

Original Research Article

Monitoring the Earth surface temperature based on MODIS sensor products and remote sensing techniques (Case study: Kashan plain) Plain

Mahdieh Afsharinia¹, Abbasali Vali^{2*}, Fatemeh Panahi³, Hossein Maneshi⁴

¹PhD student, Department of Desertification, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Kashan University, Iran.

²Associate professor, Department of Desertification, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Kashan University, Iran.

³Associate professor, Department of Desertification, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Kashan University, Iran.

⁴MA student, Department of Desertification, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Kashan University, Iran.



22034/GRD.2023.19993.1575.

Received:

April 20, 2023

Accepted:

August 9, 2023

Keywords:

Land degradation, Remote sensing, LST, NDVI, Correlation

Abstract

Earth surface temperature estimation is used for a wide range of studies. Therefore, the current research considers; to investigate the Earth surface temperature of Kashan Plain by relying on satellite images and remote sensing product during 2000-2020. Therefore, the products of land surface temperature (LST) with MOD11A1 identifier, normalized difference of vegetation index (NDVI) with MOD13Q1 identifier, net primary production (NPP) with MOD17A2H identifier and albedo with MOD43A1 identifier with a spatial resolution of 500 meters in the time period 8 days from the years 2000-2020 were extracted from the NASA Terra satellite database. In the following, the correlation of physical parameters was investigated using Spearman's correlation coefficient. The results showed that there is significant correlation between the NDVI and LST, primary net production and land surface temperature, and albedo and land surface temperature at the 99% confidence level, so that the correlation between vegetation cover and temperature, net primary production and temperature and albedo and temperature were equal to -0.80, -0.84 and -0.85 respectively. In general, the change of the land surface above the vegetation has a significant effect on the characteristics of the land surface. The results of this research show that a large part of the increase in temperature in the east and northeast of the study area is in barren lands as well as exposed Salt Lake, which has increased in temperature over many years. The results of this research can be considered for application in the agricultural sector, natural resources and also the environment of Kashan plain in order to know the thermal islands and make decisions regarding the improvement of vegetation conditions.

E-ISSN: 2588-7009 /© 2023. Published by Yazd University. This is an open access article under the CC BY 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



* Corresponding Author : Abbasali Vali

Address: Department of Desertification, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Kashan University, Iran

Email: Vali@kashanu.ac.ir

Extended Abstract

1. Introduction

In its initial stages, desertification manifests itself with less production in the ecosystem. In this situation, the balance of water and nutrients for the growth of plants becomes unfavorable compared to the past. In natural conditions, the ecosystem of dry areas is in a stable state in terms of water and energy conversion, but, due to human intervention, this balance is subject to change. Obviously, when the vegetation is destroyed, the land becomes bare, its organic matter is destroyed, and the structure of the soil is destroyed. In this situation, direct rain on the soil causes further destruction of the soil structure. The natural consequence of such conditions is the lack of rainwater storage and the drop in the level of underground water tables. Usually, severe reduction of vegetation, water and wind erosion, salinity, soil compaction, sedimentation and depletion of nutrients are considered as the main signs of desertification. According to the definition of the Convention to Combat Desertification (UNCED), desertification is the destruction of land in dry, semi-arid and dry and semi-humid areas due to human and climatic factors, which reduces the productive power of the land. Water and soil are among the most valuable natural resources, and human societies, both farmers and ranchers, are active and dynamic agents of changing the natural landscape, improper management, negligence, and excessive exploitation. These can lead to soil destruction, and, as a result, human life is seriously threatened.

2. Research Methodology

To achieve the goals of the research, Modis sensor images were obtained from the NASA database during the years 2000-2020. Calculations were performed of the land surface temperature (LST) from the MOD11A1 product, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) from the MOD13Q1 product, and the Net Primary Production (NPP) index from the MOD17A2H product with a spatial resolution of 500 meters in a time frame of 8. The MOD43A1 product of the Terra satellite was used to extract the albedo index. After the MODIS sensor images were prepared, the indices of land surface temperature, normalized difference of vegetation cover, net primary production and albedo were estimated from the images, and their correlation was checked.

3. Results and discussion

Based on the results, LST is shown in low, medium and high classes. So, low to south moderate in the northwest and west and higher temperatures in the east of the study prevail. Also, NDVI is classified into four areas as very poor, poor, moderate and dense coverage. Thus, the very weak layer is located on the north and northeast side, the weak layer is located on the northwest to south side, and the medium and dense layer is located on the northwest to southwest side. As the temperature increases, the normalized difference index of vegetation decreases. There is a negative correlation between the LST index and NDVI. With the increase of the temperature, primary net production decreases, and there is a negative correlation between the LST index and NPP. Based on the results, there is a negative correlation between the LST index and Albedo.

4. Conclusion

Based on the results, the LST index during 2000-2020 was divided into three classes of low temperature, medium temperature and high temperature. The largest area of the studied region had an average temperature, which was observed in the south and southwest. In the eastern and northeastern areas, the temperature was higher than in the other areas, which corresponds to Namak Lake and Qom. Also, areas with low temperature were covered only in small parts from the northwest to the southwest of the region, which corresponds to the uneven heights of Karks. The NDVI index during 2000-2020 was divided into the four classes of very weak, weak, medium and dense. The largest area of the studied region had weak to weak silt cover, which was observed in the northwest to the east and corresponds to Namak Lake and Qom. Also, it covered areas with medium to dense coverage only in small parts from the northwest to the southwest of the region, which corresponds to the uneven heights of Karks. Based on the results of NPP index changes during 2000-2020, the highest amount of primary net production was observed in the northwest to southeast of the studied area. This shows that the amount of primary net production is higher in this area. Also, the minimum amount of primary net production from northwest to south corresponds to the heights of Vulture to Tanam, which indicates low production. Based on the changes in the Albedo index during the years 2000-2020, the highest amount of albedo was observed in the northeast to the east. These areas correspond to the salt lake and areas with weak vegetation, low net primary production and

high temperature. The earth is affected by the amount of vegetation, and relatively small changes in the characteristics of the vegetation cause changes in the albedo and temperature of the earth's surface. Between the index data of vegetation and land surface temperature, net primary production and land surface temperature and albedo and land surface temperature, there were significant relationships. The correlation between vegetation and temperature, net primary production and temperature, and albedo and the temperature was negative and equal to 0.80, -0.84 and -0.85, respectively. The results of the study makes it possible to create a desertification program by presenting a practical program for the Syr Regressive Road Dam and taking an effective step towards sustainable development.



پایش دمای سطح زمین با تکیه بر محصولات سنجنده مودیس و تکنیک‌های سنجش از دوری (مطالعه موردی: دشت کاشان)

مهديه افشاری‌نیا^۱، عباسعلی ولی^{۲*}، فاطمه پناهی^۳، حسین منشی^۴

^۱ دانشجوی دکتری مدیریت و کنترل بیابان، گروه بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، ایران
^۲ دانشیار، گروه بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، ایران
^۳ دانشیار، گروه بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، ایران
^۴ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت و کنترل بیابان، گروه بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، ایران

doi 10.22034/GRD.2023.19993.1575

چکیده

برآورد دمای سطح زمین برای طیف وسیعی از مطالعات کاربرد دارد. لذا پژوهش حاضر در نظر دارد؛ دمای سطح زمین دشت کاشان را با تکیه بر تصاویر ماهواره‌ای مودیس و پارامترهای فیزیکی حاصل از آن‌ها طی سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۰ مورد بررسی قرار دهد. بدین ترتیب فرآورده‌های دمای سطح زمین (LST) با شناسه MOD11A1، شاخص تفاضل نرمال‌شده پوشش گیاهی (NDVI) با شناسه MOD13Q1، تولید خالص اولیه (NPP) با شناسه MOD17A2H و آلبدو (Albedo) با شناسه MOD43A1 با قدرت تفکیک مکانی ۵۰۰ متر در بازه زمانی ۸ روزه طی سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۰ از پایگاه داده ناسا استخراج شد. در ادامه نیز همبستگی پارامترهای فیزیکی با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن بررسی گردید. نتایج نشان داد بین شاخص تفاضل نرمال‌شده پوشش گیاهی و دمای سطح زمین، تولید خالص اولیه و دمای سطح زمین و آلبدو و دما و آلبدو و دما معکوس و به ترتیب برابر با ۰/۸۰، -۰/۸۴ و -۰/۸۵ است. به طور کلی تغییرات پوشش زمین بالاخص پوشش گیاهی تأثیر بسزایی بر دمای سطح زمین دارد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که بخش وسیعی از افزایش دما در محدوده شرق و شمال شرق منطقه مورد مطالعه در اراضی بایر و نیز دریاچه نمک رخنمون داشته است که با گذشت سالان متممادی افزایش دما قابل تأمل است. نتایج این پژوهش می‌تواند جهت کاربرد در بخش کشاورزی، منابع طبیعی و نیز محیط‌زیست دشت کاشان به منظور شناخت جزایر حرارتی و تصمیم‌گیری درخصوص بهبود شرایط پوشش گیاهی مورد توجه قرار گیرد.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۲/۱/۳۱

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۲/۰۵/۱۸

کلیدواژه‌ها:

سنجش از دور، محصولات مودیس، NDVI، LST، همبستگی



۱ مقدمه

طبق تعریف کنوانسیون مبارزه با بیابانزایی (UNCED)، بیابانزایی عبارت است از تخریب سرزمین در مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب در اثر عوامل انسانی و اقلیمی که در نتیجه از قدرت تولید زمین کاسته می‌شود. بیابانزایی در مراحل اولیه خود با تولید کمتر در اکوسیستم جلوه می‌کند. در این شرایط وضعیت تعادل آب و موادغذایی برای رشد گیاهان در مقایسه با گذشته نامساعد می‌گردد. در شرایط طبیعی اکوسیستم مناطق خشک از نظر تبدیل آب و انرژی در حالت پایدار است اما به سبب دخالت انسان، این تعادل در معرض دگرگونی قرار می‌گیرد. بدیهی است وقتی پوشش گیاهی از بین برود، زمین عریان گشته، موادآلی آن از بین می‌رود و ساختمان خاک تخریب می‌شود. در این شرایط ریزش مستقیم باران بر روی خاک، سبب انهدام بیشتر ساختمان خاک می‌شود. پیامد طبیعی چنین شرایطی عدم ذخیره‌سازی آب باران و افت سطح سفره‌های آب زیرزمینی است (گیتی، ۱۳۹۰: ۲۸). آب و خاک جزء باارزش‌ترین منابع طبیعی به‌شمار می‌رود و جوامع انسانی، چه کشاورزان و چه دامداران، عوامل فعال و پویای تغییر مناظر طبیعی هستند و مدیریت نادرست، بی‌توجهی و بهره‌برداری بی‌رویه می‌تواند خاک را به‌سوی نابودی سوق دهد و حیات بشر مورد تهدید جدی قرار گیرد (پناهی و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۲۸). هدف از این پژوهش پایش بیابانزایی با تکیه بر محصولات سنجنده مودیس و تکنیک‌های سنجش‌ازدور در دشت کاشان است به طوری که این پژوهش یک پایگاه داده برای پایش بیابانزایی در مقیاس منطقه‌ای و مبنای اقدامات توجیهی برای سازگاری جامعه در برابر بیابانزایی خواهد بود.

۲ مبانی نظری

محمودی و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای با هدف بررسی ارتباط بین آلبيدو، دمای سطح زمین و پوشش گیاهی در دشت سیستان گزارش نمودند که بین شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی و آلبيدو همبستگی معناداری وجود ندارد اما بین دمای سطح زمین با آلبيدو همبستگی معکوس در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. اسکندری و همکاران (۱۴۰۱) با بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی متأثر از خشکسالی در مناطق خشک و نیمه‌خشک با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور در استان هرمزگان گزارش نمودند که روند تغییرات شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) و بارندگی سالیانه در سطح احتمال ۵ درصد معنادار و افزایشی است. جمالی و همکاران (۱۳۹۸) با بررسی ارتباط میان دمای سطح زمین و شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی اذعان نمودند که پوشش گیاهی فاکتور مهمی در دمای سطحی است به طوری که اراضی بایر بالاترین دمای سطحی را دارد. اونتل^۱ و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای با هدف ارزیابی روند بیابانزایی با استفاده از شاخص‌های دورسنجی در رومانی گزارش نمودند که افزایش دمای سطح زمین (LST) سبب کاهش شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) می‌شود. راجا^۲ و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای تحت عنوان پایش بیابانزایی با استفاده از روش‌های دورسنجی گزارش نمودند که از جمله شاخص‌های کاربردی سنجش‌ازدور شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی است که ارتباط معناداری با بارندگی دارد. فنگ^۳ و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای رابطه بین دمای سطح زمین (LST) با شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) را در چین بررسی و گزارش نمودند که دمای سطح زمین به شدت تحت تأثیر پوشش گیاهی است. دنیز^۴ و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از شاخص‌های سنجش‌ازدور برای ارزیابی تخریب سرزمین در شمال شرقی برزیل اذعان نمودند که روند تغییرات در یک دوره ۲۷ ساله یک روند رو به رشد بوده است. بدین ترتیب پژوهش حاضر در نظر دارد بیابانزایی دشت کاشان را با تکیه بر محصولات سنجنده مودیس و تکنیک‌های سنجش‌ازدوری طی سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۰ مورد بررسی قرار دهد.

۳ روش تحقیق

۳,۱ منطقه مورد مطالعه

دشت کاشان با مساحتی در حدود ۱۴۷۴ کیلومتر مربع بین طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۰ دقیقه و ۵۲ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و عرض‌های ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه و ۳۴ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی قرار دارد. دشت کاشان از شمال به دشت قم، از جنوب به ارتفاعات شهرستان نطنز، از سمت غرب به کوه‌های کرکس و از ناحیه شرق به دریاچه نمک می‌رسد. به دلیل نزدیکی دشت کاشان به کویر مرکزی، اقلیم منطقه خشک است و باتوجه به کمبود بارش‌های جوی، فاقد رودخانه‌های دائمی است (جمشیدزاده، ۱۳۹۹). موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در شکل (۱) ارائه شده است.

۳,۲ محصولات مودیس

مودیس یکی از سنجنده‌های اپتیکال^۵ نصب شده بر روی ماهواره‌های ترا^۶ و آکوا^۷ است. این سنجنده دارای ۳۶ باند طیفی شامل ۱۱ باند در محدوده نزدیک به مادون قرمز، دو باند در محدوده مادون قرمز طول‌موج کوتاه، هشت باند در محدوده مادون قرمز

^۵ Optical

^۶ Terra

^۷ Aqua

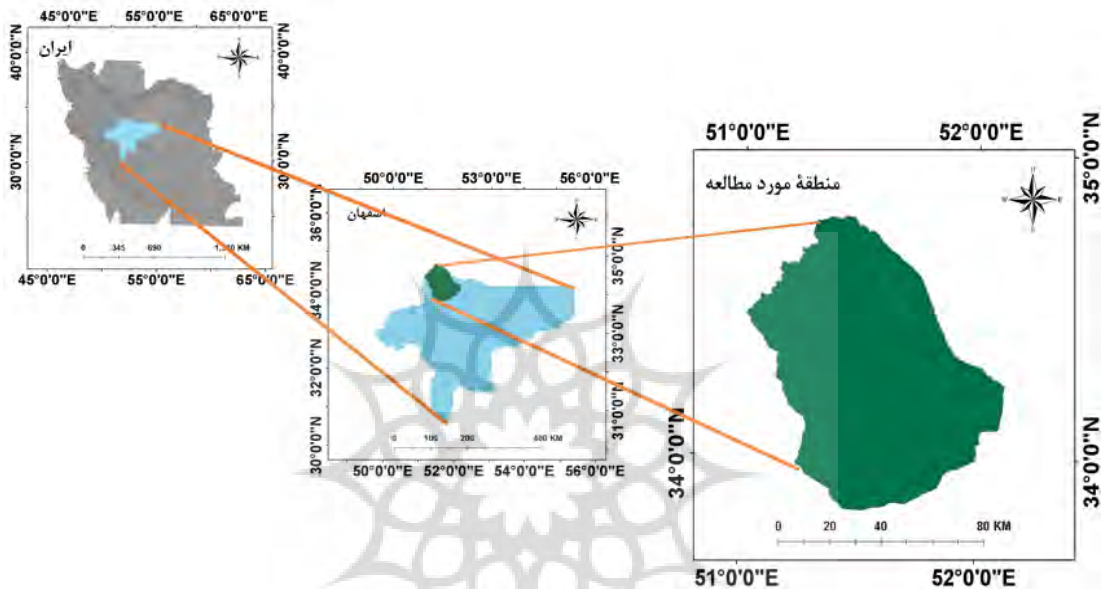
^۱ Ontel

^۲ Raja

^۳ Feng

^۴ Denis

طول موج متوسط و هشت باند در محدوده مادون قرمز طول موج بلند یا حرارتی است. قدرت تفکیک مکانی باندهای یک و دو در این سنجنده برابر با ۲۵۰ متر، باندهای سه تا هفت برابر با ۵۰۰ متر و باندهای هشت تا ۳۶ برابر با یک کیلومتر است (مربوطه و همکاران، ۱۳۹۷). در مطالعه حاضر، پس از تعیین منطقه مطالعاتی و تهیه نقشه منطقه مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار Arc GIS (نسخه ۱۰/۴)، فرآورده‌های دمای سطح زمین (LST با شناسه MOD11A1، شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) با شناسه MOD13Q1، تولید خالص اولیه (NPP) با شناسه MOD17A2H و آلبدو (Albedo) با شناسه MOD43A1 در بازه زمانی ۸ روزه مربوط به ماه ژوئن (اوایل فصل رشد) سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ از پایگاه داده ناسا استخراج شد. فرآورده‌های MOD11A1، MOD13Q1، MOD17A2H و MOD43A1 شامل بازتابندگی و تابش بالای اتمسفر است که کاملاً مختصات دار و تصحیح شده‌اند و در قالب یک دسته داده‌های علمی و به صورت اعداد صحیح ارائه می‌شوند. این محصولات به صورت روزانه و برای هر ناحیه از کره زمین قابل دسترس است (قریبانی سالخورد و همکاران، ۱۳۸۹). بدین ترتیب داده‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر دارای سیستم مختصات جغرافیایی با قدرت تفکیک مکانی ۵۰۰ متر می‌باشند.



۳,۳ بررسی نرمال بودن

برای ارزیابی ارتباط بین شاخص‌های LST و NDVI، LST و NPP و هم‌چنین LST و Albedo ضریب‌های همبستگی میان آن‌ها محاسبه شد. به منظور تعیین نوع ضریب همبستگی باید نوع روش پارامتریک و یا غیر پارامتریک مشخص شود. بدین ترتیب، بایستی نوع توزیع داده‌ها تعیین شود. به منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها رویکردهای مختلفی وجود دارد که یکی از آن‌ها رویکرد کولموگروف-اسمیرنوف است که در پژوهش حاضر از این رویکرد استفاده شد. طبق این رویکرد، اگر تست این آزمون رد شود، داده‌ها دارای توزیع نرمال می‌باشند و می‌توان از آزمون‌های پارامتریک استفاده نمود. هم‌چنین، چنانچه این آزمون تأیید شود، داده‌ها دارای توزیع نرمال نخواهند بود و باید از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده کرد. لذا در پژوهش حاضر، از میان ضریب‌های همبستگی ضریب همبستگی اسپیرمن به علت تبعیت نمودن داده‌ها از توزیع غیرنرمال باهدف تعیین ارتباط بین شاخص‌ها انتخاب شد.

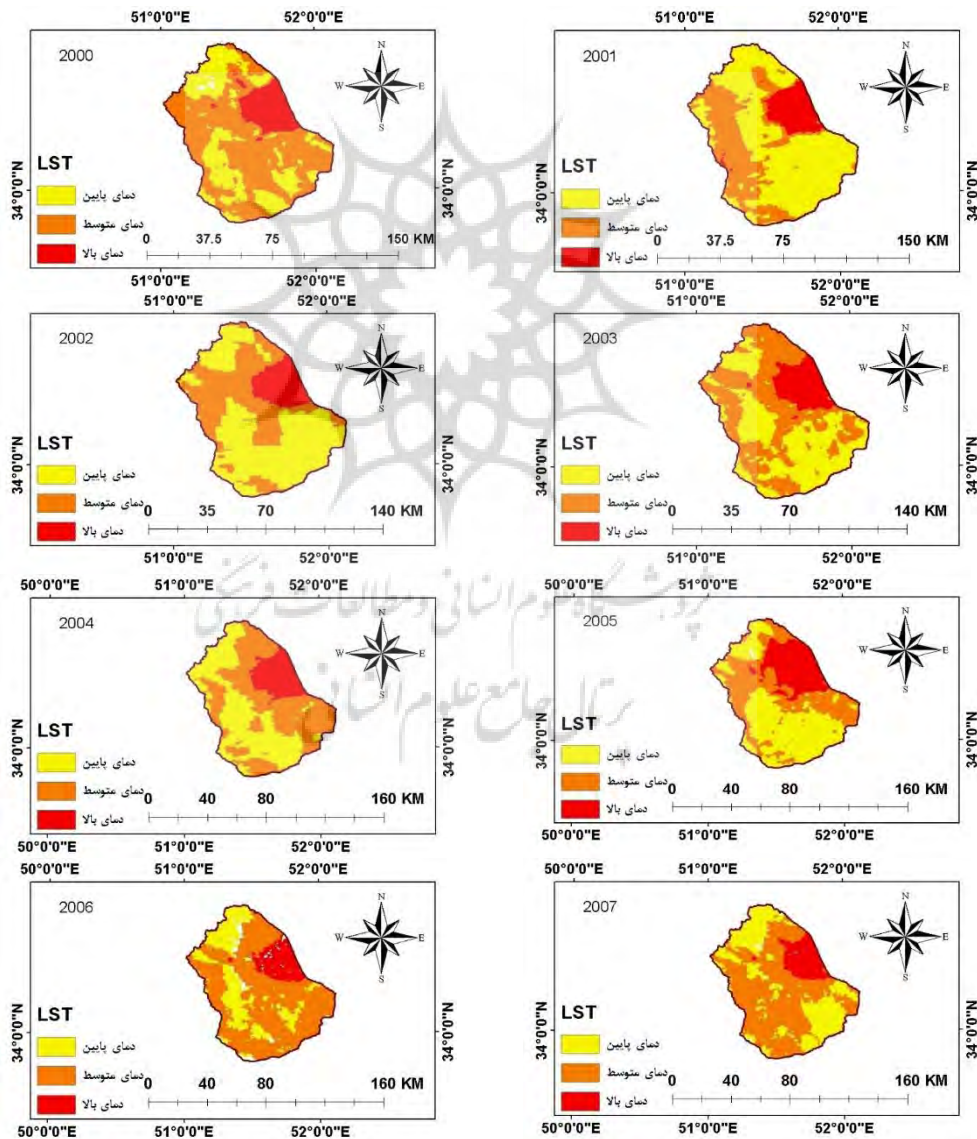
۳,۴ بررسی تغییرات زمانی

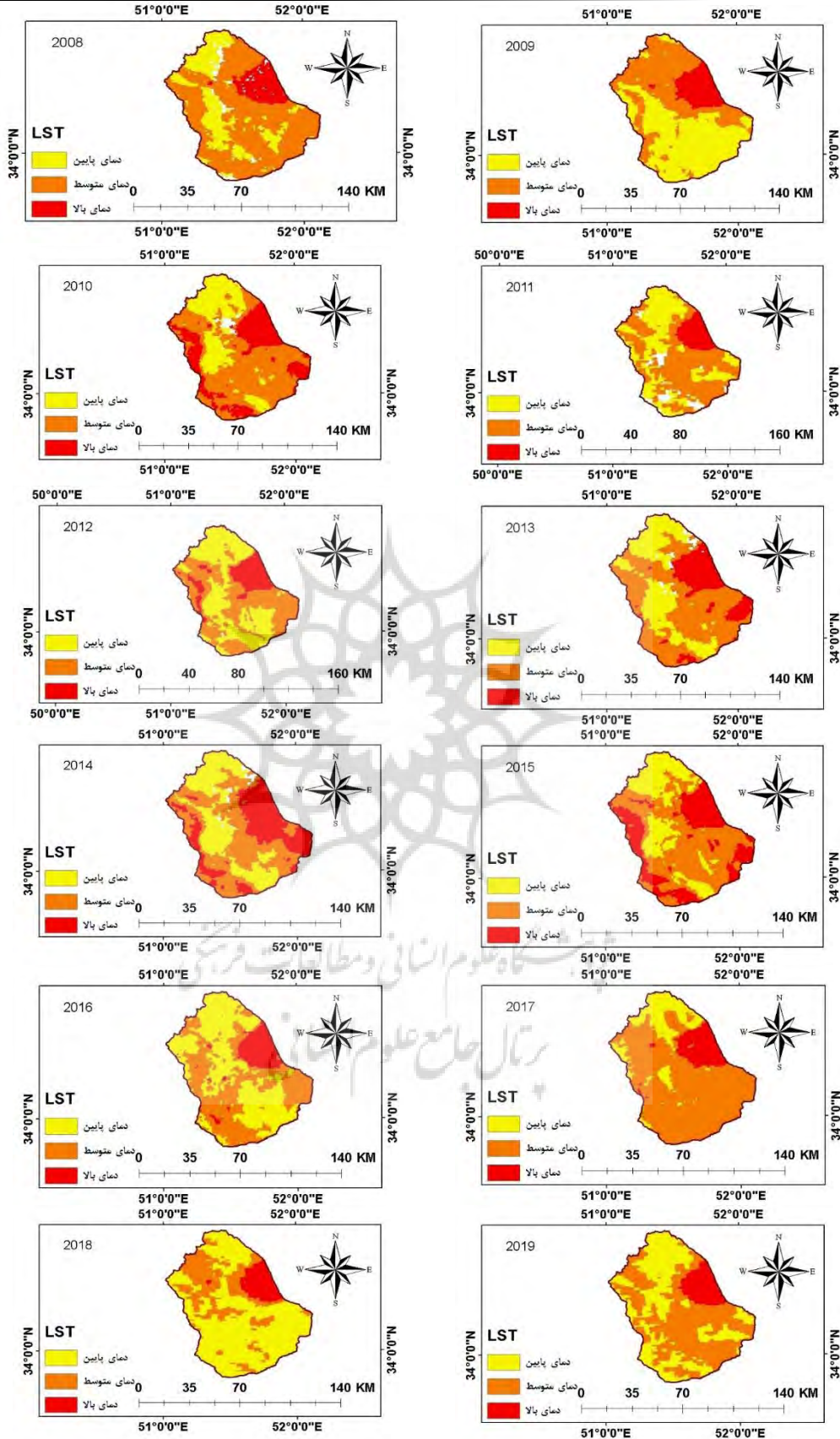
به منظور بررسی تغییرات زمانی از آنالیز رگرسیون خطی ساده استفاده شد، به طوری که در بررسی همبستگی بین دو متغیر یک خط راست در نظر گرفته شد و بررسی گردید که چقدر پراکنش نقاط حاصل از دو متغیر به این خط نزدیک است. به عبارت دیگر هدف یافتن خطی است که به بهترین شکل در میان نقاط از محور مختصات گذر می‌کند. توسط این خط می‌توان میزان متغیر وابسته را براساس متغیر مستقل پیش‌بینی نمود (ایمسون^۱، ۲۰۱۲).

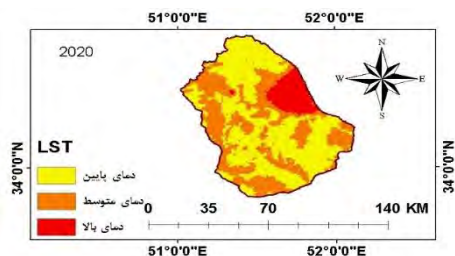
¹ Imson

۴ یافته‌ها و بحث

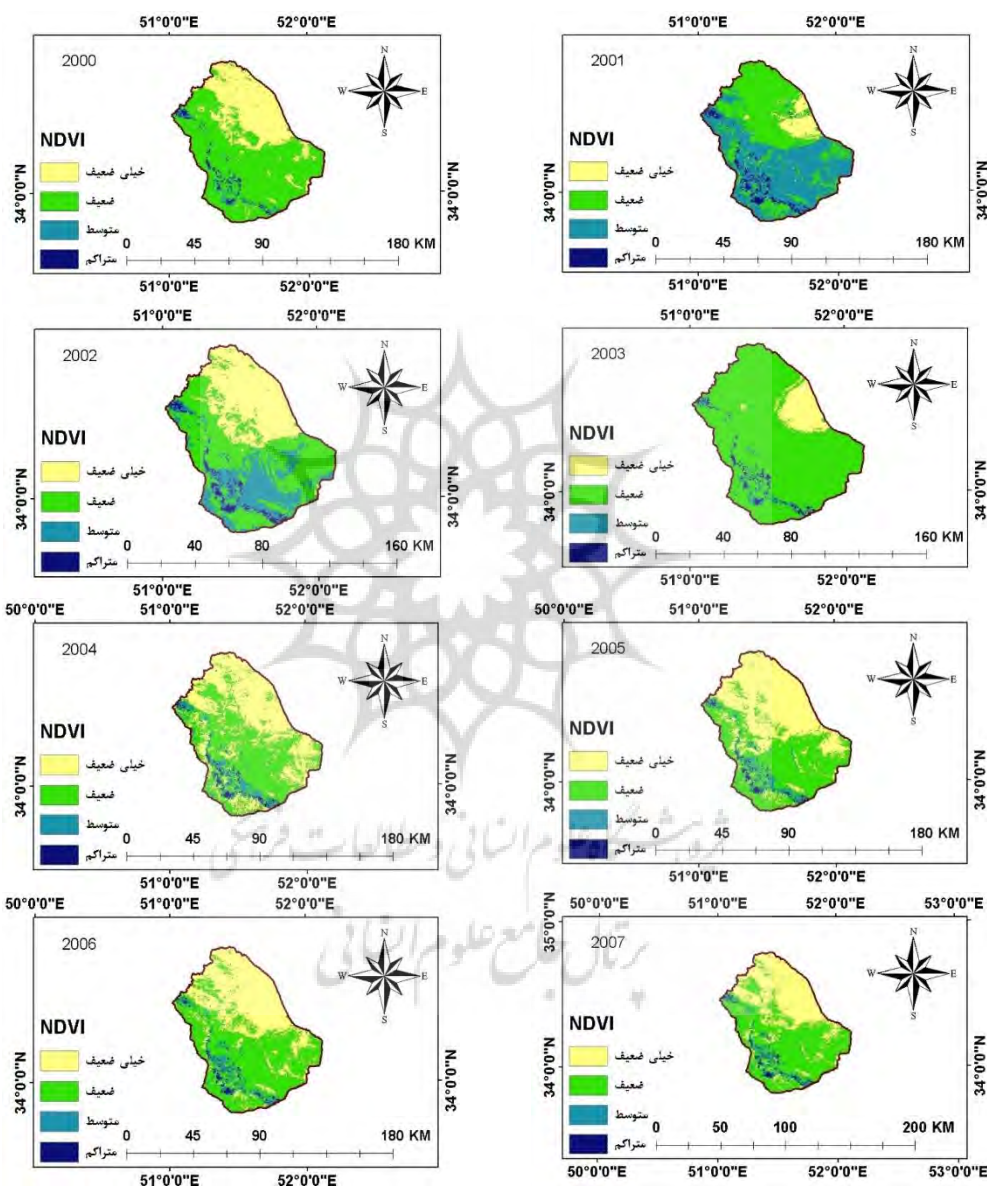
نتایج حاصل از پایش LST مربوط به ماه ژوئن سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در شکل (۲) نشان داده شده است. بر اساس نتایج، LST در سه طبقه دمای پایین، متوسط و بالا (۱۷-۲۵، ۲۵-۳۶ و ۳۶-۴۱/۵) نشان داده شده است. به طوری که، دمای پایین تا متوسط در سمت شمال، غرب و جنوب غرب و دماهای بالاتر در سمت شرق منطقه مطالعاتی حاکم است. هم‌چنین نتایج حاصل از پایش NDVI مربوط به ماه ژوئن سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ نیز در شکل (۳) نشان داده شده است. و بر اساس نتایج، NDVI به چهار منطقه با پوشش خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط و متراکم ($0.1-0.2$ ، $0.2-0.3$ ، $0.3-0.4$ و $0.4-0.5$) طبقه‌بندی شده است. به طوری که، طبقه خیلی ضعیف در سمت شمال و شمال شرق، طبقه ضعیف در سمت شمال غرب تا جنوب، طبقه متوسط و متراکم در سمت شمال غرب تا جنوب غرب قرار دارد. بدین ترتیب کاهش پوشش گیاهی در مناطق شمال تا شمال شرق بر پایه افزایش دما نشان‌دهنده تخریب سرزمین و بیابان‌زایی است. در شکل (۴) نیز نتایج حاصل از پایش NPP نشان داده شده است. و در نهایت در شکل (۵) نتایج حاصل از پایش Albedo مربوط به ماه ژوئن سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ آورده شده است. در شکل‌های ۶ تا ۸ نیز به بررسی ارتباط بین شاخص‌های NDVI، Albedo، NPP با LST پرداخته شده است. به طوری که با افزایش دما؛ شاخص تفاضل نرمال‌شده پوشش گیاهی کاهش می‌یابد و بین LST و NDVI ارتباط معکوس وجود دارد. هم‌چنین براساس شکل ۴-۲۷ می‌توان نتیجه گرفت با افزایش دما؛ تولید خالص اولیه کاهش می‌یابد و بین LST و NPP ارتباط معکوس وجود دارد. براساس شکل ۴-۲۸ نیز می‌توان اذعان نمود بین LST و Albedo ارتباط معکوس وجود دارد.

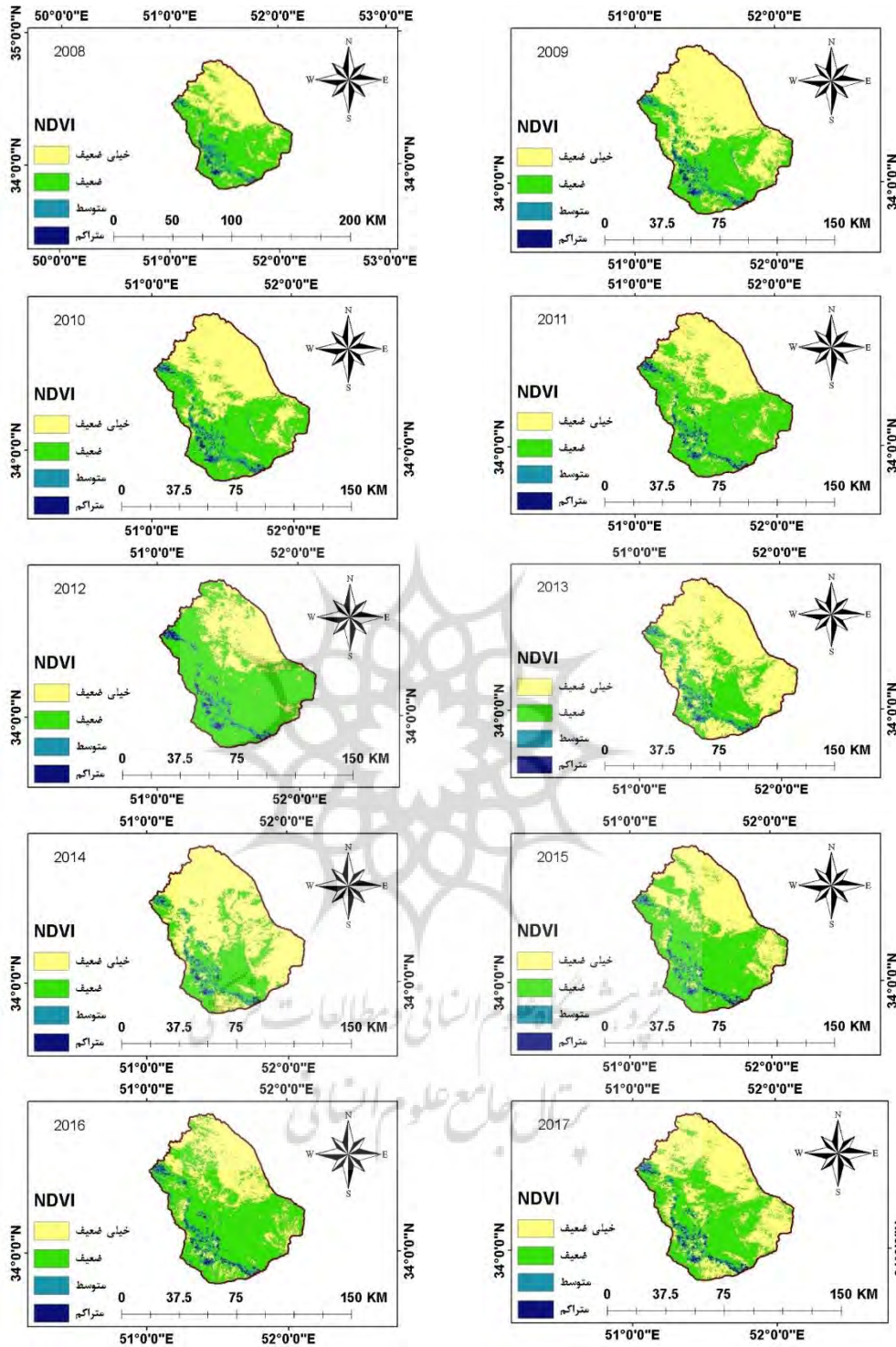


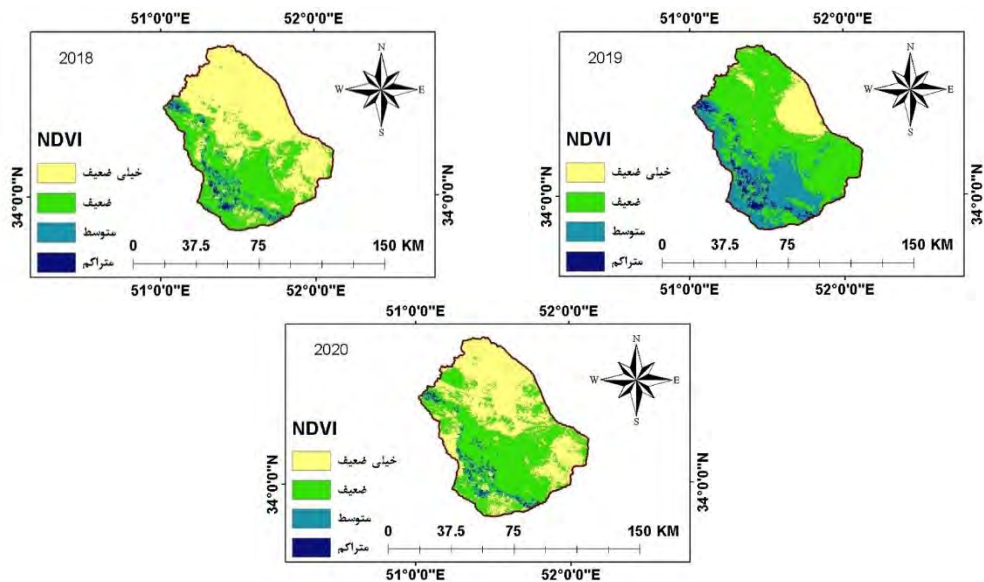




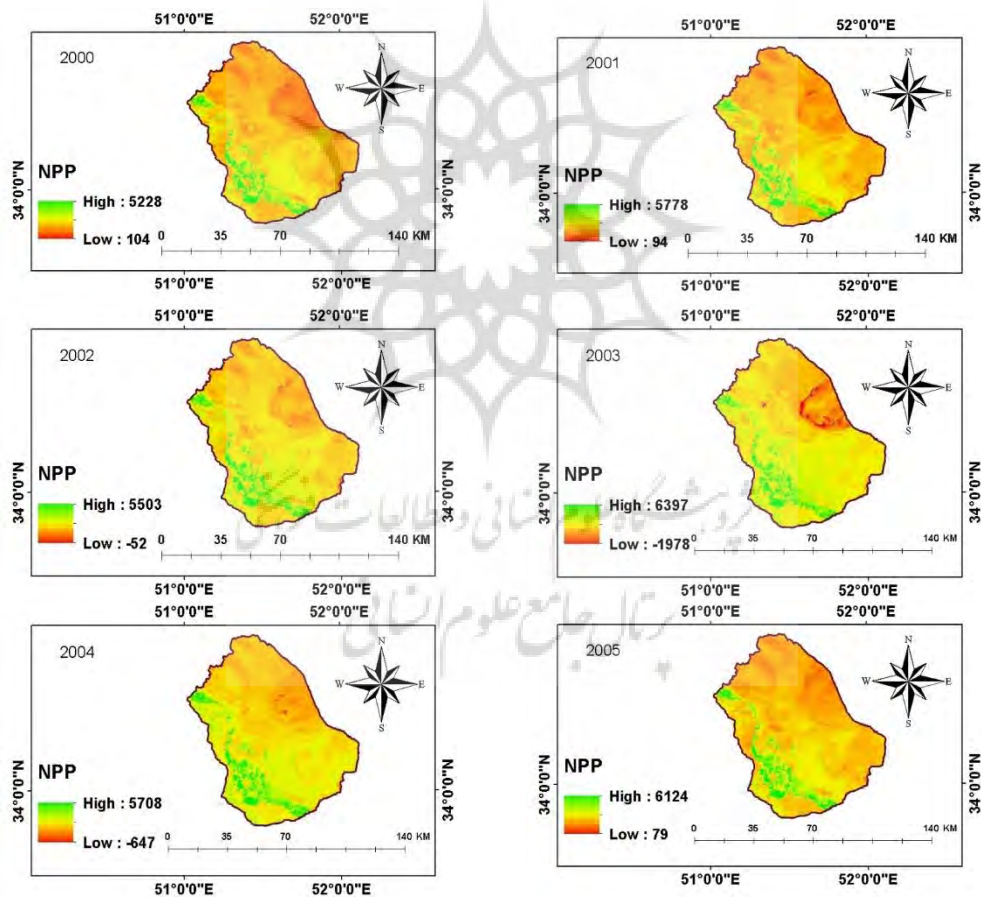
شکل ۲- نقشه‌های دمای سطح زمین (LST) مربوط به ماه ژوئن سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در دشت کاشان

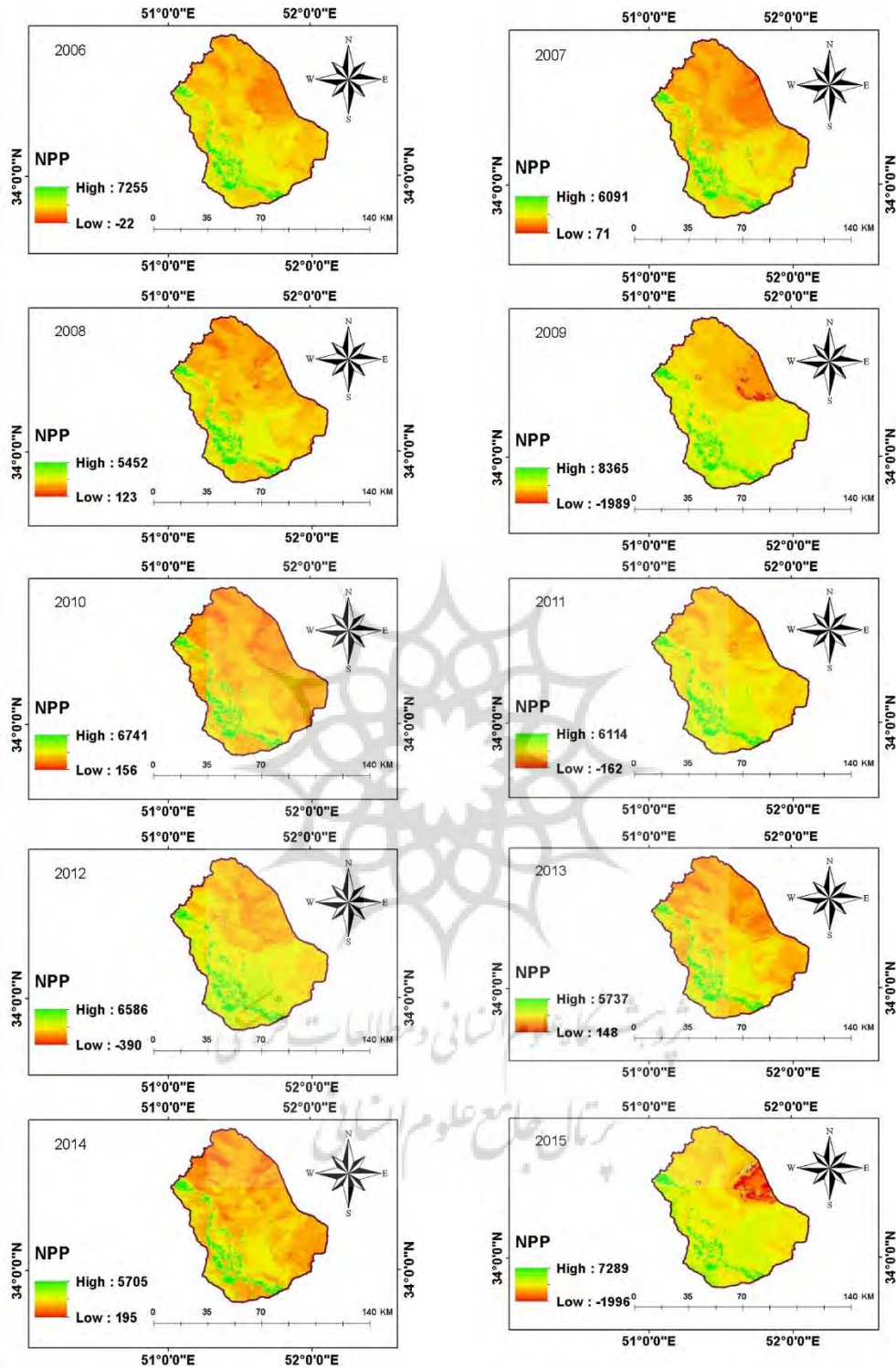


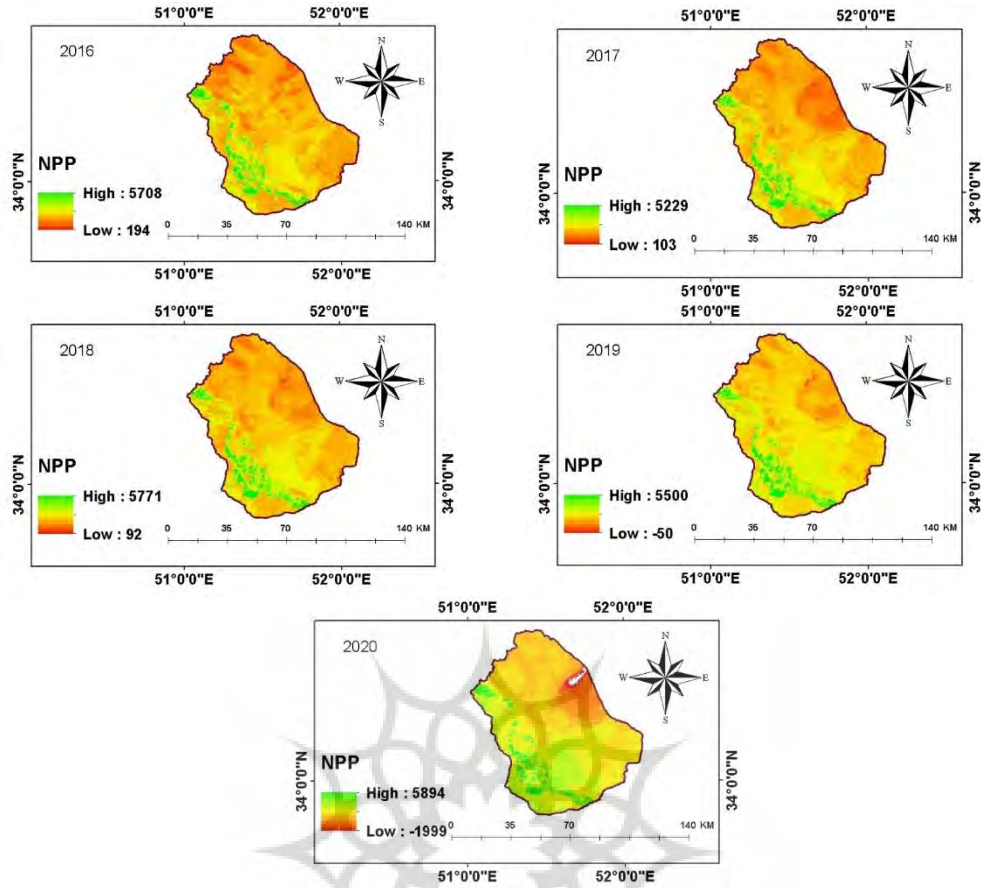




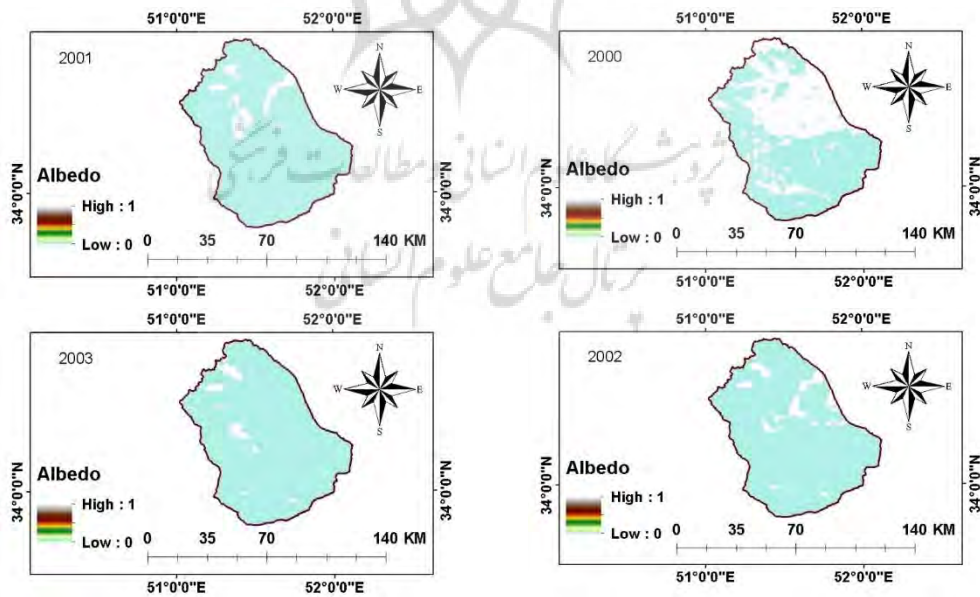
شکل ۳- نقشه‌های شاخص تفاضل نرمال‌شده پوشش گیاهی (NDVI) مربوط به ماه ژوئن سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در دشت کاشان

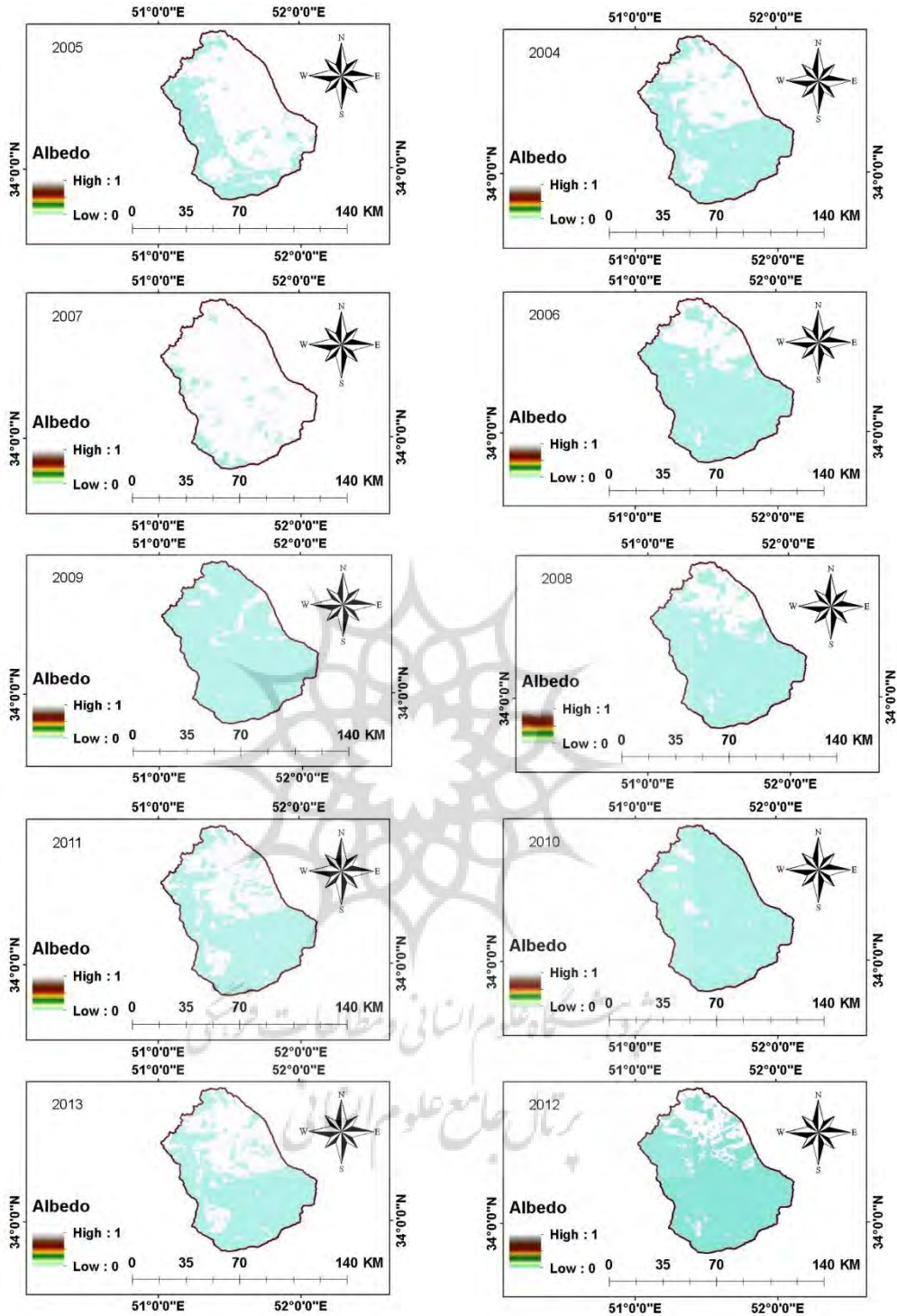


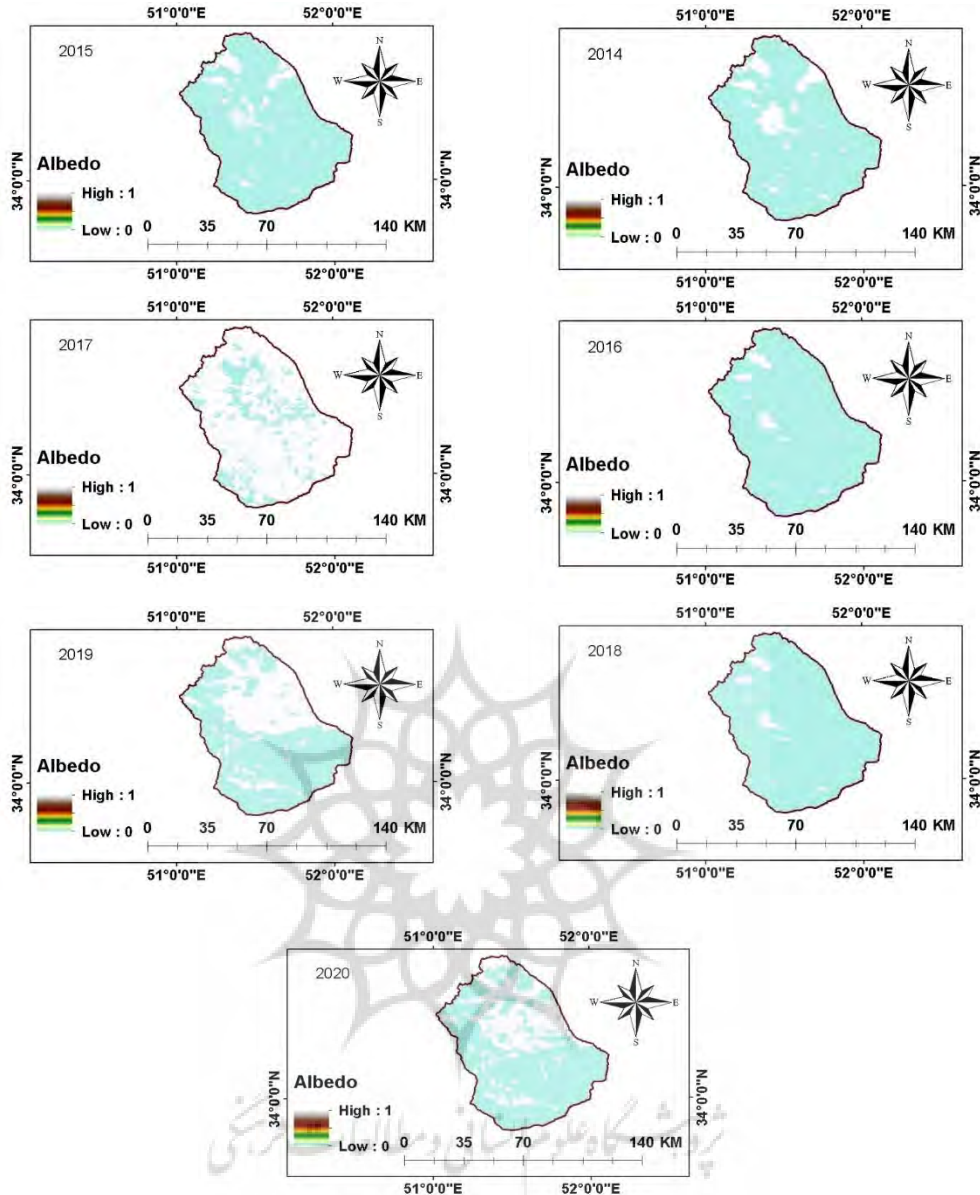




شکل ۴- نقشه‌های تولید خالص اولیه (NPP) مربوط به ماه ژوئن سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در دشت کاشان







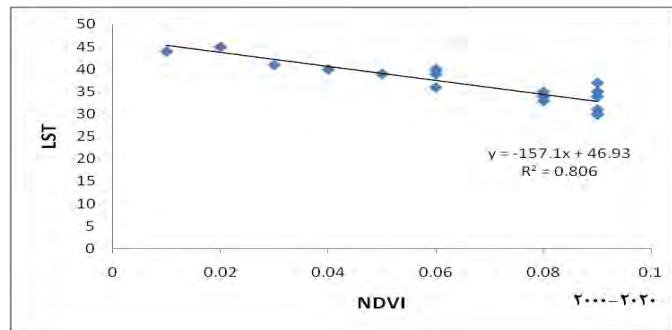
شکل ۵- نقشه‌های آلبدو (Albedo) مربوط به ماه ژوئن سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در دشت کاشان

۴،۱ نتایج حاصل از همبستگی بین Albedo، NPP، NDVI و LST

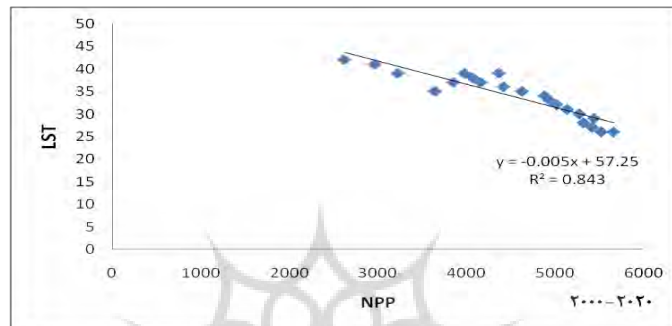
در جدول (۱) ارتباط بین Albedo، NPP، NDVI و LST آورده شده است. مطابق جدول ارائه شده بین شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی و دمای سطح زمین، تولید خالص اولیه و دمای سطح زمین و آلبدو و دمای سطح زمین رابطه معنادار در جهت معکوس وجود دارد.

جدول ۱- همبستگی بین LST و NDVI، NPP، Albedo طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در دشت کاشان

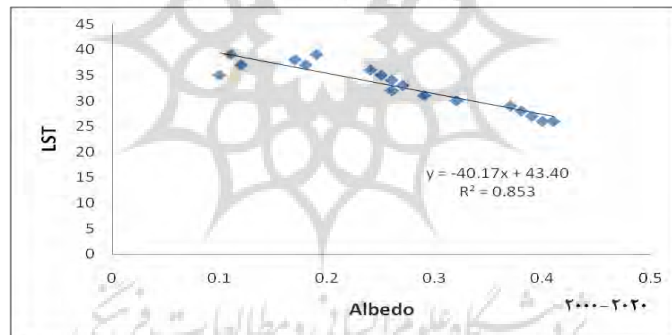
محصولات	نوع رابطه	ضریب همبستگی
شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی و دمای سطح زمین	خطی و معکوس	-.۰۸**
تولید خالص اولیه و دمای سطح زمین	خطی و معکوس	-.۰۸۴**
آلبدو و دمای سطح زمین	خطی و معکوس	-.۰۸۵**



شکل ۶- نمودار ارتباط بین شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی و دما طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در دشت کاشان



شکل ۷- نمودار ارتباط بین تولید خالص اولیه و دما طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در دشت کاشان



شکل ۸- نمودار ارتباط بین آلبدو و دما طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در دشت کاشان

۵ بحث و نتیجه‌گیری

براساس نتایج، LST مربوط به ماه ژوئن سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۲۰ به سه طبقه دمای پایین، دمای متوسط و دمای بالا (۲۵-۱۷، ۳۶-۲۵ و ۴۱/۵-۳۶) تقسیم‌بندی شد. به طوری که؛ بیشترین مساحت منطقه مورد مطالعه دارای دمای متوسط بود که در محدوده جنوب و جنوب غرب مشاهده شد. در محدوده شرق و شمال شرق نیز دما نسبت به سایر مناطق بالاتر بود که منطبق با دریاچه نمک و قم است. هم‌چنین مناطقی با دمای پایین تنها در قسمت‌های کوچکی از شمال غرب تا جنوب غرب منطقه را در بر گرفت که منطبق بر ارتفاعات ناهموار کرکس است. این بخش از نتایج پژوهش با نتایج مطالعاتی چون جیانگ^۱ و همکاران (2023)، اسکندری دامنه و همکاران (1400) و هاشم‌گلوگردی و همکاران (1402) مطابقت دارد. NDVI مربوط به ماه ژوئن سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۲۰ به چهار طبقه خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط و متراکم (۰/۱-۰/۰، ۰/۲-۰/۱، ۰/۳-۰/۲، >۰/۳) تقسیم‌بندی شد. به طوری که؛ بیشترین مساحت منطقه مورد مطالعه دارای پوشش خیلی ضعیف تا ضعیف بود که در محدوده شمال غرب تا شرق مشاهده شد که منطبق با دریاچه نمک و قم است. هم‌چنین مناطقی با پوشش متوسط تا متراکم تنها در قسمت‌های کوچکی از شمال غرب تا جنوب غرب منطقه را در بر گرفت که منطبق بر ارتفاعات ناهموار کرکس است. این بخش از نتایج پژوهش نیز با نتایج مطالعات فنگ^۲ و همکاران (2022)،

² Feng

¹ Jiang

محمودی و همکاران (1400) و جمالی و همکاران (1398) مطابقت دارد. براساس نتایج حاصل از تغییرات NPP مربوط به ماه ژوئن سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۰ بیشترین میزان تولید خالص اولیه در محدوده شمال غرب تا جنوب شرق منطقه مورد مطالعه مشاهده شد. این امر نشان می‌دهد میزان تولید خالص اولیه در این محدوده زیادتر است. همچنین، حداقل میزان تولید خالص اولیه در محدوده شمال غرب تا جنوب منطبق بر ارتفاعات کرکس تا نطنز است که نشان‌دهنده تولید کم است. نتایج این بخش از مطالعه با نتایج مطالعه خسروی و همکاران (1396) مطابقت دارد به طوری که در مطالعه ایشان نشان داده شد؛ دمای حداکثر متعلق به مناطقی با پوشش گیاهی ضعیف بوده است. همچنین بلیانی و همکاران (1395) اذعان نمودند؛ رابطه میان دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی دارای ارتباط معنادار است و با افزایش پوشش گیاهی دمای سطح زمین کاهش می‌یابد. براساس نتایج حاصل از Albedo مربوط به ماه ژوئن سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۰ بیشترین میزان آلبیدو در محدوده شمال شرق تا شرق مشاهده شد به طوری که این مناطق منطبق بر دریاچه نمک و مناطق با پوشش گیاهی ضعیف، تولید خالص اولیه کم و دمای بالا است زیرا آلبیدو و دمای سطح زمین تحت تأثیر مقادیر پوشش گیاهی است و تغییرات نسبی اندک در ویژگی‌های پوشش گیاهی موجب تغییراتی در آلبیدو و دمای سطح زمین می‌گردد. این بخش از نتایج پژوهش با نتیجه مطالعه غفاریان مالگیری و عربی علی‌آباد (1399) مطابقت دارد.

هدف اصلی این پژوهش پایش بیابان‌زایی دشت کاشان با تکیه بر محصولات سنجنده مودیس و تکنیک‌های سنجش‌ازدور مربوط به ماه ژوئن سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۰ بود. براساس نتایج مشخص شد، بین داده‌های شاخص تفاضل نرمال‌شده پوشش گیاهی و دمای سطح زمین، تولید خالص اولیه و دمای سطح زمین و آلبیدو و دمای سطح زمین ارتباط معنادار در سطح یک درصد وجود دارد به گونه‌ای که همبستگی میان پوشش گیاهی و دما، تولید خالص اولیه و دما و آلبیدو و دما معکوس و به ترتیب برابر با 0.84 ، 0.80 و 0.85 بود. به طوری که تغییرات پوشش زمین بالاخص پوشش گیاهی تأثیر بسزایی بر دمای سطح زمین دارد. بنابراین از دمای سطح زمین می‌توان برای مطالعه تغییرات پوشش زمین و بیابان‌زایی استفاده کرد. زیرا افزایش یا کاهش دمای سطح زمین وابستگی زیادی به پوشش زمین / پوشش گیاهی دارد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بخش وسیعی از افزایش دما در محدوده شرق و شمال شرق منطقه مورد مطالعه در اراضی بایر و نیز دریاچه نمک رخنمون داشته است. لذا مناطقی که افزایش دمای سطح زمین را نشان می‌دهد، می‌تواند جهت کاربرد در بخش کشاورزی، منابع طبیعی و نیز محیط‌زیست دشت کاشان به منظور شناخت جزایر حرارتی و تصمیم‌گیری درخصوص بهبود شرایط پوشش گیاهی موردتوجه قرار گیرند. پیشنهاد می‌گردد به منظور کاهش دمای سطح زمین و جلوگیری از بیابان‌زایی راهکارهای مناسبی از جمله کشت گیاهان مقاوم و بهبود وضعیت منابع تغذیه‌کننده اتخاذ گردد.

References

- Belyani, Saeid, Modiri, Mehdi, Gadami, Fardin, Halimi, Mansour (2016), Investigating the surface temperature of the earth and the temperature taken from the thermometer to reveal the spatial structure of the thermal island of Tehran, the first international conference on climate change. [In Persian].
- Denis, A., Carlos, A., Brine, D., Martha, C. and Mark, D. (2018). Use of remote sensing indicators to assess effects of drought in northeastern Brazil. *Remote sensing of environment*. 213 (2013). 129-143.
- Eskandari Doman, Hamed, Zahtabian, Gholamreza, Khosravi, Hassan, Azarnivand, Hossein, Barati, Ali Akbar (2022). Investigating the process of vegetation changes affected by drought in arid and semi-arid regions using remote sensing technique (case study: Hormozgan province), *Desert Ecosystem Engineering*, Volume 9, Number 28, p. 28. [In Persian].
- Eskandari Domane, Hadi, Eskandari Domane, Hamed, Khosravi, Hassan, Chiraghi, Maitham, Adeli Sardoi, Mohsen (2022). Evaluation of land degradation using Landsat satellite remote sensing data in the period 1390-1400 (case study: Isfahan city), *Remote Sensing and Geographical Information System in Natural Resources*, Volume 14, Number 1, p. 86. [In Persian].
- Feng, K., Wang, T., Liu, S., Kang, W., Chen, X., Guo, Z and Zhi, Y. (2022). Monitoring Desertification Using Machine-Learning Techniques with Multiple Indicators Derived from MODIS Images in Mu Us Sandy Land, China. *Remote Sensing*. 2022; 14(11):2663. <https://doi.org/10.3390/rs14112663>
- Feng, Q., Ma, H., Jiang, X., Wang, X and Cao, S. (2019). What has caused desertification in China? *Scientific reports*, 5(1), 1-8.

- Ghafarian Malmiri, Hamidreza, Arabi Ali Abad, Fahima (2021). Estimation of land surface albedo in different land uses in Yazd-Ardakan Plain, Environmental Science Studies, Volume 5, Number 1, p. 2394. [In Persian].
- Ghorbani Salkhurd, Rezvan, Mubasheri, Mohammadreza, Rahimzadegan, Majid (2010), Ability of MODIS sensor data in qualitative and quantitative analysis in urban areas. Climatology Research Journal, first year, third and fourth issue, p. 59. [In Persian].
- Gitti, Alireza (2011), Desert, desertification and desertification, Tehran publication, Iranian Agricultural Science, p. 28. [In Persian].
- Hashem Golugardi, Sara, Vali, Abbas Ali, Sharifi, Mohammad Reza, (2021), Investigating the process of desertification in the center of Khuzestan province using remote sensing time series data, Iran Water and Soil Research, Volume 52, Number 11, p. 2857. [In Persian].
- Imson, A. (2012). Desertification, destruction and land sustainability. Land use planning. Springer.
- Jamali, Zahra, Ong, Majid, Salman Mahini, Abdul Rasool (2019), Investigating the relationship between land surface temperature and land use and the normalized vegetation difference index in Gorgan Plain, Spatial Planning and Planning, Volume 23, Number 3, p. 194. [In Persian].
- Jamshidzadeh, Zahra (2020), Investigating the quality of the Kashan Plain aquifer using hydrogeochemical analyses, Hydrogeology, Volume 5, Number 1, p. 33. [In Persian].
- Jiang, Zh., Xiliang, N. and Minfeng, X. (2023). A Study on Spatial and Temporal Dynamic Changes of Desertification in Northern China from 2000 to 2020. Remote Sensing 15, no. 5: 1368. <https://doi.org/10.3390/rs15051368>
- Khosravi, Yunus, Heydari, Mohammad Ali, Tavakoli, Azadeh, Zamani, Abbas Ali (2017), Investigating the relationship between the temporal changes of the surface temperature and the spatial pattern of land use changes (case study: Zanjan city), Space Planning and Development, Volume 21, No. 3, p. 119. [In Persian].
- Mahmoudi, Peyman, Amirjahanshahi, Seyed Mehdi, Firozi, Fatemeh, Salimpour, Hirsh (2021), Statistical modeling of the relationship between albedo and land surface temperature (LST) and normalized difference vegetation cover index (NDVI) in the Sistan plain in eastern Iran. The third national conference on environmental engineering and management. [In Persian].
- Marboote, Bahareh, Ashrafzadeh, Afshin, Nezam Doost, Majid, Khaledian, Mohammadreza (2018), Comparison of real evaporation-transpiration of MOD16 product and simulated by SWAP model in Qazvin Province, Iran Water Resources Research, Year 14, Number 2, p. 65. [In Persian].
- Ontel, I., Cheval, S., Irimescu, A., Boldeanu, G., Amihaesei, V., Mihailescu, D., Angearu, C., Nertan, A and Craciunescu, V. (2023). Assessing Recent Trends of Land Degradation and Desertification in Romania Using Remote Sensing Indicators. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4453641> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4453641>
- Panahi, Fatemeh, Ehteram, Mohammad, Gior, Alireza, Afsharinia, Mahdieh (2020), Desertification, Land Destruction and Sustainability, Kashan University, p. 128. [In Persian].
- Qurbanniakhibri, Vajihah, Mirsengari, Mirmehrdad, Liaqati, Homan, Armin, Mohsen (2017), Land surface temperature estimation of land use and land cover in Dana city using separate window algorithm and Landsat 8 satellite data, Environmental Sciences, Volume 15, Number 2, p. 55. [In Persian].
- Rajai, I., Abbes, A., Farah, I. and Sattari, M. (2020). A review of drought monitoring using sensing and data mining methods. International conference Advanced technologies.