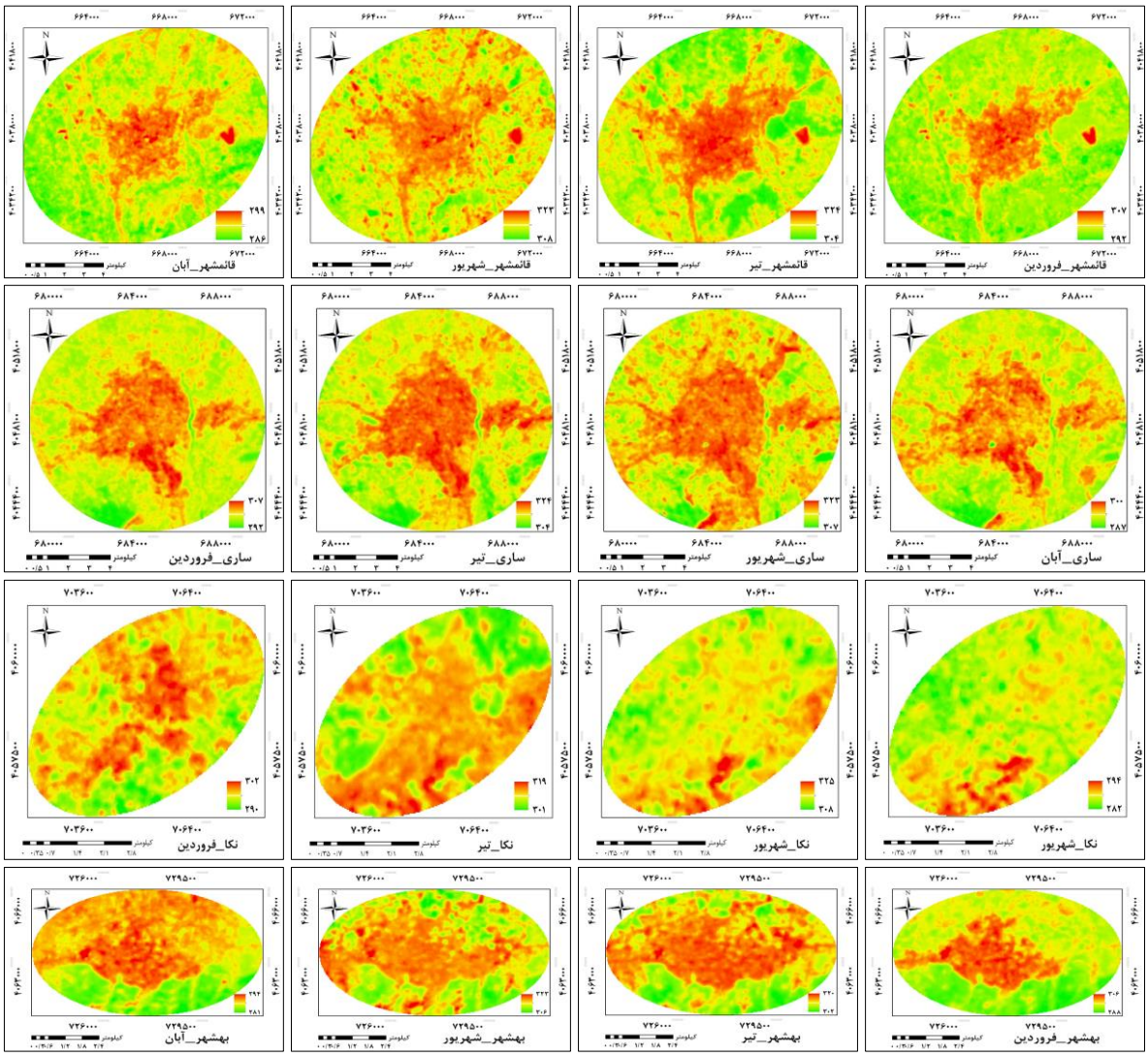
| شهر | قائمشهر | ساری | نکا | بهشهر |
|---|---|---|---|---|
| مساحت اراضی غیر ساخته‌شده | ۸۱۲۹/۸۸ | ۶۹۵۹/۶۱ | ۱۷۱۷/۷۴ | ۲۸۴۵/۹۸ |
| مساحت اراضی ساخته‌شده | ۳۰۳۱/۷۴ | ۲۹۷۹ | ۵۳۶/۹۴ | ۶۲۱/۷۲ |

### ۴-۲- دمای سطح

نتایج محاسبه دمای سطح مناطق مورد مطالعه در پژوهش در ماه‌های مختلف به‌صورت شکل (۴) نشان داده شده است.

[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]



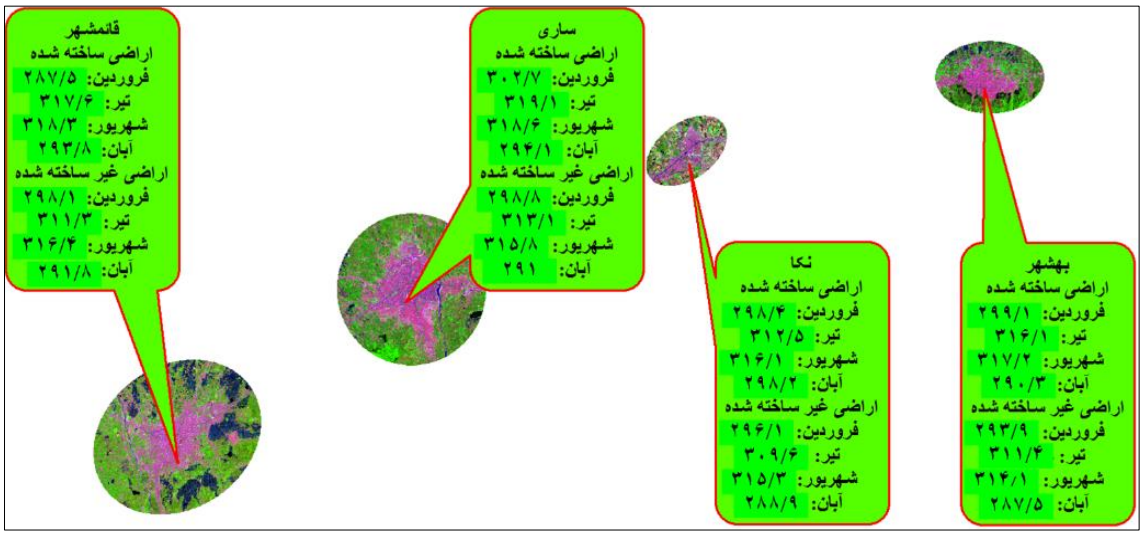

**شکل ۴: نقشه‌های دمای سطح محدوده‌های مورد مطالعه در پژوهش در ماه‌های مختلف (درجه کلوین)**

میانگین دمای سطح اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده بررسی و نتایج به‌صورت شکل (۵) نشان داده شده است.



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]



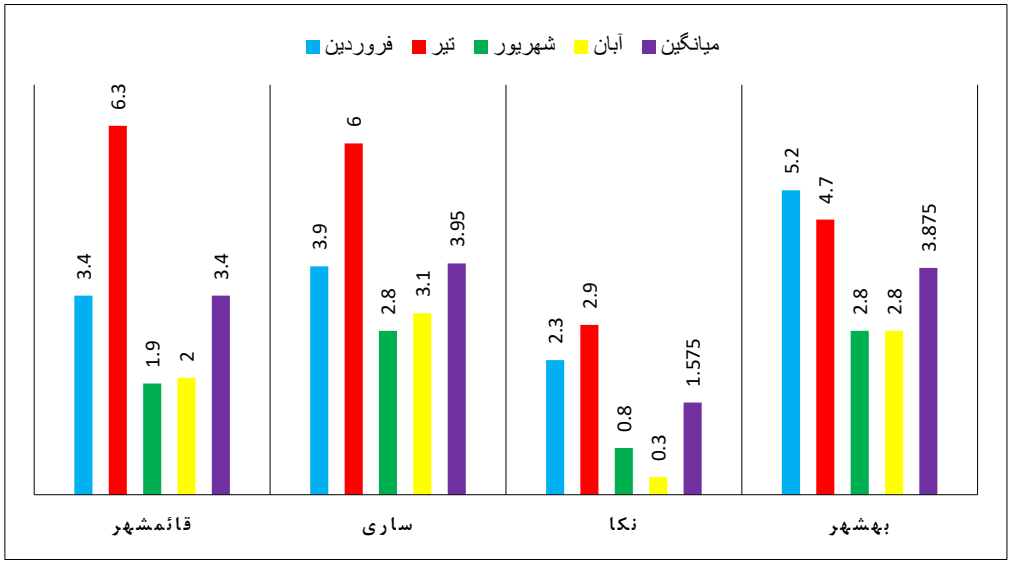

**شکل ۵: میانگین دمای سطح اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده (درجه کلوین)**

بررسی نتایج شکل (۵) نشان می‌دهد که در هر دو کاربری ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده در ماه‌های تیر و شهریور دارای بیشترین و در ماه آبان دارای کمترین مقدار دمای سطح می‌باشد. دلیل این امر نیز بالا بودن مقدار دمای هوا در ماه‌های تابستان و پایین بودن آن در فصل پاییز می‌باشد. در بین چهار محدوده مورد مطالعه، محدوده ساری و قائمشهر دارای دمای سطح بالاتری نسبت به محدوده‌های نکا و بهشهر می‌باشند. از علل آن می‌توان بیشتر بودن مساحت اراضی ساخته شده در این محدوده‌ها به نسبت دو محدوده نکا و بهشهر اشاره کرد. اراضی ساخته شده در همه ماه-ها و محدوده‌های مورد بررسی دارای دمای سطح بالاتری نسبت به اراضی غیر ساخته‌شده می‌باشند. اختلاف میانگین دمای اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده برای محدوده‌های خاص در ماه‌های مختلف متفاوت می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی اختلاف میانگین دمای بین اراضی ساخته شده و غیر ساخته شده برای محدوده‌های خاص در ماه‌های مختلف به‌صورت شکل (۶) نشان داده شده است.

مطابق شکل (۶)، بیشترین و کمترین اختلاف میانگین دمای سطح دو نوع کاربری به ترتیب مربوط به محدوده قائمشهر در ماه تیر به میزان ۶٫۳ درجه و محدوده نکا در ماه آبان به میزان ۰٫۳ درجه می‌باشد. به غیر از محدوده بهشهر که در آن بیشترین اختلاف دمای سطح بین کاربری اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده مربوط به ماه فروردین می‌باشد در سه محدوده مورد مطالعه دیگر ماه تیر، بیشینه این اختلاف را به خود اختصاص داده است هر چند در محدوده بهشهر نیز اختلاف دمای سطح بین دو کاربری در ماه تیر مقدار بالا و عدد ۴٫۷ را نشان می‌دهد. ماه‌های شهریور و آبان به نسبت دیگر ماه‌ها کمترین اختلاف دمای سطح را در هر چهار محدوده مورد مطالعه دارند. در بین محدوده‌های مورد بررسی ساری و نکا به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار متوسط اختلاف میانگین دمای سطح برای دو طبقه کاربری اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده می‌باشند.



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]
[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]




**شکل ۶: اختلاف میانگین دمای سطح اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده برای محدوده‌های خاص در ماه‌های مختلف**

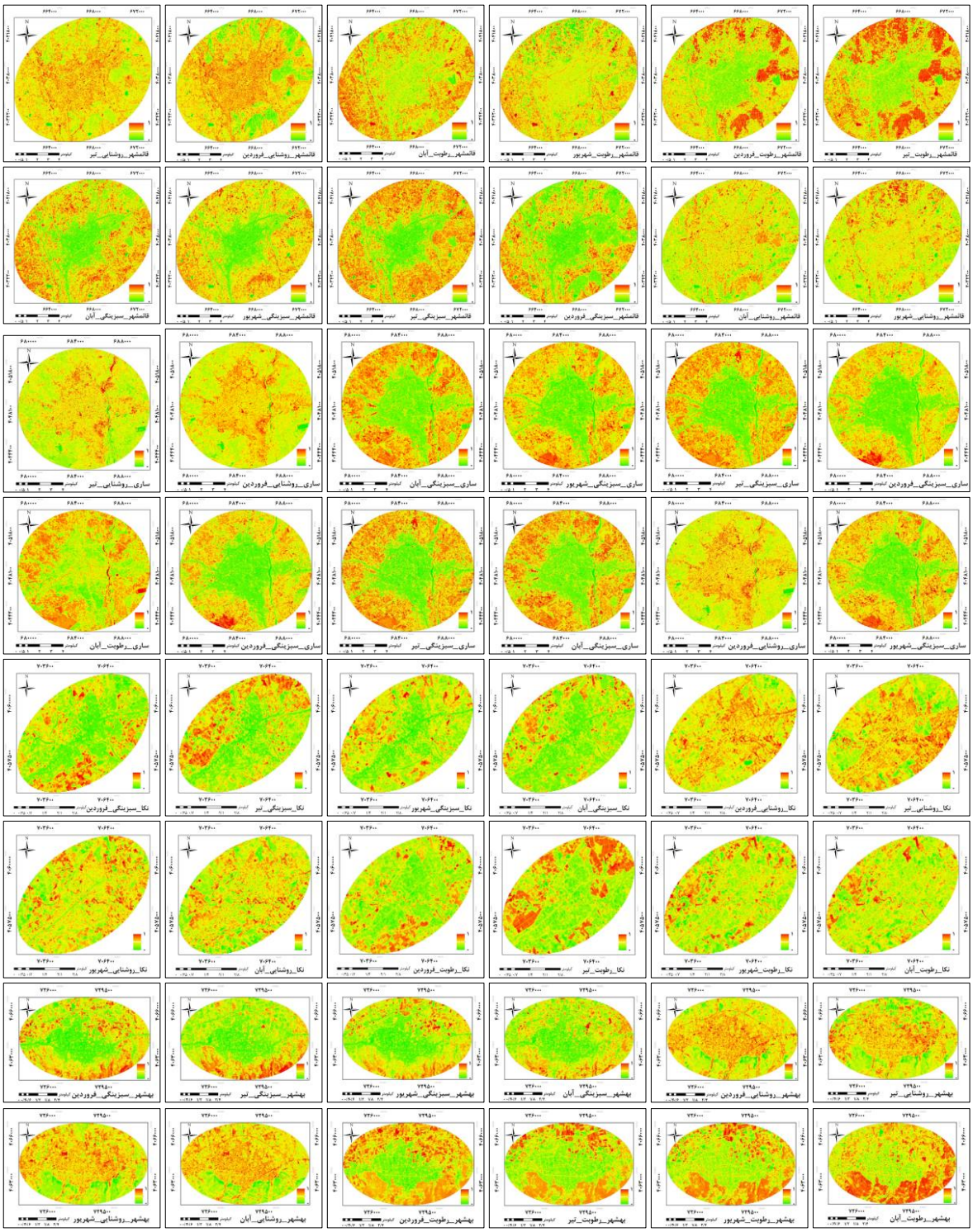
## ۴-۳- ارتباط دمای و خصوصیات بیوفیزیکی سطح

جهت بررسی دقیق‌تر علت اختلاف میانگین دمای سطح اراضی ساخته‌شده و غیرساخته شده و همچنین تفاوت در میزان اختلاف میانگین دما در دو طبقه کاربری در بعد مکان و بعد زمان خصوصیت بیوفیزیکی تاثیرگذار سطح از جمله روشنایی، سبزینگی و رطوبت بررسی شده است. نقشه‌های خصوصیات سطح به‌دست آمده از ترکیب‌های باندی TCT برای محدوده‌ها در ماه‌های مختلف به‌صورت شکل (۷) نشان داده است و ارتباط بین دمای سطح و هر یک از خصوصیات بیوفیزیکی سطح با استفاده از نقاط نمونه بررسی شده و نتایج آن به‌صورت شکل (۸) نشان داده شده است



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]



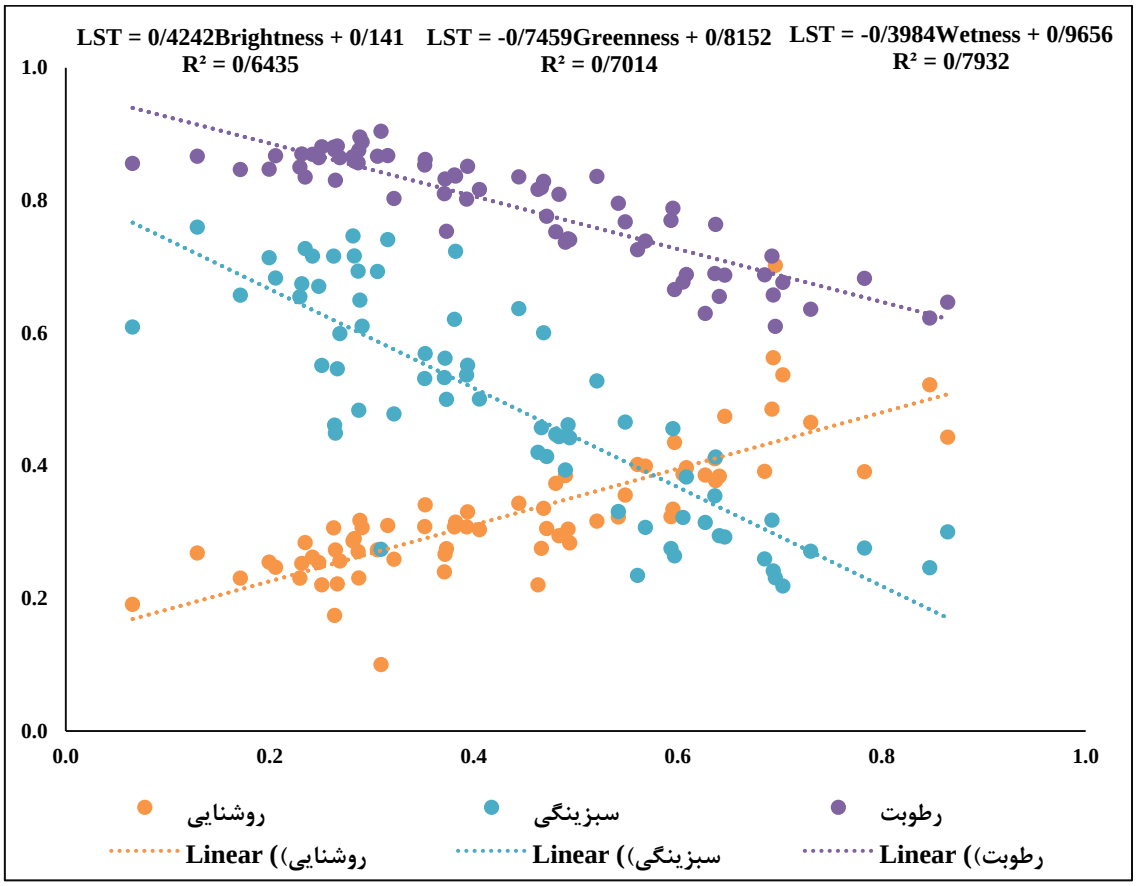
**شکل ۷: نقشه‌های خصوصیات سطح به‌دست آمده از ترکیب‌های باندی TCT برای محدوده‌های جغرافیایی متفاوت در ماه‌های مختلف**



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

نتایج بررسی ارتباط بین دمای سطح و خصوصیات روشنایی، سبزینگی و رطوبت با توجه به شکل (۸) نشان می‌دهد که بین دما و روشنایی سطح ارتباط خطی مستقیم و دما با سبزینگی و رطوبت سطح ارتباط خطی معکوس وجود دارد. معنادار بودن ضرایب در سطح اطمینان ۹۹ درصد بررسی شده است و با توجه به مقادیر حاصل شده برای آماره t و F معنادار بودن روابط تایید شده است.




**شکل ۸: ارتباط بین دما و خصوصیات بیوفیزیکی سطح. محور عمودی مربوط به دما و محور افقی نشان‌دهنده خصوصیات بیوفیزیکی سطح.**

در ادامه، سه پارامتر سبزینگی، روشنایی و رطوبت در کنار هم برای بررسی ارتباط دمای سطح و خصوصیات بیوفیزیکی در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل از بررسی این ارتباط به‌صورت جدول (۶) نشان داده شده‌است.

[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

جدول ۶: پارامترهای آماری ارتباط بین دما و خصوصیات بیوفیزیکی سطح.

| متغیر مستقل | ضرایب | انحراف معیار-خطا | اماره t | prob |
|---|---|---|---|---|
| ثابت | ۱/۰۹۷۶ | ۰/۲۱۸۸ | ۵/۰۱۵ | ۰/۰۰۰ |
| روشنایی | ۰/۵۲۴۶ | ۰/۱۵۹۸ | ۳/۲۸۱ | ۰/۰۰۱ |
| سبزینگی | -۰/۴۲۵۳ | ۰/۰۹۲۷ | -۴/۵۸۶ | ۰/۰۰۰ |
| رطوبت | -۰/۷۸۷۸ | ۰/۲۵۷۶ | -۳/۰۵۷ | ۰/۰۰۳ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-Squared | ۰/۸۸۳۹ | Mean dependent var | ۰/۴۳۸ |
| Adjusted R- Squared | ۰/۸۴۷۳ | S.D. dependent var | ۰/۱۸۳۸ |
| S.E. of regression | ۰/۰۷۱۸ | Akaike info criterion | -۲/۳۷۳ |
| Sum Squared resid | ۰/۳۴۰۴ | Schwarz criterion | -۲/۴۵۵ |
| Log likelihood | ۸۷/۰۷ | Hannan-Quinn criter | -۲/۳۲۲ |
| F-Statistic | ۱۲۸/۶۸ | Durbin-Watson stat | ۲/۱۵۷ |

با توجه به مقادیر حاصل شده برای آماره t و دیگر پارامترهای آماری ذکر شده معنادار بودن روابط تایید شده است. ضریب همبستگی ارتباط ۰/۸۸۳۹ می‌باشد. قدر مطلق ضریب مربوط به پارامتر رطوبت بزرگتر از ضرایب سبزینگی و روشنایی سطح می‌باشد. این نکته بیانگر این است که دمای سطح به تغییرات رطوبت بیشتر از پارامترهای دیگر واکنش نشان داده و تغییراتش بیشتر خواهد بود.

نتایج بررسی ارتباط بین دمای سطح و خصوصیات سبزینگی، رطوبت و روشنایی نشان می‌دهد این سه پارامتر بر میزان دمای سطح تاثیرگذار بوده و می‌توان برای بررسی مکانی- زمانی تغییرات دمای سطح از تحلیل این خصوصیات استفاده کرد. بنابراین برای محدوده‌های مختلف در هر چهار ماه مورد مطالعه، میانگین سه ویژگی روشنایی، سبزینگی و رطوبت به تفکیک اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته شده محاسبه شده است. نتایج حاصل از محاسبه میانگین خصوصیات سطح برای اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده به‌صورت جدول (۷) نشان داده شده است.

از تجزیه و تحلیل نتایج نشان داده شده در جدول (۷) و ارتباط آن با نتایج مربوط به شکل (۷ و ۸) می‌توان نتیجه گرفت که اراضی ساخته شده در همه محدوده-های مورد مطالعه برای همه ماه‌ها دارای میانگین سبزینگی و رطوبت پایین‌تر و میانگین روشنایی بالاتری نسبت به اراضی غیر ساخته شده می‌باشند. مطابق با نتایج نشان داده شده در شکل (۸) با توجه به ارتباط معکوس دمای سطح و خصوصیات سبزینگی و رطوبت و ارتباط مستقیم دمای سطح و خصوصیت روشنایی می‌توان این موضوع را از مهمترین دلایل برای بیشتر بودن میانگین دمای اراضی ساخته‌شده از اراضی غیر ساخته‌شده عنوان کرد. برای هر چهار محدوده جغرافیایی مورد مطالعه اختلاف بین میانگین مقادیر خصوصیات سطح اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده در ماه‌های فروردین و تیر به نسبت ماه‌های شهریور و آبان بالاتر می‌باشد و اختلاف میانگین دمای دو نوع کاربری نیز در این ماه‌ها بیشترین مقدار را دارد. در محدوده قائمشهر بیشترین اختلاف مقادیر میانگین سبزینگی، رطوبت و روشنایی بین اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده مربوط به ماه فرودین و کمترین آن مربوط به ماه‌های شهریور و آبان می‌باشد. نتایج بررسی اختلاف میانگین دمای سطح برای محدوده قائمشهر نیز نشان می‌دهد که بیشترین مقدار



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]
[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

اختلاف با ۶/۵ درجه مربوط به ماه فـرودین و کمتـرین اختلاف با حدود ۲ درجه مربوط به ماه‌هـای شـهریور و آبـان مـی‌باشـد. در مـاه فـروردین بیشـترین اخـتلاف میانگین دما بین اراضی ساخته‌شده و غیر سـاخته‌شـده با ۵/۲ درجه مربوط به محدوده بهشهر می‌باشد بررسـی جدول (۷) نیز بیشترین اختلاف بـین میـانگین مقـادیر خصوصیات سطح بین دو نـوع اراضـی مختلـف را بـرای بهشهر نشان می‌دهد. بـرای مـاه آبـان کمتـرین مقـدار اختلاف میانگین دما بـین اراضـی سـاخته شـده و غیـر ساخته‌شده ۰/۳ مربوط به محدوده نکا می‌باشد کمترین اختلاف بین میانگین مقادیر خصوصیات سطح بـین دو نوع اراضی ساخته‌شـده و غیرسـاخته‌شـده در ایـن مـاه مربوط به محدوده نکا می‌باشد.

**جدول ۷: میانگین خصوصیات سطح برای اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده.**

| ماه | خصوصیات سطح و طبقات کاربری | | قائمشهر | ساری | نکا | بهشهر |
|---|---|---|---|---|---|---|
| فروردین | رطوبت | اراضی غیر ساخته‌شده | -۶۵۰ | -۱۸۸۹ | -۲۰۲۷ | -۸۹۸ |
| | | اراضی ساخته‌شده | -۳۴۱۵ | -۳۸۵۸ | -۴۰۰۰ | -۳۸۳۲ |
| | سبزینگی | اراضی غیر ساخته‌شده | ۸ | ۹۴۷ | ۲۴۲ | ۲۰۷۳ |
| | | اراضی ساخته‌شده | -۲۰۳۸ | -۲۵۲۸ | -۲۱۶۰ | -۲۰۲۹ |
| | روشنایی | اراضی غیر ساخته‌شده | ۴۷۳۷ | ۲۷۸۹۴ | ۲۸۸۳۲ | ۲۷۲۷۱ |
| | | اراضی ساخته‌شده | ۵۲۲۶ | ۳۰۰۳۱ | ۳۰۷۹۵ | ۲۹۶۸۶ |
| تیر | رطوبت | اراضی غیر ساخته‌شده | -۱۳۳۲ | -۲۰۳۰ | -۲۵۵۸ | -۲۵۳۵ |
| | | اراضی ساخته‌شده | -۴۲۲۳ | -۴۷۱۶ | -۴۸۷۶ | -۵۰۵۳ |
| | سبزینگی | اراضی غیر ساخته‌شده | ۳۵۱۱ | ۲۶۲۶ | ۱۴۴۲ | ۱۵۰۶ |
| | | اراضی ساخته‌شده | -۱۱۱۹ | -۱۸۷۱ | -۱۶۶۸ | -۲۱۵۵ |
| | روشنایی | اراضی غیر ساخته‌شده | ۴۸۵۸ | ۳۱۵۴ | ۳۲۷۳۵ | ۳۱۲۹۸ |
| | | اراضی ساخته‌شده | ۵۲۷۱ | ۳۴۲۹ | ۳۵۰۸۵ | ۳۴۲۷۱ |
| شهریور | رطوبت | اراضی غیر ساخته‌شده | -۳۴۷۳ | -۲۶۱۲ | -۳۶۰۳ | -۲۵۹۵ |
| | | اراضی ساخته‌شده | -۳۹۱۸ | -۴۰۸۱ | -۴۲۷۲ | -۴۳۲۹ |
| | سبزینگی | اراضی غیر ساخته‌شده | ۱۳۴ | ۱۸۹ | -۲۵۲ | ۷۵۵ |
| | | اراضی ساخته‌شده | -۲۳۷۳ | -۲۷۰۱ | -۲۳۹۹ | -۲۶۴۸ |
| | روشنایی | اراضی غیر ساخته‌شده | ۳۰۳۶۳ | ۲۹۱۸۰ | ۳۲۲۳۲ | ۲۹۶۶۱ |
| | | اراضی ساخته‌شده | ۳۰۸۸۸ | ۳۱۶۰۵ | ۳۲۵۶۷ | ۳۲۰۱۱ |
| آبان | رطوبت | اراضی غیر ساخته‌شده | -۱۳۵۱ | -۱۳۶۶ | -۲۳۹۴ | -۱۴۵۱ |
| | | اراضی ساخته‌شده | -۲۴۰۱ | -۲۶۵۱ | -۲۸۴۴ | -۲۸۲۴ |
| | سبزینگی | اراضی غیر ساخته‌شده | -۲۳۷ | -۶۲۰ | -۱۴۶۹ | -۷۸۸ |
| | | اراضی ساخته‌شده | -۲۲۴۵ | -۲۶۹۰ | -۲۷۱۳ | -۲۶۳۵ |
| | روشنایی | اراضی غیر ساخته‌شده | ۲۲۳۰۴ | ۲۱۹۰۰ | ۲۳۶۷۲ | ۲۱۵۹۰ |
| | | اراضی ساخته‌شده | ۲۳۲۰۹ | ۲۳۸۰۴ | ۲۴۴۰۷ | ۲۳۷۷۸ |



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

### ۴-۴- ارتباط شدت جزیره حرارتی و خصوصیات بیوفیزیکی

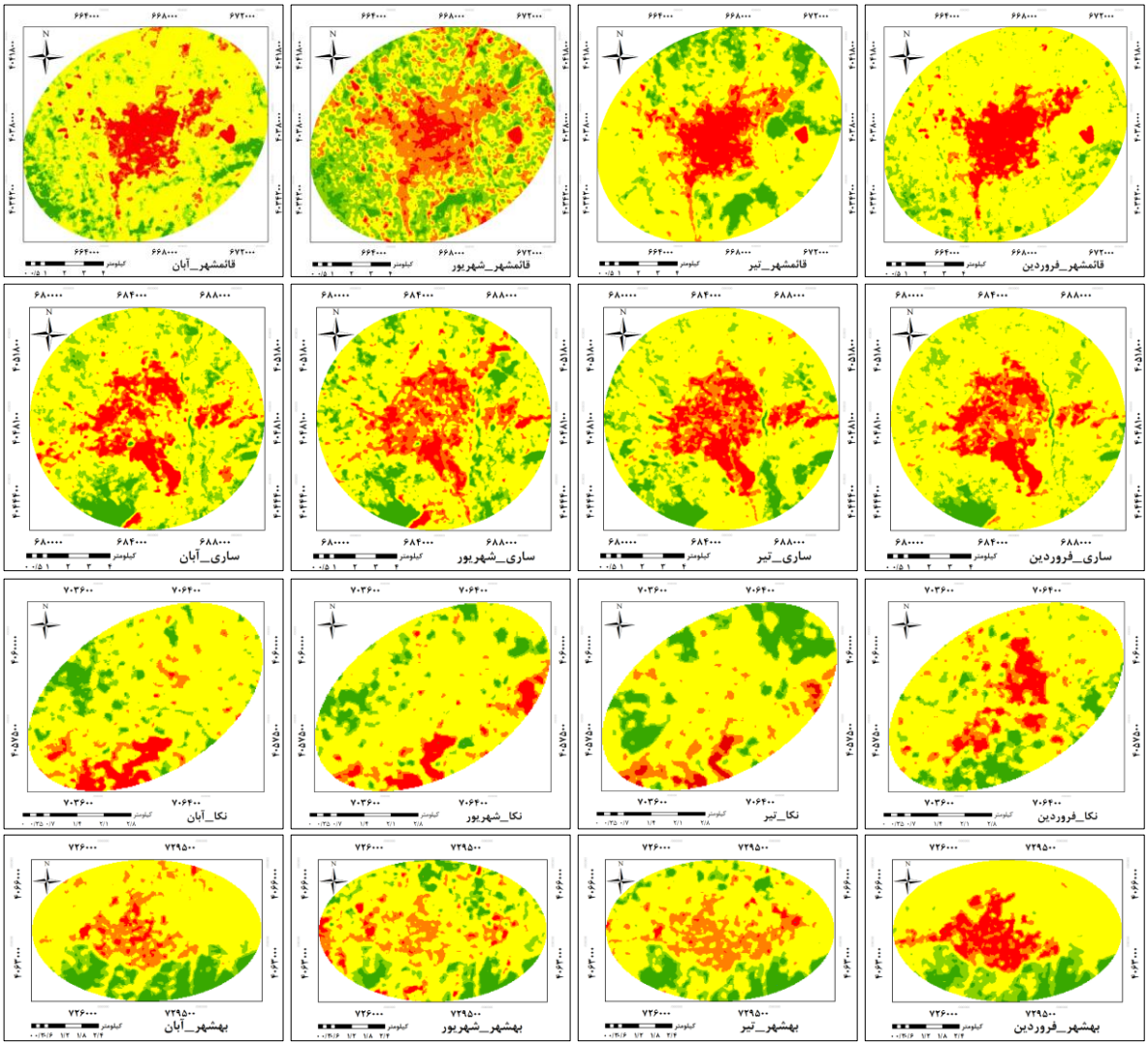
جزایر حرارتی شهری از معمول‌ترین پدیده‌های شهری‌اند که در آن‌ها برخی از مناطق شهری و به‌خصوص مراکز شهرها، چند درجه از مناطق اطراف خود گرم‌تر می‌شوند. در نگاه اول طبق تعریف جریزه حرارتی شهری، هر چهار محدوده مورد مطالعه به‌دلیل مقادیر اختلاف میانگین دمای سطح اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده نشان داده شده در شکل (۶) تحت تاثیر جزیره حرارتی شهری قرار دارند. این موضوع تمام ماه‌های مورد مطالعه را نیز شامل می‌شود. ولی به‌دلیل تفاوتی که بین مقادیر نشان داده شده در شکل (۶) برای محدوده‌ها و ماه‌های مختلف وجود دارد می‌توان نتیجه گرفت که درصد و شدت پدیده جزیره حرارتی شهری بین چهار محدوده و حتی برای محدوده‌ای خاص در ماه‌های مختلف متفاوت است. طبیعتا میزان اختلاف میانگین دمای سطح بین اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده به نوعی بیانگر شدت جزیره حرارتی شهری در منطقه می‌باشد. با این حال برای بررسی دقیق‌تر این مسئله در این پژوهش از شاخص شدت جزیره حرارتی استفاده شده است.

برای بررسی توزیع مکانی جزیره حرارتی در منطقه، تصاویر حرارتی مربوط به محدوده‌ها و ماه‌های مختلف با استفاده از بیشترین و کمترین مقدار دمای سطح نرمال شد. سپس با استفاده از مقادیر میانگین و انحراف معیار و با بهره‌گیری از روش طبقه‌بندی ذکر شده در جدول (۲) تصاویر حرارتی نرمال شده به پنج کلاس دمایی طبقه‌بندی شدند. شکل (۹) نقشه‌های حرارتی طبقه‌بندی شده را برای چهار محدوده جغرافیایی مختلف در چهار ماه متفاوت را نشان می‌دهد. در سه محدوده قائمشهر، ساری و بهشهر طبقات دمایی بالا و بسیار بالا بیشتر در هسته مرکزی و نزدیکی راه‌های ارتباطی خروجی از شهر قرار دارند، اطراف شهر توسط طبقه دمایی متوسط پوشش داده می‌شود ولی مقدار و کیفیت پراکنش طبقات دمایی طی ماه‌های مختلف متفاوت است. بعد از طبقه‌بندی نقشه‌های دمای سطح نرمال شده به طبقات دمایی، مساحت مربوط به هر کاربری محاسبه شده و تغییرات آن در بازه زمانی مورد مطالعه بررسی شد. شکل (۱۰) مساحت مربوط به طبقات دمایی را برای محدوده‌ها مورد مطالعه در زمان‌های مختلف را نشان می‌دهد.



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

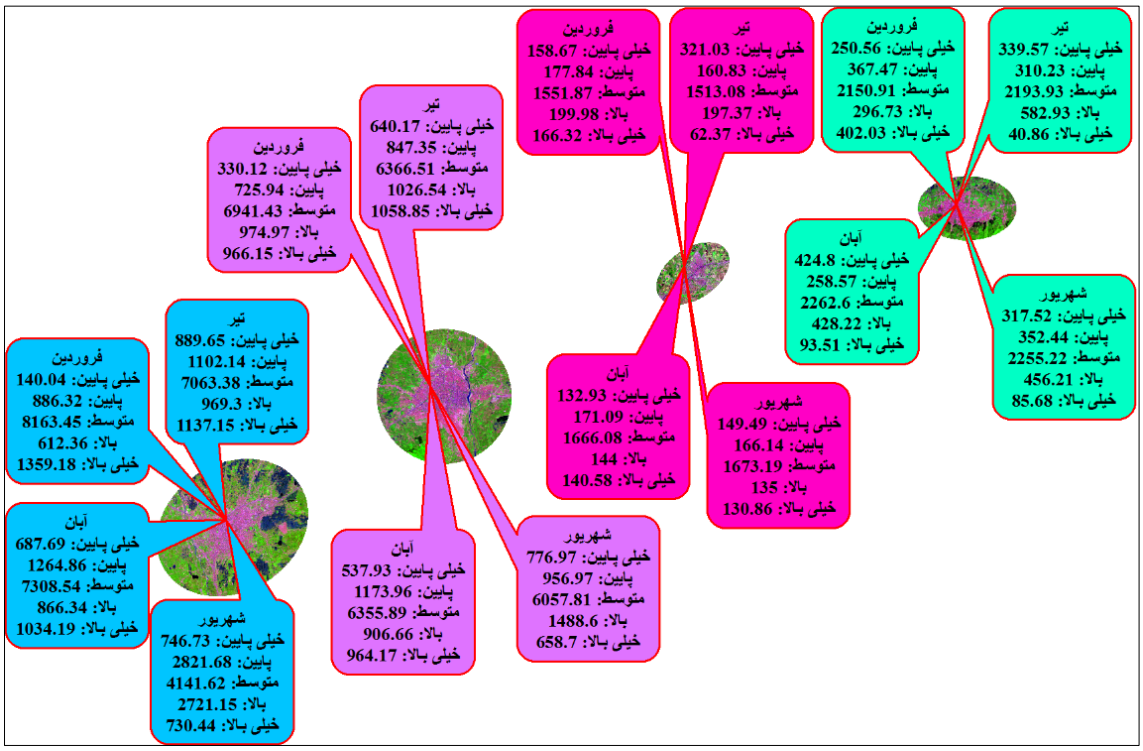



**شکل ۹: نقشه‌های حرارتی طبقه‌بندی شده را برای چهار محدوده جغرافیایی مختلف در چهار ماه متفاوت**



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]




**شکل ۱۰: مساحت مربوط به طبقات دمایی برای محدوده‌های جغرافیایی مورد مطالعه در زمان‌های مختلف (هکتار)**

با توجه به نتایج شکل (۹ و ۱۰) در تمام محدوده‌ها و ماه‌های مورد مطالعه، طبقه دمایی متوسط بیشترین مساحت رو به خود اختصاص داده است. برای محدوده قائمشهر در ماه شهریور به نسبت ماه‌های دیگر از مساحت طبقه خیلی گرم در محدوده اراضی ساخته‌شده کاسته و به مساحت طبقه دمایی گرم در این محدوده اضافه شده است. به ترتیب بیشترین و کمترین میزان مساحت طبقه دمایی گرم و خیلی گرم مربوط به محدوده قائمشهر در ماه شهریور می‌باشد. این درحالی است که مطابق شکل (۹) در این ماه در اطراف شهر قائمشهر مساحت طبقه دمایی متوسط کاهش یافته و به جای آن خوشه‌های جدید مربوط به طبقات دمایی پایین و خیلی پایین ایجاد شده است.

با توجه به نتایج نشان داده‌شده در شکل (۱۰) اندازه فیزیکی شهر بر میزان مساحت طبقات دمایی مختلف تاثیر مستقیم دارد. در تمام ماه‌های مورد بررسی محدوده‌های ساری و قائمشهر دارای عدد بزرگتری برای طبقه‌های دمایی گرم و خیلی گرم به نسبت محدوده‌های نکا و بهشهر می‌باشند. برای بررسی شدت جزیره حرارتی یک محدوده باید به نوعی میزان مساحت طبقات خیلی گرم و گرم از اندازه فیزیکی شهر مستقل گردد. بنابراین برای هر چهار محدوده جغرافیایی در چهار ماه متفاوت مساحت طبقات دمایی مختلف در فضای اراضی ساخته شده بررسی و نتایج به‌صورت جدول (۸) نشان داده شده است.



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

**جدول ۸: مساحت طبقات دمایی مختلف در فضای اراضی ساخته شده محدوده‌های جغرافیایی مختلف در ماه‌های مختلف (هکتار)**

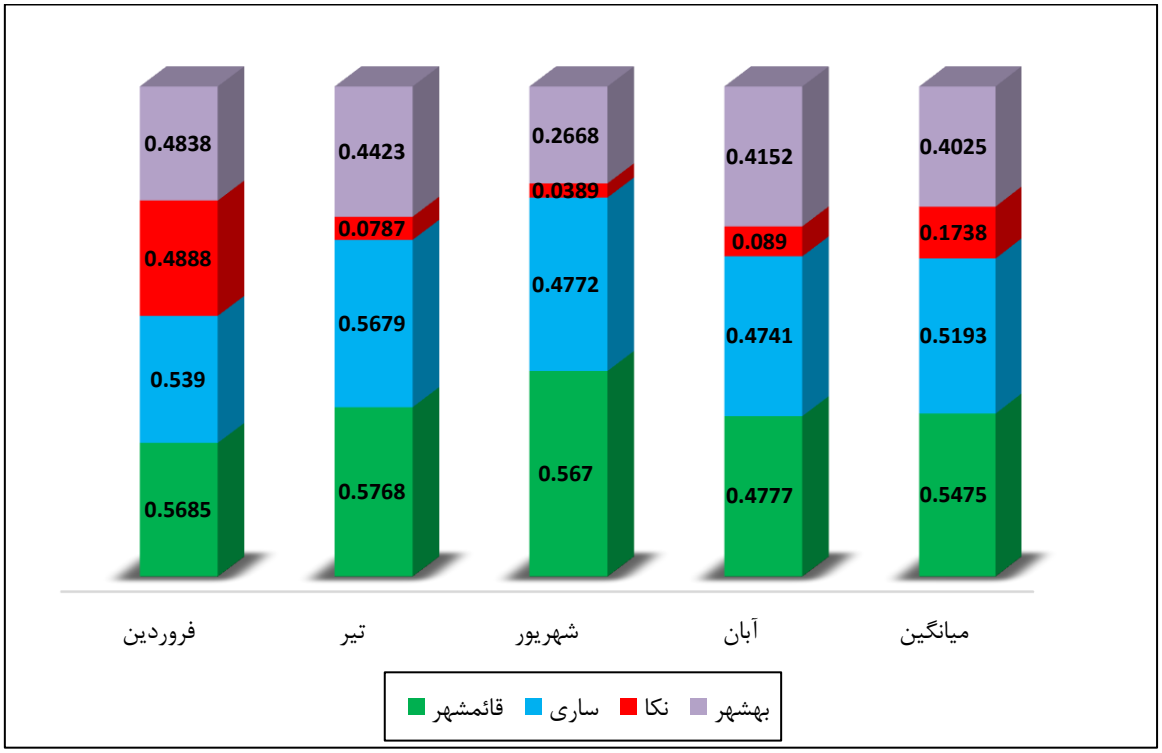
| ماه | طبقات دمایی | قائمشهر | ساری | نکا | بهشهر |
|---|---|---|---|---|---|
| فروردین | خیلی پایین | ۳٫۸۷ | ۱٫۶۲ | ۱٫۴۴ | ۰٫۹ |
| | پایین | ۱۷٫۸۲ | ۴٫۱۴ | ۳٫۷۸ | ۰٫۲۷ |
| | متوسط | ۱۱۷۸٫۱۹ | ۱۱۹۳٫۰۴ | ۲۳۷٫۷۸ | ۱۴۹٫۴ |
| | بالا | ۵۲۸٫۵۷ | ۸۴۷٫۰۷ | ۱۴۲٫۰۲ | ۱۷۰٫۴۶ |
| | خیلی بالا | ۱۳۰۰٫۹۵ | ۹۲۷/۴۵ | ۱۴۸٫۸۶ | ۲۹۹٫۴۳ |
| تیر | خیلی پایین | ۰٫۵۴ | ۰٫۹ | ۰٫۱۸ | ۰ |
| | پایین | ۳٫۶ | ۴٫۶۸ | ۰٫۹ | ۰٫۱۸ |
| | متوسط | ۱۱۱۲٫۲۲ | ۱۱۰۲/۵ | ۴۸۰٫۳۳ | ۲۷۸٫۲۸ |
| | بالا | ۸۲۱٫۵۲ | ۸۷۲٫۱۹ | ۵۱٫۰۳ | ۳۳۰٫۸۴ |
| | خیلی بالا | ۱۰۹۱٫۵۲ | ۹۹۴٫۰۵ | ۱٫۴۴ | ۱۰٫۳۵ |
| شهریور | خیلی پایین | ۹ | ۳٫۵۱ | ۰٫۶۳ | ۰٫۳۶ |
| | پایین | ۱۷۰٫۴۶ | ۹٫۹۹ | ۲٫۷۹ | ۱٫۷۱ |
| | متوسط | ۸۰۶٫۹۴ | ۱۳۱۴٫۹ | ۵۰۵٫۳۵ | ۴۱۲٫۴۷ |
| | بالا | ۱۴۸۳٫۳۸ | ۱۱۲۱٫۵۸ | ۲۰٫۸۸ | ۱۹۶٫۱۱ |
| | خیلی بالا | ۵۵۹٫۶۲ | ۵۲۴٫۳۴ | ۴٫۲۳ | ۹ |
| آبان | خیلی پایین | ۵٫۰۴ | ۷٫۰۲ | ۷٫۴۷ | ۰٫۲۷ |
| | پایین | ۳۱٫۹۵ | ۱۶٫۲۹ | ۱۴٫۱۳ | ۰٫۵۴ |
| | متوسط | ۱۴۲۵٫۳۳ | ۱۴۰۴٫۹ | ۴۵۴٫۱۴ | ۲۸۶٫۳۸ |
| | بالا | ۵۹۳٫۵۵ | ۶۶۷٫۴۴ | ۴۹٫۵۹ | ۲۶۳٫۶۱ |
| | خیلی بالا | ۹۷۳٫۴۴ | ۸۷۸٫۵۸ | ۸٫۵۵ | ۶۸٫۸۵ |

طبق جدول (۸) مساحت طبقات دمایی بالا و خیلی بالا برای اراضی ساخته‌شده محدوده قائمشهر طی سه ماه اول تقریبا ثابت بوده است و در ماه آبان اندکی کاهش داشته است. برای اراضی ساخته‌شده محدوده ساری بیشترین مساحت مربوط به طبقات دمایی بالا و خیلی بالا ۱۸۶۶٫۲۴ هکتار مربوط به ماه تیر و کمترین آن ۱۵۴۶٫۰۸ هکتار برای ماه آبان می‌باشد. برای محدوده نکا در ماه فروردین به نسبت ماه‌های دیگر مقدار مساحت طبقات گرم و خیلی گرم موجود در اراضی ساخته شده ۲۹۰٫۸۸ هکتار می‌باشد. این مقدار در سه ماه دیگر تیر، شهریور و آبان خیلی پایین و کمتر از ۶۰ هکتار می‌باشد. برای محدوده بهشهر به غیر از ماه فروردین که مساحت طبقه دمایی خیلی بالا از طبقه دمایی بالا بیشتر است، در بقیه ماه‌ها طبقه دمایی خیلی بالا مساحت پایین‌تری از طبقه دمایی بالا را در اراضی ساخته‌شده شامل می‌شود. جهت بررسی شدت جزیره حرارتی محدوده‌ها طی ماه‌های مختلف از شاخص شدت جزیره حرارتی استفاده شده است. نتایج بررسی شاخص شدت جزیره حرارتی به‌صورت شکل (۱۱) نشان داده شده است.



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]




**شکل ۱۱: شاخص شدت جزیره حرارتی برای محدوده‌های جغرافیایی مختلف در ماه‌های متفاوت**

نتایج محاسبه شاخص شدت درجه حرارتی نشان می‌دهد که محدوده نکا دارای پایین‌ترین میزان شدت جزیره حرارتی می‌باشد. این محدوده فقط در ماه فروردین تحت تاثیر پدیده جزیره حرارتی شهری قرار می‌گیرد و در بقیه ماه‌ها مقدار شاخص شدت جزیره حرارتی مقدار بسیار پایین را برای این محدوده نشان می‌دهد و حتی به صفر نیز بسیار نزدیک می‌شود. بیشترین مقدار شاخص شدت جزیره حرارتی مربوط به محدوده قائمشهر در ماه تیر ۰/۵۷۶۸ می‌باشد. محدوده بهشهر نیز در تمام ماه‌ها از شدت جزیره حرارتی نسبتا بالایی برخوردار است و پایین‌ترین مقدار آن در ماه شهریور ۰/۲۶۶۸ می‌باشد. محدوده جغرافیایی ساری نیز از شدت بالایی پدیده جزیره حرارتی شهری رنج برده و شدت آن در ماه‌های مختلف مورد بررسی تغییرات اندکی را نشان می‌دهد. هر چهار محدوده مورد مطالعه در ماه‌های فروردین و تیر به نسبت ماه‌های شهریور و آبان بیشتر تحت تاثیر پدیده جزیره حرارتی قرار دارند. محاسبه میانگین شدت جزیره حرارتی چهار محدوده در ماه‌های مختلف نشان می‌دهد که به ترتیب قائمشهر دارای بالاترین میانگین می‌باشد و بعد از آن به‌ترتیب ساری، بهشهر و نکا قرار می‌گیرند. تمام نتایج فوق با نتایج جدول (۷) مطابقت دارد به‌طوری که مقدار حاصل از شاخص شدت جزیره حرارتی برای محدوده‌های مختلف جغرافیایی در ماه‌های مختلف با اختلاف خصوصیات بیوفیزیکی سطح اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده مطابقت و ارتباط مستقیم دارد.

## ۵- نتیجه‌گیری

خصوصیات بیوفیزیکی سطح در محدوده‌های شهرهای شمالی ایران به سبب قرارگیری کاربری کشاورزی و فضای سبز در اطراف شهرها در طول ماه‌های مختلف سال دارای تغییرات زیادی هستند. هدف از پژوهش حاضر بررسی، تحلیل و مقایسه مکانی-زمانی چگونگی تغییرات جزیره حرارتی و ارتباط آن با تغییرات خصوصیات بیوفیزیکی سطح اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده شهرهای واقع در شرق استان مازندران



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]
[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

در چهار ماه مختلف سال می‌باشد. جزیره حرارتی شهری بر اساس اختلاف دمای اراضی ساخته‌شده شهری با حومه شهر تعریف می‌شود. از پارامترهای بسیار مهم در راستای شناخت، بررسی و تحلیل جزیره حرارتی شهری استفاده از تکنیک‌های مناسب جهت تفکیک دقیق اراضی ساخته‌شده و غیرساخته‌شده از یکدیگر، انتخاب و به‌کارگیری روش‌های مناسب برای بررسی دقیق خصوصیات بیوفیزیکی و دمای سطح اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده می‌باشد. دمای سطح با استفاده از مدل محاسبه دمای سطح تک باندی به کمک محصول بخار آب مودیس به‌دست آمده است. برای استخراج خصوصیات بیوفیزیکی از ترکیب‌های باندی TCT استفاده شده است. ترکیب‌های TCT از جمله ترکیب‌های مهم برای استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای می‌باشند. اطلاعات مربوط به روشنایی، سبزینگی و رطوبت سه جز اصلی اطلاعات استخراج شده از این ترکیب‌ها می‌باشند. برای استخراج اراضی ساخته شده بر اساس رفتار طیفی عوارض و کاربری‌های مختلف در طول موج‌های متفاوت ترکیب باندی جدیدی ارائه شده است. جهت ارزیابی دقت ترکیب باندی جدید برای تفکیک اراضی ساخته‌شده و غیرساخته‌شده از یکدیگر از نقاط کنترل زمینی استفاده شده است. نقشه محدوده‌های مورد مطالعه با دو کلاس اراضی ساخته‌شده و غیرساخته شده با دقت بالای ۹۰ درصد تولید شده است. در بین محدوده‌های مورد بررسی در این پژوهش شهر قائمشهر دارای بیشترین اراضی ساخته‌شده و شهر نکا دارای کمترین اراضی ساخته شده می‌باشد. در بین چهار محدوده مورد مطالعه، محدوده ساری و قائمشهر دارای دمای سطح بالاتری نسبت به محدوده‌های نکا و بهشهر می‌باشند. از علل آن می‌توان بیشتر بودن مساحت اراضی ساخته شده در این محدوده‌ها به نسبت دو محدوده نکا و بهشهر اشاره کرد. اراضی ساخته‌شده در همه ماه‌ها و محدوده‌های مورد بررسی دارای دمای سطح بالاتری نسبت به اراضی غیر ساخته‌شده دارند. این موضوع به خصوصیات فیزیکی، هندسی سطح اراضی ساخته‌شده و فعالیت‌های انسانی گرما ساز در محدوده اراضی ساخته‌شده بر می‌گردد. بیشترین اختلاف میانگین دمای سطح دو نوع کاربری مربوط به محدوده قائمشهر در ماه تیر به میزان ۶/۳ درجه و کمترین آن مربوط به محدوده نکا در ماه آبان به میزان ۰/۳ درجه می‌باشد. برای بررسی دلایل تفاوت در اختلاف میانگین دمای سطح اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته شده محدوده‌های مختلف در ماه‌های مختلف خصوصیات بیوفیزیکی سطح آن‌ها بررسی شده است. نتایج بررسی ارتباط بین دمای سطح و خصوصیات روشنایی، سبزینگی و رطوبت نشان می‌دهد که بین دما و روشنایی سطح ارتباط خطی مستقیم و دما با سبزینگی و رطوبت سطح ارتباط خطی معکوس وجود دارد. نتایج بررسی ارتباط بین دمای سطح و بیوفیزیکی، ضریب همبستگی بالای ۰/۸۸ همراه با ضرایبی معنادار در سطح ۹۹ درصد را نشان می‌دهد. در محدوده‌های جغرافیایی و زمانی که اختلاف دمایی بین کاربری ساخته شده و غیرساخته‌شده و یا محدوده‌ها نسبت به یکدیگر زیاد است اختلاف در ویژگی بیوفیزیکی سطح نیز زیاد می‌باشد. به‌عنوان نمونه در محدوده قائمشهر بیشترین اختلاف مقادیر میانگین سبزینگی، رطوبت و روشنایی بین اراضی ساخته‌شده و غیر ساخته‌شده مربوط به ماه فرودین و کمترین آن مربوط به ماه‌های شهریور و آبان می‌باشد. نتایج بررسی اختلاف میانگین دمای سطح نیز برای این محدوده نشان می‌دهد که بیشترین مقدار اختلاف با ۶/۵ درجه مربوط به ماه فرودین و کمترین اختلاف با حدود ۲ درجه مربوط به ماه‌های شهریور و آبان می‌باشد. در سه محدوده قائمشهر، ساری و بهشهر طبقات دمایی بالا و بسیار بالا بیشتر در هسته مرکزی و نزدیکی راه‌های ارتباطی خروجی از شهر قرار دارند، اطراف شهر توسط طبقه دمایی متوسط پوشش داده می‌شود ولی مقدار و کیفیت



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

پراکنش طبقات دمایی طی ماه‌های مختلف متفاوت است. در تمام ماه‌های مورد بررسی محدوده‌های ساری و قائمشهر دارای عدد بزرگتری برای طبقه‌های دمایی گرم و خیلی گرم به نسبت محدوده‌های نکا و بهشهر می‌باشند. محاسبه میانگین شدت جزیره حرارتی چهار محدوده در ماه‌های مختلف نشان می‌دهد که به‌ترتیب قائمشهر دارای بالاترین میانگین می‌باشد و بعد از آن به‌ترتیب ساری، بهشهر و نکا قرار می‌گیرند. نتایج حاصل از پژوهش حاضر بیانگر این است که افزایش اختلاف خصوصیات بیوفیزیکی سطوح ساخته‌شده و غیرساخته‌شده سبب بیشتر شدن اختلاف دمای سطح دو نوع اراضی و تشدید پدیده جزیره حرارتی شهری در مناطق مختلف می‌گردد.

## مراجع

[1] N. Brunsell, "Characterization of land-surface precipitation feedback regimes with remote sensing," Remote Sensing of Environment, vol. 100, no. 2, pp. 200-211, 2006.

[2] N. Schwarz, U. Schlink, U. Franck, and K. Großmann, "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, vol. 18, pp. 693-704, 2012.

[3] R. Amiri, Q. Weng, A. Alimohammadi, and S. K. Alavipanah, "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, vol. 113, no. 12, pp. 2606-2617, 2009.

[4] K. P. Gallo and T. W. Owen, "Satellite-based adjustments for the urban heat island temperature bias," Journal of Applied Meteorology, vol. 38, no. 6, pp. 806-813, 1999.

[5] L. Liu and Y. Zhang, "Urban heat island analysis using the Landsat TM data and ASTER data: A case study in Hong Kong," Remote Sensing, vol. 3, no. 7, pp. 1535-1552, 2011.

[6] M. Santamouris and D. Kolokotsa, "On the impact of urban overheating and extreme climatic conditions on housing, energy, comfort and environmental quality of vulnerable population in Europe," Energy and Buildings, vol. 98, pp. 125-133, 2015.

[7] Q. Weng, "Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: Methods, applications, and trends," ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 64, no. 4, pp. 335-344, 2009.

[8] C. W. Mackey, X. Lee, and R. B. Smith, "Remotely sensing the cooling effects of city scale efforts to reduce urban heat island," Building and Environment, vol. 49, pp. 348-358, 2012.

[9] J. A. Voogt and T. R. Oke, "Thermal remote sensing of urban climates," Remote sensing of environment, vol. 86, no. 3, pp. 370-384, 2003.

[10] K. Gallo, A. McNab, T. Karl, J. Brown, J. Hood, and J. Tarpley, "The use of NOAA AVHRR data for assessment of the urban heat island effect," Journal of Applied Meteorology, vol. 32, no. 5, pp. 899-908, 1993.

[11] J. P. Walawender, M. Szymanowski, M. J. Hajto, and A. Bokwa, "Land surface temperature patterns in the urban agglomeration of Krakow (Poland) derived from Landsat-7/ETM+ data," Pure and Applied Geophysics, vol. 171, no. 6, pp. 913-940, 2014.

[12] [12] J. Jiang and G. Tian, "Analysis of the impact of land use/land cover change on land surface temperature with remote sensing," Procedia environmental sciences, vol. 2, pp. 571-575, 2010.

[13] H. Xiao and Q. Weng, "The impact of land use and land cover changes on land surface temperature in a karst area of China,"



[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

Journal of environmental management, vol. 85, no. 1, pp. 245-257, 2007.

[14] X. Zhang, T. Zhong, X. Feng, and K. Wang, "Estimation of the relationship between vegetation patches and urban land surface temperature with remote sensing," International Journal of Remote Sensing, vol. 30, no. 8, pp. 2105-2118, 2009.

[15] S. Haashemi, Q. Weng, A. Darvishi, and S. K. Alavipanah, "Seasonal variations of the surface urban heat island in a semi-arid city," Remote Sensing, vol. 8, no. 4, p. 352, 2016.

[16] F. Yuan and M. E. Bauer, "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, vol. 106, no. 3, pp. 375-386, 2007.

[17] M. H. A. Baig, L. Zhang, T. Shuai, and Q. Tong, "Derivation of a tasselled cap transformation based on Landsat 8 at-satellite reflectance," Remote Sensing Letters, vol. 5, no. 5, pp. 423-431, 2014.

[18] Q. Liu, G. Liu, C. Huang, and C. Xie, "Comparison of tasselled cap transformations based on the selective bands of Landsat 8 OLI TOA reflectance images," International Journal of Remote Sensing, vol. 36, no. 2, pp. 417-441, 2015.

[19] Q. Liu, G. Liu, C. Huang, S. Liu, and J. Zhao, "A tasseled cap transformation for Landsat 8 OLI TOA reflectance images," in Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2014 IEEE International, 2014, pp. 541-544: IEEE.

[20] H. Xu, "A new index for delineating built‐up land features in satellite imagery," International Journal of Remote Sensing, vol. 29, no. 14, pp. 4269-4276, 2008.

[21] M. Waqar, J. Mirza, R. Mumtaz, and E. Hussain, "Development of new indices for extraction of built-up area & bare soil from landsat data," Open Access Scientific Reports, vol. 1, no. 1, pp. 01-04, 2012.

[22] A. R. As-Syakur, I. Adnyana, I. W. Arthana, and I. W. Nuarsa, "Enhanced built-up and bareness index (EBBI) for mapping built-up and bare land in an urban area," Remote Sensing, vol. 4, no. 10, pp. 2957-2970, 2012.

[23] J. C. Jimenez-Munoz, J. A. Sobrino, D. Skokovic, C. Mattar, and J. Cristobal, "Land Surface Temperature Retrieval Methods From Landsat-8 Thermal Infrared Sensor Data," (in English), Ieee Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 11, no. 10, pp. 1840-1843, Oct 2014.

[24] J. C. Jiménez‐Muñoz and J. A. Sobrino, "A generalized single‐channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data," Journal of Geophysical Research: Atmospheres, vol. 108, no. D22, 2003.

[25] H. Xu, Y. Chen, S. Dan, and W. Qiu, "Spatial and temporal analysis of urban heat Island effects in Chengdu City by remote sensing," in Geoinformatics, 2011 19th International Conference on, 2011, pp. 1-5: IEEE.

[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]

*K. N. TOOSI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY*
*FACULTY OF GEODESY AND GEOMATICS ENGINEERING*

***Journal of Geospatial Information Technology***
**Vol.6, No.2, Summer 2018**

# Investigating the relationship between heat island intensity and biophysical characteristics differences between built-up and non-built-up regions (Case Study: Cities in East Mazandaran)

**Mohammad Karimi Firozjaei**[1], Majid Kiavarz[2*]

1- PhD Student, Department of Remote Sensing and GIS, University of Tehran
2- Asistant Professor, Department of Remote Sensing and GIS, University of Tehran

**Abstract**

Biophysical characteristics and surface temperature are the key parameters to monitor and evaluate the physical and chemical processes of the earth's surface. The aim of this study is to investigate the relationship between urban heat island intensity and different biophysical characteristics in built-up and non-built-up lands. For this purpose, the four Landsat 8 satellite images and MODIS water vapor product in dates of April 10th 2016, June 29th 2016, August 27th 2014 and October 29th 2016 for cities of Ghaemshahr, Sari, Neka and Behshahr have been used. Single-channel algorithm was used to calculate the land surface temperature. A band combination tasseled cap extraction was used to estimate some surface biophysical characteristics as well. Also, a new method has been used to extract built-up regions. Finally, LST and biophysical characteristics for built-up and non-built-up regions were analyzed and then, correlations between them and heat island intensity have been surveyed in four months. The result showed that correlation coefficient of relationships between LST and biophysical characteristics surface was 0/88. Increase of differences between biophysical properties in built-up and non-built-up regions causes increase of the temperature difference between the two types of regions and so, intensification of urban heat island. For this reason, temperature difference between built-up and non-built-up regions varied between 0.3-6.4 K□. The highest and lowest heat island intensity corresponding to Ghaemshahr and Neka were estimated 0.5768 and 0.03 respectively.

**Key words:** Heat island intensity, Biophysical characteristics, Built-up land, Non built-up land.

**Correspondence Address**. Tehran, Enghelab Square, Vesal Shirazi Street, Geography Faculty of Tehran Univercity
**Tel:** +98 9123301922
**Email :** Kiavarzmajid@ut.ac.ir

[ Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.29252/jgit.6.2.165 ]