

Research Article

Spatio-temporal modeling of plains cover in Dezful city based on temperature changes, land use and vegetation using remote sensing

Meysam Argany^{1*}, Sadri Seifi²

1-Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geography, University of Tehran

2- Department of Remote Sensing and Geographic Information System, Faculty of Geography. University of Tehran. Tehran. Iran

Keywords: *land surface temperature (LST), land use changes, normalized difference vegetation index (NDVI), remote sensing (RS), geographic information system (GIS).*

1- Introduction

The term "land use" describes how humans use the land cover to support themselves and human activities that change the type of biophysical characteristics of the land; for example, land use: Agriculture, mining, urban and infrastructure development are a few examples. They are from land use (Lambin and Geist, 2006). In contrast, "land cover" refers to its biophysical state, describing the land surface and near-land subsurface, including human modifications, topography, and soil infrastructure (Chaudhuri and Mishra, 2016). Changes in a specific type of land use or land cover in the regional extent (increase or decrease) are called LULC (Meer and Mishra, 2020). Continuous environmental changes and related adverse effects, called LU/LC changes, are becoming central issues at the global level (Li et al., 2020).

2- Material and methods

In this research, input data was collected from different sources. The primary sources of data were Landsat satellite images and field data. Landsat images for the periods 2000(TM), 2010 (ETM+), 2016 and 2020 (OLI_TIRS) were obtained from the United States Geological Survey (USGS). The first step in Landsat image analysis was pre-processing, which included radiometric and atmospheric corrections. Furthermore, these corrections were made in ENVI software. Then the images were prepared for the classification process. The classification was based on the supervised method and the Max Likelihood algorithm. Different methods have been developed to calculate the temperature of the earth's surface, and each has its advantages and disadvantages (Cristóbal, 2018). This study used the single-channel method in ENVI 5.3 software to obtain the earth's surface temperature .

3- Results and discussions

Land use changes over the years show that these changes have primarily occurred in barren lands that have gone towards the development of urbanization and agriculture; the most changes are related to the class of land use from barren to urban, barren to gardening, and barren to agriculture. In addition, in the southern part of this city, the changes in water areas for agriculture and horticulture are evident. Moreover, the area of water areas has decreased.

The temperature has increased during the monitoring period, and the area of the temperature classes 40-45 and 45-50 degrees Celsius has increased; on the other hand, the temperature classes below 30 degrees and 30-35 degrees have decreased, but the area of the class above 50. The degree has not changed significantly.

*Corresponding author: argany@ut.ac.ir

DOI: 10.22055/AAG.2023.42929.2343

Received: 2023-02-02

Accepted: 2023-06-04

The year 2000-2020 had the highest average temperature in barren use, between 48-55 degrees Celsius, and then in urban use, between 38-44 degrees Celsius. However, the trend is almost similar in agriculture and gardening use, with an average temperature between 38-40 degrees Celsius in agricultural use and an average temperature between 35-40 degrees Celsius in gardening use. Furthermore, the average temperature in water areas is lower than in other uses and is between 18-20 degrees Celsius.

The results showed that the areas without vegetation have higher surface temperatures than those with vegetation; generally, the vegetation has increased, which is more noticeable in agricultural and gardening uses. Barren and urban areas have also increased from negative and close to zero NDVI, which means bare soil and no cover, to 0.01 for barren lands and 0.06 for urban use.

4-Conclusion

The classification results showed that the most land use change is barren to agricultural use with an area of 15,209. With the development of urbanization in Dezful city, a large area of water and flood plains of Dez River have been replaced by industrial areas, buildings and other infrastructures which causes an increase in impervious surfaces such as access roads, buildings and impervious materials that are not natural, causing the regional temperature to rise.

The lowest surface temperature recorded in Dezful City is related to water areas; since water has a high heat capacity, it significantly lowers the temperature. However, because the volume and level of the river have decreased drastically and the river bed has become smaller due to the construction of dams and the transfer of water to other basins, the productive bed of the river has been changed to other uses such as agriculture and gardening, which this factor is vital in increasing the temperature of the region. Therefore, this issue confirms that the type of land use/land cover has an essential effect on changes in the temperature of the earth's surface.

Although areas without vegetation have higher surface temperatures than areas with vegetation, the results showed that there is no significant correlation between vegetation and ground surface temperature, which is mainly due to the sufficient amount of vegetation and various factors on the type and The form or relationship is effective, which includes the type of land use and land cover, the amount of vegetation, season, time of day, type of ecosystem, geographical width and limiting factors and growth stimulants of vegetation such as the amount of water and solar energy, evaporation and transpiration.

5- References

- Chaudhuri, G., Mishra, N.B., 2016. Spatio-temporal dynamics of land cover and land surface temperature in Ganges-Brahmaputra delta: a comparative analysis between India and Bangladesh, *Appl. Geogr.* 68 68e83, <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.01.002>.
- Cristóbal, J., Jiménez-Muñoz, J., Prakash, A., Mattar, C., Skoković, D., Sobrino, J., 2018. An Improved Single-Channel Method to Retrieve Land Surface Temperature from the Landsat-8 Thermal Band. *Journal of Remote Sensing* 10, 1-14. <https://doi.org/10.3390/rs10030431>.
- Lambin, E., Geist, H., 2006. Land Use, Land Cover Change, Local Process and Global Impacts. *American Journal of Climate Change* 8, 69-83. <https://doi.org/10.1007/3-540-32202-7>.
- Li, K., Feng, M., Biswas, A., Su, H., Niu, Y., Cao, J., 2020. Driving factors and future prediction of land use and cover change based on satellite remote sensing data by the LCM model: a case study from Gansu province, China. *Sensors* 2(10), 2757. <https://doi.org/10.3390/s20102757>
- Meer, M.S., Mishra, A.K., 2020. Land Use / Land Cover changes over a district in northern India using remote sensing and GIS and their impact on society and environment. *Journal of Geological Society of India* 95(2), 179-182. <https://doi.org/10.1007/s12594-020-1407-2>.

HOW TO CITE THIS ARTICLE:

Argany, M., Seifi, S., 2024 Spatio-temporal modeling of plains cover in Dezful city based on temperature changes, land use and vegetation using remote sensing. 13(4), 978-995.

DOI: 10.22055/AAG.2023.42929.2343

https://aag.scu.ac.ir/article_18574.html

©2023 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers

بررسی رابطه‌ی فضایی-زمانی پوشش جلگه‌ای شهرستان دزفول بر مبنای تغییرات دما، کاربری اراضی و پوشش گیاهی با استفاده از سنجش از دور

میثم ارگانی

گروه سنجش از دور و GIS - دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران

صدری صیفی

گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

argany@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۴

چکیده

شهرنشینی و افزایش مواد غیر قابل نفوذ باعث ایجاد تغییرات قابل توجهی در خواص حرارتی منطقه می‌شود، که منجر به ایجاد جزایر حرارتی شهری می‌شود، از سویی دیگر، تغییر کاربری ناشی از فعالیت‌های انسانی منجر به اثرات نامطلوب بر محیط‌زیست منطقه می‌شود. مناطق جلگه‌ای نمونه‌ی بارز این پدیده‌ها هستند. هدف این مطالعه، تجزیه و تحلیل تغییرات مکانی و زمانی کاربری زمین/پوشش زمین و اثرات آن بر دمای سطح زمین در منطقه‌ی جلگه‌ای شهرستان دزفول می‌باشد. تصاویر Landsat در سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۲۰ برای تجزیه و تحلیل تغییرات (LU/LC) و باندهای حرارتی آن برای بررسی LST با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور استفاده شد. تغییرات قابل توجهی در کاربری زمین در این جلگه‌ی حاصلخیز در طول دوره‌ی مورد مطالعه مشاهده شد. بیشترین درصد تغییر کاربری مربوط به تغییر بایر به کشاورزی و باغی، و سپس تغییر کاربری آبی به کشاورزی و باغی بوده است. مناطق آبی در طول دوره پایش ۱۵۱۱۸۹ به نصف ۶۶۷۱۲ هکتار کاهش یافته و مناطق شهری از مساحت ۹۷۴۶۲ به مساحت ۱۷۴۷۱۳ تقریباً دو برابر افزایش داشته است. دمای سطح زمین در طول دوره‌ی پایش روندی افزایشی داشته است، متوسط دمایی در تمام کلاس‌های کاربری اراضی روندی افزایشی داشته است، اما این افزایش دما در کاربری بایر و شهری نسبت به کاربری کشاورزی و باغی بیشتر است. شاخص پوشش گیاهی در طول دوره‌ی مورد پایش افزایش داشته، اما این افزایش به قدری نبوده که بتواند از روند افزایش دما جلوگیری کند.

واژه‌های کلیدی: دمای سطح زمین، تغییرات کاربری اراضی، شاخص پوشش گیاهی تفاضل نرمال شده، سنجش از دور

۱- مقدمه

اصطلاح "کاربری زمین" نحوه‌ی استفاده انسان از پوشش زمین را توصیف می‌کند که برای حمایت از خود و فعالیت‌هایش نوع خصوصیات بیوفیزیکی زمین را تغییر می‌دهد. به عنوان مثال کاربری کشت محصولات زراعی، معدن، شهری و توسعه زیرساخت‌ها چند نمونه از کاربری زمین هستند (Lambin and Geist., 2006). برخلاف آن، اصطلاح "پوشش زمین" به وضعیت بیوفیزیکی آن اشاره دارد، سطح زمین و زیرسطح نزدیک زمین که شامل تغییرات انسانی، توپوگرافی و زیرساخت‌های خاک است را توصیف می‌کند (Lambin and Geist., 2006). تغییرات در نوع خاصی از کاربری یا پوشش زمین در وسعت منطقه‌ای، افزایشی یا کاهش (LU/LC) گفته می‌شود (Meer and Mishra., 2020). تغییرات مداوم محیطی و اثرات نامطلوب مرتبط با آن، که همان تغییرات

(LU/LC) نامیده می‌شوند، در حال تبدیل شدن به مسائل

محوری در سطح جهانی هستند (Li et al., 2020).

برای درک تغییرات (LU/LC) که توسط انسان ایجاد می‌شود نیاز به بررسی الگوهای قبلی و فعلی آن برای پیش بینی روند آینده می‌باشد. علاوه بر این، رشد سریع جمعیت بر تغییر (LU/LC) تأثیر می‌گذارد (Al Kafy et al., 2020). افزایش جمعیت منجر به بهره برداری از منابع طبیعی می‌شود و تغییر (LU/LC) را ترویج می‌کند (Islam et al., 2018). به این گونه که، بیشتر زمین‌های کشاورزی و بایر به روستایی تبدیل می‌شود، واحد مسکونی و زمین‌های ساخته شده شهری تبدیل به زمین‌های صنعتی می‌شوند، و مهاجرت از مناطق روستایی که منجر به رشد شهری می‌شود (Hegazy and Kaloop., 2015). همانگونه که اشاره شد این دگرگونی شهرنشینی و بهره برداری بیشتر از منابع طبیعی که منجر به تغییر (LU/LC) می‌گردد از جمله عوامل کلیدی تعیین کننده LST است

احیای محیط زیست را نیز در نظر بگیرند. علاوه بر این، به ما این امکان را می‌دهد تا آگاهی جامعه محلی را در مورد اهمیت عدم تخریب بیشتر محیط زیست افزایش دهیم. بنابراین، هدف اصلی این مطالعه شناسایی تغییر کاربری/پوشش زمین و تأثیرات منفی آن بود.

ادغام فن‌آوری‌های RS و GIS ثابت کرده است که تکنیک‌های موثری برای مدل سازی تغییرات (LU/LC) و LST ارائه می‌دهد (Fu and Weng., 2018; Fu et al., 2019). Elijah و همکاران (۲۰۲۲)، به ارزیابی کمی رابطه بین کاربری زمین/زمین پوشش، ارتفاع توپوگرافی و دمای سطح زمین در ایلورین، نیجریه پرداختند و به این نتیجه رسیدند که رابطه بین elevation و LST بسیار ضعیف بود در حالی که بین LST و (LU/LC) ارتباط قابل توجهی وجود دارد (Elijah et al., 2022). Chrisben و Balasubramanian (۲۰۲۲) نیز به تشخیص فضایی و زمانی تغییرات کاربری زمین/پوشش زمین و دمای سطح زمین با استفاده از داده‌های Landsat و MODIS در سراسر ساحل منطقه کانیاکوماری، هند پرداختند. که از داده‌های تصاویر landsat و با روش طبقه بندی حداکثر احتمال به طبقه بندی کاربری اراضی و از داده‌های MODIS برای LST استفاده کردند. Chen و همکاران (۲۰۱۷) دمای سطحی روزانه را با استفاده از تصاویر چند طیفی MODIS شهر تایپه بررسی کردند و مطالعه آنها نشان می‌دهد که LST روزانه رابطه مثبتی با شهرنشینی دارد (Chen et al., 2017). Guha و همکاران (۲۰۲۱) رابطه فصلی بین NDVI و LST را در شهر رایپور در مناطق گرمسیری هند بررسی کردند. آنها از شاخص‌های ترکیبی طیفی از جمله NDVI، برای نشان دادن رابطه بین LST و مواد سطح زمین در مطالعات استفاده کردند (Guha et al., 2020).

Hashim و همکاران (۲۰۱۹) از روش آستانه‌گذاری NDVI به طبقه بندی (LU/LC) پرداختند و براساس آن ارتباط بین دمای سطح زمین و کاربری اراضی را برای محیط شهری استخراج کردند (Hashim et al., 2019). Moji و Ebune (۲۰۱۵) الگوی فضایی دمای هوا در ایلورین را با استفاده از ترکیبی از شاخص‌های طیفی ترسیم کردند و به این نتیجه رسیدند که هسته دمای هوای شهر نسبتاً بالاتر از سایر نقاط شهر است (Ebune and Moji., 2015). Olanrewaju (۲۰۰۹) اثرات شهرنشینی را بر روی دمای ایلورین از سال ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵ بررسی کرد و مشاهده شد که حداقل دما به

(Chaudhuri and Mishra., 2016) که به دنبال آن تغییر در مدیریت منابع و تغییرات محیطی و به دنبال آن چرخه‌های هیدرولوژیکی و همچنین تغییرات اقلیمی در مقیاس منطقه ای و جهانی دارد (Jisha et al., 2021). از طرفی دیگر، تشخیص تغییر کاربری/پوشش زمین و نیروهای محرک آن برای حفاظت از محیط زیست، مدیریت منابع، برنامه ریزی کاربری اراضی، توسعه اجتماعی-اقتصادی و پایدار بسیار مهم است (Alemu., 2019). دمای سطح زمین (LST) دمای پوست تابشی سطح زمین است (https://land.copernicus.eu/global/products/lst Rajendran and Mani, 2015). این یک پارامتر مهم برای توصیف ریزاقلیم ها و انتقال تابش جو است (Rajani and Varadarajan., 2021). این پارامتر تأثیر قابل توجهی در هیدرولوژی، تغییرات آب و هوا، خدمات اکوسیستم، تنوع زیستی، ارزیابی رطوبت کشاورزی/خاک، ارزیابی بلایای طبیعی و تجزیه و تحلیل LULC دارد (Rajani and Varadarajan., 2021). نظارت بر تغییرات مکانی و زمانی کاربری زمین/پوشش زمین و دمای سطح زمین با استفاده از GIS پیشرفته و فناوری‌های سنجش از دور در حال تبدیل شدن به یک منطقه تحقیقاتی مهم در سطح جهانی است (Patel et al., 2019). تکنیک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در پایش‌های محیطی نقش بسزایی دارد (Borges et al., 2016)، که با تصاویر ماهواره‌های مختلف به تغییرات و تجزیه و تحلیل و ارزیابی اثرات (LU/LC) و LST کمک می‌کند (Zhang and He., 2013).

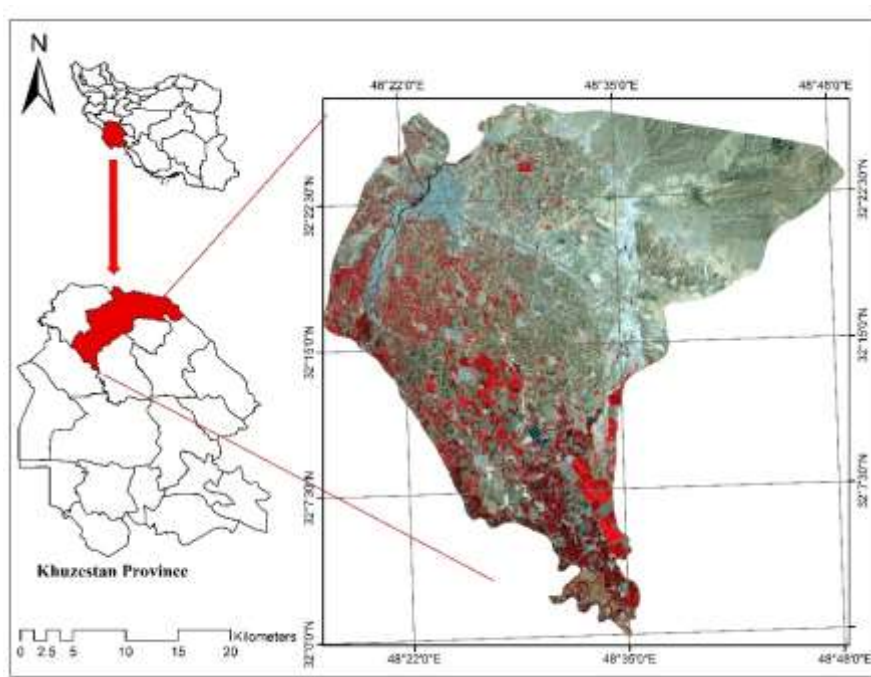
ماهواره‌ها، تصاویری از یک مکان خاص در یک زمان خاص می‌گیرند که به کمک تکنیک‌های سنجش از دور نقشه برداری شده و برای تشخیص تغییرات از GIS استفاده می‌شود. با توجه به در دسترس بودن تصاویر در بلند مدت، وضوح فضایی و زمانی بالا و کاربردهای مختلف محیطی، بسیاری از مطالعات اخیر مبتنی بر ماهواره برای تجزیه و تحلیل (LU/LC) و LST انجام شده است (Pepin et al., 2019; Liu et al., 2020). در این راستا، مطالعات قبلی در مورد تغییرات پوشش کاربری اراضی و اثرات آن بر LST وجود ندارد و این اولین تحقیقی است که در این حوضه با استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای Landsat انجام شده است. بنابراین، این تحقیق برای پر کردن این خلأهای دانشی انجام شد. یافته‌های این تحقیق اطلاعات مفیدی را در اختیار حافظان محیط زیست، مدیران اراضی، سازمان‌های عمرانی و ادارات دولتی قرار می‌دهد تا در حین طراحی برنامه‌های توسعه و اجرای اقدامات در این زمینه، مسائل مربوط به

۲- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

شهرستان دزفول با مساحت ۴۷۶۲ کیلومتر مربع بین ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است و بین ۳۲ درجه و ۷۵ دقیقه عرض شمالی از خط استوا قرار گرفته است و جمعیت آن براساس مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ روندی رو به افزایش و بر اساس آخرین سرشماری ۵۴۳'۹۷۱ نفر است. شهرستان دزفول دارای زمستان سرد و پاییزی مدیترانه‌ای بوده و دارای زیست‌بوم زیبای جلگه‌ای-کوهپایه‌ای و کوهستانی می باشد. وجود رودخانه دز در این شهرستان سبب شده که این شهرستان دارای زمین‌های حاصلخیز زیادی باشد. رودخانه دز چند کیلومتر بعد از دزفول به رودخانه کارون می‌ریزد این رودخانه از رودخانه‌های پرآب استان خوزستان است (Sheykh Beyglou and Neghaban., 2017).

طور پیوسته در طول دوره افزایش یافته است. که بالاترین نرخ افزایش در مکان‌های پرجمعیت شهر مشاهده شد. با شهری شدن بخش بزرگی از سطح زمین، اثرات فعالیت‌های طبیعی و انسانی، مانند تغییرات آب و هوا، گرم شدن زمین، و آلودگی هوای شهری، به طور بالقوه به دلیل اثرات تجمعی افزایش خواهد یافت (Olanrewaju., 2009).

در این پژوهش انجام تجزیه و تحلیل‌های لازم به منظور آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی میان دوره‌های زمانی مورد نظر، نقشه‌های تغییرات و انتقال کاربری‌ها تهیه شد. در نهایت میزان کاهش و افزایش در هر کاربری، مناطق بدون تغییر و انتقال از هر کاربری به کاربری دیگر در طبقات گوناگون پوشش سرزمین به صورت نقشه و نمودار تهیه شد، و ارتباط این تغییرات با دمای سطح زمین و پوشش گیاهی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

Fig. 1. The study area

۳- روش کار

دلیل تغییر فصل و بالابودن شدت تابش خورشید از ماه جولای و آگست برای بارگیری تصویر ترجیح داده شد (Yeneneh et al., 2020). علاوه بر این، داده‌های حقیقت زمینی با استفاده از سیستم موقعیت‌یابی جهانی (GPS) در طول بررسی میدانی جمع‌آوری شد و مجموعه داده‌های مرجع اضافی از Google Earth برای طبقه‌بندی نظارت شده، ارزیابی دقت و اعتبارسنجی تصاویر طبقه‌بندی شده تولید شد.

در این پژوهش، داده‌های ورودی از منابع مختلف جمع‌آوری شد. منابع اصلی داده‌ها، تصاویر ماهواره لندست و داده‌های میدانی بودند. تصاویر Landsat برای دوره‌های ۲۰۰ (TM)، ۲۰۱۰ (ETM+) و ۲۰۲۰ (OLI_TIRS) که از سایت سازمان زمین شناسی ایالات متحده (USGS) به دست آمد. برای دریافت تصاویر بهتر بدون ابر و جلوگیری از تغییرات به

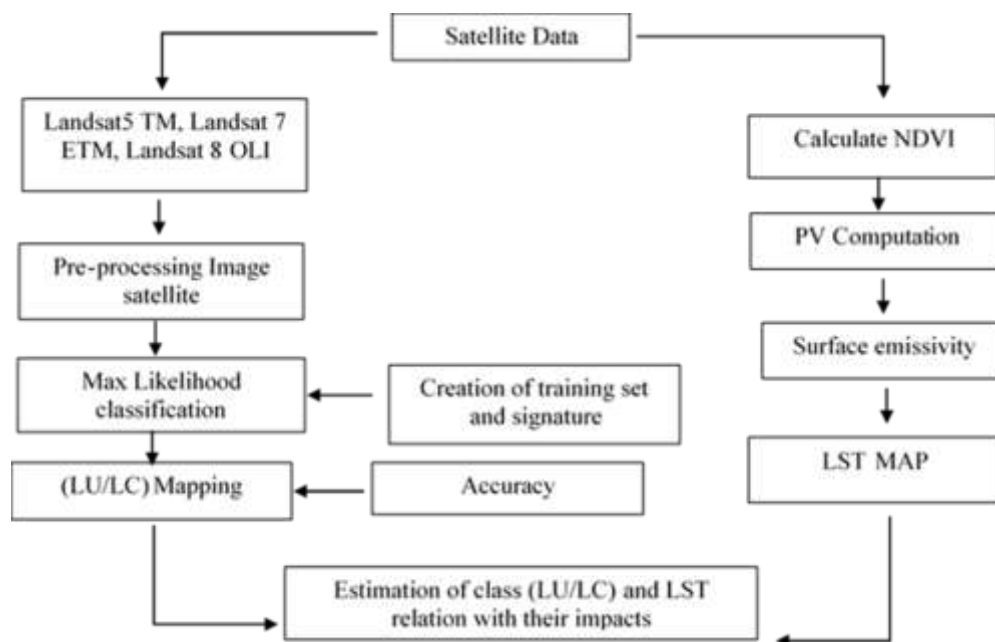
شد. در ادامه طبقه بندی براساس روش نظارت شده و براساس الگوریتم بیشترین شباهت انجام شده است. در این مرحله با استفاده از گوگل ارث نمونه های تعلیمی برای هر کلاس پوشش اراضی انتخاب و در نهایت به ۵ کلاس کاربری شامل، آبی، شهری، بایر، کشاورزی و باغی تعریف شد. و نقشه کاربری اراضی برای سال های مختلف به دست آورده شد (Chrisben and Balasubramanian., 2022).

اولین مرحله در تجزیه و تحلیل تصویر لندست، پیش پردازش بود که اعوجاج تصاویر ماهواره ای را تصحیح می کند و آن ها را برای طبقه بندی آماده می کند. که این تصحیحات در نرم افزار ENVI انجام گرفت، پیش پردازش های لازم شامل تصحیحات تابش سنجی (Radiometric correction) و جوی (Atmospheric correction) می باشد. در مرحله بعد جهت شناسایی و تفکیک پدیده ها از یکدیگر، تصویر رنگی کاذب با استفاده از ترکیب باندهای ۲ (سبز)، ۳ (قرمز)، ۴ (مادون قرمز) تهیه

جدول ۱- تصاویر ماهواره ای دانلود شده از USGS

Table 1. Table of satellite images downloaded from USGS

Satellite	Date	Sensor	Path	Row
Landsat 5	2000/08/25	TM	166	038
Landsat 7	2010/07/30	ETM+	166	038
Landsat 8	2016/08/21	(OLI_TIRS)	166	038
Landsat 8	2020/08/16	(OLI_TIRS)	166	038



شکل ۲- نمودار انجام کار

Fig. 2. Flowchart

از معروف ترین روش های آماری طبقه بندی است که جزو روش های بر اساس پیکسل قرار می گیرد. در این روش کلاسی به پیکسل مورد نظر انتساب داده می شود که بیشترین احتمال تعلق پیکسل به آن کلاس وجود دارد و این احتمال را براساس محاسبات آماری واریانس و کواریانس پیکسل ها انجام می دهد.

۱-۳- الگوریتم طبقه بندی بیشترین شباهت طبقه بندی حداکثر احتمال (Maximum likelihood) یک روش طبقه بندی قابل توجه بر اساس نظریه توزیع نرمال چند متغیره، کاربرد گسترده ای در زمینه سنجش از دور پیدا کرده است (Liu et al., 2011). طبقه بندی بیشترین شباهت یکی

بررسی و تخمین دمای سطح زمین و همچنین جزایر حرارتی را فراهم می‌کند. از بین داده‌های حرارتی سنسجش از دور، تصاویر ماهواره‌ای جایگاه خاصی دارند و تصاویری همچون تصاویر لندست، استر، مودیس و... در برآورد دمای سطح زمین به دلیل داشتن باندهای حرارتی می‌توانند مفید واقع شوند. در سنسجش از دور دمای سطح زمین را که از بالای جو به وسیله سنجنده‌ها به دست می‌آید دمای روشنایی می‌نامند این دما به علت پدیده‌های جذب و پخش جوی به نظر کمتر از دمای واقعی در سطح زمین است. به منظور استخراج دمای سطح زمین روش‌های مختلفی توسعه داده شده اند که هر کدام از این روش‌ها مزایا و معایب خاص خود را دارا می‌باشند. روش‌های مختلف استخراج دمای سطح زمین عبارت اند از الگوریتم تک کانال، الگوریتم چند کانال مثل، الگوریتم پنجره مجزا و روش چند زمانه (Cristóbal et al., 2018).

در این مطالعه برای بررسی دمای سطحی زمین از روش تک کانال (Single channe) در نرم افزار ENVi 5.3 استفاده شده است. که در ادامه فرمول های الگوریتم تک کانال تشریح می‌شود. رابطه ۵ برای محاسبه ی T_{sensor} ، رابطه ۶ برای محاسبه پارامتر گاما، و رابطه ۷ برای محاسبه پارامتر دلتا می باشد، که این ۳ پارامتر اساسی در روش الگوریتم تک کانال برای محاسبه ی دمای سطح زمین می باشند.

(رابطه ۵)

$$T_s = Y [\varepsilon - 1 (\psi_1 L_{sensor} + \psi_2) + \psi_3] + \delta$$

(رابطه ۶)

$$Y_s = \left\{ \frac{C_2 L_{sensor}}{T_{sensor}^2} \left[\frac{\lambda_4}{C_1} L_{sensor} + \lambda - 1 \right] \right\} - 1$$

(رابطه ۷)

$$\delta = - Y L_{sensor} + T_{sensor}$$

برای بدست آوردن T_s نیاز به محاسبه‌ی پارامترهای گاما (Y) و دلتا (δ) می‌باشد. که در فرمول محاسباتی L_{sensor} برابر با $Radince$ تصویر ماهواره‌ای، و T_{sensor} در فرمول برابر یا $brightness$ در تصویر ماهواره‌ای می‌باشد. که در نرم افزار ENVI قابل محاسبه می‌باشد و مقادیرهای C_1 و C_2 دو مقدار ثابت در فرمول و به مقدار $C_1 = 1.19104 \times 10^8 W.m_2$ و $C_2 = 14387.7 \mu m. K$ و $sr_1 \mu m^4$ می‌باشد.

در مرحله‌ی بعد برای محاسبه پارامترهای ψ_1 و ψ_2 و ψ_3 که در رابطه‌های زیر نحوه‌ی محاسباتشان آمده در ابتدا باید $water vapor$ را محاسبه کرد.

(رابطه ۸)

ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه بندی شده با استفاده از ماتریس خطا انجام شد، به منظور ارزیابی صحت تصاویر تعدادی از نمونه‌های تعلیمی به دست آمده از گوگل ارث (۳۰ درصد) با تصاویر کاربری حاصله مقایسه شده و در نهایت ماتریس خطا و ضریب کاپای کلی به دست آمد. در تحقیق حاضر از ضرایب صحت کلی (overall accuracy) و ضریب کاپا ($Kappa$ coefficient) جهت بررسی صحت طبقه بندی استفاده گردید. دقت کلی از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم بر تعداد کل پیکسل‌ها طبق رابطه ۱ تعیین گردید (Ghorbannia Kheybari et al., 2017).

$$OA = \frac{1}{N} \sum P_{ii} \quad (\text{رابطه ۱})$$

در این رابطه، OA دقت کلی، N تعداد پیکسل‌های آزمایشی، $\sum P_{ii}$ جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا است. به دلیل ایرادات وارده بر دقت کلی، غالباً در کارهای اجرایی که مقایسه دقت طبقه بندی مورد توجه است، از شاخص کاپا استفاده می‌شود. چون شاخص کاپا پیکسل‌های نادرست طبقه بندی شده را مد نظر قرار می‌دهد. مقدار شاخص کاپا بین صفر و یک تغییر می‌کند، که هر چه به یک نزدیکتر باشد میزان درستی نقشه حاصل از طبقه بندی به واقعیت نزدیکتر است. شاخص کاپا از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$K = \frac{Po - Pc}{1 - Pc} \times 100 \quad (\text{رابطه ۲})$$

رابطه ۱، Po درستی مشاهده شده، Pc توافق مورد انتظار است که از طریق رابطه‌های زیر قابل محاسبه گردید.

$$Po = \sum (X_{ij}) / N \quad (\text{رابطه ۳})$$

$$Pc = \sum [(X_i \times X_j) / N^2] \quad (\text{رابطه ۴})$$

در این رابطه‌ها، Po درستی مشاهده شده (مجموع اعداد در قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم بر کل پیکسل‌های طبقه بندی شده)، X_{ij} عناصر قطر اصلی جدول ماتریس خطا، Pc توافق تصادفی، N تعداد کل پیکسل‌های طبقه بندی شده در جدول ماتریس خطا، X_i مجموع پیکسل‌های ردیف i ام جدول ماتریس خطا، X_j مجموع پیکسل‌های ستون j ام جدول ماتریس خطاست (Ghorbannia Kheybari et al., 2017).

۲-۳- محاسبه ی دمای سطح زمین

بسیاری از روش‌های بازایی دمای سطح زمین که از مطالعات سنسجش از دور ارائه شده اند، از داده‌های کانال مادون قرمز حرارتی استفاده می‌کنند. مطالعات نشان می‌دهد که نقش سنسجش از دور حرارتی در مطالعه و برآورد دمای سطح زمین بسیار حائز اهمیت است. داده‌های سنسجش از دور حرارتی امکان

از نسبت تفاضل باند مادون قرمز به باند قرمز، بر حاصل جمع این دو باند بر یکدیگر بدست می‌آید.
(رابطه ۱۱)

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

مقدار توان تشعشعی (Emissivity) بر روی مقدار دمای سطح به شدت تأثیرگذار است. قابلیت انتشار یک ماده واقعی در مقایسه با جسم سیاه، بسته به نوع ماده تشکیل دهنده پدیده‌های مختلف، متفاوت و در طول موج‌های مختلف ناحیه مادون قرمز حرارتی با یکدیگر تفاوت می‌کند. به همین دلیل پدیده‌های مختلف را با وجود دمای یکسان می‌توان با استفاده از این پارامتر تشخیص داد. در این پژوهش برای بدست آوردن نقشه‌ی توان تشعشعی از مقادیر به دست آمده از NDVI که در جدول ۲ نوع پوشش زمین را مشخص می‌کند، استفاده شده است، به عبارتی با مشخص بودن مقدار NDVI در هر پیکسل می‌توان مقدار توان تشعشعی در هر پیکسل را برآورد کرد (Isaya Ndossi and Advan., 2016).

$$\Psi_1 = 0.14714 \omega_2 - 0.15583\omega + 1.1234$$

(رابطه ۹)

$$\Psi_2 = -1.1836\omega_2 - 0.3670\omega - 0.52894$$

(رابطه ۱۰)

$$\Psi_3 = -0.04554\omega_2 + 1.8719\omega - 0.39071$$

برای محاسبه‌ی Water vapor که در فرمول‌ها به شکل ω_i نوشته می‌شود، از فرمول زیر استفاده می‌شود.

$$\omega_i = 0.0981 \times \{ 10 \times 0.6108 \times \exp [\frac{17.27 \times (T_0 - 273.15)}{237.3 + (T_0 - 273.15)}] \times RH \} + 0.1679$$

در این رابطه T_0 دمای نزدیک به سطح زمین (دمای ۵-۱۰ سانتی متری از سطح زمین) و RH رطوبت نسبی هوا می‌باشد. که در هنگام عبور ماهواره قرائت شده و براساس نزدیکترین ایستگاه سینوپتیک ثبت شده است و این اطلاعات از سایت <https://www.ogimet.com> قابل استفاده می‌باشد.

نقشه‌ی پوشش گیاهی بعد از انجام تصحیحات تابش سنجی و جوی، از طریق رابطه‌ی ۱۱ بدست آمده است، شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی (NDVI)، یکی از رایج ترین شاخص‌های پوشش گیاهی برای بیان تراکم پوشش می‌باشد که

جدول ۲- مقادیر مربوط به Emissivity براساس NDVI
Table 2. Values related to Emissivity based on NDVI

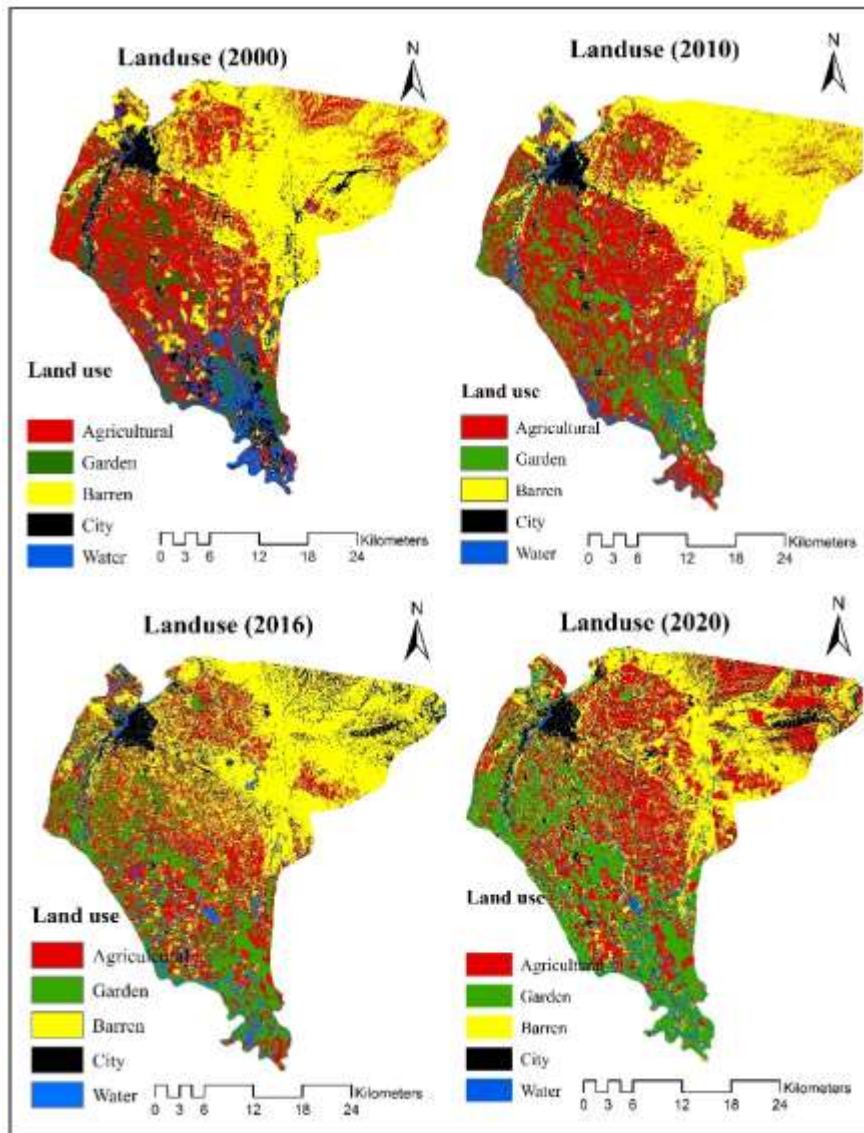
NDVI	LSE
NDVI < -0.185	0.995
-0.185 ≤ NDVI ≤ 0.157	0.985
0.157 ≤ NDVI ≤ 0.727	1.009 + 0.047 × ln(NDVI)
NDVI > 0.727	0.990

۴- نتایج

شکل ۳ تغییرات کاربری اراضی مربوط به سال‌های مختلف را نشان می‌دهد، همچنین مساحت هر یک از کاربری‌ها نیز در جدول شماره ۴ برای هر سال ارائه شده است.

همانطور که در جدول ۳ و شکل ۴ مشاهده می‌شود، بیشترین مساحت در سال ۲۰۰۰ مربوط به کاربری زمین‌های بایر به میزان ۶۴۹۰۷۳ هکتار می‌باشد که در طول سالیان مختلف تا سال ۲۰۲۰ روندی کاهشی داشته و به میزان ۳۲۹۲۶۲ هکتار کاهش یافته است، در مورد اراضی آبی نیز

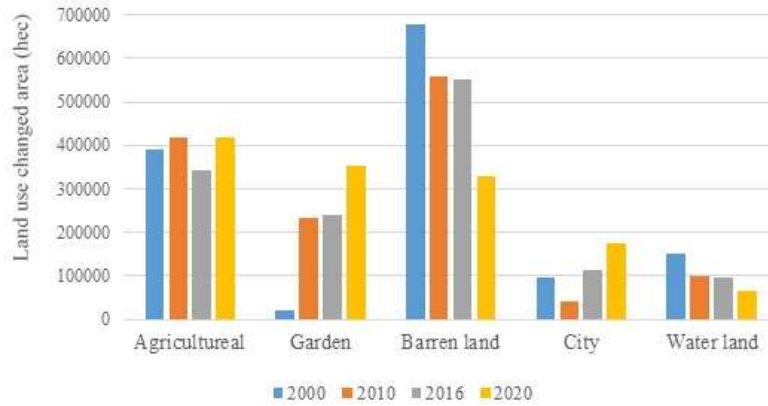
همین اتفاق افتاده است و از مساحت ۱۵۱۱۸۹ هکتار در سال ۲۰۰۰ به میزان ۶۶۷۱۲ هکتار در سال ۲۰۲۰ کاهش یافته است، از طرفی مساحت کاربری شهری افزایش حدوداً دو برابری داشته که نشان از توسعه و افزایش شهرنشینی است، کاربری باغات حدوداً ۱۶ برابر افزایش یافته است به گونه‌ای که اراضی باغی از ۲۱۷۹۱ هکتار به ۳۵۳۸۱۸ هکتار افزایش داشته که نشان از افزایش باغ و ویلا سازی در منطقه دارد، کاربری کشاورزی نسبت به دیگر کاربری‌ها تغییرات محسوسی نداشته و روندی افزایشی داشته است. که این روند تغییرات کاربری‌ها در شکل ۴ به خوبی نشان داده شده است.



شکل ۳- نقشه‌ی کاربری اراضی در دوره‌ی پایش ۲۰۲۰-۲۰۰۰
 Fig. 3. Land use map in the monitoring period of 2000-2020

جدول ۳- مقادیر مربوط به تغییر مساحت هر یک از کاربری‌ها
 Table 3. Values related to the change of the area of each of the uses

Land use	2000	2010	2016	2020
Agricultural	392351	417020	343798	417696
Garden	21791	231797	239489	353818
Barren land	679073	559505	553264	329262
City	97462	39864	113022	174713
Water land	151189	98627	97240	66712

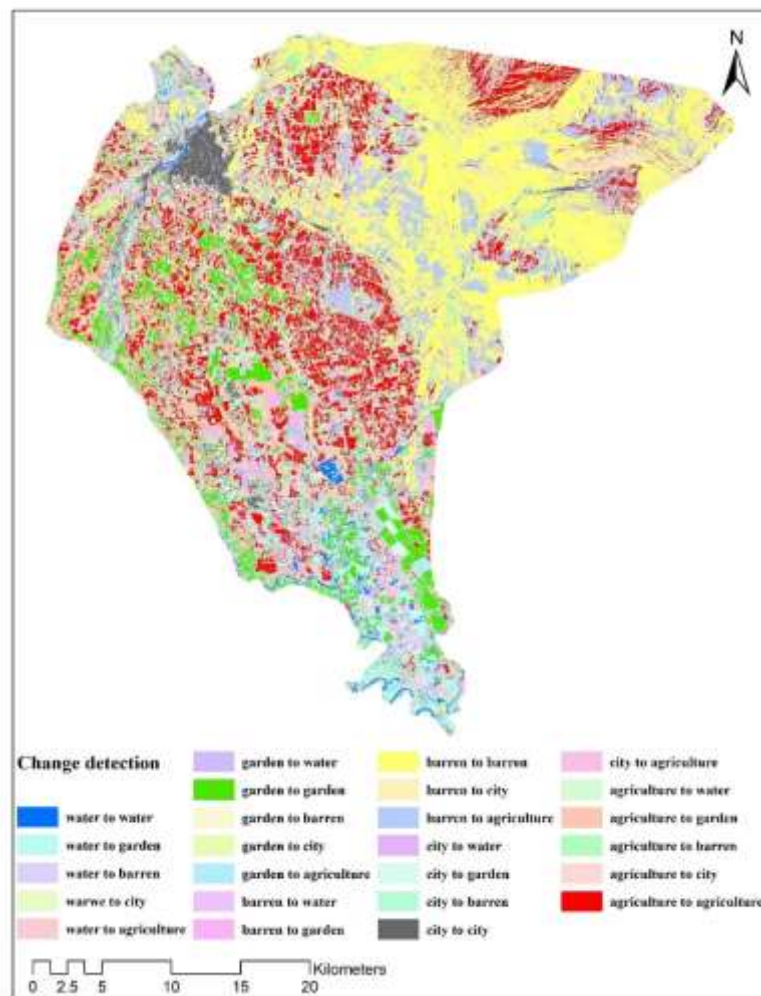


شکل ۴- نمودار تغییرات مساحت کاربری‌ها در سال‌های مختلف

Fig. 4. Chart of changes in the area of land use in different years

بایر به باغ و بایر به کشاورزی است، همچنین در قسمت جنوبی این شهرستان تغییرات کاربری آبی به کشاورزی و آبی به باغی به خوبی مشهود است.

شکل ۵، تغییرات کاربری اراضی را در طول سال‌های مختلف نشان می‌دهد که این تغییرات بیشتر در اراضی بایر اتفاق افتاده که به سمت توسعه شهرنشینی و افزایش باغ و ویلا سازی رفته است، بیشترین تغییرات مربوط به کلاس کاربری بایر به شهری،



شکل ۵- نقشه پایش تغییرات کاربری اراضی / پوشش زمین در بازه‌ی زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۰

Fig. 5. Monitoring map of land use/land cover changes in the period 2000-2020

جدول ۴- مساحت کاربری‌های تغییر یافته بر اساس هکتار بین بازه‌ی زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۰

Table 4. Area of changed uses based on hectares between 2000-2020

Area (hec)	Land use changed	Area(hec)	Land use changed
4765	Barren to city	1822	Water to water
15209	Barren to Agriculture	5814	Water to garden
124	City to water	905	Water to barren
1684	City to garden	1257	Water to city
2615	City to barren	5114	Water to Agriculture
2838	City to city	198	Garden to water
1481	City to Agriculture	6610	Garden to garden
694	Agriculture to water	682	Garden to barren
10564	Agriculture to garden	86	Garden to city
714	Agriculture to barren	2409	Garden to Agriculture
524	Agriculture to city	2027	Barren to water
16727	Agriculture to Agriculture	7493	Barren to garden
		27002	Barren to barren

محسوسی نداشته است. در شکل ۷ ارتباط بین دمای سطح زمین و ارتباط آن با کاربری اراضی نشان داده شده است. با توجه به شکل ۵ و جدول ۶، میانگین دمایی در هر سال مورد پایش برای هر کاربری برآورده شده است، بدین گونه که در نرم افزار Arc GIS میانگین دمایی برای هر کاربری به صورت جداگانه برش داده شده و در سال مورد پایش مورد نظر محاسبه و به صورت نمودار برای مقایسه ی بهتر هر کاربری نمایش داده شده است. سال ۲۰۲۰-۲۰۰۰ بیشترین متوسط دمایی در کاربری بایر بین ۴۸-۵۵ درجه سانتیگراد و سپس کاربری شهری بین ۳۸-۴۴ درجه سانتیگراد بوده است. در کاربری کشاورزی و باغی همانطور که در نمودار شماره ۳ مشاهده می شود روندی تقریباً شبیه به هم و با متوسط دمایی بین ۳۸-۴۰ درجه سانتیگراد در کاربری کشاورزی، و متوسط دمایی بین ۳۵-۴۰ درجه سانتیگراد در کاربری باغی دارد. و متوسط دمایی در کاربری مناطق آبی نسبت به دیگر کاربری ها پایین تر می باشد و بین ۱۸ - ۲۰ درجه سانتیگراد می باشد.

صحت کلی طبقه بندی تصاویر در سال ۲۰۰۰، برای سنجنده TM به میزان ۰/۸۹ درصد و ضریب کاپای ۰/۸۷ درصد می باشد، که صحت پایینی می باشد در حالی که این میزان صحت کلی برای لندست ۸ و سنجنده ی OLI در سال ۲۰۲۰ به میزان ۰/۹۳ و ضریب کاپای ۰/۹۱ درصد افزایش داشته است، که دلیل این اختلاف می تواند توان تفکیک رادیومتریکی ضعیف تر تصویر سنجنده TM نسبت به سنجنده ی OLI باشد، جدول ۵ نتایج صحت طبقه بندی را نشان می دهد.

۵- بحث

۵-۱- تحلیل رابطه ی بین نقشه ی کاربری اراضی و دمای

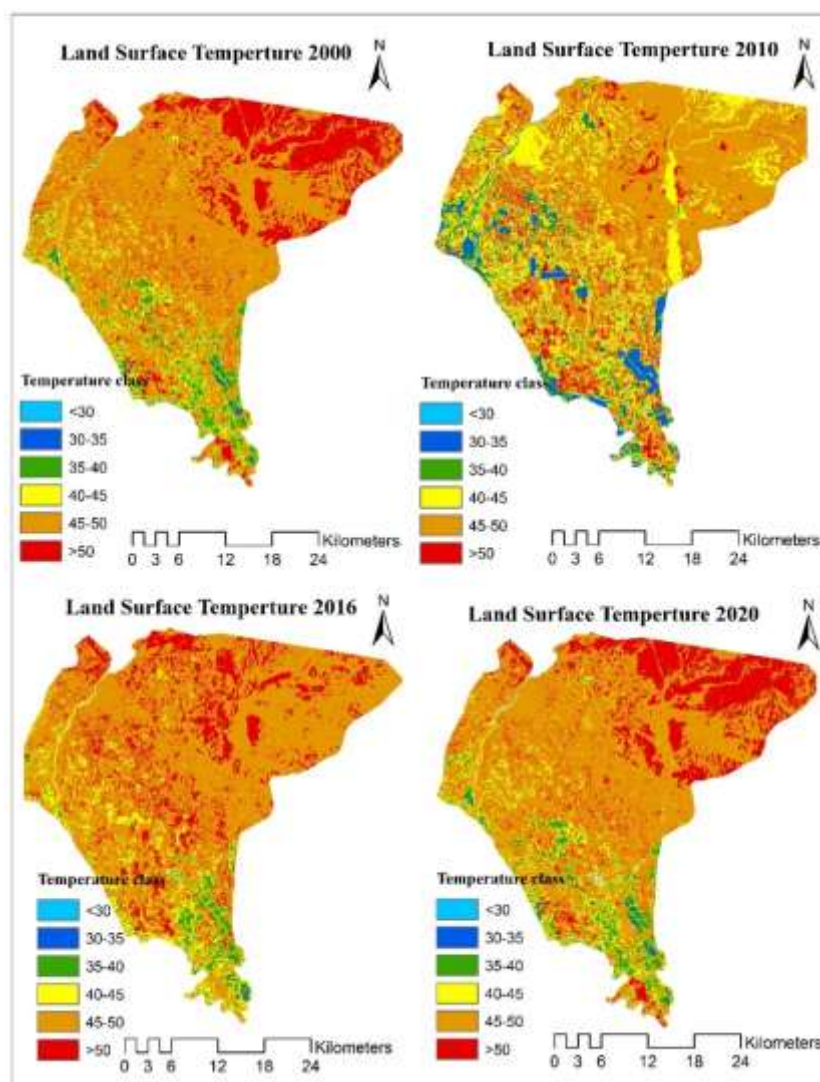
سطح زمین

در شکل ۶ تغییرات دمایی در بازه ی زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۰ نشان داده شده است، همانطور که در تصویر مشاهده می شود، دما در طول دوره ی پایش افزایش داشته و مساحت کلاس های دمایی ۴۰-۴۵ و ۴۵-۵۰ درجه ی سانتیگراد افزایش یافته است و از سویی دیگر کلاس های دمایی زیر ۳۰ درجه و ۳۰-۳۵ درجه کاهش داشته است، اما مساحت کلاس بالای ۵۰ درجه تغییر

جدول ۵: صحت سنجی طبقه بندی کاربری اراضی

Table 5. Validation of land use classification

Year	2000		2010		2016		2020	
LULC	U/A (%)	P/A (%)	U/A (%)	P/A (%)	U/A (%)	P/A (%)	U/A (%)	P/A (%)
Water land	1	1	1	1	1	1	1	1
City	0.95	0.89	0.97	0.92	0.98	0.96	0.98	0.97
Barren land	0.91	0.88	0.92	0.91	0.95	0.95	0.95	0.96
Agricultural	0.81	0.84	0.87	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Garden	0.79	0.81	0.85	0.78	0.88	0.87	0.88	0.89
Overall Accuracy	0.89		0.89		0.91		0.93	
Kappa Coefficient	0.87		0.87		0.89		0.91	

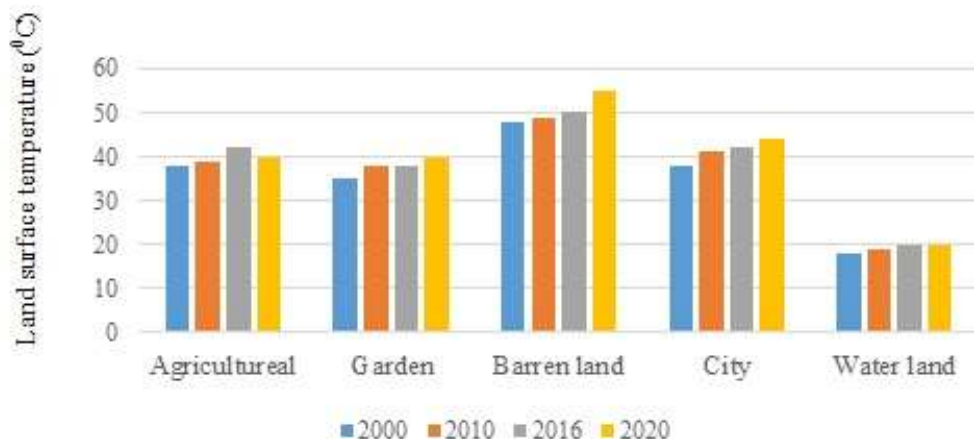


شکل ۶- نقشه کلاس‌های دمایی سطح زمین، در بازه‌ی زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۰

Fig. 6. Map of temperature classes of the earth's surface, in the period 2000-2020

جدول ۶- متوسط دما (درجه سانتیگراد) به تفکیک هر کاربری در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۰
Table 6. Average temperature (degrees Celsius) by each user in the period 2000-2020

Year /	2000	2010	2016	2020
Land use				
Agricultural	38	39	42	40
Garden	35	38	38	40
Barren land	48	49	50	55
City	38	41	42	44
Water land	18	19	20	20



شکل ۷- ارتباط دمای سطح زمین با کاربری اراضی در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۰
Fig. 7. The relationship between surface temperature and land use in the period 2000-2020

عاری از پوشش گیاهی دارای دمای سطحی بالاتری نسبت به نواحی است که دارای پوشش گیاهی هستند، به طور کلی و براساس جدول ۷ و شکل ۹، روند کلی برای پوشش گیاهی روندی افزایشی بوده است، و این روند افزایشی در کاربری‌های کشاورزی و باغی محسوس‌تر دیده می‌شود، اراضی بایر و شهری نیز از مقدار NDVI منفی و نزدیک صفر که به معنی خاک عاری از پوشش گیاهی است به مقدار ۰/۰۱ برای اراضی بایر و مقدار ۰/۰۶ برای کاربری شهری افزایش داشته است.

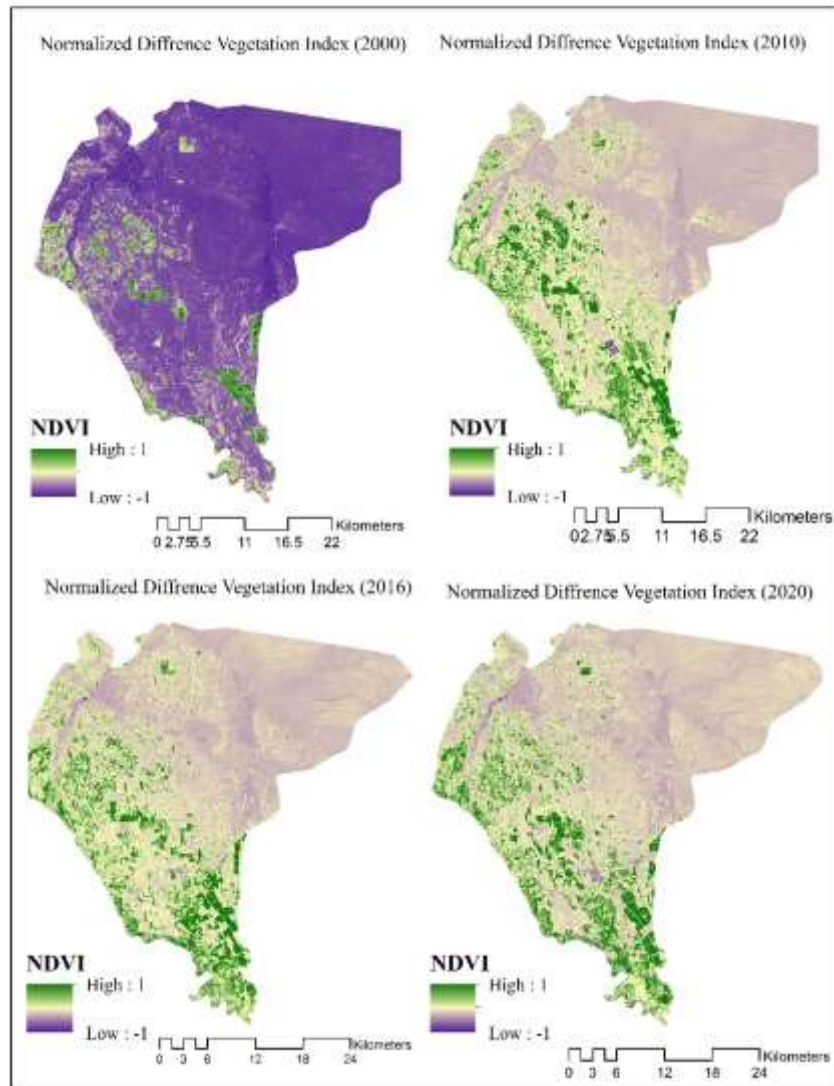
۲-۵- تحلیل رابطه‌ی بین نقشه‌ی کاربری اراضی با

شاخص پوشش NDVI

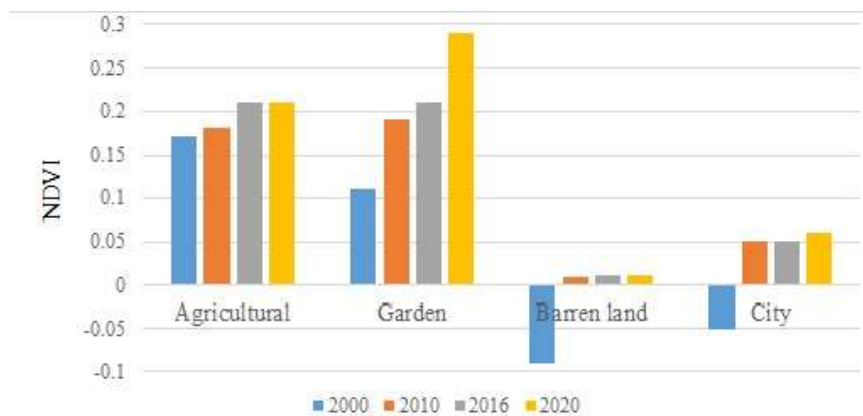
روند تغییرات پوشش گیاهی در شکل ۸ در طول سالیان مورد پایش نمایش داده شده است. میانگین شاخص پوشش گیاهی در هر سال مورد پایش برای هر کاربری برآورده شده است، بدین گونه که در نرم افزار Arc GIS میانگین شاخص پوشش گیاهی برای هر کاربری به صورت جداگانه برش داده شده و در سال مورد پایش مورد نظر محاسبه و به صورت نمودار برای مقایسه‌ی بهتر هر کاربری نمایش داده شده است. نتایج نشان داد نواحی

جدول ۷- شاخص پوشش گیاهی به تفکیک هر کاربری در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۰
Table 7. Vegetation index by each land use in the period 2000-2020

year / Land use	2000	2010	2016	2020
Agricultural	0.17	0.18	0.21	0.21
Garden	0.11	0.19	0.21	0.29
Barren land	-0.09	0.009	0.01	0.01
City	-0.05	0.05	0.05	0.06



شکل ۸- نقشه پوشش گیاهی سطح زمین، در بازه‌ی زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۰
 Fig. 8. Map of vegetation classes of the earth's surface, in the period 2000-2020



شکل ۹- ارتباط شاخص پوشش گیاهی با کاربری اراضی در بازه‌ی زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۰
 Fig. 9. The relationship between vegetation index and land use in the period 2000-2020

۶- نتیجه گیری

اطلاع از نسبت کاربری‌ها و نحوه تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهم ترین موارد در برنامه ریزی و سیاست گذاری است (Johnson et al., 2012). نتایج طبقه بندی نشان داد تغییرات قابل توجهی در کاربری زمین در این جلگه حاصلخیز در طول دوره‌ی مورد مطالعه مشاهده شد. که بیشترین تغییر کاربری اراضی، کاربری بایر به کشاورزی به مساحت ۱۵۲۰۹ می‌باشد و سپس تغییر کاربری آبی به کشاورزی و باغی بوده است. مناطق آبی در طول دوره پایش ۱۵۱۱۸۹ به نصف ۶۶۷۱۲ هکتار کاهش یافته و مناطق شهری از مساحت ۹۷۴۶۲ به مساحت ۱۷۴۷۱۳ تقریباً دو برابر افزایش داشته است.

از سوی دیگر با توسعه شهرنشینی شهرستان دزفول، بخش قابل توجهی از مساحت مناطق آبی و جلگه ای رودخانه ی دز، جای خود را به مناطق صنعتی، ساختمان‌ها و سایر زیرساخت‌ها داده‌اند. افزایش کاربری باغ و ویلاسازی که به دنبال آن افزایش سطوح غیرقابل نفوذ مثل جاده‌های دسترسی و ساختمان‌ها و مواد غیرقابل نفوذ که از جنس طبیعت و مواد آلی نیستند، باعث بالا رفتن دمای منطقه‌ای و ایجاد جزایر حرارتی می‌شود. کاربری کشاورزی تقریباً در سال‌های مورد پایش دمای ثابت و بالایی داشته که دلیل بالا بودن دمای این کاربری، با توجه به فصل مورد مطالعه که اواخر تیر و اوایل مرداد ماه است، در ماه مرداد اغلب شاخ و برگ گیاهان موجود خشک بوده و تبخیر و تعرق پایین است و دمای بالایی نیز ثبت می‌شود. این مورد نیز قابل ذکر است که تبخیر و تعرق رابطه معکوس با دمای سطحی دارد. کمترین دمای سطحی ثبت شده در شهرستان دزفول مربوط به مناطق آبی می‌باشد، با توجه به اینکه آب ظرفیت گرمایی بالایی

مراجع

- Alemu, M., 2019. Analysis of Spatio-temporal Land surface temperature and normalized difference vegetation index changes in the Andassa Watershed, Blue Nile Basin, Ethiopia. *Journal of Resources and Ecology* 10(1), 77–85. <https://doi:10.5814/j.issn.1674-764x.2019.01.010>.
- Al Kafy, A., Rahman, S., Islam, M., Al Rakib, A., Islam, A., Khan, H.H., et al., 2020. Prediction of seasonal urban thermal field variance index using machine learning algorithms in Cumilla, Bangladesh, *Sustainable Cities and Society* 64, 102542. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102542>.
- Borges, C.K., de Medeiros, R.M., Ribeiro, R.E.P., dos Santos, E.G., Carneiro, R.G., dos Santos, C.A.C., 2016. Study of biophysical parameters using remote sensing techniques to Quixer_e-CE region, *Journal of Hyperspectral Remote Sensing* 6(6), 283-294. <https://doi.org/10.5935/2237-2202.20160028>.
- Chaudhuri, G., Mishra, N.B., 2016. Spatio-temporal dynamics of land cover and land surface temperature in Ganges-Brahmaputra delta: a comparative analysis between India and Bangladesh. *Journal of Applied Geography* 68, 68-83. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.01.002>.

- Chen, Y.C., Chiu, H.W., Su, Y.F., Wu, Y.C., Cheng, K.S., 2017. Does urbanization increase diurnal land surface temperature variation Evidence and implications. *Journal of Landscape and Urban Planning* 157, 247–258. <https://doi.org/10.3390/urbansci2010016>
- Chrisben, S., Balasubramanian, G., 2022. Spatiotemporal detection of land use/land cover changes and land surface temperature using Landsat and MODIS data across the coastal Kanyakumari district, India, *Journal of Geodesy and Geodynamics* 14, 172-181. <https://doi.org/10.1016/j.geog.2022.09.002>.
- Cristóbal, J., Jiménez-Muñoz, J., Prakash, A., Mattar, C., Skoković, D., Sobrino, J., 2018. An Improved Single-Channel Method to Retrieve Land Surface Temperature from the Landsat-8 Thermal Band. *Journal of Remote Sensing* 10, 1-14. <https://doi.org/10.3390/rs10030431>.
- Elijah, A., Njoku, D., Tenenbaum, E., 2022. Quantitative assessment of the relationship between land use/land cover (LULC), topographic elevation and land surface temperature (LST) in Ilorin, Nigeria, *Remote Sensing Applications Society and Environment* 27, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100780>.
- Fu, Y., Li, J., Weng, Q., Zheng, Q., Li, L., Dai, S., Guo, B., 2019. Characterizing the spatial pattern of annual urban growth by using time series Landsat imagery. *Science of The Total Environment* 66, 274-284. <https://doi.org/10.3390/rs13214339>.
- Fu, P., Weng, Q., 2018. Variability in annual temperature cycle in the urban areas of the United States as revealed by MODIS imagery. *Journal of Photogrammetry Remote Sensing* 146, 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.09.003>.
- Ghorbannia Kheybari, V., Mirsanjari, M., Liaghati, H., Armin, M., 2017. Estimating land surface temperature of land use and land cover in Dena County using single window algorithm and Landsat 8 satellite data. *Journal of Environmental Sciences* 15(2), 55-74. <https://doi.org/10.3390/rs11020155>.
- Guha, S., Govil, H., Besoya, M., 2020. An investigation on seasonal variability between LST and NDWI in an urban environment using Landsat satellite data. *Journal of Geomatics, Natural and Hazards Risk* 11(1), 13-19. <https://doi.org/10.1080/19475705.2020.1789762>.
- Hashim, H., Abd Latif, Z., Adnan, N.A., 2019. Urban vegetation classification with NDVI threshold value method with very high resolution (VHR) Pleiades imagery. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 42, 237–240. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W16-237>.
- Hegazy, I.R., Kaloop, M.R., 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, 117-124. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2015.02.005>.
- Isaya Ndossi, M., Avdan, U., 2016. Application of Open Source Coding Technologies in the Production of Land Surface Temperature (LST) Maps from Landsat: A PyQGIS Plugin. *Journal of Remote Sensing* 8, Issue 5, 413. <https://doi.org/10.3390/rs8050413>.
- Islam, K., Jashimuddin, M., Nath, B., Nath, T.K., 2018. Land use classification and change detection by using multi - temporal remotely sensed imagery: the case of Chunati wildlife sanctuary, Bangladesh. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science* 21(1), 37-47. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.12.005>.
- Jisha, J., Chithra, N.R., Thampi, S.G., 2021. Assessment of land surface temperature dynamics over the Bharathapuzha River Basin, India. *Journal of Acta Geophysica* 69, 855–876. <https://doi.org/10.1007/s11600-021-00593-7>.
- Johnson, B., Tateishi, R., Kobayashi, T., 2012. Remote sensing of fractional green vegetation cover using spatially-interpolated endmembers. *Journal of Remote Sensing* 4(9), 2619-2634. <https://doi.org/10.3390/rs4092619>.
- Lambin, E., Geist, H., 2006. Land Use, Land Cover Change, Local Process and Global Impacts. *American Journal of Climate Change* 8, 69-83. <https://doi.org/10.1007/3-540-32202-7>.
- Li, K., Feng, M., Biswas, A., Su, H., Niu, Y., Cao, J., 2020. Driving factors and future prediction of land use and cover change based on satellite remote sensing data by the LCM model: a case study from Gansu province, China. *Journal of Sensors* 20, 27-57. <https://doi.org/10.3390/s20102757>.
- Liu, P., Jia, S., Han, R., Liu, Y., Lu, X., Zhang, H., 2020. RS and GIS Supported urban LULC and UHI change Simulation and assessment. *Journal of Sensors* 2, 1-17, <https://doi.org/10.1155/2020/5863164>.
- Liu, M., Shi, W., Zhang, H., 2011. A fuzzy topology-based maximum likelihood classification. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 66, 103-114. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2010.09.007>.

- Meer, M.S., Mishra, A.K., 2020. Land Use / Land Cover changes over a district in northern India using remote sensing and GIS and their impact on society and environment. *Journal of Geological Society of India* 95(2), 179–182. <https://doi.org/10.1007/s12594-020-1407-2>.
- Moji, O.R., Ebune, N.C., 2015. Temperature mapping and sustainable development in Ilorin metropolis: a geospatial approach. *Journal of Sustainable Development in Africa* 17(7), 167-174. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100780>.
- Olanrewaju, R.M., 2009. The climate effect of Urbanization in a city of developing country: the case of Ilorin, Kwara State, Nigeria. *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management* 2(2), 67-72. <https://doi:10.4314/ejesm.v2i2.45921>.
- Patel, S.K., Verma, P., Singh, G.S., 2019. Agricultural growth and land use land cover change in peri-urban India. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment* 191(9), 1–17. <https://doi:10.1007/s10661-019-7736-1>.
- Pepin, N., Deng, H., Zhang, H., Zhang, F., Kang, S., Yao, T., 2019. An Examination of temperature trends at high Elevations across the Tibetan plateau: the use of MODIS LST to understand patterns of Elevation-Dependent Warming. *Journal of Geophysical Research, Atmospheres* 12(4), 5738-5756, <https://doi.org/10.1029/2018JD029798>.
- Rajendran, P., Mani, K., 2015. Estimation of spatial variability of land surface temperature using Landsat 8 imagery. *The International Journal of Engineering and Science* 4, 19-23. <https://doi.org/10.4236/ars.2021.104009>
- Rajani, A., Varadarajan, S., 2021. Estimation and validation of land surface temperature by using remote sensing & GIS for Chittoor District, Andhra Pradesh. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education* 12, 607–617. <https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i5.1059>.
- Sheykh Beyglou, R., Negahban, S., 2017. Suitable Areas for Urban Physical Expansion Emphasizing on Geomorphologic Factors (Case Study: Dezful City). *Journal of Geographical urban planning research* 5, 565-583. <https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2018.224989.651>.
- Yeneneh, N., Elias, E., Legese Feyisa, G., 2022. Detection of land use/land cover and land surface temperature change in the Suha Watershed, North-Western highlands of Ethiopia. *Journal of Environmental Challenges* 7, 1-13, 100523. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100523>.
- Zhang, Z., He, G., 2013. Generation of Landsat surface temperature product for China, 2000-2010, *International Journal of Remote Sensing* 34, 7369-7375. <https://doi.org/10.1080/01431161.2013.820368>.