

ارزیابی کمی بیابان‌زایی در دشت کاشان با استفاده از شاخص‌های حاصل از

تصاویر ماهواره‌ای

زهرا اسلامیان^۱، فاطمه پناهی^{۲*}، عباسعلی ولی^۳، سید حجت موسوی^۴

۱. دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

۲. استادیار گروه بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

۳. دانشیار گروه بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

۴. استادیار گروه جغرافیا و گردشگری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

* پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: fpanahi@kashanu.ac.ir

چکیده

بیابان‌زایی یک مشکل زیست‌محیطی در سراسر جهان است. داده‌ها و تکنیک‌های سنجنش‌ازدور اطلاعات قابل‌توجهی را برای تهیه نقشه و ارزیابی بیابان‌زایی ارائه می‌دهد. برای بررسی دقیق بیابان‌زایی دشت کاشان ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۵ و ۸ نقشه کاربری اراضی برای سال ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ تهیه گردید. سپس با استفاده از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای شاخص‌های TGSi (شاخص اندازه دانه سطحی خاک) و داده‌های Albedo (آل بدو سطح زمین) تهیه، سپس نقشه بیابان‌زایی DDI مدل‌های فضای Albedo-TGSi ایجاد و دقت استخراج این نقشه‌ها بررسی گردید. اراضی بایر و مراتع به ترتیب کاهش ۷/۷۵ و ۱/۸۰ درصدی داشته این در حالی است که شوره زار، مناطق انسان‌ساخت و اراضی کشاورزی به ترتیب حدود ۶/۶۰، ۱/۶۱ و ۱/۴۳ درصد افزایش نشان داده است. بررسی صحت کلی و ضریب کاپا نقشه کاربری اراضی نشان داد که این شاخص‌ها برای سال ۲۰۰۸ به ترتیب ۹۵٪ و ۹۱٪ و برای سال ۲۰۲۰ نیز ۹۶٪ و ۹۴٪ است. همچنین بررسی نقشه بیابان‌زایی سال ۲۰۰۸ نشان داد که بیشترین مساحت مربوط به کلاس متوسط و کم و بدون بیابان‌زایی بوده که حدود ۶۹ درصد از دشت کاشان را پوشش داده است. این در حالی است که نتایج بیابان‌زایی در سال ۲۰۲۰ بیان داشت که کلاس‌های بیابان‌زایی شدید و خیلی شدید حدود ۵۵/۴۲ درصد از مساحت این منطقه را دربر گرفته‌اند. این نتایج بیانگر افزایش بیابان‌زایی و شرایط ایجاد اراضی بیابانی دشت کاشان است. نتایج صحت‌سنجی نشان داد که دقت کلی و ضریب کاپا نقشه تهیه‌شده به ترتیب ۹۴/۹۲٪ و ۹۳/۵۲٪ است. درحالی‌که مدل Albedo-TGSi برای مناطق با پوشش گیاهی نسبتاً کم مناسب است. این مطالعه یک مرجع فنی برای بررسی بیابان‌زایی مناطق مختلف فراهم می‌کند.

کلمات کلیدی: بیابان‌زایی، سنجنش‌ازدور، مدل‌سازی، دشت کاشان

Commented [D1]:

مشخصات نویسنده یا نویسنده گان با فونت B Lotus 13 Bold

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, Complex Script Font: Times New Roman

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Commented [D2]: زیرنویس شود

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Formatted: Complex Script Font: B Lotus

Deleted: مدل‌سازی

مقدمه

بیابان‌زایی یک فرآیند پیچیده است که حاصل از تعامل بین عوامل محیطی و انسانی است (۵). این پدیده را می‌توان به نوعی فرآیند تخریب زمین تعریف کرد که اغلب در مناطق خشک، نیمه‌خشک و تا حدی مناطق نیمه‌مرطوب رخ می‌دهد (۷). این پدیده مناطق بسیار وسیعی از جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و می‌تواند باعث از دست دادن **غیرقابل برگشت** تولید زمین شود (۱۰). این پدیده مخرب یکی از جدی‌ترین مسائل زیست‌محیطی و اجتماعی-اقتصادی در مقیاس جهانی محسوب می‌شود و توجه جهانی را به خود جلب کرده است (۲، ۲۵). بیابان‌زایی را می‌توان با روش‌های مختلفی ارزیابی کرد، به عنوان مثال، با مشاهده و اندازه‌گیری مستقیم، مدل‌های ریاضی و با استفاده از شاخص‌های حاصل از **سنجش‌ازدور** (RS) محاسبه کرد (۲۳). به طور معمول برای ارزیابی درست خطرات بیابان‌زایی باید دو ویژگی فیزیکی مکان و الگوهای پراکنش کاربری زمین در منطقه را بررسی نمود. از دهه ۱۹۸۰، شاخص‌های پوشش گیاهی، مانند شاخص **نرمال‌سازی** شده پوشش گیاهی (NDVI) به دلیل تخریب اراضی **به‌طور** گسترده برای برآورد بیابان‌زایی **مورد استفاده** قرار گرفته است (۶، ۲۹). با توسعه سریع **فناوری سنجش‌ازدور** و سیستم اطلاعات جغرافیایی به همراه سیستم موقعیت‌یابی جهان RUI این ارزیابی با دقت و سرعت بالایی انجام می‌شود. (۱، ۸ و ۲۴) با گسترش علم **سنجش‌ازدور** در سطح جهان تحقیقات در مورد پایش بیابان‌زایی رونق یافت (۴). در ابتدا، محققان از تخریب اراضی که توسط شاخص‌های پوشش گیاهی منعکس می‌شود برای نشان دادن بیابان‌زایی استفاده کردند (۲۸، ۴). در آغاز قرن بیست و یکم، تعدادی از مطالعات نشان دادند که ویژگی‌های بافت، محتوای رطوبت و **آلبیدو** سطح با تغییر در کاربری زمین تغییر می‌کند (۲۷). در همان زمان، برخی از محققان دریافته‌اند که پایش تغییرات در پوشش گیاهی و کاربری اراضی راه مناسبی برای اندازه‌گیری بیابان‌زایی‌اند (۲۰). زنگ و همکاران (۳۰) از Albedo و NDVI برای بررسی فضایی Albedo-NDVI برای مطالعه در مورد بیابان‌زایی استفاده کرد. **آن‌ها** دریافته‌اند که داده‌های سنجش‌ازدور **چندطیفی** دارای اهمیت بیوفیزیکی واضحی هستند و می‌توانند پوشش سطح، ترکیب گرمایی و تغییرات در بیابان‌زایی زمین را منعکس کنند. فنگ و همکاران (۱۱) پیشنهاد مدل فضای Albedo-MSAVI با جایگزینی NDVI با MSAVI و استفاده از آن در مطالعه شوری خاک را **پیشنهاد** دادند. بیابان‌زدایی بهتر با ترکیب شاخص پوشش گیاهی و بررسی ترکیب ذرات سطحی خاک است؛ بنابراین، TGSI (شاخص اندازه دانه سطحی خاک) **به‌عنوان** شاخص ارزیابی تخریب زمین توصیه می‌شود.

Commented [۳]: ۱. عدم تعریف دقیق و مشخصی از مفهوم

بیابان‌زایی و شیوع آن در منطقه مورد مطالعه، که اطلاعات ابتدایی و ضروری برای درک مسئله را فراهم نمی‌کند. این موضوع باعث می‌شود که خواننده با مفاهیم ابتدایی و ضروری موضوع آشنا نشود.

۲. عدم ارائه اطلاعات کافی درباره روش‌های استفاده شده برای ارزیابی بیابان‌زایی، از جمله مشاهده و اندازه‌گیری مستقیم، مدل‌های ریاضی، و شاخص‌های حاصل از سنجش‌ازدور، که باعث ناتوانی در ارزیابی روش‌های استفاده شده و قابلیت تکرار مطالعه می‌شود.

Commented [۴]: متن اصلی

Deleted: به نوعی

Deleted: غیرقابل برگشت

Deleted: به عنوان مثال

Deleted: سنجش‌ازدور

Deleted: به طور معمول

Deleted: نرمال‌سازی

Deleted: به طور

Deleted: مورد استفاده

Deleted: فناوری

Deleted: سنجش‌ازدور

Deleted: سنجش‌ازدور

Deleted: آلبیدو

Deleted: آنها

Deleted: چند طیفی

Deleted: پیشنهاد

Deleted: به عنوان

شود (۱۸). لامپین و همکاران (۱۶) به ترتیب از NDVI، TGSi و Albedo به عنوان شاخص‌های معرف **زیست توده** پوشش گیاهی، الگوی چشم‌انداز و میکرو اقلیم استفاده کردند. سپس، استخراج اطلاعات بیابان‌زایی در **پارک ملی خونگوخان** مغولستان برای تکمیل یک تحلیل پویا از بیابان‌زایی انجام شد. لامپین و همکاران (۱۵) دریافتند که در سطحی که بیابان‌زایی صورت گرفته است بیشترین همبستگی بین TGSi و Albedo وجود دارد که این مبنایی برای ساخت مدل فضای ویژگی Albedo-TGSi فراهم کرد. ذوالفقاری و عبدالمی (۳۱) در بررسی نتایج خود دریافتند رابطه شاخص TGSi با Albedo خصوصیات فضایی مناطق عاری از پوشش گیاهی و همچنین مناطق با پوشش گیاهی خیلی کم را برای تعیین شدت بیابان‌زایی بهتر نشان می‌دهد. پینا و همکاران (۱۹) به کمک سنجش‌ازدور به استخراج شاخص‌های NDVI، BSI و Albedo از تصاویر ماهواره لندست پرداختند. **آن‌ها** از مدل آنالیز خطی تغییرات برای بررسی اندازه این شاخص‌ها برای تعیین تخریب یا پیشرفت وضعیت زمین در بازه‌های زمانی مختلف استفاده نمودند. **آن‌ها** در این مطالعه با استفاده از ارتباط بین Albedo/NDVI شاخص درجه بیابان‌زایی را نشان دادند.

Deleted: به عنوان... شاخص‌های معرف زیست توده زیست توده... پوشش گیاهی، الگوی چشم‌انداز و میکرو اقلیم استفاده کردند. سپس، استخراج اطلاعات بیابان‌زایی در پارک ملی خونگوخان ذخیره‌گاه طبیعی هوگنو خان در... مغولستان برای تکمیل یک تحلیل پویا از بیابان‌زایی انجام شد. در سال ۲۰۱۷... لامپین و همکاران (۱۵) دریافتند که در سطحی که بیابان‌زایی صورت گرفته است بیشترین همبستگی بین TGSi و Albedo وجود دارد که این مبنایی برای ساخت مدل فضای سنجش‌ازدور به استخراج شاخص‌های NDVI، BSI و Albedo از تصاویر ماهواره لندست پرداختند. **آن‌ها** از مدل آنالیز خطی تغییرات برای بررسی اندازه این شاخص‌ها برای تعیین تخریب یا پیشرفت وضعیت زمین در بازه‌های زمانی مختلف استفاده نمودند. **آن‌ها** در این مطالعه با استفاده از ارتباط بین Albedo/NDVI شاخص درجه بیابان‌زایی را نشان دادند.

دشت کاشان به دلیل موقعیت جغرافیایی که در قسمت مرکزی ایران دارد در سال‌های اخیر به دلیل افزایش حفر چاه‌های **آب زیرزمینی** برداشت بی‌رویه از منابع **آب زیرزمینی**، افزایش سطح **زیرکشت** محصولات کشاورزی و روش‌های آبیاری‌های غیراصولی و همچنین تغییرات اقلیمی سبب خشک شدن این دشت گردیده و نیاز به مدیریت و برنامه‌ریزی مدون جهت جلوگیری از تخریب سرزمین هر چه بیشتر این منطقه است که این مهم، نیازمند آگاهی از روند بیابان‌زایی در **منطقه مورد مطالعه** است که توسط علم سنجش‌ازدور این عمل امکان‌پذیر است. لذا با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش به کمی‌سازی بیابان‌زایی در دشت کاشان با استفاده از شاخص‌های حاصل از داده‌های سنجش‌ازدور پرداخته شد که تاکنون تحقیقی با این سطح و حجم در این منطقه با این موضوع صورت نپذیرفته است و این تحقیق برای اولین بار به این مبحث می‌پردازد.

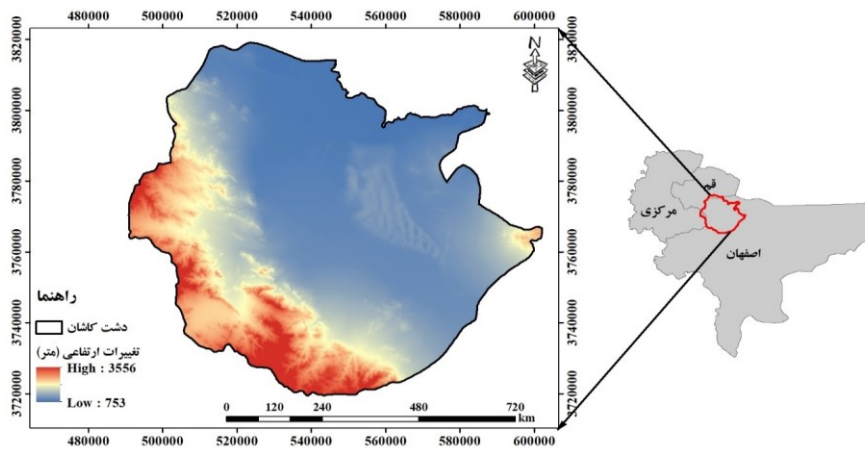
Deleted: به دلیل... موقعیت جغرافیایی که در قسمت مرکزی ایران دارد در سال‌های اخیر به دلیل افزایش حفر چاه‌های آب زیرزمینی... برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی... افزایش سطح زیرکشت محصولات کشاورزی و روش‌های آبیاری‌های غیراصولی و همچنین تغییرات اقلیمی سبب خشک شدن این دشت گردیده و نیاز به مدیریت و برنامه‌ریزی مدون جهت

مواد و روش‌ها

دشت کاشان در دامنه کوه‌های کرکس و حاشیه کویر مرکزی ایران در حدود ۲۴۰ کیلومتری جنوب تهران و بین طول جغرافیایی ۵۱/۵۴ و ۵۱/۰۵ **درجه شرقی** و عرض جغرافیایی ۳۳/۴۵ و ۳۴/۲۳ **درجه شمالی** قرار دارد. دشت کاشان، به وسعت ۶۹۹،۸۳۷ هکتار، شهر کاشان و بخش مرکزی آن و شهر آران و بیدگل و همه بخش‌های آن و اراضی کشاورزی واقع در دشت را شامل می‌شود. حداکثر ارتفاع دشت کاشان از سطح دریا ۳۵۵۶ متر در قسمت حاشیه غربی دشت و حداقل ارتفاع آن ۷۵۳ متر در حاشیه کویر است (شکل ۱). این منطقه، به علت مجاور با کویر و دوری از دریاها، با بارش کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر در اطراف شهر کاشان، یکی از مناطق کم باران ایران است. **دور بودن** از سایر منابع رطوبتی و **قرار گرفتن** در **ناحیه کویری اصولاً** باعث کمبود رطوبت مطلق هوا شده است. **ضمناً** بالا بودن دما هوا باعث افزایش ظرفیت رطوبتی هوا و **در نتیجه** کاهش رطوبت نسبی می‌شود. اقلیم **منطقه کاشان**، بر طبق روش دومارتن، با ضریب خشکی ۴/۸، جزو مناطق خشک یا بیابانی شدید است و نواحی کوهستانی جنوب دشت کاشان جزو مناطق **نیمه‌خشک** به شمار می‌رود. به علت **آب‌وهوای** خشک و کمبود ریزش‌های جوی، این منطقه فاقد رودخانه‌های بزرگ و دائمی است و جریان‌های سطحی آن از چندین **رودخانه فصلی** تشکیل شده است.

Commented [۵]: ۱. نبود توضیحات کافی در مورد روش‌های استفاده شده برای بررسی و اندازه‌گیری فرآیندهای بیابان‌زایی، از جمله استفاده از داده‌های سنجش از دوری ماهواره لندست و روش‌های پردازش این داده‌ها. بدون ارائه جزئیات (بخصوص تاریخ‌گذاری) مورد این روش‌ها، اعتبار نتایج مطالعه مورد شک دارد و امکان انجام تکراری برای تأیید نتایج وجود ندارد. ۲. عدم ارائه توضیحات کافی درباره پارامترهای مورد مطالعه و شاخص‌های استفاده شده برای اندازه‌گیری بیابان‌زایی، که باعث می‌شود خواننده نتواند فرآیند اندازه‌گیری و تحلیل را به‌دقت فهمیده و ارزیابی کند.

Deleted: **منطقه مورد مطالعه** دشت کاشان در دامنه کوه‌های کرکس و حاشیه کویر مرکزی ایران در حدود ۲۴۰ کیلومتری جنوب تهران و بین طول‌های... جغرافیایی ۵۱/۵۴ و ۵۱/۰۵ **درجه شرقی** و عرض جغرافیایی... ۳۳/۴۵ و ۳۴/۲۳ **درجه شمالی** قرار دارد. دشت کاشان، به وسعت ۶۹۹،۸۳۷ هکتار، شهر کاشان و بخش مرکزی آن و شهر آران و بیدگل و همه



شکل ۱. موقعیت دشت کاشان در استان اصفهان

Fig 1. Location of Kashan plain in Isfahan province

داده‌های مورد استفاده

Commented [۱]: انواع پیش پردازش انجام داده شده را بیان شود!

Deleted: مورد استفاده

Deleted: در ابتدا

Deleted: داده‌های سنجنش ازدوری

Deleted: مورد مطالعه

Deleted: زمین شناسی

Deleted: پیش پردازش‌های

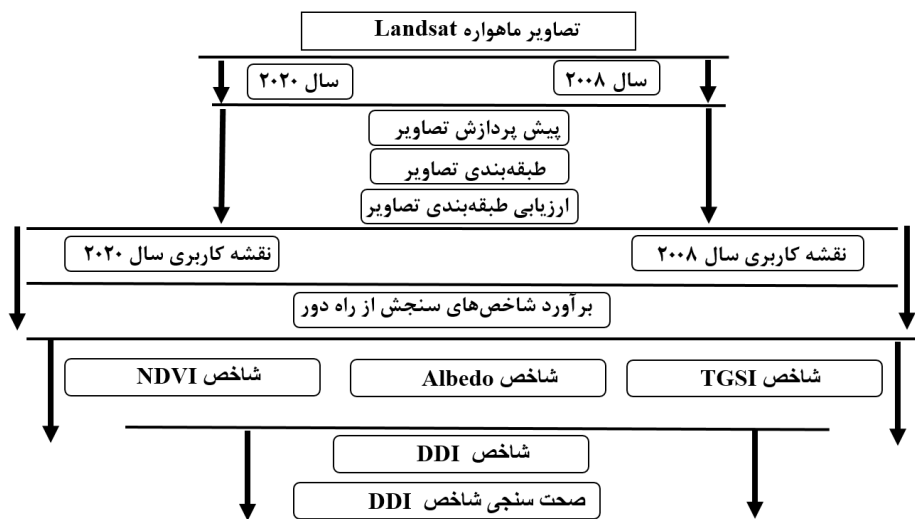
Deleted: نرم افزار

Deleted: در نهایت

Deleted: انسان ساخت

Deleted: هر کدام

شکل ۲ مراحل مختلف انجام تحقیق را نشان می‌دهد. در ابتدا در این مطالعه از داده‌های سنجنش ازدوری ماهواره لندست برای بررسی، فرآیندهای بیابان‌زایی و محاسبه شاخص‌های مورد مطالعه در بازه زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۰ استفاده شد. تصاویر ماهواره لندست ۵ و ۸ به ترتیب برای سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ از سایت زمین‌شناسی آمریکا (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) تهیه شدند؛ که جزئیات این داده‌ها در جدول ۱ آورده شده است. پس از اعمال پیش‌پردازش‌های لازم نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی برای دشت کاشان در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ با استفاده از روش حداکثر احتمال در نرم‌افزار ENVI5.3 تهیه گردید (۲۱، ۹). در نهایت نقشه کاربری در ۵ کلاس اراضی بایر، مراتع، شوره‌زار، اراضی کشاورزی و مناطق انسان‌ساخت تهیه گردید. جزئیات هر کدام از این کاربری‌ها در جدول ۲ آورده شده است.



شکل ۲. فرآیند تحقیق

Fig 2. The research process

جدول ۱. مشخصات مربوط به تصاویر استفاده شده در تحقیق حاضر

Table 1. Specifications related to the images used in this research

تاریخ میلادی	تاریخ خورشیدی	ماهواره	سنجنده	گذر/ ردیف	قدرت تفکیک مکانی (متر)
۲۰۰۸	۱۳۸۷	لندست ۵	TM	۳۹/۱۶۰	۳۰
۲۰۲۰	۱۳۹۹	لندست ۸	OLI	۳۹/۱۶۰	۳۰

Deleted: استفاده شده

جدول ۲. جزئیات کاربری های استفاده شده در تحقیق حاضر

Table 2. Details of the applications used in this research

کاربری اراضی	توضیحات
مناطق و انسان ساخت،	مناطق مسکونی، تجاری، شبکه های حمل و نقل مانند جاده ها و شبکه ریلی
اراضی کشاورزی	اراضی کشاورزی، باغی، زراعی
مراتع	مراتع، مناطق کوهستانی
اراضی بایر	اراضی با پوشش گیاهی کم و پراکنده،
شوره زار	اراضی شور، ماسه زارها، اراضی لخت و بدون پوشش گیاهی

Deleted: استفاده شده

Deleted: انسان ساخت

Deleted: حمل و نقل

Deleted: مانند

Deleted: شوره زار

Deleted: ماسه زارها

برآورد شاخص‌های TGSI و Albedo

پس از بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش حداکثر احتمال شاخص‌های NDVI، TGSI و Albedo تهیه شدند. این شاخص‌ها را با استفاده از داده‌های باندهای قرمز، مادون قرمز نزدیک، آبی، سبز و باند مادون قرمز کوتاه محاسبه گردید.

NDVI با استفاده از رابطه ۱ محاسبه می‌شود (۱۴):

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \quad [۱]$$

NIR در این معادله = باند مادون قرمز نزدیک، R = باند قرمز

TGSI نیز با استفاده از رابطه ۲ به دست می‌آید:

$$TGSI = \frac{R-B}{R+B+G} \quad [۲]$$

که در آن B باند آبی و G باند سبز

آلبیدو یکی از مهم‌ترین پارامترهای تعادل انرژی تشعشعی بر روی زمین است و مقادیر آن را می‌توان با رطوبت خاک، پوشش گیاهی، پوشش برف و سایر شرایط سطح زمین تغییر داد. راست آزمایی میدانی نشان می‌دهد که با افزایش درجه بیابان‌زایی، مورفولوژی سطح تغییر می‌کند، زبری سطح کاهش می‌یابد و آلبیدو سطح به‌طور مداوم افزایش می‌یابد (۲۹). رابطه آلبیدو به‌صورت زیر است.

$$Albedo = (0.356 \times B + 0.130 \times R + 0.373 \times NIR + 0.085 \times SWIR1 + 0.072 \times SWIR2) - 0.0018 \quad [۳]$$

که در آن SWIR1 و SWIR2 باندهای مادون قرمز کوتاه هستند.

با توجه به نتایج تحقیقاتی که توسط ورستریت و پینتی (۲۶) در سال ۱۹۹۶ انجام شد، بیابان‌زایی را می‌توان به‌طور مؤثر با استفاده از رابطه چندبعدي Albedo-NDVI محاسبه کرد. علاوه بر این، مکان جهت عمودی در فضای چندبعدي Albedo-NDVI را می‌توان به‌خوبی با یک عبارت چندجمله‌ای خطی ساده به شرح زیر برآزش داد (رابطه ۴):

$$DDI = K \times TGSI - Albedo \quad [۴]$$

که در آن DDI (Desertification Divided Index) شاخص تقسیم بیابان‌زایی است و K توسط شیب خط مستقیم منطبق شده در فضای چندبعدي تعیین شد. با توجه به نتایج تحقیق انجام شده توسط ما و همکاران (۱۸)، مقادیر DDI را می‌توان با طبقه‌بندی شکست طبیعی جنکس (Natural Breaks Jenks) به پنج سطح مختلف تقسیم کرد. این پنج سطح بیابان‌زایی عبارتند از: بیابان‌زایی شدید، بیابان‌زایی زیاد، بیابان‌زایی متوسط، بیابان‌زایی کم و بدون بیابان‌زایی.

Commented [۷د]: جمله اصلاح شود

منظور شما از روش حداکثر احتمال همان طبقه بندی نظارت شده روش حداکثر احتمال است.

Deleted: مادون قرمز

Deleted: مادون قرمز

Deleted: مادون قرمز

Commented [۸د]: ورودی این تابع باید داده انعکاسی باشد نه باند خام لذا توضیحات اصلاح شود

Deleted: بدست

Deleted: آلبیدو

Deleted: راستی آزمایی

Deleted: آلبیدو

Deleted: به طور

Deleted: آلبیدو

Deleted: به صورت

Commented [۹د]: این فرمول برای لندست ۵ و ۸ یکی است: بررسی شود و منابع بیشتری قید شود

Deleted: مادون قرمز

Deleted: به طور

Deleted: چند بعدی

Deleted: چند بعدی

Deleted: به خوبی

Deleted: چند جمله‌ای

Deleted:

Deleted: در سال ۲۰۱۱

Deleted:

روش طبقه‌بندی شکست طبیعی جنکس بر اساس گروه‌بندی طبیعی ذاتی داده‌ها است و طبقه آن در موقعیتی تنظیم می‌شود که مقادیر داده‌ها نسبتاً متفاوت هستند. این روش هر نوع موقعیت طبقه‌بندی را محاسبه می‌کند و به طور خودکار وضعیت طبقه‌بندی را با حداقل مقادیر واریانس انتخاب می‌کند تا به نتیجه طبقه‌بندی بهینه دست یابد.

ارزیابی دقت و مقایسه مدل DDI و داده‌های واقعی

برای تأیید صحت مدل سال ۲۰۲۰، به طور میانگین برای هر کلاس با استفاده از روش مورد مطالعه هاشم گلوگردی و همکاران (۱۳) در سراسر دشت کاشان انتخاب شد. سپس، نقاط تأیید با تفسیر بصری بر اساس تصاویر رنگی و واقعی لندست ۸ و نقشه گوگل ارث تفسیر شدند. در نهایت، ماتریس خطا، دقت کلی و همچنین ضریب کاپا را به دست آمد.

نتایج

بررسی روند تغییرات کاربری اراضی دشت کاشان

بررسی تغییرات کاربری اراضی دشت کاشان در شکل ۳ و جدول ۳ نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۰ بیشترین مساحت کاربری به ترتیب متعلق به کاربری اراضی بایر، مراتع، شوره‌زار، اراضی کشاورزی و مناطق انسان ساخت بوده که در سال ۲۰۰۸ حدود ۶۸/۲۲، ۱۵/۴۳، ۸/۹۶، ۶/۲۹ و ۱/۰۸ در سال ۲۰۲۰ بیشترین مساحت به ترتیب متعلق به کاربری اراضی بایر، شوره‌زار، مراتع، اراضی کشاورزی و مناطق انسان ساخت است که به ترتیب حدود ۶۰/۴۶، ۱۵/۵۷، ۱۳/۶۴، ۷/۶۴ و ۲/۶۹ درصد از مساحت دشت کاشان را در بر گرفته است. براساس جدول ۳ در این بازه زمانی ۱۲ ساله اراضی بایر و مراتع به ترتیب کاهش ۷/۷۵ و ۱/۸۰ درصدی داشته این در حالی است که، شوره‌زار، مناطق انسان ساخت و اراضی کشاورزی به ترتیب حدود ۶/۶۰، ۱/۶۱ و ۱/۴۳ درصد افزایش نشان داده است. بررسی صحت کلی و ضریب کاپا نقشه کاربری اراضی نشان داد که این شاخص‌ها برای سال ۲۰۰۸ به ترتیب ۹۵٪ و ۹۱/۰ و برای سال ۲۰۲۰ نیز ۹۶ و ۹۴/۰ است.

Commented [۱۰]: چه چیزی انتخاب شده است؟

Deleted: در سال ۱۴۰۰

Commented [۱۱]: ۱. نبود ارجاع به منابع مورد استفاده

برای محاسبه شاخص‌های TGSi و Albedo و همچنین بررسی رابطه بین آن‌ها. این نقطه باعث کاهش اعتبار و قابلیت تکرار مطالعه می‌شود.

۲. عدم توضیحات کافی در مورد روش‌های استفاده شده برای تهیه نقشه کاربری اراضی و نقشه بیابان‌زایی، از جمله استفاده از مدل‌های آماری و رگرسیونی و توضیحات دقیق در مورد پارامترهای استفاده شده در مدل‌سازی.

۳. ارائه نتایج بدون ارجاع به فرآیند استنتاج و تحلیل داده‌ها، از جمله نحوه محاسبه و تفسیر شاخص‌های TGSi و Albedo و نیز روش‌های مورد استفاده برای تعیین دقت نقشه بیابان‌زایی.

۴. نبود توضیحات کافی در مورد محدودیت‌ها و ابهامات مربوط به داده‌ها و روش‌های مورد استفاده، از جمله توضیحات در مورد مرزهای منطقه‌ای و زمانی مطالعه، دقت داده‌ها، و انتقال و تفسیر نتایج به مقیاس‌های دیگر. ۵. عدم ارائه توضیحات کافی در مورد روش‌های استفاده شده برای ارزیابی صحت و دقت نقشه بیابان‌زایی، از جمله ماتریس خطا و روش‌های ارزیابی معیارهای مختلف صحت.

۶. عدم بررسی تأثیر عوامل مختلف محیطی و انسانی بر تغییرات کاربری اراضی و بیابان‌زایی، که این اطلاعات ضروری است برای درک عمیق‌تر مسئله و ارائه راه‌حل‌های موثر برای مقابله با آن.

۷. استفاده از معادلات برآورد بیابان‌زایی بدون توضیحات کافی در مورد معیار بودن و صحت این معادلات، و همچنین بدون ارائه نتایج آماری مربوط به عملکرد این معادلات بر روی داده‌های مورد استفاده.

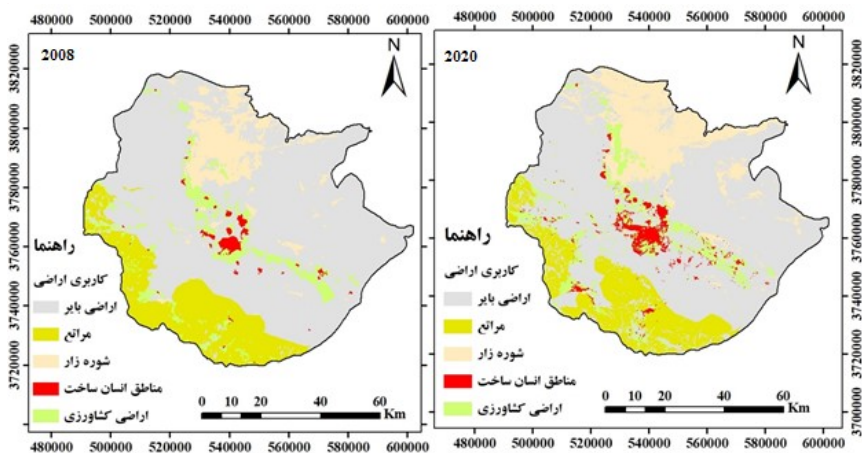
۸. عدم ارائه توضیحات کافی درباره مدل‌های استفاده شده برای تهیه نقشه‌ها و روابط میان متغیرها، که باعث کمبود شفافیت و قابلیت تکرار مطالعه می‌شود.

۹. ارائه نتایج بدون ارزیابی کیفیت و قابلیت اعتماد داده‌ها، از جمله تحلیل معیارهای آماری مربوط به دقت و صحت نتایج، و نیز ارجاع به منابع استفاده شده برای اعتبارسنجی داده‌ها.

۱۰. نبود ارجاع به استانداردها و دستورالعمل‌های بین‌المللی مربوط به استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و بیابان‌زایی، که باعث کاهش

Commented [۱۲]: رسا نیست

گنگ بیان شده



Commented [۱۳]: جای گرید از گراتیکول برحسب درجه و دقیقه استفاده شود
زنک برای اراضی کشاورزی باید زرد باشد.

شکل ۳. تغییرات کاربری سال ۲۰۲۰ و ۲۰۰۸

Fig 3. Landuse changes in 2008 and 2020

جدول ۳. تغییرات کاربری اراضی دشت کاشان در بازه ۲۰۰۸-۲۰۲۰ بر حسب هکتار و درصد

Table 3. Landuse changes in the Kashan plain in the period 2008-2020 in terms of hectares and percentage

کاربری اراضی	۲۰۰۸		۲۰۲۰		تغییرات	
	مساحت (هکتار)	مساحت (%)	مساحت (هکتار)	مساحت (%)	مساحت (هکتار)	مساحت (%)
اراضی بایر	۴۷۸,۱۸۱/۴۴	۶۸/۲۲	۴۲۳,۸۲۴/۸۱	۶۰/۴۶	-۵۴,۳۵۶/۶۳	-۷/۷۵
مرايع	۱۰۸,۲۱۲/۲۴	۱۵/۴۴	۹۵,۵۸۳/۵۵	۱۳/۶۴	-۱۲,۶۲۸/۶۹	-۱/۸۰
شوره زار	۶۲,۹۰۴/۳۲	۸/۹۷	۱۰۹,۱۵۶/۰۸	۱۵/۵۷	۴۶,۲۵۱/۷۵	۶/۶۰
مناطق مسکونی و انسان ساخت	۷,۵۵۹/۲۸	۱/۰۸	۱۸,۸۵۳/۴۶	۲/۶۹	۱۱,۲۹۴/۱۸	۱/۶۱
اراضی کشاورزی	۴۴,۱۱۹/۳۹	۶/۲۹	۵۳,۵۳۸/۷۸	۷/۶۴	۹۴۱۹/۳۸	۱/۲۳
کل	۷۰۰,۹۷۶/۶۷		۷۰۰,۹۷۶/۶۷	۱۰۰		

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

land :Deleted

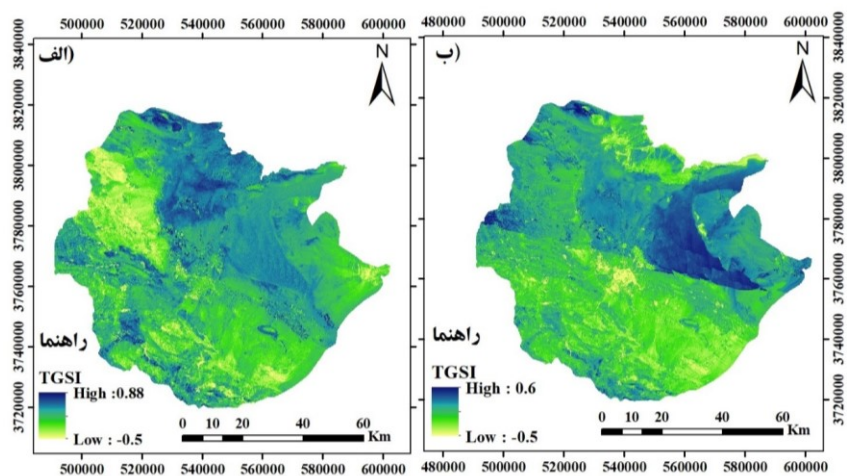
U :Deleted

:Deleted

روابط کمی و فضایی بین متغیرها

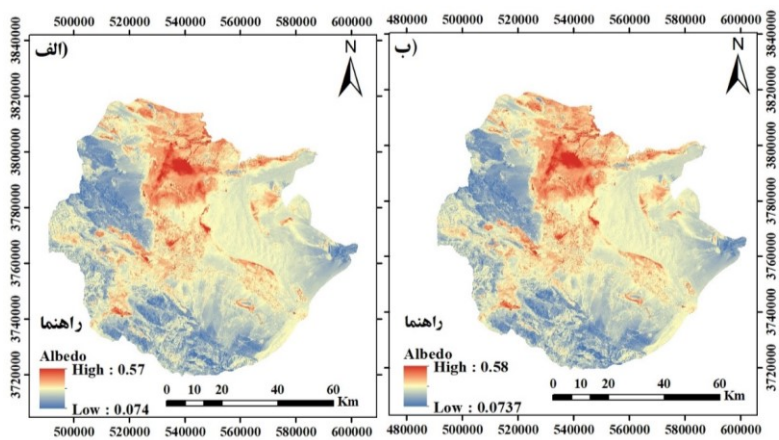
محاسبه شاخص‌های TGSi و Albedo برای سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ در شکل ۴ و ۵ آورده شده است. براساس شکل ۳ قسمت الف و ب به ترتیب متوسط شاخص TGSi ۰/۲ و ۰/۳۵ بوده این در حالی است در شکل ۴ قسمت الف و ب مقدار متوسط شاخص آلبدو برای سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ حدود ۰/۳۸ و ۰/۴۱ است. فرمول خطی و نتایج ضریب همبستگی بین دو متغیر TGSi و Albedo برای سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ به ترتیب در شکل ۶ قسمت الف و ب نشان داده شده است. همچنین این شکل نشان می‌دهد

که در هر دو سال Albedo با TGSi دارای همبستگی مثبت بوده که ضریب تبیین بین این دو شاخص در سال ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ به ترتیب حدود ۰/۷۰ و ۰/۷۱ است.



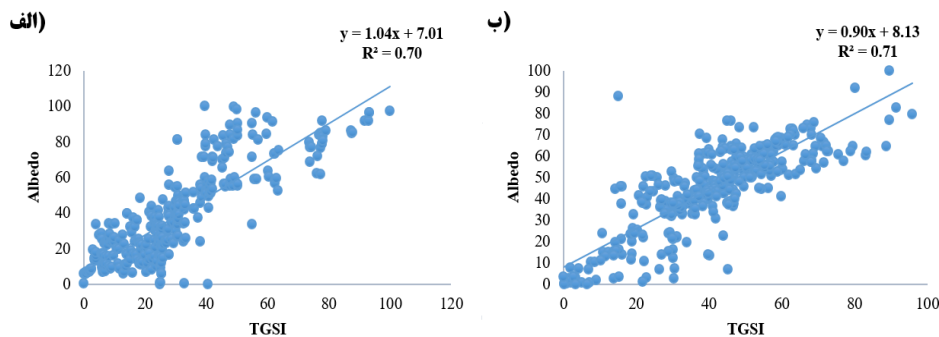
شکل ۴. شاخص TGSi سال ۲۰۰۸ (الف) و سال ۲۰۲۰ (ب)

Fig 4. TGSi index of 2008 (a) and 2020 (b)



شکل ۵. شاخص Albedo سال ۲۰۰۸ (الف) و سال ۲۰۲۰ (ب)

Fig 5. Albedo index of 2008 (a) and 2020 (b)



شکل ۶. مدل فضایی Albedo-TGSi سال ۲۰۰۸ (الف) و ۲۰۲۰ (ب)

Fig 6. Albedo-TGSi spatial model of 2008 (a) and 2020 (b)

برآورد شاخص بیابان‌زایی (DDI)

بررسی رابطه بین TGSi و آلبدو در شکل ۶ در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ نشان داده که این شاخص‌ها با یکدیگر رابطه مستقیم داشته به طوری که مقادیر زیاد آلبدو مربوط به جاهایی بوده که شاخص TGSi حداکثر مقدار خود را داشته است. همچنین همبستگی بین این دو شاخص نشان داد که این دو شاخص از همبستگی مناسبی برخوردار هستند و شاخص TGSi شاخص مناسبی برای برآورد بیابان‌زایی است. براساس شکل ۶ رابطه بین TGSi و شاخص آلبدو در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ به ترتیب در رابطه ۵ و ۶ به صورت زیر است:

$$Albedo = 7.01 + 1.04 \times TGSi \quad [5]$$

$$Albedo = 8.13 + 0.90 \times TGSi \quad [6]$$

در ادامه با استفاده از معادلات ۵، ۶ و شیب خط برازش داده شده معادله رابطه بیابان‌زایی برای سال ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ در رابطه‌های ۷ و ۸ بدست آمد.

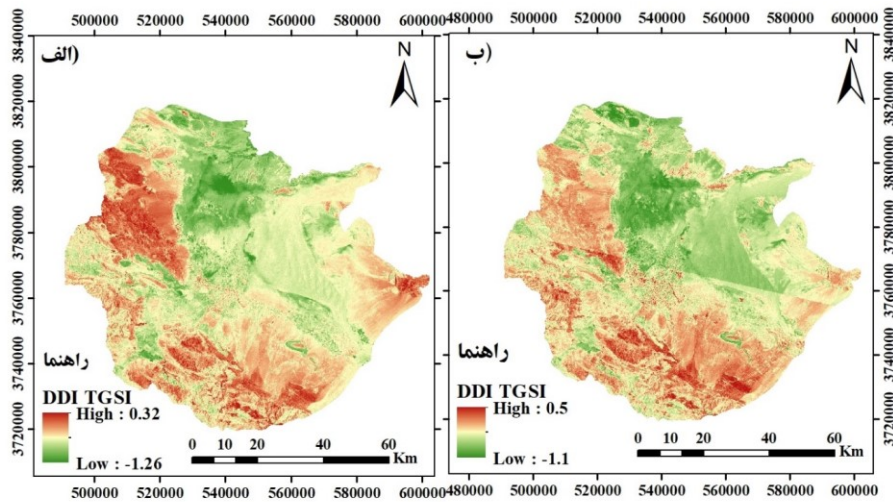
$$DDI = -0.96 \times TGSi - Albedo \quad [7]$$

$$DDI = -1.11 \times TGSi - Albedo \quad [8]$$

با استفاده از این رابطه‌ها درجه بیابان‌زایی برای هر پیکسل دشت کاشان تهیه و در نهایت نقشه بیابان‌زایی برای هر سال بدست آمد (شکل ۷). بررسی مساحت و درصد کلاس‌های مختلف بیابان‌زایی حاصل از شاخص DDI در جدول ۴ آورده شده است. نتایج حاصل از این جدول نشان داد که در سال ۲۰۰۸ بیشترین کلاس بیابان‌زایی مربوط به سه کلاس بیابان‌زایی متوسط، کم و بدون بیابان

Commented [۱۴]: ؟

زایی است که حدود ۶۹/۸۷ درصد از مساحت که حدود ۴۸۹۶/۷۸ کیلومترمربع از مساحت دشت را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین در این سال بیشترین مساحت کلاس بیابانزایی متعلق به بیابانزایی با کلاس متوسط است. درحالی‌که نتایج بررسی کلاس بیابانزایی سال ۲۰۲۰ نشان داد که بیشترین مساحت بیابانزایی مربوط به کلاس‌های بیابانزایی شدید و خیلی شدید بود که حدود ۵۵/۴۲ درصد و مساحتی حدود ۳۸۸۴/۲۵ کیلومترمربع از دشت کاشان را در بر گرفته‌اند. همچنین این نتایج نشان داد که کلاس بیابانزایی شدید بیشترین درصد مساحت حدود ۳۱/۸۰ درصد از این دشت را به خود اختصاص داده است.



شکل ۷. نقشه درجه بیابانزایی دشت کاشان سال ۲۰۰۸ (الف) و ۲۰۲۰ (ب)

Fig 7. Desertification degree map of Kashan plain in 2008 (a) and 2020 (b)

جدول ۴. تغییرات کلاس‌های بیابانزایی دشت کاشان در بازه ۲۰۰۸-۲۰۲۰ بر حسب هکتار و درصد

Table 4. Changes in the desertification classes of Kashan plain in the period 2008-2020 in terms of hectares and percentage

۲۰۰۸		کاربری اراضی
مساحت (%)	مساحت (کیلومترمربع)	
۱۰/۳۶	۷۲۶/۲۵	بیابانزایی بسیار شدید
۱۹/۱۷	۱۳۸۵/۴۲	بیابانزایی شدید

Commented [۱۵]: تغییرات با جدول دو محوره pivot table

نمایش می دهند

درضمن تفاوت ها در مقطع زمانی مقایسه شود براساس از مون کای ۲

۳۱/۳۵	۲۱۹۷/۴۳	بیابان‌زایی متوسط
۲۴/۲۴	۱۶۹۸/۸۵	بیابان‌زایی کم
۱۴/۲۸	۱۰۰۰/۵۰	بدون بیابان‌زایی
۱۰۰	۷۰۰۸/۴۵	کل
۲۰۲۰		
مساحت (%)	مساحت (کیلومتر مربع)	
۳۱/۸۰	۲۲۲۸/۹۰	بیابان‌زایی بسیار شدید
۲۳/۶۲	۱۶۵۵/۲۷	بیابان‌زایی شدید
۲۲/۴۶	۱۵۷۴/۲۸	بیابان‌زایی متوسط
۱۷	۱۱۹۱/۷۵	بیابان‌زایی کم
۵/۱۱	۳۵۸/۱۶	بدون بیابان‌زایی
۱۰۰	۷۰۰۸/۴۵	کل

بررسی صحت نقشه بیابان‌زایی (DDI)

بررسی نقشه بیابان‌زایی سال ۲۰۲۰ محاسبه گردید که در جدول ۵ نتایج حاصل از این صحت‌سنجی آورده شده است. نتایج صحت‌سنجی نشان داد که دقت کلی و ضریب کاپا نقشه تهیه شده به ترتیب ۹۴/۹۲٪ و ۹۳/۵۲٪ است.

جدول ۵: ماتریس خطا جهت بررسی صحت نقشه بیابان‌زایی سال ۲۰۲۰

Table 5: Error matrix to check the accuracy of the desertification map of 2020

بیابان‌زایی بسیار شدید	بیابان‌زایی شدید	بیابان‌زایی متوسط	بیابان‌زایی کم	بدون بیابان‌زایی	
۰	۰	۰	۲	۱۶۰	بدون بیابان‌زایی
۰	۰	۲	۱۵۶	۲	بیابان‌زایی کم
۰	۱	۱۰۰	۴	۰	بیابان‌زایی متوسط
۳	۹۵	۶	۰	۱	بیابان‌زایی شدید
۶۹	۲	۲	۰	۱	بیابان‌زایی بسیار شدید
٪ ۹۴/۹۲					دقت کلی

بحث و نتیجه‌گیری

برای تعیین کمیت فرآیند بیابان‌زایی بسیاری از مطالعات مفهوم درجه بیابان‌زایی را معرفی کردند (۲۲). در این مطالعات تلاش شده است تا با استفاده از بررسی تغییرات پوشش سطحی زمین در گذر زمان به بررسی بیابان‌زایی و درجه بیابان‌زایی بپردازند. از این رو در این پژوهش برای بررسی بیابان‌زایی و درجات آن سعی گردید با استفاده از آرشیو تصاویر ماهواره‌ای لندست تغییرات کاربری اراضی دشت کاشان در بازه زمانی ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ مورد مطالعه قرار گیرد سپس با استفاده از رابطه دو شاخص مانند Albedo و TGSi و همچنین قانون توزیع فضایی بین این دو شاخص مدل بیابان‌زایی DDI برای بازه زمانی مورد مطالعه تهیه گردد. نتایج بررسی تغییرات پوشش گیاهی نشان داد که به ترتیب با کاهش ۷/۷۵ و ۱/۸۰ درصدی اراضی بایر و مراتع، سایر کاربری‌های شوره‌زار، مناطق انسان‌ساخت و اراضی کشاورزی به ترتیب حدود ۶/۶۰، ۱/۶۱ و ۱/۴۳ درصد افزایش پیدا کنند. قرائتی جهرمی و همکاران (۱۲) در سال ۱۳۹۳ در مطالعه تغییرات کاربری اراضی دشت کاشان با استفاده از داده دور سنجی بیان کردند که این داده بخوبی تأیید کننده تغییرات کاربری در دشت کاشان است. نتایج این مطالعه استفاده نامناسب از اراضی به منظور توسعه فعالیت‌های انسانی از قبیل شهرسازی و کشاورزی را نشان می‌دهد. همچنین نتایج پژوهش نشان داد که صحت کلی و ضرب کاپا در هر کاربری بالاتر از ۹۵٪ و ۹۱٪ است که اسکندری دامنه و همکاران (۸) در نتایج مطالعه خود بیان داشتند که تهیه نقشه تغییرات کاربری با ضرب کاپا و دقت کلی بیش از ۸۷ و ۹۰ درصد نشان‌دهنده دقت کافی در طبقه‌بندی است. همچنین بررسی نقشه بیابان‌زایی سال ۲۰۰۸ نشان داد که بیشترین مساحت مربوط به کلاس متوسط و کم و بدون بیابان‌زایی بوده که حدود ۶۹ درصد از دشت کاشان را پوشش داده این در حالی است که نتایج بیابان‌زایی این دشت در سال ۲۰۲۰ بیان داشت که کلاس‌های بیابان‌زایی شدید و خیلی شدید حدود ۵۵/۴۲ درصد از منطقه را دربر گرفته‌اند. این نتایج بیانگر افزایش بیابان‌زایی و شرایط ایجاد اراضی بیابانی دشت کاشان است. وی و همکاران (۲۷) در سال ۲۰۱۸ در مطالعه بیابان‌زایی دشت مغولستان با استفاده از تصاویر لندست از رابطه Albedo-TGSi بیان کردند که حدود ۸۶/۹۹ منطقه مورد مطالعه را دربر گرفته است. همچنین نتایج مطالعه آنها نشان داد که مدل Albedo-TGSi برای مناطق با پوشش گیاهی بسیار کم و اراضی لخت صحرائی گبی مناسب‌اند. همچنین مطالعه هاشم گلوگردی و همکاران (۱۳) در سال ۱۴۰۰ وضعیت بیابانی شدن مرکز استان خوزستان با استفاده از مدل Albedo-TGSi بیان کردند که این مدل فضایی ابزاری

Commented [16]: • ارائه نتایج بدون ارجاع به فرآیند استنتاج و تحلیل داده‌ها، از جمله روابط میان متغیرها و تفسیر نتایج مدل‌های حاصل.
• عدم ارائه توضیحات کافی در مورد محدودیت‌ها و ابهامات مربوط به داده‌ها و روش‌های مورد استفاده، از جمله توضیحات در مورد دقت داده‌ها، و انتقال و تفسیر نتایج به مقیاس‌های دیگر.
• استفاده از جملات کلی و عمومی بدون ارائه اطلاعات محکم و قابل تأیید، از جمله توضیحات در مورد اثرگذاری مدل‌های حاصل بر صحت و دقت نتایج.
• عدم بررسی انتقادی از نتایج و مدل‌های استفاده شده در تحقیقات گذشته و مقایسه آن‌ها با نتایج مطالعه فعلی، که این اقدام باعث افزایش اعتبار و ارزیابی کارآمدی مدل‌ها می‌شود.
• نبود توضیحات کافی درباره معیارهای ارزیابی دقت و صحت مدل‌های حاصله، از جمله توضیحات در مورد دقت کلی، ضرب کاپا، و استفاده از ماتریس خطا برای ارزیابی نقشه‌های بیابان‌زایی.
• عدم ارجاع به استانداردها و رهنمودهای بین‌المللی مربوط به استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و بیابان‌زایی، که باعث کاهش قابلیت تطبیق مطالعه با دیگر پژوهش‌ها می‌شود.
• نبود ارجاع به تحقیقات گذشته و مطالعات مشابه در این زمینه و بررسی نقاط قوت و ضعف مدل‌های مورد استفاده، که این اقدام می‌تواند به بهبودی و پیشرفت تحقیق کمک کند.
• ارائه پیشنهادات برای تحقیقات آینده بدون ارجاع به ضرورت یا نیاز واقعی از طریق توجیهی قوی، که این امر باعث کاهش اعتبار و قابلیت اطمینان از پیشنهادات مطرح شده می‌شود.

سودمند و قوی برای استخراج اطلاعات بیابان‌زایی در اراضی بدون پوشش گیاهی یا بدون پوشش گیاهی است. از طرفی دیگر نتایج بررسی دقت و صحت نشان داد که دقت کلی و ضریب کاپا نقشه تهیه شده به ترتیب ۹۴/۹۲٪ و ۹۳/۵۲٪ است که این بیانگر دقت بالای این مدل است که مطالعه وی همکاران (۲۷) در سال ۲۰۱۸ و هاشم‌گلوگردی و همکاران (۱۳) در سال ۱۴۰۰ نیز این نتایج را تأیید می‌کنند. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که مدل‌های حاصل از شاخص‌های سنجش‌ازدور می‌تواند بیابان‌زایی حاصل از تغییرات کاربری، تغییرات اقلیم و تغییرات اقلیمی و همچنین خصوصیات بیوفیزیکی را به خوبی مشخص کند. از طرفی دیگر این مدل به راحتی می‌تواند با سرعت، با کارایی بالا و به صورت کمی بیابان‌زایی مناطق مختلف را پیش‌بینی کند. با توجه به حساس و شکننده بودن دشت کاشان و همچنین اهمیت آگاهی از فرآیند بیابان‌زایی و تخریب اراضی در این منطقه با استفاده از علم سنجش-ازدور، پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آینده از تصاویر ماهواره‌ای با پیکسل سائز کمتر مانند ماهواره سنتینل استفاده گردد و مدل‌سازی مربوطه صورت پذیرد.

منابع مورد استفاده

- 1) Amiri F, Tabatabaie T. 2022. The effect of land use change/land cover on land surface temperature in the coastal area of Bushehr. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 13(2), 130-147. doi: 10.30495/girs.2022.692349.
- 2) Aramesh M, vali A, Ranjbar A. 2022. Assessment of land cover change and desertification using remote sensing technology in north of Isfahan province (Case study: Kashan, Aran and Bidgol)., 29(2), 146-160. doi: 10.22092/ijrdr.2022.127221.
- 3) Basso F, Bove E, Dumontet S, Ferrara A, Pisante M, Quaranta G, Taberner M. 2000. Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin (Southern Italy). *Catena*, 40(1), 19-35.
- 4) Cao H, Amiraslani F, Liu J, Zhou N. 2015. Identification of dust storm source areas in West Asia using multiple environmental datasets. *Science of the Total Environment*, 502, 224-235.
- 5) Chang S, Wu B, Yan N, Davdai B, Nasanbat E. 2017. Suitability assessment of satellite-derived drought indices for Mongolian grassland. *Remote Sensing*, 9(7), 650.
- 6) Chang XL, Gao YB. 2003. Quantitative Expression in Regional Desertification Study. *Journal of Desert Research*, 23(2), 106.
- 7) Elnashar A, Zeng H, Wu B, Gebremicael TG, Marie K. 2022. Assessment of environmentally sensitive areas to desertification in the Blue Nile Basin driven by the MEDALUS-GEE framework. *Science of The Total Environment*, 815, 152925.
- 8) Eskandari H, eskandari damaneh H, Khosravi H, cheraghi M, Adeli Sardooei M. 2023. Assessment of land degradation using Landsat satellite data in the period 2011-2021 (Case Study: Isfahan county). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 14(1), 20-24. doi: 10.30495/girs.2023.686944.
- 9) Eskandari Damaneh H, Khosravi H, Habashi K, Eskandari Damaneh H, Tiefenbacher JP. 2022. The impact of land use and land cover changes on soil erosion in western Iran. *Natural Hazards*, 110(3), 2185-2205.

- 10) Eskandari Damneh H, Eskandari Damaneh H, Cheraghi M, Khosravi H, Adeli Sardooei M. 2021. The effect of land use change on the formation of heat islands using remote sensing (Case study: Kerman). *Journal of Natural Environment*, 74(3), 614-628. doi: 10.22059/jne.2022.327993.2258. (in persian).
- 11) Feng J, Ding JL, Wei WY. 2018. Research on soil salinization in Weikui Oasis based on the characteristic space of Albedo-MSAVI. *J. China Rural Water Hydropower*, 2, 147-152.
- 12) Gharaati Jahrami M, Vali A, Mousavi H, Panahi F, Khosravi H. 2013. monitoring land use changes in the Kashan Plain using remote sensing data, *International Scientific-Research Journal of Geodynamics*, vol. 4, no. 2, pp. 129. (in persian).
- 13) Hashem Geloogardi S, Vali A, Sharifi MR. 2021. Application of TGSi - Albedo feature space model in assessing of desertification status in the center of Khuzestan province. *Desert Management*, 9(3), 49-66. doi: 10.22034/jdml.2021.534364.1341. (in persian).
- 14) Jiang L, Jiapaer G, Bao A, Li Y, Guo H, Zheng G, De Maeyer P. 2019. Assessing land degradation and quantifying its drivers in the Amudarya River delta. *Ecological Indicators*, 107, 105595.
- 15) Lamchin M, Lee WK, Jeon SW, Lee JY, Song C, Piao D, Navaandorj I. 2017. Correlation between desertification and environmental variables using remote sensing techniques in Hognu Khaan, Mongolia. *Sustainability*, 9(4), 581.
- 16) Lamchin M, Lee JY, Lee WK, Lee EJ, Kim M, Lim CH, Kim SR. 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.
- 17) Liu Q, Liu G, Huang C. 2018. Monitoring desertification processes in Mongolian Plateau using MODIS tasseled cap transformation and TGSi time series. *Journal of arid land*, 10(1), 12-26.
- 18) 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.
- 19) Piña RB, Diaz-Delgado C, Mastachi-Loza CA, 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. doi:<https://doi.org/10.1080/10807039.2016.1169914>.
- 20) Qi X, Jia J, Liu H, Lin Z. 2019. Relative importance of climate change and human activities for vegetation changes on China's silk road economic belt over multiple timescales. *Catena*, 180, 224-237.
- 21) Rafei A, Danehkar A, Zandebasiri M, Bagherzadekarimi M. 2022. An analysis of the land use/land cover changes of Shadegan International Wetland in the last two decades. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 13(2), 1-19. doi: 10.30495/jnrs.2022.684329.
- 22) Reynolds JF, Grainger A, Stafford Smith DM, Bastin G, Garcia-Barrios L, Fernández RJ, Zdruli P. 2011. Scientific concepts for an integrated analysis of desertification. *Land degradation & development*, 22(2), 166-183.
- 23) Robinove CJ, PS Chavez Jr, Gehring D, Holmgren R. 1981. Arid land monitoring using Landsat albedo difference images. *Remote Sensing of Environment*, 11, 133-156.
- 24) Rui Z, Yongxiang Z, Shifeng Z. 2010. The application of spatial information technology in modern flood and disasters control. In *The 2nd International Conference on Information Science and Engineering* (pp. 6994-6997). IEEE.
- 25) Vendruscolo J, Perez Marin AM, dos Santos Felix E, Ferreira KR, Cavalheiro WC, Fernandes IM. 2021. Monitoring desertification in semiarid Brazil: using the desertification degree index (DDI). *Land Degradation & Development*, 32(2), 684-698.
- 26) Verstraete MM, Pinty B. 1996. Designing optimal spectral indexes for remote sensing applications. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 34(5), 1254-1265.
- 27) 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.
- 28) Wessels KJ, Van Den Bergh F, Scholes RJ. 2012. Limits to detectability of land degradation by trend analysis of vegetation index data. *Remote sensing of Environment*, 125, 10-22.
- 29) Yu X, Zhuo Y, Liu H, Wang Q, Wen L, Li Z, Wang L. 2020. Degree of desertification based on normalized landscape index of sandy lands in inner Mongolia, China. *Global Ecology and Conservation*, 23, e01132.

- 30) Zeng YN, Feng Z, Xiang N. 2006. Albedo-NDVI space and remote sensing synthesis index models for desertification monitoring. *Scientia Geographica Sinica*, 26(1), 75.
- 31) Zolfaqhari F, Abdulahi V. 2022. Determining the intensity of desertification based on spectral indices using Sentinel-2 images) Study area: Sistan and Baluchistan Province, *Journal of Remote Sensing and Geographical Information System in Natural Resources*, 108-126 :(1)13.

Quantitative evaluation of desertification in Kashan plain using indicators obtained from satellite images

Zahra Eslamian¹, Fatemeh Panahi^{2*}, Abbasali Vali³, Sayed Hojjat Mousavi⁴

1. PhD Student in Combating Desertification, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran.
2. Assistant Professor Department of Combating desertification, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran.
3. Associate Professor Department of Combating desertification, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran.
4. Assistant Professor Department of Geography and Tourism, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran.

*Corresponding author e-mail address: fpanahi@kashanu.ac.ir

Abstract

Desertification is a worldwide environmental problem. Remote sensing data and techniques provide significant information for desertification mapping and assessment. In order to investigate the desertification of Kashan plain first, land use maps for 2008 and 2020 were prepared using Landsat satellite images 5 and 8. Then, using the data of satellite images, TGSi indices (surface soil grain size index) and Albedo data (ground surface albedo) were prepared, then the DDI desertification map of Albedo-TGSi space models was created and the accuracy of these maps was checked. Barren lands and pastures have decreased by 7.75% and 1.80%, respectively, while salt marshes, man-made areas, and agricultural lands have increased by 6.60%, 1.61%, and 1.43%, respectively. Examining the overall accuracy and kappa coefficient of the land use map showed that these indicators are 95% and 0.91 for 2008 and 96 and 0.94 for 2020, respectively. Also, the study of the desertification map of 2008 showed that the largest area was related to the medium and low class and without desertification, which covered about 69% of the Kashan plain. Meanwhile, the results of desertification in 2020 stated that severe and very severe desertification classes have covered about 55.42% of the area of this region. These results indicate the increase in desertification and the conditions for the creation of desert lands in the Kashan Plain. The validation results showed that the overall accuracy and kappa coefficient of the prepared map is 94.92% and 93.52%, respectively. While the Albedo-TGSi model is suitable for areas with relatively low vegetation cover. This study provides a technical reference for studying the desertification of different regions.

Keywords: Desertification, Remote Sensing, Modeling, Kashan Plain.

Commented [IV]: زیرنویس شود

Commented [18]: Here are some proofreading suggestions for your abstract:

** 1. Consistency in tense**: Ensure consistency in the tense used throughout the abstract. For example, the sentence "Desertification is a worldwide environmental problem" is in present tense, while the sentence "Barren lands and pastures have decreased" is in past tense. It's better to maintain consistency, perhaps by using present tense throughout since you're discussing general facts and findings.

** 2. Clarity and Conciseness**: Some sentences can be simplified for clarity and conciseness. For example, "Then, using the data of satellite images, TGSi indices (surface soil grain size index) and Albedo data (ground surface albedo) were prepared" can be simplified to "TGSi and Albedo data were derived from satellite images".

** 3. Precision in Numbers**: Ensure precision when presenting numerical data. For instance, instead of "Barren lands and pastures have decreased by 7.75% and 1.80%, respectively," you can specify the units or provide exact numbers if available. For example, "The area of barren lands decreased by 7.75% from 2008 to 2020".

** 4. Punctuation**: Ensure consistency in punctuation throughout the abstract. For example, use commas consistently in lists, such as "salt marshes, man-made areas, and agricultural lands".

** 5. Clarification of Acronyms**: Expand acronyms like "DDI" on first mention for clarity.

** 6. Language Clarity**: Ensure that complex terms or concepts are explained or simplified for a wider audience.

** 7. Keywords consistency**: Ensure consistency in the format of keywords. For example, "Remote Sensing" is capitalized, but "modeling" is not. It's better to maintain uniformity.

Here's the revised abstract incorporating these suggestions:

Abstract

ارزیابی کمی بیابانزایی در دشت کاشان با استفاده از شاخص‌های حاصل از

تصاویر ماهواره‌ای

طرح مسئله:

بیابانزایی یک فرآیند پیچیده است که حاصل از تعامل بین عوامل محیطی و انسانی است. این پدیده را می‌توان به نوعی فرآیند تخریب زمین تعریف کرد که اغلب در مناطق خشک، نیمه‌خشک و تا حدی مناطق نیمه‌مرطوب رخ می‌دهد. این پدیده مناطق بسیار وسیعی از جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و می‌تواند باعث از دست دادن غیرقابل برگشت تولید زمین شود. این پدیده مخرب یکی از جدی‌ترین مسائل زیست‌محیطی و اجتماعی-اقتصادی در مقیاس جهانی محسوب می‌شود و توجه جهانی را به خود جلب کرده است. بیابانزایی را می‌توان با روش‌های مختلفی ارزیابی کرد، به عنوان مثال، با مشاهده و اندازه‌گیری مستقیم، مدل‌های ریاضی و با استفاده از شاخص‌های حاصل از سنجش‌ازدور (RS) محاسبه کرد. با توسعه سریع فناوری سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به همراه سیستم موقعیت‌یابی جهان RUI این ارزیابی با دقت و سرعت بالایی انجام می‌شود. با گسترش علم سنجش‌ازدور در سطح جهان تحقیقات در مورد پایش بیابانزایی رونق یافت. در ابتدا، محققان از تخریب اراضی که توسط شاخص‌های پوشش گیاهی منعکس می‌شود برای نشان دادن بیابانزایی استفاده کردند.

هدف:

با توجه به تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی اخیر در دشت کاشان هدف از مطالعه حاضر برآورد بیابانزایی دشت کاشان با استفاده از مدل فضایی Albedo-TGSI است. برای تعیین کمیت فرآیند بیابانزایی بسیاری از مطالعات مفهوم درجه بیابانزایی را

معرفی کردند. در این مطالعات تلاش شده است تا با استفاده از بررسی تغییرات پوشش سطحی زمین در گذر زمان به بررسی بیابان زایی و درجه بیابان‌زایی بپردازند.

روش تحقیق:

دشت کاشان در دامنه کوه‌های کرکس و حاشیه کویر مرکزی ایران در حدود ۲۴۰ کیلومتری جنوب تهران و بین طول‌های جغرافیائی ۵۱/۵۴ و ۵۱/۰۵ و عرض‌های ۳۳/۴۵ و ۳۴/۲۳ قرار دارد. دشت کاشان، به وسعت ۶۹۹۸۳۷ هکتار، شهر کاشان و بخش مرکزی آن و شهر آران و بیدگل و همه بخش‌های آن و اراضی کشاورزی واقع در دشت را شامل می‌شود. حداکثر ارتفاع دشت کاشان از سطح دریا ۳۵۵۶ متر در قسمت حاشیه غربی دشت و حداقل ارتفاع آن ۷۵۳ متر در حاشیه کویر است.

در این مطالعه از داده‌های سنجنش از دوری ماهواره لندست برای بررسی، فرآیندهای بیابان‌زایی و محاسبه شاخص‌های مورد مطالعه در بازه زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۰ استفاده شد. تصاویر ماهواره لندست ۵ و ۸ به ترتیب برای سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ از سایت زمین شناسی آمریکا (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) تهیه شدند. پس از اعمال پیش پردازش‌های لازم نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی برای دشت کاشان در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ با استفاده از روش حداکثر احتمال در نرم افزار ENVI5.3 تهیه گردید در نهایت نقشه کاربری در ۵ کلاس اراضی بایر، مراتع، شوره‌زار، اراضی کشاورزی و مناطق انسان‌ساخت تهیه گردید. پس از بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش حداکثر احتمال شاخص‌های NDVI، TGSi، Albedo و تهیه شدند. این شاخص‌ها را با استفاده از داده‌های باندهای قرمز، مادون قرمز نزدیک، آبی، سبز و باند مادون قرمز کوتاه محاسبه گردید. سپس با استفاده از شاخص DDI بیابان زایی به پنج سطح تقسیم گردید که این پنج سطح بیابان‌زایی عبارتند از: بیابان‌زایی شدید، بیابان‌زایی زیاد، بیابان‌زایی متوسط، بیابان‌زایی کم و بدون بیابان‌زایی روش طبقه‌بندی شکست طبیعی جنکس بر اساس گروه‌بندی طبیعی ذاتی داده‌ها است و طبقه آن در موقعیتی تنظیم می‌شود که مقادیر داده‌ها نسبتاً متفاوت هستند. این روش هر نوع موقعیت طبقه‌بندی را محاسبه می‌کند و به طور خودکار وضعیت طبقه‌بندی را با حداقل مقادیر واریانس انتخاب می‌کند تا به نتیجه طبقه‌بندی بهینه دست یابد. در نهایت ارزیابی دقت و مقایسه مدل DDI و داده‌های واقعی برای تأیید صحت مدل سال ۲۰۲۰، به طور میانگین برای هر کلاس با استفاده از روش مورد مطالعه هاشم گلوگردی و همکاران در سال ۱۴۰۰ در سراسر دشت کاشان انتخاب شد. سپس، نقاط تأیید با تفسیر بصری بر اساس تصاویر رنگی و واقعی لندست ۸ و نقشه گوگل ارث تفسیر شدند. در نهایت، ماتریس خطا، دقت کلی و همچنین ضریب کاپا را به دست آمد.

نتایج و بحث:

نتایج حاصل از تغییر کاربری نشان داد که اراضی بایر و مراتع به ترتیب کاهش ۷/۷۵ و ۱/۸۰ درصدی داشته این درحالی است که شوره‌زار، مناطق انسان‌ساخت و اراضی کشاورزی به ترتیب حدود ۶/۶۰، ۱/۶۱ و ۱/۴۳ درصد افزایش نشان داده است. همچنین بررسی نقشه بیابان‌زایی سال ۲۰۰۸ نشان داد که بیشترین مساحت مربوط به کلاس متوسط و کم و بدون بیابان‌زایی بوده که حدود ۶۹ درصد از دشت کاشان را پوشش داده است. این درحالی است که نتایج بیابان‌زایی این دشت در سال ۲۰۲۰ بیان داشت که کلاس‌های بیابان‌زایی شدید و خیلی شدید حدود ۵۵/۴۲ درصد از منطقه را دربر گرفته‌اند. این نتایج بیانگر افزایش بیابان‌زایی و شرایط ایجاد اراضی بیابانی دشت کاشان است. بررسی صحت کلی و ضریب کاپا نقشه کاربری اراضی نشان داد که این شاخص‌ها برای

سال ۲۰۰۸ به ترتیب ۹۵٪ و ۹۱٪ و برای سال ۲۰۲۰ نیز ۹۶ و ۹۴٪ است. درحالی که مدل Albedo-TGSI برای مناطق با پوشش گیاهی نسبتاً کم مناسب است.

نتیجه گیری:

برای تعیین کمیت فرآیند بیابانزایی بسیاری از مطالعات مفهوم درجه بیابانزایی را معرفی کردند. در این مطالعات تلاش شده است تا با استفاده از بررسی تغییرات پوشش سطحی زمین در گذر زمان به بررسی بیابانزایی و درجه بیابانزایی بپردازند. از این رو در این پژوهش برای بررسی بیابانزایی و درجات آن سعی گردید با استفاده از آرشئو تصاویر ماهواره‌ای لندست تغییرات کاربری اراضی دشت کاشان در بازه زمانی ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ مورد مطالعه قرار گیرد سپس با استفاده از رابطه دو شاخص مانند Albedo و TGSI و همچنین قانون توزیع فضایی بین این دو شاخص مدل بیابانزایی DDI برای بازه زمانی مورد مطالعه تهیه گردد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که مدل‌های حاصل از شاخص‌های سنجش‌ازدور می‌تواند بیابانزایی حاصل از تغییرات کاربری، تغییرات اقلیمی و همچنین خصوصیات بیوفیزیکی را به خوبی مشخص کند. از طرفی دیگر این مدل به راحتی می‌تواند با سرعت، با کارایی بالا و به صورت کمی بیابانزایی مناطق مختلف را پیش‌بینی کند. در انتها می‌توان پیشنهاد کرد که با توجه به حساس و شکننده بودن دشت کاشان و همچنین اهمیت آگاهی از فرآیند بیابانزایی و تخریب اراضی در این منطقه با استفاده از علم سنجش‌ازدور، پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آینده از تصاویر ماهواره‌ای با پیکسل سایز کمتر مانند ماهواره سنتینل استفاده گردد و مدل‌سازی مربوطه صورت پذیرد.

واژگان کلیدی: بیابانزایی، سنجش‌ازدور، مدل‌سازی، دشت کاشان.

Quantitative evaluation of desertification in Kashan plain using indicators obtained from satellite images

Statement of the Problem: Desertification is a complex process resulting from the interaction between environmental and human factors; this phenomenon can be defined as a land degradation process that often occurs in dry, semi-arid and partially humid areas. This phenomenon affects extensive regions of the world and can cause irreversible loss of land production; this destructive phenomenon is considered one of the most severe environmental and socio-economic issues on a global scale and has attracted international attention. Desertification can be evaluated by different methods, for example, by direct observation and measurement, mathematical models and calculated using indices derived from remote sensing (RS). With the rapid development of remote sensing technology, geographic information system, and Rui's global positioning system, There are assessments quickly and accurately. Research on desertification monitoring has flourished with the spread of remote sensing science worldwide. Initially, researchers used land degradation reflected by vegetation indices to indicate desertification.

Purpose: This study uses the Albedo-TGSI spatial model to estimate the desertification of Kashan Plain based on recent climate changes and human activity. Many studies have introduced the concept of desertification degree to quantify the desertification process. This study aimed to examine how desertification has evolved over time and how much desertification has taken place.

Deleted

Commented [19]: Here are some proofreading suggestions for your text:

Consistency in Tense: Ensure consistency in the tense used throughout the text. For instance, the phrase "Desertification is a complex process" is in present tense, while other parts of the text are in past tense. It's better to maintain consistency in tense usage.

Clarity and Conciseness: Some sentences are lengthy and could be simplified for clarity and conciseness. For example, "Research on desertification monitoring has flourished with the spread of remote sensing science worldwide" could be simplified to "Research on desertification monitoring has increased with the global adoption of remote sensing".

Precision in Numbers: Ensure precision when presenting numerical data. For example, instead of "barren lands and pastures decreased by 75.7 and 80.1 per cent," you can specify the units or provide exact numbers if available. For example, "The area of barren lands decreased by 75.7%".

Punctuation: Ensure consistency in punctuation throughout the text. For instance, use commas consistently in lists and after introductory phrases.

Acronym Clarification: Expand acronyms like "DDI" on first mention for clarity.

Language Clarity: Ensure that complex terms or concepts are explained or simplified for a wider audience.

Keywords consistency: Ensure consistency in the format of keywords. For example, "Remote Sensing" is capitalized, but "Modeling" is not. It's better to maintain uniformity.

Grammar: Some sentences may require restructuring for clarity or grammatical correctness.

Here's the revised text incorporating these suggestions:

...

Methodology: Kashan Plain is located in the foothills of the Karaks Mountains and the edge of the central desert of Iran, about 240 km south of Tehran, between the longitudes of 51.54 and 51.05 and latitudes of 33.45 and 34.23. Kashan Plain, with an area of 699,837 hectares, includes the city of Kashan and its central part, the cities of Aran and Bidgol and all its parts and the agricultural lands located in the plain. The maximum height of Kashan plain from the sea level is 3556 meters on the western edge of the plain and the minimum height is 753 meters on the edge of the desert.

The present study used Landsat satellite data to calculate desertification indicators and study desertification processes from 2008 to 2020. Landsat 5 and 8 satellite images for 2008 and 2020 were obtained from the United States Geological Survey. (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). After applying the necessary pre-processing, the land use classification map for Kashan Plain in 2008 and 2020 was prepared using the maximum likelihood method in ENVI5.3 software. Finally, a land use map was prepared in 5 classes of barren lands, pastures, salt marshes, agricultural lands and manufactured areas. After examining land use changes, NDVI, TGSI and Albedo indices were prepared using the maximum likelihood method. After examining land use changes, NDVI, TGSI and Albedo indices were prepared using the maximum likelihood method. These indices were calculated using the data of red, near-infrared, blue, green and short infrared bands. Then, using the DDI index, desertification was divided into five levels, and these five levels of desertification are: severe desertification, high desertification, moderate desertification, low desertification, and no desertification. The Natural Breaks Jenks classification method is based on the inherent natural grouping of data, and its class is set in a situation where the data values are relatively different. This method calculates each type of classification position and automatically selects the classification position with the minimum variance values to achieve the optimal classification result. and finally evaluating the accuracy and comparing the DDI model and real data to verify the accuracy of the 2020 model. We calculated each class's average for each class using the method studied by Hashem Glougerdi et al. in 1400 throughout the Kashan Plain. Then, the verification points were interpreted by visual interpretation based on real colour Landsat 8 images and Google Earth map. Finally, the error matrix, the overall accuracy and also the Kappa coefficient were obtained.

Results and discussion: The results of the change of use showed that barren lands and pastures decreased by 75.7 and 80.1 per cent, respectively. In contrast, salt marshes, manufactured areas, and agricultural lands decreased by 60.6, 61.1, and 43.1, respectively. The percentage has shown an increase. Also, the study of the desertification map of 2008 showed that the most significant area was related to the medium and low. No desertification class covered about 69% of the Kashan plain, while the desertification results of this plain in 2020 stated that the desertification classes were severe and very. They cover approximately 55.42% of the region. These results indicate the increase in desertification and the conditions for creating desert lands in the Kashan Plain. The land use map's overall accuracy and Kappa coefficient showed that these indicators are 95% and 0.91 for 2008 and 96 and 94% for 2020, respectively. At the same time, the Albedo-TGSI model is suitable for areas with relatively low vegetation cover.

Conclusion: To quantify the desertification process, many studies introduced the concept of degree of desertification. In these studies, an attempt has been made to investigate desertification and the degree of desertification by examining the changes in land surface cover over time. Therefore, in this research, in order to investigate desertification and its degrees, it was tried to study the land use changes of Kashan Plain between 2008 and 2020 by using the Landsat satellite image archive, then by using the relationship between two indices such as Albedo and TGSI, as well as the distribution law. A space between these two indicators of the DDI desertification model should be prepared for the studied time period. In general, it can be concluded that the models obtained from remote sensing indicators can reasonably determine the desertification resulting from land use, climate, and biophysical characteristics. On the other hand, this model can easily monitor the desertification of different areas quickly, with high efficiency and quantitatively. In the end, it can be suggested that due to the sensitivity and fragility of the Kashan plain and also the importance of knowing about the process of desertification and land degradation in this region using remote sensing, it is suggested to use satellite images with smaller pixel size in future research. It should be used like the Sentinel satellite and the corresponding modeling should be done.

Keywords: Desertification, Remote Sensing, Modeling, Kashan Plain.