

ارزیابی تغییرات پوشش سطح زمین و تخریب اراضی با استفاده از تکنیک سنجش از دور در شمال استان اصفهان (مطالعه موردی: کاشان، آران و بیدگل)

میثم آرامش^۱، عباسعلی ولی^{۲*} و ابوالفضل رنجبر^۳

۱- دانشجوی دکتری گروه مدیریت و کنترل بیابان، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

۲- دانشیار، گروه مدیریت و کنترل بیابان، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران، پست الکترونیک: vali@kashanu.ac.ir

۳- استاد، گروه مدیریت و کنترل بیابان، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۳

چکیده

بیابان‌زایی یک تهدید جدی اکولوژیکی، زیست‌محیطی و اجتماعی - اقتصادی برای جهان است و نیاز مبرمی به توسعه روشی منطقی و قابل تکرار برای ارزیابی آن در مقیاس‌های مختلف وجود دارد. از این رو، در این مقاله تغییرات پوشش و بیابان‌زایی منطقه کاشان، آران و بیدگل در شمال اصفهان با استفاده از داده‌های لندست TM5 و OLI8 بررسی شد. بر این اساس، در این پژوهش شاخص تفاوت نرمال شده گیاهی (NDVI)، شاخص اندازه دانه سطحی خاک (TGSi) و آلبدو سطح زمین به‌عنوان شاخص‌هایی برای نمایش شرایط سطح زمین از نظر پوشش گیاهی، الگوی چشم‌انداز و انعکاس انتخاب شدند. از رویکرد درخت تصمیم (DT) برای ارزیابی تغییر پوشش زمین و بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه در سال‌های ۱۹۹۵-۲۰۲۰ میلادی (۱۳۷۴-۱۳۹۹ شمسی) استفاده شد. تغییرات زمانی نشان‌دهنده افزایش روند NDVI، TGSi و آلبدو طی این دوره بود. توزیع مکانی NDVI نشان داد که مقادیر بیشتر از ۰/۵ تنها در بخش کوچکی از غرب و جنوب‌غرب مشاهده شد، در حالی که مقادیر بالای TGSi و آلبدو سطح وسیعی از منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص دادند. همچنین بین سه شاخص ذکر شده همبستگی در سطح ۹۵٪ وجود داشت (R=0.99). نتایج نشان داد که بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه در حال افزایش است، به طوری که شدت بیابان‌زایی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۰ در کلاس‌های بدون بیابان‌زایی کم، متوسط و شدید افزایشی بود. طبقه بیابان‌زایی زیاد ۱۴۲۰/۷۵ کیلومتر مربع (۱۳/۵۴٪) کاهش داشت، در حالی که بیابان‌زایی شدید تقریباً ۱۳۸۸/۸ کیلومتر مربع (۱۳/۲۳٪) افزایش یافت. بیشترین مقادیر NDVI در منطقه غیربیابانی و طبقه بیابان‌زایی کم تعیین شد، در حالی که بیشترین مقادیر TGSi و آلبدو در طبقات بیابان‌زایی زیاد و شدید بود.

واژه‌های کلیدی: پوشش زمین، پویایی بیابان‌زایی، شاخص اندازه دانه سطحی خاک، رویکرد درخت تصمیم.

مقدمه

پوشش گیاهی و آب شده و همچنین تأثیر منفی بر فرایندهای بیوفیزیکی و اقتصادی-اجتماعی دارد که جامعه آنها را در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی به عنوان اجزای مهم تعریف کرده است (Guo et al., 2020). بیابان‌زایی به عنوان یک مورد شدید تخریب زمین محسوب می‌شود که به‌طور مداوم باعث

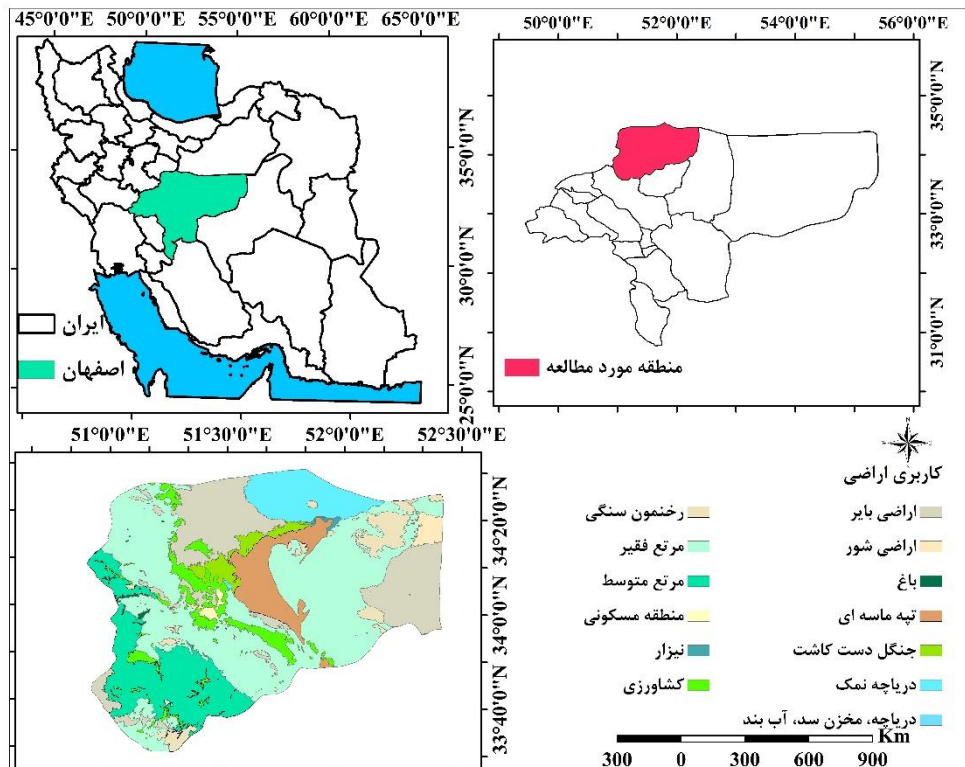
تخریب اراضی یک پدیده پیچیده است که باروری خاک را به‌ویژه در مناطق خشک کاهش داده و گاهی منجر به بیابان‌زایی محلی می‌شود (Ya et al., 2018). تخریب اراضی باعث کاهش جنبه‌های مختلف منابع طبیعی شامل تخریب خاک،

کاهش یا از دست دادن بهره‌وری بیولوژیکی و اقتصادی اراضی می‌گردد (UNCCD, 2010). در سطح جهانی، وسعت اراضی بیابانی شده $۳/۶ \times ۱۰^۷$ کیلومتر مربع است که ۲۴/۱٪ از سطح زمین را دربر گرفته و حدود یک ششم جمعیت جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد که بیشتر آنها در فقر زندگی می‌کنند (Midleton & Tomas, 1997). در سال‌های اخیر، مفهوم بیابان‌زایی با از دست دادن خدمات اکوسیستم تحت تأثیر اختلالات انسانی یا تغییرات اقلیمی در اکوسیستم‌های خشک مرتبط بوده است (Dodrice *et al.*, 2013). سنجش از دور یکی از ابزارهای قدرتمند در مطالعه توزیع پوشش گیاهیست. این تکنیک یک ابزار ایده‌آل و دقیق در زمینه کمی‌سازی عوامل مؤثر بر توزیع مکانی پوشش گیاهی در مساحت‌های بزرگ می‌باشد (Ranjbar *et al.*, 2020). از توانمندی‌های دیگر این تکنیک امکان نظارت بر بیابان‌زایی با تغییر در اندازه دانه خاک سطحی در مناطق خشک و نیمه‌خشک بیان شده است (Li *et al.*, 2019; Turan *et al.*, 2015). پوشش گیاهی یک شاخص مهم برای ارزیابی میزان احیای پوشش گیاهی در مراتع شنی تخریب شده است (Wei *et al.*, 2018). یکی از پرکاربردترین شاخص‌ها برای نظارت بر تخریب اراضی، شاخص تفاضلی نرمال شده پوشش گیاهی (Normalized difference vegetation index; NDVI) است که به دلیل حساسیت آن نسبت به حضور، تراکم و وضعیت پوشش گیاهی کاربرد دارد (Liu *et al.*, 2017). شاخص ذکر شده یک شاخص عددی ساده است که می‌تواند با اندازه‌گیری‌های سنجش از دور مورد استفاده قرار گیرد. این شاخص برای تخمین سلامت پوشش گیاهی و وسیله‌ای برای نظارت بر تغییرات پوشش گیاهی در طول زمان و مکان عمل می‌کند (Lamchin *et al.*, 2015). همچنین می‌تواند به‌عنوان یک رویکرد مقرون به صرفه و قابل اعتماد برای گزارش ملی در مورد چندین شاخص اصلی UNCCD استفاده شود. از این رو، در این پژوهش از شاخص NDVI به‌عنوان شاخص تغییر پوشش گیاهی و بیابان‌زایی استفاده کرده‌ایم. بافت خاک سطحی ارتباط نزدیکی با تخریب اراضی دارد، به طوری‌که به گفته Zhu و همکاران (۱۹۸۹)، گستره‌های مختلف بیابان‌زایی منجر به بافت‌های مختلف خاک

سطحی می‌شود، البته هر چه بیابان‌زایی شدیدتر باشد ترکیب دانه‌های خاک درشت‌تر است. Fu و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند که چرای بیش از حد می‌تواند فرسایش بادی خاک را تسریع کند و منجر به درشت شدن خاک سطحی شود. Zhao و همکاران (۲۰۰۵)، نشان دادند که محتوای شن و ماسه یک زمین زراعی به شدت فرسایش یافته بالاتر از حد متوسط است. درشت شدن خاک سطحی نشانه قابل مشاهده‌ای از تخریب اراضی است، آنان همچنین بیان کردند که ترکیب اندازه دانه خاک سطحی به‌طور بالقوه می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای تخریب زمین استفاده شود. بنابراین می‌توان با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور، بیابان‌زایی را با تغییر اندازه دانه خاک سطحی در مناطق خشک و نیمه‌خشک پایش کرد. شاخص اندازه دانه خاک سطحی (Topsoil grain size index; TGSI) فقط برای مناطق فاقد پوشش گیاهی یا مناطق با پوشش گیاهی کم قابل استفاده است. در مطالعات مختلف گزارش شد که نتایج TGSI برای شناسایی و برجسته کردن تجمعات شن و ماسه امیدوارکننده است (Hadeel *et al.*, 2010). مقدار منفی در شاخص ذکر شده مناطق تحت پوشش گیاهی و مقادیر مثبت نشان‌دهنده ماسه است (Xiao *et al.*, 2006). از سوی دیگر، آلودگی سطح زمین نیز یک شاخص مهم و کنترل‌کننده در مطالعات بیابان‌انرژی است که دما، خشکی و رطوبت را در اراضی در معرض بیابان‌زایی تحت تأثیر قرار می‌دهد (Li *et al.*, 2000). با توجه به موارد ذکر شده Lamchin و همکاران (۲۰۱۵) تغییرات پوشش سطح زمین و بیابان‌زایی را با استفاده از سنجش از دور در مغولستان بررسی کردند. محققان ذکر شده از سه شاخص NDVI، TGSI و آلودگی استفاده کردند. نتایج مطالعه آنان نشان داد که بین NDVI، TGSI و آلودگی همبستگی وجود ندارد، در حالی که بین TGSI و آلودگی همبستگی وجود داشت. همچنین نشان دادند که در منطقه مورد مطالعه بیابان‌زایی در حال افزایش است، به طوری‌که در این منطقه بیابان‌زایی صفر و کم کاهش و بیابان‌زایی زیاد و شدید روند افزایشی داشت. همچنین Lamchin و همکاران (۲۰۱۷) رابطه بین بیابان‌زایی و متغیرهای محیطی را در منطقه هونگوخان مغولستان با استفاده از شاخص‌های NDVI،

کانونی بحران در استان اصفهان، از جمله ۱۲۰ هزار هکتار در شمال شهرستان آران و بیدگل شامل کویر سیازگه و مرنباب از نقاطی هستند که در صورت شدت گرفتن مشکلات موجود، می‌توانند حتی زندگی عادی در نقاط مسکونی همجوار را با مشکل روبه‌رو کنند. با توجه به موارد ذکر شده، وضعیت پوشش گیاهی و تخریب زمین در منطقه آران و بیدگل و کاشان در استان اصفهان بررسی شد. اهداف خاص در این پژوهش شامل: (۱) تغییرات پوشش گیاهی، اندازه ذرات سطح خاک، آلودگی و با استفاده از داده‌های سنجنش از دور طی دوره ۲۵ ساله (۲) بررسی وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از رویکرد تصمیم (۳) تعیین همبستگی مبتنی بر پیکسل بین NDVI و TGSi آلودگی بود.

TGSi، آلودگی و دمای سطح زمین بررسی کردند. نتایج مطالعه آنان بیانگر افزایش بیابان‌زایی شدید در منطقه بود. پدیده بیابان‌زایی یکی از مهمترین مخاطرات طبیعی و بحران‌های اکولوژیکی است که اکوسیستم‌های مناطق خشک تا نیمه‌خشک مرطوب با آن مواجه هستند. ۳/۲ میلیون هکتار یعنی برابر ۳۰٪ سطح استان اصفهان را اراضی بیابانی و شن‌زار تشکیل داده که به‌طور عمده در بخش‌های شمالی و شرقی آن پراکنش دارند. دست‌کم ۱۶ کانون ریزگرد با مساحت نزدیک به یک میلیون و ۹۰ هزار هکتار در استان اصفهان قرار دارد که می‌تواند سالانه بیش از ۳۶۰ میلیارد ریال به امکانات زیربنایی و منابع طبیعی از جمله پایگاه‌های نظامی، زمین‌های کشاورزی، راه‌های ارتباطی، شهرک‌های صنعتی و راه‌آهن آسیب وارد کند. ۳۰۰ هزار هکتار از نقاط



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و کاربری اراضی (تهیه شده از تصاویر ماهواره‌ای، ۱۳۹۹) منطقه مورد مطالعه در سطح کشور ایران، استان اصفهان

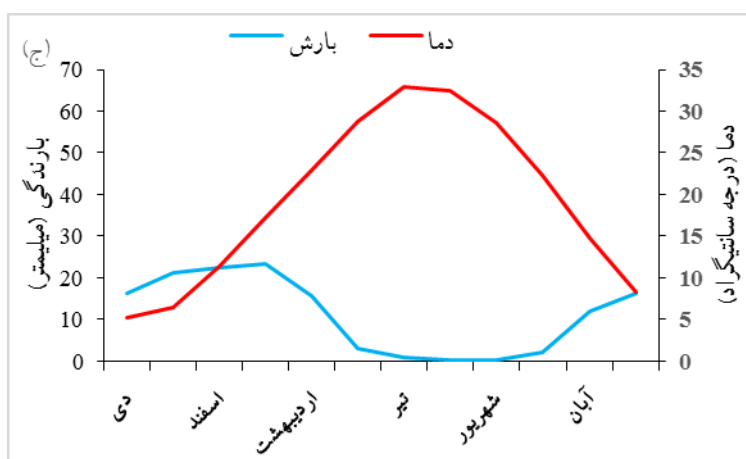
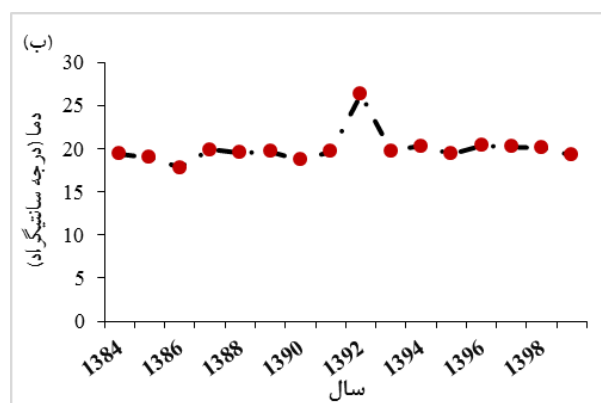
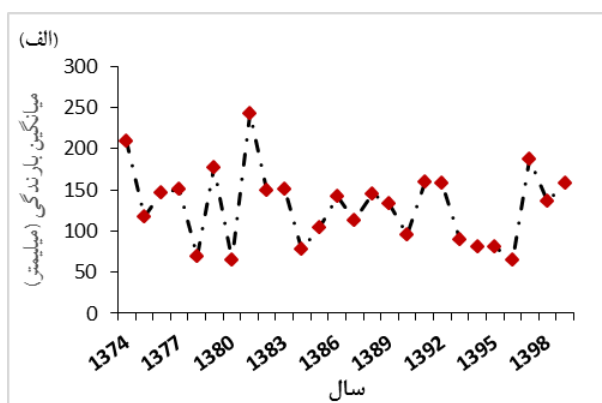
Figure 1- Geographical location and land use (prepared from satellite images, 2020) of the study area in Iran, Isfahan province

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

مربع از مساحت کل منطقه آران و بیدگل را اراضی بیابانی و تپه‌های ماسه‌ای به خود اختصاص داده است. ارتفاع حداقل و حداکثر آن ۷۶۵ و ۳۵۹۲ متر از سطح دریاست. متوسط بارندگی منطقه بر اساس ترسیم خطوط همباران، حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلیمتر، میانگین دمای هوا ۲۰ درجه سانتیگراد و متوسط تبخیر در منطقه، برابر با ۳۲۰۰ میلیمتر است (شکل ۲). این منطقه دارای ضریب خشکی ۴/۵ بر اساس روش دومارتن است که جزء مناطق فراخشک محسوب می‌شود. در منطقه مورد مطالعه تپه‌های ماسه‌ای معروف به بند ریگ به طول و عرض ۱۲۰ و ۲۵ کیلومتر به صورت نواری از جنوب شرق به سمت شمال غرب کشیده شده است.

در این مطالعه شمال استان اصفهان بررسی شد (شکل ۱). محدوده مناطق ذکر شده شامل کاشان و آران و بیدگل با مساحت ۱۰۴۹۲/۷۳ کیلومتر مربع است. این منطقه، در محدوده جغرافیایی $33^{\circ} 26' 26''$ تا $34^{\circ} 30' 00''$ درجه طول شرقی و $50^{\circ} 54' 46''$ تا $52^{\circ} 25' 40''$ درجه عرض شمالی واقع شده است. منطقه مطالعاتی یکی از مناطق بیابانی ایران به‌شمار می‌رود که در شمال استان اصفهان واقع شده و از قسمت شمال به دریاچه نمک و استان‌های سمنان و قم، از غرب به استان مرکزی، از جنوب به نطنز و از شرق به اردستان محدود می‌شود. حدود ۳۱٪ برابر ۱۹۰۰ کیلومتر



شکل ۲- نمودار بارندگی متوسط سالانه (۱۳۷۴-۱۳۹۹) (الف و ب)، متوسط بارندگی و دمای سالانه (۱۳۸۴-۱۳۹۹) و منحنی

آمبروترمیک (ج) ایستگاه سینوپتیک کاشان

Figure 2- Graph of mean annual rainfall (1995-2020) (a), mean annual temperature (2005-2020) and ambrothermic curve (c) of Kashan synoptic station

داده‌های مورد استفاده

برای بررسی پوشش گیاهی و وضعیت خاک سطحی از نظر دانه‌بندی برای تعیین بیابان‌زایی منطقه از تصاویر چند زمانه لندست TM5 و OLI8 دانلود شده از درگاه (<https://earthexplorer.usgs.gov>) و در شرایط بدون ابر با ردیف و گذر ۱۶۴/۳۶ و همچنین ۱۶۴/۳۷ استفاده شد. برای محاسبه دقیق مقادیر NDVI، تصاویر با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر انتخاب شد. در مجموع و با توجه به دوره

زمانی مورد مطالعه ۱۹۹۵-۲۰۲۰ میلادی برابر با ۱۳۷۴-۱۳۹۹ شمسی، تعداد ۳۶ تصویر NDVI با فواصل ۱۶ روزه به‌دست آمد (جدول ۱). با توجه به اینکه سرعت باد و شدت فرسایش در فصل تابستان زیاد است، از این‌رو برای ارزیابی بیابان‌زایی و پوشش گیاهی از مقادیر NDVI در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور استفاده شد. مدل رقومی ارتفاعی (Digital elevation map; DEM) با قدرت تفکیک ۳۰ متر از پایگاه (<https://gdex.cr.usgs.gov/gdex>) تهیه شد.

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده برای ردیف و گذر ۱۶۴/۳۶

Table 1-Characteristic of satellite images used for row/path164/36

شماره No	تاریخ تصویربرداری Acquisition Date	سال تصویربرداری Acquisition Year	سنجنده Sensor	ردیف/گذر Row/Path
1	1995-07-22	1995		164/36
2	1995-08-23	1995	TM5	
3	1995-09-25	1995		
4	2001-07-13	2001		164/36
5	2001-08-14	2001	TM5	
6	2001-09-15	2001		
7	2008-07-16	2008		164/36
8	2008-08-01	2008	TM5	
9	2008-10-04	2008		
10	2014-07-17	2014		164/36
11	2014-08-04	2014	OLI8	
12	2014-09-19	2014		
13	2020-07-01	2020		164/36
14	2020-08-18	2020	OLI8	
15	2020-09-19	2020		

روش تحقیق

ویژگی‌های اصلی بیابان‌زایی شامل تخریب خاک، تغییرات ریز هواشناسی، کاهش پوشش زمین و زیست‌توده گیاهیست. در این مطالعه شدت بیابان‌زایی با استفاده از سه شاخص NDVI و TGSI و آلبدو ارزیابی شد. بسته‌های نرم‌افزاری مورد استفاده برای این پژوهش شامل ENVI برای پردازش تصویر، ArcGIS برای تجزیه و تحلیل و ارائه

نتایج و SPSS برای تجزیه و تحلیل آماری بودند. برای انجام این تحقیق، ابتدا انواع پیش‌پردازش‌های اولیه، مانند تصحیحات هندسی و اتمسفری بر روی تصاویر در نرم‌افزار ENVI 5.3 انجام شد. سپس تجزیه و تحلیل‌های برداری با استفاده از ArcGIS 10.3 انجام گردید. NDVI و TGSI و آلبدو ماهیانه از ترکیب دو تصویر با فاصله ۱۶ روزه تهیه شدند.

۱۰.۳ ArcGIS انجام گردید.

$$\text{TGSI} = (\text{Rb}_3 - \text{Bb}_1) / (\text{Rb}_3 + \text{Bb}_1 + \text{Gb}_2) \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه B.R و G باندهای قرمز، آبی و سبز هستند. TGSI نمایه‌ای است که برای تشخیص بافت لایه خاک سطحی یا اندازه دانه استفاده می‌شود. مقادیر منفی یا مقادیر نزدیک به صفر نشان‌دهنده مناطقی با پوشش گیاهی یا آب و مقادیر نزدیک به ۰/۲ نشان‌دهنده محتوای زیاد شن ریز است (Xiao et al., 2006).

آلبدو

از آلبدوی پهن باند که با ترکیب آلبدوی باند باریک تعیین می‌شود برای تعیین شرایط خرد هواشناسی (Micrometeorological) استفاده شد. بر این اساس، پس انجام تصحیحات لازم بر روی تصاویر ماهواره‌ای آلبدوی باریک برای تصاویر لندست ETM/OLI با استفاده از روش تفریق جسم تاریک تعیین شد. سپس آلبدوی پهن باند بر اساس رابطه آن با هر باند باریک محاسبه شد (Liang, 2001; Smith, 2010). محاسبه آلبدو پهن باند برای تصاویر لندست با استفاده از رابطه زیر انجام شد.

$$\alpha = \frac{(0.356p_1 + (0.130p_3) + (0.373p_4) + (0.085p_5) + (0.072p_7) - 0.001)}{8} \quad \text{رابطه (۳)}$$

1.016

را به قسمی از هم جدا کند که در هر گره متغیرهای مستقل α به هم نزدیک شده و همسان شوند (Rogan et al., 2002). در این پژوهش، این رویکرد با استفاده از متغیرهای NDVI، TGSI و آلبدو تعیین شد (Lamchin et al., 2015). در نهایت شدت بیابان‌زایی به پنج درجه بیابان‌زایی صفر (Non)، بیابان‌زایی کم (Low)، بیابان‌زایی متوسط (Medium)، بیابان‌زایی بالا (High) و بیابان‌زایی شدید (Severe) طبقه‌بندی شد (شکل ۳).

شاخص تفاضلی نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI)

در این مطالعه برای تحلیل نوسانهای پوشش گیاهی از NDVI استفاده شد. به این منظور پس از انجام تصحیحات رادیومتریک و اتمسفری دارک در نرم‌افزار ENVI5.3 این شاخص برای هر تصویر ماهواره‌ای با استفاده از رابطه (۱) تهیه شد.

$$\text{NDVI} = \frac{P_{\text{nir}} - P_{\text{red}}}{P_{\text{nir}} + P_{\text{red}}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه، P_{nir} بازتابش باند مادون قرمز نزدیک و P_{red} بازتابش باند قرمز نزدیک است. مقادیر این شاخص بین محدوده +۱ تا -۱ می‌باشد. مقادیر بالای این شاخص نشان‌دهنده تراکم پوشش گیاهی زیاد در منطقه است، ولی ابرها، برف و آب با مقادیر منفی مشخص می‌شوند (Roues et al., 1974).

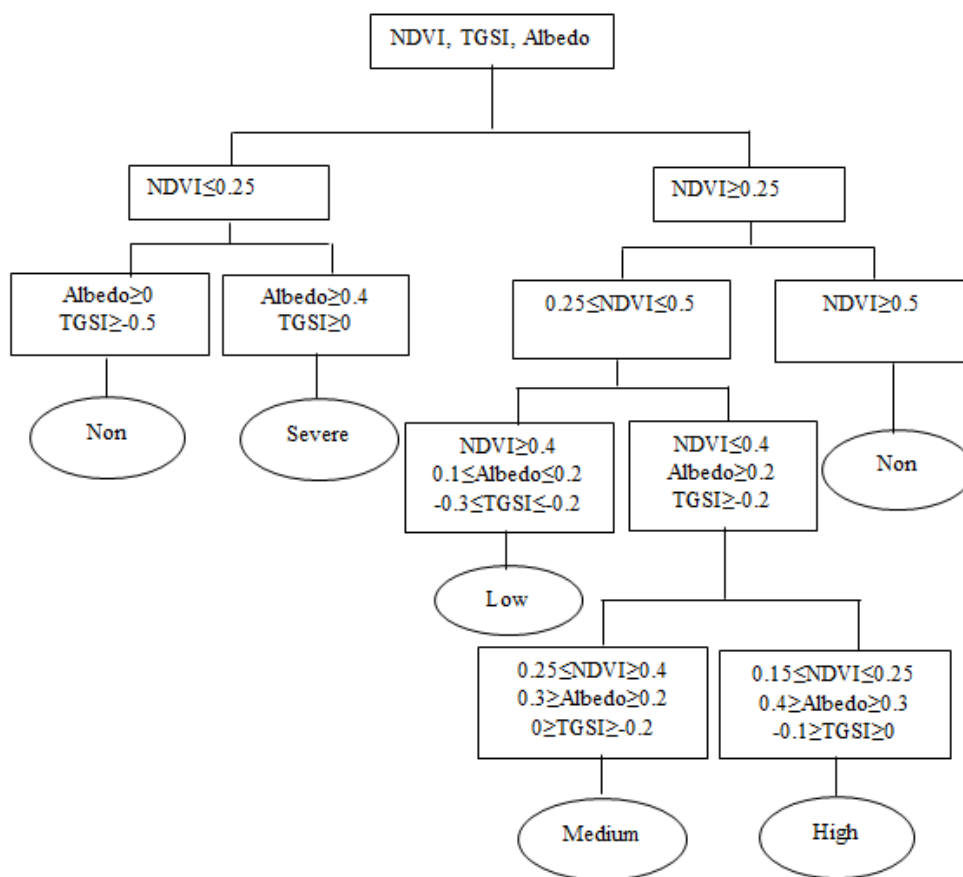
شاخص دانه‌بندی سطح خاک (TGSI)

در این مطالعه برای بررسی دانه‌بندی سطحی خاک پس انجام تصحیحات لازم بر روی تصاویر ماهواره‌ای از شاخص TGSI استفاده شد. محاسبه این شاخص با استفاده از رابطه (۲) انجام شد و در نهایت طبقه‌بندی آن در نرم‌افزار

در این رابطه α نشان‌دهنده آلبدو و p_1-p_7 باندهای ۱-۷ ماهواره لندست است.

رویکرد درخت تصمیم (Decision Tree; DT)

هدف از این پژوهش تفکیک هر درجه بیابان‌زایی با استفاده از تفاوت بین شاخص‌ها و ترکیبات بیابان‌زایی بود، بر همین اساس از رویکرد درخت تصمیم به‌عنوان یک روش مناسب برای طبقه‌بندی استفاده شد. درخت تصمیم‌گیری سعی می‌کند به صورت بازگشتی داده‌ها



شکل ۳- نمودار درخت تصمیم برای ارزیابی و طبقه‌بندی درجه بیابان‌زایی با استفاده از NDVI، TGSi و آلبدو
 Figure 3- The Decision tree diagram for assessing and classifying desertification grade using NDVI, TGSi, and albedo

تحلیل داده‌ها

برای تعیین رابطه بین هر یک از متغیرها از همبستگی جزئی استفاده شد. همبستگی جزئی NDVI با TGSi و آلبدو برای هر پیکسل در دوره زمانی ۱۹۹۵-۲۰۲۰ با استفاده از رابطه (۴) محاسبه شد.

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{رابطه (۴)}$$

در این رابطه r_{xy} ضریب همبستگی، x برابر با NDVI، y ، TGSi یا آلبدو است. n تعداد نمونه‌ها، \bar{x} و \bar{y} میانگین NDVI، TGSi یا آلبدو می‌باشد (Zhang et al., 2015).

نتایج

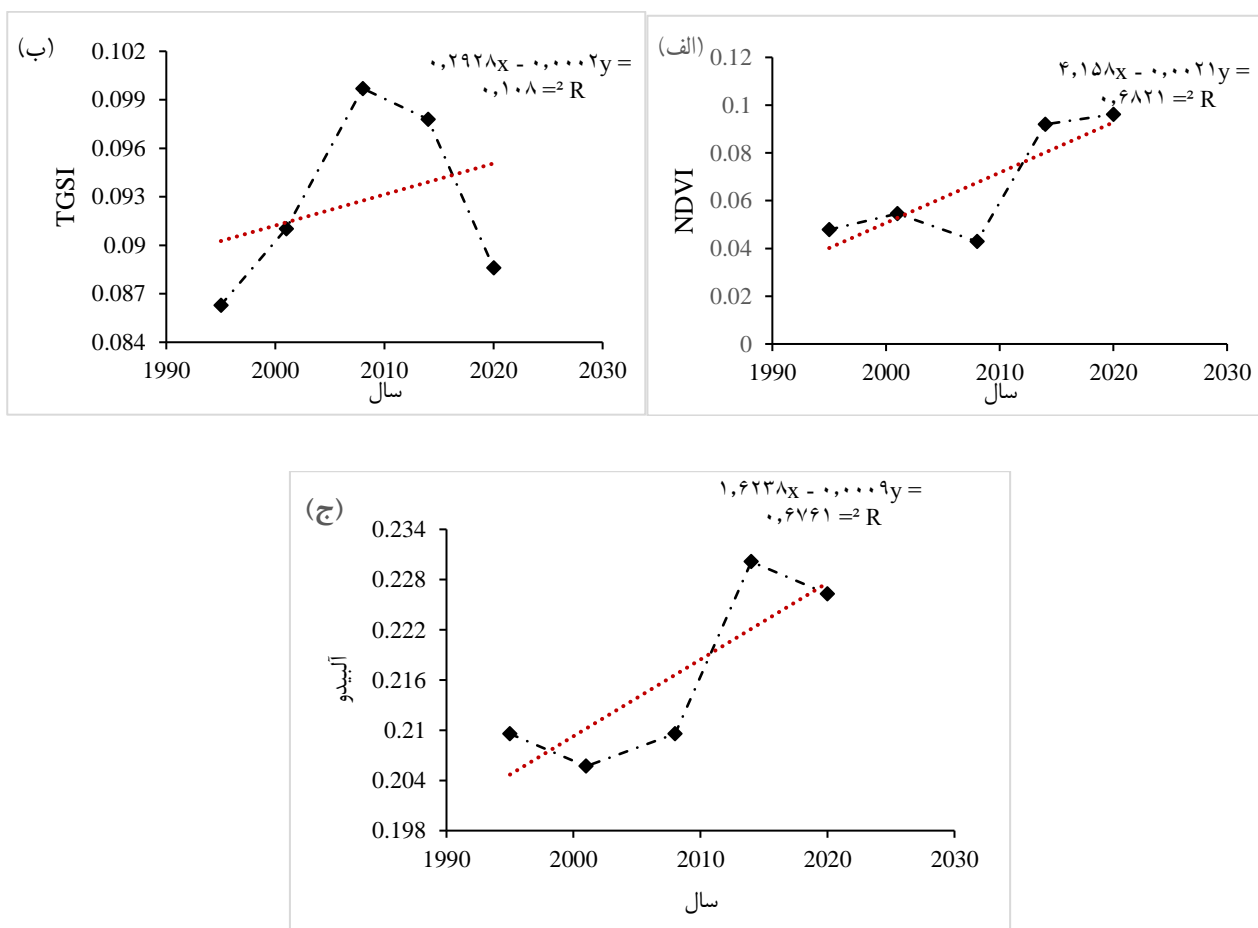
تغییرات NDVI، TGSi و آلبدو در منطقه مورد مطالعه

تغییرات زمانی

تغییرات NDVI در طول دوره مطالعه (۱۹۹۵-۲۰۲۰) از یک روند صعودی برخوردار بود (شکل ۴ الف). در این دوره زمانی ضریب افزایش سالیانه NDVI، ضریب همبستگی و ضریب تغییرات مقادیر ۰/۰۰۲۱، ۰/۶۸ و ۰/۴۷ را نشان داد. روند نوسانهای مقدار NDVI نشان داد که این پارامتر از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۰ افزایش، در سال ۲۰۰۸ کاهش و از ۲۰۰۸ به بعد تقریباً یک روند صعودی داشته که بیشترین مقدار مشاهده شده مربوط به سال ۲۰۲۰ است. در مطالعاتی

شاخص را در بررسی تغییرات بیابان‌زایی در منطقه‌ای از مغولستان نشان دادند. تغییرات آلبدو نیز همانند شاخص TGSi یک روند صعودی را در طی دوره زمانی مورد مطالعه نشان داد. برای آلبدو ضریب افزایش سالیانه، ضریب همبستگی و ضریب تغییرات مقادیر $0/67$ ، $0/0009$ و $0/21$ برآورد شد. روند نوسانهای آلبدو نشان داد که شاخص ذکرشده از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۰ کاهش، از ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ افزایش و از ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۰ یک روند افزایشی داشت (شکل ۴ ج). همچنین شاخص‌های NDVI، TGSi و آلبدو بر اساس مقادیر حداکثر، میانگین، حداقل و انحراف معیار استاندارد طی دوره ۲۵ ساله نشان داده شده است (جدول ۲).

مشابه Hou و همکاران (۲۰۱۵) در جنوب غرب چین و Ranjbar و همکاران (۲۰۱۹) در جنوب غربی ایران نشان دادند که NDVI سالیانه، در طی دوره ۳۲ و ۱۷ ساله روند صعودی داشته است. برای TGSi نیز در طول دوره مورد مطالعه یک روند افزایشی نشان داده شد. در این دوره زمانی ضریب افزایش سالیانه این شاخص، ضریب همبستگی و ضریب تغییرات به ترتیب مقادیر $0/0002$ ، $0/108$ و $0/36$ را نشان داد. روند نوسانهای مقدار TGSi نشان داد که این پارامتر از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۸ افزایش و از ۲۰۰۸ به بعد تقریباً یک روند نزولی داشته که بیشترین مقدار مشاهده شده مربوط به سال ۲۰۰۸ است (شکل ۴ ب). در تحقیقات مشابه Lamchin و همکاران (۲۰۱۵) نیز روند صعودی این

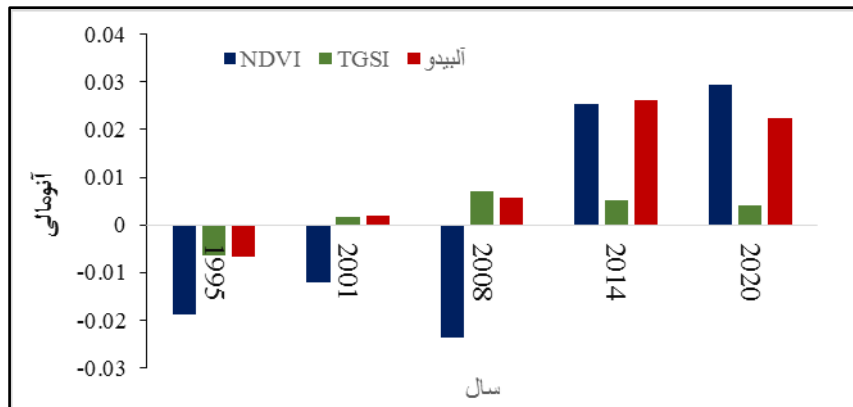


شکل ۴- تغییر مقادیر NDVI (الف)، TGSi (ب) و آلبدو (ج) در طول دوره ۱۹۹۵-۲۰۲۰

Figure 4- Changes in NDVI (a) TGSi (b) and albedo (c) values during the period of 1995-2020

از ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰ می‌تواند دلیل مهمی برای این موضوع باشد (Owringi et al., 2011). بر اساس گزارش Fakhrabadi و همکاران (۲۰۱۴) مناطق کاشان و آران و بیدگل طی دوره ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰ دچار وضعیت حاد و شدید از نظر خشکسالی بوده است.

تغییرات آنومالی شاخص پوشش گیاهی (NDVI anomaly) نشان داد که این متغیر در طول سال‌های قبل از ۲۰۰۸ دارای روند کاهشی و از سال ۲۰۰۸ تا پایان دوره مطالعه روند افزایشی دارد (شکل ۵). دو شاخص TGSi و آلبدو همسو با هم قبل از سال ۲۰۰۱ آنومالی منفی و بعد از ۲۰۰۱ دارای آنومالی مثبت بود. وقوع دوره‌های خشکسالی



شکل ۵ - مقادیر آنومالی NDVI، TGSi آلبدو طی دوره ۱۹۹۵-۲۰۲۰

Figure 5- Anomalous values of NDVI, TGSi albedo during 1995-2020

جدول ۲- مقادیر حداقل، میانگین و حداکثر شاخص‌های TGSi و NDVI

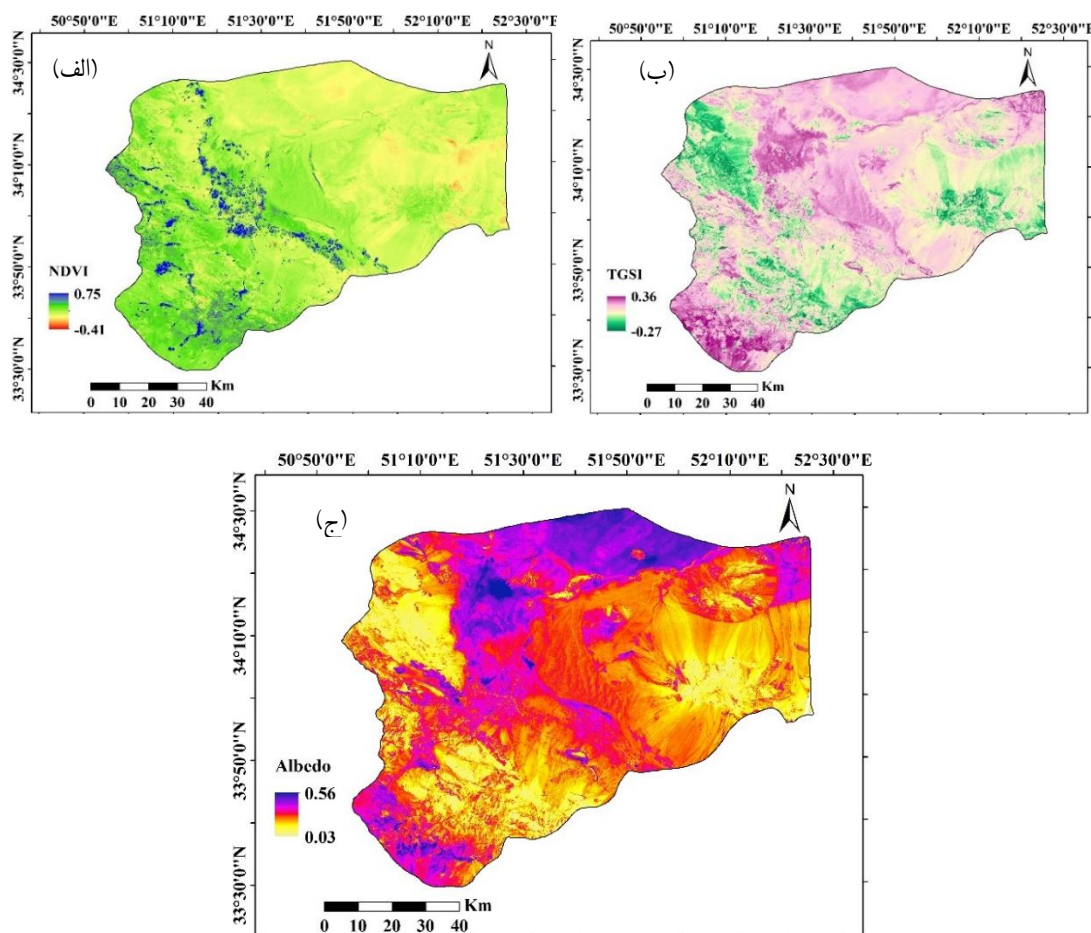
Table 2- Minimum, mean and maximum values of TGSi and NDVI indices

شاخص Index	سال Year	میانگین Mean	حداقل Min	حداکثر Max	انحراف معیار استاندارد St. Dev
TGSi	1995	0.089	-0.21	0.43	0.03
	2001	0.087	-0.17	0.42	0.03
	2008	0.093	-0.19	0.42	0.029
	2014	0.09	-0.26	0.36	0.031
	2020	0.089	-0.27	0.36	0.032
NDVI	1995	0.05	-0.32	0.7	0.04
	2001	0.048	-0.34	0.65	0.04
	2008	0.043	-0.32	0.62	0.037
	2014	0.091	-0.39	0.71	0.041
	2020	0.096	-0.41	0.75	0.045
آلبدو Albedo	1995	0.195	0.03	0.58	0.047
	2001	0.191	0.02	0.52	0.047
	2008	0.195	0.04	0.54	0.037
	2014	0.21	0.032	0.6	0.044
	2020	0.21	0.03	0.61	0.05

تغییرات مکانی

مرکز، جنوب غرب و بخش کوچکی از غرب به چشم می خورد که حکایت از وجود شن و ماسه در این قسمت ها دارد. مقادیر منفی این شاخص به صورت جزئی در بخش های شمال غرب، جنوب و شرق از منطق مطالعاتی واقع شده است. بر اساس نقشه توزیع مکانی آلبدو مقدار عددی این شاخص در محدوده ۰/۰۳ تا ۰/۵۶ تعیین شد (شکل ۶ ج). آلبدو نیز همسو با شاخص TGSi بخش های شمالی، مرکز، جنوب غرب و بخش کوچکی از غرب مشاهده شد. به طور کلی طی دوره مطالعاتی در مناطقی که مقدار NDVI افزایش داشته دو شاخص TGSi و آلبدو کاهش یافته است. با افزایش NDVI مقدار سبزیگی افزایش و میزان انعکاس و آلبدو کاهش می یابد (Adab *et al.*, 2015).

توزیع تغییرات مکانی ۳ شاخص ذکر شده در شکل ۶ نشان داده شده است. بر این اساس تغییرات مقدار NDVI در محدوده عددی ۰/۴۱- تا ۰/۷۵+ است. مناطق با NDVI کمتر از ۰/۵ در بخش وسیعی حدود ۹۹/۷۹٪ از منطقه مورد مطالعه و مناطق با NDVI بزرگ تر از ۰/۵ شامل اراضی کشاورزی و باغی در بخش کوچکی از غرب و جنوب غرب واقع شده است که ۲۱٪ از منطقه مورد مطالعه را شامل شد (شکل ۴ الف). شکل ۶ ب نقشه تغییرات مکانی میزان TGSi را طی دوره ۱۹۹۵-۲۰۲۰ نشان می دهد. مقدار عددی این شاخص از ۰/۲۷- تا ۰/۳۶+ متغیر بود. مناطق با مقادیر مثبت این شاخص در بیشتر بخش های منطقه مطالعاتی شامل بخش های شمالی،



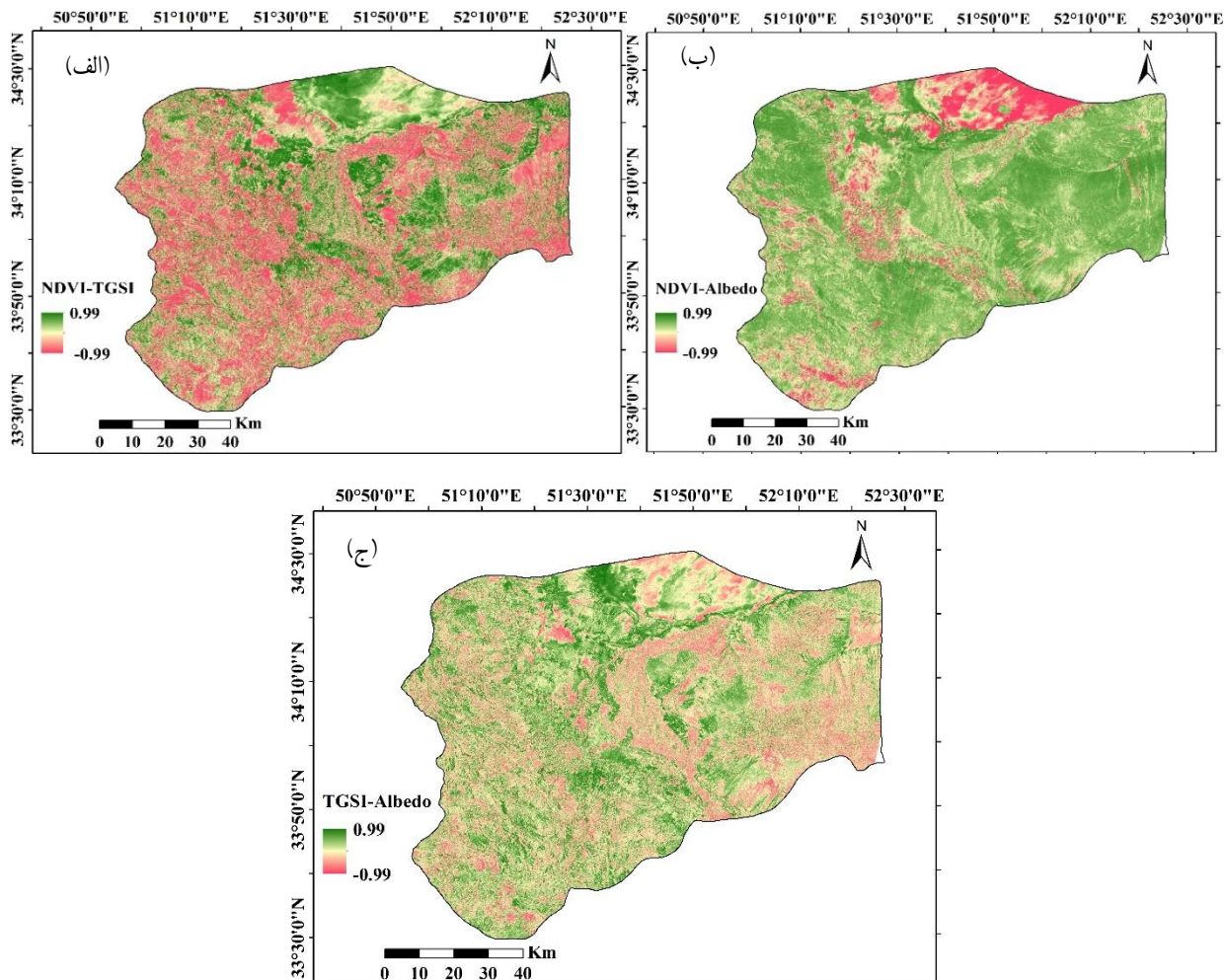
شکل ۶- الگوهای تغییرات مکانی مقادیر متوسط NDVI (الف)، TGSi (ب) و آلبدو (ج) در طی دوره ۱۹۹۵-۲۰۲۰

Figure 6- Patterns of spatial variation of the mean values of NDVI (a) TGSi (b) and albedo (c) during the period 1995-2020

همبستگی بین NDVI، TGSi و آلبدو

همبستگی جزئی بین شاخص‌های NDVI، TGSi و آلبدو در طی دوره زمانی ۱۹۹۵-۲۰۲۰ نشان‌دهنده همبستگی مثبت و منفی بود (شکل ۷). نتایج حاصل از برآورد همبستگی جزئی در سطح احتمال ۹۵٪ نشان داد که از مقدار همبستگی بین NDVI و TGSi، ۴۶٪/۴۵٪ رابطه مثبت و ۴۴٪/۵۴٪ رابطه منفی است (شکل ۷ الف). همچنین از مقدار همبستگی بین NDVI و آلبدو ۶۹٪/۸۸٪ مثبت و ۳۱٪/۱۱٪ منفی است (شکل ۷ ب). در همبستگی بین TGSi و آلبدو ۷۸٪/۴۱٪ رابطه منفی و ۲۲٪/۵۸٪ همبستگی مثبت نشان داده شد (شکل ۷ ج).

منفی بین شاخص‌های ذکرشده، ۹۹٪/۰ تعیین شد که همبستگی مثبت با رنگ سبز و منفی با رنگ قرمز مشخص گردید. برای NDVI و TGSi همبستگی مثبت بیشتر در بخش‌های شمال و مرکز و همبستگی منفی در بخش‌های غربی و مرکز واقع شده است. برای NDVI و آلبدو همبستگی مثبت بیشتر در بخش‌های شمال و مرکز و همبستگی منفی در بخش‌های وسیعی از منطقه مورد مطالعه واقع شده است. برای TGSi و آلبدو همبستگی مثبت و منفی به‌طور تقریباً یکسانی در سطح منطقه مورد مطالعه قرار گرفته است.



شکل ۷- نقشه توزیع همبستگی جزئی NDVI و TGSi (الف)، NDVI-آلبدو (ب) و TGSi با آلبدو (ج) در طول دوره ۱۹۹۵-۲۰۲۰
 Figure 7- Distribution correlation map of NDVI and TGSi (a), NDVI- albedo (b) and TGSi with albedo (c) during the period 1995-2020

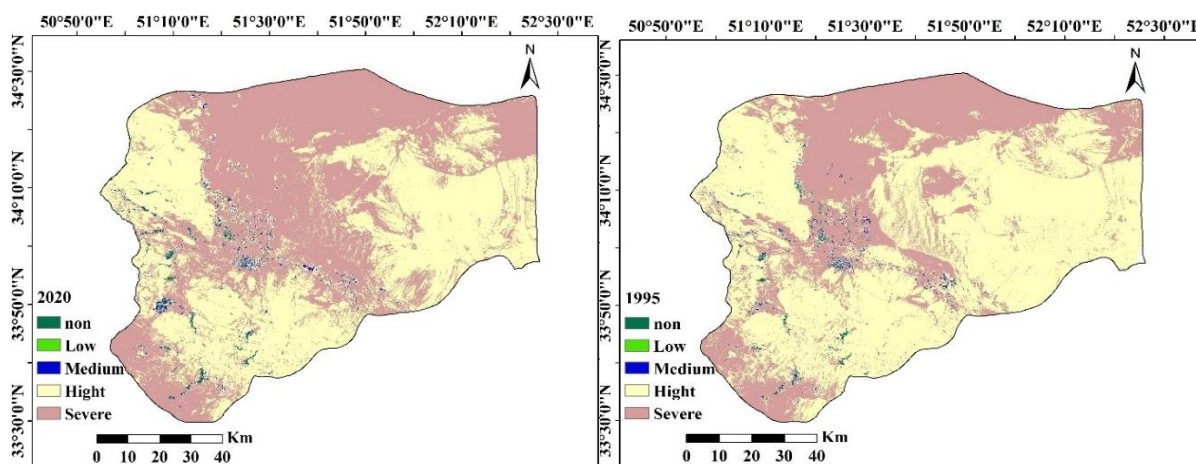
ارزیابی بیابان‌زایی

نقشه‌های شدت بیابان‌زایی مربوط به ۱۹۹۵ و ۲۰۲۰ در شکل ۸ نشان داده شده است. در هر دو نقشه بیابان‌زایی به جز بخش‌های بسیار کوچکی در مرکز منطقه مورد مطالعه سایر بخش‌ها در کلاس بیابان‌زایی زیاد و شدید قرار دارند. بیابان‌زایی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۰، کاهش در مناطق با بیابان‌زایی زیاد و افزایش در مناطق با بیابان‌زایی شدید بوده است (شکل ۹). واضح است که بیشتر منطقه مورد مطالعه بیابان‌زایی بالا و شدید را نشان می‌دهد. این طبقات در سال ۱۹۹۵ سطحی برابر $6468/66$ و $30926/24$ کیلومتر مربع را به خود اختصاص دادند، در حالی که در سال ۲۰۲۰ مساحت این طبقات $5047/91$ و $5295/1$ کیلومتر مربع بود.

از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۰، منطقه غیر بیابانی $7/7$ کیلومتر مربع ($0/06\%$)، منطقه کم بیابان $1/1$ کیلومتر مربع ($0/01\%$) و مساحت بیابان‌زایی متوسط $23/57$ کیلومتر مربع ($0/22\%$) افزایش داشت. در این دوره زمانی از طبقه بیابان‌زایی زیاد $1420/75$ کیلومتر مربع ($13/54\%$) کاسته شد، در

حالی که مساحت بیابان‌زایی شدید تقریباً $1388/8$ کیلومتر مربع ($13/23\%$) افزایش یافت. البته بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه هر سال در حال افزایش است. همبستگی خطی بین NDVI، TGSi و آلبدو برای هر درجه بیابان‌زایی محاسبه شد. تجزیه و تحلیل ما هیچ ارتباطی بین NDVI و آلبدو یا TGSi آلبدو نشان نداد، اما بالاترین همبستگی را بین NDVI و TGSi نشان داد. همبستگی قوی ($0/86 - 0/89$) بین NDVI و TGSi در مناطق با بیابان‌زایی شدید دیده شد. همبستگی NDVI با TGSi در طبقه بیابان‌زایی زیاد $0/85$ تا $0/86$ بود. برای طبقه بیابان‌زایی متوسط همبستگی $0/76$ تا $0/79$ برآورد شد، در حالی که برای طبقه بیابان‌زایی کم مقدار همبستگی ضعیف و بین $0/13$ تا $0/24$ بود (جدول ۳).

برای دو دوره مطالعاتی از سمت طبقه غیربیابانی به بیابانی شدید مقادیر NDVI کاهش می‌یابد، در حالی که TGSi و آلبدو از سمت مناطق غیربیابانی به سمت بیابانی شدید در حال افزایش است (جدول ۴).



شکل ۸- نقشه کلاس‌های مختلف بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه طی دوره ۱۹۹۵ - ۲۰۲۰

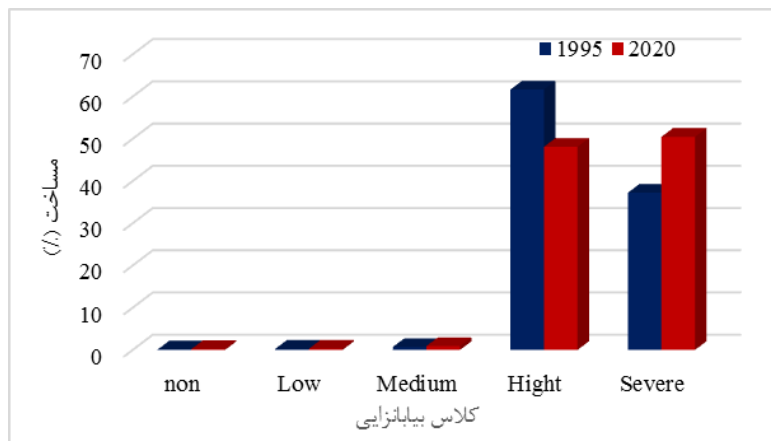
Figure 8- Map of desertification classes in the study area during 1995 and 2020

است که نشان‌دهنده خشکی شدید این مناطق بود. طبقات بیابان‌زایی زیاد و شدید منطبق با مناطقی است که پوشش زمینی غالب در این منطقه تپه‌های ماسه‌ای، اراضی لخت و مراتع فقیر است. در مطالعات مشابه نیز Fakhrabadi و

بیشترین مقادیر NDVI ($0/53$ و $0/56$) در منطقه غیربیابانی و طبقه بیابان‌زایی کم تعیین شد که نشان‌دهنده مرطوب بودن این مناطق است. در حالی که بیشترین مقادیر TGSi و آلبدو در طبقات بیابان‌زایی زیاد و شدید واقع شده

چشمگیری شده است. بزرگ‌ترین جنس‌های گیاهی منطقه از لحاظ تعداد گونه، شامل گونه‌های شورپسند است که بیانگر روند مداوم بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد (Batoli, 2018).

همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که مناطق با بیابان‌زایی زیاد در منطقه کاشان منطبق بر نواحی کویری و اراضی شور هستند. از سوی دیگر، وضعیت پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه به صورت فاقد پوشش، پوشش ضعیف و پراکنده است که موجب افزایش مناطق تخریب شده به‌طور



شکل ۹- توزیع مساحت طبقات مختلف بیابان‌زایی طی دوره ۱۹۹۵ و ۲۰۲۰ در منطقه مورد مطالعه
Figure 9- Distribution of desertification area during 1995 and 2020 in the study area

جدول ۳- مقادیر NDVI، TGSi و آلبدو در هر یک از طبقات بیابان‌زایی

Table 3- NDVI, TGSi and albedo values in desertification class

	1995			2020		
	NDVI	TGSi	Albedo	NDVI	TGSi	Albedo
non	0.53	-0.04	0.16	0.56	-0.03	0.19
Low	0.42	0.001	0.18	0.44	0.02	0.2
Medium	0.3	0.044	0.19	0.31	0.06	0.21
Hight	0.041	0.07	0.196	0.09	0.07	0.17
Severe	0.04	0.11	0.24	0.09	0.11	0.25

جدول ۴- همبستگی بین عوامل مؤثر بر بیابان‌زایی در کلاس‌های مختلف

Table 4- Correlation between factors affecting desertification in different classes

سال	همبستگی	بدون	کم	متوسط	زیاد	شدید
Year	Correlation	Non	Low	Medium	High	Severe
1995	NDVI-TGSi	-0.01	-0.013	-0.76	-0.85	-0.84
	NDVI-Albedo	-0.28	-0.6	-0.13	-0.17	-0.005
	TGSi-Albedo	0.14	0.08	0.29	0.31	0.17
2020	NDVI-TGSi	-0.08	-0.24	-0.79	-0.86	-0.89
	NDVI-Albedo	-0.39	-0.58	-0.05	-0.06	-0.17
	TGSi-Albedo	0.14	0.06	0.16	0.09	0.03

بحث

در این مطالعه، تغییرات زمانی-مکانی پوشش گیاهی و شدت بیابان‌زایی در شمال استان اصفهان طی دوره ۱۹۹۵-۲۰۲۰ با استفاده از رویکرد درخت تصمیم بررسی شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد از نظر مکانی NDVI و TGSi در بخش‌های شمالی، مرکز، جنوب‌غرب و بخش کوچکی از غرب مشاهده شدند که نشان‌دهنده کاهش پوشش گیاهی در این مناطق است.

تخریب اراضی بیشتر در اراضی بایر، شور، تپه‌های شنی و مراتع فقیر اعلام شد. کاهش پوشش گیاهی منجر به افزایش تخریب اراضی و شور شدن می‌شود. با توجه به اینکه بیابان‌زایی یک شکل از تخریب اراضی در مناطق خشک، نیمه‌خشک است، این مطالعه بیانگر افزایش بیابان‌زایی شدید و تخریب اراضی است که نشان‌دهنده بیابانی شدن مداوم منطقه می‌باشد. با کاهش پوشش گیاهی، آلودگی افزایش می‌یابد و تغییرات آلودگی بر تعادل تابش سطحی تأثیر می‌گذارد، در نتیجه دمای سطح زمین را تحت تأثیر قرار می‌دهد. آلودگی نه تنها تابعی از پوشش گیاهی است، بلکه تابعی از رطوبت خاک نیز می‌باشد. آلودگی زیاد نشان‌دهنده وضعیت خشکسالی است. از این رو تخریب پوشش گیاهی با افزایش آلودگی همراه است.

با توسعه فناوری‌های سنسور از دور، به‌ویژه هنگامی که با فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ترکیب شود، محققان روشی مؤثر برای انجام تحقیقات بیابان‌زایی در مناطق وسیع دارند. به‌نحوی که با تجزیه و تحلیل تصاویر سنسور از دور در یک دوره زمانی طولانی، ارزیابی سریع و دقیق روند بیابان‌زایی امکان‌پذیر شده است، در نتیجه به پیش‌بینی و مدیریت این مشکل کمک کرده است. این مطالعه تحلیلی جامع از وضعیت و روند بیابان‌زایی را در شمال استان اصفهان و نقشه‌های بیابان‌زایی ارائه می‌کند که می‌تواند برای تدوین اقدامات پیشگیرانه و هدایت پیشگیری و کنترل بیابان‌زایی مورد استفاده قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- Adab, H., Amirahmadi, A. and Atabati, A., 2015. Relating Vegetation Cover with Land Surface Temperature and Surface Albedo in Warm Period of Year Using MODIS Imagery in North of Iran. *Physical geography research*, 46(4): 419-434 (In Persian).
- Batoli, H., 2018. Introduction of the flora, life form and chorology of Aran & Bidghol deserts area in Isfahan province. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 31 (2): 258-278 (In Persian).
- D'Odorico, P., Bhattachan, A. and Davis, K.F., 2013. Global desertification: Drivers and feedbacks. *Advances in Water Resources*, 51: 326-344.
- Fu, H., Wang, Y. and Wu, C., 2002. Effects of grazing on soil physical and chemical properties of Alxa desert grassland. *Journal of Desert Research*. 22: 339-343.
- Fakhrabadi, A., Entezari, A. and Bazrafshan, O., 2014. Assess the Drought Situation In Kashan Desert Of Kashan And Aran Shhrstan Hay Bidgol (Nushabad) Using The Standardized Precipitation Index (Spi). *Geographical journal of territory*, 11(42): 77-86 (In Persian).
- Fakhrabadi, A., Salighe, M., Akbar, M. and Nasserzadeh, M.H., 2019. Kashan Plain Desertification Level; Iranian Model of Desertification Potential Assessment. *Geographical Researches*, 34 (4): 527-538 (In Persian).
- Guo, B., Zang, W.Q., Luo, W., Wen, Y., Yang, F., Han, B.M., Fan, Y.W., Chen, X., Qi, Z., Wang, Z., Chen, S. and Yang, X., 2020. Detection model of soil salinization information in the Yellow River Delta based on feature space models with typical surface parameters derived from Landsat8 OLI image. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 11(1):288-300.
- Hadeel, A.S., Mushtak, T.J. and Chen, X., 2010. Remote sensing and GIS application in the detection of environmental degradation indicators. *Geo-spatial information Science*, 14: 39-47.
- Hou, W., Gao, J., Wu, S. and Dai, E., 2015. Interannual Variations in Growing-Season NDVI and Its Correlation with Climate Variables in the Southwestern Karst Region of China. *Remote Sensing*, 7: 11105-11124.
- Lamchin, M., Lee, J.Y., Lee, W.K., Lee, E.J., Kim, M., Chul-Hee, L., Choi, H.A. and Kim, S.R., 2015. 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., Lim, C.H., Khaulenbek, A. and Navaandorj, I., 2017. Correlation between Desertification and Environmental Variables Using Remote Sensing Techniques in Hognu Khaan, Mongolia. *Sustainability*, 9(4):581.
- Li, S.G., Harazono, Y. and Oikawa, T., 2000. Grassland

- http://www.yale.edu/ceo/Documentation/ceo_faq.html.
- Turan, I.D., Dengiz, O. and Ozkan, B., 2019. Spatial assessment and mapping of soil quality index for desertification in the semi-arid terrestrial ecosystem using MCDM in interval type-2 fuzzy environment. *Computers and Electronics in Agriculture*, 182:104933.
 - UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification), 2010. Recommendations and Conclusions of the African Regional Conference Preparatory to the First Session of the Committee for the Review of the Implementation of the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD-CR1C1); Secretariat of the Convention to Combat Desertification: Windhoek, Namibia.
 - Wei, H.S., Wang, J.L., Cheng, K., Li, G., Ochir, A., Davaasuren, D. and Chonokhuu, S., 2018. Desertification information extraction based on feature space combinations on the Mongolian plateau. *Remote Sensing*, 10(10):1614.
 - Xiao, J., Shen, Y. and Tateishi, R., 2006. Development of topsoil grain size index for monitoring desertification in arid land using remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 27: 2411-2422.
 - Ya, Z., Xue, S., WangWen, R.J., Chun, L.Z., Qing, L. and Jiao, L., 2018. Monitoring of aeolian desertification on the Qinghai-Tibet Plateau from the 1970s to 2015 using Landsat images. *Sci Total Environ*, 620:1648-1659.
 - Zhang, J.H., Feng, Z.M., Jiang, L.G. and Yang, Y.Z., 2015. Analysis of the Correlation between NDVI and Climate Factors in the Lancang River Basin. *J. Nat. Res*, 30: 1425-1435.
 - Zhao, H.L., Zhao, X.Y. and Zhou, R.L., 2005. Desertification processes due to heavy grazing in sandy rangeland, Inner Mongolia. *Journal of Arid Environ*, 1: 1-15.
 - Zhu, Z., Liu, S. and Di, X., 1989. Desertification and its Rehabilitation in China (Beijing: China Science Press). 1989. NASA's Giovanni project.
 - desertification by grazing and the resulting micrometeorological changes in Inner Mongolia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 102: 125-137.
 - Liang, S.L., 2001. Narrowband to broadband conversions of land surface albedo I: Algorithms. *Remote Sensing Environment*, 76: 213-238.
 - Liu, F., Chen, Y., Lu, H. and Shao, H., 2017. Albedo indicating land degradation around the Badain Jaran Desert for better land resources utilization. *Science of the Total Environment*, 578: 67-73.
 - Middleton, N. and Thomas, D.S.G., 1997. *World Atlas of Desertification*. Arnold. 182p.
 - Owrangi, M. A., Adamowski, J., Rahnamaei, M., Mohammadzadeh, A. and Sharifan, R. A., 2011. Drought Monitoring Methodology Based on AVHRR Images and SPOT Vegetation Maps. *Journal of Water Resource and Protection*, 3: 325-334.
 - Ranjbar, A., Valia, A., Mokarramb, M. and Taripanah, F., 2020. Analyzing of the spatio-temporal changes of vegetation and its response to environmental factors in north of Fars province, Iran. *Journal of Remote sensing & GIS*, 11(4): 61-82 (In Persian).
 - Ranjbar, A., Vali, A., Mokarram, M. and Taripanah, F., 2020. Investigating variations of vegetation: climatic, geological substrate, and topographic factors—a case study of Kharestan area, Fars Province, Iran. *Arab J Geosci*, 13: 597.
 - Rogan, J., Franklin, J. and Roberts, D.A.A., 2002. Comparison of methods for monitoring multi temporal vegetation change using Thematic Mapper imagery. *Remote Sens Environ*, 80: 143-156.
 - Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. and Deering, D.W., 1974. Monitoring vegetation system in the great plains with ERTS. *Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, Greenbelt, USA, NASA SP, 351: 3010-3017*.
 - Smith, R.B., 2010. The heat budget of the earth's surface deduced from space. available on

Assessment of land cover change and desertification using remote sensing technology in north of Isfahan province (Case study: Kashan, Aran and Bidgol)

M. Aramesh¹, A. Vali^{2*} and A. Ranjbar³

1- Ph.D. Student of Desert Management and Control, University of Kashan, Kashan, Iran

2*- Corresponding author, Associate Professor of Desert Management and Control, University of Kashan, Kashan, Iran,
Email: Vali@kashanu.ac.ir

3- Professor of Desert Management and Control, University of Kashan, Kashan, Iran

Received:03/14/2022

Accepted:05/09/2022

Abstract

Desertification is a serious ecological, environmental, and socio-economic threat to the world, and there is a pressing need to develop a reasonable and reproducible method to assess it at different scales. Therefore, in the present paper, changes in cover and desertification of Kashan, Aran and Bidgol regions in the north of Isfahan were developed using Landsat ETM and OLI data. According to this research, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), TGSI (Topsoil Grain Size Index), and land surface albedo were selected as indicators for representing land surface conditions from vegetation biomass, landscape pattern, and reflection. A Decision Tree (DT) approach was used to assess the land cover change and desertification of the study area from 1995-2020. Temporal changes indicated an increase in NDVI, TGSI, and albedo trends during this period. The spatial distribution of NDVI showed that values greater than 0.5 were observed only in a small part of the west and southwest, while high values of TGSI and albedo occupied a large area of the study area. There was also a correlation between the above three indicators at 95% ($R = 0.99$). The results also showed that desertification is increasing in the study area, so that the intensity of desertification from 1995 to 2020 in classes without desertification was low, medium, and severe. The high desertification class decreased by 1420.75 square kilometers (13.54%), while severe desertification increased by approximately 1388.8 square kilometers (13.23%). The highest NDVI values were found in the non-desert area and the low desertification class, while the highest TGSI and albedo values were found in the high and severe desertification classes.

Keywords: Land cover, desertification dynamic, topsoil grain size index, Decision Tree (DT) approach.