

## ارزیابی روند تغییرات بیابان‌زایی در کاربری‌های مختلف حوضه گاوخونی با استفاده از روش تحلیل بردار تغییر

سمانه باقری<sup>۱</sup>، غلامرضا زهتابیان<sup>۲</sup>، حسن خسروی<sup>۳\*</sup>، اسماعیل حیدری علمدارلو<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۸

### چکیده

بیابان‌زایی یکی از بزرگ‌ترین تهدیدهای حال حاضر در سراسر دنیاست که در اثر عوامل اقلیمی و فعالیت‌های انسانی در حال گسترش است. در این راستا، ارزیابی بیابان‌زایی برای مدیریت عرصه‌هایی که در معرض بهره‌برداری نادرست و تخریب قرار دارند، امری ضروری است. در پژوهش حاضر با استفاده از روش تحلیل بردار تغییر به بررسی تغییرات شدت بیابان‌زایی در کاربری‌های مختلف حوضه گاوخونی پرداخته شد. بدین منظور در گوگل ارث انجین از محصولات سنجنده مودیس، MOD09A1 در بازه زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ و ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹ برای ماه‌های خرداد و تیر استفاده شد. سپس شاخص‌های EVI و BSI برای هر دو بازه زمانی محاسبه و به صورت جداگانه میانگین‌گیری شد. سپس با استفاده از این دو شاخص و روش تحلیل بردار تغییر، به تعیین بزرگی تغییرات و جهت تغییرات بیابان‌زایی پرداخته شد. همچنین از محصول MCD12Q1 و استاندارد IGBP برای ارزیابی پوشش سطح زمین و کاربری اراضی استفاده شد. نتایج نشان داد که ۳۶/۵۲٪ از نواحی از نظر بیابان‌زایی در وضعیت احیا قرار دارد و ۲۹/۱۴٪ دچار تخریب شده و ۳۴/۳۴٪ از منطقه مورد مطالعه دچار تغییر نشده است. همچنین در شمال و بخش‌هایی از جنوب غرب، شدت احیا متوسط بوده و در غرب و شمال غرب احیا به شدت افزایش یافته است به طوری که مناطق مرکزی تا جنوب غرب از شدت تخریب بیشتری برخوردارند. این در حالی است که شرق و جنوب منطقه مطالعاتی در اثر خشک شدن تالاب گاوخونی دچار تخریب متوسط شده است. لذا می‌توان با تمرکز بر روی احیای تالاب و در اختیار قرار دادن حقایق طبیعی، میزان تخریب در نواحی اطراف تالاب را به طور قابل توجهی کاهش داد.

**کلیدواژه‌ها:** احیا، تخریب، سنجنش از دور، شاخص پوشش گیاهی، شاخص خاک لخت، شدت تغییرات، جهت تغییرات.

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت و کنترل بیابان، گروه احیا و مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲. استاد، گروه احیا و مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳. دانشیار گروه احیا و مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، نویسنده مسئول، hakhosravi@ut.ac.ir

۴. پسادکتری، گروه احیا مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

\* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران است.

## مقدمه

کاهش توان بیولوژیک در اکوسیستم مناطق فراخشک، خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب بر اثر تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی را بیابان‌زایی گویند (زو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۹). بیابان‌زایی یکی از بزرگ‌ترین تهدیدهای حال حاضر در سراسر دنیاست که به علت ترکیبی از عوامل مستقیم از جمله تغییر کاربری اراضی، تغییرات پوشش اراضی و تغییرات آب‌وهوایی و عوامل غیرمستقیم مانند فشار جمعیت، شرایط اقتصادی-اجتماعی، اکولوژیکی-اجتماعی، تعاملات بین انسان و طبیعت، سیاست مدیریت زمین و... رخ می‌دهد و از نظر زمان و مکان می‌تواند شدت متفاوتی داشته باشد (گیچنجه<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۹). تخریب طبیعی و انسانی در کشورهایی مانند ایران که در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده‌اند، به دلیل محدودیت منابع آب، خاک و پوشش گیاهی اثرات منفی بیشتری داشته و حتی می‌تواند به بحرانی جدی تبدیل شود. از پیامدهای پدیده بیابان‌زایی می‌توان به هجوم ماسه‌های روان، افت کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی، کاهش حاصلخیزی خاک، افزایش حساسیت اراضی به فرسایش، نشست زمین، شور شدن اراضی و... اشاره کرد (فیضی و همکاران، ۲۰۱۴).

بنابراین در شرایط فعلی ارزیابی علمی، قابل تکرار و سیستماتیک بیابان‌زایی امری ضروری است زیرا وقوع این مسئله بر امنیت غذایی، برنامه‌های کمک‌های بین‌المللی، توسعه ملی اقتصادی و راهبردهای حفاظت از منابع طبیعی اثر می‌گذارد (مسعودی و همکاران، ۲۰۱۵). در کشور ایران که ۸۵٪ اراضی آن در اقلیم خشک، نیمه‌خشک و فراخشک قرار دارد و با توجه به رشد یک‌درصدی سالیانه بیابان‌زایی و گسترش روزافزون آن، یافتن روش‌های ارزیابی این پدیده و علل ایجاد آن در قالب مدل‌های ارزیابی وضعیت گذشته، فعلی و پیش‌بینی روند آن بیش از پیش از اهمیت برخوردار است. در حقیقت امروزه بررسی تغییرات مکانی و زمانی تخریب سرزمین و بیابان‌زایی به منظور ارزیابی و پایش مستمر آن‌ها برای مدیریت و بهره‌برداری صحیح از منابع پایه محیطی، امری اجتناب‌ناپذیر است. در این میان

فناوری سنجش از دور که مبتنی بر تهیه اطلاعات مکانی در فواصل مشخص زمانی توسط هواپیماها و ماهواره‌هاست، نقش بسیار ارزنده‌ای در ارزیابی و پایش تخریب سرزمین و بیابان‌زایی در مقیاس‌های محلی، منطقه‌ای و جهانی دارد (رحیمی و همکاران، ۲۰۱۳). داده‌های سنجش از دور به دلیل یکپارچه و وسیع بودن، تنوع طیفی، تهیه پوشش‌های تکراری و ارزان بودن، در مقایسه با سایر روش‌های گردآوری اطلاعات از قابلیت‌های ویژه‌ای برخوردار است و امروزه اولین عامل در مطالعه سطح زمین و عوامل تشکیل دهنده آن محسوب می‌شود. تشخیص تغییرات (CD<sup>۳</sup>) فرایندی است که تغییرات فضایی پدیده‌های مختلف حاصل از عوامل طبیعی و انسانی را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه ارزیابی می‌کند (بهاوانی<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۸). این فرایند شامل روش‌های مختلفی مانند الگوریتم گرام-اشمیت<sup>۵</sup> (GS)، تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی (PCA<sup>۶</sup>)، روش پارامتر بیوفیزیکی، تحلیل بردار تغییر (CVA<sup>۷</sup>) و... می‌باشد. در میان تمام تکنیک‌های جبری تشخیص تغییرات، روش تحلیل بردار تغییر توانایی ارائه اطلاعات تغییر طیفی را از نظر اندازه تغییر و جهت تغییر فراهم می‌کند و یک روش مؤثر برای تشخیص و توصیف تغییرات پوشش زمین است (سیوکو<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۰۲). تاکنون در جهان، مطالعات متعددی با استفاده از روش تحلیل بردار تغییر در زمینه‌های ارزیابی تخریب سرزمین، بیابان‌زایی تغییرات پوشش گیاهی و... صورت گرفته که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره شده است.

در پژوهشی از چندین روش تشخیص تغییرات از جمله تحلیل بردار تغییر برای پایش بیابان‌زایی در یک منطقه نیمه‌خشک در مکزیک استفاده شد. نتایج مطالعات نشان داد که ۴۹٪ منطقه در معرض بیابان‌زایی قرار دارد به طوری که ۵٪/۵ منطقه دارای شدت بیابان‌زایی بسیار شدید، ۱۰٪/۹ بیابان‌زایی شدید، ۱۸٪/۹ بیابان‌زایی متوسط و ۱۳٪/۷ دارای شدت بیابان‌زایی کم است (بسریل پینا<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۶). در

3. Change Detection
4. Bhavani
5. Gram-Schmidt Algorithm
6. Principal Component Analysis
7. Change Vector Analysis
8. Civco
9. Becerril-Piña

1. Xu
2. Gichenje

سرشاخه‌های دو رودخانه دجله و فرات و حاشیه این رودخانه‌ها طی ۱۱ سال، تغییرات پوشش گیاهی قابل توجه است که می‌تواند نشان‌دهنده کاهش نزولات جوی در حوضه‌های این دو رودخانه و آب‌دهی آن‌ها باشد (فرج‌زاده و کاووسی، ۲۰۱۴). در تحقیقی به بررسی تأثیر شاخص‌های طیفی مختلف بر عملکرد تجزیه و تحلیل بردار تغییر به‌منظور تشخیص تغییرات پوشش زمین در جزیره کرت یونان در دو بازه زمانی ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ و ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ پرداخته شد. مجموعه‌ای از شاخص‌ها مانند NDVI بر روی تصاویر ماهواره‌ای لندست ثبت شده در سال‌های ۱۹۹۹، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۹ برآورد شد. پس از تجزیه و تحلیل بردار تغییر برای پنج ترکیب شاخص مختلف که منجر به تغییر نسبی نتایج می‌شود، استفاده شد. ارزیابی این خروجی‌ها نسبت به نقشه‌های دقیق پوشش زمین تولیدشده توسط طبقه‌بندی نظارت‌شده بر تصاویر فوق انجام شد. نتایج حاصل از دو دوره بررسی شده نشان داد که پنج ترکیب شاخص از نظر شاخص کاپا و صحت کلی نتایج مطلوبی را ارائه می‌دهند. همچنین در میان ترکیبات مختلف، استفاده از ترکیب NDVI-albedo برای ارائه نتایج از برتری بیشتری برخوردار است (پلیکرتیس<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۲۰).

حوضه گاوخونی به‌عنوان یکی از حوضه‌های فرعی ایران محسوب می‌شود و اقلیم خشک در این ناحیه حاکم است. دلایل متعددی از جمله تغییرات اقلیمی، کاهش میزان نزولات جوی، نایک‌نواختی بارش، افزایش دما و فعالیت‌های انسانی مانند برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و به‌دنبال آن کاهش کیفیت و کمیت منابع آب زیرزمینی باعث وقوع و گسترش پدیده تخریب سرزمین در این حوضه شده است. همچنین وسعت زمین‌های شور و بایر در حوضه رو به افزایش است درحالی‌که از وسعت زمین‌های کشاورزی به‌طور چشمگیری کاسته می‌شود. لذا با توجه به اهمیت تعیین شدت بیابان‌زایی در مناطق مختلف ایران و ارزیابی روش‌های بررسی تغییرات شدت بیابان‌زایی، هدف از پژوهش حاضر ارزیابی بیابان‌زایی با استفاده از روش تحلیل بردار تغییر در کاربری‌های مختلف حوضه گاوخونی می‌باشد.

تحقیقی با استفاده از روش تحلیل بردار تغییر به ارزیابی ریسک بیابان‌زایی در جنوب غربی رومانی طی دوره ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۱ پرداخته شد. نتایج نشان داد که عوامل انسانی و اقلیمی هر دو در بیابان‌زایی منطقه مورد نظر تأثیرگذار است (لامچین<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۶). در مطالعه‌ای برای خشتی‌سازی تخریب سرزمین، به بررسی روند پوشش زمین و بهره‌وری زمین در اوکراین پرداخته شد؛ نتایج نشان داد که روش یادگیری ماشینی در تهیه نقشه‌های پوشش زمین با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ m برای دهه ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ از کارایی بالایی برخوردار است (کوسول<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). طی پژوهشی با استفاده از روش تجزیه و تحلیل بردار تغییر و تصاویر ماهواره‌ای Landsat (TM) به تجزیه و تحلیل خطر بیابان‌زایی در جنوب غربی رومانی در دوره زمانی ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۱ پرداخته شد. در این مطالعه از شاخص NDVI<sup>۳</sup>، BSI<sup>۴</sup> و روش آشکارسازی بردار تغییرات استفاده شد. با استفاده از ترکیب NDVI-albedo، نتایج نشان داد که ۵۳٪ از سطح آنالیزشده در طبقه شدید خطر بیابان‌زایی، ۳/۹۳٪ در طبقه زیاد، ۸/۷۲٪ در طبقه متوسط و ۱۱/۹۸٪ در طبقه کم قرار دارد و عوامل انسانی همچون تخریب سیستم آبیاری، جنگل‌زدایی، تخریب کمربندهای جنگلی، تکه تکه شدن زمین‌های کشاورزی و مدیریت ناکارآمد آن و عوامل اقلیمی همچون افزایش دما، خشکسالی مکرر و طولانی‌مدت و کاهش میزان بارندگی نیروهای محرک خطر بیابان‌زایی هستند (وروونسی<sup>۵</sup>، ۲۰۱۷). در تحقیقی با استفاده از روش تحلیل بردار تغییر به نظارت بر احیا اراضی تخریبی بعد از اجرای طرح‌های احیایی پوشش گیاهی در کشور چین پرداخته شد. نتایج تحقیق نشان داد که احیای پوشش گیاهی از سال ۲۰۰۳ به بعد در پی اجرای طرح‌های احیایی کاملاً مشهود است (شاوو<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۸). طی مطالعه‌ای با استفاده از روش رگرسیون خطی و تحلیل بردار تغییر به ارزیابی و تحلیل روند تغییرات پوشش گیاهی در کانون طوفان‌های گردوغبار غرب ایران پرداخته شد. نتایج تحقیقات نشان داد که در

1. Lamchin
2. Kussul
3. Normalized Difference Vegetation Index
4. Bare Soil Index
5. Vorovencii
6. Shao

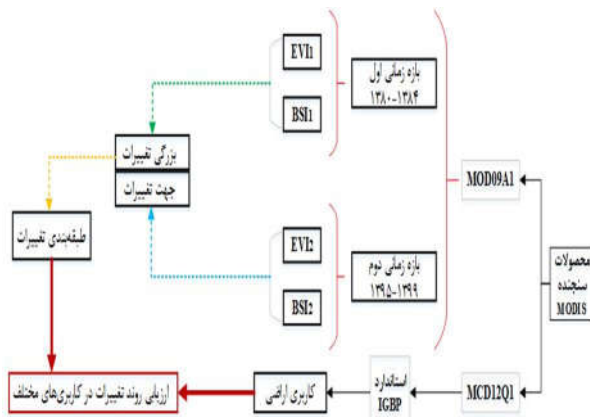
## مواد و روش‌ها

## معرفی منطقه مورد مطالعه

حوضه گاوخونی با مساحت  $4134 \text{ km}^2$  میان رشته کوه زاگرس و ارتفاعات مرکزی ایران قرار دارد و بین طول‌های جغرافیایی  $50^\circ$  و  $53^\circ$  و  $24'$  شرقی و عرض‌های جغرافیایی  $31^\circ$  و  $11'$  تا  $33^\circ$  و  $42'$  شمالی واقع شده است.  $78/7\%$  از این حوضه در استان اصفهان و مابقی در استان‌های چهارمحال و بختیاری، یزد و فارس قرار گرفته است (شکل ۱). رود اصلی این حوضه، زاینده رود است که از ارتفاعات زردکوه سرچشمه می‌گیرد و در نهایت به تالاب گاوخونی می‌ریزد. در این حوضه متوسط بارش  $89 \text{ mm}$  و دمای متوسط  $16/4^\circ \text{C}$  گزارش شده و دارای آب‌وهوای معتدل و خشک است (عطایی و فنایی، ۲۰۱۳).

## روش تحقیق

هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی بیابان‌زایی با استفاده از روش تحلیل بردار تغییر در کاربری‌های مختلف حوضه گاوخونی است. در ادامه به شمای کلی از روش تحقیق اشاره شده است (شکل ۲).

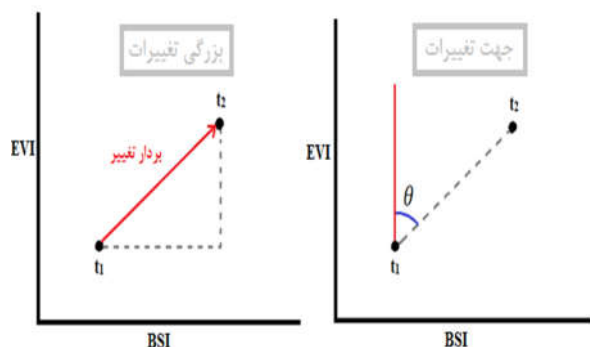


شکل (۲): شمای کلی روش تحقیق

Figure (2): Outline of research method

در پژوهش حاضر، برای تعیین تغییرات بیابان‌زایی در حوضه گاوخونی بر اساس طبقه‌بندی توسط الگوریتم، از روش تحلیل بردار تغییر (CVA) استفاده شد. روش تحلیل بردار تغییر، یک روش مؤثر برای تشخیص و توصیف تغییرات پوشش زمین است (خیری و همکاران، ۲۰۱۵).

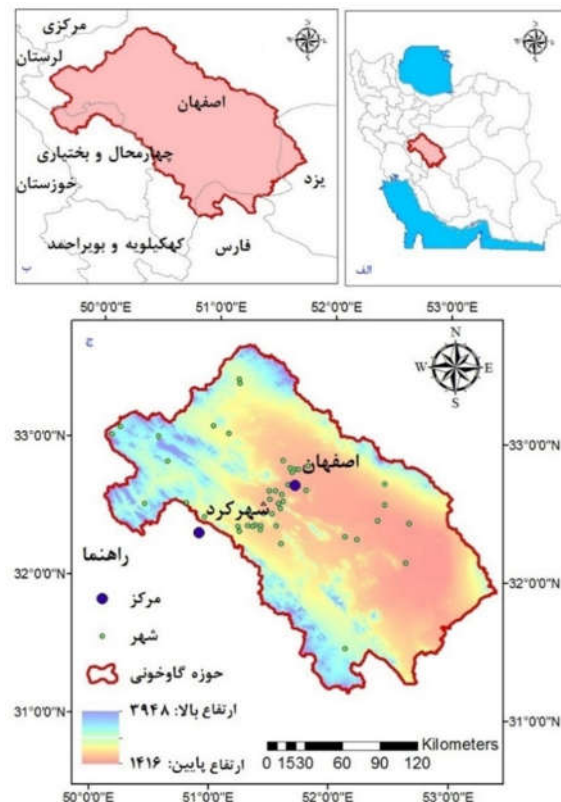
CVA یک تکنیک چندمتغیره برای تجزیه و تحلیل پیکسل به پیکسل باندها یا شاخص‌های طیفی است که با قرار دادن آن‌ها بر روی دو محور یک صفحه دکارتی به دست می‌آید و می‌تواند تغییرات بین دو زمان مختلف را ارزیابی کند (داولبایت و مراری، ۲۰۱۲). نتیجه به‌کارگیری این روش، تولید دو مؤلفه بزرگی تغییرات و جهت تغییرات است (شکل ۳).



شکل (۳): روش تحلیل بردار تغییر

Figure (3): Change vector analysis method

در مناطق خشک، تخریب خاک و پوشش گیاهی که نتیجه عوامل محیطی و فعالیت‌های انسانی هستند، معادل بیابان‌زایی در نظر گرفته شد. لذا برای ارزیابی شدت بیابان‌زایی با استفاده از



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Figure (1): Geographical location of the study area

در روابط بالا  $EVI_1$  و  $EVI_2$  به ترتیب دوره زمانی اول و دوم و  $BSI_1$  و  $BSI_2$  به ترتیب دوره زمانی اول و دوم هستند.  $M$  بزرگی و شدت تغییرات بیابان‌زایی و  $\tan\theta$  شیب تغییرات است.  $\theta$  جهت تغییرات را نشان می‌دهد به طوری که اگر بین  $90^\circ$  و  $180^\circ$  بود، افزایش پوشش گیاهی یا رشد دوباره منظور گردید و اگر بین  $270^\circ$  تا  $360^\circ$  بود، افزایش خاک لخت یا تخریب محسوب شد. در نهایت اگر زوایای  $\theta$  تا  $0^\circ$  و  $90^\circ$  و  $180^\circ$  تا  $270^\circ$  شد، پایداری وضعیت یا بدون تغییرات افزایشی یا کاهش در پوشش گیاهی یا خاک لخت لحاظ شد. به عبارت دیگر قسمت‌هایی که  $\tan\theta$  دارای مقادیر مثبت بود، وضعیت بدون تغییر در نظر گرفته شد. در صورتی که  $\tan\theta$  و اختلاف  $EVI$  دو دوره زمانی هر دو منفی بودند منطقه در معرض تخریب در نظر گرفته شد و اگر  $\tan\theta$  منفی و اختلاف  $EVI$  دو دوره زمانی مثبت بود، منطقه احیا در نظر گرفته شد. سپس هرکدام از مناطق تخریب و احیا با استفاده از روش شکست طبیعی<sup>۲</sup> به سه کلاس طبقه‌بندی گردید تا توزیع داده‌ها در طول هر دامنه از یکنواختی بیشتر برخوردار باشد (جدول ۱).

جدول (۱): وضعیت جهت تغییرات بیابان‌زایی

Table (1): Status of desertification changes direction

وضعیت تغییرات	زاویه $\theta$	طبقه
احیا	بین $90^\circ$ و $180^\circ$	اول
تخریب	بین $270^\circ$ تا $360^\circ$	دوم
پایداری وضعیت	بین $0^\circ$ تا $90^\circ$	سوم
پایداری وضعیت	بین $180^\circ$ تا $270^\circ$	

### کاربری اراضی

در پژوهش حاضر، برای ارزیابی کاربری اراضی از محصول  $MCD12Q1$  با قدرت تفکیک زمانی سالانه و قدرت تفکیک مکانی  $500\text{ m}$  سنجنده مودیس به عنوان محصول شبکه‌ای Level-3 در سیستم تصویر سینوسی استفاده شد. این محصول شامل ۱۳ لایه برای ارزیابی کاربری اراضی (Land Use) است. در پژوهش حاضر از استاندارد  $IGBP^3$  برای ارزیابی پوشش سطح زمین و کاربری اراضی استفاده شد (جدول ۲).

روش تحلیل بردار تغییر از دو شاخص  $EVI$  و  $BSI$  استفاده شد. شاخص  $EVI$  به عنوان معرفی پارامترهای گیاهی مثل زیست‌توده سبز منظور گردید. همچنین برای ارزیابی فرایندهای بیابان‌زایی در معیار خاک مورد استفاده قرار گرفت. بعد از انتخاب شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی بیابان‌زایی، ابتدا محصولات سنجنده مودیس، MOD09A1 در بازه زمانی ۰۴ تا  $1384$  و  $1395$  تا  $1399$  برای ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر استفاده شد. به دلیل کاهش اثرات ترسالی‌ها و خشکسالی‌های مقطعی در زمان اوج پوشش گیاهی منطقه، برای هر دو دوره به صورت جداگانه میانگین‌گیری صورت گرفت. سپس با استفاده از روابط (۱) و (۲) شاخص‌های  $EVI$  و  $BSI$  هر دو دوره زمانی محاسبه شد.

$$EVI = \frac{NIR-R}{NIR+C1 \times R - C2 \times B + L} (1 + L) \quad (1)$$

$$BSI = \frac{(SWIR+R)-(NIR+B)}{(SWIR+R)+(NIR+B)} \times 100 + 100 \quad (2)$$

در رابطه (۱)  $NIR$ ، بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک،  $R$  بازتاب در باند قرمز،  $B$  بازتاب در باند آبی،  $L$  برابر ۱،  $C1$  برابر ۶ و  $C2$  برابر  $7/5$  است. در واقع  $EVI$  یک  $NDVI$  تغییر یافته است که در آن فاکتور تنظیم خاک ( $L$ ) و دو ضریب  $C1$  و  $C2$  لحاظ می‌شود. شاخص  $EVI$  بین ۱ و -۱ می‌باشد و هرچه به +۱ نزدیک‌تر باشد، پوشش گیاهی منطقه بیشتر است.  $EVI$  به دست آمده از محصول MOD09A1 سنجنده مودیس با قدرت تفکیک مکانی  $500\text{ m}$  و تفکیک زمانی ۸ روز برای دو بازه زمانی  $1380$  تا  $1384$  و  $1395$  تا  $1399$  استفاده شد. در رابطه (۲)  $NIR$ ، مادون قرمز نزدیک،  $R$  باند قرمز و  $SWIR$  باند مادون قرمز موج کوتاه است. شاخص  $BSI$  بین ۰ تا ۲۰۰ متغیر است که هرچه به صفر نزدیک‌تر شد، خاک دارای پوشش گیاهی است و هرچه به ۲۰۰ نزدیک‌تر شد، خاک لخت‌تر و بایرتر منظور شد. در مرحله بعد با استفاده از تغییرات  $EVI$  و  $BSI$  به تعیین بزرگی تغییرات (رابطه ۳) و نیز تعیین جهت تغییرات بیابان‌زایی (رابطه ۴) بر مبنای روش تحلیل بردار تغییر پرداخته شد.

$$M = \sqrt{(EVI_2 - EVI_1)^2 + (BSI_2 - BSI_1)^2} \quad (3)$$

$$\tan\theta = \frac{(BSI_2 - BSI_1)}{EVI_2 - EVI_1} \quad (4)$$

2. Natural Break Method

3. International Geosphere-Biosphere Programme

1. Enhanced Vegetation Index

جدول (۲): واحدهای پوشش و کاربری اراضی IGBP

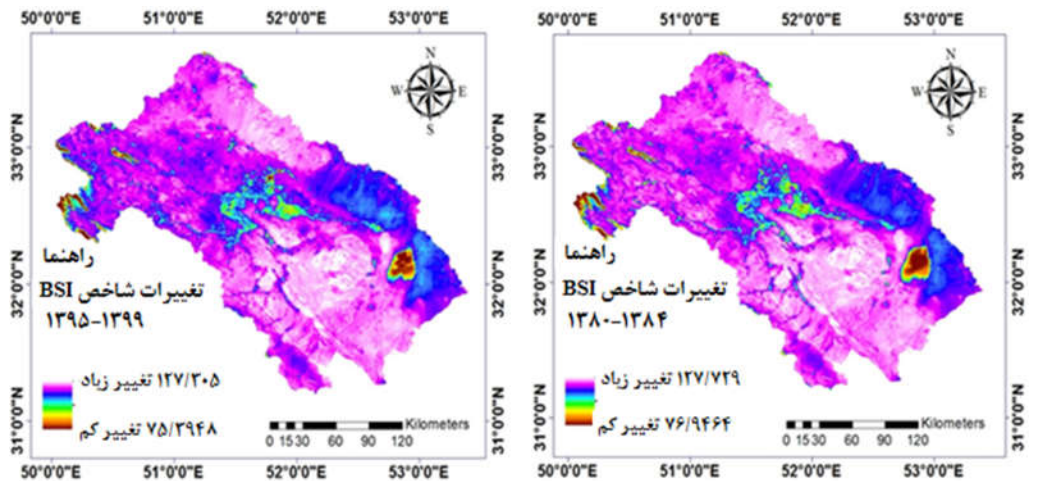
Table (2): Units of land cover & land use of IGBP

توضیحات	کلاس
اراضی با پوشش گیاهی چوبی کمتر از ۲ m و پوشش درختچه‌ای ۱۰ تا ۶۰٪ شاخ و برگ درختچه می‌تواند همیشه سبز یا برگ‌ریز باشد.	بوته‌زارهای غیرمترک
اراضی با سیستم علفی و سایر زیر طبقه و تاج پوشش جنگل بین ۱۰ تا ۳۰٪ ارتفاع پوشش جنگل از ۲ m بیشتر است.	پوشش مشجر
اراضی با انواع پوشش علفی. پوشش درخت و درختچه کمتر از ۱۰٪ است.	علفزارها
اراضی پوشیده از محصولات کشاورزی	اراضی زراعی
اراضی پوشیده از ساختمان‌ها و سایر سازه‌های ساخته‌شده توسط بشر	اراضی مسکونی
اراضی با خاک، شن، سنگ که هرگز در هر دوره از سال بیش از ۱۰٪ پوشش گیاهی ندارند.	اراضی بایر

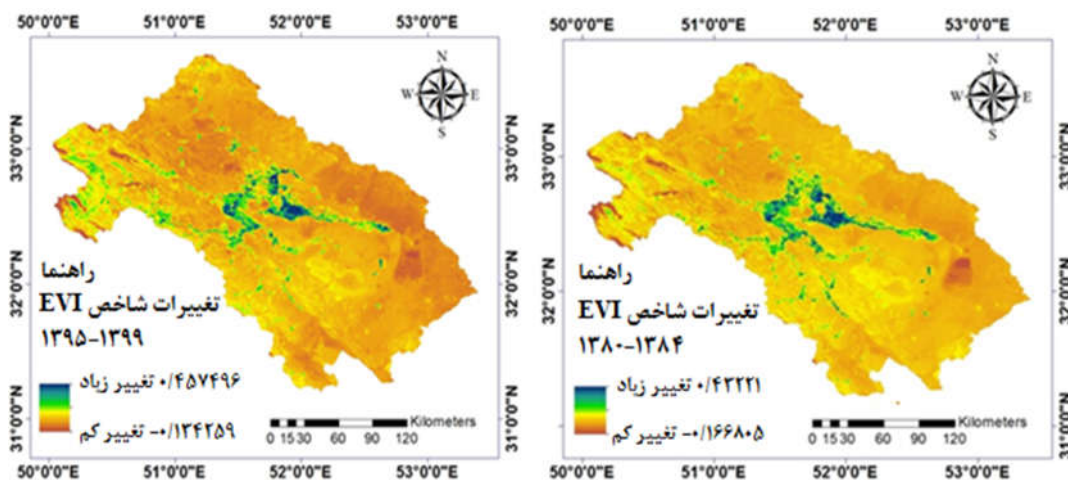
نتایج

نتایج تغییرات شاخص BSI، بین دو دوره زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ و ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹ نشان داد که در بازه زمانی دوم، مقادیر شاخص BSI در نواحی مرکزی، غرب، شمال غرب، شرق و جنوب شرق کاهش یافته است (شکل ۵).

نتایج مربوط به تغییرات شاخص EVI نشان داد که در بازه زمانی دوم، مقادیر این شاخص در نواحی غرب و شمال غرب منطقه افزایش یافته است. در مقابل نواحی شرق، جنوب و جنوب شرق با کاهش شاخص EVI مواجه شده است (شکل ۶).



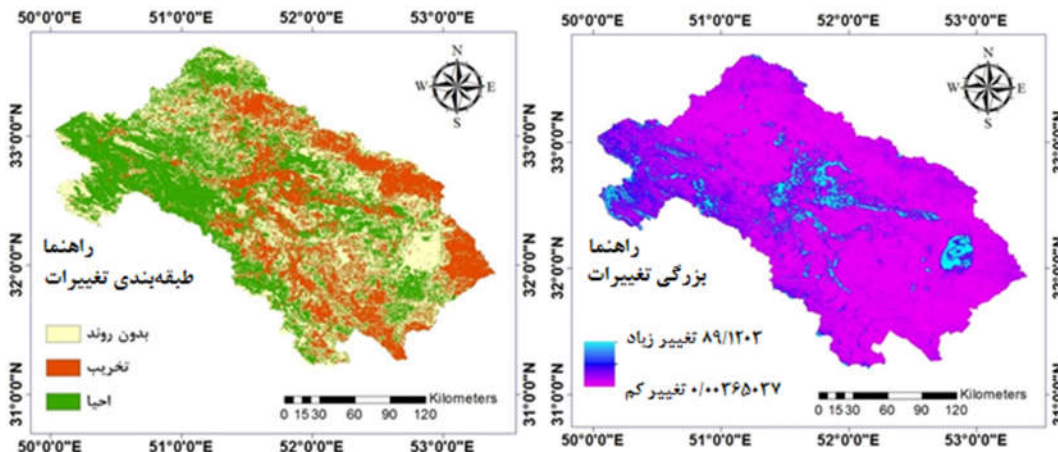
شکل (۵): تغییرات شاخص BSI برای بازه‌های زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ و ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۹  
Figure (5): Changes in BSI index for the periods of 2001-2005 and 2016-2020



شکل (۶): تغییرات شاخص EVI برای بازه‌های زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ و ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹  
Figure (6): EVI index changes for the periods 2001-2005 and 2016-2020

شدت تخریب در نواحی مرکزی، جنوب، شرق، جنوب شرقی و شمال شرقی منطقه بیشتر از سایر مناطق بود. این در حالی است که در نواحی شمالی، شمال غرب و جنوب غرب احیا رخ داده است (شکل ۷).

نتایج حاصل از بزرگی تغییرات بیابان‌زایی نشان داد که مقادیر بزرگی تغییرات در برخی از نواحی مرکزی، غرب، جنوب غرب و جنوب شرق نسبت به سایر منطقه بیشتر بوده است. لذا این تغییرات ممکن است به دلیل احیا یا تخریب در منطقه مورد مطالعه صورت گرفته باشد و نتایج برای تغییرات بیابان‌زایی نشان داد که

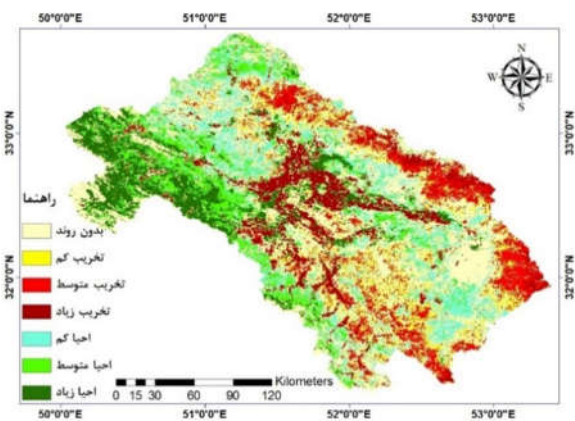


شکل (۷): بزرگی و جهت تغییرات بیابان‌زایی

Figure (7): The magnitude and direction of desertification changes

مناطق مرکزی تا جنوب غرب منطقه از شدت تخریب بیشتری برخوردارند. این در حالی است که در نواحی شمال و بخش‌هایی از جنوب غرب منطقه شدت احیا متوسط بوده و در غرب و شمال غرب احیا به شدت افزایش یافته است (شکل ۹).

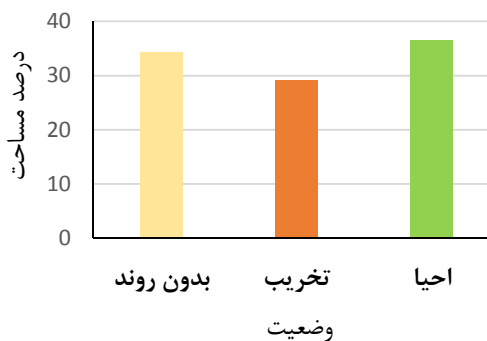
نتایج نمودار تغییر مساحت وضعیت‌های تخریب (کاهش پوشش گیاهی)، احیا (افزایش پوشش گیاهی) و بدون تغییر نشان داد که ۳۶/۵۲٪ از نواحی در وضعیت احیا قرار دارند و ۲۹/۱۴٪ دچار تخریب شده است در حالی که ۳۴/۳۴٪ از منطقه مورد مطالعه در دوره‌های زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ و ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹ دچار تغییر نشده‌اند (شکل ۸).



شکل (۹): وضعیت‌های مختلف احیا و تخریب

Figure (9): Different situations of rehabilitation and destruction

نتایج مربوط به نمودار درصد مساحت کلاس‌های مختلف وضعیت منطقه مورد مطالعه نشان داد که از میان مناطقی که در وضعیت احیا قرار دارند، کلاس احیا کم با وسعت ۱۴/۱۵ بیشترین درصد مساحت را به خود اختصاص داده، در حالی که



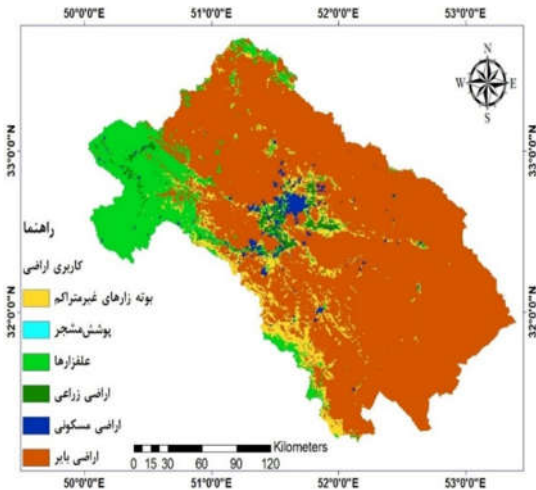
شکل (۸): درصد مساحت کلاس‌های مختلف

Figure (8): The percentage of different classes

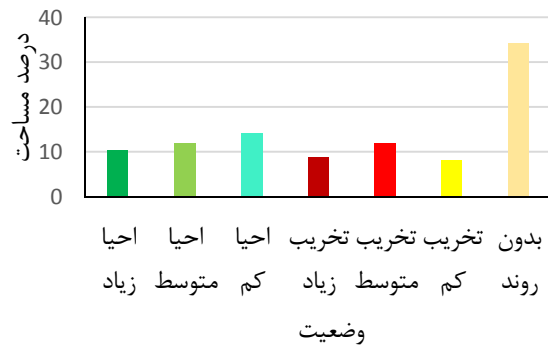
نتایج حاصل از تغییرات کلی منطقه مورد نظر و نیز شدت و جهت تغییرات نشان داد که شمال شرق، شرق، جنوب شرق و جنوب منطقه مطالعاتی دچار تخریب متوسط شده است. از طرفی

۱۲/۰۴ و ۱۰/۳۱٪ از مساحت حوضه به ترتیب در کلاس احیا متوسط و زیاد قرار گرفته است. همچنین در مناطقی که دچار تخریب شده‌اند، ۱۲/۰۲٪ به عنوان بیشترین مساحت مربوط به کلاس تخریب متوسط شد و کلاس تخریب کم و زیاد به ترتیب خود اختصاص داده است (شکل ۱۰).

۸/۲۴ و ۸/۹۱٪ از منطقه مورد مطالعه را در بر گرفت، در حالی که ۳۴/۳۳٪ از کل منطقه مورد نظر، از لحاظ وضعیت بیابان‌زایی بدون تغییر بوده و بیشترین درصد مساحت از کل حوضه را به خود اختصاص داده است (شکل ۱۱).



شکل (۱۱): نقشه کاربری/پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه  
Figure (11): Land use map / land cover of the study area



شکل (۱۰): درصد مساحت وضعیت‌های مختلف  
Figure (10): Percentage of different situations

نتایج حاصل از نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه نشان داد که علفزارها در نواحی غرب و شمال غرب منطقه و اراضی زراعی و مسکونی در نواحی مرکزی و اراضی بایر در بخش وسیعی از شرق، شمال و جنوب منطقه واقع شده است. همچنین بوته‌زارهای غیرمترکم به‌طور پراکنده در مرکز و جنوب غرب منطقه مطالعاتی قرار دارد (شکل ۱۱). نتایج درصد مساحت شدت و جهت تغییرات در هر کاربری

ارضی منطقه مورد مطالعه نشان داد که ۴۲٪ از اراضی زراعی در وضعیت تخریب شدید قرار گرفته‌اند. بیشترین درصد مساحت از کلاس احیای شدید متعلق به علفزارها می‌باشد که معادل ۵/۴۰٪ است. در حالی که ۲۸/۵٪ از اراضی بایر در کلاس وضعیت بدون روند قرار گرفته است. همچنین نتایج حاکی از آن است که ۱/۸۸٪ از بوته‌زارهای غیرمترکم و ۰/۳۶٪ از اراضی مسکونی با تخریب شدید مواجه شده‌اند (جدول ۳).

جدول (۳): درصد مساحت شدت و جهت تغییرات در هر کاربری اراضی و کل منطقه مطالعاتی

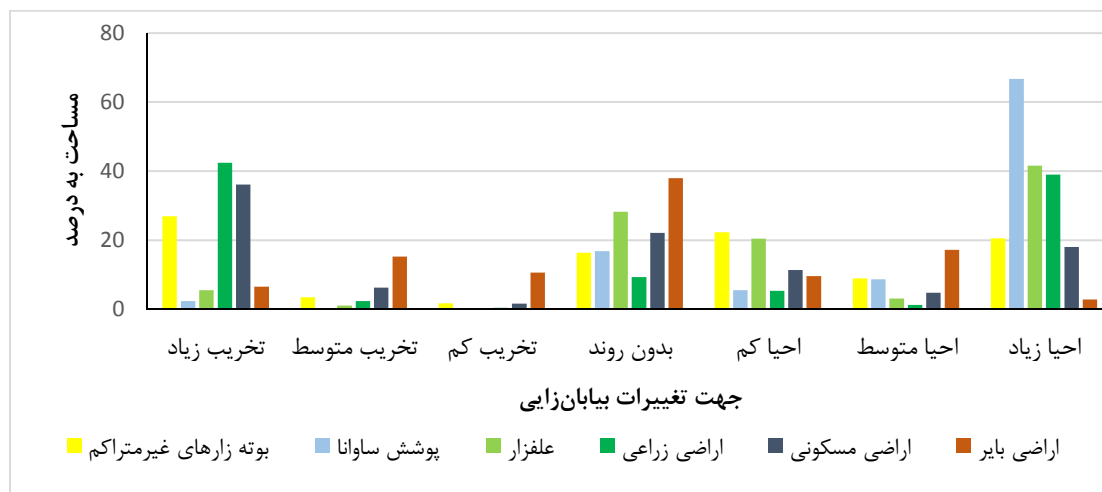
Table (3): Percentage of area, intensity and direction of changes in each land use and in case study

کلاس کاربری	درصد تخریب کم		تخریب متوسط		تخریب زیاد		بدون روند		احیا کم		احیا متوسط		احیا زیاد	
	درصد منطقه	درصد کاربری	درصد منطقه	درصد کاربری	درصد منطقه	درصد کاربری	درصد منطقه	درصد کاربری	درصد منطقه	درصد کاربری	درصد منطقه	درصد کاربری	درصد منطقه	درصد کاربری
بوته‌زارهای غیرمترکم	۱/۷	۰/۱۱	۳/۴	۰/۲۳	۲۶/۹	۱/۸۸	۱۶/۳	۱/۱۴	۲۲/۳	۱/۵۶	۸/۹	۰/۶۲	۲۰/۵	۱/۴۳
پوشش مشجر	۰	۰	۰	۰	۲/۳	۰	۱۶/۸	۰	۵/۵	۰	۸/۶	۰	۶۶/۷	۰
علفزار	۰/۲	۰/۰۲	۱	۰/۱۳	۵/۵	۰/۷۱	۲۸/۲	۳/۶۶	۲۰/۴	۲/۶۵	۳/۱	۰/۴۰	۴۱/۶	۵/۴۰
ارضی زراعی	۰/۴	۰	۲/۳	۰/۰۲	۴۲/۴	۰/۴۲	۹/۳	۰/۰۹	۵/۳	۰/۰۵	۱/۲	۰/۰۱	۳۹	۰/۳۹
ارضی مسکونی	۱/۶	۰/۰۱	۶/۲	۰/۰۶	۳۶/۱	۰/۳۶	۲۲/۱	۰/۲۲	۱۱/۳	۰/۱۱	۴/۷	۰/۰۴	۱۸	۰/۱۸
ارضی بایر	۱۰/۶	۷/۹۵	۱۵/۲	۱۱/۴	۶/۵	۴/۸۷	۳۸	۲۸/۵	۹/۶	۵/۱۷	۱۷/۲	۱۲/۹	۲/۱	۲/۱



از لحاظ وضعیت بیابان‌زایی کمتر دستخوش تخریب شده و در حالت بدون روند بوده است. از طرفی، اراضی زراعی در این بازه زمانی به شدت دچار تخریب شده ولی در بعضی از نقاط احیای قابل ملاحظه در اراضی زراعی به چشم خورده است. بوته‌زارهای غیرمتراکم نیز از نظر وضعیت در کلاس تخریب شدید قرار گرفته است (شکل ۱۲).

نتایج حاصل از بررسی میزان شدت و جهت تغییرات در کاربری‌های اراضی مختلف منطقه مورد نظر نشان داد که از میان کاربری‌های نام‌برده، پوشش مشجر از نظر وضعیت بیابان‌زایی در کلاس احیای شدید، بیشترین درصد مساحت را در بر داشته است. همچنین علفزارها در دو بازه زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ و ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹ در وضعیت‌های بدون روند و احیای کم، بیشترین درصد مساحت را داشته‌اند. در این میان اراضی بایر در بازه زمانی مذکور



شکل (۱۲): میزان شدت و جهت تغییرات در کاربری‌های اراضی مختلف

Figure (12): The intensity and direction of changes in different land uses

در کلاس وضعیت احیای متوسط و شدید واقع شوند. اگرچه این مناطق در ارتفاعات بالایی از سطح دریا هستند و همین عامل سبب شده تا کمتر دستخوش تخریب و تغییرات قرار گیرند. از طرفی شمال غرب تا جنوب غرب حوضه گاوخونی در مجاورت سلسله‌جبال زاگرس واقع شده است و به دلیل شرایط اقلیمی مساعد، وفور بارش، وجود خاک مرطوب، بالا بودن رطوبت نسبی هوا، فعالیت‌های کشاورزی این مناطق از پوشش گیاهی مناسبی برخوردارند و امکان احیا شدن پوشش گیاهی در این مناطق بالاست. از این‌رو در تحقیقی به این موضوع اشاره شده است که ارتفاعات رشته‌کوه زاگرس به دلیل بارش مناسب از پوشش گیاهی قابل قبولی برخوردار است و کمتر تحت تأثیر تخریب و خشکسالی قرار می‌گیرند (هادیان و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین وجود سد زاینده‌رود در شمال غرب حوضه سبب شده تا پوشش گیاهی به آب کافی دسترسی داشته باشد و احیا صورت گیرد. شایان ذکر است که وجود کارخانه ذوب‌آهن اصفهان و فولاد مبارکه با ایجاد آلودگی زیست‌محیطی سبب شده تا بخشی

## بحث و نتیجه‌گیری

امروزه پدیده بیابان‌زایی یکی از بحران‌های اکولوژیکی جهان به شمار می‌آید. از این‌رو درک و شناخت صحیح از عوامل و فرایندهای بیابانی شدن در مقیاس منطقه‌ای و جهانی لازم و ضروری است. در پژوهش حاضر با هدف ارزیابی بیابان‌زایی در کاربری‌های مختلف حوضه گاوخونی، از روش تحلیل بردار تغییر استفاده شد. تکنیک چندمتغیره CVA برای تجزیه و تحلیل پیکسل به پیکسل باندها یا شاخص‌های طیفی استفاده شد که با قرار دادن کمیت پیکسل‌ها بر روی دو محور صفحه دکارتی به دست آمد و تغییرات بین دو زمان مختلف را ارزیابی کرد (داولبایت و مراری، ۲۰۱۲). در نتیجه به‌کارگیری این روش، دو مؤلفه بزرگی تغییرات و جهت تغییرات تولید شد (شکل ۳).

نتایج حاصل از بررسی دو شاخص BSI و EVI در دو بازه زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ و ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹ نشان داد که وجود علفزارها، اراضی زراعی و بوته‌زارهای غیرمتراکم باعث شده تا نواحی شمال، شمال غرب، غرب و جنوب غرب منطقه مورد نظر

از غرب حوضه گاوخونی در کلاس وضعیت تخریب شدید قرار گیرد. در پژوهشی به این موضوع اشاره شده است که ورود پساب کارخانه و پسماندهای فاضلاب باعث آلودگی آب زاینده رود و خاک منطقه شده؛ در نتیجه طبیعی است که بیابان‌زایی و تخریب در اطراف کارخانه ذوب آهن و فولاد مبارکه افزایش یابد (کشکولیان و همکاران، ۲۰۱۹).

از طرفی شمال شرق، شرق، جنوب شرق و جنوب منطقه به دلیل وجود اراضی بایر در کلاس تخریب متوسط و شدید واقع شده‌اند؛ این نواحی در ارتفاع بالاتری از دریا قرار دارند. همچنین در این نواحی خشکسالی هواشناسی نیز افزایش یافته است. از طرفی تالاب گاوخونی در جنوب شرق حوضه مورد نظر قرار دارد و مدتی است که به دلیل تغییرات اقلیمی و گرمایش زمین، خشکسالی، برداشت‌های بی‌رویه و غیرقانونی در بالادست، کاهش آب ورودی و تأمین نشدن حبابه‌های طبیعی حیات تالاب به خطر افتاده است. از طرفی شرق حوضه در فلات مرکزی واقع شده و تحت تأثیر دشت لوت قرار دارد و دچار تخریب متوسط شده است. نتایج بررسی‌ها در زمینه ارزیابی بیابان‌زایی جنوب اصفهان نشان داد که تالاب گاوخونی، شرق و جنوب شرق حوضه گاوخونی دچار بیابان‌زایی شده و اراضی بایر رو به افزایش هستند و پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که تا سال ۲۰۲۴ اراضی شور و بیابانی، جایگزین تالاب گاوخونی و اراضی بایر خواهند شد (حلبیان و سلطانیان، ۲۰۱۶)؛ که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همچنین در تحقیقی به این مطلب اشاره شده است که متوسط دمای حوضه گاوخونی طی بازه زمانی ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۰ روند افزایشی داشته، در نتیجه خشکسالی‌ها تشدید یافته و از وسعت تالاب گاوخونی کاسته شده است (عطایی و فنایی، ۲۰۱۳).

برخی از نواحی مرکزی حوضه که در پلایاها و ارتفاع پایینی از سطح دریا واقع شده‌اند، از لحاظ وضعیت بیابان‌زایی در کلاس احیای شدید قرار گرفته‌اند. وجود زاینده رود و رودشتین در این قسمت باعث شده تا دسترسی به آب مورد نیاز برای مصارف کشاورزی افزایش یابد و اراضی زراعی و بوته‌زارهای غیرمترکم در این نواحی توسعه یابند. اما بیشتر

نواحی مرکزی در کلاس وضعیت تخریب شدید قرار گرفته‌اند. از دلایل مهم آن می‌توان به خشک شدن زاینده رود طی بحران آبی دهه اخیر، افت شدید سطح آب زیرزمینی، کاهش آب‌دهی سایر چشمه‌ها، چاه‌ها، قنات و رودخانه‌های استان اصفهان اشاره کرد. این عوامل سبب شد تا سطح زیر کشت انواع محصولات زراعی و باغی هر ساله نسبت به قبل کاهش یابد و بخش وسیعی از اراضی کشاورزی و مزارع به اراضی بایر تبدیل شوند (بصیرپور و مقدس، ۲۰۱۶). همچنین افزایش تغییر کاربری در بخش‌های مرکزی حوضه باعث شده تا این نواحی از لحاظ بیابان‌زایی دچار تخریب شدید شوند (قدیمی و همکاران، ۲۰۱۸). لذا روش تحلیل بردار تغییر توانسته به خوبی این موضوع را نشان دهد (بسریل پینا و همکاران، ۲۰۱۶).

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که به‌طور کلی در نواحی غرب و شمال غرب حوضه گاوخونی، پوشش گیاهی در اثر فعالیت‌های زراعی و کشت و کار جایگزین خاک لخت شده است و این نواحی در وضعیت احیا قرار دارند، در حالی که شرق و مرکز حوضه گاوخونی در وضعیت تخریب و بیابان‌زایی واقع شده است. پدیده بیابان‌زایی در حوضه گاوخونی تحت تأثیر عوامل محیطی و فعالیت‌های انسانی در حال گسترش است. به دنبال این پدیده، وسعت اراضی شور و بایر در حوضه گاوخونی رو به افزایش است و از سوی دیگر، وسعت زمین‌های کشاورزی به‌طور چشمگیری در حال کاهش. در این راستا، ارزیابی بیابان‌زایی به‌منظور مدیریت عرصه‌هایی که در معرض بهره‌برداری نادرست و تخریب قرار دارند، امری ضروری است. از طرفی تالاب گاوخونی به‌عنوان یکی از اکوسیستم‌های طبیعی استان اصفهان محسوب می‌شود و در توسعه پایدار منطقه نقش بسزایی دارد. همچنین با فراهم کردن آب و قابلیت زادآوری اولیه، نقش مهمی را در بقای گونه‌های گیاهی و جانوری ایفا می‌کند. اما در سال‌های اخیر، حیات تالاب گاوخونی به دلیل سیاست‌های اشتباه در مدیریت منابع آب، وقوع خشکسالی‌های مداوم، کاهش شدید آب و ورود آلاینده‌ها و فاضلاب‌ها به خطر افتاده است. لذا ادامه این روند می‌تواند تالاب گاوخونی را به کانون تولید گردوغبار

حوضه‌های دیگر جهت ارزیابی پدیده بیابان‌زایی استفاده شود تا بتوان بهتر و دقیق‌تر در مورد توانایی مدل مذکور در زمینه پایش بیابان‌زایی قضاوت کرد. همچنین می‌توان برای بررسی پوشش گیاهی و خاک منطقه، شاخص‌های دیگری را جایگزین دو شاخص EVI و BSI کرد.

تبدیل کند و تا شعاع زیادی را تحت‌تأثیر قرار دهد. لذا در جهت کاهش اثرات بیابان‌زایی، بایستی به موضوع احیای تالاب گاوخونی توجه بیشتری معطوف گردد و حبابه تالاب تأمین شود. همچنین پیشنهاد می‌شود از مدل تحلیل بردار تغییر در

## منابع

- Ataiee, H. and Fanaei, R., 2013. Identifying the trend of monthly and annual changes in the average temperature of Gavkhoni catchment during the statistical period of 1961-2010. *Wetland Ecobiology*, 5(17), 31-46. (in Farsi).
- Basirpour, A. and Moghadas, M., 2016. Challenges and problems of water supply in the agricultural sector of Isfahan province and Zayandehrud basin. *National Congress of Irrigation and Drainage of Iran*, (2). (in Farsi).
- Becerril-Piña, R., Díaz-Delgado, C., Mastachi-Loza, C.A. and 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.
- Bhavani, M., Hanifar Sangeetha, V., Kalaivani, K., Ulagapriya, K. and Saritha, A., 2018. Change detection algorithm for multi-temporal satellite images: A review, *Engineering and Technology (UAE)*, 7(2), 206-209.
- Civco, D.L., Hurd, J.D., Wilson, E.H., Song, M. and Zhang, Z., 2002. A Comparison of Land Use and Land Cover Change Detection Methods. *American Congress on Surveying & Mapping – American Society for Photogrammetry and Remote Sensing 2002 Annual Conference Proceedings*, 22-26.
- Dawelbait, M. and Morari, F., 2012. Monitoring desertification in a Savannah region in Sudan using Landsat images and spectral mixture analysis. *Arid Environment*, 80, 45-55.
- Faizi, Z., Mashhadi, N., Mohebzadeh, F. and Nouraei, Z., 2014. Land Degradation. *Fourth International Conference on Environmental Challenges and Tree Botany*, Sari, <https://civilica.com/doc/788372>. (in Farsi).
- Farajzadeh, M. and Kavousi, M., 2014. Evaluation and analysis of vegetation change trends using linear regression and change vector analysis (CVA) methods; Case Study: Dust Storms Center of Western Iran, *Geography and Environmental Planning*, 25(4), 69-82. (in Farsi).
- Ghadimi, A.R., Papzen, A. and Amini, A., 2018. Investigation of the trend of agricultural land use change and its impact on the components of sustainable development (Case study: Zayandehrud basin of Isfahan province). *Agricultural Extension and Education Research*, 11(3), 41-58. (in Farsi).
- Gichenje, H., Pinto-Correia, T. and Godinho, S., 2019. An analysis of the drivers that affect greening and browning trends in the context of pursuing land degradation-neutrality. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 15, 100251.
- Hadiyan, F., Jaefari, R., Boshra, H. and Soltani, S., 2013. Monitoring the effect of rainfall on vegetation changes using remote sensing techniques over a 12-year period (Case study: Semirom and Lordegan). *Rangeland and Watershed Management*, 66(4), 621-632. (in Farsi).
- Halabian, A.H. and Soltanian, M., 2016. Evaluation and forecasting of desertification changes in the east and south of Isfahan with CA-Markov model. *Spatial Analysis of Environmental Hazards*, 3(4), 71-88. (in Farsi).
- Kashkoulia, E., Sheikholeslami, A. and Naghavi, M., 2019. Environmental Impact Evaluation of Isfahan Steel Company and Preventive Strategies: A Case Study. *Bioethics Journal*, 9(33), 55-63. (in Farsi).
- Kheiry, M.A., Csaplovic, E. and Mahmoud, T.E., 2015. Change Vector Analysis for Analyzing and Mapping Desertification Processes in Arid and Semi-arid Region, North Kordofan State, Sudan. *American Association for Science and Technology*, 2(6), 2375-3803.
- Kussul, N., Kolotii, A., Shelestov, A., Yailymov, B. and Lavreniuk, M., 2017. Land degradation estimation from global and national satellite based datasets within UN program. *LEEE*, 17320251.
- Lamchin, M., Lee, J.Y., Lee, W.K., Lee, E.J., Kim, M., C.H., Lim, Choi, H.A. and 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.
- Masoudi, M., Vahedi, M., Nematollahi, A. and Fallah Shamsi, R., 2015. Comparison of land degradation in two semi-wet to wet areas (Sepidan city) and dry (Lamerd city) in Fars province based on the proposed RALDE model. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 22 (4): 820- 802. (in Farsi).
- Shao, Q., Shi, Y., Xiang, Z., Shao, H., Xian, W., Peng, P. and Li, Q., 2018. Monitoring the Grassland Change in the Qinghai-Tibetan Plateau: A Case Study on Aba County. *Journal of the*

- Indian Society of Remote Sensing, 46(4): 569-580.
19. Polykretis, Ch., Grillakis, M.G. and Dimitrios, D.A., 2020. Exploring the Impact of Various Spectral Indices on Land Cover Change Detection Using Change Vector Analysis: A Case Study of Crete Island, Greece. *Remote Sensing*, 12(319), 2-25.
  20. Vorovencii, I., 2017. Applying the change vector analysis technique to assess the desertification risk in the southwest of Romania in the period 1984–2011. *Environmental monitoring Monitoring and Assessm* 189(10), 524 p.
  21. Rahimi, M., Damavandi, A. and Jafarian, and. 1392. Investigation of applications of remote sensing in the assessment and monitoring of land degradation and desertification. *Geographic Information*, 22: 128-115. (in Farsi).
  22. Xu, D., Song, A., Li, D., Ding, X. and Ziyu, W., 2019. Assessing the relative role of climate change and human activities in desertification of North China from 1981 to 2010. *Frontiers of Earth Science*, 43-54.

## Investigating the Trend of Desertification Changes in Different Land Uses of Gavkhoni Basin Using Change Vector Analysis Method

Samaneh Bagheri<sup>1</sup>, Gholamreza Zehtabian<sup>2</sup>, Hassan Khosravi<sup>3\*</sup>, Esmail Heydari Alamdarloo<sup>4</sup>

Received: 14/08/2021

Accepted: 29/12/2021

### Extended Abstract

**Introduction:** Desertification refers to the decreased biological potentials in the ecosystem of hyper-arid, arid, semi-arid, and humid semi-arid regions because of climate change and human activities. The phenomenon occurs due to a combination of direct and indirect factors whose intensity varies according to time and place, making the scientific, replicable, and systematic evaluation of desertification an essential task. Remote sensing technology which is based on spatial information collected at regular intervals by aircraft and satellites plays a prominent role in assessing and monitoring land degradation and desertification on a local, regional and global scale. On the other hand, Change Detection is a process that evaluates spatial changes in various phenomena caused by natural and human factors, using multi-time satellite images. As an effective method for detecting and describing land cover changes, the change vector analysis method provides information on spectral changes in terms of magnitude and direction. Therefore, considering the significance of determining the intensity of desertification in different parts of Iran and evaluating methods for investigating the changes in desertification intensity, the present study sought to evaluate desertification using the change vector analysis for different land-uses of the Gavkhoni basin.

**Materials and Methods:** This study used the change vector analysis (CVA) method to determine desertification changes in the Gavkhoni basin based on algorithm-driven classification, producing two components of magnitude and the direction of change. Moreover, to evaluate the intensity of desertification via the change vector analysis method, EVI and BSI were used for examining the study area's vegetation and bare soil. Possessed with 13 layers to assess the land use, the MCD12Q1 product with annual temporal resolution and spatial resolution of 500 m was used as a Level-3 network product in the sine image system to evaluate the land use. In addition, the IGBP standard was also used to assess land cover and land use.

1. M.Sc. Student of Desert Management and Control, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2. Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3. Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, Corresponding Author; hakhosravi@ut.ac.ir

4. Postdoctoral Researcher, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

DOI: 10.22052/deej.2021.10.33.31

**Results:** The results of analyzing the changes made in the BSI during 2001-2005 and 2000-2016 indicated that throughout the latter period, BSI values decreased in central, western, northwestern, eastern, and southeastern regions of the study area. On the other hand, the results of analyzing the changes in the EVI revealed that during the same period, the index values increased in the west and northwest of the region, while the index value decreased in the eastern, southern, and southeastern parts of the region. Moreover, the results of analyzing the changes in desertification showed that the number of changes in some areas of the center, west, southwest, and southeast of the region was greater than other areas, which could be attributed to rehabilitation or destruction in the study area.

The results of analyzing desertification-related changes in terms of direction suggested that the intensity of destruction in the center, south, east, southeast, and northeast of the region was higher than that of other regions. The rehabilitation has occurred in the northern, northwestern, and southwestern regions. Among the areas that were under rehabilitation process, 14.15%, 12.04%, and 10.31% of the basin area were found to be in the low, medium, and high rehabilitation classes, respectively. On the other hand, in terms of the extent of destruction in the region, 12.02% of the study fell under the medium destruction class, while 8.24% and 8.91% of the study area were placed under the low and high degradation classes, respectively. However, 34.33% had remained unchanged in terms of desertification status.

According to the results of analyzing the intensity and direction of changes in each land use, 0.42% of agricultural lands were found to be in the high destruction class. Furthermore, the greatest percentage of high rehabilitation class belonged to grasslands, which covered 5.40% of the study area. However, 28.5% of the area which comprised of barren lands was divided under the trend-free class. It was also found that 1.88% of non-dense shrubs and 0.36% of residential lands were under the high destruction class.

**Discussion and Conclusion:** As desertification is among the serious ecological crises in today's world, it is necessary to well identify and recognize the causes and processes involved in desertification on a regional and global scale. Therefore, this study used the vector analysis method to evaluate the desertification status in different land-uses of the Gavkhoni basin. The multivariate CVA technique was used in the pixel-by-pixel analysis of bands or spectral indices. The changes that occurred throughout two different periods (as mentioned earlier) were identified by placing the quantitative value of the pixels on the two axes of the Cartesian plane, out of which two componential elements, i.e., magnitude and direction were obtained.

In general, the results of the present study indicated that while the east and center of the Gavkhoni basin were in a state of destruction and desertification, the bare soil in the western and northwestern regions of the Gavkhoni basin had been replaced by vegetation due to agricultural activities and cultivation and that these regions were in a state of rehabilitation. Therefore, the vector analysis model is recommended to be used for analyzing changes in other basins. In fact, unless a more accurate and better evaluation model is introduced, this model could be used confidently to assess the severity of future desertification.

**Keywords:** Rehabilitation, Destruction, Remote Sensing, EVI, BSI, Changes Intensity, Changes Direction.