

## Research Paper

## Monitoring and Modeling of Desertification Intensity Using Landsat Satellite Images (Case Study of Yazdanabad-Zarand watershed).

Keramat Mijani<sup>1</sup>,Rasool Mahdavi<sup>2\*</sup>, Hamid Gholami<sup>3</sup>,Marzieh Rezaei<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ph. D. Student, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran, (corresponding author)

<sup>3</sup> Associate Professor, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran

<sup>4</sup> Associate Professor, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran

Received:

**August 10, 2021**

Accepted:

**September 15, 2021**

Available online:

**December 11, 2022****Keywords:****land degradation, Kerman province, vegetation cover, modeling, climatic.**

### Abstract

Desertification is in general surface degradation whose key nature reflects the weakening or loss of land potential for growing green plants (Fleskens & Stringer, 2014). This process refers to land degradation in arid and semi-arid and arid and semi-humid areas that are affected by various factors, e.g., climatic changes and human activities (Guo, 2021). Desertification is one of the most serious threats to human life, which is more evident in arid regions. Arid regions constitute over 40% of land area and over 250 million people are affected by this phenomenon (Sivakumar, 2011). Changing vegetation cover is one of the key desertification analysis and assessment methods. Recent studies have employed various indices to study desertification. Accordingly, the present research aimed to present a desertification monitoring model based on a relationship between soil-adjusted vegetation index (SAVI) and Albedo climatic index derived from the Landsat images over the 2000-2020 time interval

### 1. Introduction

Desertification is in general surface degradation whose key nature reflects the weakening or loss of land potential for growing green plants (Fleskens & Stringer, 2014). This process refers to land degradation in arid and semi-arid and arid and semi-humid areas that are affected by various factors, e.g., climatic changes and human activities (Guo, 2021). Desertification is one of the most serious threats to human life, which is more evident in arid regions. Arid regions constitute over 40% of land area and over 250 million people are affected by this phenomenon (Sivakumar, 2011). Changing vegetation cover is one of the key desertification analysis and assessment methods. Recent studies have employed various indices to study desertification. Accordingly, the present research aimed to present a desertification monitoring model based on a relationship between soil-adjusted vegetation index (SAVI) and Albedo climatic index derived from the Landsat images over the 2000-2020 time interval.

### 2. Materials and Methods

The study site is the Yazdanabad watershed located between the longitudes 56°02'29" and 56°26'19" E. and the latitudes 30°38'11" and 30°54'20" N. The watershed stretches across an area of 58036.46 ha. The research used the remote sensing data of the Landsat satellite to explore the biophysical and physical conditions and desertification processes and to calculate the studied indices over the 2000-2020

\* Corresponding Author: Rasool Mahdavi

Address: Faculty of Agricultural and Natural Resources,  
University of Hormozgan, Iran

Email: ra\_mahdavi2000@hormozgan.ac.ir

Tel: 09376881511

Mijani Keramat, Mahdavi Rasool, Gholami Hamid, Razaei Marzieh. Monitoring and modeling of desertification intensity using Landsat satellite images (Case study of Yazdanabad-Zarand watershed).

period. The images of Landsat 5 for 2000 and the images of Landsat 8 for 2020 were derived from the website of the United States Geological Survey (<http://earthexplorer.usgs.gov>). The details of the data are given in Table 1. After preprocessing, the land use classification map was developed for the Yazdanabad watershed for 2000 and 2020 using the maximum likelihood method in the ENVI5.3 software package.

### 3. Results

Estimation of SAVI and Albedo indices

After the land-use changes were studied by the maximum likelihood method, the SAVI and Albedo indices were developed. These two indices were calculated by Eq. (1).

$$SAVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_R)}{(\rho_{NIR} + \rho_R + L)} \times (1 + L) \quad (1)$$

In which  $\rho$  is relevant band reflectance, NIR is the near-infrared band, R is the red band, and L is the soil correction factor, which was considered 0.5 here.

The surface Albedo was calculated by Eq. (2) as follows:

$$Albedo = (0.356\rho_1 + 0.130\rho_3 + 0.373\rho_4 + 0.085\rho_5 + 0.072\rho_7) - 0.0018 \quad (2)$$

in which  $\rho_n$  is the albedo in the relevant band.

Desertification divided index (DDI)

Using SAVI and Albedo, DDI was calculated for the study site using Eq. (3).

$$DDI = K \times SAVI - Albedo \quad (3)$$

In which  $DDI$  is the desertification classification index and  $K$  is the line slope, which is estimated by fitting SAVI and Albedo

### 4. Discussion and Conclusion

Overall, it can be concluded that by using updated and available remote sensing data, especially data with a proper spatial resolution for which Landsat data were used here, a multidimensional SAVI-Albedo model can be built. The model can, then, be enriched with the exploration of land-use changes over the study years to gain adequate and precise information for studying the desertification of different regions

### 5. Six important references

- 1) Asare, A., Thodsen, H., Antwi, M., Opuni-Frimpong, E., & Sanful, P. O. (2021). Land Use and Land Cover changes in Lake Bosumtwi Watershed, Ghana (West Africa). *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 100536
- 2) Eskandari Damaneh, H., Gholami, H., Khosravi, H., Mahdavi Najafabadi, R., Khorani, A., Li, G. (2020). Modeling spatial and temporal changes in land-uses and land cover of the Urmia Lake basin applying cellular automata and Markov chain. *Geography and Sustainability of Environment*, 10(2), 57-72. Doi: 10.22126/ges.2020.5303.2238
- 3) Ma, Z., Xie, Y., Jiao, J., & Wang, X. (2011). The construction and application of an Albedo-NDVI based desertification monitoring model. *Procedia Environmental Sciences*, 10, 2029-2035.
- 4) Mazhar, U., Jin, S., Duan, W., Bilal, M., Ali, M., & Farooq, H. (2021). Spatio-temporal trends of surface energy budget in Tibet from satellite remote sensing observations and reanalysis data. *Remote Sensing*, 13(2), 256.
- 5) Pan, J., & Li, T. (2013). Extracting desertification from Landsat TM imagery based on spectral mixture analysis and Albedo-Vegetation feature space. *Natural hazards*, 68(2), 915-927.
- 6) Wang, X., Chen, F., Hasi, E., & Li, J. (2008). Desertification in China: an assessment. *Earth-Science Reviews*, 88(3-4), 188



## پایش و مدل سازی شدت بیابان زایی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست (مطالعه موردی حوزه آبخیز یزدان آباد زرنند)

کرامت میجانی<sup>۱</sup>، رسول مهدوی<sup>۲</sup>، حمید غلامی<sup>۳</sup> و مرضیه رضایی<sup>۴</sup>

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۵/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۴

مقاله پژوهشی

### چکیده

پدیده بیابان زایی در گستره وسیع اقلیمی از مناطق خشک و نیمه خشک تا نیمه مرطوب بروز کرده و در اثر عوامل طبیعی و عملکرد نادرست انسانی ایجاد می شود. تخریب پوشش گیاهی مرتعی، کشاورزی، تخریب خاک و نامناسب شدن کیفیت منابع آبی، حاصل این پدیده می باشد. حوزه آبخیز یزدان آباد یکی از کانون های فعال بیابان زایی استان کرمان است و در طول زمان تحت تأثیر فعالیت های انسانی و تغییرات اقلیمی مخصوصاً خشک سالی بوده است. هدف از این تحقیق بررسی پتانسیل بیابان زایی حوزه آبخیز یزدان آباد زرنند با استفاده از داده های رقومی ماهواره ای در بازه زمانی ۲۰ ساله از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ می باشد. در این راستا ابتدا نقشه کاربری اراضی برای سال ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹ تهیه شد. از داده های رقومی لندست برای بررسی رابطه بین شاخص پوشش گیاهی SAVI و شاخص اقلیمی آلبدو استفاده شد. در نهایت با استفاده از این رابطه، شاخص بیابان زایی DDI در کلاس های مختلف بیابان زایی تهیه شد. نتایج این تحقیق نشان داد که در سال ۱۳۷۹ حدود ۸۳ درصد از حوزه آبخیز یزدان آباد را اراضی مرتعی تشکیل داده اند که مساحت آنها در طول این بازه زمانی از ۴۸۱۲۴/۷ هکتار به ۴۶۰۹۵/۶ هکتار کاهش داشته است. این کاهش در حالی است که مساحت کاربری های اراضی شوره زار، اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی و انسان ساخت به ترتیب حدود ۹۱/۴، ۸۳۱/۵ و ۱۱۰۶/۳ هکتار افزایش داشته اند. بررسی متوسط سالانه دو شاخص SAVI و آلبدو نشان داد که در حوزه آبخیز یزدان آباد در مجموع شاخص SAVI روند کاهشی و شاخص آلبدو روند افزایشی داشته است. بررسی کلاس های بیابان زایی حاصل از شاخص DDI در سال ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹ نشان داد که بیش از ۸۸ درصد از این دشت در کلاس های بسیار شدید و شدید بیابان زایی قرار گرفته است. این نتایج حاکی از آن است که این منطقه با توجه به شرایط اقلیمی و پوشش گیاهی شکننده، به شدت به تغییرات و تخریب اراضی حساس می باشد.

واژه های کلیدی: استان کرمان، پوشش گیاهی، تخریب اراضی، تغییرهای اقلیمی، سنجش از دور

<sup>۱</sup>دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری - گرایش زمین دانشگاه هرمزگان، karamat736@yahoo.com

<sup>۲</sup>دانشیار و عضو هیات علمی دانشگاه هرمزگان (نویسنده مسئول)، ra\_mahdavi2000@@hormozgan.ac.ir

<sup>۳</sup>دانشیار و عضو هیات علمی دانشگاه هرمزگان، hadesert64@gmail.com

<sup>۴</sup>استادیار و عضو هیات علمی دانشگاه هرمزگان، ma.rezai8011@gmail.com

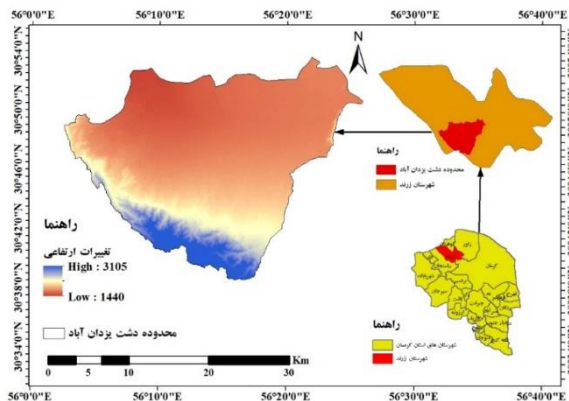
Hu et al, ) (Lambin2004، روش‌های سنجش‌ازدور ( 2012; Li et al, 2013; Xue et al,2013; EskandariDamaneh et al, 2021b و مدل‌سازی (Salvati and Zitti, 2009; Lamchin et al,2017) را نام برد. داده‌های سنجش‌ازدور با برداشت در سطح وسیع، داده‌های در دسترس، به‌روز و با دقت مناسب و به‌صورت گسترده در تحقیقات ارزیابی بیابان‌زایی مورد استفاده قرار می‌گیرد ( Xu et al, 2015; Becerril-Pina et al, 2015; Xu et al, 2022). امروزه برای ارزیابی کمی بیابان‌زایی از محاسبه شاخص‌های پوشش گیاهی برای بدست آوردن اطلاعات پوشش گیاهی و درجه بیابان‌زایی استفاده می‌شود (Xue et al, 2013). بررسی شاخص‌های گیاهی به‌خوبی کاهش پوشش سطح، تراکم و زیست‌توده گیاهی را اندازه‌گیری می‌کند Cao et al (2021). علاوه بر این با ارزیابی شاخص‌های گیاهی می‌توان تغییرات الگو پراکنش پوشش و ساختار گیاهی حاصل از افزایش ناهمگن زمانی و مکانی آب و مواد غذایی را به‌خوبی مورد بررسی قرارداد (Lamchin et al,2016). تغییرات پوشش گیاهی اثرات مستقیمی بر تغییرات خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک و میکرواقلیم‌های موجود بر سطح خاک دارد ( Xu et al, 2009; Pan and Li 2013). این تغییرات در حالت و شرایط پوشش گیاهی با استفاده از حس‌گرهای ماهواره‌های سنجش‌ازدور برداشت می‌شود و امکان ارزیابی کمی بیابان‌زایی در مقیاس‌های مختلف از طریق برآورد شاخص‌های حاصل از تصاویر ماهواره‌ای را برای محققین فراهم می‌کند ( Xu et al, 2009; Higginbottom and Symeonakis 2014; Becerril-Pina et al,2015). بنابراین تغییر در پوشش گیاهی یکی از عمده‌ترین روش‌های آنالیز و ارزیابی بیابان‌زایی می‌باشد. در مطالعات مختلف از شاخص‌های مختلفی برای بررسی بیابان‌زایی استفاده کرده‌اند. از جمله این شاخص‌ها می‌توان به شاخص نرمالیزه شده پوشش گیاهی NDVI که تغییرات پوشش گیاهی سطح زمین را پایش می‌کند (Hill et al, 2008)، شاخص پوشش گیاهی تعدیل‌شده خاک SAVI که پوشش گیاهی مناطق خشک را از طریق استفاده از یک عامل تعدیل‌کننده که بین ۰ تا ۱ متغیر بوده، برآورد می‌کند (Ren et al,2018)، همچنین

## مقدمه

بیابان‌زایی در حالت کلی تخریب سطحی است که ماهیت اصلی آن بیان‌کننده تضعیف یا از دست دادن توانایی زمین برای رشد گیاهان سبز می‌باشد (Fleskens & Stringer 2014). این فرآیند عبارت است از تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب که تحت تأثیر شاخص‌های مختلف از قبیل تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی می‌باشد (Guo et al,2021, EskandariDamaneh et al,2021a). بیابان‌زایی یکی از جدی‌ترین تهدیدات زندگی بشر بوده مخصوصاً این تهدید در مناطق خشک به‌شدت قابل لمس می‌باشد. مناطق خشک بیش از ۴۰٪ از مناطق سطح زمین را دربر می‌گیرد که بیش از ۲۵۰ میلیون نفر تحت تأثیرات این پدیده قرار دارند (Sivakumar,2011). ناهمگنی زمانی و مکانی پویایی بیابان‌زایی منجر به کاهش تولید زمین و تنوع زیستی و در نتیجه پایداری اقتصادی یک منطقه را تهدید می‌کند (Zho et al,2015, Ahmadaali et al.2021). از جمله اثرات منفی بیابان‌زایی می‌توان به‌رها کردن اراضی کشاورزی و مهاجرت کشاورزان به مناطقی که برای کشاورزی و دام‌پروری مناسب هستند، اشاره کرد (Wang et al. 2008). بیابان‌زایی یک فرآیند پویاست که تحت تأثیر عوامل مختلفی از قبیل عوامل بیوفیزیکی، اقتصادی-اجتماعی مانند جنگل‌زدایی، تخریب خاک و... می‌باشد (Vicente-Serrano, 2020; Salvati and Zitti, 2009). به‌طور خاص فرسایش بادی و آبی و همچنین از بین رفتن پوشش گیاهی باعث کاهش توانایی باروری خاک و در نتیجه تخریب اراضی و بیابان‌زایی می‌شود. با این حال با توجه به گستردگی و پیچیدگی این پدیده یکی از بزرگترین مشکلات مقابله با آن شناسایی مراحل مختلف این پدیده بوده که به‌راحتی روند آن قابل تشخیص نیست (Abraham and Torres 2007).

تحقیقات برای ارزیابی و برآورد بیابان‌زایی یکی از اصلی‌ترین مفاهیم اقدامات در زمینه بیابان‌زدایی است. در این زمینه روش‌های مختلفی برای تجزیه و تحلیل بیابان‌زایی وجود دارد. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش‌هایی با رویکرد تجربی (Liu et al. 2003; Geist and

۱۷۵۰ واحد دامی است (شهرآب شفق، ۱۳۹۸). مساحت مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی در شهرستان زرنند ۱۰۸۱۰۱ هکتار برآورد شده است. از کل وسعت این مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی، ۴۹۳۵۹ هکتار، منطقه برداشت، ۳۷۷۵۳ هکتار منطقه حمل و ۲۰۹۸۹ هکتار منطقه رسوب-گذاری می‌باشد. از کل منطقه برداشت، ۱۸۹۶ هکتار دارای شدت زیاد، ۳۲۳۷۷ هکتار شدت متوسط و ۱۵۰۸۶ هکتار شدت کم و از کل منطقه حمل، ۱۸۳۱ هکتار با شدت زیاد و ۳۵۹۲۲ هکتار با شدت کم و از کل منطقه رسوب‌گذاری، ۹۷۰۸ هکتار دارای شدت فعال و ۱۱۲۸۱ هکتار، نیمه‌فعال می‌باشد (مشاور آبخوان ۱۳۹۸). شکل ۱ موقعیت حوزه آبخیز یزدان‌آباد زرنند را در استان کرمان و شهرستان زرنند نشان می‌دهد.



شکل (۱): موقعیت حوزه آبخیز یزدان‌آباد زرنند در استان کرمان و شهرستان زرنند

### داده‌های مورد استفاده

در این مطالعه از داده‌های سنجش‌ازدور ماهواره لندست برای بررسی شرایط بیوفیزیکی و فیزیکی، فرآیندهای بیابان‌زایی و محاسبه شاخص‌های مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ استفاده شد. تصاویر ماهواره لندست ۵ برای سال ۱۳۷۹ و لندست ۸ برای سال ۱۳۹۹ از سایت زمین‌شناسی آمریکا (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) تهیه شدند. جزییات این داده‌ها در جدول (۱) آورده شده است. پس از اعمال پیش‌پردازش‌ها و تصحیحات اتمسفری

شاخص بهبود پوشش گیاهی EVI که برای از بین بردن اثرات منفی خاک استفاده می‌شود (Peng et al, 2017)، نام برد. باین حال روند بیابان‌زایی تحت تأثیر عوامل مختلف انسانی و عوامل طبیعی مانند اقلیم و توپوگرافی قرار دارد. نتیجه ارزیابی تک‌بعدی بیابان‌زایی باشاخص پوشش گیاهی بیشتر یک‌طرفه است و نمی‌تواند به‌طور جامع اطلاعات گسترش بیابان و بیابان‌زایی را منعکس کند. برخی از محققان سعی در تحلیل و پایش کمی بیابان‌زایی از طریق ارتباط بین روند بیابان‌زایی و خصوصیات زیست-فیزیکی مانند آلدو، دمای سطح زمین، بیابان‌زایی را پایش کرده‌اند (Zenget al., 2006, Ma et all, 2011). بنابراین با توجه موارد ذکر شده هدف از تحقیق حاضر ارائه مدل گسترش بیابان‌زایی بر اساس رابطه بین دو شاخص پوشش گیاهی SAVI و شاخص اقلیمی آلدو حاصل از تصاویر ماهواره لندست در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ بوده است.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه (حوزه آبخیز یزدان‌آباد) بین "۲۹' ۰۲° ۵۶° تا "۱۹' ۲۶' ۵۶° طول شرقی و "۱۱' ۳۸' ۳۰° تا "۲۰' ۲۰' ۵۴° عرض شمالی واقع شده است. وسعت حوزه آبخیز ۵۸۰۳۶ هکتار، محیط حوزه یزدان‌آباد ۱۲۲.۷۹ کیلومتر، حداقل ارتفاع حوزه ۱۴۶۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۳۱۲۳ متر می‌باشد. این منطقه در شهرستان زرنند از توابع استان کرمان و در شمال شرقی استان کرمان قرار گرفته است. بر اساس آخرین سرشماری انجام شده، تعداد خانوار و جمعیت واقع در داخل حوزه به ترتیب برابر ۲۶۱۳ خانوار و ۱۰۳۵۱ نفر بوده است. مهم‌ترین منابع تولید و درآمد در روستاهای حوزه شامل باغداری، دامداری، کار در معادن و صنایع دستی است. سطح اراضی باغی حوزه آبخیز یزدان‌آباد ۷۳۰۰ هکتار بوده که پسته کشت غالب می‌باشد. تعداد واحد دامی کل حوزه ۲۲۱۵۰ واحد بوده و تعداد انواع دام گاو، گوسفند و بز و شتر به ترتیب برابر ۴۰۰، ۲۰،۰۰۰ و

کلاس عمده مناطق مسکونی و انسان‌ساخت، اراضی کشاورزی، اراضی مرتعی و شوره‌زار تهیه گردید. جزییات هر کدام از این کاربری‌ها در جدول (۲) آورده شده است.

و رادیومتری لازم، نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی برای محدود حوزه یزدان‌آباد برای سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹ با استفاده از روش حداکثر احتمال در نرم‌افزار ENVI5.3 تهیه گردید. در نهایت با استفاده از روش حداکثر احتمال و با کمک شاخص کمکی ذکر شده نقشه کاربری در چهار

جدول (۱): مشخصات مربوط به تصاویر استفاده شده در تحقیق

تاریخ میلادی	تاریخ خورشیدی	ماهواره	سنجنده	گذر/ردیف	قدرت تفکیک مکانی (متر)
۲۰۰۰	۱۳۷۹	لندست ۵	TM	۳۹/۱۶۰	۳۰
۲۰۲۰	۱۳۹۹	لندست ۸	OLI	۳۹/۱۶۰	۳۰

جدول (۲): جزییات کاربری‌های استفاده شده در تحقیق حاضر

کاربری اراضی	توضیحات
مناطق مسکونی و انسان‌ساخت،	مناطق مسکونی، تجاری، شبکه‌های حمل‌ونقل مانند جاده‌ها و شبکه ریلی
اراضی کشاورزی	اراضی کشاورزی، باغی، زراعی
اراضی مرتعی	مراعت، اراضی با پوشش گیاهی پراکنده، مناطق کوهستانی
شوره‌زار	اراضی شور، ماسه‌زارها، اراضی لخت و بدون پوشش گیاهی

$$SAVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_R)}{(\rho_{NIR} + \rho_R + L)} \times (1 + L) \quad (1)$$

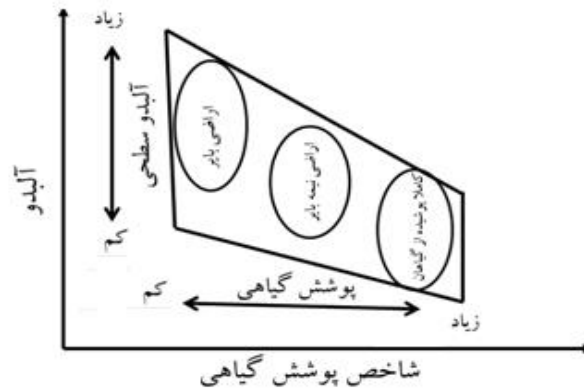
در اینجا  $\rho =$  بازتاب باند مربوطه،  $NIR =$  باند مادون قرمز نزدیک،  $R =$  باند قرمز و  $L =$  عامل تعدیل کننده خاک بوده که در اینجا ۰.۵ در نظر گرفته شده است. (Sekertekin et al, 2021).

شاخص آلبدو سطحی بدست آمده از داده‌های سنجش‌ازدور یک پارامتر فیزیکی است که ویژگی‌های بازتاب سطح و طول موج‌های کوتاه خورشید را بیان می‌کند. این پارامتر فیزیکی تحت تأثیر پوشش گیاهی، رطوبت خاک و سایر شرایط غیرعادی سطح زمین می‌باشد (Zheng et al, 2021). بنابراین با بررسی تغییرات آلبدو به خوبی می‌توان تغییرات در سطح زمین و در نتیجه بیابان‌زایی را مورد بررسی قرار داد. مطالعات مختلف نشان داده است که پوشش گیاهی و آلبدو مطابق با شکل ۲، فضای دوبعدی تشکیل می‌دهد و وضعیت‌های بیابان‌زایی تحت تأثیر پوشش گیاهی و آلبدو مطابق این شکل می‌باشد

پس از پایان عمل طبقه‌بندی، در این مطالعه، برای ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده، با مقایسه متناظر با نقاط واقعیت زمینی حاصل از مطالعات میدانی و با استفاده از تصاویر گوگل ارث، ماتریس خطا تشکیل شد و براساس آن صحت کلی و ضریب کاپا محاسبه گردید. ضریب کاپا عبارت است از توافق صحت کلی نقشه تولید شده با حالت واقعی موجود در طبیعت می‌باشد. بنابراین هرچی صحت کلی و ضریب کاپا بالاتر باشد، طبقه‌بندی تولید شده بهتر خواهد بود (Asare et al, 2021, Chughtai et al, 2021, Belete et al, 2021).

### برآورد شاخص‌های SAVI و Albedo

پس از بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش حداکثر احتمال شاخص‌های پوشش گیاهی SAVI و شاخص اقلیمی Albedo تهیه شدند. شاخص‌های پوشش گیاهی SAVI معمولاً برای بررسی و توصیف غیرمستقیم وضعیت پوشش گیاهی، شناسایی تغییرات رویشی سطح زمین با توجه به خصوصیات ناهمگن مناطق خشک و نیمه‌خشک استفاده می‌شود، این شاخص با استفاده از رابطه ۱ محاسبه می‌شوند:



شکل (۲): رابطه بعدی آلبدو-پوشش گیاهی (Ma et al, 2011)

برای محاسبه آلبدو سطح در این مطالعه از رابطه ۲

استفاده شد:

$$Albedo = (0.356\rho_1 + 0.130\rho_3 + 0.373\rho_4 + 0.085\rho_5 + 0.072\rho_7) - 0.0018 \quad (2)$$

در این معادله  $\rho_n$  آلبدو در باند مربوطه

می‌باشد (Becerril-Piña, 2016).

### شاخص درجه بیابان‌زایی (DDI)

در این تحقیق بر اساس مطالعه Panand Li 2013 در رابطه پوشش گیاهی - آلبدو مدل DDI، بیابان‌زایی برای حوزه آبخیز یزدان آباد بدست آمد. همچنین بر اساس روش طبقه‌بندی جینکس در نرم افزا ARCGIS 10.8 این مدل در پنج کلاس بیابان‌زایی: بدون بیابان‌زایی، بیابان‌زایی کم، بیابان‌زایی متوسط، بیابان‌زایی شدید و بیابان‌زایی بسیار شدید طبقه‌بندی شد (Becerril-Piña et al. 2015; Han et al. 2015; Yaduvanshi et al. 2015). بنابراین با استفاده از رابطه ۳ بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه محاسبه شد:

$$DDI = K \times SAVI - Albedo \quad (3)$$

DDI = شاخص کلاس‌بندی بیابان‌زایی، K = شیب خط که از برازش شاخص SAVI و Albedo تخمین زده می‌شود.

### نتایج و بحث

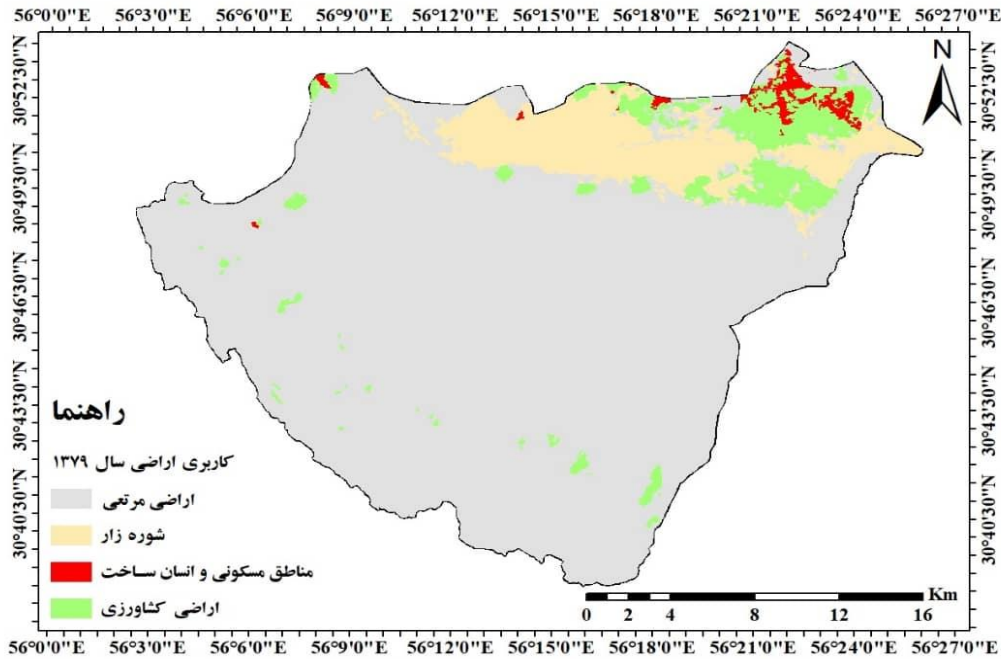
#### بررسی روند تغییرات کاربری حوزه آبخیز یزدان‌آباد زرنند

بررسی صحت کلی و ضریب کاپا برای کاربری اراضی مرتعی، شوره‌زار، اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی و انسان‌ساخت برای سال ۱۳۷۹ به ترتیب ۰/۹۰ و ۰/۸۷ و برای سال ۱۳۹۹ نیز ۰/۹۸ و ۰/۹۷ می‌باشد. نتایج تغییرات کاربری منطقه با نتایج اسکندری دامنه و همکاران (۱۳۹۹) همسو می‌باشد.

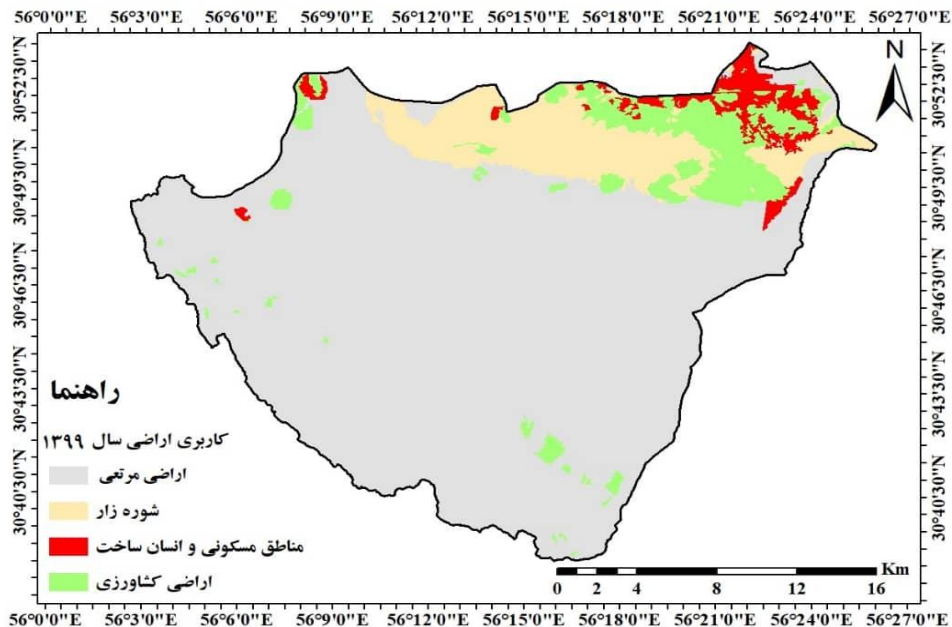
بررسی روند تغییرات کاربری حوزه آبخیز یزدان‌آباد در شکل ۳، ۴ و جدول ۳ نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ بیشترین مساحت کاربری به ترتیب متعلق به کاربری اراضی مرتعی، شوره‌زار، اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی و انسان‌ساخت بوده که در سال ۱۳۷۹ حدود ۸۲/۹۲، ۱۰/۱۵، ۵/۹۶ و ۰/۹۷ و در سال ۱۳۹۹ نیز ۷۹/۴۳، ۱۰/۳۰، ۷/۴۰ و ۲/۸۷ درصد از مساحت حوزه آبخیز یزدان‌آباد را در بر گرفته است. بر اساس جدول ۳ در این بازه زمانی ۲۰ ساله اراضی شوره‌زار، اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی و انسان‌ساخت به ترتیب حدود ۹۱/۴، ۸۳۰/۹۴ و ۱۱۰۶/۳۰ هکتار افزایش و مساحت اراضی مرتعی حدود ۲۰۲۹/۲ هکتار کاهش داشته است. وانگ و همکاران (۲۰۱۵) بیان داشتند از آنجایی که اراضی بیابانی دارای اقلیم خشک و پوشش گیاهی شکننده هستند

تغییرات در نوع و ترکیب کاربری اراضی علاوه بر تأثیر روی تبادل کربنی تأثیر بسزایی بر سیستم اقلیم منطقه دارد (Li et al, 2016; Bright et al, 2012).

تغییرات کوچک در اقلیم و کاربری‌های اراضی آن باعث ایجاد شرایط برای بیابانی شدن و آغاز بیابان‌زایی می‌شود، که این مهم در مطالعه حاضر کاملاً مشهود شده است.



شکل (۳): کاربری اراضی حوزه آبخیز یزدان آباد در سال ۱۳۷۹



شکل (۴): کاربری اراضی حوزه آبخیز یزدان آباد در سال ۱۳۹۹



جدول (۳): تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز یزدان آباد در بازه ۱۳۷۹-۱۳۹۹ برحسب هکتار و درصد

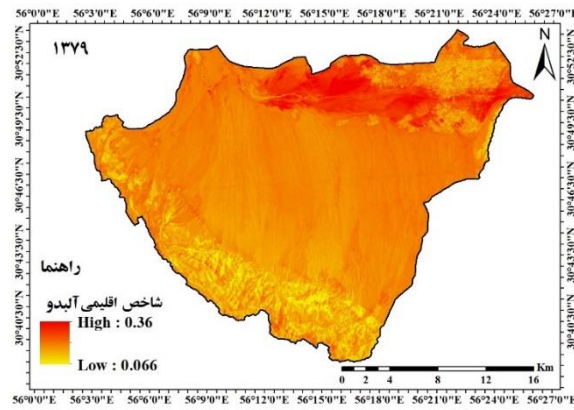
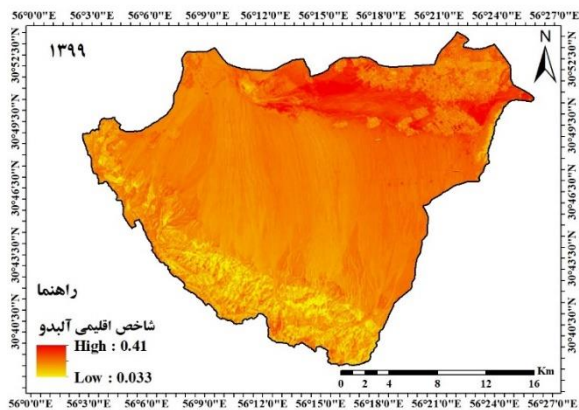
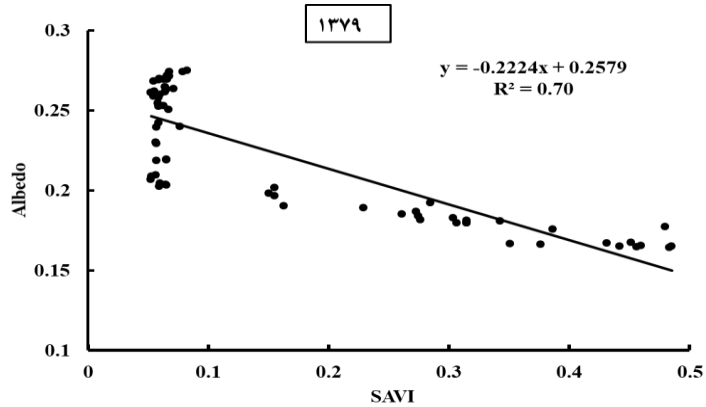
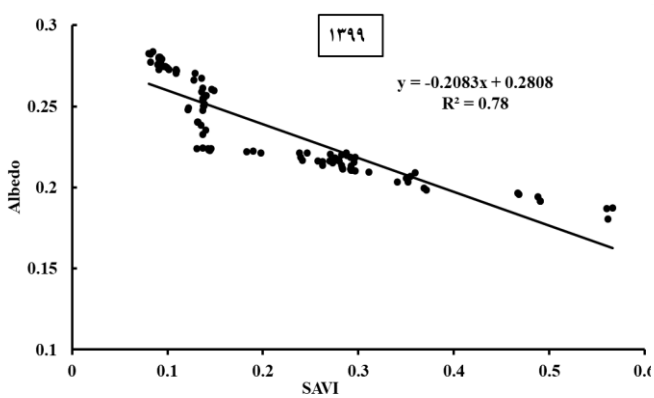
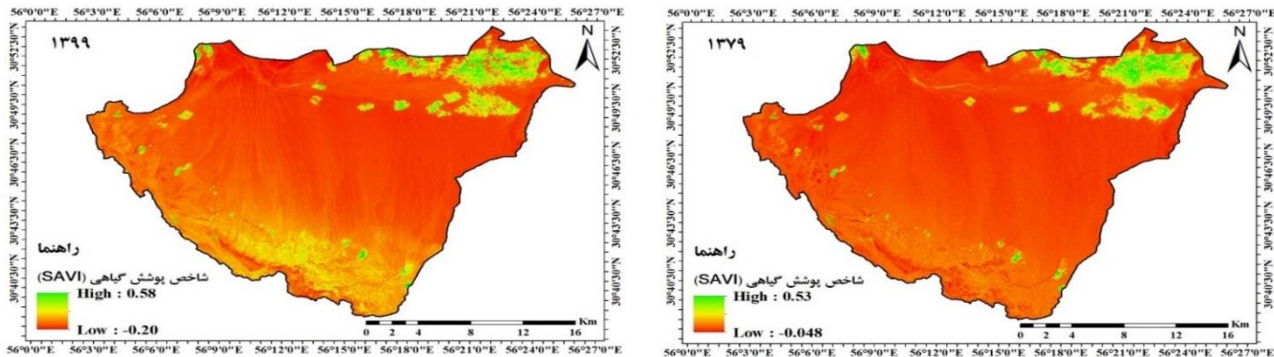
تغییرات بین سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۹۹	تغییرات بین سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۹۹		۱۳۷۹			کاربری اراضی
	سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۹۹	سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۹۹	۱۳۹۹	مساحت (هکتار)	مساحت (%)	
مساحت (%)	مساحت (هکتار)	مساحت (%)	مساحت (هکتار)	مساحت (%)	مساحت (هکتار)	اراضی مرتعی
-۴/۲	-۲۰۲۹/۲	۷۹/۴۳	۴۶۰۹۵/۶	۸۲/۹۲	۴۸۱۲۴/۷	شوره‌زار
۱۵/۴۶	۹۱/۴	۱۰/۳۰	۵۹۸۰/۶	۱۰/۱۵	۵۸۸۹/۲	مناطق مسکونی و انسان‌ساخت
۱۹۶/۸	۱۱۰۶/۳۰	۲/۸۷	۱۶۶۸/۴	۰/۹۷	۵۶۲/۱	اراضی کشاورزی
۱۵/۴۶	۸۳۱/۵	۷/۴۰	۴۲۹۱/۹	۵/۹۶	۳۴۶۰/۴	کل
-	-	۱۰۰	۵۸۰۳۶/۴۶	۱۰۰	۵۸۰۳۶/۴۶	

۰/۵۳ و ۰/۵۸ می‌باشد که روند صعودی مقدار شاخص SAVI را در این بازه زمانی نشان می‌دهد. از طرفی دیگر نتایج شکل ۴ نیز نشان می‌دهد که حداکثر مقدار شاخص آلبدو در سال ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹ مربوط به قسمت‌های شمال و شمال شرقی منطقه مورد مطالعه دیده شده است. همچنین بررسی حداکثر شاخص اقلیمی آلبدو نیز نشان داد که مقدار آن در سال ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹ به ترتیب ۰/۳۶ و ۰/۴۱ می‌باشد که روند افزایشی را در طول این بازه زمانی ۲۰ ساله نشان داده است.

#### تغییرات مکانی و زمانی آلبدو و شاخص پوشش گیاهی در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹

الگوی تغییرات مکانی و زمانی آلبدو و شاخص پوشش گیاهی SAVI در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ به ترتیب در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. براساس شکل ۳، بیشترین مقادیر SAVI در سال ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹ مربوط به قسمت شمال شرقی منطقه مورد مطالعه بوده، که مقدار حداکثر این شاخص در سال ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹ به ترتیب

شکل (۵): شاخص پوشش گیاهی SAVI سال ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹



شکل (۶): شاخص پوشش گیاهی آلبدو سال ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹

شکل (۷): رابطه همبستگی بین SAVI و آلبدو در سال های ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹



بیابان‌زایی کم قسمت‌های شمالی و شمال شرقی حوزه آبخیز، کلاس متوسط بیابان‌زایی قسمت‌های جنوبی و دو کلاس بیابان‌زایی شدید و بسیار شدید سایر قسمت‌های حوزه آبخیز یزدان‌آباد رادر بر گرفته‌اند. مساحت و درصد کلاس‌های بیابان‌زایی حوزه آبخیز یزدان‌آباد در سال ۱۳۷۹ در جدول ۴ آورده شده است. براین اساس کلاس بسیار شدید و شدید بیابان‌زایی بیشتر از ۸۷ درصد از حوزه آبخیز یزدان‌آباد که به ترتیب حدود ۳۵۰۴۶/۵ و ۱۵۶۹۵/۷۶ هکتار می‌باشد را دربر گرفته است. همچنین کلاس‌های متوسط، کم و بدون بیابان‌زایی به ترتیب حدود ۸/۳، ۲/۹۰ و ۱/۳۷ درصد منطقه را شامل می‌شوند. بررسی طبقات درجه بیابان‌زایی سال ۱۳۹۹ در شکل ۹ نشان می‌دهد که کلاس‌های بدون، کم و متوسط بیابان‌زایی در قسمت‌های شمالی، شمال شرقی و جنوبی و کلاس‌های شدید و بسیار شدید بیابان‌زایی در سایر قسمت‌های منطقه مورد مطالعه را در بر گرفته است. بررسی تغییرات مساحت و درصد کلاس‌های بیابان‌زایی سال ۱۳۹۹ حوزه آبخیز یزدان‌آباد در جدول ۴ نیز نشان می‌دهد که کلاس‌های بسیار شدید و شدید بیابان‌زایی به ترتیب حدود ۳۴۳۱۷/۸۷ و ۱۶۹۳۰/۰۵ هکتار و ۸۸/۳ درصد از حوزه آبخیز یزدان‌آباد را در بر گرفته است. این در حالی است که کلاس‌های متوسط، کم و بدون بیابان‌زایی به ترتیب ۷/۴۸، ۲/۵۴ و ۱/۶۷ درصد از مساحت حوزه آبخیز را تشکیل می‌دهند. وی و همکاران، (۲۰۱۸)؛ ما و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی مدل سنجش‌ازدور DDI بیان کردند که این مدل با استفاده از داده‌های چند بعدی سنجش‌ازدور اطلاعات دقیقی در اختیار محققین قرار می‌دهند. همچنین بیان کردند که این روش به آسانی و در مقیاس مناسب اطلاعات کمی دقیقی برای بررسی سریع بیابان‌زایی در مناطق مختلف مخصوصاً مناطقی که اطلاعات کافی و مناسبی در اختیار ندارند، فراهم می‌کند.

### رابطه خطی بین متغیرهای SAVI و Albedo در بازه ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹

رابطه خطی بین شاخص پوشش گیاهی SAVI و شاخص اقلیمی آلبدو در سال ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹ در شکل ۷ آورده شده است. بررسی ضریب تبیین SAVI و آلبدو در سال ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹ به ترتیب ۰/۷۰ و ۰/۷۸ بوده که نشان‌دهنده رابطه معنی‌دار و قدرتمندی بین این دو شاخص بوده است. این در حالی است در این سال‌ها رابطه بین این دو شاخص خطی و منفی (برعکس همدیگر) بوده است.

### تقسیم‌بندی شاخص بیابان‌زایی و ارزیابی بیابان‌زایی

بررسی رابطه بین SAVI و آلبدو نشان داده که این شاخص‌ها با یکدیگر رابطه معکوس داشته به طوری که مقادیر زیاد آلبدو مربوط به جاهایی بوده که شاخص پوشش گیاهی حداقل مقدار خود را داشته است. دیوید و همکاران، (۲۰۱۰)؛ مزهر و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعات خود بیان داشتند که تخریب پوشش گیاهی سطح زمین باعث تغییرات آلبدو شده که این خود بر تغییر در تبخیر و تعرق و زبری سطح زمین و بر اقلیم و آب‌وهوای منطقه تاثیر داشته و ایجاد شرایط برای تخریب و بیابان‌زایی افزایش یابد. بنابراین از رابطه منفی بین SAVI و آلبدو شاخص تقسیم‌بندی بیابان‌زایی برای سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹ به ترتیب با استفاده از رابطه ۴ و ۵ زیر بدست آمد:

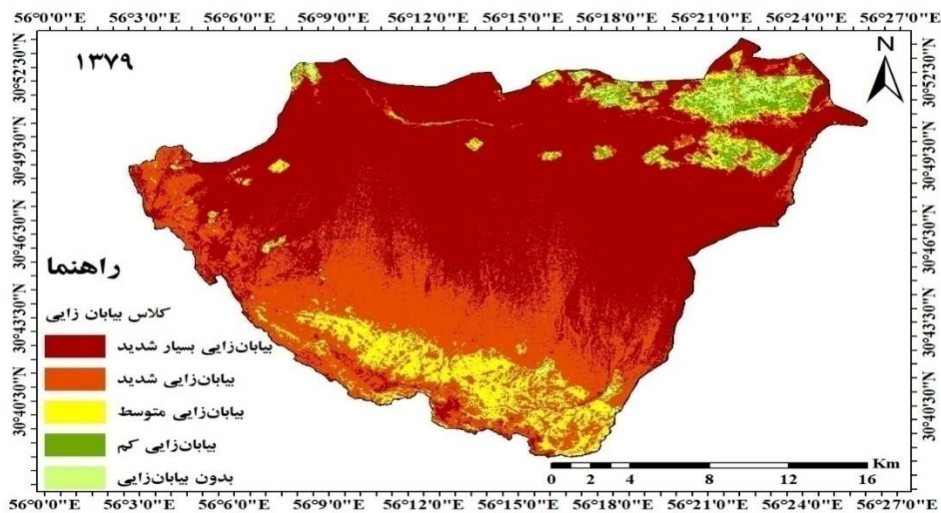
$$DDI = 4.50 \times SAVI - Albedo \quad (4)$$

$$DDI = 4.80 \times SAVI - Albedo \quad (5)$$

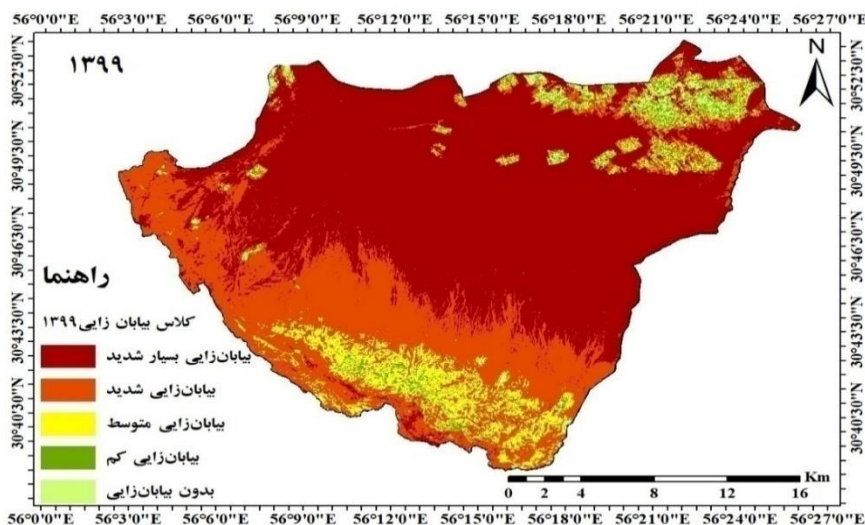
پس از برآورد بیابان‌زایی حوزه آبخیز یزدان‌آباد برای سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹ با استفاده از رابطه‌های ۴ و ۵ نقشه بیابان‌زایی برای هر سال تهیه شد. شکل ۸ نقشه بیابان‌زایی برای سال ۱۳۷۹ حوزه آبخیز یزدان‌آباد را نشان می‌دهد. براساس این شکل، کلاس بدون بیابان‌زایی و

جدول (۴): تغییرات کلاس‌های بیابان‌زایی حوزه آبخیز یزدان آباد در بازه ۱۳۷۹-۱۳۹۹ برحسب هکتار و درصد

۱۳۷۹		شدت بیابان‌زایی
مساحت (%)	مساحت (هکتار)	
۶۰/۳۹	۳۵۰۴۶/۵	بیابان‌زایی بسیار شدید
۲۷/۰۴	۱۵۶۹۵/۷۶	بیابان‌زایی شدید
۸/۳	۴۸۱۵/۵۱	بیابان‌زایی متوسط
۲/۹۰	۱۶۸۲/۰۲	بیابان‌زایی کم
۱/۳۷	۷۹۶/۶۶	بدون بیابان‌زایی
۱۰۰	۵۸۰۳۶/۴۶	کل
۱۳۹۹		شدت بیابان‌زایی
مساحت (%)	مساحت (هکتار)	
۵۹/۱۳	۳۴۳۱۷/۸۷	بیابان‌زایی بسیار شدید
۲۹/۱۷	۱۶۹۳۰/۰۵	بیابان‌زایی شدید
۷/۴۸	۴۳۴۳/۲۲	بیابان‌زایی متوسط
۲/۵۴	۱۴۷۳/۶۶	بیابان‌زایی کم
۱/۶۷	۹۷۱/۶۷	بدون بیابان‌زایی
۱۰۰	۵۸۰۳۶/۴۶	کل



شکل (۸): طبقات درجه بیابان‌زایی حوزه آبخیز یزدان آباد در سال ۱۳۷۹



شکل (۹): طبقات درجه بیابان‌زایی حوزه آبخیز یزدان‌آباد در سال ۱۳۹۹

## نتیجه‌گیری

گرفت که با استفاده از داده‌های به‌روز و در دسترس سنجش‌ازدور مخصوصاً داده‌های با تفکیک مکانی مناسب که در این مطالعه از داده‌های ماهواره لندست استفاده شد می‌توان با ساخت مدل چندبعدی SAVI-Albedo و بررسی تغییرات کاربری اراضی در سال‌های مورد مطالعه، اطلاعات کافی و بادقتی برای بررسی بیابان‌زایی مناطق مختلف بدست آورد. همچنین می‌توان بیان کرد با استفاده از اطلاعات بدست آمده از این مدل‌سازی اقلیمی-پوشش گیاهی و بررسی تغییرات کاربری می‌توان تغییرات بیابان‌زایی را در حال و روند آن را در آینده تشخیص داد و مطابق با این تغییرات سیاست‌ها و برنامه‌های مدیریتی لازم برای جلوگیری از بیابان‌زایی و تخریب اراضی انجام و در دستور کار قرار داد

محققین در مطالعات بررسی بیابان‌زایی سعی می‌کنند با استفاده از نوع پوشش سطح زمین به بررسی و مطالعه بیابان‌زایی به‌پردازند. زیرا پوشش غالب مناطقی که تحت تأثیر بیابان‌زایی بوده، بیشتر استپ بیابانی و اراضی لخت می‌باشند. بنابراین در اغلب مطالعات بیابان‌زایی از طریق تفسیر پوشش سطح زمین مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در مطالعه برای بررسی و پتانسیل‌سنجی بیابان‌زایی حوزه آبخیز یزدان‌آباد از تصاویر ماهواره لندست ۵ و ۸ برای سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹ استفاده شد. در راستای رسیدن به هدف ابتدا نقشه کاربری اراضی منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای هرسال بدست آمد و با استفاده از مدل‌سازی رابطه بین شاخص پوشش گیاهی SAVI و شاخص اقلیمی آلبدو درجه و کلاس‌های بیابان‌زایی در حوضه آبخیز یزدان‌آباد در بازه زمانی ۲۰ سال مورد مطالعه بدست آمد. نتایج بررسی روند تغییرات کاربری نشان داده که بیشتر از ۸۰ درصد منطقه را اراضی مرتعی تشکیل داده‌اند که نشان‌دهنده پتانسیل بالای بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. از طرفی دیگر در این بازه زمانی ۲۰ ساله روند افزایشی در اراضی شوره‌زار، کشاورزی و مناطق مسکونی و انسان‌ساخت، در حالی است که اراضی مرتعی در این دشت کاهش یافته‌اند. در حالت کلی می‌توان نتیجه



## منابع.

اسکندری دامنه، ه. غلامی، ح. خسروی، ح. مهدوی ن، ر. خورانی، ا و لی، ج. (۱۳۹۹). مدل‌سازی تغییرات مکانی و زمانی کاربری و پوشش اراضی حوضه دریاچه ارومیه با استفاده از ترکیب سلول خودکار و زنجیره مارکوف. جغرافیا و پایداری محیط، ۱۰(۲)، ۷۲-۵۷.

شرکت مهندسی مشاور شهر آب شفق. ۱۳۹۸. گزارشات مطالعاتی حوزه آبخیز یزدان‌آباد  
شرکت مهندسی مشاور آبخوان. ۱۳۹۸. مطالعات برورسانی مناطق تحت تاثیر و کانون بحرانی فرسایش بادی کشور. جلد شانزدهم استان کرمان

Abraham, E. M., & Torres, L. M. (2007). Estado del arte en el uso de indicadores y puntos de referencia en la lucha contra la desertificación y la sequía en América Latina y el Caribe. *Interciencia*, 32(12), 827-833.

Ahmadaali, K., Damaneh, H. E., Ababaei, B., & Damaneh, H. E. (2021). Impacts of droughts on rainfall use efficiency in different climatic zones and land uses in Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(2), 1-15.

Asare, A., Thodsen, H., Antwi, M., Opuni-Frimpong, E., & Sanful, P. O. (2021). Land Use and Land Cover changes in Lake Bosumtwi Watershed, Ghana (West Africa). *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 100536.

Becerril-Pina, R., Díaz-Delgado, C., Mastachi-Loza, C. A., & González-Sosa, E. (2016). Integration of remote sensing techniques for monitoring desertification in Mexico. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22(6), 1323-1340.

Becerril-Pina, R., Mastachi-Loza, C. A., González-Sosa, E., Díaz-Delgado, C., & Bâ, K. M. (2015). Assessing desertification risk in the semi-arid highlands of central Mexico. *Journal of Arid Environments*, 120, 4-13.

Belete, F., Maryo, M., & Teka, A. (2021). Land Use/Land Cover Dynamics and Perception of the Local Communities in Bita District, South Western Ethiopia. *International Journal of River Basin Management*, (just-accepted), 1-30.

Bright, R. M., Cherubini, F., & Strømman, A. H. (2012). Climate impacts of bioenergy: Inclusion of carbon cycle and albedo dynamics in life cycle impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 37, 2-11.

Cao, F., Dan, L., Ma, Z., & GAO, T. (2020). Assessing the regional climate impact on terrestrial ecosystem over East Asia using coupled models with land use and land cover forcing during 1980–2010. *Scientific reports*, 10(1), 1-15.

Charney, J., Quirk, W. J., Chow, S. H., & Kornfield, J. (1977). A comparative study of the effects of albedo change on drought in semi-arid regions. *Journal of Atmospheric Sciences*, 34(9), 1366-1385.

Chughtai, A. H., Abbasi, H., & Ismail, R. K. (2021). A review on change detection method and accuracy assessment for land use land cover. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 100482.

Fleskens, L., & Stringer, L. C. (2014). Land management and policy responses to mitigate desertification and land degradation. *Land Degradation and Development*, 25(1), 1-4.

Geist, H. J., & Lambin, E. F. (2004). Dynamic causal patterns of desertification. *Bioscience*, 54(9), 817-829.

Guo, X., Chen, R., Thomas, D. S., Li, Q., Xia, Z., & Pan, Z. (2021). Divergent processes and trends of desertification in Inner Mongolia and Mongolia. *Land Degradation & Development*.

Han, L., Zhang, Z., Zhang, Q., & Wan, X. (2015). Desertification assessments in the Hexi corridor of northern China's Gansu Province by remote sensing. *Natural Hazards*, 75(3), 2715-2731.

Higginbottom, T. P., & Symeonakis, E. (2014). Assessing land degradation and desertification using vegetation index data: Current frameworks and future directions. *Remote Sensing*, 6(10), 9552-9575.



Hill, J., Stellmes, M., Udelhoven, T., Röder, A., & Sommer, S. (2008). Mediterranean desertification and land degradation: mapping related land use change syndromes based on satellite observations. *Global and Planetary Change*, 64(3-4), 146-157.

Hu, G., Dong, Z., Lu, J., & Yan, C. (2012). Driving forces responsible for aeolian desertification in the source region of the Yangtze River from 1975 to 2005. *Environmental earth sciences*, 66(1), 257-263.

Lamchin, M., Lee, J. Y., Lee, W. K., Lee, E. J., Kim, M., Lim, C. H., & Kim, S. R. (2016). Assessment of land cover change and desertification using remote sensing technology in a local region of Mongolia. *Advances in Space Research*, 57(1), 64-77.

Lamchin, M., Lee, W. K., Jeon, S. W., Lee, J. Y., Song, C., Piao, D., ... & Navaandorj, I. (2017). Correlation between desertification and environmental variables using remote sensing techniques in Hognokhaan, Mongolia. *Sustainability*, 9(4), 581.

Lei, T., Pang, Z., Wang, X., Li, L., Fu, J., Kan, G., & Shao, C. (2016). Drought and carbon cycling of grassland ecosystems under global change: a review. *Water*, 8(10), 460.

Li, J., Yang, X., Jin, Y., Yang, Z., Huang, W., Zhao, L., & Xu, B. (2013). Monitoring and analysis of grassland desertification dynamics using Landsat images in Ningxia, China. *Remote Sensing of Environment*, 138, 19-26.

Liu, Y., GAO, J., & Yang, Y. (2003). A holistic approach towards assessment of severity of land degradation along the Great Wall in Northern Shaanxi Province, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 82(2), 187-202.

Ma, Z., Xie, Y., Jiao, J., & Wang, X. (2011). The construction and application of an Albedo-NDVI based desertification monitoring model. *Procedia Environmental Sciences*, 10, 2029-2035.

Mazhar, U., Jin, S., Duan, W., Bilal, M., Ali, M., & Farooq, H. (2021). Spatio-temporal trends of surface energy budget in Tibet from satellite remote sensing observations and reanalysis data. *Remote Sensing*, 13(2), 256.

Pan, J., & Li, T. (2013). Extracting desertification from Landsat TM imagery based on spectral mixture analysis and Albedo-Vegetation feature space. *Natural hazards*, 68(2), 915-927.

Peng, D., Wu, C., Li, C., Zhang, X., Liu, Z., Ye, H. ... & Fang, B. (2017). Spring green-up phenology products derived from MODIS NDVI and EVI: Intercomparison, interpretation and validation using National Phenology Network and AmeriFlux observations. *Ecological Indicators*, 77, 323-336.

Ren, H., Zhou, G., & Zhang, F. (2018). Using negative soil adjustment factor in soil-adjusted vegetation index (SAVI) for aboveground living biomass estimation in arid grasslands. *Remote Sensing of Environment*, 209, 439-445.

Salvati, L., & Zitti, M. (2009). The environmental "risky" region: identifying land degradation processes through integration of socio-economic and ecological indicators in a multivariate regionalization model. *Environmental Management*, 44(5), 888.

Sekertekin, A., & Zadbagher, E. (2021). Simulation of future land surface temperature distribution and evaluating surface urban heat island based on impervious surface area. *Ecological Indicators*, 122, 107230.

Sivakumar, M. V. (2011). Agricultural drought—WMO perspectives. In *Agricultural drought indices proceedings of an expert meeting* (p. 24).

Vicente-Serrano, S. M., Quiring, S. M., Pena-Gallardo, M., Yuan, S., & Dominguez-Castro, F. (2020). A review of environmental droughts: Increased risk under global warming? *Earth-Science Reviews*, 201, 102953.

Wang, X., Chen, F., Hasi, E., & Li, J. (2008). Desertification in China: an assessment. *Earth-Science Reviews*, 88(3-4), 188-206.

Wei, H., Wang, J., Cheng, K., Li, G., Ochir, A., Davaasuren, D., & Chonokhuu, S. (2018). Desertification information extraction based on feature space combinations on the Mongolian plateau. *Remote Sensing*, 10(10), 1614.



Xu, D., Kang, X., Qiu, D., Zhuang, D., & Pan, J. (2009). Quantitative assessment of desertification using Landsat data on a regional scale—a case study in the Ordos Plateau, China. *Sensors*, 9(3), 1738-1753.

Xu, D., Li, C., Zhuang, D., & Pan, J. (2011). Assessment of the relative role of climate change and human activities in desertification: A review. *Journal of Geographical Sciences*, 21(5), 926-936.

Xue, Z., Qin, Z., Li, H., Ding, G., & Meng, X. (2013). Evaluation of aeolian desertification from 1975 to 2010 and its causes in northwest Shanxi Province, China. *Global and Planetary Change*, 107, 102-108.

Yaduvanshi, A., Srivastava, P. K., & Pandey, A. C. (2015). Integrating TRMM and MODIS satellite with socio-economic vulnerability for monitoring drought risk over a tropical region of India. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 83, 14-27.

Zeng, Y., Feng, Z., & Xiang, N. (2006). Albedo-NDVI space and remote sensing synthesis index models for desertification monitoring. *Scientia Geographica Sinica*, 26(1), 75.

Zheng, L., Qi, Y., Qin, Z., Xu, X., & Dong, J. (2021). Assessing albedo dynamics and its environmental controls of grasslands over the Tibetan Plateau. *Agricultural and Forest Meteorology*, 307, 108479.

Zhou, W., Gang, C., Zhou, F., Li, J., Dong, X., & Zhao, C. (2015). Quantitative assessment of the individual contribution of climate and human factors to desertification in northwest China using net primary productivity as an indicator. *Ecological*





## Monitoring and Modeling of Desertification Intensity Using Landsat Satellite Images (Case Study of Yazdanabad-Zarand watershed)

Keramat Mijani<sup>1</sup>, Rasool Mahdavi<sup>2</sup>, Hamid Gholami<sup>3</sup>, Marzieh Rezai<sup>4</sup>

### Abstract

The phenomenon of desertification occurs in a wide range of climates from arid and semi-arid to semi-humid regions and is caused by natural factors and improper human performance. The Yazdanabad watershed is an active center of desertification in Kerman province, Iran and has been subject to human activities and climatic changes, especially drought. The present research aims to study the desertification potential of the Yazdanabad watershed in Zarand, Kerman province using remote sensing data for a 20-year period from 2000 to 2020. Land use maps were first developed for 2000 and 2020. Then, the relationship between the soil-adjusted vegetation index (SAVI) and the Albedo climatic index derived from TM and OLI Landsat images was used. Finally, using this relationship, the desertification divided index (DDI) was employed to derive different desertification classes. The results show that over 88% of the Yazdanabad watershed has been composed of bare land, which has shrunk over the studied period whereas saline land use, agricultural land use, and residential and man-made areas have expanded by about 94.39, 830.91, and 1106.30 ha, respectively. The mean annual trend of both SAVI and Albedo revealed the descending trend of the former and the ascending trend of the latter. The DDI-derived desertification classes in 2000 and 2020 show that over 88% of this plain is in the very severe and severe desertification classes. This means that the plain is extremely vulnerable to land changes and degradation given its climatic conditions and fragile vegetation cover.

**Keywords:** land degradation, Kerman province, vegetation cover, modeling, climatic variables, remote sensing

<sup>1</sup>Ph. D. Student, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran, karamat736@yahoo.com

<sup>2</sup> Associate Professor, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran, (corresponding author), ra\_mahdavi2000@hormozgan.ac.ir

<sup>3</sup> Assistant Professor, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran

<sup>4</sup> Assistant Professor, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran