نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و دوم، شماره ۶۴، بهار ۱۴۰۱

تاثیر کاربری اراضی و پوشش گیاهی بر شکل‌گیری جزایر حرارتی
نمونه موردی: شهر قائن

دریافت مقاله: ۹۷/۵/۹ **پذیرش نهایی**: ۹۸/۵/۴

صفحات: ۹۳-۷۹

عبدالمجید احمدی: استادیار ژئومورفولوژی، دانشکده علوم انسانی،گروه جغرافیا، دانشگاه بزرگمهر قائنات، قائنات، ایران.
Email: ahmadi@gmail.buqaen.ac.ir
ابراهیم اکبری: کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
Email: e.akbari.2791@gmail.com
جواد جمال آبادی: استادیار ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران[1]
Email: javadjamalabadi@yahoo.com
مریم آل محمد: دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email: h.abareshi@gmail.com

چکیده

آگاهی از وضعیت پوشش گیاهی، تغییرات کاربری اراضی و دمای سطح زمین در هر منطقه و روند تغییرات زمانی و مکانی آن‌ها در طول زمان برای برنامه‌ریزی‌های خرد و کلان از اهمیت زیادی برخورداراست. سنجش‌ازدور نقش بسیار مهمی در مطالعات منابع طبیعی بخصوص پوشش گیاهی دمای سطح و تغییرات کاربری در هر مکان دارد، همچنین داشتن قابلیت در دسترس بودن اطلاعات برای زمان‌های مختلف، تکنیک‌های ارزشمندی را برای مطالعات و محققین فراهم کرده است. در این پژوهش به‌منظور بررسی روند تغییرات‌کاربری‌اراضی، پوشش‌گیاهی، دمای‌سطح‌زمین و مخاطرات ناشی از آن‌ها در سری زمان‌های چندساله از تصاویر سنجنده‌ETM و OLI استفاده گردید. نتایج به دست‌آمده نشان می‌دهد مساحت محدوده ساخته‌شده در سال ۱۳۷۹ (۱۶٪) بوده‌است که این مقدار برای سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۶ به ترتیب به (۲۳٪) و (۲۶٪) افزایش یافته است. مساحت باغات در سال ۲۰۰۰ (۲۶٪) و در سال ۲۰۱۰ به(۳۰٪) افزایش یافته و در سال ۲۰۱۷ به (۲۳٪) کاهش یافته است که بیشتر ناشی از ساخت‌وساز و توسعه شهری بر روی اراضی کشاورزی بین سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۶ بوده است. درصد مساحت اراضی بایر در سال ۲۰۰۰ (۵۷٪) بوده است و تا سال ۲۰۱۷ (۴۶٪) کاهش یافته است که ناشی از افزایش محدوده‌های ساخته شده و همچنین تبدیل اراضی کشاورزی به اراضی بایر می باشد. بیشترین دما در سال ۲۰۰۰ (۳۸ درجه) است و در سال ۲۰۱۰ بیشترین دما به (۴۲درجه) و در سال ۲۰۱۷ بیشترین دما به (۴۵ درجه) تغییر یافته است که نشان از افزایش تدریجی دما دارد. با توجه به اهمیت پوشش گیاهی و نقش آن در تعدیل دمای سطح زمین، در مناطق با پوشش گیاهی فشرده و غنی دما روند کاهشی داشته است.

کلید واژگان: جزایرحرارتی، تغییرات‌کاربری‌اراضی، پوشش‌گیاهی، شاخص NDVI، شهر قائن

---

۱. نویسنده مسئول: سبزوار، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، گروه ژئومورفولوژی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]

مقدمه

یکی از مخاطرات محیطی و بحران‌های اکولوژیکی که امروزه جهان با آن روبه‌رو است پدیده تغییرکاربری اراضی می‌باشد(موسوی‌وهمکاران،۱۳۹۵:۱۳۰).گسترش شهری اغلب منجر به تغییر کاربری زمین می‌شود، حال ممکن است که این تغییر در زمین‌های زراعی و باغات صورت پذیرد و یا مراتع و جنگل‌ها و دامنه‌های کم و بیش شیب‌دار کوه‌ها و تپه‌ها را در بر بگیرد(قادرمزی،۱۳۸۳:۳۷). شهرنشینی انواع پوشش سطح زمین در نواحی شهری را تغییر داده که منجر به شکل‌گیری آب‌وهوای متمایزی شده‌است که آب و هوای شهری نامیده می‌شود. تغییرات کاربری اراضی بر طیف گسترده‌ای از ویژگی‌های محیط‌زیست و منابع طبیعی مانند کیفیت آب، منابع زمینی‌وهوایی، فرآیندها و توابع اکوسیستم‌ها و سیستم‌های آب‌وهوایی تأثیرگذار است. بنابراین تشخیص به موقع و دقیق این نوع تغییرات، پایه و اساس درک بهتر روابط و تعاملات میان انسان و پدیده‌های طبیعی می‌باشد و در نتیجه مدیریت بهتر و استفاده مناسب‌تر از منابع طبیعی را فراهم می‌کند(شنانی هویزه و زارعی به نقل از سونداراکومار و همکاران، لو[1] و همکاران،۱۳۹۵:۲۳۷). روند ساخت‌وساز بی‌رویه و تقلیل فضای سبز به‌عنوان ریه‌های شهری به تغییرات منفی در میکرو اقلیم شهرها می‌انجامد. شهرها همواره تحت تأثیر نیروها و عوامل گوناگونی شکل گرفته و گسترش می‌یابند؛ با تحولات اجتماعی، جابجایی‌های جمعیتی، تغییرات اقتصادی و نوآوری‌های فن شناختی، دگرگون می‌شوند. در زمانی که جمعیت افزایش یابد، فعالیت و سرمایه‌گذاری لاجرم به سرعت توسعه می‌یابد و نظام و سازمان کالبدی شهرها دستخوش تغییرات اساسی می‌شوند(واحدیان‌بیگی و همکاران،۱۳۹۰:۳۰). نوع کاربری اراضی نقش بسیار مهمی در دمای سطحی در شهرها دارد، به‌نحوی‌که برخی مناطق شهری نسبت به سایر مناطق دمای بالاتری داشته و به‌عنوان جزایر حرارتی شناخته می‌شوند(رز[2] و دیگران،۱۹۸۹). جزایر حرارتی شهری از معمول‌ترین پدیده‌های شهراند، که در آن‌ها برخی از مناطق شهری و به‌خصوص مراکز شهرها چند درجه از مناطق اطرافشان گرم‌تر می‌شوند. جزایر حرارتی شرایط زیست‌محیطی دشواری را برای ساکنان شهرها به وجود آورده و تأثیر زیادی بر کیفیت هوا، مصرف انرژی، آسایش انسان و بروز بیماری‌های ناشی از حرارت زیاد می‌گذارند(فلاح‌زاده ،۱۳۸۸). مطالعه این پدیده و بررسی سازوکار یا مکانیسم آن‌ها در برنامه‌ریزی‌های شهری اهمیت بسیار زیادی دارد. در طول دو دهه اخیر نیاز فراوان به اطلاعات دمایی سطح زمین برای مطالعات محیطی و فعالیت‌های مدیریتی، منابع‌زمینی سنجش‌ازدور دمایی سطح زمین را به یکی از موضوعات مهم علمی تبدیل‌کرده‌است(سوبرینو و همکاران ،۲۰۰۴[3]). نوع سازه، پوشش سطح زمین، ترافیک، ازدحام جمعیت و فعالیت‌های صنعتی منجر به شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری می‌شوند. جایگزین شدن پوشش طبیعی زمین با سنگفرش، سازه‌ها، آسفالت و سایر ساخت‌وسازهای شهری اثرات خنک‌کنندگی سطوح طبیعی را از بین‌می‌برند. همچنین سازه‌های مرتفع و خیابان‌های باریک جریان هوا را کاهش داده و هوای پیرامون را گرم می‌کنند، علاوه بر این حرارت وسایل نقلیه،کارخانه‌ها و وسایل تهویه کننده‌هوا،گرمای محیط را افزایش داده و اثرات جزایر حرارتی را تشدید می‌کنند(طاهری،۱۳۹۷). جزایر حرارتی با تغییر الگویی بادهای محلی ،تقویت رشد ابرها و مه، افزایش تعداد

1 Sundarakumar etal & Lu etal
2 Roth
3 Sobrino & al

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]

رعدوبرق و تأثیر بر میزان بارش، شرایط هوا اقلیم محلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد(لیووهانگ،۲۰۱۱)[1]. نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که، این پدیده به‌طور مستقیم و غیرمستقیم روی سلامت و آسایش ساکنان شهری اثرمی‌گذارد. اثرات نامطلوب این پدیده، شامل تخریب محیط‌زیست، افزایش مصرف انرژی، افزایش مقدار ازن و حتی باعث افزایش نرخ مرگ‌ومیر می‌شود(یان و بائور:۲۰۱۱)[2]. متوسط بعضی از مناطق شهری به میزان ۹ درجه سانتی‌گراد نسبت به متوسط دمای سطح شهر است. این محدوده حرارتی درواقع همان جزایر حرارتی در سطح شهر می‌باشند. در دهه‌های اخیر هم‌زمان با افزایش جمعیت جهان و گسترش شهرنشینی در دنیا، بخش زیادی از زمین‌های شهری دستخوش تغییرات کاربری شده و موجب جایگزینی سطوح طبیعی نسبتاً نفوذپذیر با سطوح سخت غیرقابل نفوذ شامل سنگ‌فرش، آسفالت و نواحی متراکم مملو ساختمان گردیده است. این‌گونه تغییرات همراه با فعالیت‌های گوناگون انسان در چشم‌اندازهای شهری، زمینه‌ی فرآیندهای تبادل گرما و رطوبت در لایه مرزی شهری را هرچه بیشتر فراهم می‌آورد. این تغییر در فرآیندها سبب می‌شود چشم‌انداز شهری از آب‌وهوای ویژه‌ای نسبت به نواحی روستایی پیرامونش برخوردار شود. این پدیده برای توصیف گرم بودن جو و سطح شهرها در مقایسه با مناطق غیرشهری پیرامون به‌کار می‌رود. دمای سطح زمین (LST) عامل مهم در مطالعات جهانی و تغییر و تعادل گرماست و به عنوان یک نماینده برای تغییر آب و هوا به شمار می‌رود(سریستاوا[3]وهمکاران،۲۰۰۹:۱۵۶۳). به طوری که عامل مهمی در کنترل فیزیکی-شیمیایی و فرآیندهای زیستی زمین محسوب می‌شود(علوی‌پناه، ۱۳۸۷: ۲۸۷). با توجه به آنچه گفته شد، هدف از تحقیق حاضر تحلیل فضایی تغییرات دمایی در ارتباط با تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور می‌باشد. بنابراین سوالات تحقیق بدین صورت می باشد:۱. کاربری اراضی و پوشش گیاهی و دمای سطح زمین در بازه چند ساله چه تغییراتی داشته است؟ ۲. روند تغییرات دمایی چگونه و چه پهنه‌هایی را دربرمی‌گیرد؟

در زمینه پژوهش حاضر مطالعات داخلی و خارجی صورت گرفته به شرح ذیل می‌باشد:

ارزیابی آثار توسعه شهری بر جزایر حرارتی شهرگوانگژچین توسط(ونگ و یانگ ،۲۰۰۴)[4]، با استفاده از تصاویر ماهواره لندست TM نشان داد، گسترش ساخت سازهای شهری موجب تقویت اثر جزایر حرارتی با بزرگی ۰/۲تا ۴/۷ درجه سانتی‌گراد شده است(ژیاو و مودی،۲۰۰۵)[5]، رابطه بین تغییرات‌کاربری‌اراضی و پوشش زمین را با الگوی دمای سطح زمین در دلتایی به نام پیرل ریور در ایالت گوانجانگ در جنوب چین با استفاده از تصاویر ماهواره لندست TMوETM+ بررسی کردند، نتایج بیانگر آن بود که پراکندگی جزایر حرارتی در مناطق شهری با الگویی توزیع‌شده بودند که رابطه مستقیم با توزیع الگویی پوشش اراضی داشته‌اند(جیانگ و همکاران،۲۰۱۰)، شاخص فضایی درجه حرارت پوشش گیاهی(LST) را محاسبه کردند، تا اثرات تغییرات کاربری را در سطح شهر به دست آورند. نتیجه تحقیقات آنان مشخص کرد که تغییرات شدید کاربری پوشش زمین منجر به ایجاد جزایر حرارتی می‌شوند. جزایر حرارتی شهری و تاثیر آن بر امواج گرما و سلامت انسان در شانگهای چین

1 Liuohong
2 Yan and baur
3Syrstwa
4 Weng
5 Xiao & Moody

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]

پژوهشی است که توسط(تان و همکاران[1]:۲۰۱۰)، انجام‌شده است، نتایج نشان داد که سایت‌های مختلف(مرکز شهر) درجات مختلفی از گرم شدن را تجربه کرده‌اند(جان و جی آن[2]،۲۰۱۴) در تحقیقی مدل‌های آماری دمای سطح زمین را با استفاده از داده‌های سنجش از دور ماهواره‌ای لندست ۵، مشخص می‌کند که در آن دما در هر مکان و برای هر گونه استفاده از زمین به عنوان تابع الگوی استفاده از زمین در اطراف این مکان مدل سازی می‌شود. شاخص عادی گیاهان(NDVI) و متغیرهای استفاده از اراضی منطقه به عنوان ورودی برای این مدل‌ها استفاده می‌شود که با داده‌های کلمبوس، اوهایو، منطقه شهری برآورد شده است. نتایج اثرات استفاده از زمین-های همسایه را بر دمای محلی تأیید می‌کند. کاربرد این مدل‌ها برای برنامه‌ریزی استفاده از زمین، با شبیه-سازی تغییرات کاربری زمین‌های فرعی و محاسبه اثرات دما به دست آمده است. نتایج نشان می‌دهد که امکان کاهش دمای هوا در مناطق مسکونی و شهری با استفاده از محوطه محصور در مناطق سبز امکان پذیر است. بررسی تأثیر ترکیبی و فیزیکی شهری، پژوهشی که توسط (سونگ و وو۲۰۱۶:۳)، در ایالت ویسکانسین آمریکا انجام‌شده است که نتیجه کلی پژوهش آنان نشان از نقش بی‌چون‌وچرای سطوح غیرقابل نفوذ در تنوع جزایر حرارتی مناطق شهری دارد.(پرافل و پرادیپیکا[4]،۲۰۱۷) در تحقیقی، تأثیر منفی شهرنشینی در طول زمان و تأثیر آن بر روند افزایش دما و تخریب بوم شناختی شهری، با استفاده از داده حرارتی لندست و مطالعات میدانی در شهر لکنونا، هند، مورد ارزیابی قرار گرفت؛ نتایج نشان داد که توزیع فضایی سطح زمین سطح تحت تأثیر تغییرات پوشش زمین و علل آلودگی قرار گرفته است. میانگین درجه حرارت سطح زمین در بین سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۴، ۰,۷۵ درجه‌سانتی‌گراد بود. نتایج مشاهده شده نشان می دهد که بخش مرکزی شهر دارای بالاترین دمای سطح در مقایسه با منطقه باز، در مناطقی است که دارای ساختمان های متراکم بالا هستند و مناطق تحت پوشش گیاهان و آب‌های سطحی، دمای پایین‌تر را نشان می‌دهند. همبستگی شدید بین درجه حرارت سطح زمین با شاخص پوشش گیاهی اختلاف معنی‌دار NDVI و UTFVI وجود دارد. (امیری و همکاران:۱۳۸۶)، با استفاده از تصاویر+ETM وTM چند زمانه شهر تبریز به بررسی تغییرپذیری فضایی-زمانی حرارت در زمینه کاربری پوشش زمین پرداختند. نتایج نشان داد که گرم‌ترین کلاس پوشش در سال ۱۹۹۸کلاس کاربری مسکونی بود، اما در سال ۲۰۰۱ و۱۹۸۹ زمین‌های بایر گرم‌ترین کلاس بودند. (آخوندزاده و سراجیان ۱۳۸۶) برای نمایش جزایر حرارتی در مناطق شهری از تصاویر سنجنده ASTER استفاده کردند. در این مطالعه تصاویر ماهواره‌ای ASTER در محدوده‌های مرئی، مادون‌قرمز نزدیک و مادون‌قرمز حرارتی طیف الکترو- مغناطیس به‌منظور تهیه نقشه‌های حرارتی ضریب گسیل ، توزیع پوشش گیاهی و سایر لایه‌های اطلاعاتی مورد پردازش قرارگرفتند. در این تحقیق نقشه LST و ضریب گسیل منطقه شهری تهران با الگوریتم TES تهیه گردید. نتایج تحقیق نشان‌دهنده آن است که تصاویر چند طیفی ASTER می‌توانند ابزار مفیدی جهت نمایش تجزیه‌وتحلیل منابع و اثرات انرژی در محیط‌های شهری در ایران بکاررروند. در پژوهشی دیگر(شکیبا و همکاران، ۱۳۸۸)، بررسی رابطه میان شاخص پوشش گیاهی نرمال شده و حرارت سطح با استفاده از تحلیل همبستگی و رگرسیون چند متغیره را انجام دادند، در این تحقیق جزایر حرارتی شهر تهران مورد بررسی

1 Jun and Jean
2 Prafull and Pradipika

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]

قرارگرفتند، بدین منظور پوشش اراضی شهر تهران را بر اساس تغییر در خصوصیات بیوفیزیکی طبقه‌بندی کرده و نقش هر یک از پوشش‌ها و کاربری اراضی در شکل‌گیری جزایر حرارتی را تحلیل نمودند، که نتایج بیانگر نقش مؤثر پوشش‌گیاهی در تعدیل دمایی سطح بود. (رنگزن وهمکاران،۱۳۹۰)، به بررسی تحلیل کاربری اراضی در شکل‌گیری جزایر حرارتی شهر اهواز پرداختند. نتایج نشان‌دهنده نقش زمین‌های بایر و محدوده‌های صنعتی در شکل‌گیری جزایر حرارتی بودند. روستایی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی سنجش فضایی گستردگی شهری با تاکید بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه مطالعه موردی: ارومیه پرداخته‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۶۳، ۱۷۱۸۸/۵۶ هکتار از اراضی شهر ارومیه تغییر کاربری داده شده است؛ که بیش‌ترین تغییر کاربری اراضی در اراضی کشاورزی آبی با کاهش ۷۶۷۲/۴۱ هکتار صورت گرفته است. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد در سال ۱۴۰۰ در حدود ۲۴۰۸/۵۵ هکتار به اراضی ساخته شده اضافه خواهد گردید؛ که این امر باعث تغییر کاربری اراضی در شهر ارومیه و ناپایداری شهری در توزیع بهینه خدمات و دسترسی به امکانات زندگی برای ساکنان شهر خواهد شد. در مواقعی که توزیع مکانی دمای سطح در پهنه‌ی وسیع و به طور همزمان مورد نیاز است، فن سنجش از دور قابلیت‌های خود را به نمایش می‌گذارد (دانش‌کار و همکاران،۱۳۹۰: ۷۰). آگاهی از میزانLST کمک شایان توجهی به طیف وسیعی از مسائل مرتبط با علوم زمین نظیر اقلیم شهری، تغییرات جهانی محیطی و بررسی تعاملات انسان و محیط خواهد نمود(مالیک و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۳۱). هدف این پژوهش ارزیابی نقش کاربری اراضی و همچنین تاثیر پوشش گیاهی در ایجاد جزایر حرارتی در محدوده شهر قائن در محدوده استان خراسان جنوبی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و مبتنی بر تحلیل‌های آماری می‌باشد.

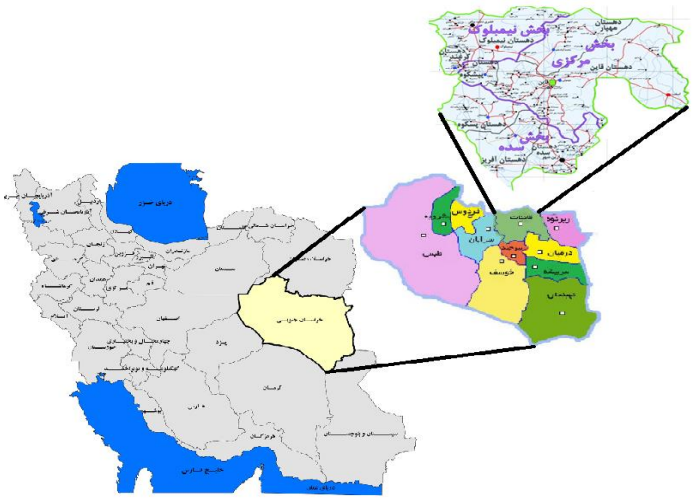
روش تحقیق

معرفی محدوده مورد مطالعه

شهرستان قائن در استان خراسان جنوبی و بین مدار ۵۹ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۱۴۴۰ متری از سطح دریا واقع شده است. فاصله این شهرستان از مشهد ۳۷۲ کیلومتر و از بیرجند ۱۰۵ کیلومتر می‌باشد. بر پایه سرشماری عمومی نفوس و مسکن درسال ۱۳۹۵جمعیت این شهر ۴۲۳۲۳ نفر (در ۱۱۹۲۰ خانوار) بوده است شکل(۱).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]



شکل(۱). موقعیت جغرافیایی محدوده‌ی مورد مطالعه

داده و روش کار

در این تحقیق از تصاویر سنجنده ETM مربوط به سال‌های (۱۳۷۹) ۲۰۰۰ و سال‌های (۱۳۸۹) ۲۰۱۰ و سنجنده OLE ۱۳۹۶ از ماهواره لندست استفاده شده است. تاریخ تصاویر به ترتیب ۲۰۰۰/۵/۲۸، ۲۰۱۰/۵/۲۴ و ۲۰۱۷/۱۱/ ۲۷ می‌باشد. برای کاهش خطاهای مربوط به تصاویر ماهواره‌ای، تصاویر ماهواره‌ای لندست تصحیح هندسی و رادیومتریک شد. سپس محدوده مورد مطالعه را از تصاویر جدا کرده و اطلاعات ماهواره‌ای را از طریق روش نظارت شده طبقه‌بندی گردید و برای رده‌بندی پیکسل‌ها از نمونه‌های آموزشی استفاده شد. بدین صورت که با تعریف پیکسل‌های مشخص از تصویر برای هر یک از کلاس‌ها عمل طبقه‌بندی در قالب کلاس‌های آموزشی در نظرگرفته‌شده انجام می‌شود. در این روش ارزش بازتابی هر پیکسل ناشناخته و بر اساس واریانس و کواریانس آن طبقه‌بندی واکنش طیفی ویژه تجزیه و تحلیل می‌شود؛ و فرض بر این است که توزیع داده‌های هر طبقه بر اساس توزیع نرمال در اطراف پیکسل میانگین آن طبقه قرار گرفته‌اند. در عمل واریانس و کوواریانس و میانگین طبقه مختلف هر تصویر ماهواره‌ای، برای طبقه بندی پدیده‌ها محاسبه می‌شود تا هر یک از پیکسل‌ها به طبقه‌ای تعلق یابد که حضورش در آن طبقه از احتمال بیشتری برخودار است. در ادامه جهت پی بردن به تغییرات صورت گرفته در کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه (شهر قائن) که شامل کاربری‌های باغات و زمین‌های کشاورزی، محدوده‌های ساخته شده، اراضی بایر و مراتع مدنظر قرار گرفته و تصاویر طبقه بندی شده در چهار کلاس نهایی به دست آمد.

در اکثر تحقیقات انجام‌شده برای برآورد دمای سطح زمین معمولا از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که می‌توان گفت روش Split Window نسبت به روش‌های دیگر جهت برآورد دمای سطح زمین برتری دارد. در این تحقیق قبل از شروع مراحل محاسبه دمای سطح زمین با استفاده از این روش، برای انجام تصحیح رادیو متریک تصاویر ماهواره‌ای از نرم‌افزار ENVI و استفاده از روش FELASH بهره گرفته شده است. دراین بخش برای باندهای حرارتی فقط عملیات رادیانس انجام گرفت و پس از انجام عملیات پیش پردازش برای محاسبه دمای سطح زمین مراحل زیر را به ترتیب انجام می‌دهیم.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]

محاسبه پوشش گیاهی سطح زمین(NDVI)

به دست آوردن دمای سطح زمین نیازمند دانش پیرامون توان تشعشعی سطح زمین(LSE) است. برای به دست‌آوردن توان تشعشعی از روش ترکیبی آستانه NDVI و طبقه‌بندی تصویر استفاده شد. شاخص NDVI بر پایه‌ی ارتباط جذب انرژی در محدوده‌ی طیفی قرمز توسط کلروفیل و افزایش انعکاس در انرژی مادون‌قرمز نزدیک برای پوشش گیاهی سالم استوار است(Lenney et al.1999)

برای سنجنده ی ETM لندست۷ مقدار NDVI از رابطه(۱) به دست می‌آید.

رابطه(۱)

NDVI OLI/TIRST = (B۴-B۳)/(B۴+B۳)

برای سنجنده ی OLI لندست ۸ مقدار NDVI از رابطه (۲) به دست می‌آید.

رابطه(۲)

NDVI OLI/TIRST = (B۴-B۵)/(B۴+B۵)

محاسبه کسر پوش گیاهی (FVC[۱])

برای به دست آوردن کسر پوشش گیاهی تصاویر NDVI به‌صورت خطی بین خط خاک خشک (NDVI min) و پوشش گیاهی متراکم (NDVI max) قرار می‌گیرد. این عملیات خطی می‌تواند خطای رخداده در عملیات کالیبراسیون و تصحیح رادیومتریک را کاهش دهد رابطه(۳).

رابطه(۳)

$$FVC = [\frac{NDVI-NDVI_{min}}{NDVI_{max}-NDVI_{min}}]^2$$

قابلیت انتشار سطح زمین(LSE)

محاسبه دمای سطح زمین نیازمند دانش پیرامون توان تشعشعی سطح زمین (LSE) است. برای محاسبه توان تشعشعی سطح زمین از روش جیمنز و سوبریتو استفاده شد. در این روش LSE با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری‌شده در باندهای مرئی و مادون‌قرمز نزدیک سنجنده های لندست،شاخص‌های پوشش گیاهی و کسر پوشش گیاهی به دست می‌آید.

رابطه(۴) FVC v *۱LSE s FVC

در رابطه(۴) ، εs و εv به ترتیب مقادیر توان تشعشعی خاک و پوشش‌گیاهی و کسر پوشش‌گیاهی است. که مقادیر ضریب انتشار خاک و گیاه از جدول(۱) به‌دست‌آمده است.

۱. Fractional Vegetation Cover (FVC)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]

جدول(۱). ضرایب انتشار خاک و گیاه

Emissivity	۱۰Band	۱۱Band
انتشار خاک $\in s$	۰٫۹۷۱	۰٫۹۷۷
انتشار گیاه $\in v$	۰٫۹۸۷	۰٫۹۸۹

(مآخذ: Latif, ۲۰۱۴:۳۸۴۰)

دمای روشنایی(Tb)

برای به دست‌آوردن دمای روشنایی داده‌های باند حرارتی از رادیانس طیفی در سنجنده به دمای روشنایی تبدیل میشود. دمای روشنایی با فرض اینکه زمین جسم سیاه است (ضریب انتشار[۱]=۱) محاسبه می‌شود و شامل تأثیرات اتمسفر است (جذب و تشعشع). دمای روشنایی را با استفاده از ضرایب کالیبراسیون سنجنده از رابطه(۵) به دست می‌آوریم(طاهری،۱۳۹۷):

$$T = \frac{K_2}{\ln(\frac{K_1}{L\lambda+1})}$$ رابطه(۵)

T دمای مؤثر روشنایی در سنجنده برحسب کلوین،

K۲ ضریب کالیبراسیون ۲ برحسب کلوین،

k۱ ضریب کالیبراسیون ۱ برحسب sr μm۲W/m

lλ رادیانس طیفی در سنجنده است. مقادیر ضریب کالیبراسیون برای باندهای ۱۰ و ۱۱ از جدول(۲) به دست می‌آید.

جدول(۲). ضرایب کالیبراسیون

باند	۱K	۲K
۱۰	۷۷۴٫۸۹	۱۳۲۱٫۰۸
۱۱	۴۸۰٫۸۹	۱۲۰۱٫۱۴

(مآخذ: Latif, ۲۰۱۴:۳۸۴۰)

الگوریتم پنجره مجزا

برای به دست‌آوردن دمای سطح زمین از داده‌های حرارتی سنجنده TIRS از الگوریتم ۲ پنجره روش پیشنهادی سوبرینو و همکاران استفاده شد رابطه(۶).

(رابطه۶)

$$LST = TB_{10} + C_1 + (TB_{10} - TB_{11}) + C_2(TB_{10} - TB_{11})^2 + C_0 + (C_3 + C_4 W)(1 - m) + (C_5 + C_6 W)\Delta m$$

در رابطه(۵) مقادیر ثابت از جدول(۳) و مقادیر m و Δm از روابط(۶) و (۷) به دست می‌آید شکل(۱).

(Latif, ۲۰۱۴:۳۸۴۰) :

۱-emissivity

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]

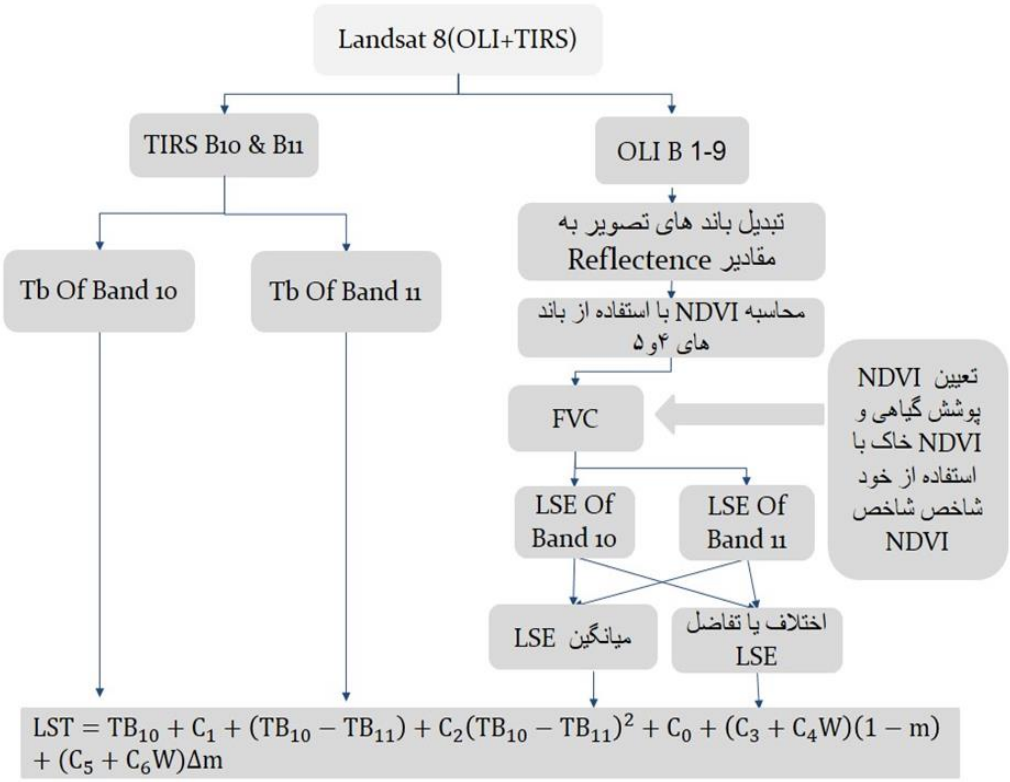
$$\text{maen of LSE} = m = \left(\frac{LSE_{10}+LSE_{11}}{2}\right)$$ (رابطه۶)

$$\text{Diffrence of LSE} = \Delta m = LSE_{10} - LSE_{11}$$ (رابطه۷)

جدول(۳). مقادیر ثابت فرمول split-window

مقدار	ثابت
-۰،۲۶۸	۰C
۱،۳۷۸	۱C
۰،۱۸۳	۲C
۵۴،۳	۳C
۲،۲۳۸	۴C
-۱۲۹،۲	**۵C**
۱۶،۴	۶C

(مآخذ: Latif, ۲۰۱۴:۳۸۴۰)



شکل(۲). فلوچارت اجرای الگوریتم Split Window (مآخذ: Latif,2014:3840)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

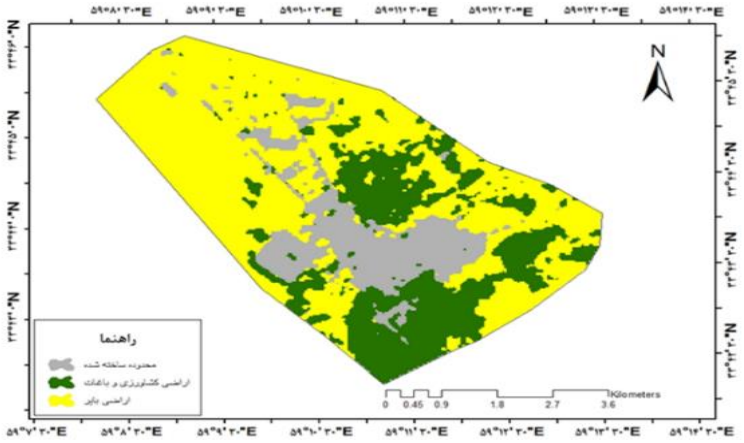
[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]

نتایج

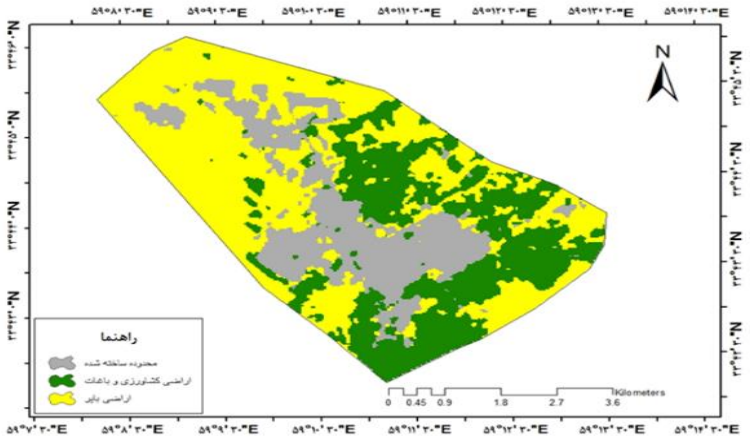
در پژوهش حاضر سعی بر آن است تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۶ بررسی و تغییرات دمایی و پوشش گیاهی ارائه گردد و رابطه‌ی میان این شاخص‌ها در تاثیر جزایر حرارتی تحلیل و بررسی شود.

اشکال(۳ تا ۵) به ترتیب تصویر منطقه در سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۶ را نشان می‌دهد که بر اساس این تصاویر نقشه‌های تغییرات‌کاربری اراضی برای سال‌های ذکر شده تهیه شده است.

تغییر در کاربری‌ها در گذر زمان با افزایش دخالت‌های انسانی افزایش یافته و رشد و توسعه‌ی محیط‌های انسان‌ساخت نیز بر روند تغییرات افزوده است. شهر قائن از سال ۲۰۰۰ تا سال۲۰۱۷ شاهد رشد و گسترش پراکنده‌ای در محیط شهری خود بوده که ناشی از ساخت‌وسازهای انسان در این شهر می‌باشد. توسعه‌ی شهر قائن بیشتر به صورت افقی و با تغییر سایر کاربری‌ها بوده است.



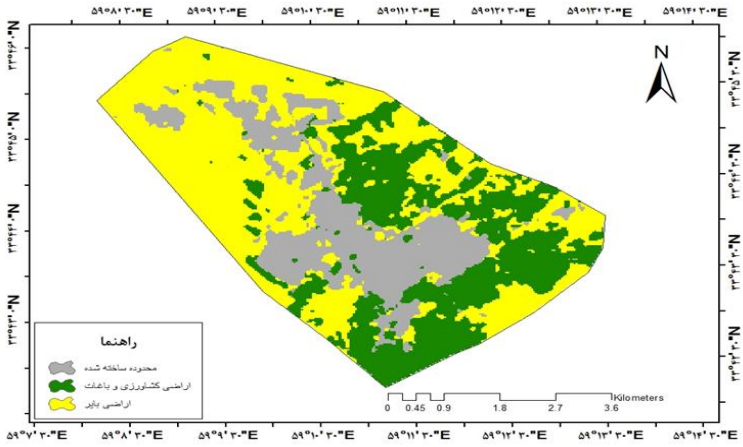
شکل(۳). نقشه کاربری اراضی در سال ۲۰۰۰ (یافته های پژوهش،۱۳۹۷)



شکل(۴). نقشه کاربری اراضی در سال ۲۰۱۰ (یافته های پژوهش،۱۳۹۷)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]



شکل(۵). نقشه کاربری اراضی در سال ۲۰۱۷ (یافته های پژوهش،۱۳۹۷)

جدول(۴). مساحت زمین در سال ۱۳۷۹، ۱۳۸۹، ۱۳۹۶(به متر مربع)

ردیف	پوشش زمین	۱۳۷۹	۱۳۸۹	۱۳۹۶
۱	محدوده ساخته شده	۶۰۸۲۲۰۰	۷۹۸۳۹۰۰	۹۵۲۱۱۰۰
۲	باغات و کشاورزی	۱۸۵۹۴۰۰۰	۲۰۲۰۳۲۰۰	۱۸۰۴۹۵۰۰
۳	اراضی بایر	۹۴۲۷۵۰۰۰	۹۱۱۳۳۱۰۰	۹۳۹۶۰۹۰۰

(یافته های پژوهش،۱۳۹۷)

جدول(۴) مساحت هر کاربری را در سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۶ نشان می‌دهد. بر اساس جدول(۴) مساحت محدوده ساخته شده از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۶ رشد و مساحت مراتع کاهش پیدا کرده است. کاربری‌های باغات و کشاورزی و اراضی بایر به صورت مخالف هم کم و زیاد شده‌اند. در بازه بین ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ باغات و کشاورزی زیاد و اراضی بایر کم شده است در صورتی که در دوره ۱۰ ساله بعدی مساحت باغات و کشاورزی کم و اراضی بایر زیاد شده است. علت این تغیرات نوع کشاورزی منطقه قائن است. عمده فعالیت کشاورزی شهرستان قائن به صورت کشت زعفران است. این محصول پایداری در حد ۷ تا ۱۰ سال در یک زمین دارد اما بعد از این مدت باید پیاز زعفران را از زمین خارج و به زمین استراحت داد تا برای دوره کشت بعدی آماده شود. به همین دلیل زمین‌ها به صورت تناوبی بین کشاورزی و بایر جابه‌جا می‌شوند. اراضی مسکونی در سال ۱۳۹۶ به بیشترین حد خود می‌رسند اما کاهش زمین‌های باغات بایر و مرتع نامحسوس است. در این پژوهش جهت اعتماد به طبقه‌بندی صورت گرفته از شاخص کاپا استفاده شده است شاخص کاپا از رابطه زیر محاسبه می‌گردد رابطه(۸).

$$Kappa = \frac{P_{0-P_C}}{1 - P_C} \backslash 100$$

رابطه(۸)

P_0: درستی مشاهده شده

PC: توافق مورد انتظار

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]

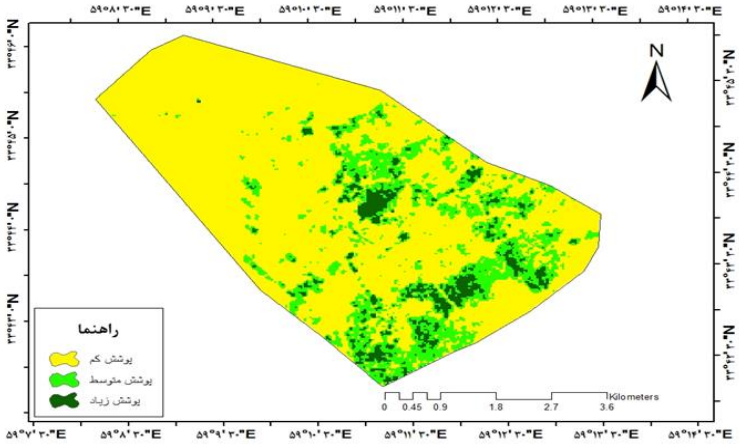
نتایج دقت طبقه بندی

یکی از پرکاربردترین روش‌های ارزیابی صحت طبقه‌بندی، محاسبه ماتریس خطا است که در مطالعات زیادی مورد استفاده است. بعد از طبقه‌بندی تصاویر، شاخص کاپا و صحت کلی نقشه‌های طبقه‌بندی شده بر اساس ماتریس خطا محاسبه گردید. این مقادیرنشان می‌دهد طبقه‌بندی و انواع طبقات کاربری زمین با یکدیگر توافق خوبی دارند. جدول(۵) ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای را نشان می‌دهد. بر اساس جدول(۵) دقت کلی بیشتر از ۹۰ درصد و شاخص کاپا بین ۰/۸۸ تا ۰/۹۲ است.

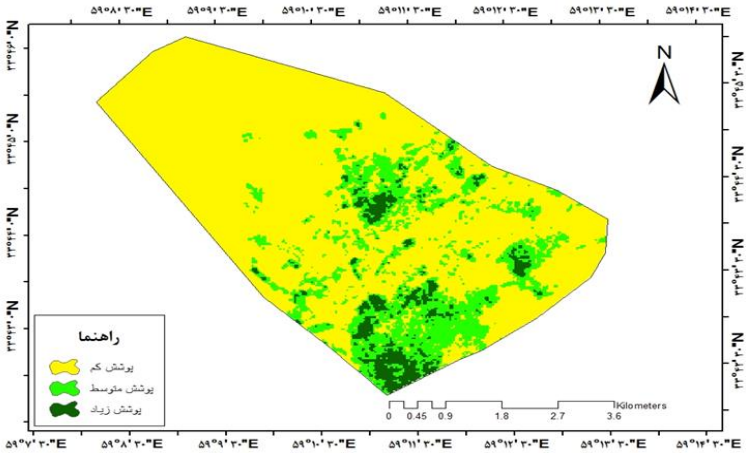
جدول(۵). ارزیابی صحت طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای

سال	تصویر	شاخص کاپا	ضریب صحت
۱۳۷۹	ETM	۰/۹۲	۹۴/۵۴
۱۳۸۹	ETM	۰/۹۰	۰/۹۵
۱۳۹۶	OLI	۰/۸۸	۰/۹۲

(یافته‌های پژوهش،۱۳۹۷)



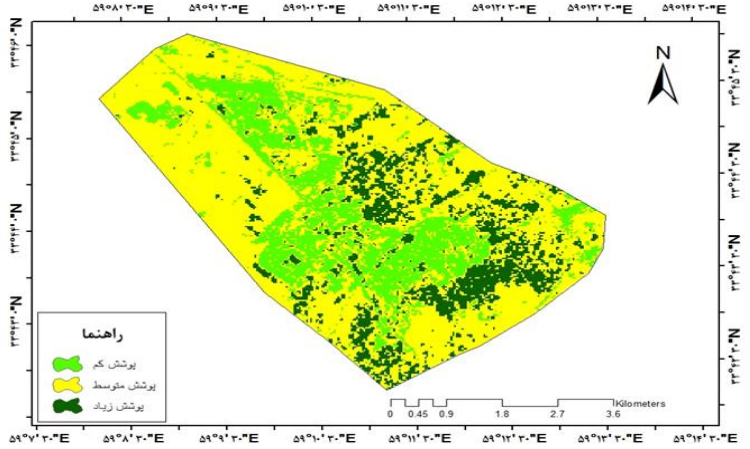
شکل(۶). نقشه پوشش گیاهی در سال۲۰۰۰



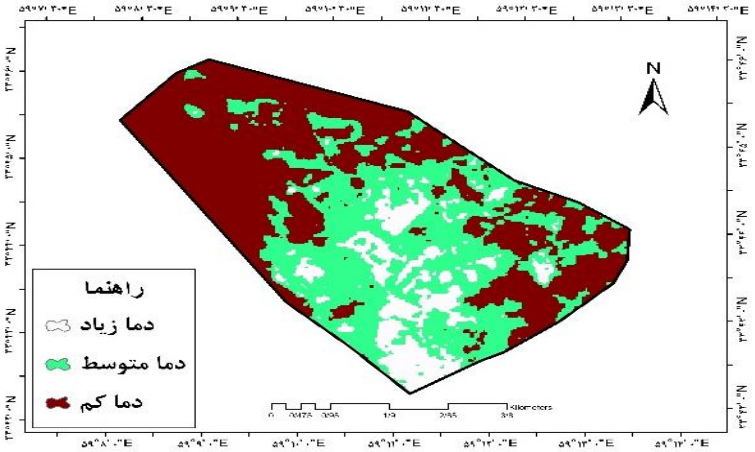
شکل(۷). نقشه پوشش گیاهی در سال۲۰۱۰

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

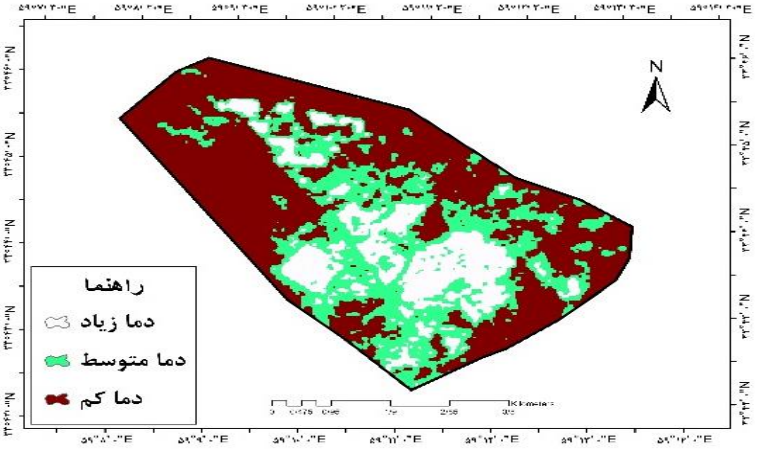
[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]



شکل(۸). نقشه پوشش گیاهی در سال ۲۰۱۷



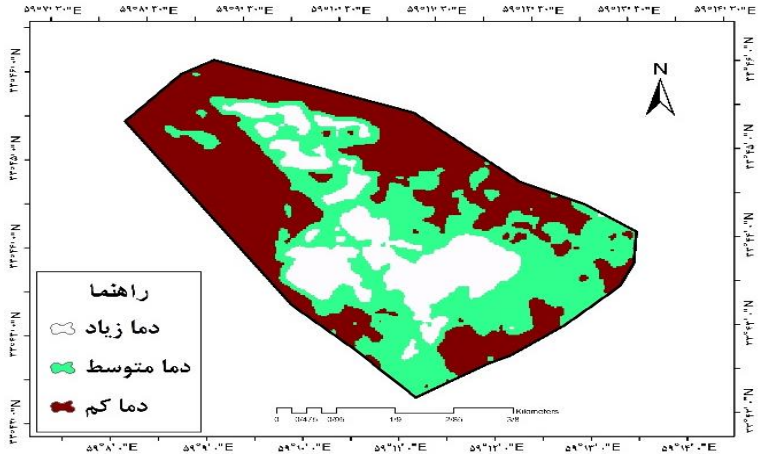
شکل(۹). نقشه دمای سطح زمین در سال۲۰۱۰



شکل(۱۰). نقشه دمای سطح زمین در سال ۲۰۱۰

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]



شکل(۱۱). نقشه دمای سطح زمین در سال ۲۰۱۷

مطالعه نتایج بررسی‌های قبلی درباره جزایر حرارتی نشان‌داده است بین شاخص پوشش گیاهی و دمای سطحی زمین ارتباطی وجود دارد که به ما کمک می‌کند دمای سطحی را پیش‌بینی کنیم. با استفاده از نتایج طبقه‌بندی تصاویر در سه بازه‌زمانی ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۷ و محاسبه تغییرات مساحت کاربری‌ها در این دوره‌ها مشخص شد در بازه‌زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ مساحت کاربری‌های محدوده ساخته‌شده-کشاورزی و باغات افزایش‌یافته و مساحت اراضی بایر و مرتع کاهش پیداکرده است. در بازه‌زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ مساحت کاربری‌های محدوده ساخته‌شده –کشاورزی و باغات و اراضی بایر افزایش پیداکرده است و مساحت مرتع کاهش پیداکرده است.

مقایسه نقشه دمای سطحی به‌دست‌آمده در سال‌های۲۰۰۰و ۲۰۱۰ نشان می‌دهد با کاهش اراضی بایر و مرتع و افزایش محدوده ساخته‌شده مساحت مناطقی با دمای متوسط کاهش پیداکرده است و این مناطق تبدیل به مناطق با دمای زیاد شده‌اند، همچنین به علت افزایش مساحت کشاورزی و باغات مناطق با دمای کم هم بیشتر شده است. به‌طورکلی در این بازه زمانی دمای سطحی افزایش پیداکرده است. همچنین مقایسه نقشه دمای سطحی به‌دست‌آمده در سال‌های۲۰۱۰و ۲۰۱۷ نشان می‌دهد اشکال(۱۱ تا ۶).

نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات

در پاسخ به سوال اول تحقیق نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای لندست برای سال‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که مساحت محدوده ساخته‌شده در سال ۱۳۷۹ (۱۶٪) بوده است که این مقدار برای سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۶ به ترتیب به (۲۳٪) و (۲۶٪) افزایش یافته است. مساحت باغات در سال ۲۰۰۰ (۲۶٪) و در سال ۲۰۱۰ به(۳۰٪) افزایش یافته و در سال ۲۰۱۷ به (۲۳٪) کاهش یافته است که بیشتر ناشی از ساخت‌وساز و توسعه شهری بر روی اراضی کشاورزی بین سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۶ بوده است. درصد مساحت اراضی بایر در سال ۲۰۰۰ (۵۷٪) بوده است که به ترتیب در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۷ به (۴۹٪) و (۴۶٪) کاهش یافته است. در پاسخ به سوال دوم تحقیق همچنین کمترین دما در سال ۱۳۷۹ (۱۰درجه) و بیشترین آن به (۳۸ درجه) رسیده است که در سال ۱۳۸۹ بیشترین دما به (۴۲درجه) و در سال ۱۳۹۶ بیشترین دما به (۴۵

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]

درجه) تغییر یافته است که نشان از افزایش تدریجی دما در محدوده مورد مطالعه دارد. همچنین نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و محاسبه دمای سطح زمین نشان می‌دهد که با افزایش محدوده ساخته شده طی سال‌های موردمطالعه محدوده‌های دمای زیاد نیز افزایش یافته است که بیشترین محدوده برای دمای زیاد شامل محدوده‌های ساخته شده می‌باشد. نتایج حاصل از تغییرات پوشش‌گیاهی از سال ۲۰۰۰ به ۲۰۱۷ نشان می‌دهد که محدوده‌های دارای پوشش غنی و با تراکم بالا دمای کمی را به خود اختصاص داده‌اند و جزء محدوده‌های سرد قرارگرفته اند. همچنین هرچقدر پوشش گیاهی زمین بیشتر شود، رطوبت سطحی بیشتر و در نتیجه دمای سطحی زمین کمتر خواهد شد و در مناطق شهری (محدوده ساخته‌شده) به علت استفاده از اسفالت و کمبود فضای سبز دما بیشتر می‌شود. در اراضی بایر مقدار پوشش گیاهی کم است. با تاکید بر نتایج به دست آمده از تصاویر ماهواره‌ای برای محدوده مورد مطالعه میتوان مواردی از جمله استفاده از انرژی خورشیدی در پیرامون و پهنه‌های خارج از شهر خصوصا اراضی بایر قائن به دلیل بالابودن دمای این مناطق، تاکید بر افزایش پوشش‌گیاهی در مناطق اطراف شهر برای کاستن از روند افزایش دما و شکل‌گیری جزایر حرارتی و... اشاره کرد. به جهت مقایسه مطالعه حاضر با مطالعات پیشین به تحقیق(آخوندزاده و سراجیان ۱۳۸۶) اشاره می‌شود که برای نمایش جزایر حرارتی در مناطق شهری از تصاویر سنجنده ASTER استفاده کردند. در این مطالعه تصاویر ماهواره‌ای ASTER در محدوده‌های مرئی، مادون‌قرمز نزدیک و مادون‌قرمز حرارتی طیف الکترومغناطیس به‌منظور تهیه نقشه‌های حرارتی ضریب گسیل، توزیع پوشش گیاهی و سایر لایه‌های اطلاعاتی مورد پردازش قرار گرفتند. در این تحقیق نقشه LST و ضریب گسیل منطقه شهری تهران با الگوریتم TES تهیه گردید. نتایج تحقیق نشان‌دهنده آن است که تصاویر چند طیفی ASTER می‌توانند ابزار مفیدی جهت نمایش تجزیه و تحلیل منابع و اثرات انرژی در محیط‌های شهری در ایران به کار روند. در تحقیق حاضر از تصاویر سنجنده ETM مربوط به سال‌های (۱۳۷۹) ۲۰۰۰ و سال‌های (۱۳۸۹) ۲۰۱۰ و سنجنده OLE ۱۳۹۶ از ماهواره لندست استفاده شده است. همچنین قبل از شروع مراحل محاسبه دمای سطح زمین با استفاده از این روش، برای انجام تصحیح رادیو متریک تصاویر ماهواره‌ای از نرم‌افزار ENVI و استفاده از روش FELASH بهره گرفته شده است. در ادامه برای نمایش جزایر حرارتی، برای باندهای حرارتی فقط عملیات رادیانس انجام گرفت و پس از انجام عملیات پیش پردازش برای محاسبه دمای سطح زمین مراحل زیر را به ترتیب انجام می‌دهیم: ۱. محاسبه پوشش گیاهی سطح زمین(NDVI) ۲. محاسبه کسر پوش گیاهی(FVC۱) ۳. قابلیت انتشار سطح زمین(LSE) ۴. دمای روشنایی(Tb) ۵. الگوریتم پنجره مجزا

۱-Fractional Vegetation Cover (FVC)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]

منابع

امیری رضا؛ علی‌محمدی عباس؛ علوی پناه سیدکاظم. (۱۳۸۶) **مطالعه تغییرپذیری فضایی زمانی حرارت در ارتباط با کاربری/پوشش زمین در منطقه شهری تبریز با استفاده از داده‌های حرراتی و انعکاسی TMوETM لندست**، مجله محیط‌شناسی، **۳۳(۴۳)**: ۱۲۰-۱۰۷.

آخوندزاده مهدی، سراجیان محمدرضا. **کاربرد تصاویر ماهواره‌ایTerra-ASTER در نمایش جزایر حرارتی در مناطق شهری_شهر تهران**، دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی، قطب علمی مهندسی نقشه‌برداری و مقابله با سوانح طبیعی، دانشکده فنی دانشگاه تهران، ۱۳۸۶/۱۰/۴.

رنگزن کاظم؛ فیروزی محمدعلی؛ تقی زاده ایوب؛ مهدی زاده؛ رامین. **بررسی و تحلیل نقش کاربری در شکل‌گیری جزایر حرارتی با استفاده ازR.S, GIS نمونه موردی شهر اهواز، سمینار ملی کاربرد GIS در برنامه ریزی اقتصادی، اجتماعی و شهری**، تهران، شرکت بین المللی پردازش اطلاعات نقش کلیک،۱۳۹۰/۰۲/۲۱.

روستایی شهریور؛ احدنژاد روشتی محسن؛ فرخی صومعه مینا. (۱۳۹۳). **بررسی سنجش فضایی گسترگی شهری با تاکید بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه مطالعه موردی: ارومیه**، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، **۱۸(۵۰)** : ۲۰۶-۱۸۹.

شکیبا علیرضا؛ ضیائیان فیروزآبادی پرویز؛ عاشور لو داوود؛ نامداری سودابه.(۱۳۹۲). **تحلیل رابطه کاربری و پوشش اراضی جزایر حرارتی شهر تهران ،با استفاده از داده‌های +ETM، سنجش‌ازدورGIS ایران، ۱(۱)**: ۵۶-۳۹.

شنانی هویزه سیده مائده؛ زراعی حیدر. (۱۳۹۵). **بررسی تغییرات کاربری اراضی طی دو دهه دوره زمانی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ابوالعباس)** پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز،۷(۱۴):۲۴۴-۲۳۷.

طاهری جلال. (۱۳۹۷). **تحلیل و بررسی تغییرات دمای سطح زمین، مورد مطالعه: شهر مشهد**، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار.

علوی‌پناه، ، (۱۳۸۴)، **کاربرد سنجش ازدور در علوم زمین**. تهران، انتشارات دانشگاه تهران

علوی‌پناه، سید کاظم (۱۳۸۷) . **سنجش از دور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین**، چاپ اول، تهران، اتشارات دانشگاه تهران.

فلاح زاده فاطمه،**مطالعه روند دمای میکرو اقلیم شهر یزد**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یزد۱۳۸۸.

قادرمزی حامد. (۱۳۸۳). **نقش روستا شهر ها در توسعه روستاهای پیرامونی؛ مطالعه موردی روستاشهر دهگلان**، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشگاه تربیت مدرس ، تهران.

موسوی سیدحجت؛ ابوالفضل رنجبر؛ مهدی حاصلی. (۱۳۹۵). **پایش و روندیابی تغییرات کاربری اراضی حوضه ابرکوه با استفاده از تصاویر ماهواره ای ۲۰۱۴ - ۱۹۷۶**، فصلنامه اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۲۵(۹۷): ۱۴۶-۱۳۰.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]

واحدیان بیگی پوراحمد؛ سیف الدینی لیلا؛ احمد فرانک(۱۳۹۰)، **اثر توسعه فیزیکی شهر تهران بر تغییر کاربری اراضی منطقه ۵**، فصلنامه علمی- پژوهشی نگرش های نو در جغرافیای انسانی، ۴(۱): ۴۶-۲۹.

Jianguo Tan, Youfei Zheng, Xu Tang, Changyi Guo, Liping Li, Guixiang Song, Xinrong Zhen, Dong Yuan, Adam J Kalkstein, Furong Li.(2010). **The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai**., International journal of biometeorology, **54(1):**75-84.

Jiang, J., & Tian, G. (2010). **Analysis of the impact of land use/land cover change on land surface temperature with remote sensing.** Procedia environmental sciences, **2**, 571-575.

.Latif,SH. (2014). **Land Surface Temperature Retrieval of Landsat- Data Using Split Window Algorithm**,**2(4):** 2321-9939.

. Lenney, M. P., Woodcock, C. E., Collins, J. B., & Hamdi, H. (1996). **The status of agricultural lands in Egypt: the use of multitemporal NDVI features derived from Landsat TM.** Remote Sensing of Environment, **56(1):** 8-20.

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.

Opoku-Duah, S., Donoghue, D.N.M., Burt, T.P. (2008), **Intercomparison of Evapotranspiration over the Savannah Volta Basin in West Africa** Using Remote Sensing Data, Sensors, **8 (4):** 2736-2761.

Rao, P. K. (1972). **Remote sensing of urban heat islands from an environmental satellite.** Bulletin of the American Meteorological Society, **53(7):** 647.

Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., & Paolini, L. (2004). **Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5.** Remote Sensing of environment, **90(4):** 434-440.

Song, Y., & Wu, C. (2016). **Examining the impact of urban biophysical composition and neighboring environment on surface urban heat island effect.** Advances in Space Research, **57(1)**: 96-109.

Srivastava, P.K., Majumdar, T.J., Bhattacharya, A.K. (2009), **Surface Temperature Estimation in Singhbhum Shear Zone of India using Landsat-7 ETM$^+$ Thermal Infrared Data**, Advances in Space Research, **4(3):** 1563-1574.

Weng, Q., & Yang, S. (2004). **Managing the adverse thermal effects of urban development in a densely populated Chinese city.** Journal of Environmental Management, **70(2):** 145-156.

Xiao, J., & Moody, A. (2005). **A comparison of methods for estimating fractional green vegetation cover within a desert-to-upland transition zone in central New Mexico, USA.** Remote Sensing of Environment, **98(2):** 237-250.

Yuan, F., & Bauer, M. E. (2011). **Comparison of impervious surface area tand normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Lronment and planiandsat imagery.** Remote sensing of Environment, **106(3):** 375-386.

Jun Pill Kim and Jean Michel Guldmann(2014), **Land Use Planning and urban heat Island**. Environment and planning**, 41(6):**1-35.

Prafull Singh, Pradipika Verma(2017), **Impact of Land use Change and Urbanization on Urban Heat Island in Lucknow City, Central India**. A Remote Sensing Based Estimate. **32(16):** 1-33.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jgs.22.64.79]