



## ارزیابی تأثیر توسعه شهری و تغییرات پوشش اراضی بر دمای سطح زمین در شهر شهرکرد

الهام کیانی سلمی<sup>۱</sup>، عطاءالله ابراهیمی<sup>۲\*</sup>

۱. دانش‌آموخته کارشناس ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

۲. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

### مشخصات مقاله

### چکیده

پیشینه مقاله:

دریافت: ۲۷ مهر ۱۳۹۶

پذیرش: ۲۵ دی ۱۳۹۷

دسترسی اینترنتی: ۳۰ بهمن ۱۳۹۷

واژه‌های کلیدی:

سنجش از دور حرارتی

جزایر گرمای شهری

دمای سطح زمین

شاخص پوشش گیاهی

شهرکرد

تغییر کاربری اراضی و افزایش مناطق شهری، تأثیر قابل توجهی بر دمای سطح زمین دارد. از آنجاکه توسعه شهری در حال حاضر یکی از پدیده‌های مهم در زمینه افزایش گرمای جهانی است، با توسعه سریع فناوری ماهواره‌ای و سنجش از دور می‌توان به بررسی تغییرات دمای مناطق شهری در کمترین زمان ممکن پرداخت. هدف از این مطالعه، بررسی توسعه شهری و جزایر گرمایی شهری (UHI) در شهرکرد با استفاده از داده‌های سنجش از دور است. در این مطالعه، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸، شاخص نسبت گیاهی (RVI) و شاخص پوشش گیاهی نرمال (NDVI) و دمای سطح زمین (LST)، با استفاده از باندهای چند طیفی و حرارتی برآورد شد. نقشه کاربری اراضی نیز با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال در نرم‌افزار TerrSet تهیه گردید. ضریب کاپا کل در سال ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵ به ترتیب معادل ۰/۸۲ و ۰/۹۳ برآورد شد. با مقایسه دو شاخص گیاهی (RVI و NDVI) و دمای سطح زمین در طی دوره ۱۳ ساله (۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵) مشخص گردید که با توسعه شهری مقدار دمای سطح زمین برابر ۲/۲۱ درجه سانتی‌گراد (از ۴۰/۶۹ به ۴۲/۹۰ درجه سانتی‌گراد) افزایش یافته است. نتایج نشان داد که همبستگی شاخص NDVI با نقشه دمای سطح زمین منفی ولی با شاخص RVI مثبت است. همچنین هر دو شاخص NDVI و RVI در محدوده فضای سبز با LST رابطه معنی‌داری تری را در مقایسه با اراضی شهری و اراضی لخت دارند. با توجه به نقش پوشش گیاهی در تعدیل شرایط دمایی توصیه گردید، توسعه فضای سبز هم‌زمان با توسعه شهری، افزایش یابد.

\*پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: [Ataollah.Ebrahimi@sku.ac.ir](mailto:Ataollah.Ebrahimi@sku.ac.ir)

دمای سطح زمین مربوط به اراضی بدون پوشش و ساختمان‌ها می‌باشد که از ۴۷ درجه سانتی‌گراد در سال ۱۹۹۰ به ۵۰ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۰۰ و ۵۶ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است. کمترین درجه حرارت مربوط به اراضی با پوشش جنگل و آب بود. درجه حرارت در طی سال‌های مورد بررسی ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ از ۲۵ درجه سانتی‌گراد به ۲۹ و در سال ۲۰۱۶ به ۵۶ درجه سانتی‌گراد رسیده است. این تحقیق نشان داد که تغییرات پوشش سطح زمین نقش مهمی در تغییرات درجه حرارت دارد. هربر (۱۴) در کشور مصر به بررسی تأثیر تغییرات اراضی و پوشش سطح زمین دلتای نیل بر روی درجه حرارت سطح زمین (LST, Land surface temperature NDVI, Normalized) در طی دوره‌ای ۱۵ ساله پرداخت. برای این منظور از شاخص پوشش گیاهی نرمال (difference vegetation index) استفاده کرد و تغییرات میانگین درجه حرارت برای منطقه مورد مطالعه بعد از بررسی تغییرات کاربری اراضی مورد ارزیابی قرارداد. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده کاهش اراضی کشاورزی و تبدیل آن به اراضی شهری بود که این تغییرات باعث افزایش ۱/۷ درجه سانتی‌گرادی دمای سطح زمین شده است. همچنین در مناطقی که تغییرات اراضی لخت به اراضی کشاورزی صورت گرفت، دمای سطح زمین ۰/۵۲ درجه سانتی‌گراد کاهش یافته است. زارعی و همکاران (۲۴) با استفاده از سنسورهای سنجنده TM دمای سطح زمین را در شهر یزد مورد بررسی قراردادند. با تهیه نقشه کاربری اراضی شهر یزد و روابط بین کاربری‌های مختلف و درجه حرارت سطح زمین، شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) در طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۹ را مورد تجزیه و تحلیل قراردادند. نتایج نشان داد که درجه حرارت در طی سال‌های مورد بررسی ۱/۴۵ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا کرده است که نشان از مناسب بودن داده‌های سنجنش‌ازدور و حرارتی برای برآورد دمای سطح زمین داشت. افزایش سطح جاده‌های آسفالت، اراضی مسکونی، تجاری و صنعتی و کاهش پارک‌ها، پوشش سبز در شهر یزد را از علت‌های افزایش دمای سطح زمین در طی ۱۲ سال بیان کردند. بابالولا و اکیسنولا (۹)

جزیره گرمای شهری (UHI, Urban heat island) اثر دمای سطح زمین در مناطق شهری و تفاوت قابل توجه آن با محیط اطراف است و علل آن متنوع است. از جمله این عوامل، عوامل طبیعی و عوامل انسانی است که با تغییر در کاربری اراضی مقدار دمای سطح زمین در مناطق شهری را تغییر می‌دهند. با توسعه مناطق شهری و افزایش سطوح غیرقابل نفوذ مانند جاده‌ها و ساختمان به جای اراضی فضای سبز افزایش دما صورت گرفته و دمای اراضی شهری افزایش پیدا می‌کند (۱۱). در چند سال اخیر تغییرات آب‌وهوا و عوامل مؤثر بر این تغییرات به یکی از عوامل مورد توجه محققان تبدیل شده است، یکی از مهم‌ترین این عوامل افزایش اراضی شهری، افزایش ساخت‌وساز و صنعتی شدن می‌باشد که باعث افزایش گرمای شهری و تغییر اقلیم شده است (۳ و ۴). بر طبق مطالعات انجام شده در حال حاضر یکی از مهم‌ترین مشکلات مناطق شهری افزایش دمای سطح زمین است که منشأ آن از بین رفتن پوشش گیاهی و فضای سبز شهری در مناطق شهری و افزایش سطوح غیرقابل نفوذ (آسفالت و جاده‌ها) است (۱۰، ۱۲، ۱۵، ۱۷ و ۲۵). به طور معمول در مناطق شهری تابش نور خورشید به سطوح غیرقابل نفوذ مانند جاده‌ها و ساختمان‌ها باعث ایجاد جزایر گرمایی شهری می‌شود و تفاوت بین دمای سطح زمین در مناطق روستایی و شهری، اغلب از جزایر گرمایی شهری نشأت می‌گیرد (۲۲).

مطالعات درباره دمای سطح زمین در مناطق شهری در سراسر جهان انجام گرفته است (۱ و ۷). فاقه ابراهیم (۱۳) در شهر دهوک عراق دمای سطح زمین را با رشد مناطق شهری و تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر لندست ۵ و ۸ مربوط به سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ مورد ارزیابی قراردادند. پس از طبقه‌بندی اراضی و بررسی تغییرات کاربری اراضی در طی سال‌های مورد مطالعه، دمای سطح زمین را با استفاده از باندهای حرارتی دو ماهواره لندست ۵ و ۸ اندازه‌گیری کردند و با شاخص‌های مختلف پوشش گیاهی مورد مقایسه قراردادند. نتایج این تحقیق نشان داد که بالاترین

کیفیت هوا دارد از طرفی و از طرف دیگر از آنجاکه شهرکرد به عنوان یکی از مرتفع ترین شهرهای کشور و به عنوان مرتفع ترین مرکز استان در کشور محسوب می شود، ارزیابی تغییرات گرمائی آن از اهمیت بیشتری برخوردار است. لذا، در این تحقیق، به بررسی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی شهر شهرکرد در طی سال های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵ پرداخته شده است. سپس تأثیرات کاربری اراضی بر دمای سطح زمین در منطقه مورد مطالعه بررسی و پس از تهیه شاخص نسبت گیاهی RVI (Ratio Vegetation Index) و شاخص پوشش گیاهی نرمال NDVI، روابط بین دمای سطح زمین با شاخص های پوشش گیاهی بیان شده است.

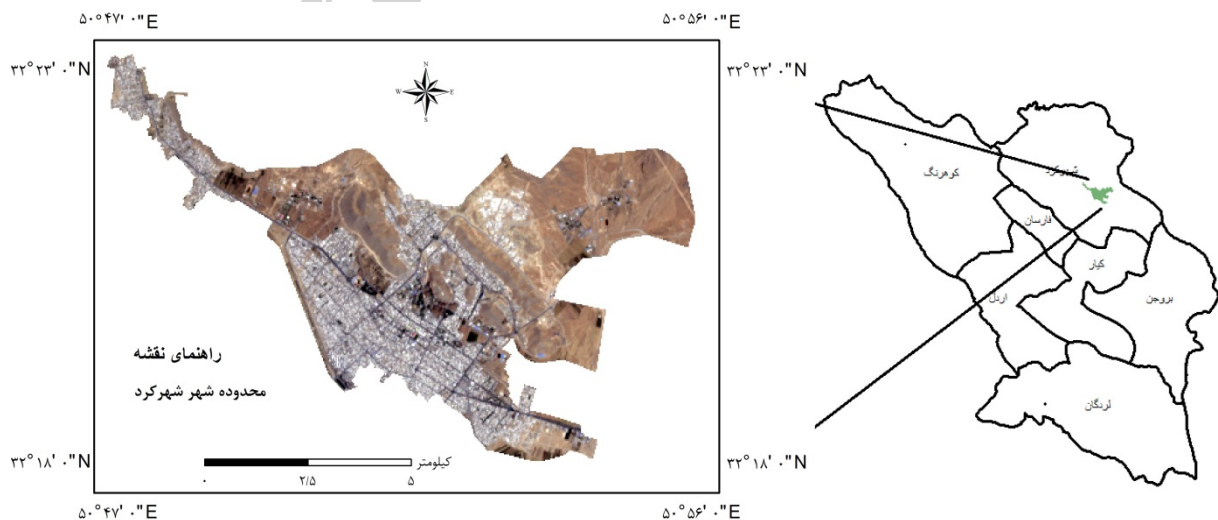
### مواد و روش ها

#### منطقه مورد مطالعه

شهر شهرکرد مرکز استان چهارمحال و بختیاری، در جنوب غربی کشور و بین  $54^{\circ} 56' 50''$  تا  $53^{\circ} 55' 50''$  طول جغرافیایی  $32^{\circ} 18' 03''$  تا  $32^{\circ} 23' 12''$  عرض جغرافیایی واقع شده است (شکل ۱). بیشترین ارتفاع در محدوده شهری این شهر، ۲۲۲۰ متر از سطح دریا می باشد و مساحت این شهر  $4756/23$  هکتار برآورد شده است.

در کشور نیجریه به بررسی تغییرات سطح زمین و کاربری های اراضی در منطقه شهری لاگوس از شهرهای که توسعه شهرنشینی در آن به سرعت صورت گرفته و تأثیر زیادی در درجه حرارت شهری داشته است پرداختند و دمای سطح زمین با مناطق دارای پوشش و شاخص NDVI را مقایسه کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه در طی دوره ۳۰ ساله (از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۳) کاهش چشم گیری داشته و از ۷۰ درصد در سال ۱۹۸۴ به ۱۰ درصد در سال ۲۰۱۳ رسیده است که این تغییرات به افزایش درجه حرارت شهری کمک کرده و به شدت به ایجاد جزیره گرمایی شهری کمک کرده است. به علاوه در این منطقه، اراضی شهری و بدون پوشش با درجه حرارت بالای سطح زمین رابطه مثبت داشته، در حالی که مناطق دارای آب و فضای سبز با مقادیر کم LST رابطه مثبتی را نشان داد.

از آنجاکه شهر شهرکرد در جنوب غربی کشور به عنوان مرکز استان چهارمحال و بختیاری در طی سال های گذشته تغییرات زیادی را در پوشش اراضی شاهد بوده است و از رشد جمعیتی قابل توجهی برخوردار بوده است، لذا بررسی تغییرات دمایی آن حائز اهمیت فراوانی است. با توجه به اهمیت برآورد دمای سطح زمین در تغییرات اقلیمی و زیست محیطی که منجر به افزایش دما، مصرف انرژی، آلودگی هوا و تأثیری که بر



شکل ۱. موقعیت محدوده جغرافیایی شهر شهرکرد و منطقه مورد مطالعه در استان چهارمحال و بختیاری

## داده‌های مورد استفاده

در این پژوهش، جهت طبقه‌بندی تصاویر، کلاس‌های کاربری اراضی شهر شهرکرد در سه گروه؛ (۱) کلاس اراضی شهری (دست‌ساخت بشر و شامل کلیه اراضی مسکونی، تجاری، درمانی، آموزشی، راه‌های ارتباطی)، (۲) فضای سبز (شامل پارک‌ها و درختان موجود و اراضی تحت کشت در محدوده شهر) و (۳) اراضی لخت (عمدتاً مرتع و شامل خاک لخت، اراضی آیش و بدون کشت، تپه‌ها) تعیین و سپس نمونه‌های تعلیمی از سطح منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و بازدید میدانی (۳۵ نقطه برای بررسی

صحت نقشه‌های کاربری اراضی) جمع‌آوری شد.

داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده در این تحقیق داده‌های ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ مربوط به خط برداشت ۱۶۴ و ردیف ۰۳۸ می‌باشند. داده‌های ماهواره لندست ۷ شامل ۸ باندها و داده‌های ماهواره لندست ۸ شامل ۱۱ باندها می‌باشند. تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده، لندست ۷ و ۸ دارای قدرت تفکیک مکانی نسبتاً بالا (۱۵ متر در پانکروماتیک و ۳۰ متر در چند طیفی) و دارای شرایط هواشناسی مناسب و بدون ابر می‌باشند (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات تصاویر مورد استفاده

| ردیف | تاریخ تصویربرداری (میلادی) | تاریخ تصویربرداری (هجری شمسی) | ماهواره | سنجنده           | تعداد باندها |
|------|----------------------------|-------------------------------|---------|------------------|--------------|
| ۱    | ۲۰۰۳/۰۵/۲۴                 | ۸۲/۰۳/۰۳                      | لندست ۷ | ETM <sup>+</sup> | ۸            |
| ۲    | ۲۰۱۶/۰۵/۱۹                 | ۹۵/۰۲/۳۰                      | لندست ۸ | OIL/TIRSS        | ۱۱           |

## روش تحقیق

تصحیحات اتمسفری و هندسی با فراخوانی تصاویر با استفاده از نرم‌افزار TerrSet تصحیحات اتمسفری بر روی تصاویر به صورت خودکار انجام شد و با توجه به کیفیت بالا و داشتن هیچ نوع خطای نیاز به هیچ‌گونه تصحیحات هندسی در تصاویر مورد نظر وجود نداشت.

برای تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه از الگوریتم حداکثر احتمال با توجه به تجربیات قبلی و یافته‌های تحقیقات دیگر استفاده شد (۵ و ۶). الگوریتم حداکثر احتمال (Maximum likelihood) که یکی از رایج‌ترین روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده تصویر است. برای ارزیابی طبقه‌بندی انجام‌شده از نمونه‌های آزمون استفاده گردید. برای این کار، ابتدا با استفاده از الگوریتم نمونه‌گیری (Sample) تعدادی نمونه خوشه‌ای-تصادفی انتخاب گردید و پس از بررسی موقعیت مکانی نمونه‌ها و ثبت واقعیات زمینی در محل‌های نمونه نقشه مربوطه تهیه گردید و به نقشه‌ای رستری مطابق طبقات نقشه حاصل از طبقه‌بندی تبدیل گردید. در تحقیق

حاضر با استفاده از الگوریتم ماتریس خطا (Error matrix) از ضرایب صحت کلی (Overall accuracy)، ضریب کاپا (Kappa coefficient) جهت بررسی صحت طبقه‌بندی استفاده شد.

تهیه شاخص‌های مورد بررسی در این تحقیق از سه شاخص دمای سطح زمین (LST) و شاخص گیاهی RVI و شاخص پوشش گیاهی NDVI استفاده شد (جدول ۲). در این تحقیق با استفاده از باندهای حرارتی لندست ۷ و ۸ اقدام به تهیه شاخص LST با استفاده از رابطه ۱ گردید، در این رابطه T دمای سطح زمین برحسب کلونین (۲۷۳/۱۵) - برحسب درجه سانتی‌گراد، CVR ارزش پیکسل‌های تصویر به رادیانس،  $k_1$  و  $k_2$  ثابت‌های کالیبراسیون سنجنده‌اند که از فایل داده‌های ضمیمه تصاویر مورد استفاده اقتباس می‌شوند. در رابطه ۲ (RVI)، NIR، باند مادون قرمز و RED باند قرمز است. شاخص RVI بین ۰ تا + بی‌نهایت می‌تواند تغییر کند. این شاخص از شاخص‌های مبتنی بر نسبت بوده، خطوط هم‌مقدار پوشش گیاهی در منطقه مبدأ تقارب پیدا می‌کنند و خط خاک در آن شیب برابر یک

داشته و از مبدأ می‌گذرد. برای خاک لخت مقدار این شاخص به ۱ نزدیک می‌شود. در رابطه ۳ (NDVI) مقدار شاخص بین -۱ تا +۱ است و هر چه به مقدار ۱ نزدیک‌تر شود مقدار پوشش گیاهی بیشتر می‌شود.

جدول ۲. رابطه‌های شاخص دمای سطح زمین (LST) و شاخص‌های گیاهی مورد استفاده در این تحقیق

| رديف | نام شاخص | رابطه | منبع         |
|------|----------|-------|--------------|
| ۱    | LST      |       | (۸، ۱۸ و ۲۳) |
| ۲    | RVI      |       | (۲۰)         |
| ۳    | NDVI     |       | (۲، ۱۹ و ۲۱) |

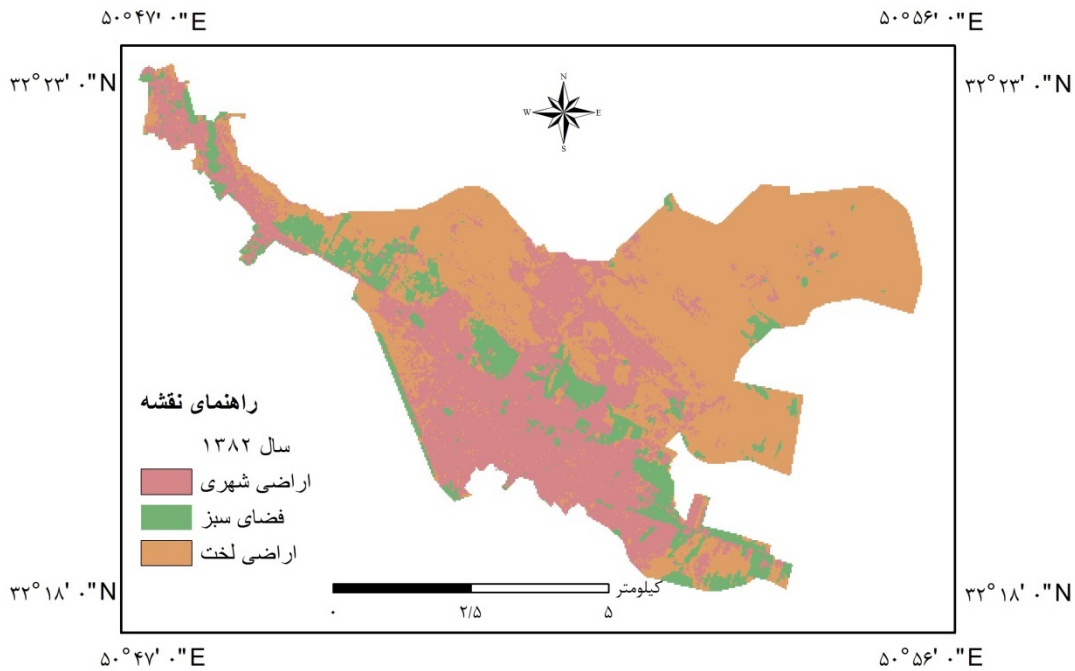
### نتایج

نقشه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵ در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. درستی طبقه‌بندی نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۲ برابر ۸۹/۵۶ و برای سال ۱۳۹۵ برابر ۹۶/۱۰ درصد بوده است (جدول ۳). ضریب کاپا برای نقشه سال ۱۳۸۲، ۸۲/۶۶ و برای سال ۱۳۹۵ برابر ۹۳/۵۶ درصد محاسبه شد. همچنین برای سایر طبقات کاربری نیز مقدار دقت تولیدکننده و دقت مصرف‌کننده برآورد گردید که چنانچه در جدول ۳ نشان داده شده است در هر دو سال مورد نظر، کمترین مقدار تولیدکننده و دقت مصرف‌کننده به ترتیب برابر ۸۵/۵۹ درصد و ۷۱/۲۹ درصد بوده است در حالی که بیشترین این دو مقدار به ترتیب ۹۸/۲۹ و ۹۶/۴۰ درصد بوده است.

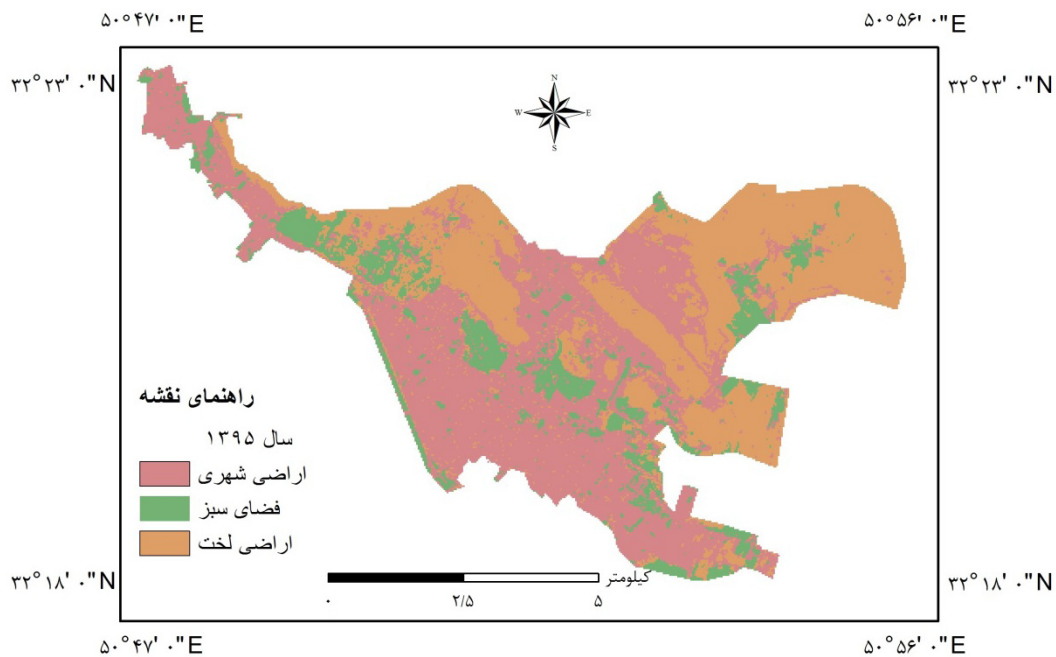
پس از محاسبه دمای سطح زمین و تغییرات شاخص‌های گیاهی تغییرات دمایی مورد مقایسه قرار گرفت. پس از تهیه نقشه کاربری اراضی و بررسی میزان تغییرات صورت گرفته در طی دوره ۱۳ ساله (از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵) تغییرات دمای صورت گرفته در هر کدام از کاربری‌ها به وسیله رابطه LST و باندهای حرارتی محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس با بررسی شاخص‌های پوشش گیاهی میزان تغییرات این شاخص‌ها با تغییرات دما مقایسه شد و میزان همبستگی و رابطه رگرسیونی بین دمای سطح زمین و شاخص‌های مورد بررسی در هر یک از کاربری‌ها به دست آمد.

جدول ۳. مقایسه دقت طبقه‌بندی نقشه کاربری‌های اراضی شهری در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵

| کاربری ۱۳۸۲                                 |                |                | کاربری ۱۳۹۵                                 |                |                |
|---|----------------|----------------|---|----------------|----------------|
| درستی طبقه‌بندی کل %                        |                |                | درستی طبقه‌بندی کل %                        |                |                |
| ۸۹/۵۶                                       |                |                | ۹۶/۱۰                                       |                |                |
| ضریب کاپا                                   |                |                | ضریب کاپا %                                 |                |                |
| ۸۲/۶۶                                       |                |                | ۹۳/۵۶                                       |                |                |
| درستی طبقه‌بندی طبقات کاربری به‌طور جداگانه |                |                | درستی طبقه‌بندی طبقات کاربری به‌طور جداگانه |                |                |
| کاربری                                      | دقت تولیدکننده | دقت مصرف‌کننده | کاربری                                      | دقت تولیدکننده | دقت مصرف‌کننده |
| اراضی شهری                                  | ۹۳/۲۵          | ۸۸/۸۹          | اراضی شهری                                  | ۹۸/۲۹          | ۹۶/۱۸          |
| فضای سبز                                    | ۹۶/۶۴          | ۷۱/۲۹          | فضای سبز                                    | ۸۹/۷۶          | ۹۶/۵           |
| اراضی لخت                                   | ۸۵/۵۹          | ۹۶/۴۰          | اراضی لخت                                   | ۹۵/۷۶          | ۹۵/۷۴          |



شکل ۲. نقشه کاربری اراضی شهر شهرکرد در سال ۱۳۸۲



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی شهر شهرکرد در سال ۱۳۹۵

درصد را اراضی لخت تشکیل می‌دهد. این در حالی است که در سال ۱۳۹۵، ۴۷ درصد از منطقه مورد مطالعه را اراضی شهری، ۱۴ درصد را فضای سبز و ۳۹ درصد را اراضی لخت

نتایج مساحت و تغییرات هر یک از طبقات کاربری اراضی در جدول ۴ نشان می‌دهد که در سال ۱۳۸۲، ۳۴ درصد از منطقه را اراضی شهری، ۱۲ درصد را فضای سبز و ۵۴

تشکیل داده است و از سال ۱۳۸۲ تا سال ۱۳۹۵، ۱۳ درصد به اراضی شهری و ۲ درصد به فضای سبز افزوده شده در حالی که ۱۵ درصد از اراضی لخت کاهش یافته است. در سال ۱۳۸۲ بیشترین مساحت اراضی را اراضی لخت تشکیل می‌داده‌اند در حالی که در سال ۱۳۹۵ بیشترین مساحت منطقه را اراضی شهری در بر گرفته‌اند.

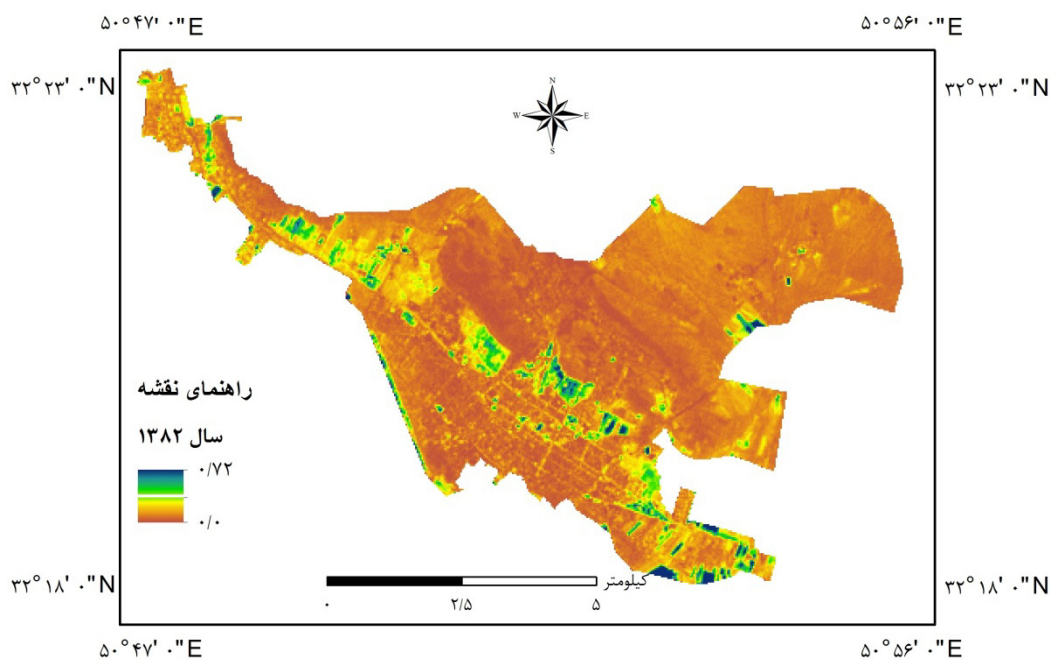
جدول ۴. مساحت کاربری‌ها و تغییرات صورت گرفته از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵

| نوع کاربری | ۱۳۸۲          |                 | ۱۳۹۵          |                 | درصد تغییرات |
|------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------|
|            | مساحت (هکتار) | تغییرات (هکتار) | مساحت (هکتار) | تغییرات (هکتار) |              |
| اراضی شهری | ۱۶۳۲/۳۳       | ۲۲۲۰/۷۵         | ۵۵۸/۴۲        | ۱۳              | ۱۳۸۲-۱۳۹۵    |
| فضای سبز   | ۵۷۷/۱۷        | ۶۶۴/۸۳          | ۸۷/۶۶         | ۲               |              |
| اراضی لخت  | ۲۵۴۶/۷۳       | ۱۸۷۰/۶۵         | -۶۷۶/۰۸       | -۱۵             |              |
| جمع کل     | ۴۷۵۶/۲۳       | ۴۷۵۶/۲۳         |               |                 |              |

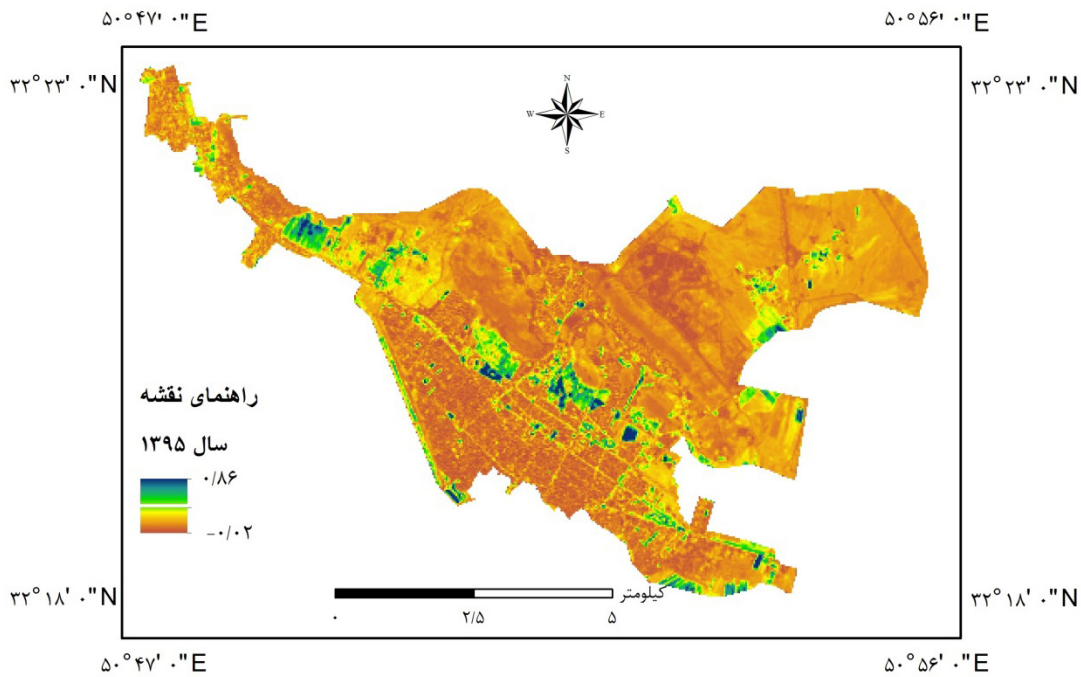
و مقدار ۰/۷۲ عمدتاً گویای فضای سبز است. همچنین میزان تغییرات این شاخص در سال ۱۳۹۵ از ۰/۰۲- تا ۰/۸۶+ بوده است.

#### شاخص‌های پوشش گیاهی

نتایج مربوط به شاخص پوشش گیاهی نرمال NDVI در شکل‌های ۴ و ۵ آورده شده است. در سال ۱۳۸۲ مقدار این شاخص بین ۰ تا ۰/۷۲ است. عدد صفر مربوط به اراضی لخت

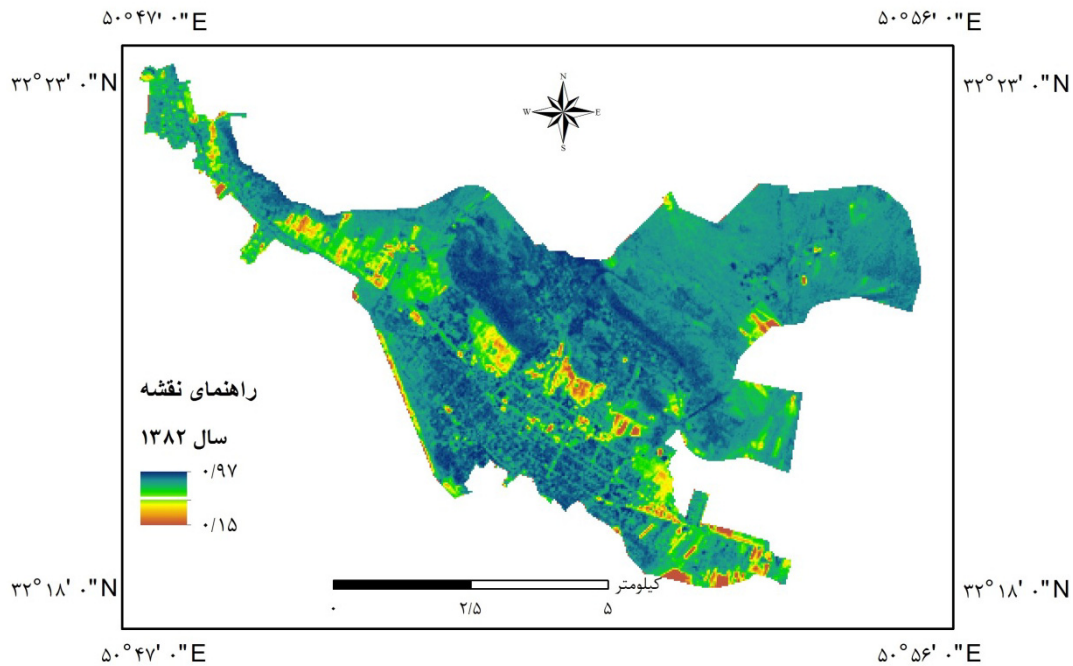


شکل ۴. نقشه شاخص پوشش گیاهی نرمال NDVI (سال ۱۳۸۲)



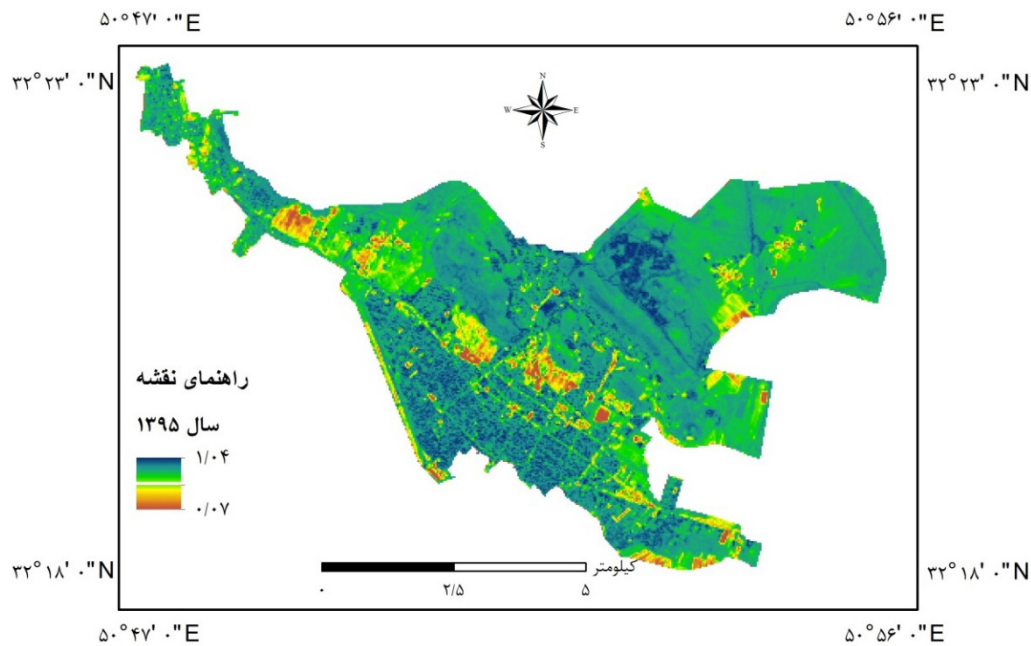
شکل ۵. نقشه شاخص پوشش گیاهی نرمال NDVI ( سال ۱۳۹۵)

نتایج مربوط به شاخص نسبت گیاهی RVI نشان داد که در سال ۱۳۸۲ کمترین مقدار این شاخص ۰/۱۵ است که مربوط به اراضی فضای سبز در منطقه مورد مطالعه است و بیشترین مقدار آن ۰/۹۷ و مربوط به اراضی لخت است. در سال ۱۳۹۵ نیز کمترین مقدار این شاخص ۰/۰۷ و بیشترین مقدار آن ۱/۰۴ است (شکل های ۶ و ۷).



شکل ۶. شاخص نسبت گیاهی RVI ( سال ۱۳۸۲)



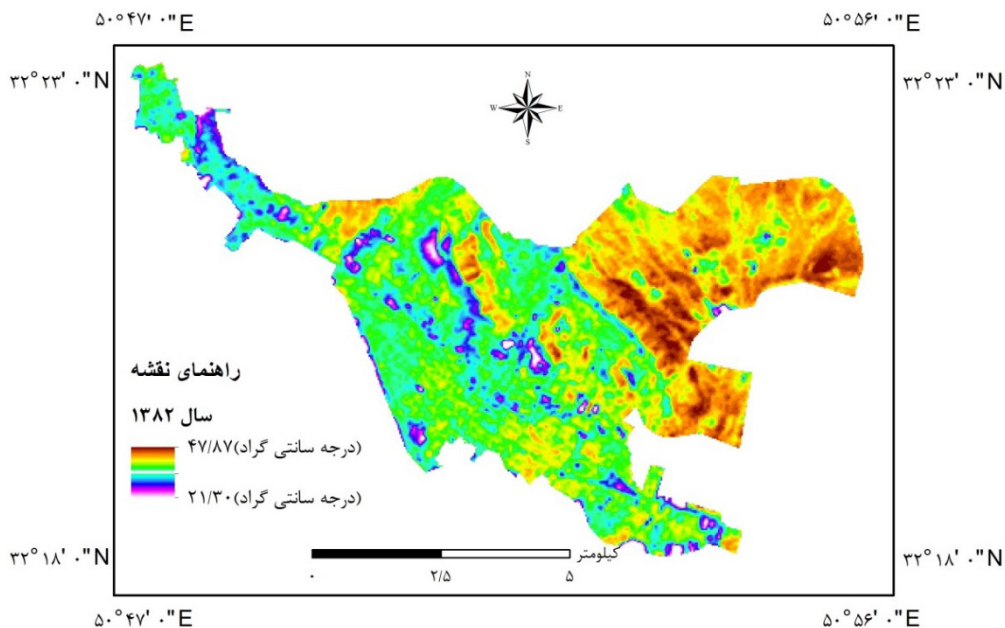


شکل ۷. شاخص نسبت گیاهی RVI (سال ۱۳۹۵)

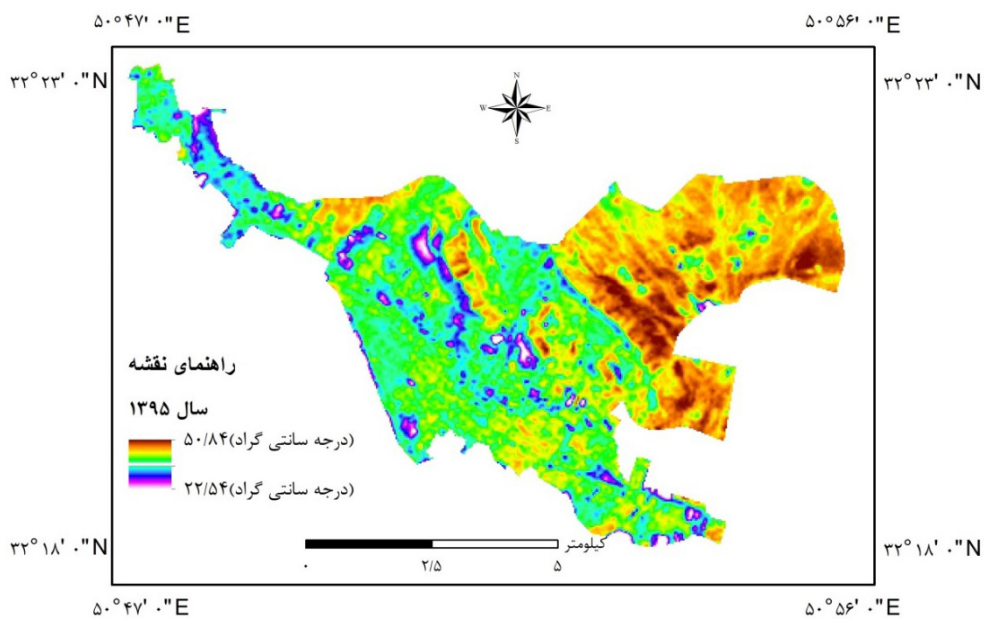
بیشترین دما ۴۷/۸۷ درجه سانتی‌گراد در سال ۱۳۸۲ و در سال ۱۳۹۵ بیشترین دما ۵۰/۸۴ درجه سانتی‌گراد است (شکل‌های ۸ و ۹). در جدول ۵ برای کاربری‌های موجود در منطقه مورد مطالعه، میزان تغییرات دمایی مشخص شده است.

#### ارزیابی دمای سطح زمین

نقشه دمای سطح زمین در طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵ نشان می‌دهد که کمترین مقدار دمای سطح زمین برای کاربری فضای سبز در سال ۱۳۸۲، ۲۱/۳۰ درجه سانتی‌گراد و در سال ۱۳۹۵، ۲۲/۵۴ است. همچنین برای کاربری اراضی لخت،



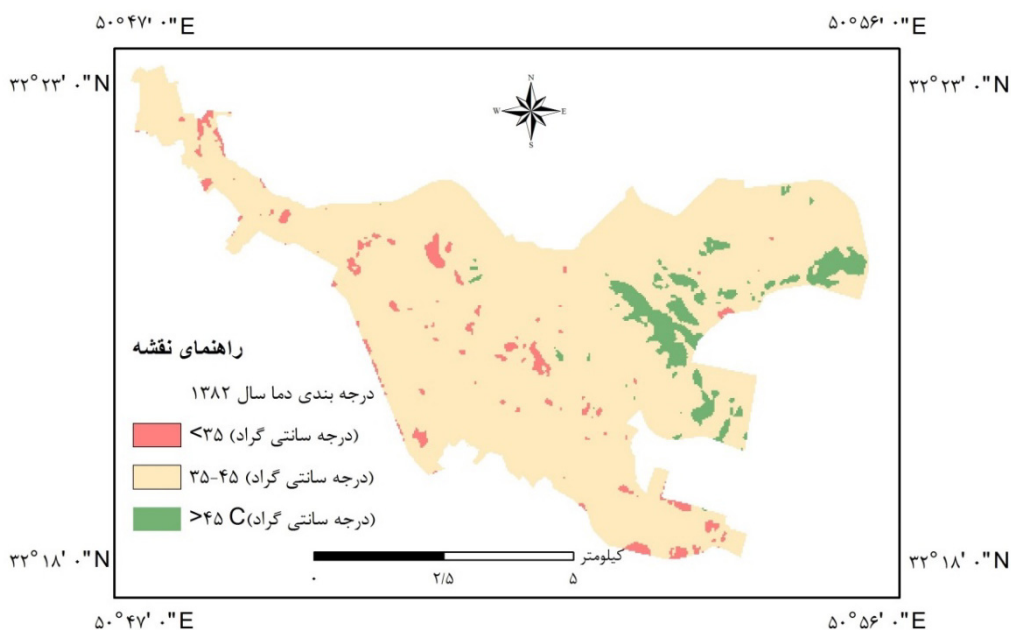
شکل ۸. نقشه دمای سطح زمین LST (سال ۱۳۸۲)



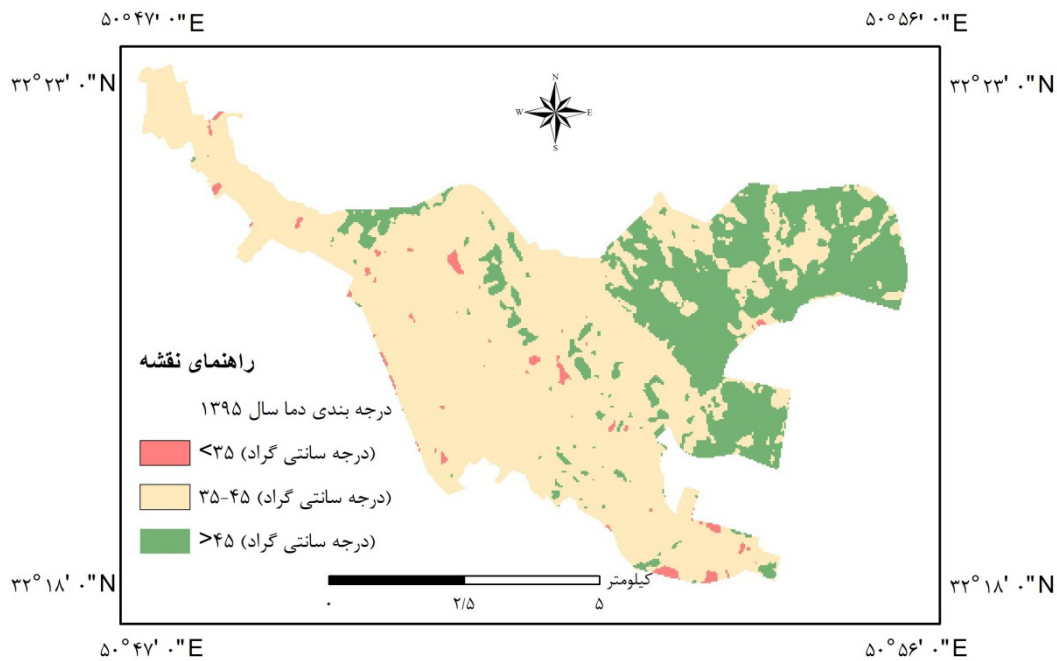
شکل ۹. نقشه دمای سطح زمین LST (سال ۱۳۹۵)

۱۳۹۵، ۷۲ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه در این طبقه قرار دارد. همچنین در سال ۱۳۸۲، ۵ درصد از مساحت منطقه در کلاس بالاتر از ۴۵ درجه سانتی گراد قرار داشته ولی در سال ۱۳۹۵ این طبقه به ۲۶ درصد افزایش پیدا کرده است که نشان از افزایش دما در سال ۱۳۹۵ دارد.

برای درک بهتر از افزایش دمای منطقه مورد مطالعه با کلاس بندی دمای منطقه مقدار تغییرات دما مورد بررسی قرار گرفت، نتایج کلاس بندی در جدول ۵ و شکل های ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد که در سال ۱۳۸۲، تقریباً ۹۲ درصد از مساحت منطقه را دمای بین ۳۵-۴۵ درجه سانتی گراد پوشش داده است. این در حالی است که در سال



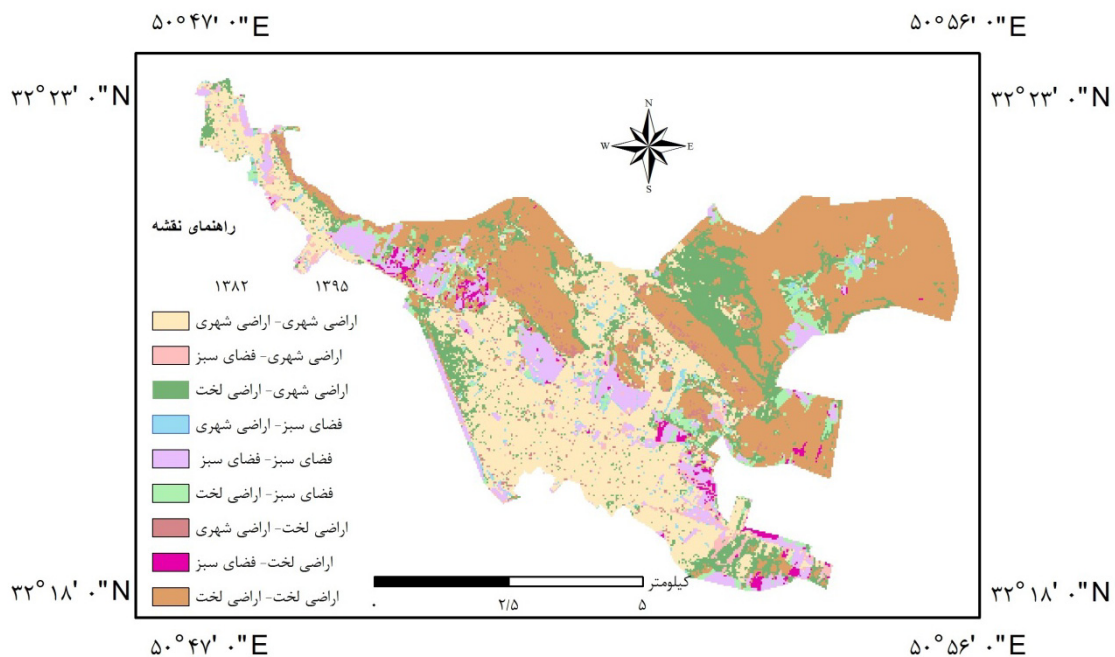
شکل ۱۰. نقشه طبقه بندی دمای سطح زمین LST (سال ۱۳۸۲)



شکل ۱۱. نقشه طبقه‌بندی دمای سطح زمین LST (سال ۱۳۹۵)

کلاس‌های نشان می‌دهد. با توجه به تغییرات میانگین دما کمترین تغییرات دما (۱/۹۵ درجه سانتی‌گراد) را در فضای سبز داریم و بیشترین تغییرات دما در ارضی لخت (۲/۳۴ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شده است.

بررسی تغییرات دما در کاربری‌های ارضی  
 نتایج انطباق تغییرات دما و کاربری ارضی در سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵ در شکل ۱۲ ارائه شده است. در جدول ۵ نیز میزان تغییرات دما در طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵ را در



شکل ۱۲. انطباق نقشه تغییرات دما و کاربری ارضی در سال‌های مطالعه (۱۳۸۲-۱۳۹۵)

جدول ۵. مقایسه دمای طبقات انطباق کاربری در سال‌های مطالعه (۱۳۸۲-۱۳۹۵)

| تغییرات<br>میانگین | میانگین $\pm$ انحراف معیار |                  | بیشترین دما ( $^{\circ}\text{C}$ ) |       | کمترین دما ( $^{\circ}\text{C}$ ) |       | نوع تغییرات            |
|--------------------|----------------------------|------------------|------------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|------------------------|
|                    | ۱۳۹۵                       | ۱۳۸۲             | ۱۳۹۵                               | ۱۳۸۲  | ۱۳۹۵                              | ۱۳۸۲  |                        |
| ۲/۱۲               | ۴۱/۷۳ $\pm$ ۱/۷۱           | ۳۹/۶۱ $\pm$ ۱/۶۰ | ۴۷/۸۹                              | ۴۵/۱۸ | ۲۲/۶۳                             | ۲۱/۴۶ | اراضی شهری- اراضی شهری |
| ۱/۹۵               | ۳۹/۲۴ $\pm$ ۳/۱۱           | ۳۷/۲۹ $\pm$ ۲/۹۱ | ۴۷/۶۲                              | ۴۵/۱۸ | ۲۵/۲۱                             | ۲۴/۱۴ | فضای سبز- فضای سبز     |
| ۲/۳۴               | ۴۴/۷۱ $\pm$ ۲/۶۷           | ۴۲/۳۷ $\pm$ ۲/۴۹ | ۵۰/۸۴                              | ۴۷/۸۸ | ۳۲/۲۶                             | ۳۰/۸۶ | اراضی لخت-اراضی لخت    |
| ۲/۰۶               | ۴۰/۶۹ $\pm$ ۳/۶۲           | ۳۸/۶۳ $\pm$ ۳/۳۹ | ۴۶/۸۱                              | ۴۴/۲۷ | ۲۶/۴۶                             | ۲۵/۷۲ | فضای سبز- اراضی لخت    |
| ۲/۰۱               | ۴۰/۱۷ $\pm$ ۲/۵۸           | ۳۸/۱۶ $\pm$ ۲/۴۱ | ۴۶/۸۱                              | ۴۴/۲۷ | ۲۷/۴۰                             | ۲۶/۲۵ | فضای سبز- اراضی شهری   |
| ۲/۲۹               | ۴۴/۰۵ $\pm$ ۲/۳۶           | ۴۱/۷۶ $\pm$ ۲/۲۰ | ۵۰/۰۴                              | ۴۷/۴۳ | ۳۴/۶۴                             | ۳۳/۳۶ | اراضی لخت- اراضی شهری  |
| ۲/۰۶               | ۴۰/۹۷ $\pm$ ۱/۷۶           | ۳۸/۹۱ $\pm$ ۱/۶۶ | ۴۵/۱۶                              | ۴۲/۸۹ | ۲۳/۹۴                             | ۲۲/۵۴ | راضی شهری- فضای سبز    |
| ۲/۲۷               | ۴۳/۵۳ $\pm$ ۲/۱۷           | ۴۱/۲۶ $\pm$ ۲/۰۲ | ۴۹/۷۸                              | ۴۶/۹۸ | ۳۵/۲۳                             | ۳۳/۳۶ | اراضی لخت- فضای سبز    |
| ۲/۰۸               | ۴۱/۲۵ $\pm$ ۲/۱۹           | ۳۹/۱۷ $\pm$ ۲/۰۶ | ۴۷/۸۹                              | ۴۵/۶۳ | ۳۲/۲۶                             | ۳۰/۸۶ | اراضی شهری- اراضی لخت  |

کاربری‌های مختلف با دمای سطح زمین در دو شاخص مذکور تقریباً الگوی یکسانی را نشان می‌دهند با این تفاوت که نوع همبستگی (مثبت و منفی) با دمای سطح زمین در دو شاخص عکس هم است. مطابق نتایج در کل منطقه شاخص RVI همبستگی بهتری با نقشه دمای سطح زمین دارد. این همبستگی در سال ۱۳۸۲ بیشتر از سال ۱۳۹۵ است. شاخص NDVI نیز همبستگی منفی با نقشه دمای سطح زمین دارد (جدول ۶).

نتایج میزان همبستگی شاخص‌های پوشش گیاهی RVI و NDVI با تفکیک کاربری‌های مختلف نشان می‌دهد که شاخص NDVI اراضی شهری و فضای سبز همبستگی منفی با دمای سطح زمین دارد. این در حالی است که در شاخص RVI عکس شاخص NDVI است و میزان اراضی لخت با دمای سطح زمین همبستگی منفی و با اراضی شهری و پوشش گیاهی همبستگی مثبت دارد. مقادیر کلی همبستگی

جدول ۶. میزان همبستگی مقادیر شاخص‌های مورد استفاده در هر کلاس کاربری با نقشه تهیه شده دمای سطح زمین

| نام شاخص | نوع کاربری | میزان همبستگی (r) با LST |       | درصد ضریب تبیین ( $R^2$ ) |       |
|----------|------------|--------------------------|-------|---------------------------|-------|
|          |            | ۱۳۹۵                     | ۱۳۸۲  | ۱۳۹۵                      | ۱۳۸۲  |
| NDVI     | اراضی شهری | -۰/۲۰                    | -۰/۲۸ | ۷/۹۸                      | ۴/۰۳  |
|          | فضای سبز   | -۰/۷۳                    | -۰/۳۴ | ۱۲/۱۷                     | ۵۳/۸۱ |
|          | اراضی لخت  | ۰/۱۲                     | ۰/۲۲  | ۴/۹۷                      | ۱/۵۷  |
|          | کل منطقه   | -۰/۴۱                    | -۰/۲۸ | ۷/۸۵                      | ۱۷/۵۵ |
| RVI      | اراضی شهری | ۰/۱۹                     | ۰/۲۸  | ۷/۹۰                      | ۳/۷۲  |
|          | فضای سبز   | ۰/۷۲                     | ۰/۳۵  | ۱۲/۸۷                     | ۵۲/۸۲ |
|          | اراضی لخت  | -۰/۱۴                    | -۰/۲۳ | ۵/۵۳                      | ۱/۹۸  |
|          | کل منطقه   | ۰/۳۸                     | ۰/۲۶  | ۶/۷۲                      | ۱۴/۹۳ |

## بحث و نتیجه گیری

بررسی ارتباط بین دمای سطح زمین و پوشش اراضی مستلزم تعیین نوع کاربری اراضی است، تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و اعمال روش حداکثر احتمال، از دقت نسبتاً بالایی برخوردار است. درستی طبقه‌بندی کل نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۲، ۸۲/۵۶ و در سال ۱۳۹۵، ۹۶/۱۰ نشان‌دهنده صحت بالای روش طبقه‌بندی کاربری اراضی و نقشه کاربری اراضی است. افزایش دقت طبقه‌بندی پوشش اراضی در سال ۱۳۹۵ در مقایسه با سال ۱۳۸۲، با نگاهی به قابلیت تصاویر استفاده‌شده در دو تاریخ فوق کاملاً طبیعی به نظر می‌رسد. چراکه در سال ۱۳۸۲ از تصاویر لندست ۷ با قدرت تفکیک ۸ پیف و در سال ۱۳۹۵ از تصاویر لندست ۸ با قدرت ۱۱ باند و همچنین ارتقاء قدرت تفکیک رادیومتریکی از ۸ بیت در لندست ۷ به ۱۶ بیت در لندست ۸ استفاده‌شده است. بررسی تغییرات کاربری اراضی شهر شهرکرد در طی ۱۳ سال از سال ۱۳۸۲ تا سال ۱۳۹۵ نشان داد که در منطقه مورد مطالعه، ۱۳ درصد به اراضی شهری اضافه‌شده درحالی‌که تنها ۲ درصد به پوشش اراضی سبز اضافه‌شده است. به عبارتی توسعه فضای سبز شهری در مقایسه با توسعه شهری از سرعت کمتری برخوردار است. میزان اراضی شهری علاوه بر محدوده اطراف شهر در قسمت شمال شرقی شهر نیز اضافه‌شده است. بخش قابل‌توجهی از مساحت منطقه که در سال ۱۳۸۲ جزء خاک لخت و اراضی بدون پوشش بوده است به اراضی شهری تبدیل‌شده است و نشان از تغییرات زیادی در پوشش اراضی لخت که عمدتاً مرتعی بوده‌اند، دارد. بررسی شاخص‌های پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه نشان داد که شاخص RVI در سال ۱۳۸۲ بین ۰/۱۵ تا ۰/۹۷ و در سال ۱۳۹۵ بین ۰/۰۷ تا ۱/۰۴ و شاخص NDVI در سال ۱۳۸۲ بین ۰ تا ۰/۷۲ و در سال ۱۳۹۵ بین ۰/۰۲- تا ۰/۸۶ است که با توجه به اینکه بین مقدار بالای شاخص پوشش گیاهی در سال ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵ اختلاف وجود دارد می‌توان این اختلاف را ناشی از افزایش مقدار پوشش در تصویر سال ۱۳۹۵ و تغییر کاربری اراضی نسبت داد (۱۶).

همچنین نتایج دمای سطح زمین در طی دوره ۱۳ ساله ارزیابی شد که نشان داد متوسط دمای سطح زمین در سال ۱۳۸۲ از ۴۰/۶۹ درجه سانتی‌گراد به ۴۲/۹۰ درجه سانتی‌گراد در سال ۱۳۹۵ افزایش‌یافته است به‌گونه‌ای که متوسط دمای کل منطقه مورد مطالعه به مقدار ۲/۲۱ درجه سانتی‌گراد افزایش در یک دوره ۱۳ ساله افزایش‌یافته است. این امر، نشان از توسعه شهری و افزایش دما در منطقه مورد مطالعه دارد، متوسط دمای سطح زمین در هر سه طبقه کاربری در طی سال‌های مورد بررسی افزایش پیدا کرده و نشان از تغییرات دما در منطقه مورد مطالعه دارد. این افزایش دما بیشتر در قسمت شمال شرقی شهر و با توجه به نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۹۵ این اراضی در محدوده اراضی دست‌ساخت اضافه‌شده طی دوره ۱۳ ساله و اراضی لخت می‌باشند. مطابق نقشه‌های پوشش اراضی مذکور بخشی نسبتاً زیادی (۱۵ درصد) از اراضی لخت (عمدتاً مرتع) به اراضی شهری و سطوح غیرقابل نفوذ تبدیل‌شده است که مقایسه آن با نقشه دمای سطح زمین در سال‌های مذکور، نشان از رابطه بین افزایش دمای سطح زمین با توسعه شهری دارد. با بررسی نقشه انطباق تصاویر تبدیل پوشش اراضی مختلف تفکیک‌شده و تغییرات دمایی در هر یک از پوشش‌های اراضی و پوشش‌های تغییر یافته اراضی که در طی ۱۳ سال اتفاق افتاده است، میزان تغییرات دما مورد بررسی قرار گرفت. مطابق یافته‌های ارائه‌شده در بخش نتایج، کمترین تغییرات دمای مربوط به اراضی فضای سبز (۱/۹۵ درجه سانتی‌گراد) است که در طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵ دارای پوشش اراضی فضای سبز بوده است و بیشترین تغییرات دما (۲/۳۴ درجه سانتی‌گراد) را در طبقه اراضی لخت شاهد بوده‌ایم. در همین دوره زمانی میزان تغییرات دمایی در پوشش اراضی شهری برابر ۲/۱۲ درجه سانتی‌گراد بود است. این امر نشان از اهمیت فضای سبز در کاهش درجه حرارت و تعدیل آن دارد. فضای سبز گیاهی اعم از خود گیاهان و یا رطوبت موجود در آن نقش مهمی در تعدیل درجه حرارت دارد، در این زمینه تحقیقات زیادی صورت گرفته که بر نقش پوشش گیاهی در تعدیل شرایط آب و هوایی به‌ویژه درجه

کاهش درجه حرارت دارد. این امر نیز در بروز روابط معنی‌داری بین شاخص‌های گیاهی و درجه حرارت در محدوده فضای سبز نقش‌آفرینی می‌کند. شاخص NDVI در محدوده پوشش اراضی خاک لخت، همبستگی مثبتی با دمای سطح زمین دارد این در حالی است که در محدوده اراضی شهری عکس این موضوع صادق است چراکه در پوشش اراضی شهری بین NDVI و LST رابطه منفی وجود دارد. این امر شاید با وجود تک‌پایه‌های درختی که در محدوده‌های شهری و در منازل مسکونی وجود دارند که پوشش اراضی مستقلی را نیز ایجاد نمی‌کنند (به دلیل وسعت کم و معمولاً کوچک‌تر از یک پیکسل تصاویر ماهواره‌ای لندست با ابعاد  $30 \times 30$  متر) بی‌ارتباط نباشد. از آنجاکه شاخص RVI رفتاری کاملاً عکس شاخص گیاهی NDVI را نشان می‌دهد به گونه‌ای که مقادیر کم این شاخص گویای پوشش گیاهی بیشتر و مقادیر بزرگ‌تر آن گویای پوشش گیاهی کمتری است. رفتار معکوس شاخص گیاهی RVI با پوشش اراضی فوق‌الشاره با توجه به مطلب ذکرشده کاملاً توجیه‌پذیر و در اصل شباهت معکوس الگویی را با شاخص NDVI توجیه می‌کند که این یافته با نتایج بابالولا و اکیسنسولا (۹) و فاقه ابراهیم (۱۳) مطابقت دارد و نتایج مشابهی را با یافته‌های آن‌ها درباره روابط شاخص NDVI و دمای سطح زمین نشان می‌دهد.

با توجه به اینکه در محدوده شهری شهرکرد تغییرات پوشش اراضی با سرعت زیادی در حال وقوع است (رشد ۱۳ درصدی منطقه شهری با وسعت  $558/42$ ) و درعین حال محدوده پوشش فضای سبز از رشد بسیار کمتری در مقایسه با اراضی شهری برخوردار است (تنها رشد ۲ درصدی) و از طرفی نقش پوشش گیاهی در تعدیل شرایط دمایی، همچنین نقش افزایش درجه حرارت در بسیاری از رفتارهای اجتماعی، لذا توصیه می‌گردد برنامه ریزان شهری به توسعه فضای سبز شهری مطابق با توسعه شهری پرداخته و حتی‌الامکان نسبت به حفظ فضای شهری موجود و ارتقاء کیفی آن بپردازند. نتایج این تحقیق و اطلاع از دمای سطح زمین برای هر طبقه کاربری می‌تواند کمک زیادی به تصمیم‌گیری مدیران شهری برای

حرارت صحنه گذاشته‌اند، از آن جمله می‌توان به تحقیقات هربر (۱۴) اشاره کرد که بیان داشت در مکان‌های که تغییر کاربری اراضی لخت به پوشش سبز و اراضی کشاورزی داریم مقدار درجه حرارت تغییر کمتری از سایر نقاط دارد و افزایش دمای کمتری از سایر کاربری‌ها را شاهد هستیم.

بررسی رابطه همبستگی شاخص‌های پوشش گیاهی RVI، NDVI در منطقه مورد مطالعه مشخص گردید که دمای سطح زمین با شاخص NDVI همبستگی منفی و با شاخص RVI همبستگی مثبت دارد، میزان این همبستگی در کل منطقه در سال ۱۳۸۲ بیشتر از سال ۱۳۹۵ است (به ترتیب  $-0/41$  و  $-0/28$ ) برای شاخص NDVI و  $0/38$  و  $0/26$  برای شاخص RVI این امر را می‌توان به احتمال زیاد به اراضی لخت و بدون پوشش گیاهی ارتباط داد چراکه مقدار این اراضی در سال ۱۳۸۲ بیشتر از سایر کاربری‌ها (۵۴ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه) است. از طرفی عامل مهم دیگری که در بروز این امر می‌تواند نقش مهمی داشته باشد کاهش شدید پوشش گیاهی به دلیل بروز خشکسالی‌های اخیر در منطقه (کاهش متوسط بارش سالیانه از  $278/5$  میلی‌متر در سال ۱۳۸۲ به  $230/8$  میلی‌متر در سال ۱۳۹۵) و در نتیجه کاهش پوشش گیاهی است که خصوصاً برای شاخص گیاهی NDVI که در مقادیر پوشش‌های گیاهی کمتر همبستگی ضعیف‌تری را با پوشش گیاهی نشان می‌دهد (۱۴)، مرتبط دانست. این امر همچنین تا حدودی دلیل همبستگی پائین‌تر بین شاخص گیاهی NDVI را در مقایسه با RVI با دمای سطح زمین (LST) توجیه می‌کند. میزان همبستگی شاخص‌های RVI، NDVI برای هر طبقه کاربری اراضی با نقشه LST به صورت جداگانه نیز مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج آن نشان می‌دهد که هر دو شاخص‌های NDVI و RVI در محدوده فضای سبز با LST رابطه معنی‌داری تری (مقادیر  $R^2$  بزرگ‌تر) در مقایسه با اراضی شهری و اراضی با پوشش لخت دارند. از آنجاکه این شاخص‌های گیاهی حساسیت بیشتری به پوشش گیاهی خصوصاً پوشش گیاهی انبوه دارد این امر دور از انتظار نمی‌باشد. همچنین با توجه به نقشی که پوشش گیاهی در

9. Babalola O, Akinsanola A. 2016. Change detection in land surface temperature and land use land cover over Lagos Metropolis, Nigeria. *Journal of Remote Sensing & GIS*, 5(3): 1-7.
10. Buyadi SNA, Mohd WMNW, Misni A. 2013. Impact of land use changes on the surface temperature distribution of area surrounding the National Botanic Garden, Shah Alam. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 101: 516-525.
11. Emmanuel R, Krüger E. 2012. Urban heat island and its impact on climate change resilience in a shrinking city: The case of Glasgow, UK. *Building and Environment*, 53: 137-149.
12. Fall S, Niyogi D, Gluhovsky A, Pielke Sr RA, Kalnay E, Rochon G. 2010. Impacts of land use land cover on temperature trends over the continental United States: assessment using the North American Regional Reanalysis. *International Journal of Climatology*, 30(13): 1980-1993.
13. Faqe Ibrahim G. 2017. Urban land use land cover changes and their effect on land surface temperature: Case study using Dohuk City in the Kurdistan Region of Iraq. *Climate*, 5(1): 13.
14. Hereher ME. 2017. Effect of land use/cover change on land surface temperatures-The Nile Delta, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 126: 75-83.
15. Hussain A, Bhalla P, Palria S. 2014. Remote sensing based analysis of the role of land use/land cover on surface temperature and temporal changes in temperature; A case study of Ajmer District, Rajasthan. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 40(8): 1447-1454.
16. Kimuku CW, Ngigi MM. 2017. Study of Urban Heat Island Trends to Aid in Urban Planning in Nakuru County-Kenya. *Journal of Geographic Information System*, 9: 309-325.
17. Kumar KS, Bhaskar PU, Padmakumari K. 2012. Estimation of land surface temperature to study urban heat island effect using Landsat ETM<sup>+</sup> image. *International journal of Engineering Science and technology*, 4(2): 771-778.
18. Landsat 7 Science Data Users Handbook, 2010. National Aeronautics and Space Administration, Landsat Project Science Office at NASA's Goddard Space Flight Center: Greenbelt, MD, USA, 117-120.
19. Lu Y, Feng X, Xiao P, Shen C, Sun J. 2009. Urban heat island in summer of Nanjing based on TM data. In: 2009 Joint Urban Remote Sensing Event. IEEE, pp 1-5.
20. Newcomer M, Hsu W-C, Justice E, Guild L, Rogoff D, Skiles J. 2011. Prototype Application of NASA Missions to Identify Patterns of Wetland Vegetation Development within the South San
- برنامه‌ریزی و مدیریت دمای اراضی شهری باشد و اهمیت توسعه فضای سبز شهری را در کاهش درجه حرارت سطح زمین نشان دهد.
- ### منابع مورد استفاده
۱. ابراهیمی هروی، ب.، ک. رنگزن، ح. ر. ریاحی بختیاری و ا. تقی زاده. ۱۳۹۴. تعیین درجه حرارت سطح اراضی شهری با استفاده از تصاویر ماهواره لندست (مطالعه موردی: کرج). *سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، ۶(۲): ۱۹-۳۲.
  ۲. احمدی، ب.، ا. قربانی، ط. صفر راد و ب. سبحان. ۱۳۹۴. بررسی دمای سطح زمین در رابطه با کاربری و پوشش اراضی با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور. *سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، ۶(۱): ۶۱-۷۷.
  ۳. سلمان ماهینی، ع. و ح. کامیاب. ۱۳۹۰. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم افزار ادریسی. انتشارات مهر مهدیس. ۵۹۵ صفحه.
  ۴. علوی پناه، ک. ۱۳۸۶. سنجش‌ازدور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم. ۴۵۳ صفحه.
  ۵. کیانی سلمی، ا. و ع. ابراهیمی. ۱۳۹۷. ارزیابی روند تغییرات و پیش‌بینی وضعیت اکوسیستم با استفاده از داده‌های لندست (مطالعه موردی: مرغزار شهرکرد). نشریه مرتع و آبخیزداری. ۷۱(۲): ۴۷۳-۴۸۴.
  ۶. کیانی سلمی، ا. و ع. ابراهیمی. ۱۳۹۷. ارزیابی تغییرات پوشش اراضی شهرکرد و پیش‌بینی آینده آن با بهره‌گیری از داده‌های دورسنجی و مدل CA-Markov. *مجله علمی- پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی*. ۸(۲): ۷۱-۸۸.
  ۷. هاشمی دره بادامی، س.، ا. نورایی صفت، س. کریمی و س. نظری. ۱۳۹۴. تحلیل روند جزیره حرارتی شهری در رابطه با تغییر کاربری اراضی/ پوشش با استفاده از سری زمانی تصاویر لندست. *سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، ۶(۳): ۱۵-۲۸.
  8. Ahmed B, Kamruzzaman M, Zhu X, Rahman M, Choi K. 2013. Simulating land cover changes and their impacts on land surface temperature in Dhaka, Bangladesh. *Remote Sensing*, 5(11): 5969-5998.

- Francisco Bay Salt Ponds. Annual Conference Milwaukee, Wisconsin. 1-10.
21. Sobrino JA, Jiménez-Muñoz JC, Paolini L. 2004. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. Remote Sensing of Environment, 90(4): 434-440.
  22. Weng Q, Lu D, Schubring J. 2004. Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies. Remote sensing of Environment, 89(4): 467-483.
  23. Xiao R, Weng Q, Ouyang Z, Li W, Schienke EW, Zhang Z. 2008. Land surface temperature variation and major factors in Beijing, China. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 74(4): 451-461.
  24. Zareie S, Khosravi H, Nasiri A, Dastorani M. 2016. Using Landsat Thematic Mapper (TM) sensor to detect change in land surface temperature in relation to land use change in Yazd, Iran. Solid Earth, 7(6): 1551-1564.
  25. Zhou D, Zhang L, Li D, Huang D, Zhu C. 2016. Climate-vegetation control on the diurnal and seasonal variations of surface urban heat islands in China. Environmental Research Letters, 11(7): 074009.

Archive of SID





## Assessing the impact of urban expansion and land cover changes on land surface temperature in Shahrekord city

E. Kianisalmi<sup>1</sup>, A. Ebrahimi<sup>2\*</sup>

1. MSc. Student of Watershed Management, Department of Natural Resources and Geosciences, Shahrekord University

2. Assoc. Prof. College of Range and Watershed Management, Department of Natural Resources and Geosciences, Shahrekord University

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 19 October 2017

Accepted 15 January 2019

Available online 19 February 2019

#### Keywords:

Thermal remote sensing

Land heat islands (LHI)

Land surface temperature (LST)

Vegetation index

Shahrekord

### ABSTRACT

Urban expansion and land use changes have a significant impact on land surface temperature (LST). According to the fact that the development of urban is currently one of the most important phenomena in global warming, it is possible to study and measure the temperature of the Earth's surface in urban areas in the shortest possible time with the rapid development of satellite technology. The purpose of this study was to investigate urban expansion and urban heat island (UHI) using remotely sensed data in Shahrekord city. In this study, Ratio vegetation index (RVI) and Normalized difference vegetation index (NDVI), and LST were calculated using multi-spectral and thermal bands of Landsat 7 and 8 satellite images. Land use map was extracted using the maximum-likelihood algorithm in TerrSet software. The overall kappa index was estimated at 0.82 and 0.93 for 2003 and 2016, respectively. By comparing two vegetation indexes (RVI and NDVI) and surface temperature during the 13 years (2003 to 2016), it was determined that with urban development, the surface temperature has increased to 2.21<sup>0</sup>C (from 40.69 to 42.90 <sup>0</sup>C). The results showed that the correlation of NDVI index with the surface temperature map was negative but with positive RVI index. Moreover, these two vegetation indexes, RVI and NDVI, show a more significant relationship with LST in green areas than urban and bare lands. Due to, a significant effect of green areas on regulating LST we recommend that green areas should be expanded in accordance with the urban area expansion.

\* Corresponding author e-mail address: [Ataollah.Ebrahimi@sku.ac.ir](mailto:Ataollah.Ebrahimi@sku.ac.ir)