



Investigating the Ecological Situation of Jiroft Region according to Land Use Change over a 30-year Period

Maryam Doustaky^a, Ardavan Kamali^{b*}, Mohsen Bagheri Bodaghabadi^c, Hossin Shirani^d

^a PhD Candidate in Soil Sciences, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

^b Associate Professor in of Soil Sciences, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

^c Soil and Water Research Institute, Agricultural Extension and Education Organization (AREEO), Karaj, Iran

^d Professor in Soil Sciences, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

Received: 20 November 2022

Revised: 26 December 2022

Accepted: 29 January 2023

Abstract

This research was conducted with the aim of investigating the ecological assessment of Jiroft region under the influence of land use changes. For this purpose, from the satellite image in 1990 (Landsat 5-TM) and 2020 (Landsat 8-OLI) to extract land surface temperature with the help of single-band algorithm and land use map with the support vector machine (SVM) classification method. used. Next, to investigate the role of land cover in the creation of thermal islands, the contribution index (CI) and UTFVI index were used to evaluate the ecological situation. The results showed that in 2020, barren areas had the highest land-use change since 90 and decreased by 7,300 hectares, but man-made, agricultural, and irrigated land uses increased the most. The water area has increased with the construction of water dam in the region. The reduction of barren areas and the increase of water levels, agricultural use and gardens have improved the ecological situation compared to 1990, while the temperature of the earth's surface has increased by 11 degrees in 2020, which can be attributed to the increase in global warming. It can be said that although the ecological situation of the region is in a better state than in 1990, the presence of desert lands and rocky outcrops around Jiroft has caused the formation of thermal islands in Jiroft region.

Keywords: Ecological Index, Heat Islands, Land Cover, Land Use, Land Surface Temperature

*. Corresponding author: Ardavan Kamali

E-mail: a.kamali@vru.ac.ir

Tel: + 989121965474

How to cite this Article: Doustaky, M., Kamali, A., Bagheri Bodaghabadi, M., & Shirani, H. (2023). Investigating the ecological situation of Jiroft region according to land use change over a 30-year period. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 12(3), 145-170.

DOI: 10.22067/geoeh.2023.78332.1270



Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).





Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 12, Issue 3 - Number 47, Fall 2023

<https://geoeh.um.ac.ir>


 <https://doi.org/10.22067/geoeh.2023.78332.1270> 

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دوازدهم، شمارهٔ چهل و هفتم، پاییز ۱۴۰۲، صص ۱۷۰-۱۴۵

مقاله پژوهشی

بررسی وضعیت بوم‌شناختی منطقه جیرفت با توجه به تغییر کاربری اراضی طی دوره ۳۰ ساله

مریم دوستکی - دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، کرمان، ایران.

 اردوان کمالی^۱ - دانشیار علوم خاک، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، کرمان، ایران.

محسن باقری بداع‌آبادی - مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران.

حسین شیرانی - استاد علوم خاک، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، کرمان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۰/۵ تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۱۱/۹

چکیده

این پژوهش باهدف بررسی وضعیت اکولوژیکی منطقه جیرفت تحت تأثیر تغییرات کاربری اراضی انجام شده است. بدین منظور از تصویر ماهواره‌ای در سال ۱۹۹۰ (سنجنده TM از لندست ۵) و سال ۲۰۲۰ (سنجنده OLI از لندست ۸) برای استخراج دمای سطح زمین با کمک الگوریتم تک بانندی و نقشه کاربری اراضی با روش طبقه‌بندی ماشینی بردار پشتیبان^۲ (SVM) استفاده شد. در ادامه به منظور بررسی نقش پوشش اراضی در ایجاد جزایر حرارتی از شاخص سهم^۳ (CI) و برای ارزیابی وضعیت اکولوژیکی از شاخص UTFVI^۴ استفاده شد. نتایج نشان داد در سال ۲۰۲۰ مناطق بایر بیشترین تغییر کاربری را نسبت به سال ۱۹۹۰ داشتند (کاهش ۷۳۰۰ هکتار) و مناطق ساخت انسان، پهنه کشاورزی و سطوح آبی افزایش داشته‌اند. همچنین بر اساس نتایج شاخص سهم کاربری اراضی مناطق بایر و رخنمون سنگی بیشترین و

Email: a.kamali@vru.ac.ir

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۱۹۶۵۴۷۴

2 Support vector machine

3 Contribution Index

4 Urban Thermal Field Variance Index

نحوه ارجاع به این مقاله:

دوستکی، مریم؛ کمالی، اردوان؛ باقری بداع‌آبادی، محسن؛ شیرانی، حسین؛ ۱۴۰۲. بررسی وضعیت بوم‌شناختی منطقه جیرفت با توجه به تغییر کاربری اراضی طی دوره ۳۰ ساله. جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۱۲(۳). صص ۱۷۰-۱۴۵

<https://doi.org/10.22067/geoeh.2023.78332.1270>

سطوح آبی و مرتع کمترین سهم را در تشکیل جزایر حرارتی در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ داشته‌اند. کاهش مناطق بایر و افزایش سطوح آبی، کاربری کشاورزی و باغات باعث بهتر شدن وضعیت اکولوژیکی نسبت به سال ۱۹۹۰ شده است؛ در حالی که دمای سطح زمین در سال ۲۰۲۰ به میزان ۱۱ درجه افزایش داشته است. با توجه به نتایج می‌توان گفت باینکه وضعیت اکولوژیک منطقه در وضعیت مناسب‌تری نسبت به سال ۱۹۹۰ قرار دارد؛ اما وجود اراضی بیابانی و رخنمون‌های سنگی اطراف جیرفت باعث تشکیل جزایر حرارتی در منطقه جیرفت شده است.

کلیدواژه‌ها: پوشش زمین، جزایر حرارتی، دمای سطح زمین، شاخص اکولوژیک، کاربری اراضی.

۱- مقدمه

دمای سطح زمین به انرژی رسیده به سطح زمین، گسیلندگی سطح، رطوبت بستگی دارد (شعبانی و همکاران، ۱۳۹۸). جزایر حرارتی به پدیده‌ای گفته می‌شود که دمای سطح زمین یا هوا در ناحیه‌ای بالاتر از سایر نواحی باشد (مختاری و همکاران، ۱۴۰۰). در نتیجه آگاهی از وضعیت دمای سطح زمین و جزایر حرارتی برای ارزیابی تغییرات اقلیم و فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی سطح زمین، بسیار مؤثر است (کریمی‌فیروزجایی و همکاران، ۱۳۹۶). درباره علت تشکیل جزایر حرارتی و ناهمگنی مکانی آن در شهرها مطالعات زیادی صورت گرفته است؛ اما در همه این پژوهش‌ها بیان شده است که دمای سطح زمین و تشکیل جزایر حرارتی به شدت تحت تأثیر تغییرات پوشش زمین است. کریمی‌فیروزجایی^۱ و همکاران (۲۰۱۸) رابطه بین تغییر کاربری اراضی و دمای سطح زمین و شدت جزایر حرارتی را در شهرستان بابل در سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ بررسی کردند آن‌ها دریافتند که میانگین دمای سطح و جزایر حرارتی در تمامی کاربری‌ها در طول دوره مورد مطالعه افزایش پیدا کرده است. همچنین بیان کردند که شدت جزایر حرارتی با افزایش ساخت‌وساز افزایش یافته است. در همین راستا ساسانپور و همکاران (۱۳۹۲) دریافتند که ارتباط مستقیم بین وجود جزایر حرارتی و افزایش ساخت‌وساز و توسعه مناطق بایر و رابطه معکوس میان شاخص پوشش گیاهی با دما و جزایر حرارتی وجود دارد. مختاری و همکاران (۱۴۰۰) نشان دادند که اراضی بایر بیشترین نقش در تشکیل جزایر حرارتی و اراضی ساخت انسان و کاربری باغات، فضای سبز و کشاورزی کمترین سهم در تشکیل جزایر حرارتی داشته‌اند. داده‌های دمای ثبت شده توسط ایستگاه‌های سینوپتیک فاقد قدرت تفکیک مکانی مناسب می‌باشند؛ از این رو در سال‌های اخیر از تکنیک‌های سنجش‌ازدور برای مطالعه پدیده‌های مختلف در سطح وسیع استفاده می‌شود (بابایی‌فینی، ۱۳۹۴). با کمک رویکرد فناوری سنجش‌ازدور می‌توان دمای سطح زمین را با استفاده از تشعشع فروسرخ حرارتی و کاربرد مدل‌های فیزیکی، با دقت بالایی محاسبه کرد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴؛ انصاری و

نوروزی، ۱۴۰۰). آل فیصل^۱ و همکاران (۲۰۲۱) تأثیر دمای سطح زمین و کاربری اراضی بر جزایر حرارتی در شهر داکا بنگلادش بررسی کردند آن‌ها از تصاویر لندست برای ارزیابی دمای سطح زمین و کاربری استفاده کردند نتایج ایشان نشان داد که طی ۲۰ سال با کاهش گوشه گیاهی دمای سطح زمین در تابستان و زمستان افزایش قابل توجهی داشته و از نظر اکولوژیکی ۷۲ درصد منطقه در وضعیت بدی قرار داشتند. آل کیف و هودانیم^۲ (۲۰۲۱) به بررسی شاخص ارزیابی اکولوژیکی و رابطه بین دمای سطح زمین و کاربری اراضی پرداختند نتایج ایشان نشان داد که با کاهش پوشش گیاهی، سطوح آب دمای سطح زمین ۱۰ درجه افزایش داشته است. همچنین آن‌ها دریافتند که در سال ۱۹۸۸ فقط یک درصد منطقه تحت شرایط بد اکولوژیکی قرار داشته است اما در سال ۲۰۱۸ تقریباً ۲۷ درصد در وضعیت بد اکولوژیکی قرار دارند.

با توجه به منطقه جغرافیایی و شرایط آب و هوایی خاص، شهرستان جیرفت به‌عنوان قطب بسیاری از محصولات کشاورزی از جمله خرما، مرکبات، سیب‌زمینی، پیاز و ... در جنوب استان کرمان تبدیل شده است. شمس‌الدینی و مزیدی (۱۳۹۴) اثر تغییر اقلیم بر خرمای در شهرستان جیرفت بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که روند آتی تغییرات دمای شهرستان جیرفت بر اثر پدیده گرمایش جهانی و افزایش متوسط تعداد روزهای با دمای بالاتر از ۴۵ درجه سانتی‌گراد در دوره ۲۵ سال؛ موجب کاهش عملکرد محصول خرما و احتمالاً شدت یافتن برخی امراض مانند خشکیدگی خوشه نخل خواهد شد. طی پژوهش دیگری که محققان اثرات تغییر اقلیم بر امنیت غذایی و زیست‌محیطی را در شهرستان جیرفت بررسی کردند؛ نتایج آن‌ها نشان داد که بر اثر تغییرات اقلیمی امنیت غذایی و زیست‌محیطی این منطقه به خطر افتاده است (کاوایی‌راد و همکاران، ۱۳۹۸). از این‌رو این مطالعه با هدف بررسی وضعیت اکولوژیکی و جزایر حرارتی بر اساس تغییرات کاربری در این منطقه موردمطالعه قرار گرفت. برای این منظور پژوهش کنونی به این موضوع در طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۰ خواهد پرداخت.

۲- مواد و روش

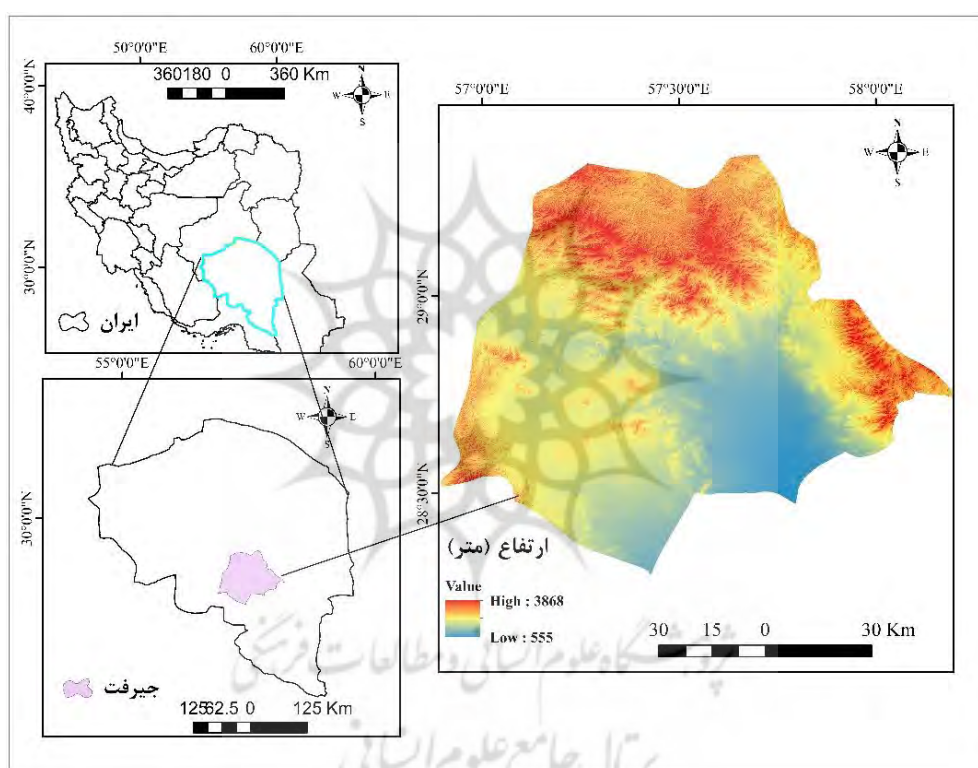
۲-۱- منطقه مورد مطالعه

شهرستان جیرفت در جنوب استان کرمان است با مساحت ۱۳۷۹۸/۶۱۹ کیلومتر مربع، بین عرض‌های جغرافیایی ۲۸° ۱۴' ۳۱" شمالی تا ۲۸° ۴۷' ۱۰" و طول‌های جغرافیایی ۵۷° ۲۷' ۲۷" شرقی تا ۵۷° ۵۸' ۸" و در ارتفاع ۶۹۰ متر بالاتر از سطح دریا قرار دارد. اقلیم این شهرستان بر اساس روش دومارتن، بیابانی نیمه‌خشک با میانگین بارش سالانه ۱۴۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۲۵ سلسیوس است. شهرستان جیرفت دارای کاربری‌های کشاورزی، بایر، رخنمون سنگی، مرتع، مسیل و مناطق ساخت انسان است. همچنین دارای سه اقلیم متفاوت جغرافیایی؛ سرد

1 Al- Faisal et al

2 Al Kify and Huda Naim

کوهستانی منطقه ساردوئی، معتدل کوهستانی منطقه دلفارد و جبالبارز و گرم مرطوب نواحی دشت جیرفت است (عادلی ساردوئی و همکاران، ۱۳۹۹). شهرستان به دلیل وجود نور کافی و درجه حرارت مناسب، خاک حاصلخیز و آب تا اندازه‌ای مناسب و کافی تاکنون بیش از هفتاد درصد تولید کل محصول کشاورزی استان را به خود اختصاص داده است (سرحدی و شریف، ۱۳۹۹). به دلیل تنوع اقلیمی خاص این منطقه، محصولات مختلفی از جمله مرکبات، خرما و محصولات جالیزی کشت می‌شود (سودایی زاده و جمالی، ۱۳۹۹). موقعیت این شهرستان در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

۲-۲- داده‌های ورودی

اطلاعات مورد استفاده در پژوهش حاضر داده‌های ماهواره‌ای مربوط به تصاویر لندست ۵ و ۸ برای سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ است که پژوهشگران زیادی از این تصاویر برای بررسی دمای سطح زمین و کاربری اراضی استفاده کرده‌اند (درویشی و همکاران، ۱۳۹۸؛ منصور^۱ و همکاران، ۲۰۲۰؛ آل فیسل و همکاران، ۲۰۲۱) و از سایت سازمان

زمین‌شناسی آمریکا^۱ (USGS) دریافت شدند. مشخصات این تصاویر در جدول ۱ آورده شده است. در ادامه از تمام باندهای تصاویر لندست ۵ و ۸ به جز باندهای حرارتی و پانکروماتیک برای ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و باند حرارتی برای محاسبه دمای سطح زمین استفاده شده است.

جدول ۱ - مشخصات تصاویر مورد استفاده در کاربری اراضی حوزه جیرفت

سال	ماهواره	سنجنده	ردیف/گذر	تاریخ
۱۹۹۰	لندست ۵	TM	۱۶۴/۳۵	۱۹۹۰/۰۵/۲۵
۲۰۲۰	لندست ۸	OLI	۱۶۴/۳۵	۲۰۲۰/۰۶/۱۲

۳-۲- طبقه‌بندی نقشه کاربری اراضی / پوشش اراضی (LULC)^۲

برای طبقه‌بندی LULC، بر روی تصاویر تصحیحات هندسی و اتمسفری و رادیومتریکی در محیط نرم‌افزار Envi 5.3 انجام شد و سپس با استفاده از ترکیب باندهای مرئی و مادون‌قرمز برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی استفاده شد.

۲-۴- تصحیحات تصاویر

از آنجایی که تصاویر سنجنش‌ازدور به‌طور خودکار زمین مرجع می‌شوند از انجام تصحیح هندسی خودداری شد. تصاویر دریافت شده از ماهواره‌ها دارای تعداد زیاد پیکسل هستند که هر پیکسل بازتاب نوری است که از عارضه‌های متفاوت سطح زمین دریافت شده است که این بازتاب‌ها دارای مقادیر رقومی^۳ DN می‌باشند (شعبانی و همکاران، ۱۳۹۸). کمترین DN در بین اجسام مختلف مربوط به آب است. برای انجام تصحیحات اتمسفری در ابتدا کمترین DN در هر یک از باندها انتخاب شد و سپس اختلاف حد پایین کمترین DN‌ها با صفر مشخص و در قسمت محاسبات نقشه‌ای این اختلاف از تمام اعداد رقومی باندها کسر شد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۹؛ طالبی‌خییوی^۴ و همکاران، ۲۰۲۱). تصحیحات رادیومتریکی نیز از طریق دو رابطه ۱ و ۲ محاسبه شد (علوی‌پناه و همکاران، ۱۳۸۵):

$$L\gamma = \frac{(lmax-lmin)}{(QCAI_{max}-QCAI_{min})} * (DN - QCAI_{min}) + lmin \quad \text{رابطه ۱}$$

$$\rho\gamma = \frac{\pi \cdot L\gamma \cdot d^2}{ESUN\gamma \cdot \cos\theta_s} \quad \text{رابطه ۲}$$

در این رابطه $L\gamma$ ، راینس طیفی پیکسل مورد نظر برحسب $(Wm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1})$ ؛ DN عدد رقومی هر پیکسل، $lmin$ $lmax$ پیوستگی کالیبراسیون یا به عبارتی مقادیر حداقل و حداکثر راینس باند حرارتی سنجنده است.

1 The United States Geological Survey

2 Land use/Land cover

3 Digital Number

4 Talebi Khiavi et al

QCAImin و *QCAImax* بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین عدد رقومی است، *d* فاصله نجومی زمین تا خورشید، *ESUN_γ* میانگین تابش خورشید فرا اتمسفری، زاویه تابش خورشید است که این مقادیر برای سنجنده‌های استفاده شده از فایل تصویر به دست آمدند (جدول ۲). در واقع در مرحله اول مقادیر DN سلول‌های تصویر به رادیانس طیفی تبدیل و در مرحله دوم رادیانس طیفی سنجنده به بازتاب زمینی تبدیل می‌شود در نهایت نقشه خروجی حاصل از پیش‌پردازش رادیومتریک به صورت صفر تا یک طبقه‌بندی خواهد شد (زارع و همکاران، ۱۳۹۶؛ درویشی و همکاران ۱۳۹۸؛ عبدالعلی‌زاده^۱ و همکاران ۲۰۲۰). تصاویر در ۵ گروه کاربری اراضی شامل اراضی کشاورزی و باغ، مناطق بایر، مرتع، مسیل، رخنمون سنگی، مناطق انسان‌ساخت و پهنه‌های آبی با روش ماشین بردار پشتیبان (SVM) طبقه‌بندی شدند. روش طبقه‌بندی ماشین‌های بردار پشتیبان یک روش آماری غیرپارامتریک نظارت شده است (پاو^۲، ۱۹۸۹). در این روش با استفاده از همه باندها و یک الگوریتم بهینه‌سازی، نمونه‌هایی که مرزهای کلاس‌ها را تشکیل می‌دهند به دست می‌آیند و با استفاده از آن‌ها یک مرز تصمیم‌گیری خطی بهینه برای جدا کردن کلاس‌ها محاسبه می‌شود که این نمونه‌ها را بردارهای پشتیبان می‌گویند (عبدالی لاکتاسرای و حقیقی خمایی، ۱۳۹۹). برای محاسبه مرز تصمیم‌گیری دو کلاس کاملاً جدا از هم از روش حاشیه بهینه استفاده می‌شود. در واقع تمام نمونه‌های کلاس اول در یک طرف و تمام نمونه‌های کلاس دوم در طرف دیگر مرز واقع می‌شوند و مرز تصمیم‌گیری به گونه‌ای است که فاصله نزدیک‌ترین نمونه‌های آموزشی هر دو کلاس از هم در راستای عمودی بر مرز تصمیم‌گیری تا جایی که ممکن است حداکثر شود (آرخی و ادیب‌نژاد، ۱۳۹۰). برای ارزیابی دقت نقشه‌های طبقه‌بندی شده LULC از ۱۵۰ نقطه کترلی از گوگل ارث^۳ استفاده شد.

۲-۵- ارزیابی دقت طبقه‌بندی

صحت طبقه‌بندی از طریق صحت کلی^۴ (OA) و ضریب کاپا^۵ (KC) به ترتیب از رابطه ۳ و ۴ تعیین شدند (Alavipanah, 2003; Congalton and Green, 2009).

$$OA = \frac{1}{N} \sum p_{ii}$$

رابطه ۳

$$KC = \frac{p_0 - p_c}{1 - p_c}$$

رابطه ۴

1 Abdolizadeh et al

2 Pao

3 Google Earth

4 Overall accuracy (OA)

5 Kappa Coefficient (KC)

که OA، صحت کلی؛ N، تعداد پیکسل‌های آزمایشی؛ $\sum p_{ii}$ ، جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا؛ p_0 ، درستی مشاهده؛ p_c ، توافق مورد انتظار می‌باشند.

۲-۶- تخمین تغییرات LULC

اغلب روش‌های آشکارسازی تغییرات به مقایسه یک داده (تصویر) با داده دیگر در دو تاریخ متفاوت می‌پردازد. در وضعیتی که داده‌های بیشتری در دو تاریخ داشته باشد، امکان مقایسه چندبعدی این داده‌ها در فضا با یکدیگر وجود دارد. این روش مقایسه را آشکارسازی تغییرات^۱ گویند (کلاپام^۲، ۲۰۰۵). تبدیل مختلف طبقات کاربری اراضی و تغییرات آن طی این سال‌ها در نرم‌افزار ایدریسی^۳ مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۷- بازیابی دمای سطح زمین

برای استخراج دمای سطح و تبدیل آن به درجه سلسیوس، طی چند مرحله انجام شد (هاشمی و همکاران، ۱۳۹۱).

۲-۷-۱- تبدیل رادیانس طیفی به دمای جسم سیاه

داده‌های بلند حرارتی با استفاده از رابطه پلانک (رابطه ۵) از تابش طیفی به دمای جسم سیاه با فرض توان تشعشعی یک در آن تبدیل می‌شوند.

$$BT = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L\gamma} + 1\right)} \quad \text{رابطه ۵}$$

که BT، دمای روشنایی سنجنده برحسب کلونین؛ $L\gamma$ ، رادیانس طیفی برحسب $(Wm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1})$ ؛ k_1 و k_2 به ترتیب ثابت کالیبراسیون اول و دوم برای سنجنده‌های استفاده‌شده، می‌باشند که مقادیر آن‌ها در جدول ۲ آورده شده است (والاوند^۴ و همکاران، ۲۰۱۴).

جدول ۲- مقدار ثابت کالیبراسیون اول و دوم در سنجنده‌ها

K2	K1	سنجنده
۵۶۱۲۶۰	۷۶۶۰۷	TM
۱۳۲۱/۰۷۸۹	۷۷۴/۸۸۵۳	OLI

1 Change detection

2 Clapham

3 Idrisi

4 Walawender et al

۲-۷-۲- محاسبه گسیل مندی سطح

نسبت بین گسیلش از یک شیء به گسیلش از جسمی سیاه در دمای ثابت را گسیل مندی یا ضریب نشر (ε) گویند (آل کف و هودانیم^۱، ۲۰۲۲؛ رحمان و همکاران^۲، ۲۰۲۲). یکی از روش‌های مؤثر برای تخمین دمای سطح که می‌تواند استفاده شود، مدل ترکیبی درصد پوشش زمین است، با این فرض که خاک و پوشش گیاهی مقدار گسیل مندی را معلوم دارند و با توجه به درصد پوشش خود ترکیب می‌شوند. رابطه بین پوشش گیاهی و گسیل مندی (سوبرینو^۳، ۲۰۰۸) در جدول ۳ نشان داده شده است همچنین پوشش گیاهی^۴ و نسبت پوشش گیاهی به ترتیب از رابطه ۶ و ۷ محاسبه شدند (رز و همکاران^۵، ۱۹۷۳) محدوده کلاس بندی شاخص NDVI در جدول ۴ آورده شده است (علی اکبر و همکاران^۶، ۲۰۱۹).

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

رابطه ۶

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

رابطه ۷

که NDVI، پوشش گیاهی؛ RED، باند قرمز؛ NIR، باند مادون قرمز، P_v ، نسبت پوشش گیاهی؛ $NDVI_{max}$ و $NDVI_{min}$ به ترتیب حداکثر و حداقل NDVI است.

جدول ۳- رابطه بین NDVI و گسیل مندی از سطح زمین

$\epsilon_{soil} = 0.97$	خاک لخت	$NDVI < 0.2$
$\epsilon_{veg} = 0.99$	پوشش گیاهی زیاد	$NDVI > 0.5$
$\epsilon = \epsilon_{veg} * P_v + \epsilon_{soil}(1 - P_v)$	مخلوط خاک و پوشش گیاهی	$0.2 < NDVI < 0.5$

1 Al Kafy and Huda Naim

2 Rehman et al

3 Sobrino

4 Normalized difference vegetation index (NDVI)

5 Rouse et al

6 Ali Akbar et al

جدول ۴- محدوده شاخص NDVI

نوع پوشش	محدوده شاخص NDVI
آب	۰/۰۱۵ >
مناطق ساختمانی	۰/۰۱۵ - ۰/۱۴
مناطق بایر	۰/۱۴ - ۰/۱۸
چمنزار	۰/۱۸ - ۰/۲۷
پوشش گیاهی خوب	۰/۲۷ - ۰/۳۶
پوشش گیاهی انبوه	۰/۳۶ <

۲-۷-۳- برآورد دمای سطح زمین

دمای سطح زمین و تبدیل درجه کلونین به درجه سلسیوس به ترتیب از رابطه ۸ و ۹ به دست آمد (آرتیست و همکاران^۱، ۱۹۸۲):

$$LST = \frac{T}{1 + (\gamma * T / p) \ln \varepsilon}$$

رابطه ۸

$$T (^{\circ}\text{C}) = LST - 273/15$$

رابطه ۹

که γ ، طول موج رادیانس ساطع شده؛ P برابر با ۱۴۳۸۰ است. جهت بررسی روند تغییرات LST در دوره زمانی مورد مطالعه، مقادیر این پارامتر مطابق جدول ۵ طبقه‌بندی و مساحت هر کلاس محاسبه شد. جزایر حرارتی با استفاده از رابطه ۱۰ محاسبه شد (گوان و همکاران^۲، ۲۰۱۱؛ آلفراحت^۳ و همکاران، ۲۰۱۶).

$$LST > \mu + 0.5std$$

رابطه ۱۰

که در این فرمول μ و std به ترتیب میانگین و انحراف معیار می‌باشد.

1 Artis et al

2 Guha et al

3 Alfraihat et al

جدول ۵- نحوه طبقه‌بندی نقشه LST

LST	Class range
خیلی سرد	$LST \leq LST \text{ mean} - 1.5LST_{STD}$
سرد	$LST \text{ mean} - 1.5LST_{STD} < LST \leq LST \text{ mean} - LST_{STD}$
متوسط	$LST \text{ mean} - LST_{STD} < LST \leq LST \text{ mean} + LST_{STD}$
گرم	$LST \text{ mean} + LST_{STD} < LST \leq LST \text{ mean} + 1.5LST_{STD}$
خیلی گرم	$LST > LST \text{ mean} + 1.5LST_{STD}$

۲-۸- محاسبه شاخص سهم پوشش اراضی مختلف در تشکیل جزایر حرارتی

برای کمی کردن نقش هر یک از انواع کاربری اراضی و اثر آنها در تشکیل جزایر حرارتی از شاخص سهم (CI) استفاده می‌شود که از رابطه ۱۱ به دست می‌آید (ژو و همکاران، ۲۰۱۸).

$$CI = \frac{S_{ih}/S_i}{S_h/S} \quad \text{رابطه ۱۱}$$

S_i مساحت طبقه نوع i نقشه کاربری اراضی، S_{ih} مجموع مساحت مناطق با دمای سطح بالا و بسیار بالا (جدول ۵) طبقه i ، S مجموع مساحت مورد مطالعه، S_h مجموع مساحت مناطق با دمای بالا و بسیار بالا در کل منطقه است. در صورتی که CI بزرگ‌تر از یک باشد، کاربری اراضی سهم زیادی در تشکیل جزیره حرارتی دارد.

۲-۹- شاخص پراکنندگی عرصه حرارتی شهر یا ارزیابی اکولوژیکی UTFVI

شاخص UTFVI برای توصیف جزایر حرارتی و ارزیابی وضعیت اکولوژیکی بکار می‌رود که از رابطه ۱۲ به دست می‌آید (لی و همکاران، ۲۰۱۷؛ لو و ژانگ، ۲۰۱۱).

$$UTFVI = \frac{T}{T - T_a} \quad \text{رابطه ۱۲}$$

که T دمای سطح زمین برحسب دمای سلسیوس، و T_a میانگین آن در منطقه است. مقادیر UTFVI را با توجه به محدوده دمایی به شش طبقه (جدول ۶) تقسیم می‌کنند (لو و ژانگ، ۲۰۱۱) که هر یک از مقادیر را می‌توان با ارزش‌های اکولوژیکی و پدیده جزیره حرارتی تفسیر کرد.

1 Zhao et al

2 Li et al

3 Lu and Zhang

جدول ۶- طبقات شاخص UTFVI

وضعیت	کلاس طبقه‌بندی شاخص UTFVI
هیچ	۰<
ضعیف	۰-۰/۰۰۵
متوسط	۰/۰۰۵-۰/۰۱
تا حدی قوی	۰/۰۱-۰/۰۱۵
قوی	۰/۰۱۵-۰/۰۲
خیلی قوی	۰/۰۲>

۳- نتایج

۳-۱- نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصاویر

با توجه به جدول ۷ برای سال ۱۹۹۰ دقت ضریب کاپا و دقت کلی به ترتیب ۰/۸۳ و ۸۹/۸ و در سال ۲۰۲۰ دقت ضریب کاپا و دقت کلی به ترتیب ۰/۸۹ و ۹۲/۳ محاسبه شد، بنابراین طبقه‌بندی کاربری اراضی از دقت بالایی برخوردار است.

جدول ۷- صحت سنجی طبقه‌بندی کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

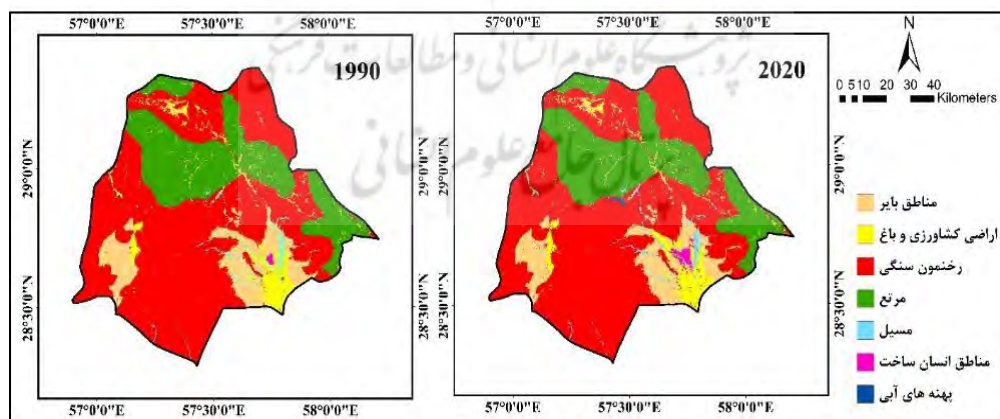
سال تصاویر	ضریب کاپا	صحت کلی
۱۹۹۰	۰/۸۳	۸۹/۸
۲۰۲۰	۰/۸۹	۹۲/۳

نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصاویر سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ شهرستان جیرفت با روش ماشین بردار پشتیبان در جدول ۸ و شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. نتایج حاصل از کاربری اراضی نشان می‌دهد که بیشترین کاربری‌ها در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ به ترتیب مربوط به رخنمون سنگی (۶۰/۰۱ درصد از مساحت منطقه) و مرتع (۲۳/۹۲ درصد از مساحت منطقه) است. در سال ۱۹۹۰ کاربری کشاورزی ۴۴۴۴۹/۱۱ هکتار بود که ۴۱۴۲/۲۴ هکتار به مقدار آن‌ها طی ۳۰ سال افزوده شد. اما از وسعت مناطق بایر در سال ۲۰۲۰ نسبت به ۱۹۹۰ به میزان ۷۳۳۳/۸۳ هکتار کاسته شده است. کاربری مرتع و مسیل از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ تقریباً تغییرات خیلی کمی داشتند. کاربری رخنمون‌های سنگی ۵۱۵۴۱۷/۹ هکتار در سال ۱۹۹۰ بودند که در سال ۲۰۲۰ تغییری نداشته است. مناطق ساخت انسان نیز در سال ۱۹۹۰ به میزان ۱۶۸۵/۴۳ هکتار بودند که ۷۴۷۳/۹۲ هکتار به وسعت آن‌ها در سال ۲۰۲۰ افزوده شد. نکته

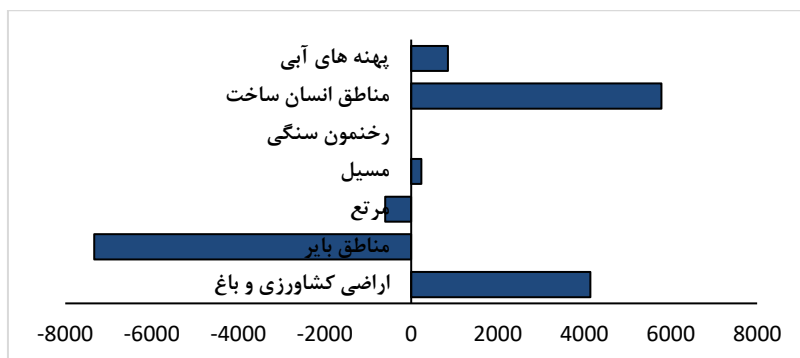
قابل توجه در تغییرات کاربری اراضی در جیرفت این است که وسعت مناطق آبی در سال ۱۹۹۰ تقریباً ۳ هکتار بوده است که با احداث سد جیرفت طی مدت ۳۰ سال ۸۴۶۷۰۹ هکتار به پهنه آبی منطقه افزوده شده است.

جدول ۸- مساحت (هکتار و درصد) طبقات مختلف کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

۲۰۲۰	۱۹۹۰	واحد	طبقات کاربری اراضی
۴۸۵۹۱/۴۵	۴۴۴۴۹/۱۱	مساحت	اراضی کشاورزی و باغ
۵/۶۶	۵/۱۷	درصد	
۷۳۲۴۷/۹۴	۸۰۵۸۱/۷۷	مساحت	مناطق بایر
۸/۵۳	۹/۳۸	درصد	
۲۰۴۸۴۱/۳	۲۰۵۴۶۷۱	مساحت	مرتع
۲۳/۸۵	۲۳/۹۲	درصد	
۱۱۵۲۳/۰۶	۱۱۲۸۷/۱۷	مساحت	مسیل
۱/۳۴	۱/۳۲	درصد	
۵۱۵۴۱۷/۹	۵۱۵۴۱۷/۹	مساحت	رخنمون سنگی
۵۹/۶۵	۶۰/۰۱	درصد	
۷۴۷۳/۹۲	۱۶۸۵/۴۳	مساحت	مناطق انسان‌ساخت
۰/۸۷	۰/۱۹	درصد	
۸۴۹/۱۵	۳/۰۶	مساحت	پهنه‌های آبی
۰/۱	۰/۰۱	درصد	



شکل ۲- نقشه طبقه‌بندی شده حوزه جیرفت در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰



شکل ۳- تغییرات کاربری‌ها (هکتار) در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۱۹۹۰

۲-۳- تغییرات کاربری اراضی

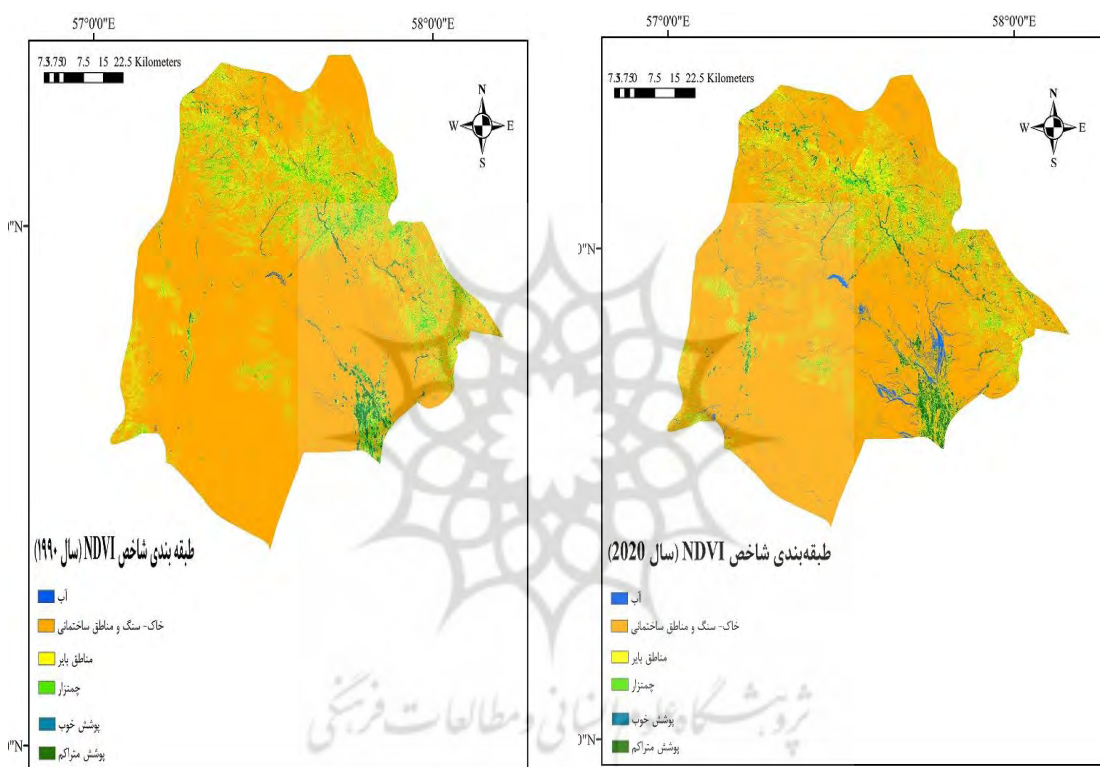
تغییرات کاربری اراضی حوزه جیرفت بین سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۹۰ در جدول ۹ نشان داده شده است. افزایش مساحت مناطق انسان‌ساخت ناشی از گسترش شهر، اراضی کشاورزی و باغی و پهنه آبی از نکات حائز اهمیت در تغییرات کاربری اراضی منطقه است. کاهش مناطق بایر در سال ۲۰۲۰ نشان می‌دهد که بخش زیادی از آن به مناطق انسان‌ساخت و اراضی کشاورزی و همچنین بخش از مناطق بایر و مسیل نیز به پهنه آبی تبدیل شده است. که در سال ۱۹۹۰ این پهنه بسیار ناچیز بوده است. از نکات قابل توجه در تغییرات کاربری اراضی منطقه این است که بخش زیادی از اراضی کشاورزی و مناطق بایر که در سال ۱۹۹۰ وجود داشته‌اند، طی ۳۰ سال گذشته به مناطق ساخت انسان تبدیل شده‌اند که بیشترین میزان افزایش کاربری مربوط به این کاربری است.

جدول ۹- نتایج حاصل از تبدیل طبقات مختلف کاربری اراضی حوزه جیرفت در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

کاربری اراضی	اراضی کشاورزی و باغ	مناطق بایر	مرتع	مسیل	رخنمون سنگی	مناطق انسان‌ساخت	پهنه‌های آبی
اراضی کشاورزی و باغ	-	۲۹/۲۵	۰	۵۰/۳۱	۰	۳۰۸۳/۱	۰
مناطق بایر	۵۲۶۶/۸۹	-	۰	۱۵۷/۵	۰	۲۷۰۰/۶۵	۸۳/۷۸
مرتع	۲۳۷/۶۹	۰	-	۸/۸۲	۵۰۱/۵۷	۲۰/۵۲	۰
مسیل	۴/۵۹	۰	۰	-	۱۰۴/۹۴	۶۵/۴۳	۶۶/۹۶
رخنمون سنگی	۰	۰	۰	۰	-	۰	۰
مناطق انسان‌ساخت	۱۰۹/۱۷	۰	۰	۰	۰	-	۰
پهنه‌های آبی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-

۳-۳- شاخص NDVI

نقشه طبقه‌بندی شده شاخص NDVI و درصد پوشش‌های مختلف سطح در شکل ۴ و جدول ۱۰ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در سال ۲۰۲۰ کلاس‌های آب، پوشش خوب و متراکم به ترتیب ۱/۴، ۰/۹ و ۰/۷ درصد نسبت به سال ۱۹۹۰ افزایش داشته است اما کلاس چمنزار، پوشش خاک - سنگ و بایر به ترتیب ۲/۶، ۰/۴ و ۰/۹ درصد کاهش یافته‌اند.



شکل ۴ - نقشه طبقه‌بندی شده شاخص NDVI در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

جدول ۱۰ - درصد کلاس‌های پوشش‌های مختلف سطح بر اساس شاخص NDVI

۲۰۲۰	۱۹۹۰	نوع پوشش سطح
۱/۶	۰/۲	آب
۷۹/۶	۷۹/۲	خاک - سنگ
۱۱	۱۱/۹	بایر
۴/۳	۶/۹	چمنزار

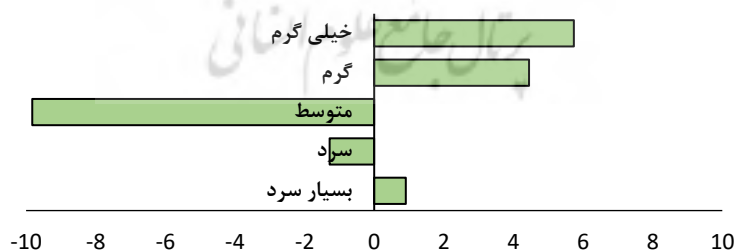
نوع پوشش سطح	۱۹۹۰	۲۰۲۰
پوشش خوب	۰/۷	۱/۶
پوشش متراکم	۱/۲	۱/۹

۳-۴- دمای سطح زمین در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

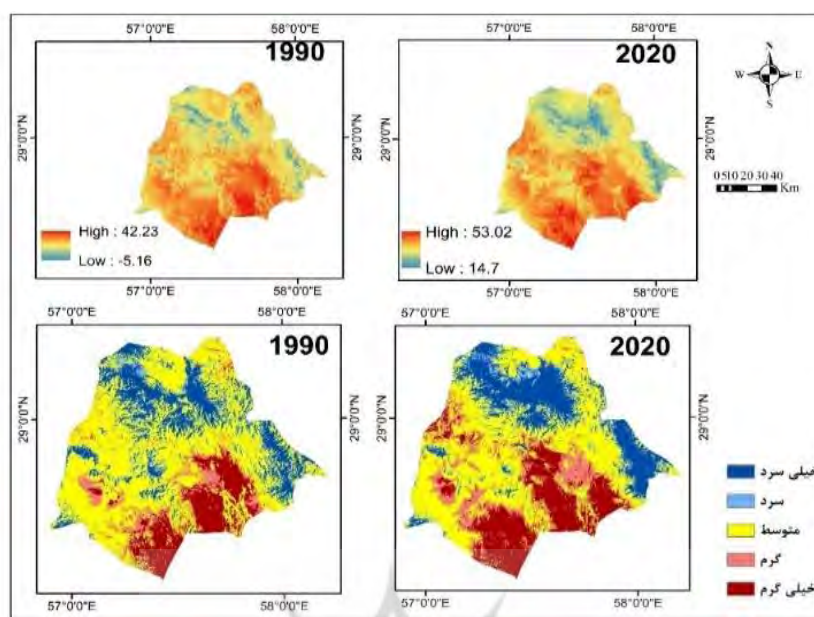
بر اساس نتایج به‌دست‌آمده میانگین دمای سطح زمین (جدول ۱۱) طی ۳۰ سال ۱۱/۱ درجه افزایش پیدا کرده است. نقشه تغییرات، مساحت و درصد و درصد تغییرات هرکدام از طبقات پنج‌گانه LST در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ به ترتیب در شکل ۵ و ۶ گزارش شده است. در سال ۲۰۲۰ دمای حداقل ۱۹/۸۶ و دمای حداکثر ۱۰/۷۹ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا کرد. بر اساس نقشه‌های LST به‌دست‌آمده در هر دو سال بخش‌های جنوبی، جنوب‌شرقی و جنوب‌غربی بیشترین دما و نواحی شمالی و شمال شرقی که مرتفع‌تر می‌باشند. کمترین دما را دارا هستند. در سال ۱۹۹۰ وسعت طبقه دمایی بسیار سرد و خیلی سرد به ترتیب ۱۶/۹۵ و ۹/۳۶ درصد بوده است که در سال ۲۰۲۰ طبقه بسیار سرد ۰/۹ درصد افزایش و طبقه سرد ۱/۲۸ درصد کاهش پیدا کرده است. بیشتر سطح منطقه در هر دو سال دارای کلاس متوسط LST است که در سال ۲۰۲۰ به مقدار ۹/۸ درصد کاهش پیدا کرده است و به وسعت مناطق گرم و خیلی گرم به ترتیب ۴/۵ و ۵/۷ درصد افزایش نسبت به سال ۱۹۹۰ پیدا کرده است.

جدول ۱۱- میانگین دمای سطح زمین در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

سال تصویر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف استاندارد
۱۹۹۰	-۵/۱۶	۴۲/۲۳	۲۶/۰۷	۴/۲۳
۲۰۲۰	۱۴/۷	۵۳/۰۲	۳۷/۱۷	۴/۰۵



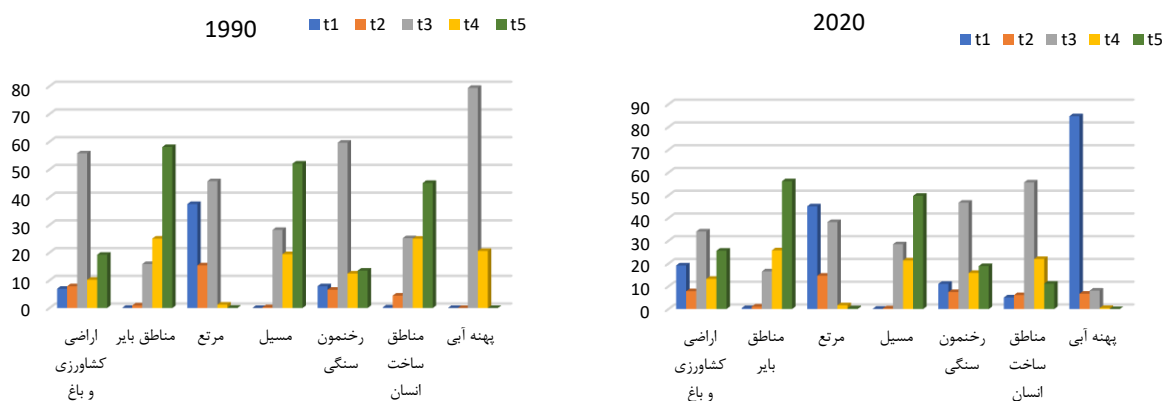
شکل ۵ - تغییر مساحت (درصد) هرکدام از طبقات دما



شکل ۶- نقشه تغییرات LST در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۹

۳-۵- مساحت هر کاربری در طبقات دمایی مختلف

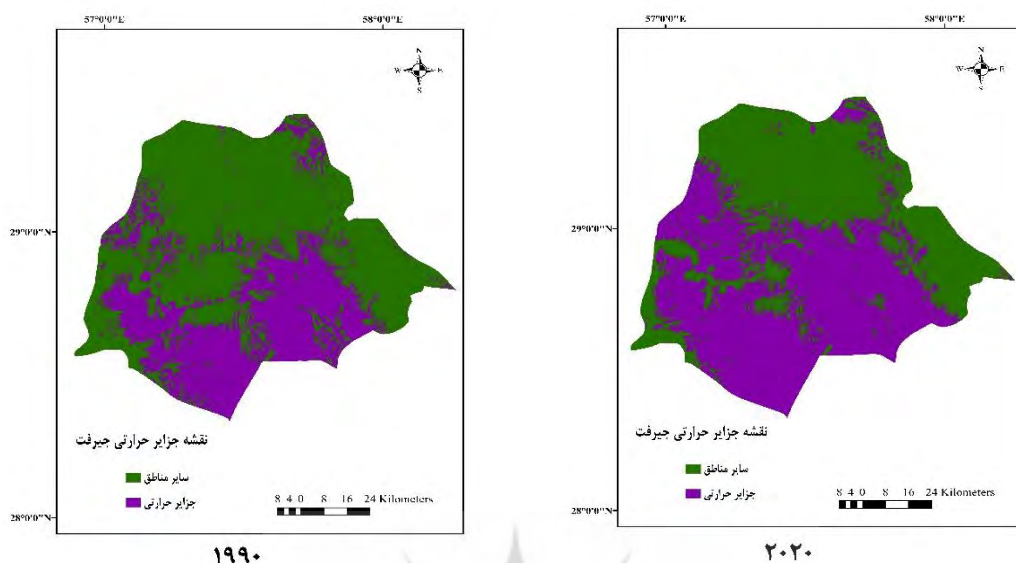
شکل ۷ مساحت هر کاربری اراضی در طبقات دمایی مختلف را نشان می‌دهد. در سال ۱۹۹۰ بیشترین مساحت کاربری اراضی (۵۵ درصد) در کلاس متوسط قرار داشت و ۱۹/۲ و ۱۰/۱۹ درصد به ترتیب در طبقه خیلی گرم و گرم دما قرار داشتند. اما در سال ۲۰۲۰ از مساحت این کاربری در طبقه متوسط کاسته شد (۳۴ درصد) و در عوض ۲۵/۶ و ۱۳/۲ درصد مساحت کاربری کشاورزی و اراضی باغی به ترتیب در طبقه خیلی گرم و گرم افزوده شد. بیشترین مساحت کاربری بایر نیز در هر دو سال در طبقه خیلی گرم (به ترتیب ۵۸ و ۵۶ درصد) واقع شده بود. مراتع در سال ۱۹۹۰ به ترتیب در طبقه متوسط (۴۵/۷ درصد) و پایین (۳۷/۵ درصد) و در سال ۲۰۲۰ در طبقه پایین (۴۵/۱۳ درصد) و متوسط (۳۸/۲ درصد) دما بیشترین مساحت داشتند. کاربری‌های مسیل و رخنمون سنگی در هر دو سال به ترتیب در طبقه گرمایی خیلی زیاد و متوسط بیشتر گسترش داشتند. کاربری مناطق ساخت انسان در سال ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ به ترتیب در طبقه گرمایی خیلی زیاد (۴۵/۱۱ درصد) و متوسط (۵۵/۶ درصد) بیشترین مساحت را داشتند. پهنه آبی با وجود مساحت کم در سال ۱۹۹۰، در طبقه دمایی متوسط و در سال ۲۰۲۰ در کلاس دمایی پایین بیشتر قرار داشت.



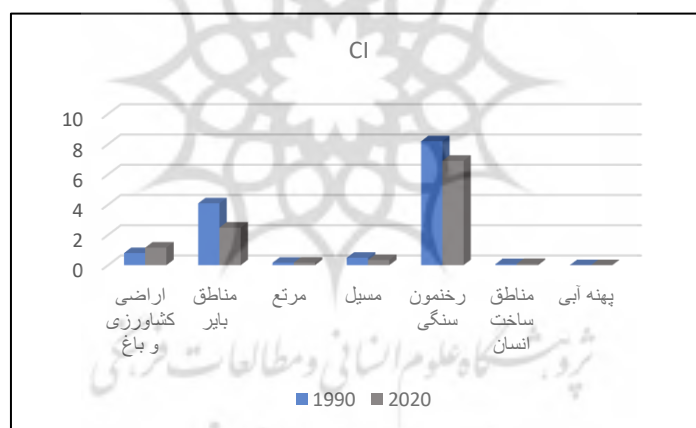
شکل ۷- گسترش کاربری‌های اراضی در طبقات مختلف دمایی

۳-۶- جزایر حرارتی شهری

نقشه‌های جزایر حرارتی شهرستان جیرفت در شکل ۸ نشان داده شده است. بر اساس این نقشه‌ها جزایر حرارتی در سال ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ بیشتر در بخش‌های جنوبی و جنوب غربی منطقه جیرفت دیده می‌شود که در سال ۲۰۲۰ وسعت جزایر حرارتی بسیار زیادتر و به صورت متمرکزتر از سال‌های ۱۹۹۰ می‌باشند و به جز نواحی شمالی و شمال شرقی در بقیه مناطق مشاهده می‌شوند. شکل ۹ سهم هر کاربری را در تشکیل جزایر حرارتی نشان می‌دهد. بر اساس این شاخص در درجه اول رخنمون سنگی و سپس مناطق بایر بیشترین سهم در به وجود آوردن جزایر در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ دارند. اما سهم این دو کاربری در سال ۱۹۹۰ نسبت به ۲۰۲۰ بیشتر بوده است. اراضی کشاورزی نسبت به پهنه آبی، مناطق ساخت انسان و مراتع سهم بیشتری در تشکیل جزایر حرارتی داشته‌اند.



شکل ۸- موقعیت جزایر حرارتی در شهرستان جیرفت



شکل ۹- سهم هر کاربری اراضی در تشکیل جزایر حرارتی در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

۳-۷- وضعیت اکولوژیکی منطقه جیرفت

جدول ۱۲ مقادیر حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف استاندارد شاخص UTFVI را نشان می‌دهد. حداقل، حداکثر و میانگین شاخص UTFVI در سال ۱۹۹۰ به ترتیب ۰/۱۹، ۰/۶ و ۰/۱۱ و در سال ۲۰۲۰ به ترتیب ۰/۶، ۰/۴۲ و ۰/۳۱ است. شاخص UTFVI در شش کلاس طبقه‌بندی می‌شود (لئو و ژانگ، ۲۰۱۱)؛ اما استفاده از طبقه‌بندی شش تایی نتوانست به خوبی طبقات را در منطقه مورد مطالعه از یکدیگر مجزا کند. بنابراین با اعمال چندین

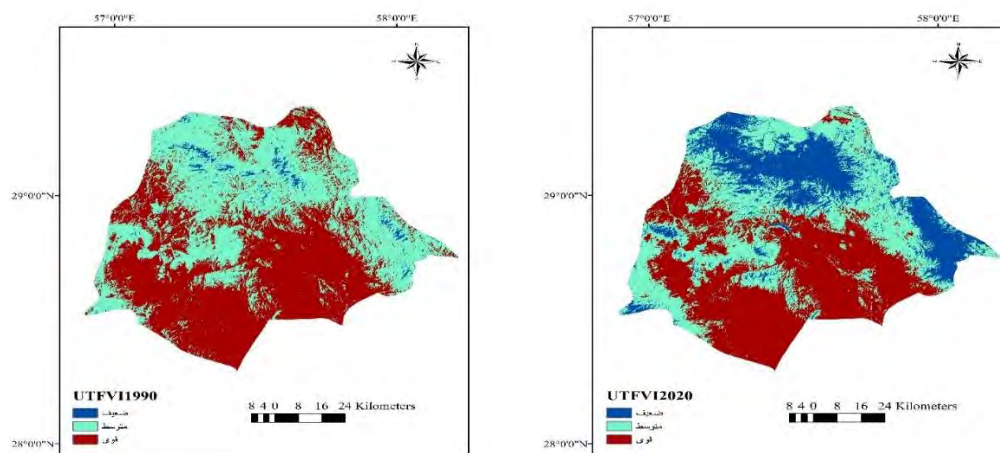
طبقه‌بندی با آستانه‌های مختلف به روش صحیح و خطا، طبقه‌بندی نهایی با استفاده از حد آستانه‌های جدول ۱۳ صورت گرفت که درصد مساحت طبقات مختلف شاخص UTFVI آورده شده است. در سال ۱۹۹۰ تقریباً ۴۸ درصد منطقه در کلاس متوسط (وضعیت اکولوژیکی نرمال) و ۵۰ درصد در کلاس قوی (وضعیت اکولوژیکی بد) ارزیابی شد. اما در سال ۲۰۲۰ از کلاس وضعیت اکولوژیکی ضعیف و متوسط کاسته و در عوض به کلاس وضعیت اکولوژیک خوب افزوده شد؛ به طوری که این کلاس طی ۳۰ سال ۲۰ درصد افزایش پیدا کرد. پهنه‌بندی شاخص UTFVI در شکل ۱۰ نمایش داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیش از ۹۰ درصد منطقه در کلاس وضعیت اکولوژیک متوسط و ضعیف قرار دارد و فقط بخش کوچکی که در نواحی شمالی دیده می‌شود در وضعیت اکولوژیک خوب دیده می‌شود. اما در سال ۲۰۲۰ وضعیت اکولوژیکی خوب در بخش‌های شمالی و شمال شرقی به مقدار بیشتر افزایش پیدا کرده و به صورت متمرکز دیده می‌شود و وضعیت اکولوژیکی ضعیف در بخش‌های جنوبی و جنوب شرقی بیشتر مشاهده می‌شود.

جدول ۱۲- میانگین شاخص UTFVI در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

سال تصویر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف استاندارد
۱۹۹۰	-۱/۱۹	۰/۶	۰/۱۱	۰/۲۳
۲۰۲۰	-۰/۶	۰/۴۲	۰/۰۳۱	۰/۱۶

جدول ۱۳- درصد مساحت طبقات مختلف شاخص UTFVI در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

وضعیت اکولوژیکی	خوب	نرمال	ضعیف
UTFVI	ضعیف	متوسط	قوی
۱۹۹۰	۱/۷	۴۸/۱	۵۰/۲
۲۰۲۰	۲۱/۶	۳۷/۳	۴۱/۱



شکل ۱۰- طبقه‌بندی شاخص UTFVI در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ در شهرستان جیرفت

۳-۸- رابطه بین کاربری اراضی و شاخص UTFVI

جدول ۱۴ وضعیت شاخص UTFVI در کاربری‌های مختلف در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ نشان می‌دهد. شاخص UTFVI در سال ۲۰۲۰ در همه کاربری‌ها به‌جز رخنمون سنگی (بدون تغییر) نسبت به ۱۹۹۰ افزایش داشته است. طی ۳۰ سال گذشته بخشی از اراضی کشاورزی به کاربری‌های دیگر و نواحی از کاربری‌های دیگر به بخش‌های کشاورزی افزوده شده است اما در مجموع این کاربری افزایش پیدا کرده است در نتیجه وضعیت اکولوژیکی کاربری کشاورزی به نسبت بهبود یافته است. مناطق بایر چون طی مدت ۳۰ سال کاهش چشم‌گیری داشته است، باعث شده است شاخص UTFVI نیز تقریباً به نصف میزان آن در سال ۱۹۹۰ کاهش یابد. اما این شاخص در کاربری مرتع طی دوره مطالعاتی کاهش پیدا کرده که علت آن را می‌توان به دلیل کاهش این کاربری طی ۳۰ سال دانست. احداث سد جیرفت باعث شد کاربری پهنه آبی افزایش یابد، و شاخص UTFVI در این کاربری کمترین مقدار نسبت به بقیه کاربری‌ها و نسبت به سال ۱۹۹۰ داشت. در نتیجه این کاربری از نظر وضعیت اکولوژیکی در وضعیت عالی قرار می‌گیرد. با وجود افزایش مناطق ساخت انسان طی ۳۰ سال، شاخص UTFVI کاهش داشته است در صورتی که انتظار می‌رفت که افزایش یابد. سد جیرفت در بالادست شهر جیرفت واقع است، وجود جریان آب از سد به سمت شهر باعث شده است که زمین‌های کشاورزی اطراف شهر گسترش یابند، از طرفی پوشش گیاهی شهر جیرفت نیز افزایش یافته است در نتیجه این امر وضعیت اکولوژیکی در کاربری مناطق ساخت انسان در وضعیت بهتری نسبت به سال ۱۹۹۰ قرار گرفته است که نتایج این بخش از مطالعه با جمالی و همکاران (۱۳۹۸) مطابقت دارد.

جدول ۱۴- میانگین شاخص UTFVI در کاربری‌های مختلف در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

کاربری اراضی	۱۹۹۰	۲۰۲۰
کشاورزی و باغات	۰/۰۵	۰/۰۳
مناطق بایر	۰/۲۶	۰/۱۲
مرتع	-۰/۲۱	-۰/۱۵
مسیل	۰/۲۴	۰/۱۵
رخنمون سنگی	۰/۰۳	۰/۰۳
مناطق ساخت انسان	۰/۱۹	۰/۰۴
پهنه‌های آبی	۰/۱۱	-۰/۲۳

۴- جمع‌بندی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، طی مدت ۳۰ سال از وسعت مناطق بایر کاسته شده و به کاربری کشاورزی و مناطق ساخت انسان افزوده شده است و درصدی از رخنمون سنگی به پهنه آبی تبدیل شده است. سطوح آبی منطقه به علت گرمای ویژه بالای آب، میزان انرژی ورودی بیشتری از خورشید را در خود ذخیره کرده و از میانگین دمای سطح پایین‌تری نسبت به سایر کاربری‌ها برخوردار است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴). افزایش تراکم پوشش گیاهی موجب کاهش دمای سطح زمین می‌شود، زیرا در نواحی با پوشش گیاهی بخشی از انرژی تابش‌های ورودی صرف تبخیر و تعرق و فتوسنتز گیاه می‌شود، مصرف انرژی خورشیدی برای تعرق گیاه به صورت گرمای نهان ظاهر می‌شود و افزایش گرمای نهان موجب کاهش گرمای محسوس می‌شود و از آنجایی که گرمای محسوس ارتباط مستقیمی با دمای محیط دارد در نتیجه مقدار دمای سطح زمین نیز کاهش می‌یابد (کریمی فیروزجایی و همکاران، ۱۳۹۶؛ درویشی و همکاران، ۱۳۹۸). تقسیم‌بندی طبقات دمای سطح زمین نشان داد که طبقات خیلی گرم و گرم که در بخش‌های جنوبی در سال ۲۰۲۰ افزایش و طبقه متوسط (بیشترین تغییر) و سرد کاهش داشته است. بالا رفتن دمای سطح زمین باعث تشکیل جزایر حرارتی شده است که بیشتر در نواحی جنوبی و جنوب شرقی دیده می‌شود. بر اساس شاخص UTFVI در سال ۱۹۹۰ منطقه در وضعیت اکولوژیکی خوبی قرار نداشت بطوریکه ۵۰ درصد مساحت منطقه در کلاس اکولوژیک بود که به تدریج در سال‌های ۲۰۲۰ از شدت کلاس بد کاسته شد و به کلاس خوب افزوده شد. در سال ۱۹۹۰ بهترین وضعیت اکولوژیکی منطقه را کاربری مرتع و در سال ۲۰۲۰ کاربری پهنه آبی داشتند، بدترین وضعیت اکولوژیکی نیز در هر سه سال متعلق به کاربری مناطق بایر و مسیل بود. در این مطالعه مناطق ساخت انسان نسبت به سال ۱۹۹۰ افزایش پیدا کرده است که به علت استفاده از سوخت‌های فسیلی، از بین بردن پوشش گیاهی برای ساخت‌وساز، استفاده زیاد از ماشین‌آلات این عامل باعث افزایش دمای سطح زمین و جزایر حرارتی شده است

(جیان و تیان^۱، ۲۰۱۰). از طرفی با افزایش پهنه‌های آبی در شهرستان پوشش گیاهی خوب و متراکم نسبت به سال ۲۰۲۰ افزایش داشته است و این امر باعث شده است که با وجود افزایش دمای سطح زمین و افزایش جزایر حرارتی به علت افزایش گرمایش جهانی، وضعیت اکولوژی شهرستان نسبت به سال ۱۹۹۰ بهتر شده باشد. با توجه به نتایج باید راهکارهای مدیریتی درستی را در زمینه حفظ و بهبود وضعیت اکولوژی شهرستان جیرفت انجام داد و گرنه در آینده با وجود افزایش دمای سطح زمین، جزایر حرارتی خسارات جبران‌ناپذیری در منطقه وارد خواهد شد. بدین منظور پیشنهاد می‌شود از پوشش‌های گیاهی سازگار و بومی منطقه مخصوصاً پوشش متراکم بیشتر استفاده شود.

کتابنامه

- احمدی، بهروز؛ قربانی، اردوان؛ صفرراد، طاهره؛ سبحانی، بهروز؛ ۱۳۹۳. بررسی دمای سطح زمین در رابطه با کاربری و پوشش اراضی با استفاده از داده‌های سنجنش‌ازدور. *مجله سنجنش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، سال ۶، شماره ۱، ۶۱-۷۷. https://journals.iau.ir/article_516774.html
- آرخی، ص؛ ادیب‌نژاد، م، ۱۳۹۰. ارزیابی کارایی الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان جهت طبقه‌بندی کاربری اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای ETM⁺ لندست (مطالعه موردی: حوزه سد ایلام). *فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران*. جلد ۱۸، شماره ۳، صفحه ۴۴۰-۴۲۰. <https://www.sid.ir/paper/107095/#downloadbottom>
- امیدوار، کمال؛ مویدفر، سعیده؛ فاطمی، مهران؛ نارنگی فرد، مهدی؛ ۱۳۹۹. ارزیابی ارتباط کاربری اراضی شهری و جزایر حرارتی مطالعه موردی: شهر بیابانی یزد. *فصلنامه جغرافیای طبیعی*، سال سیزدهم، شماره ۴، ۱۷-۱. https://journals.iau.ir/article_674239.html
- انصاری، محمدرضا؛ نوروزی، آذین؛ ۱۴۰۰. بررسی تغییرات دمای سطح زمین با کاربری اراضی در کانون گردوغبار جنوب شرق اهواز با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸. *مجله تحقیقات آب‌و‌خاک ایران*، دوره ۵۲، شماره ۷، ۱۸۴۰-۱۸۲۶. <https://doi.org/10.22059/ijswr.2021.324040.668978>
- بابایی فینی، ام‌السلمه؛ ۱۳۹۴. بررسی رابطه دمای سطح زمین و شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی در محیط شهری (مطالعه موردی: کلانشهر اصفهان). *فصلنامه جغرافیای طبیعی*، سال ۸، شماره ۲۹، ۹۰-۷۵. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085656.1394.8.29.5.6>
- جمالی، زهرا؛ اونق، مجید؛ سلمان‌ماهینی، عبدالرسول؛ ۱۳۹۸. تحلیل ارتباط دمای سطح زمین با کاربری اراضی و شاخص اختلاف گیاهی نرمال شده در دشت گرگان. *مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، دوره ۲۳، شماره ۳، ۱۹۴-۱۷۶.

https://hsm.sp.moadres.ac.ir/browse.php?a_code=A-10-48803-1&slc_lang=fa&sid=21

درویشی، شادمان؛ رشیدپور، مصطفی؛ سلیمانی، کریم؛ ۱۳۹۸. بررسی ارتباط تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مطالعه موردی: شهرستان مریوان. *مجله جغرافیا و توسعه*، شماره ۵۴، ۱۶۲-۱۴۳

<https://doi.org/10.22111/gdij.2019.4361>

زارع، محمد؛ تیموریان، تیمور؛ جوری، محمدحسن؛ ۱۳۹۵. پایش تغییرات کاربری اراضی / پوشش با استفاده از شاخص‌های شدت تغییرات، درجه پویایی و مقایسه پس از طبقه‌بندی. *فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران*، دوره ۸، شماره ۱، ۱۲۳-۱۳۶

https://nejournal.nour.iau.ir/article_533200.html

ساسانپور، فرزانه؛ ضیائی‌ان، پرویز؛ بهادری، مریم؛ ۱۳۹۲. بررسی رابطه کاربری و پوشش اراضی و جزایر حرارتی شهر تهران. *فصلنامه بین‌المللی انجمن جغرافیای ایران*، دوره جدید، سال یازدهم، شماره ۳۹، ۲۷۰-۲۵۷

<https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=201846>

سرحدی، جواد؛ شریف، مهری؛ ۱۳۹۹. ضرورت مدیریت خاص در خاکهای منطقه جیرفت و کهنوج. *نشریه فنی ۵۹۰*، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات آب و خاک.

<http://www.swri.ir/fa-IR/DouranPortal/1/Articles/view/14965/141>

سودایی زاده، حمید؛ جبالی، عاطفه؛ ۱۳۹۸. پایش تغییرات سطح اراضی کشاورزی تحت سیستم آگروفارستری در باغبانویه جیرفت. *نشریه مدیریت اراضی*، جلد ۸، شماره ۱، ۱۴-۲۶

شعبانی، مرتضی؛ درویشی، شادمان؛ سلیمانی، کریم؛ ۱۳۹۸. بررسی آثار تغییرات کاربری اراضی بر الگوهای زمانی - مکانی دمای سطح زمین و جزایر حرارتی؛ مطالعه موردی: شهرستان سقز. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۳۰ (۷۳)، ۵۴-۳۷

<https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=507253>

شمس‌الدینی، جواد؛ مزیدی، احمد؛ ۱۳۹۴. بررسی تغییرات آب و هوایی و تاثیرات آن بر خرمای جیرفت، دومین کنفرانس ملی کشاورزی و توسعه، تهران.

<https://civilica.com/doc/431620>

عادل‌ساردوئی، محسن؛ اسدی، علی؛ کلاتری، خلیل؛ براتی، علی‌اکبر؛ خسروی، حسن؛ ۱۳۹۹. بررسی تغییرات کاربری اراضی دشت جیرفت در دوره حال و آینده (با نگاهی بر تناسب کاربری اراضی کشاورزی). *مجله منابع طبیعی ایران*، مرتع و آبخیزداری، دوره ۷۳، شماره ۴، ۹۱۳-۸۹۳

<https://doi.org/10.22059/jrwm.2020.307198.1522>

عبدلی‌لاکتاسرابی، مهسا؛ حقیقی‌خامی، مریم؛ ۱۳۹۹. مقایسه روش‌های طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی در تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: پارک ملی بوجاق). *مجله پژوهش و فناوری محیط زیست*، ۵ (۸)، ۶۰-۴۷

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=250103>

علوی‌پناه، کاظم؛ ۱۳۸۵. *سنجش‌ازدور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین*. انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ دوم. ۴۵۳ صفحه.

کاوایانی راد، مراد؛ آفتابی، زکیه؛ ولی زاده، حوا؛ ۱۳۹۸. تبیین نسبت امنیت غذایی و امنیت زیست محیطی با تغییر اقلیم نمونه پژوهی: شهرستان جیرفت. *مجله دگرگونی‌ها و مخاطرات آب و هوایی*، سال اول، شماره دوم، ۴۰-۲۲

https://cccd.znu.ac.ir/article_44662.html

کریمی فیروزجایی، محمد؛ کیاورز، مجید؛ علوی پناه، سید کاظم؛ ۱۳۹۶. پایش و پیش بینی شدت جزیره حرارتی شهر بابل با توجه به گسترش شهری و تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۶۴. نشریه علمی پژوهشی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی، دوره ۵، شماره ۳، ۱۵۱-۱۲۳. <https://www.sid.ir/paper/230031/fa>

مختاری، زهرا؛ برق جلوه، شهیندخت؛ سیاح نیا، رومینا؛ ۱۴۰۰. بررسی الگوی ناهمگنی محیط حرارتی شهر و ارزیابی اکولوژیک آن در منطقه شهری کرج. جغرافیا و پایداری محیط، دوره ۱۱، شماره ۴. ۵۸-۳۷. <https://doi.org/10.22126/ges.2021.6654.2418>

مرادی، ساجده؛ رضائی مقدم، محمدحسین؛ ۱۳۹۹. تحلیل زمانی مکانی جزیره حرارتی شهر ارومیه با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و چهارم، ۸۳-۹۹. <https://doi.org/10.22067/geo.v9i2.87137>

هاشمی، م.؛ علوی پناه، س.ک.؛ دیناروندی، م.؛ ۱۳۹۱. ارزیابی توزیع مکانی دمای سطح زمین در محیط زیست شهری با کاربرد سنجش از دور حرارتی، محیط شناسی، ۳۹ (۱)، ۸۱-۹۲.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=195323>

- Abdolalizadeh, Z., Ghorbani, A., Mostafazadeh, R. et al., 2020. Rangeland canopy cover estimation using Landsat OLI data and vegetation indices in Sabalan rangelands, Iran. *Arabian Journal of Geosciences* 13, 245. <http://dx.doi.org/10.1007/s12517-020-5150-1>
- Abdulla-Al Kafy A, Huda Naim M N., 2021. Assessment of urban thermal field variance index and defining the relationship between land cover and surface temperature in Chattogram city: A remote sensing and statistical approach. *Journal of Environmental Challenges*, 4(100107): 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100107>
- Al- Faisal, A., Al Kafy, A., Al Rakib, A., Shaleha Akter, K., Jahir, D.M., Sikdar, M.S., Ashrafi, T. J., Mallik, S., Rahman, M.M., 2021. Assessing and predicting land use/land cover, land surface temperature and urban thermal field variance index using Landsat imagery for Dhaka Metropolitan area. *Journal of Environmental Challenges*, 4 (100192). 1-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envc.2021.100192>
- Alavipannah, S.K., 2003. Study of Lut desert surface temperature using field measurements and satellite thermal data. *Desert*. 1(7): 85-99. <https://jast.modares.ac.ir/article-23-555-en>
- Alfraihat R, Mulugeta G, Gala T S., 2016. Ecological evaluation of urban heat island in Chicago City, USA. *Journal of Atmospheric Pollution*, 4(1): 23-29. <http://pubs.sciepub.com/jap/4/1/3>
- Ali Akbar, T., K. Hassan, Q., Ishaq, S., Batool, M., Butt, H. J., Jabbar, H., 2019. Investigative Spatial Distribution and Modelling of Existing and Future Urban Land Changes and Its Impact on Urbanization and Economy. *Journal of Remote sensing*, 11(105), 1-15. <https://doi.org/10.3390/rs11020105>
- Artis DA, Carnahan WH., 1982. Survey of emissivity variability in thermography of urban areas. *Remote Sens. Environ.* 12: 313-329. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(82\)90043-8](https://doi.org/10.1016/0034-4257(82)90043-8)
- Clapham, W.B., 2005. Quantitative classification as tool to show change in an urbanizing watershed. *International journal remote sensing*. 26: 4923-4939. <https://doi.org/10.1080/01431160500222665>
- Congalton RG and K, Green., 2009. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. CRC Press, Boca Raton, Florida, 137 p. <https://doi.org/10.1201/9781420055139>

- Guan D, Li H, Inohae T, Su W, Nagaie T, Hokao K., 2011. Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model. *Ecol. Model.* 222 (20): 3761–3772. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.09.009>
[https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqw2orz553k1w0r45\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1411719](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqw2orz553k1w0r45))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1411719)
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.062>
- Karimi Firozjaei M, Kiavarz M, Alavipanah S K, Lakes T, Qureshi S., 2018. Monitoring and forecasting heat island intensity through multi-temporal image analysis and cellular automata-Markov chain modelling: A case of Babol city, Iran. *Journal of Ecological Indicators* 91: 155–170. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.052>
- Li W, Cao Q, Lang K, Wu J., 2017. Linking potential heat source and sink to urban heat island: Heterogeneous effects of landscape pattern on surface temperature. *Science of the Total Environment*, 586: 457-465. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.191>
- 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: 1535-1552. <https://doi.org/10.3390/rs3071535>
- 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: 1535-1552. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.191>
- Mansour, S., Al-Belushi, M., Al-Awadhi, T. 2020. Monitoring land use and land cover changes in the mountainous cities of Oman using GIS and CA-Markov modelling techniques. *Journal of Land Use Policy*, 91 (104414). 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104414>
- Pao, Y.H., 1989. Adaptive pattern recognition and neural networks. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. [https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceId=9369](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceId=9369)
- Rehman A, Qin J, Pervez A, Sadiq Khan M, Ullah S, Ahmad KH, Ur Rehman N. 2022. Land-Use/Land Cover Changes Contribute to Land Surface Temperature: A Case Study of the Upper Indus Basin of Pakistan. *Journal of Sustainability* 14(934): 1-15. <https://doi.org/10.3390/su14020934>
- Rouse JW, Haas RH, Schell JA, Deering DW., 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, In: S.C. Freden, E.P. Mercanti, and M. Becker (eds) *Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium*, 1: 309-317.
- Sobrino JA, Jimenez-Munoz JC, Paolini L., 2004. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing Environment*. 90 (4): 434–440. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.02.003>
- Talebi Khiavi, H., Mostafazadeh, R., 2021. Land use change dynamics assessment in the Khiavchai region, the hillside of Sabalan mountainous area. *Arabian Journal of Geosciences* 14, 2257. <http://dx.doi.org/10.1007/s12517-021-08690-z>.
- Walawender, J.P., Szymanowski, M., Hajto, M.J. and Bokwa, A., 2014. Land surface temperature patterns in the urban agglomeration of Krakow (Poland) derived from Landsat-7/ETM+ data. *Pure and Applied Geophysics Geophys*, 171 (6), 913-940. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00024-013-0685-7>
- Zhang Y., 2006. Land surface temperature retrieval from CBERS-02 IRMSS thermal infrared data and its applications in quantitative analysis of urban heat island effect. *Journal of Remote Sensing*, 10: 789-797. <https://doi.org/10.11834/jrs.200605117>

Zho H, Zhang H, Miao G, Ye X, Min M., 2018. Linking Heat Source–Sink Landscape Patterns with Analysis of Urban Heat Islands: Study on the Fast-Growing Zhengzhou City in Central China. *Remote Sens*, 10: 1268. <https://doi.org/10.3390/rs10081268>

