



پایش تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی در نواحی جنوبی استان اردبیل (مطالعه موردی: حوضه آبریز گیوی چای)

مقاله پژوهشی

شیرین مهدویان، بتول زینالی، برومند صلاحی

دریافت: ۱ مهر ۱۴۰۰ / بازنگری: ۱۸ آبان ۱۴۰۰ / پذیرش: ۲۵ آبان ۱۴۰۰

دسترسی اینترنتی: ۲۷ آبان ۱۴۰۰ / دسترسی چاپی: ۱۱ دی ۱۴۰۱

چکیده

باشد، مقدار انرژی سطح تغییراتی را تجربه می‌کند که منجر به گرم شدن در مقیاس محلی می‌شود. اغلب دانشمندان بر این باورند که دمای کره زمین از قرن ۱۹ میلادی در حال افزایش است. در این میان، پدیده‌ای به نام جزیره گرمایی درکلان شهرها (UHI) باعث افزایش سریع‌تر دما در این خرد اقلیم‌ها گردیده و در سال‌های آینده روند سریع شهرنشینی نیز بر شیب افزایش دما در شهرها خواهد افزود. مطابق آمار ارائه شده توسط سازمان ملل تا سال ۲۰۲۵ بیش از ۸۰٪ جمعیت جهان در شهرها ساکن خواهند بود و این مسئله با گرم شدن هرچه بیشتر شهرها بر وخامت شرایط می‌افزاید. دمای سطح زمین (LST) یکی از مهم‌ترین پارامترهای زیست‌محیطی است که تحت تأثیر تغییرات کاربری زمین قرار دارد. هدف از انجام این تحقیق تجزیه و تحلیل تغییر کاربری زمین در دو دوره ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹، برآورد و بررسی تغییرات LST و NDVI در همان دوره و تجزیه و تحلیل تأثیر تغییرات کاربری زمین در LST و NDVI مشاهده شده و نیز رابطه بین هر سه پارامتر است.

پیشینه و هدف گسترش شهری بی‌رویه و برنامه‌ریزی نشده به پراکندگی شهری معروف است و با تراکم کم، توسعه حمل و نقل محور و گسترش وسیع به سمت حاشیه مراکز تأسیس شده شهری مشخص می‌شود. به‌طور کلی اعتقاد بر این است که اصلاح ریخت‌شناسی منظر شهری منجر به افزایش دمای شهری و پدیده جزیره گرمای شهری (Urban heat island, UHI) می‌شود. خصوصیات بیوفیزیکی فضای شهری عوامل تعیین‌کننده آب‌وهوای محلی شهری است. هنگامی که تغییرات قابل توجهی مانند جایگزینی پوشش گیاهی و سطوح تبخیری با سطوح غیر قابل نفوذ وجود داشته

شیرین مهدویان^۱، بتول زینالی^۲ (✉)، برومند صلاحی^۳

۱. دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲. دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳. استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: zeynali.b@uma.ac.ir

<https://doi.org/10.30495/GIRS.2022.686395>

<https://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1401.13.4.2.6>

مورد مطالعه است. بیشترین دمای ثبت شده در هر دو دوره متعلق به کاربری کشاورزی دیم (به ترتیب با ۳۸/۸۶ و ۴۶/۶۲ درجه سانتی‌گراد) است که نشان از تمرکز حرارت در این مناطق است. خشک بودن و برداشت محصول در این زمان می‌تواند علت اصلی دمای زیاد این کاربری باشد. کاربری‌های باغ، جنگل و آب نسبت به دیگر کاربری‌ها دمای سطح پایین‌تری را در هر دو دوره نشان دادند. مناطق دارای پوشش گیاهی به علت تبخیر و تعرق، نقش تعدیل‌کننده دما را دارند و مناطق دارای حداقل دما را در هر دو دوره به وجود آورده‌اند. کاربری آب هم به دلیل ظرفیت گرمایی بالا تأثیر زیادی در کاهش دما دارد. کاربری نواحی مسکونی نسبت به کاربری‌های کشاورزی دیم و مرتع دمای پایین‌تری را نشان داد که می‌توان علت آن را ناشی از وجود پارک‌ها، باغات که باعث تبخیر و تعرق و خنک‌کنندگی شهر می‌شوند و همچنین عواملی همچون ایزوگام بام‌ها که در انعکاس انرژی تابشی سهم زیادی دارد دانست. کاربری مرتع در هر دو سال مورد مطالعه، دمای بالایی (به ترتیب ۳۶/۵۷ و ۴۴/۸۱ درجه سانتی‌گراد) را داشته است. دلیل بالا بودن دمای این کاربری، با توجه به فصل مورد مطالعه که اواخر خرداد و اوایل تیرماه است، ازدیاد نواحی عاری از پوشش گیاهی یا پوشش گیاهی ناچیز و پراکنده است. همچنین در دو دوره مطالعه همبستگی منفی زیادی بین LST و NDVI وجود داشت. کشاورزی دیم و مرتع با LST بالاتر NDVI کمتری دارند، در حالی که پوشش گیاهی و آب‌ها NDVI بالاتری دارند. کاربری مربوط به کشاورزی آبی که اکثراً در مناطق اطراف رودخانه گیوی چای مشاهده شد به خاطر وجود رطوبت و تبخیر و تعرق ناشی از تراکم پوشش گیاهی دمای پایین‌تری نشان داد. در منطقه مورد مطالعه مناطق حومه شهر (باغات) و اراضی زراعی آبی حاشیه رودخانه گیوی چای و جنگل‌ها به دلیل دارا بودن زی‌توده سبز نسبتاً زیاد، دارای بیشترین مقدار شاخص پوشش گیاهی (NDVI) هستند در حال که پهنه‌های آبی، اراضی دیم، نواحی مسکونی و مراتع کمترین شاخص پوشش گیاهی را دارند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل شاخص پوشش گیاهی برای هر کلاس کاربری نشان داد که جنگل‌ها، کشاورزی دیم و مراتع دارای بالاترین مقادیر LST و کمترین مقدار NDVI در حالی که کمترین مقادیر LST و مقادیر بالاتر NDVI در طبقات جنگل و باغ مشاهده شد. جایگزینی پوشش گیاهی و جنگل‌ها با نواحی مسکونی عامل تبدیل خاک‌های مرطوب به سطوح غیر قابل نفوذ است که منجر به کاهش تبخیر سطح می‌شود. تابش خورشیدی جذب شده به گرما تبدیل می‌شود و با

مواد و روش‌ها در این پژوهش، از تصاویر ماهواره لندست ۸ که از سنجنده OLI به منظور استخراج نقشه کاربری اراضی و شاخص پوشش گیاهی و سنجنده TIRS به منظور استخراج دمای سطح زمین برای سال ۲۰۱۹ استفاده شد و همچنین تصویر سنجنده لندست ۵ برای تهیه نقشه کاربری اراضی و شاخص پوشش گیاهی با استفاده از باندهای مرئی، مادون قرمز و مادون قرمز نزدیک و سنجنده TM برای استخراج دمای سطح با استفاده از باندهای حرارتی برای سال ۱۹۸۷ مورد استفاده قرار گرفت. از نرم‌افزار Ecognition برای طبقه‌بندی شیء پایه استفاده شد. برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی از ماتریس خطا و آماره‌های مربوطه (صحت کلی، ضریب کاپا، دقت کاربر و تولیدکننده هر کلاس) استفاده شد و در نهایت برای تجزیه و تحلیل همبستگی بین LST و NDVI از تحلیل همبستگی پیرسون و برای ارزیابی تأثیر کاربری زمین بر دمای سطح از شاخص مشارکت استفاده شد.

نتایج و بحث بررسی تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی، مستلزم تعیین نوع کاربری اراضی و برآورد دقیق دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی است. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و اعمال روش طبقه‌بندی شیء‌گرا از دقت نسبتاً بالایی برخوردار است. صحت طبقه‌بندی نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۸۷، ۸۲/۵ و در سال ۲۰۱۹، ۹۶/۱ نشان‌دهنده صحت بالای روش طبقه‌بندی کاربری اراضی و نقشه کاربری اراضی است. بررسی تغییرات کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹ در حوضه آبریز گیوی چای نشان داد که کاربری مرتع به ترتیب با مساحت ۱۲۲۴/۱۸ و ۱۰۴۶/۵۹ کیلومتر مربع طبقه غالب کاربری زمین است در حالی که در سال ۱۹۸۷ کاربری مسکونی با مساحت ۳/۶۶ کیلومتر مربع و در سال ۲۰۱۹ کاربری آب با مساحت ۳/۷۷ کیلومتر مربع کمترین مساحت را داشتند همچنین بیشترین کاربری تغییر یافته کاربری مرتع به کشاورزی دیم (۱۸۱ کیلومتر مربع) بوده است که نشان‌دهنده تخریب مراتع است. نتایج دمای سطح زمین در طی دوره ۳۳ ساله ارزیابی شد که نشان داد متوسط دمای سطح زمین در سال ۱۹۸۷ از ۲۸/۳۹ درجه سانتی‌گراد به ۳۸/۸۶ درجه سانتی‌گراد و در سال ۲۰۱۹ از ۳۴/۳۵ درجه سانتی‌گراد به ۴۶/۶۲ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است به گونه‌ای که متوسط دمای کل منطقه مورد مطالعه در ۳۳ سال حدود ۷/۱۱ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. این امر نشان از توسعه شهری در منطقه

نتیجه‌گیری تأیید افزایش دمای سطح بین طبقات مختلف کاربری زمین است. کاربری‌های مراتع و کشاورزی دیم مقادیر LST بیشتری را در مقایسه با جنگل‌ها و کشاورزی آبی و پهناهای آب‌ها نشان دادند. مناطق دارای دمای بالا نیز دارای مقادیر کم NDVI برعکس، مناطق دمای پایین مانند پوشش گیاهی و آب‌ها دارای مقادیر NDVI بالاتری بودند. علاوه بر این، ارتباط منفی بالایی بین LST و NDVI در دو دوره مطالعه مشاهده شد. همچنین نشان داده شد که مراتع و کشاورزی دیم به‌طور مثبت بر LST تأثیر می‌گذارند درحالی‌که جنگل‌ها و آب‌ها دارای اثر خنک‌کننده یا تعدیل‌کننده هستند.

واژه‌های کلیدی: کاربری زمین، دمای سطح زمین، شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده، شاخص مشارکت

مقادیر بالاتر LST منعکس می‌شود. نتایج میزان همبستگی سه پارامتر (کاربری اراضی، دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی) نشان داد که شاخص پوشش گیاهی (NDVI) همبستگی منفی با دمای سطح زمین دارد. عبارتی با افزایش پوشش گیاهی دمای سطح زمین کاهش داشته است و این موضوع به این دلیل است که پوشش گیاهی بیشتر منجر به تبخیر و تعرق بیشتر و انتقال بخشی از دما و سرد شدن سطح زمین می‌شود. در نهایت محاسبه شاخص مشارکت برای هر کلاس کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹ نشان داد که کاربری کشاورزی دیم در سال ۱۹۸۷ و کاربری مرتع در سال ۲۰۱۹ بیشترین سهم را در افزایش دمای سطح در منطقه مورد مطالعه داشتند. با توجه به زمان تصاویر انتخاب شده علت اصلی این مشارکت را نیز می‌توان به زمان برداشت محصول کشاورزی دیم و خشک شدن مراتع نسبت داد.

مقدمه

گسترش شهری بی‌رویه و برنامه‌ریزی نشده به پراکندگی شهری معروف است و با تراکم کم، توسعه حمل‌ونقل محور و گسترش وسیع به سمت حاشیه مراکز تأسیس شده شهری مشخص می‌شود. به‌طورکلی اعتقاد بر این است که اصلاح ریخت‌شناسی منظر شهری منجر به افزایش دمای شهری و پدیده جزیره گرمای شهری (Urban heat island) می‌شود (۵). خصوصیات بیوفیزیکی فضای شهری عوامل تعیین‌کننده آب‌وهوای محلی شهری است (۳۰). هنگامی که تغییرات قابل توجهی مانند جایگزینی پوشش گیاهی و سطوح تبخیری با سطوح غیر قابل نفوذ وجود داشته باشد، مقدار انرژی سطح تغییراتی را تجربه می‌کند که منجر به گرم شدن در مقیاس محلی می‌شود (۱۰). رشد شهری توسط عوامل مختلفی از جمله رشد طبیعی جمعیت، مهاجرت، صنعتی و نوسازی صورت می‌گیرد (۲۵). این عوامل برای توسعه اقتصادی مفید است، زیرا مناطق شهری بیش از ۷۰٪ از تولید ناخالص داخلی (GDP) کشورها را تشکیل می‌دهند و نیز عامل رشد اقتصادی هستند (۷). با این حال، وقتی رشد شهری یا تغییر کاربری زمین به روشی پایدار کنترل نشود، عواقب منفی زیادی برای ساکنان و محیط‌زیست به دنبال خواهد داشت.

اغلب دانشمندان بر این باورند که دمای کره زمین از قرن ۱۹ میلادی در حال افزایش است. در این میان، پدیده‌ای به نام جزیره گرمایی درکلان شهرها (UHI) باعث افزایش سریع‌تر دما در این خرد اقلیم‌ها گردیده و در سال‌های آینده روند سریع شهرنشینی نیز بر شیب افزایش دما در شهرها خواهد افزود. مطابق آمار ارائه‌شده توسط سازمان ملل تا سال ۲۰۲۵ بیش از ۸۰٪ جمعیت جهان در شهرها ساکن خواهند بود و این مسئله با گرم شدن هرچه بیشتر شهرها بر وخامت شرایط می‌افزاید. پدیده جزیره گرمایی در وضعیت آلودگی هوا و مدیریت آن، افزایش دمای محیط و مصرف انرژی وسایل خنک‌کننده خانگی و همچنین سلامت عمومی در مناطق شهری تأثیرات مهمی دارد (۱۲). دمای سطح زمین (LST) یکی از مهم‌ترین پارامترهای زیست‌محیطی است که

تحت تأثیر تغییرات کاربری زمین قرار دارد. LST دمای سطح را در سطح تاج پوشش گیاهی، در سطح خاک برای زمین‌های بایر و در لایه‌های سطحی برای انواع پوشش زمین شهری اندازه‌گیری می‌کند. به‌طورمعمول، دمای سطح در مناطق شهری به دلیل ویژگی‌های فیزیکی آن بیشتر از مناطق گیاهی و مرطوب است. براین اساس، گسترش شهری منجر به افزایش مقادیر دما می‌شود (۱۱). سنجش‌ازدور حرارتی داده‌ها را در ناحیه مادون‌قرمز طیف الکترومغناطیسی (EM) جمع‌آوری می‌کند و برای تخمین دمای سطح استفاده می‌شود (۲۶). محققان الگوریتم‌های مختلفی برای استخراج LST از تصاویر ماهواره‌ای ایجاد کرده‌اند. این الگوریتم‌ها شامل الگوریتم پنجره مونو (MWA)، الگوریتم تک کانال (SCA) معادله انتقال تابشی (RTE) و الگوریتم پنجره مجزا (SWA) است (۹). همان‌طور که مطالعات اخیر نشان می‌دهد، معیار دیگری تحت عنوان شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده (Normalized Difference Vegetation)، قادر به ارائه تحلیل و تفسیر آگاهانه از پوشش زمین است و برای کاربری و نقشه‌برداری از پوشش زمین از نظر محاسباتی ساده، بسیار کارآمد و مفید است (۲۲).

در مطالعات قبلی، بسیاری از محققان با استفاده از روش‌های مختلف برآورد LST، تأثیر گسترش شهری بر LST را موردبررسی قرار داده‌اند. بابالولا و آکینسانولا (۶) توزیع جغرافیایی پوشش زمین و تغییرات دمای سطح زمین در برخی از مناطق ایالت لاگوس را با استفاده از داده‌های تصاویر Landsat بین دوره‌های ۱۹۸۴ و ۲۰۱۳ ارزیابی و روابط بین پوشش زمین، LST و NDVI را با یک رویکرد کمی بررسی کردند. نتایج نشان داد که؛ (۱) توزیع جزیره گرمایی به‌سرعت در منطقه مورد مطالعه گسترش یافته است. (۲) پوشش زمین به‌سرعت در طی ۳۰ سال کاهش یافته است، (۳) الگوهای پوشش زمین و تغییرات به تغییرات در اقلیم کوچک کمک کرده و بر شدت UHI عمدتاً از طریق پراکندگی حومه، فشردگی خاک و جنگل‌زدایی تأثیر گذاشته است. (۴) یک رابطه مثبت قوی بین LULC و LST وجود دارد و ضریب همبستگی (r) در زمان‌های مختلف به‌جز در سال ۲۰۰۱ بزرگ‌تر از ۰/۸

و امامی (۴) در استان اردبیل نشان داد که رابطه قوی بین کاربری اراضی و دمای سطحی وجود دارد، به این صورت که کاربری همچون کاربری شهری به دلیل جاذب حرارت بودن عوارض شهری دارای دمای بیشتر است، در حالی که کاربری مناطق آبی به دلیل جذب پایین تر حرارت دمای کمتری دارد. نتایج مطالعه کاکه ممی و همکاران (۱۷) در ارزیابی رابطه تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی با دمای سطح زمین در شهرستان نمین حاکی از آن است که در اکثر مناطق با دمای کمتر، پوشش گیاهی انبوه تری وجود دارد که بیانگر رابطه معکوس بین شاخص پوشش گیاهی و دمای سطح زمین است. بیشتر تحقیقات نشان می دهد که انتقال گسترده از یک کلاس کاربری زمین به طبقه دیگر منجر به تغییر در تعادل انرژی می شود که به طور مداوم بر LST تأثیر می گذارد. همچنین، کاهش پوشش گیاهی به افزایش کلی LST کمک می کند.

مطالعات نشان داده است که رشد شهری چند دهه ای تأثیرات زیادی بر محیط زیست دارد. موارد زیست محیطی شامل افزایش تولید زباله، افزایش سیلاب و فرسایش به دلیل افزایش سطوح غیر قابل نفوذ، افزایش آلودگی هوا و آلودگی آب و رسوبات است. از عواقب مشخص شده دیگر شدت بارندگی متغیر است که از مقادیر متوسط درازمدت منحرف می شود که نشان دهنده تغییر آب و هوا در مقیاس محلی است. اتفاق نظر وجود دارد که این پیامدها نتیجه رشد شهری و تحولات کاربری زمین است با این حال، هنوز یک خلأ علمی در درک تعامل بین پارامترهای کاربری زمین، LST و NDVI وجود دارد تا فهم عمیق تری از پویایی رشد شهری در شهرها فراهم کند. در پاسخ به موارد فوق، مطالعه حاضر به موارد زیر می پردازد؛ (۱) تجزیه و تحلیل تغییر کاربری زمین در دو دوره ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹، (۲) برآورد و بررسی تغییرات LST و NDVI در همان دوره و (۳) تجزیه و تحلیل تأثیر تغییرات کاربری زمین در LST و NDVI مشاهده شده، و نیز رابطه بین هر سه پارامتر. این مطالعه یافته هایی را ارائه می دهد که از نظر کارشناسان آب و هوا، برنامه ریزان شهری و منطقه ای، محیط بانان و سیاست گذاران از اهمیت ویژه ای برخوردارند تا اقدامات لازم

بود. لیو و ژانگ (۱۸) اثر UHI در هنگ کنگ با تصاویر نقشه بردار موضوعی لندست (TM) و رادیو متر پیشرفته فضا برد بازتابی و گسیل گرمایی (ASTER) و مطالعه همبستگی بین NDVI، LST و شاخص ساخت و ساز تفاضلی نرمال شده (NDBI) را بررسی کردند. مشخص شد که توزیع جزایر گرمایی شهری در هنگ کنگ عمدتاً در کولون، جزیره شمالی هنگ کنگ و فرودگاه بین المللی هنگ کنگ واقع شده است. علاوه بر این، از تجزیه و تحلیل همبستگی LST بازتابی شده با NDVI و NBVI، مشخص شد که پوشش گیاهی می تواند اثر جزیره گرمایی شهری را تضعیف کند، اما مناطق ساخته شده می تواند این اثر را تسریع کند. سوادز و ضیاثول (۲۸) با استفاده از داده های ماهواره ای چند طیفی و چند زمانی، تأثیر پوشش کاربری زمین (LULC) بر دمای سطح زمین (LST) را در شهر مرکزی بازار انگلیس مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که شهرنشینی عامل اصلی تغییر پوشش زمین و در نتیجه افزایش LST است. ماهاتو و پول (۲۱) تغییر LST در حوضه رودخانه چاندرباگا در شرق هند و تغییرات LST را در واحدهای مختلف LULC و در یک کاربری زمین بررسی کردند. از تجزیه و تحلیل، مشخص شد که LST در تمام فصول سال در بخش روستایی نیز افزایش چشمگیری داشته است. شکاف های دما در واحدهای مختلف LULC هم از نظر LST و هم از نظر دمای هوا بسیار متمایز است. فشرده شدن و تکه تکه شدن سطح بدنه آبی، سطح پوشش گیاهی، گسترش زمین های ساخته شده، زمین های کشاورزی و غیره به عنوان عوامل تقویت کننده رشد LST در طول زمان در حال ظهور هستند. در ایران نیز در مناطق مختلف به بررسی دمای سطح زمین و رابطه آن با شاخص های مختلف پرداخته شده است. احمدی و همکاران (۲) به بررسی دمای سطح زمین در رابطه با کاربری و پوشش اراضی با استفاده از داده های سنجنش از دور در شهرستان اردبیل پرداختند و نتایج نشان داد که دمای سطح در هر محدوده ای از زمین متأثر از عوامل سطحی و خصوصیات آن است و بیشترین دمای سطح در محدوده مورد نظر مربوط به مکان هایی است که دارای کمترین پوشش گیاهی است. اصغری

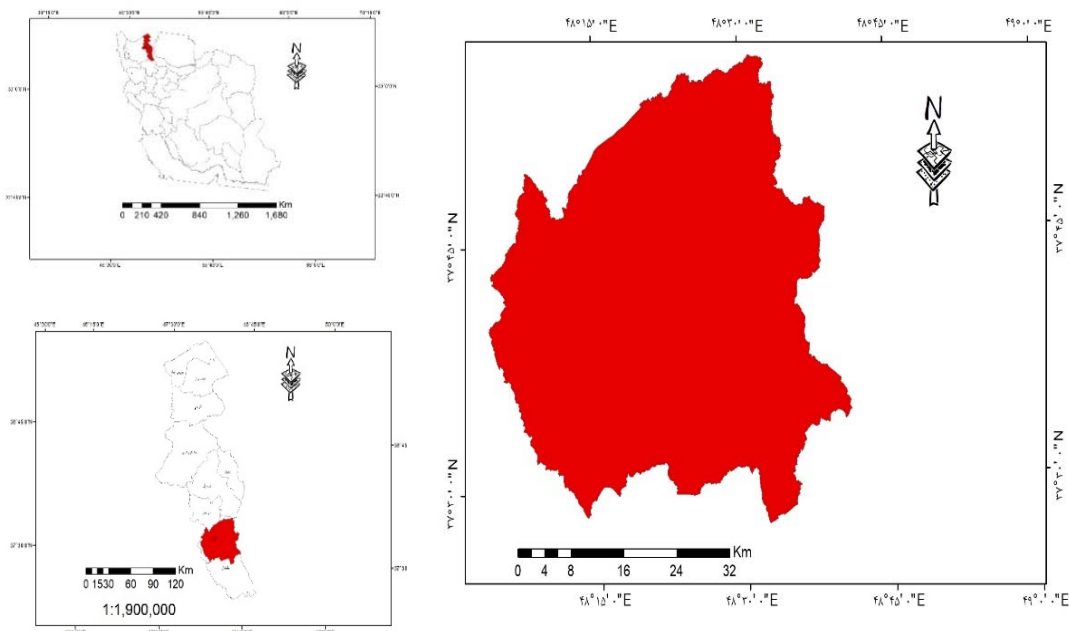
گیوی چای است که با جهت جنوب شرق - شمال غرب جریان یافته و پس از دریافت جریان رودخانه‌های فرعی سنگورچای و رودخانه گزاز در ارتفاع ۸۶۰ متر از سطح دریا در بخش جنوب غربی از منطقه خارج و به رودخانه قزل‌اوزن تخلیه می‌گردد. میانگین بارندگی در این حوضه ۴۴۴ میلی‌متر بوده و ۸۶ تا ۹۴ درصد از مجموع بارندگی در ماه‌های فروردین و اردیبهشت رخ می‌دهد. مرتفع‌ترین نقطه ارتفاعی به ۳۰۰۹ متر از سطح دریا در قله عجم داغ واقع در بخش خاوری و پست‌ترین محل با ارتفاع مطلق ۱۵۱۲ متر از سطح دریا مربوط به گلوگاه حوضه در بخش غربی حوضه است. حضور کوه‌ها و تپه‌ها در بخش‌های وسیعی از اراضی حوضه آبریز گیوی چای موجب افزایش شیب و میزان پستی و بلندی اراضی گردیده است (۲۴). فرآیند روش کلی تحقیق در شکل ۲ ارائه شده است.

برای کاهش گسترش بی‌رویه شهری و ناراحتی‌های حرارتی را برای رسیدن به چشم‌انداز اهداف توسعه پایدار برای شهرها و جوامع تا سال ۲۰۳۰ برآورده کند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

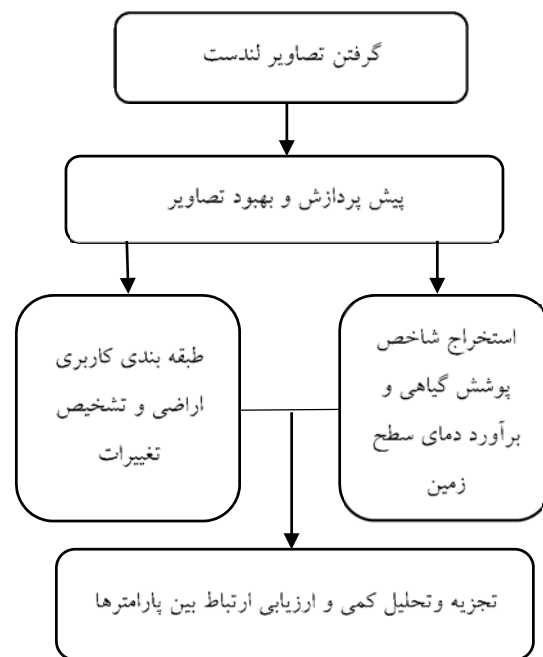
حوضه رودخانه گیوی چای با مجموع مساحت زیر ۸۲۷ کیلومترمربع یکی از حوضه‌های آبریز سفیدرود است که در مختصات ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. این حوضه از شمال به حوضه آبریز قره‌سو، از غرب به حوضه آبریز رودخانه قرن قو و از شرق به رشته‌کوه‌های تالش و از جنوب به حوضه آبریز رودخانه قزل‌اوزن محدود می‌شود. به‌طورکلی حوضه آبریز گیوی چای متشکل از رودخانه‌های اصلی به نام‌های هروآباد، آرپاچای و



شکل ۱. موقعیت حوضه آبریز گیوی چای در اردبیل و ایران

Fig. 1. Location of Givichay basin in Ardabil province and Iran

TIRS به منظور استخراج دمای سطح زمین برای سال ۲۰۱۹ استفاده شد و همچنین تصویر سنجنده MSS لندست ۵ برای تهیه نقشه کاربری اراضی و شاخص پوشش گیاهی با استفاده از باندهای مرئی، مادون قرمز و مادون قرمز نزدیک و سنجنده TM برای استخراج دمای سطح با استفاده از باندهای حرارتی برای سال ۱۹۸۷ مورد استفاده قرار گرفت. سنجنده MSS لندست ۵ دارای ۴ باند و سنجنده TM دارای ۷ باند است که یک باند آن در منطقه مادون قرمز حرارتی است (باند ۶). قدرت تفکیک مکانی هر دو سنجنده ۳۰ متر است. سنجنده OLI-TIRS لندست ۸ دارای ۹ باند بازتابنده با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر و دو باند در منطقه مادون قرمز حرارتی است (باند ۱۰ و ۱۱). پردازش تصاویر Landsat در محیط نرم افزار ArcGIS 10.3 انجام شد. لازم به ذکر است، چون هدف از این پژوهش، بررسی روند تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با شاخص پوشش گیاهی و دمای سطح زمین بود، باید داده‌ها به گونه‌ای از میان تصاویر قابل دسترس انتخاب می‌شدند که تقریباً از نظر زمانی به هم نزدیک باشد، لذا داده‌های مورد استفاده در تاریخی نزدیک به هم (اواسط خرداد) اخذ شدند (جدول ۱).



شکل ۲. روند نمای روش تحقیق

Fig. 2. Methodology flowchart

در مبحث داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، از تصاویر ماهواره لندست ۸ با سنجنده OLI به منظور استخراج نقشه کاربری اراضی و شاخص پوشش گیاهی و سنجنده

جدول ۱. اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای دانلود شده

Table 1. Characteristics of the Landsat imageries downloaded

نام ماهواره	نوع سنجنده	مسیر	گذر	درصد پوشش ابر	زاویه خورشید	زمان (گرینویچ)	تاریخ
لندست ۸	OLI-TIRS	۱۶۷	۳۴	۰	۱۲۵/۷۶۰۳۰۴۶۷	۰۷:۲۵:۵۹	۲۰۱۹/۰۶/۰۲
لندست ۵	MSS	۱۶۷	۳۴	۰	۱۱۱/۶۵۶۶۷۸۶۴	۰۶:۵۰:۴۱	۱۹۸۷/۰۶/۱۰
لندست ۵	TM	۱۶۷	۳۴	۳	۱۱۱/۶۵۰۲۷۱۳۶	۰۶:۵۰:۴۱	۱۹۸۷/۰۶/۱۰

کلاس‌های پوشش اراضی را به اشیاء تصویری پیوند می‌دهد و هر یک از شیء‌های تصویری با درجه عضویت معین به کلاس‌های در نظر گرفته شده اختصاص می‌یابند. مراحل اصلی پردازش تصویر به روش شیء‌گرا به قرار زیر است؛ قطعه‌بندی (سگمنت سازی) تصاویر، ایجاد سیستم دانش پایه با تعریف اطلاعات برای کلاس‌های مختلف، تعریف شرایط طبقه‌بندی برای هر کدام از کلاس‌ها، تفکیک شیء‌های نمونه آموزشی،

طبقه‌بندی کاربری اراضی

در پژوهش حاضر، از نرم‌افزار Ecognition برای طبقه‌بندی شیء‌گرا استفاده شد. در روند تحلیل شیء‌گرا تصاویر علاوه بر اطلاعات طیفی به اطلاعات مربوط به بافت، شکل و محتوا نیز استناد می‌گردد. واحدهای اساسی پردازش در تحلیل‌های شیء‌گرا، شیء‌های تصویری سگمنت‌ها هستند نه پیکسل‌ها. در این روش، طبقه‌بندی شیء‌گرا فرایندی است که

در این رابطه؛ OA دقت کلی، N تعداد پیکسل‌های آزمایشی، $\sum p_{jj}$ جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا. به دلیل ایرادات وارده بر دقت کلی اغلب در کارهای که مقایسه دقت طبقه‌بندی مدنظر است از شاخص اجرایی کاپا استفاده می‌شود. چون شاخص کاپا پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی شده را مورد توجه قرار می‌دهد. شاخص کاپا از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$Kappa = \frac{p_0 - p_c}{1 - p_c} \times 100 \quad [2]$$

در این رابطه؛ P_0 درستی مشاهده شده، P_c توافق مورد انتظار.

تشخیص تغییرات کاربری اراضی

برای تعیین کمیت تغییرات زمانی و مکانی کاربری زمین در منطقه مورد مطالعه، از یک روش شناسایی تغییر چند زمانه پس از طبقه‌بندی، استفاده شده است. یک روش خوب برای شناسایی تغییرات می‌بایست اطلاعات زیر را ارائه دهد؛ الف) تغییر منطقه و میزان تغییر، ب) توزیع فضایی انواع کاربری زمین تغییر یافته، ج) تغییر مسیر انواع کاربری زمین و د) ارزیابی صحت نتایج تشخیص تغییر (۱۴). در این تحقیق، روش تشخیص تغییرات Thematic change dynamic در انوی برای شناسایی تغییراتی که طی سال‌ها اتفاق افتاده بود، اجرا شد. TCD به آمار تغییر متکی است که مسیر تغییر را برای هر کلاس کاربری زمین مشخص می‌کند. برای تشخیص تغییرات هر کلاس کاربری زمین به کلاس دیگر در دوره‌های داده شده، آمار تغییرات برای سال‌های ۱۹۸۷-۲۰۱۹ محاسبه شد.

برآورد دمای سطح زمین

روش‌های مختلفی برای برآورد دمای سطح زمین از تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از سنجنده‌های مختلف وجود دارد. این روش‌ها را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد؛ روش‌های تک کانالی، روش‌های چند کانالی (به‌عنوان مثال الگوریتم پنجره مجزا) و روش‌های چند زمانه. در این پژوهش

انجام طبقه‌بندی تصاویر، ارزیابی صحت نتایج و بررسی پایداری طبقه‌بندی، انتخاب بهترین نتیجه طبقه‌بندی، ارزیابی دقت تصاویر طبقه‌بندی شده با استفاده از ماتریس خطای طبقه‌بندی. در نهایت، در مرحله پس‌پردازش مراحل مندرج در ذیل صورت گرفت؛ تطبیق تصاویر ماهواره‌ای با مدل رقومی ارتفاعی زمین (DTM)، انتقال تصاویر رستری تک بانندی به محیط نرم‌افزار ArcGIS، تشکیل پایگاه اطلاعات ویژه کاربری اراضی از سطح اراضی زراعی موجود (۱۹). برای سگمنت سازی از الگوریتم Multiresolution و برای طبقه‌بندی از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی استفاده شد. همچنین با توجه به در دسترس نبودن اطلاعات میدانی در بازه‌های زمانی انتخاب شده، به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی از بررسی تصاویر رنگی کاذب، خصوصیات طیفی پدیده‌ها، آرشیو Earth Google، عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی سنواتی و پژوهش‌های انجام شده و مطالعات گذشته استفاده شد. در نهایت هفت کلاس کاربری اراضی مشتمل بر کشاورزی دیم، کشاورزی آبی، باغ، جنگل، مسکونی، مرتع و آب تعیین شدند. سپس نمونه‌های تعلیمی از سطح منطقه با استفاده از بازدیدهای میدانی و تصاویر ماهواره Earth Google جمع‌آوری شد و برای ارزیابی صحت و دقت طبقه‌بندی بکار رفت.

ارزیابی صحت و دقت طبقه‌بندی

ارزیابی دقیق فرایندهای طبقه‌بندی گام مهمی در تعیین قابلیت اطمینان نتایج به دست آمده است (۱۵). ایده اصلی در ورای هر فرایند طبقه‌بندی تصویر، دستیابی به بالاترین دقت ممکن است (۲۷). حداقل دقت تفسیر شناسایی طبقات کاربری زمین در داده‌های سنجش از دور باید ۸۵٪ باشد (۳). معمول‌ترین عامل‌های برآورد دقت شامل دقت کل، دقت تولیدکننده، دقت کاربر و ضریب کاپا هستند. دقت کلی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$OA = \frac{1}{N} \sum p_{jj} \quad [1]$$

در این رابطه؛ T_B دمای روشنایی ماهواره به کلونین $K_1, (K)$ و K_2 ثابت حرارتی برای هر دو باند موجود در متادیتا و L_λ تابش طیفی.

برآورد انتشار سطح زمین (E)

توانایی سطح برای تبدیل انرژی گرمایی به انرژی تابشی قابل اندازه‌گیری، تابش سطحی جسم است (۲۳). بازیابی LST به توانایی سطح زمین برای تبدیل انرژی گرمایی به انرژی تابشی بستگی دارد. میزان گسیل پذیری با رابطه زیر محاسبه گردید.

$$\varepsilon = 0.004P_v + 0.986 \quad [5]$$

در این رابطه؛ p_v نسبت پوشش گیاهی که با رابطه ۶ محاسبه گردید.

$$P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \quad [6]$$

در این رابطه؛ $NDVI^{Max-Min}$ حداقل و حداکثر ارزش های NDVI و ε قابلیت انتشار از اجسام.

تعیین بخارآب اتمسفر (Vapor Atmospheric Water)

به منظور محاسبه دمای سطح زمین با استفاده از روش Single Channel آگاهی از میزان بخارآب موجود در اتمسفر در هنگام گذر ماهواره بسیار مهم هست. در این مطالعه به منظور تعیین بخارآب اتمسفر از معادله زیر استفاده شد. برای به دست آوردن رطوبت نسبی موجود در رابطه از داده‌های هواشناسی استفاده شد.

$$w_i = 0.0981 * \left\{ 10 * 0.6108 * \exp \left[\frac{17.27 * (T_0 - 273.15)}{237.3 + (T_0 - 273.15)} \right] * RH \right\} + 0.1679 \quad [7]$$

در این رابطه؛ RH رطوبت نسبی هوا، w_i بخارآب اتمسفر، T درجه حرارت.

برای برآورد دمای سطح زمین از روش تک‌کاناله (Single-channel method) استفاده شد.

تبدیل ارزش رقومی به تابش طیفی

میزان تابش خورشیدی منعکس شده توسط سطح زمین و اندازه‌گیری شده توسط سنسورهای ماهواره‌ای با تعامل آن با جو تغییر می‌کند. مقادیر رقومی خام، منعکس‌کننده مقادیر واقعی بازتاب سطح نیستند؛ بنابراین، تصحیح اتمسفری برای تابش و درجه روشنایی بالای اتمسفر (Top of atmosphere)، با حذف تأثیرات اتمسفری از تصاویر ماهواره‌ای نیاز است (۱). برای به دست آوردن دمای روشنایی مؤثر در سنسور، اصلاحات رادیومتری برای به دست آوردن تابش‌های TOA انجام شد. در ابتدا، برای به دست آوردن تابش‌های TOA ارزش‌های رقومی با استفاده از رابطه زیر به تابش طیفی تبدیل شدند.

$$L_\lambda = \frac{(L_{max} - L_{min})}{(QCAL_{max} - QCAL_{min}) * (QCAL - QCAL_{min}) + L_{min}} \quad [3]$$

در این رابطه؛ L_λ تابش طیفی روزنه سنجنده در وات، QCAL ارزش رقومی هر پیکسل، L_{max} حداکثر تابشی که به $QCAL_{max}$ مقیاس بندی می شود، L_{min} تابش حداقل، $QCAL_{max}$ حداکثر ارزش رقومی هر پیکسل، $QCAL_{min}$ حداقل ارزش رقومی هر پیکسل.

تبدیل تابش طیفی (L_λ) به دمای روشنایی ماهواره (T_B)

دمای روشنایی (دمای جسم سیاه، T_B) برحسب درجه کلونین از L_λ تخمین زده شده با رابطه ۴ اندازه‌گیری شد.

$$T_B = \frac{K_2}{\ln \left(\frac{k_1}{L_{\lambda+1}} \right)} - 272.15 \quad [4]$$

ارزیابی ارتباط بین کاربری اراضی، دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده

برای کشف رابطه بین کاربری زمین، دمای سطح و شاخص پوشش گیاهی فهرستی از هر ۳ پارامتر برای منطقه مورد مطالعه ایجاد شد. برای انجام این کار، با ابزار Great fishnet در Arcgis حدود ۶۰۰ نقطه به طور تصادفی در سطح منطقه توزیع شد و روی نقشه‌های پوشش زمین، LST و NDVI در محیط ArcGIS قرار گرفت. در مرحله بعد، با استفاده از ابزار "Extract values to Points" در ArcGIS در Spatial Analyst، مقادیر روی نقشه‌ها که با مکان‌های نقطه منطبق بودند استخراج و به جدول ویژگی آن‌ها اضافه شد. سپس داده‌ها برای حذف داده‌های پرت به اکسل منتقل شد. برای حذف داده‌های پرت از روش توکی برای تشخیص توزیع مقادیر LST و NDVI در هر کلاس کاربری زمین استفاده شد. روش توکی مقادیر بیشتر از $Q3 + 1/5 \times IQR$ و کمتر از $Q1 - 1/5 \times IQR$ را با عنوان داده‌های پرت درجایی که $Q3, Q1$ و IQR چارک اول، چارک سوم و چارک میانی هست، تعریف می‌کند (۸). پس از حذف داده‌های پرت، آمار توصیفی LST و NDVI برای هر کلاس کاربری اراضی با استفاده از نرم‌افزار SPSS20 به دست آمد. آمار توصیفی محاسبه شده شامل میانگین و انحراف معیار (S.D.) هست که امکان ارزیابی توزیع LST و NDVI را با توجه به هر طبقه پوشش زمین فراهم کرد. همچنین برای تجزیه و تحلیل همبستگی بین LST و NDVI از تحلیل همبستگی پیرسان استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل همبستگی، نقشه‌های رس‌تری LST و NDVI در همان فاصله پیکسلی تصاویر لندست (۳۰ متر) به شکل فایل نقطه‌ای شبکه‌بندی شده تبدیل شدند. سپس پیوست dbf فایل نقطه‌ای به عنوان CSV ذخیره شده و برای اجرای تجزیه و تحلیل به SPSS منتقل شد. در نهایت شاخص مشارکت (Contribution Index) برای ارزیابی تأثیر کاربری زمین بر دمای سطح محاسبه شد. CI مقداری پیوسته ارائه می‌دهد که نشان‌دهنده مشارکت یک کلاس کاربری زمین به دمای سطح در مقایسه با متوسط مشارکت سایر طبقات کاربری زمین است. تاراوولی و همکاران

محاسبه نهایی دمای سطح زمین با روش تک کانال

این روش برای استخراج دمای سطح زمین از باندهای مادون قرمز حرارتی استفاده می‌کند. فرقی که این روش با سایر روش‌های محاسبه دمای سطح زمین دارد این هست که از بخار آب برای محاسبه دمای سطح زمین بهره می‌جوید و با استفاده از رابطه ۸ به دست آمد.

$$T_s = \gamma [\varepsilon^{-1} (\psi L_{\text{sensor}} + \psi_2) + \psi_3] + \delta$$

$$\gamma = \left\{ \frac{C_2 L_{\text{sensor}}}{T_{\text{sensor}}^2} \left[\frac{\lambda^4}{C_1} L_{\text{sensor}} + \lambda^{-1} \right] \right\}^{-1} \quad [8]$$

$$\delta = -\gamma L_{\text{sensor}} + T_{\text{sensor}}$$

در این رابطه‌ها؛ T_s پایه T_{sensor} دمای روشنایی حس‌گر برحسب کلوین، λ طول موج مؤثر از یک باند مادون قرمز حرارتی است. پارامترهای اتمسفری $C_2 = 14387.7$ و $C_1 = 1.19104 \times 10^8 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{um}^4 \cdot \text{K}$ و ψ_1, ψ_2, ψ_3 می‌توانند از طریق رابطه‌های ۹ محاسبه گردید.

$$\psi_1 = 0.14714\omega^2 - 0.15583\omega + 1.1234$$

$$\psi_2 = -1.1836\omega^2 - 0.3760\omega - 0.52894 \quad [9]$$

$$\psi_3 = -0.04554\omega^2 + 1.8719\omega - 0.39071$$

شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده (NDVI)

با توجه به اینکه شاخص پوشش گیاهی نقش عمده‌ای در نقل و انتقال انرژی بین زمین و اتمسفر دارد و آثار متفاوتی بر روی عناصر اقلیمی از جمله دمای پیرامون خود می‌گذارد؛ در نتیجه می‌توان آن را به عنوان یکی از فاکتورهای تأثیرگذار در محاسبه دمای سطح زمین (LST) به حساب آورد. محاسبه NDVI یک عملیات ترکیبی بین باند طیفی قرمز (R) و باند مادون قرمز نزدیک است که با رابطه ۱۰ محاسبه شد.

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad [10]$$

در این رابطه؛ IR باند مادون قرمز نزدیک (۰/۷۷ میکرومتر تا ۰/۹ میکرومتر)، R باند قرمز مرئی (۰/۶۳ میکرومتر تا ۰/۶۹ میکرومتر). دامنه NDVI همیشه بین ۰ و ۱ است. مقدار نزدیک ۱ پوشش گیاهی بسیار متراکم است.

نتایج

ارزیابی دقت طبقه‌بندی

نتایج ارزیابی صحت محاسبه‌شده برای تصاویر طبقه‌بندی‌شده سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹ در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. دقت کلی برای تصاویر ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹ به ترتیب ۸۲/۵٪ و ۹۱/۱٪ و ضرایب کاپا ۰/۹۰ و ۰/۹۲ به دست آمد. دقت طبقه‌بندی بالا به دلیل انتخاب دقیق نمونه‌های آموزشی بر اساس نرم‌افزار Google Earth و آشنایی با منطقه مورد انتظار بود. به‌طورکلی، تصاویر Landsat 8 با سنسور OLI، بالاترین دقت تولیدکننده، کاربر و دقت کلی را در تمام طبقات کاربری زمین به نمایش می‌گذارد. این نشان می‌دهد که ارتقا سنسور OLI در مقایسه با سنسورهای TM و ETM+ دقت بهتری ایجاد می‌کند (۱۶).

(۲۹) اثر گرمایش یا سرمایش یک کلاس کاربری زمین متناسب با مساحت کل پوشش کلاس کاربری زمین است. CI برای هر کلاس کاربری زمین برای هر دو دوره با استفاده از عبارت زیر محاسبه گردید.

$$CI = Dt \times S \quad [11]$$

در این رابطه؛ Dt تفاوت بین متوسط دمای سطح کل منطقه مورد مطالعه و میانگین دمای هر کلاس کاربری زمین است. S ناحیه متناسب هر طبقه کاربری زمین است که نسبت منطقه تحت پوشش کلاس به کل مساحت منطقه مورد مطالعه است. مقادیر CI مثبت نشان‌دهنده مشارکت در بالا بردن دمای سطح یک منطقه درحالی‌که مقادیر منفی کاهش گرما را نشان می‌دهد (۲۰).

جدول ۲. نتایج ارزیابی دقت تصویر طبقه‌بندی‌شده برای سال ۱۹۸۷

Table 2. Classified image accuracy results for 1987

طبقه کاربری	دقت تولیدکننده٪	دقت کاربر٪	دقت کلی٪	ضریب کاپا
کشاورزی دیم	۹۹/۵۱	۹۹/۵۱		
کشاورزی آبی	۹۹/۸۶	۹۷/۶۴		
باغ	۹۷/۹۳	۹۸/۷۵		
جنگل	۹۶/۶۹	۹۹/۱۰	۸۲/۵	۰/۹۰
مسکونی	۹۹/۶۹	۱۰۰		
مرتع	۹۹/۷۵	۸۷/۹۰		
آب	۹۷/۱۳	۱۰۰		

جدول ۳. نتایج ارزیابی دقت تصویر طبقه‌بندی‌شده سال ۲۰۱۹

Table 3. Classified image accuracy results for 2019

طبقه کاربری	دقت تولیدکننده٪	دقت کاربر٪	دقت کلی٪	ضریب کاپا
کشاورزی دیم	۱۰۰	۹۹/۹۰		
کشاورزی آبی	۱۰۰	۹۵/۲۲		
باغ	۹۹/۵۱	۱۰۰		
جنگل	۱۰۰	۱۰۰	۹۱/۱	۰/۹۲
مسکونی	۱۰۰	۱۰۰		
مرتع	۱۰۰	۹۹/۹۸		
آب	۹۹/۳۶	۱۰۰		

تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی

زمین یک منبع طبیعی بسیار گران بها است. کل جامعه جهانی برای نیازهای اساسی زندگی خود به منابع زمینی وابسته هستند. فعالیت‌های انسانی تأثیر عمده‌ای در تغییر منابع زمین طی دهه‌های گذشته دارد. رشد بی‌رویه و کنترل نشده جمعیت از مقیاس خرد به مقیاس جهانی باعث تغییر کاربری‌ها شده است (۲۲).

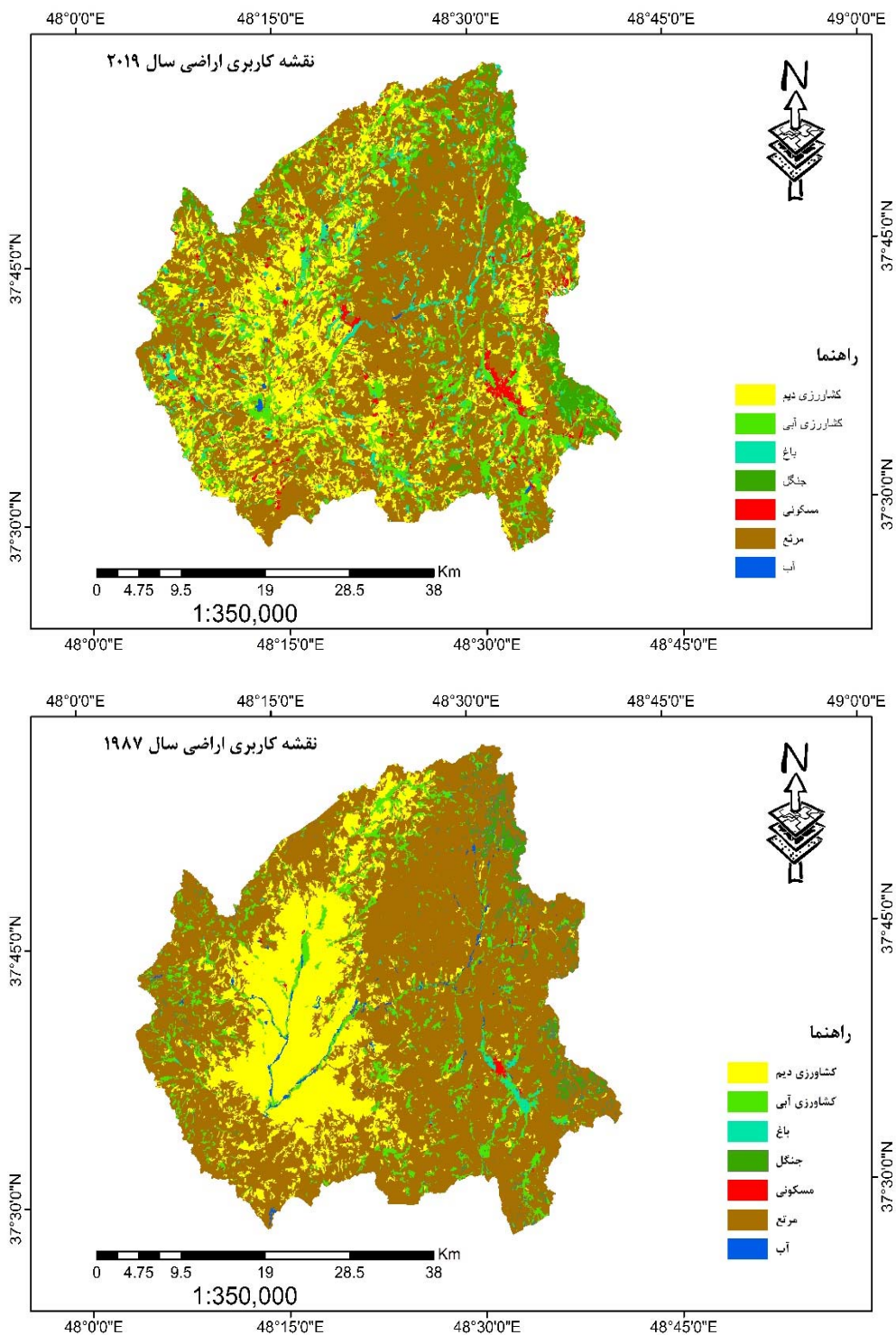
در این پژوهش، پس از اعمال طبقه‌بندی اراضی به روش شی‌اگر، نقشه کاربری اراضی در هفت کلاس؛ کشاورزی دیم، کشاورزی آبی، باغ، جنگل، مسکونی، مرتع و آب تهیه گردید (شکل ۸). نقشه کاربری اراضی حوضه، پوشش مرتع،

طبقه غالب کاربری زمین است؛ باین‌حال، کاهش قابل توجه از ۱۲۲۴/۱۸ کیلومترمربع به ۱۰۴۶/۵۹ کیلومترمربع بین سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹ مشاهده شده است. در همین دوره مساحت کاربری کشاورزی آبی از ۱۳۷/۸۰ به ۳۸۸/۷۱ کیلومترمربع، باغ از ۱۰/۴۸ به ۶۰/۹۷ کیلومترمربع، جنگل از ۴۷/۳۵ به ۷۵/۴۷ کیلومترمربع و نواحی مسکونی از ۳/۶۶ به ۳۲/۶۴ کیلومترمربع افزایش یافته، درحالی‌که مساحت کشاورزی دیم از ۳۹۰/۴۰ به ۲۱۷/۰۴ کیلومترمربع و آب از ۱۱/۳۲ به ۲/۳۲ کیلومترمربع کاهش یافته است. جدول ۴ توزیع مساحت منطقه‌ای طبقات مختلف را برحسب کیلومترمربع ارائه می‌دهد و آن را به صورت گرافیکی در شکل ۴ نشان می‌دهد.

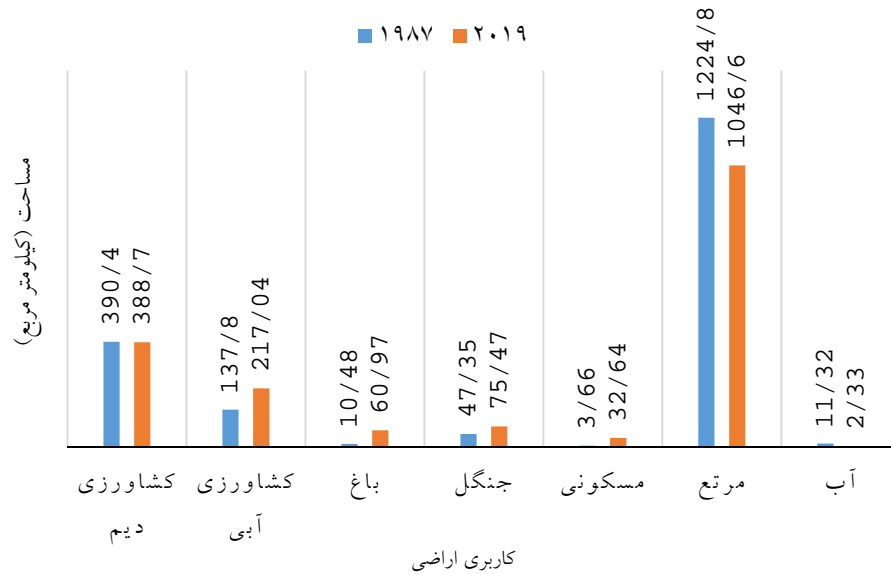
جدول ۴. توزیع مساحت کاربری اراضی سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹

Table 4. Distribution of land use area in 1987 and 2019

۲۰۱۹		۱۹۸۷		کاربری اراضی
درصد	کیلومترمربع	درصد	کیلومترمربع	
۱۱/۹۰	۲۱۷/۰۴	۲۱/۳۹	۳۹۰/۴۰	کشاورزی دیم
۲۱/۳۱	۳۸۸/۷۱	۷/۵۵	۱۳۷/۸۰	کشاورزی آبی
۳/۳۴	۶۰/۹۷	۰/۵۷	۱۰/۴۸	باغ
۴/۱۴	۷۵/۴۷	۲/۵۹	۴۷/۳۵	جنگل
۱/۷۹	۳۲/۶۴	۰/۲۰	۳/۶۶	مسکونی
۵۷/۳۹	۱۰۴۶/۵۹	۶۷/۰۷	۱۲۲۴/۱۸	مرتع
۰/۱۳	۳/۷۷	۰/۶۲	۱۱/۳۲	آب
۱۰۰	۱۸۲۵/۲۱	۱۰۰	۱۸۲۵/۲۱	کل



شکل ۳. نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی حوضه گیوی چای سال‌های ۲۰۱۹ و ۱۹۸۷
Fig. 3. Land use classification map of Givi Chai basin in 2019 and 1987



شکل ۴. توزیع کاربری اراضی سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹

Fig. 4. Land use distribution in 1987 and 2019

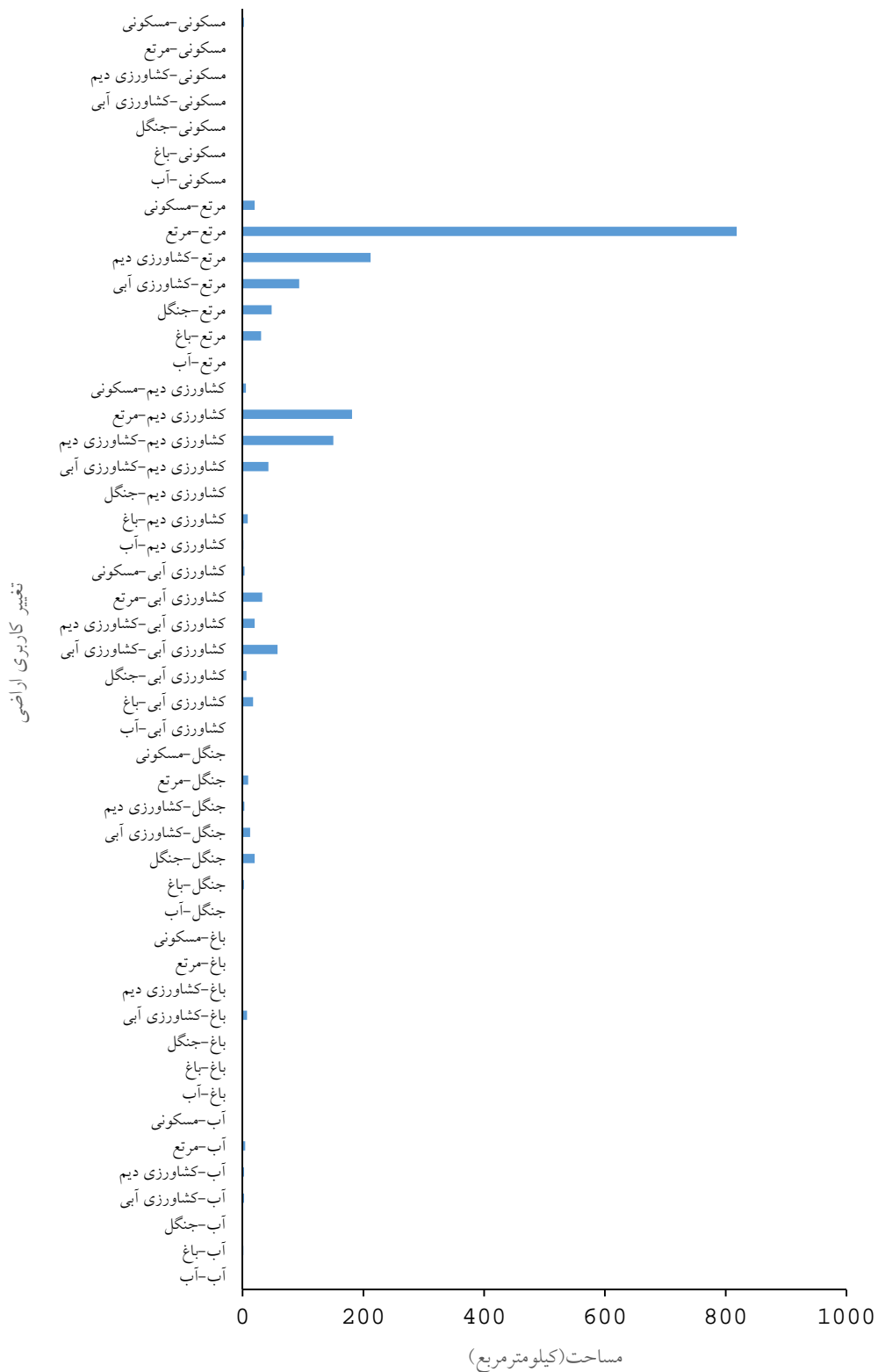
بیشترین انتقال کاربری اراضی، تبدیل مرتع به کشاورزی

دیم با مقدار ۱۸۱/۲۲ کیلومترمربع است. قابل ذکر است که ۶۷/۳۷ کیلومترمربع از نواحی مسکونی بدون تغییر باقی مانده است. آب هم تا حد زیادی بدون تغییر باقی مانده است و فقط ۲/۳۱ کیلومترمربع (۰/۰۷) به مرتع تبدیل شده است.

نتایج نشان داد که ۱۰۴۶/۵۹ کیلومترمربع (۵۷/۳۸) از مرتع از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۹ تغییر کاربری داده است. نگاه به نقشه روند انتقال قابل توجهی را با کاهش قابل توجه مرتع و افزایش کشاورزی دیم نشان می دهد (شکل ۵).

ماتریس انتقال تغییر کاربری اراضی

شکل ۱۰ میزان تغییراتی را که هنگام انتقال کلاس کاربری زمین به کلاس‌های دیگر در طول دوره مطالعه از ۱۹۸۷ - ۲۰۱۹ رخ داده است نشان می دهد. جدول ۵ نیز ماتریس‌های انتقال کاربری اراضی ۱۹۸۷ به ۲۰۱۹ را ارائه می دهد. در سال‌های ۱۹۸۷-۲۰۱۹ (جدول ۵)، ۲۱۱/۹۰ کیلومترمربع از زمین‌های کشاورزی دیم به مرتع و ۲۰/۰۱ به کشاورزی آبی تبدیل شده است.



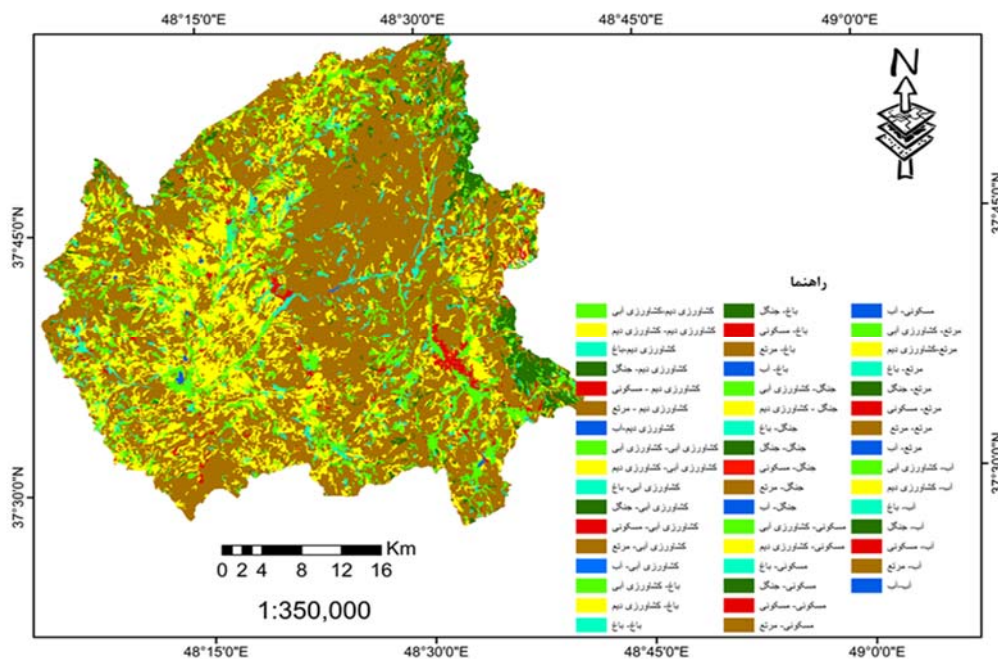
شکل ۵. میزان تغییرات در انتقال کاربری اراضی ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹

Fig. 5. Magnitudes of change in land use transitions between 1987 and 2019

جدول ۵. ماتریس انتقال تغییر کاربری زمین (کیلومتر مربع) از ۱۹۸۷ به ۲۰۱۹. اعداد داخل پرانتز درصد را نشان می‌دهد که به جمع کل هر کاربری زمین در سال ۱۹۸۷ اشاره دارد (ردیف‌ها)

Table 5. Transition matrix of land use change (in km²) from 1987 to 2019. Numbers in parenthesis show percentage, which refers to the total addition of each land use in 1987 (rows)

		۲۰۱۹							کاربری اراضی
کل	آب	مرتع	مسکونی	جنگل	باغ	کشاورزی آبی	کشاورزی دیم		
۳۸۸/۶۹	۲/۳۹ (۰/۱۳)	۲۱۱/۹۰ (۱۱/۶۲)	۰/۵۶ (۰/۰۳)	۳/۰۴ (۰/۱۷)	۰/۴۲ (۰/۰۲)	۲۰/۰۱ (۱/۱۰)	۱۵۰/۳۷ (۸/۲۵)	کشاورزی دیم	
۲۱۷/۰۴	۲/۵۸ (۰/۱۴)	۹۳/۷۷ (۵/۱۴)	۰/۲۹ (۰/۰۲)	۱۲/۵۵ (۰/۶۹)	۷/۳۶ (۰/۴۰)	۵۷/۸۲ (۳/۱۷)	۴۲/۶۷ (۲/۳۴)	کشاورزی آبی	
۶۰/۹۷	۱/۲۶ (۰/۰۷)	۳۰/۷۰ (۱/۶۸)	۰/۰۵ (۰)	۲/۱۵ (۰/۱۲)	۰/۹۲ (۰/۰۵)	۱۷/۴۰ (۰/۹۵)	۸/۴۸ (۰/۴۶)	باغ	
۷۵/۴۷	۰/۰۵ (۰)	۴۸/۱۶ (۲/۶۴)	۰/۰۱ (۰)	۱۹/۸۴ (۱/۰۹)	۰/۱۷ (۰/۰۱)	۶/۴۴ (۰/۳۵)	۰/۸۰ (۰/۰۴)	جنگل	
۳۲/۶۳	۰/۵۷ (۰/۰۳)	۲۰/۰۵ (۱/۱۰)	۲/۲۹ (۰/۱۳)	۰/۲۴ (۰/۰۱)	۰/۷۶ (۰/۰۴)	۳/۱۰ (۰/۱۷)	۵/۶۱ (۰/۳۱)	مسکونی	
۱۰۴۶/۵۹	۴/۳۵ (۰/۲۴)	۸۱۸/۰۹ (۴۴/۸۶)	۰/۴۴ (۰/۰۲)	۹/۲۶ (۰/۵۱)	۰/۸۱ (۰/۰۴)	۳۲/۴۰ (۱/۷۸)	۱۸۱/۲۲ (۹/۹۴)	مرتع	
۲/۳۱	۰/۱۲ (۰/۰۱)	۰/۳۸ (۰/۰۲)	۰ (۰)	۰/۰۴ (۰)	۰/۰۲ (۰)	۰/۵۱ (۰/۰۳)	۱/۲۴ (۰/۰۷)	آب	
۱۸۲۵/۲۱	۱۱/۳۲	۱۲۲۳/۰۵	۳/۶۵	۴۷/۱۳	۱۰/۴۷	۱۳۷/۶۹	۳۹۰/۳۹	کل	



شکل ۶. نقشه تغییرات کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹

Fig. 6. Change map of land use changes in 1987 and 2019

برای سال ۱۹۸۷، حداقل و حداکثر دمای سطح زمین در طبقات مختلف کاربری زمین به شرح زیر است: کشاورزی دیم (حداقل: ۲۴/۲۱، حداکثر: ۵۰/۵۱)، کشاورزی آبی (حداقل: ۱۵/۱۵، حداکثر: ۴۹/۲۵)، باغ (حداقل: ۲۰/۳۹، حداکثر: ۴۳/۵۵)، جنگل (حداقل: ۱۵/۶۹، حداکثر: ۴۵/۰۶)، مسکونی (حداقل

نوسانات دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی جدول ۶ آماره توصیفی دمای سطح در هر کلاس کاربری زمین و شکل ۱۲ نقشه‌های دمای سطح را برای سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹ نشان می‌دهد. همچنین شکل ۱۳ تفاوت دمای سطح را از سال ۱۹۸۷-۲۰۱۹ نشان می‌دهد.

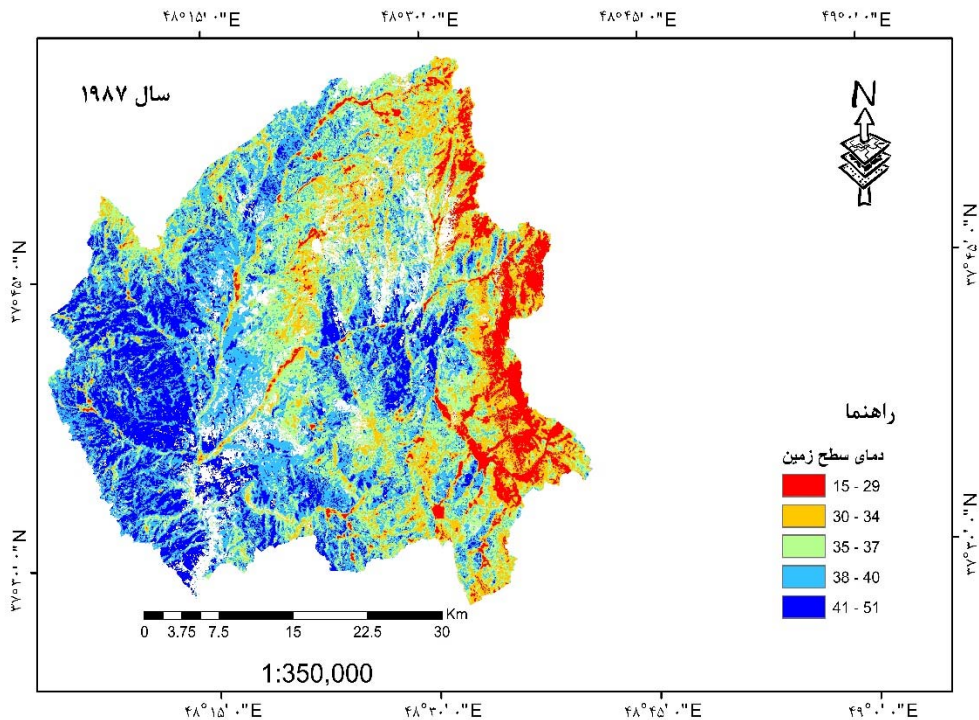
مناطق هستند. تغییر خصوصیات فیزیوگرافی سطح با تغییر کاربری زمین همچنین منجر به عدم تعادل انرژی می‌شود، جایی که منابع با درجه حرارت بالا جایگزین منابعی مانند خاک‌های مرطوب و پوشش گیاهی می‌شوند. مقادیر انحراف معیار بالا در کاربری‌های آب و مرتع و انحراف کم در کاربری‌های باغ، مسکونی و کشاورزی آبی نشان از همگونی در ترکیب کلاس‌ها رانشان می‌دهد. به‌عنوان مثال کلاس جنگل و زمین‌های کشاورزی شامل چندین نوع پوشش گیاهی مختلف، با ساختار برگ و خواص جذب متفاوت است که به تابش خورشید واکنش متفاوتی نشان می‌دهند. احتباس گرما توسط سطوح غیر قابل نفوذ با خصوصیات حرارتی متفاوت می‌تواند مسئول اصلی انحراف معیار استاندارد مشاهده شده در دمای سطح نواحی مسکونی باشد. کمترین انحراف معیار برای جنگل‌ها و زمین‌های کشاورزی مشاهده شد. این ممکن است با پدیده گرم شدن کره زمین که با تغییرات آب‌وهوایی ناشی از انسان در چند وقت اخیر مورد توجه است، ارتباط داشته باشد. همچنین مشاهده می‌شود که هنگامی که یک کاربری زمین به کاربری دیگر منتقل می‌شود، دما تغییر می‌کند. به‌عنوان مثال، بین سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹ میانگین دمای سطح زمین در کاربری‌های کشاورزی دیم و آبی به ترتیب از ۳۸/۸۶ به ۴۶/۶۲ و از ۳۳/۴۴ به ۴۰/۵۳ افزایش یافته است. در همین دوره، انتقال از زمین‌های کشاورزی دیم به کاربری‌های دیگر مانند شکل ۸ رخ داده است. درحالی‌که مقداری افزایش در دمای سطح جنگل‌ها و آب وجود داشت، میانگین دمای سطح آن‌ها هنوز کمتر از میانگین دمای سطح نواحی مسکونی و زمین‌های کشاورزی بود. نتایج همچنین حاکی از آن است که ازدست‌دادن سطوح تبخیری مانند جنگل‌ها، زمین‌های کشاورزی و آب‌ها به افزایش خالص میانگین دمای سطح در سراسر منطقه مورد مطالعه با مقادیر بالای ۴۵ درجه سانتی‌گراد در مناطق خاص کمک کرده است.

۲۵/۶۹، حداکثر ۴۶/۴۰، مرتع (حداقل ۱۶/۲۲، حداکثر ۵۰/۷۵) و آب (حداقل ۲۳/۲۲، حداکثر ۴۴/۱۲). برای سال ۲۰۱۹ حداقل و حداکثر دماهای به‌دست‌آمده است. کشاورزی دیم (حداقل ۲۳/۲۳، حداکثر ۶۰/۰۶، کشاورزی آبی (حداقل ۲۲/۱۷، حداکثر ۵۸/۷۶)، باغ (حداقل ۲۲/۹۷، حداکثر ۵۸/۷۷، جنگل (حداقل ۲۱/۹۷، حداکثر ۵۳/۳۷)، مسکونی (حداقل ۲۲/۵۴، حداکثر ۵۶/۹۵) مرتع (حداقل ۲۳/۵۵، حداکثر ۵۹/۶۲) و آب (حداقل ۲۶/۰۵، حداکثر ۴۸/۷۴). میانگین دمای به‌دست‌آمده نیز به شرح زیر است؛ سال ۱۹۸۷ (کشاورزی دیم ۳۸/۸۶، کشاورزی آبی ۳۳/۴۴، باغ ۲۸/۳۹، جنگل ۲۹/۲۴، مسکونی ۳۴/۲۵، مرتع ۳۶/۵۷، آب ۳۵/۲۷) و سال ۲۰۱۹ (کشاورزی دیم ۴۶/۶۲، کشاورزی آبی ۴۰/۵۳، باغ ۴۱/۱۴، جنگل ۳۴/۳۵، مسکونی ۴۰/۹۰، مرتع ۴۴/۸۱، آب ۳۷/۴۹). تجزیه و تحلیل کلی نشان می‌دهد که در سال ۱۹۸۷ میانگین دمای سطح زمین در محدوده مورد مطالعه ۳۳/۷۲ بود. در سال ۲۰۱۹، به ۴۰/۸۳ افزایش یافت. این وقوع افزایش دما را در طی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۹ نشان می‌دهد. در دوره ۱۹۸۷ بیشتر منطقه دمای سطح را در محدوده ۱۵-۵۰ تجربه کردند. از روی نقشه‌ها، به نظر می‌رسد که گرمایش در زمین‌های کشاورزی دیم بیشترین مقدار را دارد و شدت آن در کاربری‌هایی که دارای پوشش گیاهی هستند و نواحی آبی کاهش می‌یابد. به‌عنوان مثال در شکل ۷، میانگین دمای سطح در کشاورزی دیم در سال ۲۰۱۹ در محدوده ۵۰ تا ۶۰ درجه است و در حاشیه شرقی به ۳۴-۲۱ درجه می‌رسد. نتایج حاصل از دو دوره بیشترین دماهای سطح زمین را در کاربری‌های کشاورزی دیم، مرتع و مسکونی نشان داد، درحالی‌که کاربری‌های جنگل، کشاورزی آبی و آب کمترین دمای سطح را داشتند. جذب بیشتر تابش خورشید توسط سطوح غیر قابل نفوذ مانند ساختمان‌ها و جاده‌های آسفالتی و به دام انداختن اشعه مادون‌قرمز تا حدی مسئول افزایش دمای سطح در چنین

جدول ۶. آماره‌های توصیفی دمای سطح زمین برای هر کلاس کاربری اراضی

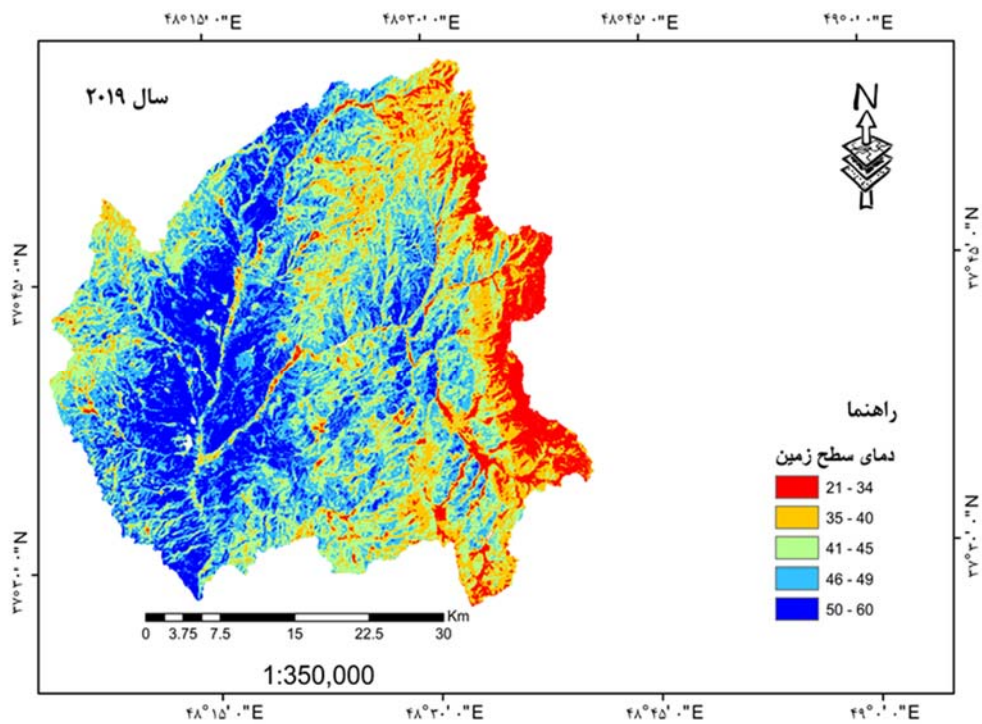
Table 6. Descriptive statistics of land surface temperature for each land use class

حداکثر	حداقل	فاصله اطمینان ۹۵ درصد		انحراف معیار	میانگین	تعداد	کاربری اراضی	دمای سطح زمین (سانتی‌گراد)
		حد پایینی	حد بالایی					
۵۰/۵۱	۲۴/۲۱	۳۸/۸۵	۳۸/۸۷	۲/۷۱	۳۸/۸۶	۳۷۶۲۱۰	کشاورزی دیم	سال ۱۹۸۷
۴۹/۲۵	۱۵/۱۵	۳۳/۴۲	۳۳/۴۷	۴/۸۰	۳۳/۴۴	۱۵۲۹۱۹	کشاورزی آبی	
۴۳/۵۵	۲۰/۳۹	۲۸/۳۱	۲۸/۴۷	۴/۵۵	۲۸/۳۹	۱۱۶۴۹	باغ	
۴۵/۰۶	۱۵/۶۹	۲۹/۲۰	۲۹/۲۸	۴/۴۹	۲۹/۲۴	۵۲۴۲۷	جنگل	
۴۶/۴۰	۲۵/۶۹	۳۴/۱۱	۳۴/۴۰	۴/۴۰	۳۴/۲۵	۳۴۶۰	مسکونی	
۵۰/۷۵	۱۶/۲۲	۳۶/۵۶	۳۶/۵۸	۴/۲۷	۳۶/۵۷	۱۲۴۰۲۴۹	مرتع	
۴۴/۱۲	۲۳/۲۲	۳۳/۶۶	۳۳/۸۷	۳/۴۱	۳۵/۲۷	۸۶۳۵	آب	
۴۷/۰۹	۲۰/۰۸	۲۷/۳۳	۲۷/۴۶	۴/۰۹	۳۳/۷۲	۱۸۴۵۵۴۹	کل	سال ۲۰۱۹
۶۰/۰۶	۲۳/۲۳	۴۶/۶۰	۴۶/۶۳	۵/۶۱	۴۶/۶۲	۴۳۱۶۸۰	کشاورزی دیم	
۵۸/۷۶	۲۲/۱۷	۴۰/۵۰	۴۰/۵۶	۶/۳۴	۴۰/۵۳	۲۴۱۰۶۰	کشاورزی آبی	
۵۸/۷۷	۲۲/۹۷	۴۱/۱۰	۴۱/۱۹	۵/۸۱	۴۱/۱۴	۶۷۷۰۵	باغ	
۵۳/۳۷	۲۱/۹۷	۳۴/۳۱	۳۴/۳۸	۵/۲۹	۳۴/۳۵	۸۳۶۴۰	جنگل	
۵۶/۹۵	۲۲/۵۴	۴۰/۸۴	۴۰/۹۶	۵/۸۲	۴۰/۹۰	۳۶۱۵۰	مسکونی	
۵۹/۶۲	۲۳/۵۵	۴۴/۸۰	۴۴/۸۲	۵/۲۸	۴۴/۸۱	۱۱۶۲۰۸۸	مرتع	
۴۸/۷۴	۲۶/۰۵	۳۴/۱۱	۳۷/۸۸	۴/۴۳	۳۷/۴۹	۵۰۸	آب	کل
۵۶/۶۱	۲۳/۲۱	۴۰/۷۵	۴۰/۹۲	۵/۵۱	۴۰/۸۳	۲۰۲۲۸۳۱		

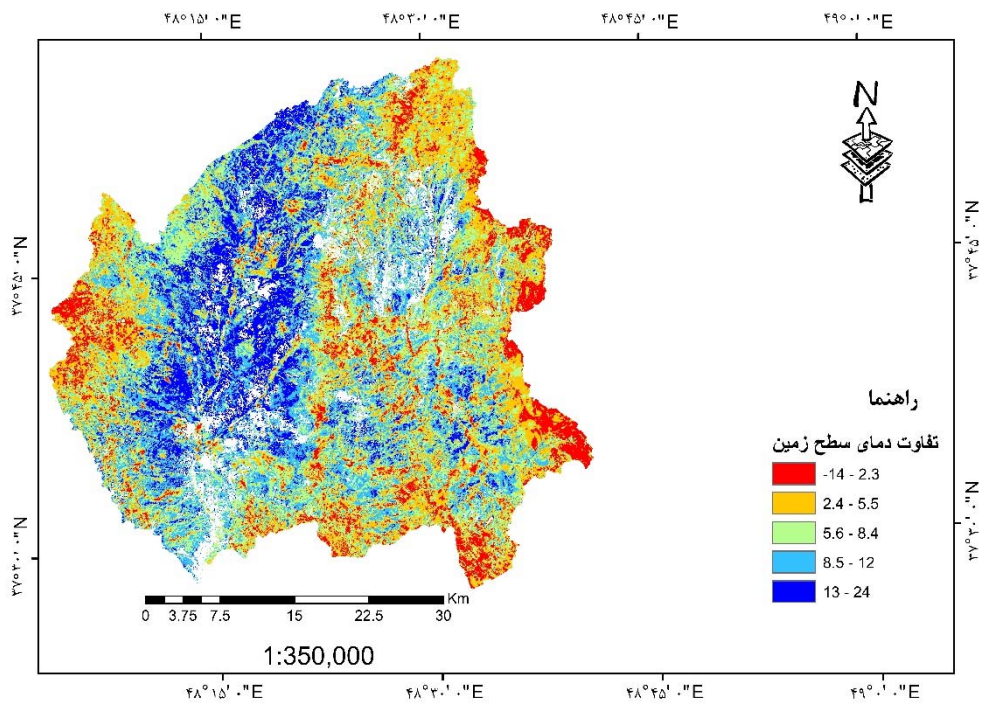


شکل ۷. نقشه دمای سطح زمین سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹

Fig. 7. Land surface temperature map in 1987 and 2019



شکل ۷. نقشه دمای سطح زمین سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹
Fig. 7. Land surface temperature map in 1987 and 2019



شکل ۸. نقشه تغییرات دمای سطح زمین سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹
Fig. 8. Map of land surface temperature changes in 2019 and 1987

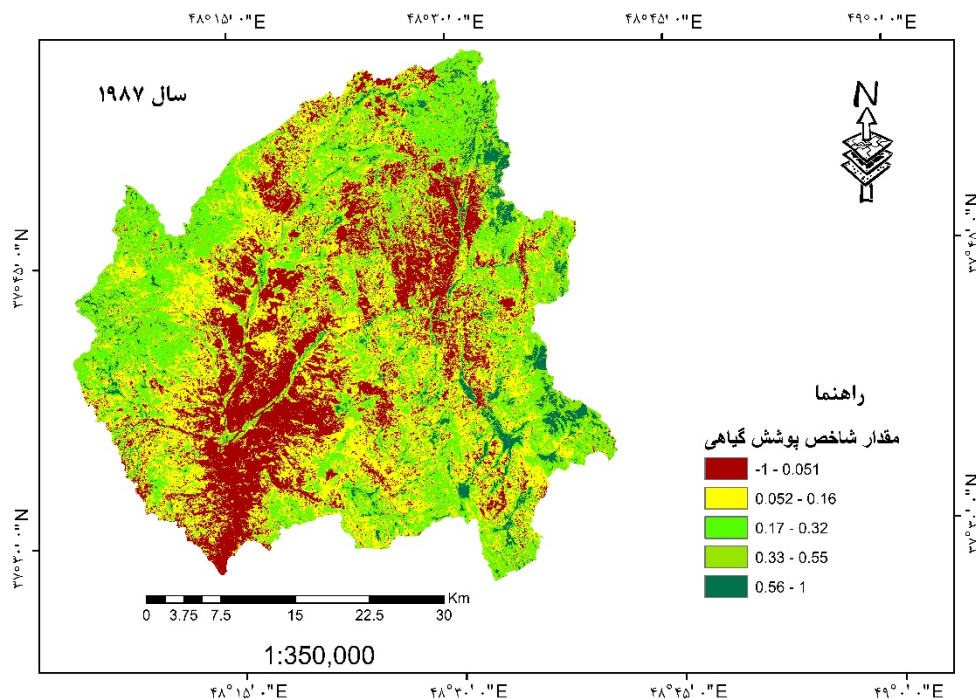
داشت که (۸/۰۲ درصد) از منطقه را پوشش می‌داد. مقدار غالب دمای سطح از ۴۶ تا ۴۹ درجه سانتی‌گراد (۲۹/۰۱ درصد) است. افزایش مقادیر دمای سطح، واکنشی به افزایش جمعیت و افزایش مداخلات انسانی در منطقه مورد مطالعه بود. شکل ۹ نقشه توزیع NDVI را برای سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹ و جدول ۱۳ آمار توصیفی NDVI را برای هر طبقه پوشش زمین ارائه می‌دهد.

جدول ۷ محدوده دمای سطح زمین و توزیع درصد قسمت‌های مختلف منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. کمترین دامنه دمای سطح از ۱۵-۲۹ درجه سانتی‌گراد فقط در سال ۱۹۸۷ (۵/۲۱ درصد) مشاهده شد. در همان سال، مقادیر غالب دمای سطح بین دامنه ۳۸-۳۴۰ درجه سانتی‌گراد بود که (۳۴/۷۲) از کل منطقه را پوشش می‌داد. در سال ۲۰۱۹ کمترین مقدار دمای سطح بین دامنه ۲۱-۴۳ درجه سانتی‌گراد قرار

جدول ۷. دامنه‌های دمای سطح زمین و درصد توزیع در قسمت‌های مختلف منطقه تحت تأثیر

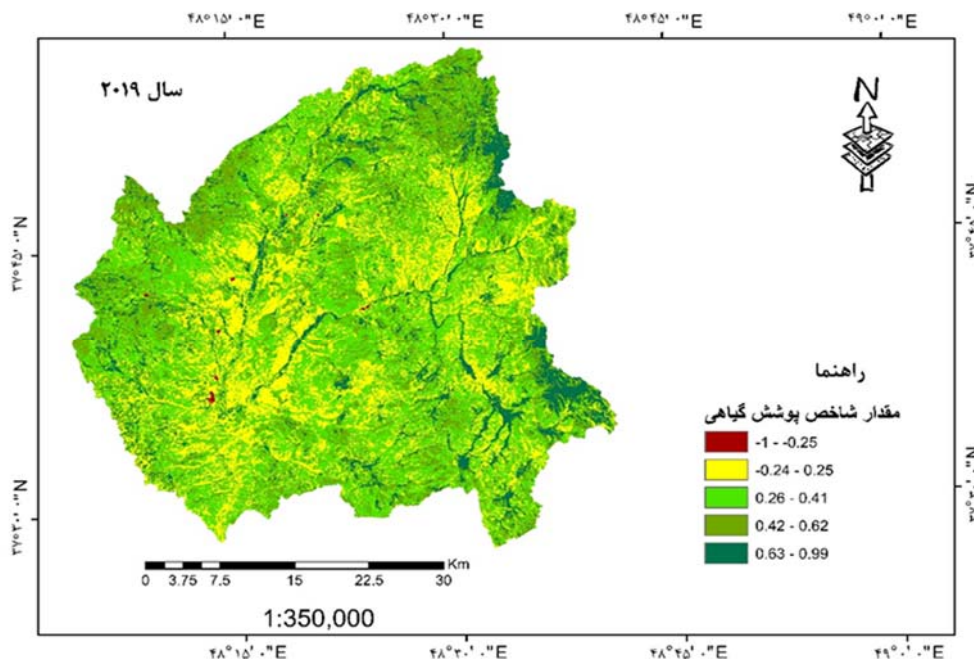
Table 7. LST ranges and percentage distribution in parts of the study area affected

۲۰۱۹(%)	دامنه دمای سطح زمین (C)	۱۹۸۷(%)	دامنه دمای سطح زمین (C)
۸/۰۲	۲۱-۳۴	۵/۲۱	۱۵-۲۹
۱۶/۶۵	۳۵-۴۰	۱۱/۶۹	۳۰-۳۴
۲۶/۲۰	۴۱-۴۵	۲۲/۹۶	۳۵-۳۷
۲۹/۰۱	۴۶-۴۹	۳۴/۷۲	۳۸-۴۰
۲۰/۱۰	۵۰-۶۰	۲۵/۸۵	۴۱-۵۱
۱۰۰	جمع	۱۰۰	جمع



شکل ۹. نقشه شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹

Fig. 9. Normalized difference vegetation index map in 1987 and 2019



شکل ۹. نقشه شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹
 Fig. 9. Normalized difference vegetation index map in 1987 and 2019

پوشش گیاهی ۱- و میانگین دمای سطح ۳۷/۴۹ بود. نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه نشان می‌دهد جنگل‌ها کشاورزی دیم و مراتع دارای بالاترین مقادیر LST و کمترین مقدار NDVI در حالی که کمترین مقادیر LST و مقادیر بالاتر NDVI در طبقات جنگل و باغ مشاهده شد. جایگزینی پوشش گیاهی و جنگل‌ها با نواحی مسکونی عامل تبدیل خاک‌های مرطوب به سطوح غیر قابل نفوذ است که منجر به کاهش تبخیر سطح می‌شود. تابش خورشیدی جذب‌شده به گرما تبدیل می‌شود و با مقادیر بالاتر LST منعکس می‌شود.

در سال ۱۹۸۷، دامنه شاخص پوشش گیاهی در محدوده ۱- و +۱ قرار داشت، مقدار متوسط ۰/۳۰ و انحراف معیار ۰/۱۵ بود. در سال ۲۰۱۹ این مقدار بین ۱- و ۰/۹۹ با میانگین و انحراف معیار به ترتیب ۰/۳۱ و ۰/۲۰ قرار داشت. بیشترین مقدار شاخص پوشش گیاهی در کاربری‌های کشاورزی آبی، جنگل و مرتع مشاهده شد. کمترین مقدار متوسط شاخص پوشش گیاهی هم در نواحی آبی ۱- مشاهده شد که میانگین دمای سطح زمین آن ۳۵/۲۷ در سال ۱۹۸۷ بود. در سال ۲۰۱۹ نیز، نواحی آبی دارای کمترین مقدار شاخص

جدول ۸ آماره‌های توصیفی شاخص پوشش گیاهی برای هر کلاس کاربری اراضی

Table 8. Descriptive statistics of NDVI per land use class

شاخص پوشش گیاهی	کاربری اراضی	تعداد	میانگین	انحراف معیار	فاصله اطمینان ۹۵ درصد		حداکثر
					حد بالایی	حد پایینی	
سال ۱۹۸۷	کشاورزی دیم	۴۳۳۷۷۰	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۶۹
	کشاورزی آبی	۱۵۳۰۸۱	۰/۴۵	۰/۱۹	۰/۴۵	۰/۱۷	۱
	باغ	۱۱۶۵۰	۰/۶۵	۰/۱۷	۰/۶۶	۰/۰۱	۰/۹۶
	جنگل	۵۲۵۴۱	۰/۵۷	۰/۲۱	۰/۵۷	۰/۰۷	۱
	مسکونی	۴۰۶۷	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۵۲
	مرتع	۱۳۵۹۲۵۸	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۵۱	۱
	آب	۱۲۵۷۸	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۱۱	-۱	۰/۸۶
	کل	۲۰۲۶۹۴۵	۰/۳۰	۰/۱۵	۰/۳۰	۰/۲۸	۰/۸۶
	کشاورزی دیم	۴۳۱۷۲۴	۰/۳۱	۰/۱۴	۰/۳۱	۰/۱۸	۰/۹۳
	کشاورزی آبی	۲۴۱۰۷۳	۰/۵۵	۰/۲۰	۰/۵۵	۰/۱۱	۰/۹۹
سال ۲۰۱۹	باغ	۶۷۷۰۵	۰/۵۲	۰/۲۱	۰/۵۲	۰/۰۱	۰/۹۷
	جنگل	۸۳۶۴۰	۰/۶۱	۰/۱۸	۰/۶۱	۰/۱۰	۰/۹۶
	مسکونی	۳۶۲۵۳	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۲۴	۰/۰۶	۰/۹۳
	مرتع	۱۱۶۲۲۲۹	۰/۳۳	۰/۱۱	۰/۳۳	۰/۴۶	۰/۹۱
	آب	۲۵۷۸	-۰/۴۱	۰/۴۲	-۰/۳۹	-۰/۴۲	۰/۷۴
	کل	۲۰۲۵۲۰۲	۰/۳۱	۰/۲۰	۰/۳۱	۰/۲۴	۰/۹۲

ارتباط بین پارامترها

از بین رفتن پوشش گیاهی بیشتر، اثر خنک‌کنندگی ناشی از تبخیر و تعرق در گیاهان، درختان و آب‌ها به سطوح نگه‌دارنده و منعکس‌کننده گرما مانند مناطق ساخته‌شده و زمین‌های بایر تبدیل می‌شود، مقادیر NDVI دائماً کاهش می‌یابد درحالی‌که مقادیر LST افزایش می‌یابد.

ضرایب همبستگی در جدول ۹ همبستگی منفی بین مقادیر دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی را در هر دو دوره زمانی نشان می‌دهد. روابط و روندهای مشابهی بین NDVI و LST در مطالعه توسط گوها و همکاران (۱۴)، احمدی و همکاران (۲)، و کاکه ممی و همکاران (۱۷) مشاهده شد. با

جدول ۹. همبستگی بین دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده

Table 9. Correlation between LST and NDVI

شاخص پوشش گیاهی	شاخص پوشش گیاهی	دمای سطح زمین	دمای سطح زمین	پارامترها
۲۰۱۹	۱۹۸۷	۲۰۱۹	۱۹۸۷	
۰/۰۱	-۰/۰۶	۰	**۱	دمای سطح زمین ۱۹۸۷
-۰/۰۷	۰/۱ **	۱**	۰	دمای سطح زمین ۲۰۱۹
۰	۱**	۰/۱ **	-۰/۰۶	شاخص پوشش گیاهی ۱۹۸۷
**۱	۰	-۰/۰۷	۰/۰۱	شاخص پوشش گیاهی ۲۰۱۹

**همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است.

دوره مورد مطالعه مناطق تحت پوشش مرتع و زمین کشاورزی دیم به ترتیب بیشترین نقش را در افزایش گرما دارند درحالی که مناطق تحت پوشش جنگل و زمین کشاورزی آبی میانگین دما را در منطقه کاهش می دهند. به طور کلی، بیشترین مشارکت مربوط به مرتع است درحالی که کمترین آن مربوط به جنگل است.

جدول ۱۰ شاخص های مشارکت محاسبه شده هرساله را برای کلاس های مختلف کاربری اراضی نشان می دهد. شاخص های مشارکت به شرح زیر استخراج شد: سال ۱۹۸۶ (کشاورزی دیم ۱/۰۵، کشاورزی آبی ۰/۰۱، باغ: ۰، جنگل ۰/۰۸، مسکونی ۰، مرتع ۱/۴، آب ۰)، سال ۲۰۱۹ (کشاورزی دیم ۰/۶۳، کشاورزی آبی ۰/۰۶، باغ ۰، جنگل ۰/۲۵، مسکونی ۰، مرتع ۲/۲۶، آب ۰) نتایج نشان می دهد در هر دو

جدول ۱۰. شاخص مشارکت (CI)

Table 10. Contribution Index (CI)

۲۰۱۹			۱۹۸۷			کاربری اراضی
CI	S	Dt	CI	S	Dt	
۰/۶۳	۰/۱۱	۵/۷۹	۱/۰۵	۰/۲۱	۵/۰۴	کشاورزی دیم
-۰/۰۶	۰/۲۱	-۰/۳	-۰/۰۱	۰/۰۷	-۰/۲۸	کشاورزی آبی
۰	۰/۰۳	۰/۳۱	۰	۰	-۵/۳۳	باغ
-۰/۲۵	۰/۰۴	-۶/۴۸	-۰/۰۸	۰/۰۲	-۴/۴۸	جنگل
۰	۰/۰۱	۰/۰۷	۰	۰	۰/۵۳	مسکونی
۲/۲۶	۰/۵۷	۳/۹۸	۱/۴	۰/۶۷	۲/۱۵	مرتع
۰	۰	-۳/۳۴	۰	۰	۱/۵۵	آب

بحث و نتیجه گیری

از ۶ بیت در لندست ۵ به ۱۶ بیت در لندست ۸ استفاده شده است. بررسی تغییرات کاربری اراضی در سال های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹ در حوضه آبریز گیوی چای نشان داد که کاربری مرتع به ترتیب با مساحت ۱۲۲۴/۱۸ و ۱۰۴۶/۵۹ کیلومتر مربع طبقه غالب کاربری زمین است درحالی که در سال ۱۹۸۷ کاربری مسکونی با مساحت ۳/۶۶ کیلومتر مربع و در سال ۲۰۱۹ کاربری آب با مساحت ۳/۷۷ کیلومتر مربع کمترین مساحت را داشتند همچنین بیشترین کاربری تغییر یافته کاربری مرتع به کشاورزی دیم (۱۸۱ کیلومتر مربع) بوده است که نشان دهنده تخریب مراتع است. که با نتیجه مطالعه کاکه ممی و همکاران (۱۷) مطابقت دارد. نتایج دمای سطح زمین در طی دوره ۳۳ ساله ارزیابی شد که نشان داد متوسط دمای سطح زمین در سال ۱۹۸۷ از ۲۸/۳۹ درجه سانتی گراد به ۳۸/۸۶ درجه سانتی گراد و در سال ۲۰۱۹ از ۳۴/۳۵ درجه سانتی گراد به ۴۶/۶۲ درجه سانتی گراد افزایش یافته است به گونه ای که متوسط دمای کل

بررسی تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی، مستلزم تعیین نوع کاربری اراضی و برآورد دقیق دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی است. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست و اعمال روش طبقه بندی شیء گرا از دقت نسبتاً بالایی برخوردار است. صحت طبقه بندی نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۸۷، ۸۲/۵۰ و در سال ۱۹۸۷، ۹۶/۲۰۱۹، نشان دهنده صحت بالای روش طبقه بندی کاربری اراضی و نقشه کاربری اراضی است. افزایش دقت طبقه بندی پوشش اراضی در سال ۲۰۱۹ در مقایسه با سال ۱۹۸۷، با نگاهی به قابلیت تصاویر استفاده شده در دو تاریخ فوق کاملاً طبیعی به نظر می رسد. چراکه در سال ۱۹۸۷ از تصاویر لندست ۵ با قدرت تفکیک ۴ باند و در سال ۲۰۱۹ از تصاویر لندست ۸ با قدرت ۱۱ باند و همچنین ارتقاء قدرت تفکیک رادیو متریکی

از فصل تصویربرداری دانسته و بیان کردند که اغلب پوشش گیاهی در این ماه از سال خشک است، بنابراین تبخیر و تعرق توسط آن‌ها کم است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. همچنین در دو دوره مطالعه همبستگی منفی زیادی بین LST و NDVI وجود داشت. کشاورزی دیم و مرتع با LST بالاتر NDVI کمتری دارند، در حالی که پوشش گیاهی و آب‌ها NDVI بالاتری دارند. کاربری مربوط به کشاورزی آبی که اکثراً در مناطق اطراف رودخانه گیوی چای مشاهده شد به خاطر وجود رطوبت و تبخیر و تعرق ناشی از تراکم پوشش گیاهی دمای پایین‌تری نشان داد. در منطقه مورد مطالعه مناطق حومه شهر (باغات) و اراضی زراعی آبی حاشیه رودخانه گیوی چای و جنگل‌ها به دلیل دارا بودن زی‌توده سبز نسبتاً زیاد، دارای بیشترین مقدار شاخص پوشش گیاهی (NDVI) هستند در حال که پهنه‌های آبی، اراضی دیم، نواحی مسکونی و مراتع کمترین شاخص پوشش گیاهی را دارند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل شاخص پوشش گیاهی برای هر کلاس کاربری نشان داد که جنگل‌ها، کشاورزی دیم و مراتع دارای بالاترین مقادیر LST و کمترین مقدار NDVI در حالی که کمترین مقادیر LST و مقادیر بالاتر NDVI در طبقات جنگل و باغ مشاهده شد. جایگزینی پوشش گیاهی و جنگل‌ها با نواحی مسکونی عامل تبدیل خاک‌های مرطوب به سطوح غیر قابل نفوذ است که منجر به کاهش تبخیر سطح می‌شود. تابش خورشیدی جذب شده به گرما تبدیل می‌شود و با مقادیر بالاتر LST منعکس می‌شود. نتایج میزان همبستگی سه پارامتر (کاربری اراضی، دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی) نشان داد که شاخص پوشش گیاهی (NDVI) همبستگی منفی با دمای سطح زمین دارد به عبارتی با افزایش پوشش گیاهی دمای سطح زمین کاهش داشته است و این موضوع به این دلیل است که پوشش گیاهی بیشتر منجر به تبخیر و تعرق بیشتر و انتقال بخشی از دما و سرد شدن سطح زمین می‌شود. در نهایت محاسبه شاخص مشارکت برای هر کلاس کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹ نشان داد که کاربری کشاورزی دیم در سال ۱۹۸۷ و کاربری مرتع در سال ۲۰۱۹ بیشترین سهم را در افزایش دمای

منطقه مورد مطالعه در ۳۳ سال حدود ۷/۱۱ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. این امر نشان از توسعه شهری در منطقه مورد مطالعه است. بیشترین دمای ثبت شده در هر دو دوره متعلق به کاربری کشاورزی دیم (به ترتیب با ۳۸/۸۶ و ۴۶/۶۲ درجه سانتی‌گراد) است که نشان از تمرکز حرارت در این مناطق است. خشک بودن و برداشت محصول در این زمان می‌تواند علت اصلی دمای زیاد این کاربری باشد. کاربری‌های باغ، جنگل و آب نسبت به دیگر کاربری‌ها دمای سطح پایین‌تری را در هر دو دوره نشان دادند. مناطق دارای پوشش گیاهی به علت تبخیر و تعرق، نقش تعدیل‌کننده دما را دارند و مناطق دارای حداقل دما را در هر دو دوره به وجود آورده‌اند. کاربری آب هم به دلیل ظرفیت گرمایی بالا تأثیر زیادی در کاهش دما دارد. در این زمینه تحقیقات زیادی صورت گرفته که بر نقش پوشش گیاهی در کاهش درجه حرارت صحنه گذاشته‌اند از آن جمله می‌توان به تحقیقات احمدی و همکاران (۲) اشاره کرد که بیان داشتند در نواحی فاقد پوشش گیاهی، دمای سطحی با در نظر گرفتن عوامل مؤثر دیگر از جمله جهت شیب، زاویه تابش و غیره دمای سطحی بالاتری دارند که دلیل آن نفوذناپذیری سطح، قدرت جذب بیشتر دما توسط خاک نسبت به نواحی دارای پوشش گیاهی، عدم تبخیر و تعرق هست. کاربری نواحی مسکونی نسبت به کاربری‌های کشاورزی دیم و مرتع دمای پایه‌تری را نشان داد که می‌تواند علت آن را ناشی از وجود پارک‌ها، باغات که باعث تبخیر و تعرق و خنک‌کنندگی شهر می‌شوند و همچنین عواملی همچون ایزوگام بام‌ها که در انعکاس انرژی تابشی سهم زیادی دارد دانست. کاربری مرتع در هر دو سال مورد مطالعه، دمای بالایی (به ترتیب ۳۶/۵۷ و ۴۴/۸۱ درجه سانتی‌گراد) را داشته است. دلیل بالا بودن دمای این کاربری، با توجه به فصل مورد مطالعه که اواخر خرداد و اوایل تیرماه است، ازدیاد نواحی عاری از پوشش گیاهی یا پوشش گیاهی ناچیز و پراکنده است. اصغری سرسکانرود و امامی (۴) نتایج مشابهی گزارش کردند. احمدی و همکاران (۲) نیز در مطالعه خود دلیل افزایش دمای سطحی زمین در کاربری مرتع را با وجود پوشش گیاهی ناشی

سیاست‌ها و اجرای استراتژی‌هایی که رشد پایدار شهری را تقویت می‌کنند، مهم است. توصیه می‌شود مطالعات آینده برای درک عوامل محرک رشد شهری مشاهده‌شده و احتمالاً برای پیش‌بینی سناریوی احتمالی ادامه توسعه شهری انجام شود، همچنین از تصاویری با رزولوشن بالا برای طبقه‌بندی کاربری اراضی و برآورد دمای سطح زمین استفاده شود.

سطح در منطقه مورد مطالعه داشتند. با توجه به زمان تصاویر انتخاب‌شده علت اصلی این مشارکت را نیز می‌توان به زمان برداشت محصول کشاورزی دیم و خشک شدن مراتع نسبت داد. این مطالعه توانایی فناوری سنجنش‌ازدور را برای مشاهده و اندازه‌گیری خصوصیات فضایی و آب‌وهوایی سطح زمین نشان داده است. درک این پویایی‌ها برای برنامه‌ریزی، تدوین

References

1. Aboelnour M, Engel BA. 2018. Application of remote sensing techniques and geographic information systems to analyze land surface temperature in response to land use/land cover change in Greater Cairo Region, Egypt. *Journal of Geographic Information System*, 10(1): 57-88. <https://doi.org/10.4236/jgis.2018.101003>
2. Ahmadi B, Ghorbani A, Safarrad T, Sobhani B. 2015. Evaluation of surface temperature in relation to land use/cover using remote sensing data. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 6(1): 61-77. (In Persian).
3. Anderson JR. 1976. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data, vol 964. US Government Printing Office, University of Illinois at Urbana-Champaign, 28 p.
4. Asghari SS, Emami H. 2019. Monitoring the earth surface temperature and relationship land use with surface temperature using of OLI and TIRS Image. *Researches in Geographical Sciences*, 19(53): 195-215. (In Persian).
5. Ayanlade A. 2016. Variation in diurnal and seasonal urban land surface temperature: landuse change impacts assessment over Lagos metropolitan city. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2(4): 1-8. <https://doi.org/10.1007/s40808-016-0238-z>.
6. 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): 10.4172. <https://doi.org/10.4172/2469-4134.1000171>.
7. Chen M, Zhang H, Liu W, Zhang W. 2014. The global pattern of urbanization and economic growth: evidence from the last three decades. *PloS one*, 9(8): 1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103799>.
8. Crawley MJ. 2012. *Statistical Computing: An Introduction to Data Analysis using S-Plus*. John Wiley & Sons, 772 p.
9. Danodia A, Nikam R, Kumar S, Patel N. 2017. Land surface temperature retrieval by radiative transfer equation and single channel algorithms using landsat-8 satellite data. *Indian Institute of Remote Sensing-ISRO*: 1-7.
10. Feng Y, Gao C, Tong X, Chen S, Lei Z, Wang J. 2019. Spatial patterns of land surface temperature and their influencing factors: a case study in Suzhou, China. *Remote Sensing*, 11(2): 182. <https://doi.org/10.3390/rs11020182>.
11. Fonseka H, Zhang H, Sun Y, Su H, Lin H, Lin Y. 2019. Urbanization and its impacts on land surface temperature in Colombo metropolitan area, Sri Lanka, from 1988 to 2016. *Remote Sensing*, 11(8): 957. <https://doi.org/10.3390/rs11080957>.
12. Ghazanfari S, Naseri M, Faridani F, Aboutorabi H, Farid A. 2009. Evaluating the effects of UHI on climate parameters (A case study for Mashhad, Khorrasan). *International Journal of Energy and Environment*, 3(2): 94-101.
13. Guha S, Govil H, Dey A, Gill N. 2020. A case study on the relationship between land surface temperature and land surface indices in Raipur City, India. *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography*, 120(1): 35-50. <https://doi.org/10.1080/00167223.2020.1752272>.
14. Haque MI, Basak R. 2017. Land cover change detection using GIS and remote sensing techniques: A spatio-temporal study on Tanguar Haor, Sunamganj, Bangladesh. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 20(2): 251-263. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.12.003>.
15. Hasmadi M, Pakhriazad H, Shahrin M. 2009. Evaluating supervised and unsupervised techniques for land cover mapping using remote sensing data. *Geografia: Malaysian Journal of Society and Space*, 5(1): 1-10.
16. Hegazy IR, Kaloop MR. 2015. Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Daqahlia governorate Egypt. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 4(1): 117-124. <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2015.02.005>.
17. Kakehmami A, Ghorbani A, Asghari Sarasekanrood S, Ghale E, Ghafari S. 2020. Study of the relationship between land use and vegetation

- changes with the land surface temperature in Namin County. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 11(2): 27-48. (In Persian).
18. 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. <https://doi.org/10.3390/rs3071535>.
 19. Lotfi S, Mahmoodzade H, Abdolahi M, Salek FR. 2011. Land use mapping Of Marand: Appling Spot Satillite data and an Objected–Oriented approach. *Journal of GIS and RS Application in Planning*, 1(2): 47-56. (In Persian).
 20. Lu D, Mausel P, Brondizio E, Moran E. 2004. Change detection techniques. *International Journal of Remote sensing*, 25(12): 2365-2401. <https://doi.org/10.1080/0143116031000139863>.
 21. Mahato S, Pal S. 2018. Changing land surface temperature of a rural Rarh tract river basin of India. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 10: 209-223. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2018.04.005>.
 22. Marco H. 2019. Spatiotemporal contextual uncertainties in green space exposure measures: exploring a time series of the normalized difference vegetation indices. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5): 852. <https://doi.org/10.3390/ijerph16050852>.
 23. Morgan JA. 1998. The definition of surface emissivity in thermal remote sensing. In: 1998 IEEE Aerospace Conference Proceedings (Cat. No. 98TH8339). IEEE, pp 159-169. <https://doi.org/110.1109/AERO.1998.685813>.
 24. Rajabi M, Feyzolahpour M. 2014. Zoning the Landslides of Givichay River Basin by Using Multi Layer Perceptron Model. *Geography and Development*, 12(36): 161-180. <https://doi.org/10.22111/gdij.17160>. (In Persian).
 25. Saghiri J, Santoro J. 2018. Urbanization in Sub-Saharan Africa. In: *Meeting Challenges by Bridging Stakeholders*. Washington, DC, USA: Center for Strategic & International Studies, 1-7 p. <http://thegreentimes.co.za/wp-content/uploads/2019/03/Urbanization-in-Sub-Saharan-Africa.pdf>.
 26. Sekertekin A, Bonafoni S. 2020. Land surface temperature retrieval from Landsat 5, 7, and 8 over rural areas: Assessment of different retrieval algorithms and emissivity models and toolbox implementation. *Remote Sensing*, 12(2): 294. <https://doi.org/10.3390/rs12020294>.
 27. Sharma M, Rashmi G, Deepak K, Rajiv K. 2011. Efficacious approach for satellite image classification. *Journal of Electrical and Electronics Engineering Research*, 3(8): 143-150. Available online at <http://www.academicjournals.org/JEEER>.
 28. Swades P, Ziaul S. 2017. Detection of land use and land cover change and land surface temperature in English Bazar urban centre. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 20(1): 125-145. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.11.003>.
 29. Tarawally M, Xu W, Hou W, Mushore TD. 2018. Comparative analysis of responses of land surface temperature to long-term land use/cover changes between a coastal and Inland City: A case of Freetown and Bo Town in Sierra Leone. *Remote Sensing*, 10(1): 112. <https://doi.org/10.3390/rs10010112>.
 30. Zhao L. 2018. Urban growth and climate adaptation. *Nature climate change*, 8(12): 1034-1034. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0348-x>.



Original
paper

Monitoring land use changes and its relationship with land surface temperature and vegetation index in the southern areas of Ardabil province (Case study: Kiwi Chay catchment)

Shirin Mahdavian, Batol Zeynali, Bromand Salahi

Received: 23 September 2021 / Received in revised form 9 November 2021 / Accepted: 16 November 2021
Available online 18 November 2021 / Available print 1 January 2023

<https://doi.org/10.1001.1.26767082.1401.13.4.2.6>

Abstract

Background and Objective Irregular and unplanned urban expansion is known as urban sprawl and is characterized by low-density, transport-driven development, spreading out over large swathes of land towards the fringes of established urban centers. It is generally held that morphological modification of the urban landscape results in rising urban temperatures and the urban heat island (UHI) phenomenon. The biophysical properties of the urban space are determinants of the local urban climate. When there is significant alteration such as the replacement of vegetation and evaporating surfaces with impervious surfaces, the surface energy budget experiences fluxes which leads to warming at the local scale. Most scientists believe that the Earth's temperature has been rising since the 19th century. Meanwhile, a phenomenon called heat island in metropolitan areas (UHI) has caused a faster rise in temperature in these micro-climates, and in the coming years, the rapid urbanization trend will also increase the slope of temperature rise in cities.

According to statistics provided by the United Nations, by 2025, more than 80% of the world's population will live in cities, and this will worsen the situation as cities become warmer. Surface temperature (LST) is one of the most important environmental parameters that is affected by land use change. The purpose of this study is to analyze the land use change in the two periods of 1987 and 2019, to estimate and study the changes in LST and NDVI in the same period, and to analyze the impact of land use change in LST and NDVI and the relationship between all three parameters.

Materials and Methods In this study, Landsat 8 satellite images were used from the OLI sensor to extract the land use map and vegetation index, and the TIRS sensor was used to extract ground surface temperature for 2019 also Landsat 5 OLI sensor image was used to prepare land use map and vegetation index. Using visible, near-infrared, and infrared bands, the TM sensor was used to extract the surface temperature using thermal bands for 1987. Ecognition software was used to classify the object. Error matrices and related statistics (overall accuracy, kappa coefficient, user and Producer accuracy of each class) were used to evaluate the classification accuracy. Finally, Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between LST and NDVI, and the Contribution index was used to evaluate the impact of land use on surface temperature.

Sh. Mahdavian¹, B. Zeynali², B. Salahi³

1. Phd Student of Climatology, Faculty of Literature and Sciences, Mohaghegh Ardebili University, Ardebil, Iran

2. Associate Professor, Department of natural geography, Faculty of Literature and Sciences, Mohaghegh Ardebili University, Ardebil, Iran

3. Professor, Department of natural geography, Faculty of Literature and Sciences, Mohaghegh Ardebili University, Ardebil, Iran

e-mail: zeynali.b@uma.ac.ir

<https://doi.org/10.30495/GIRS.2022.686395>

Results and Discussion Investigating land use changes and their relationship with land surface temperature and vegetation index requires determining the type of land use and accurate estimation of land surface temperature and vegetation index. Preparing a satisfied land use map using Landsat satellite images and applying the object classification method Oriented has a relatively high accuracy. The accuracy of land use map classification in 1987, 82.5, and in 2019, 96.1 shows the high accuracy of the land use classification method and land use map. The study of land use changes in 1987 and 2019 in the Givi Chay catchment showed that rangeland use with an area of 1224.18 and 10469.59 square kilometers is the dominant land use, while in 1987, residential use with an area of 66.63 square kilometers and in 2019, water use with an area of 3.77 square kilometers had the lowest area. Also, the most modified use of rangeland use was dryland agriculture (181 square kilometers), which indicates the destruction of rangelands. The results of surface temperature during the 33-year period were evaluated which showed that the average surface temperature in 1987 from 28.39 °C to 38.86 °C and in 2019 from 34.35 °C to 46.62. The temperature has increased so that the average temperature of the whole study area in 33 years has increased by about 7.11 degrees Celsius. This indicates the urban development in the study area. The highest temperature recorded in both periods belongs to dryland agricultural use (38.86 and 46.62 °C, respectively), which indicates the concentration of heat in these areas. Dryness and harvest at this time can be the main cause of high temperatures of this use. Garden, forest, and water uses showed lower surface temperatures in both periods than other uses. Vegetation areas due to evapotranspiration have a temperature-moderating role and have areas with a minimum temperature in both periods. Water use also has a great effect on reducing the temperature due to its high heat capacity. The use of residential areas compared to rainfed and pasture agricultural uses showed a lower temperature, which can be due to the existence of parks, and gardens that cause evaporation and cooling of the city, as well as factors such as roofing, felt in The reflection of radiant energy has a great share. Rangeland use had high temperatures (36.57 and 44.81 °C, respectively) in both years under study. The reason for the high temperature of this land, according to the study season, which is late June and early July, is an increase in areas free of vegetation or vegetation that is small and scattered. There was also a large negative correlation between LST and NDVI in the two study

periods. Rainfed and rangeland agriculture with higher LST have lower NDVI, while vegetation and water have higher NDVI. Aquatic agricultural use, which was mostly observed in the areas around the Givi Chai River, showed lower temperatures due to the presence of moisture and evapotranspiration due to vegetation density. In the study area, suburban areas (gardens) and irrigated arable lands along the Givi Chai River and forests have the highest amount of vegetation index (NDVI) due to their relatively high green biomass, while irrigated areas, rainfed lands, Residential areas, and pastures have the lowest vegetation index. The results of vegetation index analysis for each land use class showed that forests, rainfed agriculture, and rangelands with the highest LST values and the lowest NDVI values while the lowest LST values and higher NDVI values were observed in forest and garden classes. Replacement of vegetation and forests with residential areas causes the conversion of wet soils to impenetrable surfaces, which leads to reduced surface evaporation. Absorbed solar radiation is converted to heat and reflected with higher values of LST. Increased vegetation has reduced the earth's surface temperature, and this is due to the fact that more vegetation leads to more evapotranspiration and transfer of part of the temperature and cooling of the earth's surface. Finally, the calculation of the participation index for each land use class in 1987 and 2019 showed that dryland agricultural use in 1987 and rangeland use in 2019 had the largest share in increasing surface temperature in the study area. According to the time of the selected images, the main reason for this participation can also be attributed to the time of harvest of dryland agricultural products and drying of pastures.

Conclusion The results confirm the increase in surface temperature between different land use classes. Rangeland and dry agricultural uses showed higher LST values compared to forests and irrigated agriculture and water areas. High-temperature areas also had low NDVI values. Conversely, low-temperature areas such as vegetation and water had higher NDVI values. In addition, a high negative correlation was observed between LST and NDVI in both study periods. It has also been shown that rangeland and irrigated agriculture have a positive effect on LST, while forests and water have a cooling or moderating effect.

Keywords: Land use, Land surface temperature (LST), Normalized differential vegetation index, Contribution index

Please cite this article as: Please cite this article as: Mahdavian Sh, Zeynali B, Salahi B. 2022. Monitoring land use changes and its relationship with land surface temperature and vegetation index in the southern areas of Ardabil province (Case study: Kiwi Chay catchment). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 13(4): 21-48. <https://doi.org/10.30495/GIRS.2022.686395>