

ارزیابی و پایش پوشش گیاهی مبتنی بر منطق فازی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: پارک ملی بמו - شیراز)

سحرناز شکوهی زادگان^۱

حسن خسروی^۲

حسین آذرینوند^۳

غلامرضا زهتابیان^۴

بهزاد رایگانی^۵

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۱۱/۲۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۰۵/۲۸

چکیده

بیابان‌زایی پس از دو چالش تغییر اقلیم و کمبود آب‌شیرین، سومین چالش مهم جامعه جهانی در قرن بیست و یکم می‌باشد، که به عنوان یکی از بارزترین وجوه تخریب محیط زیست و انهدام منابع طبیعی در جهان مطرح گردیده است. این پدیده با تأثیر بر پوشش گیاهی، آب و خاک، عامل جدی تهدید کننده پارک‌های ملی در مناطق خشک و نیمه‌خشک از جمله ایران است. اقدامات اجرایی در رابطه با کنترل بیابان‌زایی باید متکی بر شناخت وضعیت فعلی بیابانی شدن و شدت آن باشد. در این پژوهش به منظور ارزیابی و پایش بیابان‌زایی پارک ملی بمو- شیراز، روند تغییرات سالانه پوشش گیاهی در بازه زمانی (۲۰۱۴-۲۰۲۰) مورد بررسی قرار گرفت. فرض بر این است که با تحلیل سری‌های زمانی بلندمدت داده‌های ماهواره‌ای و با استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی (NDVI و EVI)، می‌توان چنین تغییراتی را پایش نمود. لذا در این پژوهش، پروفیل و نقشه تغییرات سالانه مقادیر NDVI و EVI در طی ۱۴ سال، با استفاده از محصول MOD13A1 سنجنده MODIS ماهواره Terra سیستم Aqua، در محیط نرم‌افزاری IDRISI Selva تهیه و مورد تحلیل قرار گرفت. در نهایت با به‌کارگیری منطق فازی، پروفیل و نقشه شدت بیابان‌زایی در بازه زمانی مذکور، تهیه گردید. نتایج به دست آمده نشان دهنده تخریب پوشش گیاهی و افزایش شدت بیابان‌زایی در قسمت شمال غربی است. این تخریب شکل جدیدی از بیابان‌زایی به نام بیابان‌زایی تکنوژنیک می‌باشد که دلیل آن احداث شهر جدید صدرا در قسمت شمال غربی و غرب این پارک بوده‌است به طوریکه با احداث شهر صدرا در محدوده غربی این پارک، عملاً حفاظت از این قسمت نا ممکن گردیده‌است.

واژه‌های کلیدی: پایش بیابان‌زایی، پارک ملی بمو، EVI، NDVI، MODIS، شیراز.

۱- کارشناس ارشد مدیریت مناطق بیابانی دانشگاه تهران Saharshokoochi@ut.ac.ir

۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران hakhosravi@ut.ac.ir

۳- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران ihazor@ut.ac.ir

۴- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران ghzehtab@ut.ac.ir

۵- استادیار دانشکده محیط زیست کرج bhz_ray@yahoo.com

مقدمه

شناخت ویژگی‌های پوشش گیاهی و روابط موجود در بین گونه‌های گیاهی و نیز عوامل محیطی همواره مورد توجه بوم‌شناسان بوده است

(Hoersch & Schmidt, 2002, Depew, 2004, Magee et al., 2008).

پوشش‌های گیاهی، به علل مختلف و به مرور زمان در اثر عوامل طبیعی و یا انسانی دچار تغییر شده که شرایط و عملکرد اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بنابراین نیاز به آشکارسازی، پیش‌بینی و مراقبت چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. (Pettorelli et al, 2005).

یکی از مهم‌ترین مشکلات در بررسی تغییرات پوشش گیاهی، عدم وجود اطلاعات مکان‌دار دقیق از گذشته است. با توجه به اینکه داده‌های ماهواره‌ای در زمان‌های مختلف و باندهای طیفی مختلف موجود بوده و کارایی آنها در بسیاری از شاخص‌های بیابان‌زایی آشکار گردیده است، بنابراین داده‌های ماهواره‌ای می‌تواند در مطالعات بیابان‌زایی کارساز باشد (علوی پناه، ۱۳۸۲).

شاخص‌های پوشش گیاهی به طور گسترده به عنوان معیارهایی برای تجزیه و تحلیل تغییرات پوشش اراضی از جمله پوشش گیاهی و فاکتورهای دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. (Koh et al., 2006, Morawitz et al., 2006).

صادقی‌روش و همکاران (۱۳۹۱)، آسیب‌پذیری زیست محیطی نسبت به خطر بیابان‌زایی در منطقه خضرآباد یزد را مورد ارزیابی قرار دادند. در این پژوهش با استفاده از ابزارهای مدیریتی و در چارچوب مدل تحلیلی سلسله مراتبی توسعه یافته و با کاربرد شاخص آسیب‌پذیری زیست محیطی (EVI) اقدام به ارزیابی و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری زیست محیطی نسبت به خطر بیابان‌زایی شد. مطالعه صورت گرفته نشان از سودمندی و سهولت کاربرد شاخص آسیب‌پذیری زیست محیطی (EVI) در ارزیابی شدت بیابان‌زایی داشت. نتایج این پژوهش امکان برنامه‌ریزی را برای به حداقل رساندن بیابان‌زایی در اثر انجام طرح‌های توسعه فراهم می‌سازد و می‌تواند شرایطی را ایجاد کند که با توجه به اولویت‌ها و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری منطقه مطالعاتی،

بر طبق تعریف کنفرانس بین‌المللی مبارزه با بیابان‌زایی، پدیده بیابان‌زایی عبارت است از تخریب اراضی در نواحی خشک، نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب خشک ناشی از عوامل متعددی چون تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی (UNCCD, 1994; UNCCD, 2012). در واقع بیابان‌زایی یک مسئله اکولوژیکی و زیست محیطی در سراسر جهان بوده است و یک راه مؤثر برای درمان آن پایش است که وضعیت موجود و شدت عوامل متغیر و پویای مؤثر بر این پدیده را بررسی می‌کند. (Xie, 2014).

این فرآیند همواره با تخریب خاک و منابع آب، پوشش گیاهی و دیگر منابع در شرایط تنش طبیعی و اکولوژیکی همراه است (Babaev, 1999). بدلیل آنکه پدیده بیابان‌زایی از پیچیدگی بالایی برخوردار است، بررسی روند و تعیین مراحل وقوع آن بمنظور دستیابی به روش‌های پیش‌گیری و کنترل و در نهایت مدیریت پایدار مناطق بیابانی شده ضرورت دارد (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۳). در واقع هدف از ارزیابی و پایش بیابان‌زایی، شناسایی مکان‌های وقوع و شدت این پدیده، پیش‌بینی خطرات ناشی از این رویداد و تلفات ناشی از آن می‌باشد. احمدی (۱۳۷۷)، سه معیار اقلیمی، زمینی - خاک و پوشش گیاهی - بوم‌شناسی را در تکوین و شکل‌گیری بیابان‌های ایران و جهان مؤثر معرفی می‌کند. پوشش گیاهی یک منطقه محل تلاقی اقلیم، خاک و سایر عوامل انسانی و غیره می‌باشد. پس استخراج اطلاعات تغییرات پوشش گیاهی می‌تواند بیانگر تغییرات بیابان‌زایی باشد. در حال حاضر استفاده از نقشه‌های پوشش گیاهی یکی از ارکان مهم در تولید اطلاعات جهت برنامه‌ریزی‌های خرد و کلان است. پوشش گیاهی در سراسر جهان تحت تأثیر چرای بیش از حد، افزایش گونه‌های مهاجم، افزایش شوری آب و خاک، مدیریت ضعیف زمین در معرض خطر جدی بوده که نتیجه آن تخریب اکوسیستم‌های طبیعی و کاهش خدمات آن به بشر (Lawley et al, 2015) و در نتیجه بیابان‌زایی بوده است.

بیابان‌زایی بسیار کارساز است. علاوه بر آن ارزیابی امتیاز و وزن‌دهی شاخص‌ها به منظور تعیین شدت بیابان‌زایی در راستای مدیریت و برنامه‌ریزی بسیار حائز اهمیت است که در این امر منطق فازی کمک بسیار خوبی به محققان می‌کند. بنابراین هدف اصلی از این پژوهش ارزیابی و پایش پدیده بیابان‌زایی با استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی (NDVI و EVI) استخراجی از تصاویر ماهواره‌ای MODIS و سپس طبقه‌بندی شدت بیابان‌زایی، بر اساس تغییرات هر دو شاخص با استفاده از منطق فازی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پارک ملی بمو در استان فارس و در ۲۰ کیلومتری شمال شیراز و در جنوب شرق و شرق شهرستان زرگان حد فاصل طول جغرافیایی ۲۹° ۵۲' تا ۵۶° ۵۲' و عرض جغرافیایی ۳۹° ۲۹' تا ۵۰° ۲۹' قرار گرفته (نگاره ۱) و از طرف جنوب و شرق به دشت حد فاصل شیراز و شهرستان خرامه منتهی می‌شود. همچنین این منطقه در مجاورت جاده شیراز-مرودشت واقع شده است که این جاده پارک را به دو قسمت شرقی و غربی تقسیم کرده است (نگاره ۲).

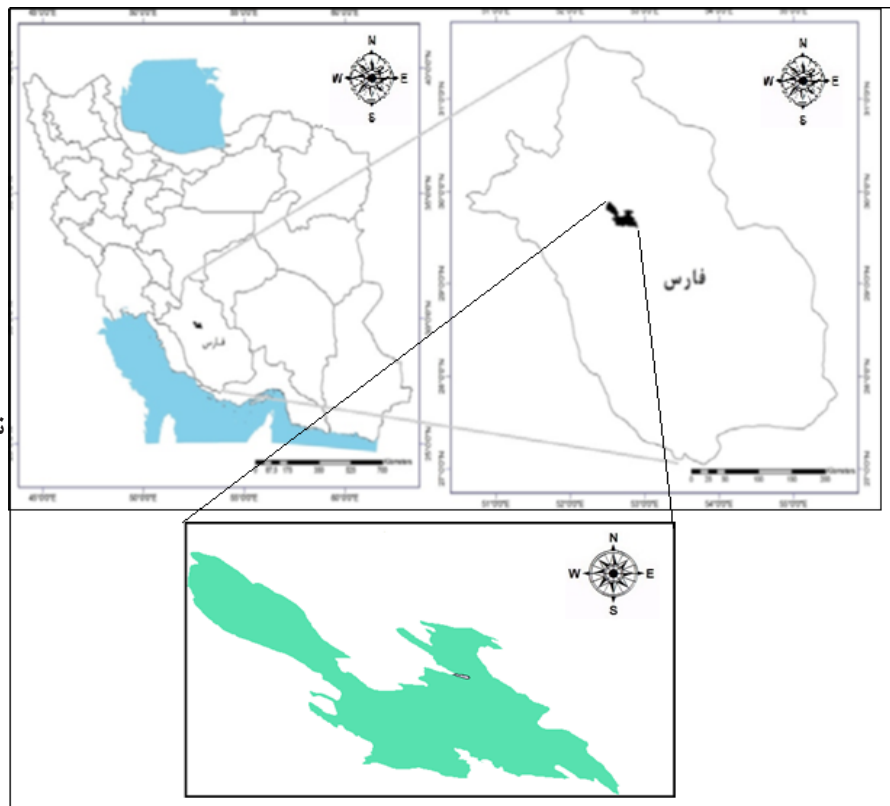
پارک ملی بمو محدوده‌ی قرق شده‌ای با وسعت حدود ۴۷۲۴۴ هکتار است که توسط سازمان محیط‌زیست، حفاظت و حمایت می‌شود. با بررسی جداول توزیع ارتفاع در محدوده مطالعاتی پارک ملی بمو مشخص گردید که بیشتر درصد مساحت حوزه در بین ارتفاع‌های ۱۷۰۰ تا ۱۹۰۰ متری بوده و حداکثر ارتفاع حوزه ۲۷۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد.

متوسط بارندگی سالیانه در ایستگاه اصلی معرف منطقه یعنی شیراز، برابر ۳۹۲/۹ میلیمتر و هم‌چنین دمای متوسط سالیانه ایستگاه فوق‌الذکر برابر ۱۷/۹ درجه سانتی‌گراد است (سایت هواشناسی شیراز). براساس روش اقلیمی دومارتن بسط‌یافته، پارک ملی بمو دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد با بارندگی زمستانه می‌باشد.

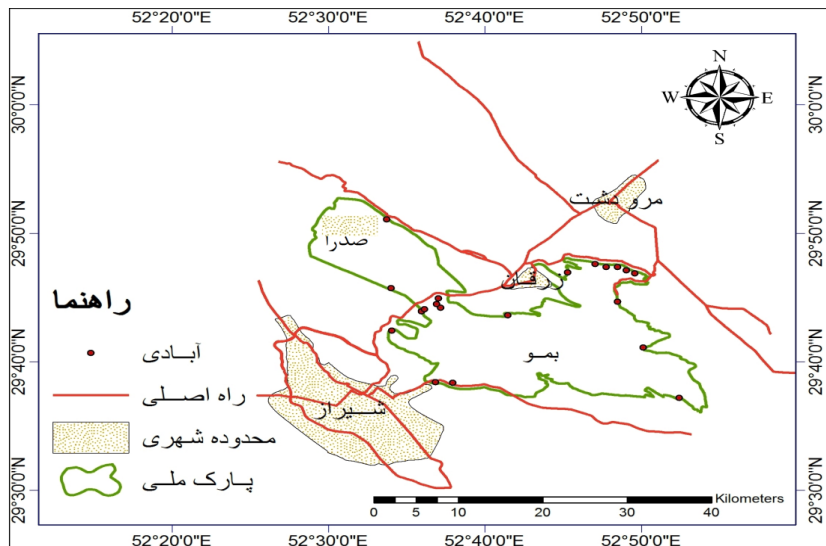
تعداد بین طرح‌های توسعه و محیط امکان‌پذیر گردد. سپهر و همکاران (۱۳۹۱)، با کمک تئوری فازی و تلفیق آن با روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به تعیین سامانه شاخص بیابان‌زایی به منظور مدیریت ریسک این پدیده پرداختند. در ابتدا شاخص‌های مؤثر در بیابان‌زایی شناسایی و به وسیله گروهی از کارشناسان خبره ارزیابی و اهمیت هر شاخص تعیین گردید. در نهایت، با تلفیق فازی و روش تاپسیس در قالب مجموعه مثلثی فازی، شاخص‌ها رتبه‌بندی و سامانه شاخص‌های بیابان‌زایی برای مدیریت ریسک تعیین شد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که شاخص‌های مربوط به پوشش گیاهی و شاخص‌های فشار، اهمیت بالا در بیابان‌زایی دارند.

صادقی روش و خسروی (۱۳۹۳)، راهبرد بیابان‌زدایی با کاربرد مدل تحلیلی سلسل مراتبی فازی (FAHP)، را در منطقه خضرآباد یزد ارزیابی کردند. در این پژوهش از روش دلفی فازی (Delphi Fuzzy) و به طریقه مقایسات زوجی (Pire Wise) نظرات متخصصان نسبت به ارجحیت و اولویت معیارها و راهبردها، ارزیابی شد. سپس با تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی و از طریق مدل FAHP اولویت‌نهایی راهبردها به دست آمد. این مدل به منظور ارزیابی کارایی در ارایه راهبردهای بهینه، در منطقه خضرآباد یزد مورد استفاده قرار گرفت. بر مبنای نتایج حاصل اینطور تشخیص داده شد که، راهبرد تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی با میانگین وزنی ۹۳٪ مهم‌ترین راهبرد بیابان‌زدایی در منطقه می‌باشد و سایر راهبردها نقش مؤثری در کنترل بیابان‌زایی در منطقه ندارند. با توجه به مطالب بیان شده می‌توان چنین نتیجه گرفت که در ارزیابی روند بیابان‌زایی، شاخص‌های متعددی مورد بررسی قرار می‌گیرد که شاخص پوشش گیاهی، به عنوان برابند اثر مشترک این عوامل نمود دارد و با ارزیابی وضعیت پوشش گیاهی در درازمدت، می‌توان وضعیت بیابان‌زایی را تعیین کرد. همچنین داده‌های ماهواره‌ای به دلیل دارا بودن اطلاعات مکانی و زمانی مورد نیاز، در مطالعات پایش و ارزیابی

نگاره ۱: موقعیت پارک ملی بמו در استان فارس و کشور



نگاره ۲: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه با مناطق شهری اطراف



روش تحقیق

۱- انتخاب و جمع آوری داده‌های ماهواره‌ای

در این پژوهش به منظور پایش بیابان‌زایی بر اساس تغییرات بلندمدت پوشش گیاهی، از دو شاخص پوشش گیاهی NDVI و EVI استفاده شد، که بر این اساس داده‌های اولیه ماهواره‌ای با کد MOD13A1 از محصولات MODIS

تهیه گردید. این تصاویر، در طی یک سال هر ۱۶ روز یک بار تولید شده و بر روی سایت سنجش از دوری زمین‌شناسی ایالت متحده آمریکا قرار می‌گیرد. در ابتدای کار، جمع‌آوری داده‌های تصاویر ماهواره‌ای مودیس با کد MOD13A1 مربوط به سری‌های زمانی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ از سایت <http://earthexplorer.usgs.gov> صورت گرفت.

شامل پراکنش ذرات معلق توسعه یافته است. ترکیب روابط تجربی برای تصحیح اتمسفری منجر به ایجاد شاخص گیاهی بارز شده (EVI) گردیده است (هیوت و همکاران، ۱۹۹۷). این شاخص از رابطه (۲)، بدست می آید:

$$EVI = 2.5 \times (NIR - RED) / (NIR + RED - 7.5 \times BLUE + 1) \quad (2)$$

که در این رابطه NIR، بازتابندگی در باند مادون قرمز نزدیک، RED بازتابندگی در باند قرمز و BLUE بازتابندگی باند آبی می باشد.

شاخص EVI نیز برای انجام این پژوهش استفاده شد. ترکیب روابط تجربی برای تصحیح اتمسفریک منجر به ایجاد شاخص گیاهی بارز شده EVI گردیده است (هیوت و همکاران، ۱۹۹۷). EVI نسبت به NDVI حساسیت بیشتری در پایش پارامترهای تاج پوشش گیاهان مانند شاخص سطح پوشش برگ، ساختار تاج پوشش، فنولوژی و استرس گیاهان دارد، چرا که NDVI تنها میزان کلروفیل موجود در گیاهان را بارز می سازد. (Matsushita B et al, 2007)

۳- ارزیابی و پایش شاخص های پوشش گیاهی منطقه با استفاده از روش های سنجش از دور

در این مرحله از کار، ابتدا مرز حوزه مطالعاتی بر روی نقشه های شاخص های پوشش گیاهی هر دو دوره ماسک شد و پس از آن با استفاده از نرم افزار IDRISI Selva تغییرات فصلی NDVI و EVI در بازه زمانی ۲۰۱۴-۲۰۰۰، مشخص گردید. به طوریکه پیکسل هایی که شاخص های سالانه نرمال شده در آنها روند کاهشی داشته باشد، مبین تخریب پوشش گیاهی بوده که بیانگر وضعیت بیابانزایی در منطقه می باشد.

۴- طبقه بندی شدت بیابانزایی با استفاده از منطق فازی

منطق فازی را می توان در کلاس بندی و تعیین مرز امتیاز شاخص های بیابانزایی و تبیین روند آن مورد استفاده قرار داد. مجموعه های فازی (و یا کلاس های فازی) فاقد مرز مشخصی هستند و عضویت و یا عدم عضویت یک مکان

۲- استخراج نقشه های مربوط به شاخص های پوشش گیاهی (NDVI و EVI)

پس از انجام پردازش های اولیه و تصحیحات لازم بر روی تصاویر و داده های گرفته شده از سایت مذکور، داده های شاخص های مورد نیاز (NDVI و EVI) با استفاده از نرم افزار IDRISI Selva آماده و به دو دوره تفکیک گردید و آماده پردازش شد. در میان شاخص های متنوع و متعدد پوشش گیاهی شاخص NDVI برای آماده نمودن دائمی اطلاعات مکانی و زمانی پوشش گیاهی به کار گرفته می شود. این شاخص بدلیل اینکه مبتنی بر میزان تراکم پوشش گیاهی سبز می باشد از مهم ترین شاخص های ارزیابی و پایش میزان تخریب و بیابانزایی است چرا که شدت تخریب سرزمین و بیابانزایی در ارتباط مستقیم با کمیت و کیفیت پوشش گیاهی است. این شاخص از رابطه (۱)، محاسبه می شود (درویش صفت، ۱۳۷۸):

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (1)$$

در این فرمول، NIR بازتابندگی در باند مادون قرمز نزدیک و R بازتابندگی در باند قرمز می باشد. اگر داده ها از نوع Byte باشد، دامنه آن از ۱ تا (-۱) متغیر می باشد. در حالی که پوشش خیلی خوب و پر تراکم باشد این شاخص به ۱ نزدیک می شود و در حالت تخریب پوشش گیاهی و از بین رفتن آن کاهش پیدا می کند. در این پژوهش داده ها از نوع اعداد صحیح می باشد که مقادیر آن بین ۳۲۷۶۷ و ۳۲۷۶۷- متغیر است و با توجه به اینکه مقادیر EVI و NDVI، بین ۱ تا -۱ است این اعداد مطابق ضریب جدول MODIS در ۰/۰۰۰۱ ضرب می شود، به طوریکه هر چه مقدار این شاخص، به ۱- نزدیک تر باشد، تخریب پوشش گیاهی در منطقه بیشتر است.

شاخص گیاهی بارز شده برای بهبود شاخص NDVI به وسیله بهینه سازی سیگنال های پوشش گیاهی در محدوده شاخص سطح برگ با استفاده از انعکاس باند آبی برای تصحیح کردن سیگنال پس زمینه خاک و کاهش اثر اتمسفر

در مجموعه‌ای خاص به صورت تدریجی است (Wang and Hall, 1996).

الف) نتایج مربوط ارزیابی و پایش شاخص‌های پوشش

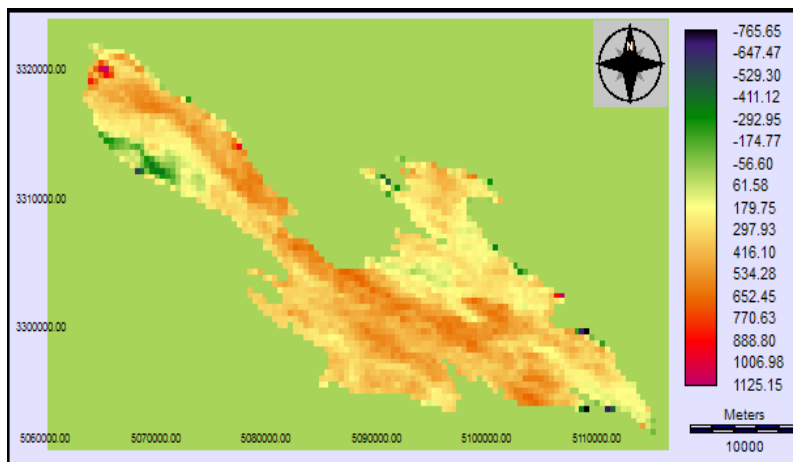
گیاهی منطقه با استفاده از روش‌های سنجش از دور نقشه تغییرات سالانه شاخص‌های پوشش گیاهی (NDVI و EVI) در طی ۱۴ سال و هیستوگرام مربوط به آنها، نشانگر روند تغییرات پوشش گیاهی منطقه در بازه زمانی (۲۰۱۴-۲۰۰۰) می‌باشد. نگاره ۳، نقشه تغییرات سالانه NDVI منطقه را در بازه زمانی (۲۰۱۴-۲۰۰۰) نشان می‌دهد، به طوریکه پس از میانگین از تصاویر ۱۶ روزه مربوط به دو دوره ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴، نقشه تفاضل بین آنها تهیه گردید که دامنه تغییرات آن از (۰/۰۷۶-) تا ۰/۱۱۲ متغیر است و میانگین سالانه این شاخص در طی ۱۴ سال ۰/۰۳۳ می‌باشد (نگاره ۴).

نگاره ۵، نقشه تغییرات سالانه EVI منطقه را در بازه زمانی ۲۰۱۴-۲۰۰۰ نشان می‌دهد، که از میانگین تصاویر

در این تحقیق با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه و مبنی بر نظر کارشناسی مطابق جدول ۱، ارزش‌دهی فازی به کلاس‌های تغییرات شاخص‌ها، در نرم‌افزار IDRISI Selva و سپس Arc GIS 10.2 نقشه شدت بیابان‌زایی بر اساس هر شاخص مبتنی بر منطق فازی تهیه گردید.

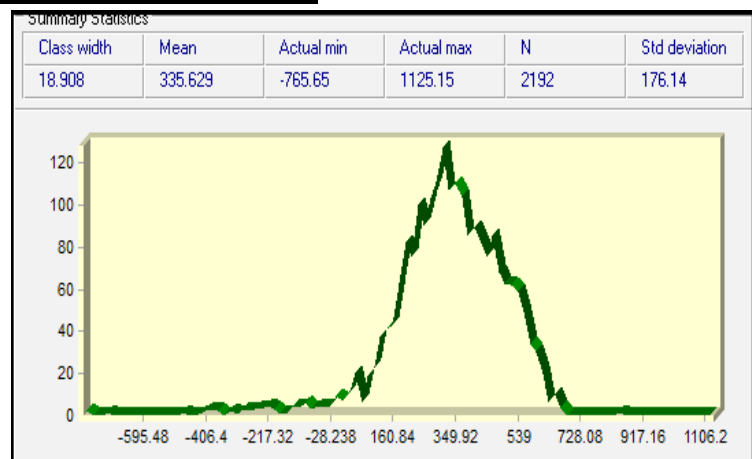
جدول ۱: امتیازبندی متناظر با منطق فازی

نقاط ارزشی شاخص‌ها	نقاط ارزشی عضویت فازی
0	0
Mean -2 Std	0.5
Mean +2 Std	0.5
Max Value +1	1



نگاره ۳. نقشه تغییرات سالانه -
(۲۰۱۴-۲۰۰۰)NDVI

نگاره ۴: هیستوگرام تغییرات سالانه -
(۲۰۱۴-۲۰۰۰)NDVI



فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (ص ۱۶۳)
ارزیابی و پایش پوشش گیاهی مبتنی بر منطق فازی ... / ۱۶۳

میانگین شدت بیابانزایی سالانه در منطقه ۰/۲۴۹ می‌باشد، که پراکندگی آن در منطقه بر روی نقشه نشان داده شده است.

بر اساس تغییرات سالانه EVI در قسمت شمال غربی منطقه، شدت بالای بیابانزایی ناشی از تخریب پوشش گیاهی نشان داده شده است (نگاره ۹)، همچنین قسمت‌های حاشیه‌ای در شمال شرق، جنوب شرق و جنوب منطقه در کلاس شدید بیابانزایی قرار گرفته است. بر اساس نگاره ۱۰، میانگین شدت بیابانزایی سالانه در منطقه ۰/۲۰۸ است، که پراکندگی آن در منطقه بر روی نقشه مشخص می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که شاخص EVI به دلیل حساسیت بیشتر به تغییرات در مناطق با میزان بایومس بالا (فصل رشد پوشش گیاهی) و کاهش تأثیرات شرایط اتمسفری بر مقادیر شاخص گیاهی نسبت به NDVI تصویر

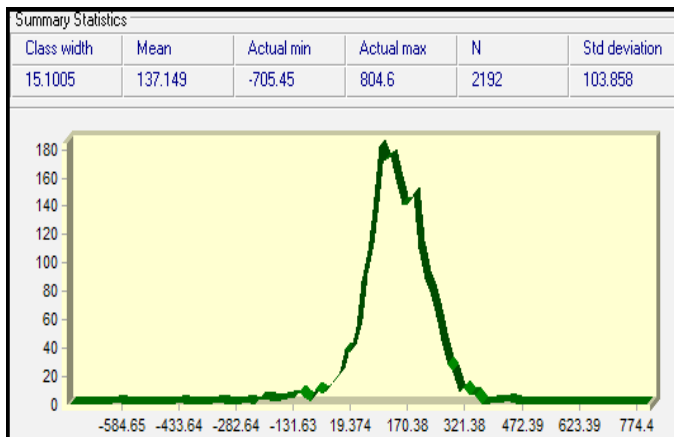
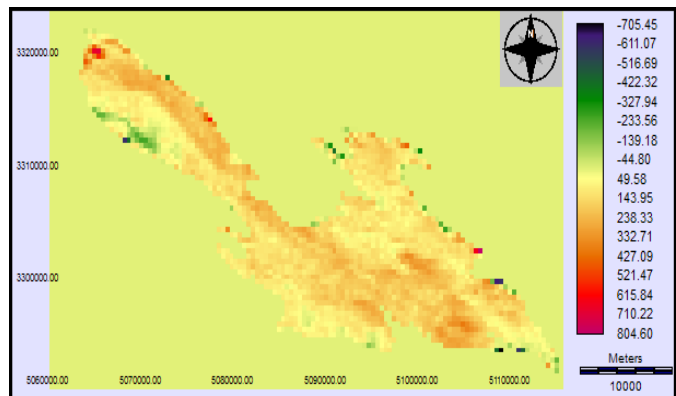
۱۶ روزه مربوط به دو دوره ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ به دست آمده است. دامنه تغییرات آن از (-۰/۰۷) تا ۰/۰۸ متغیر است و میانگین تغییرات سالانه این شاخص در طی ۱۴ سال ۰/۰۱۳ می‌باشد (نگاره ۶).

ب) نتایج مربوط به طبقه‌بندی شدت بیابانزایی با استفاده از منطق فازی

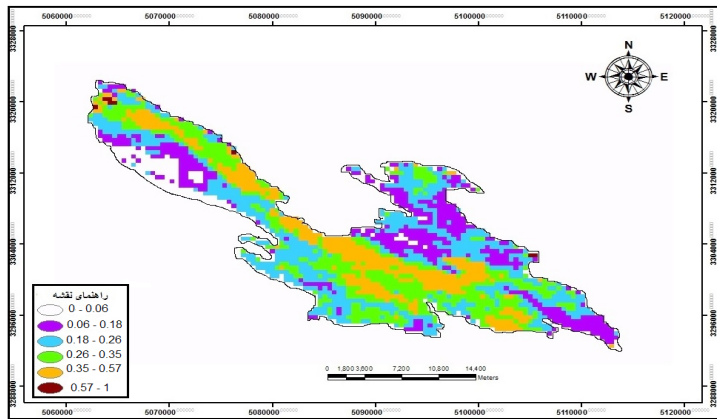
شدت بیابانزایی در قالب نقشه‌های فازی بر اساس هر یک از شاخص‌های موجود، تهیه شدند که مقادیر آن بین ۰ و ۱ متغیر است و در کلاس‌های موجود، هر چه این مقدار به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌گر شدت بیابانزایی ناشی از تخریب پوشش گیاهی در منطقه است.

در قسمت شمال غربی منطقه شدت بالای بیابانزایی ناشی از تخریب پوشش گیاهی مشاهده می‌شود (نگاره ۷)، همچنین قسمت‌های حاشیه‌ای در شمال شرق منطقه در کلاس شدید بیابانزایی قرار گرفته است. بر اساس نگاره ۸،

نگاره ۵: نقشه تغییرات سالانه EVI - (۲۰۰۰-۲۰۱۴)

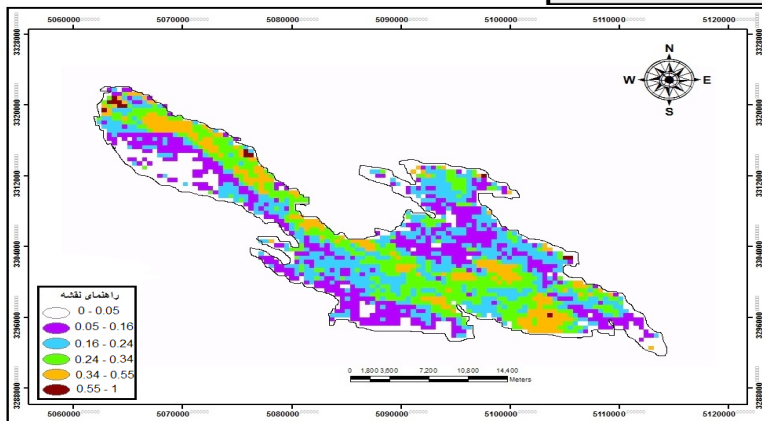
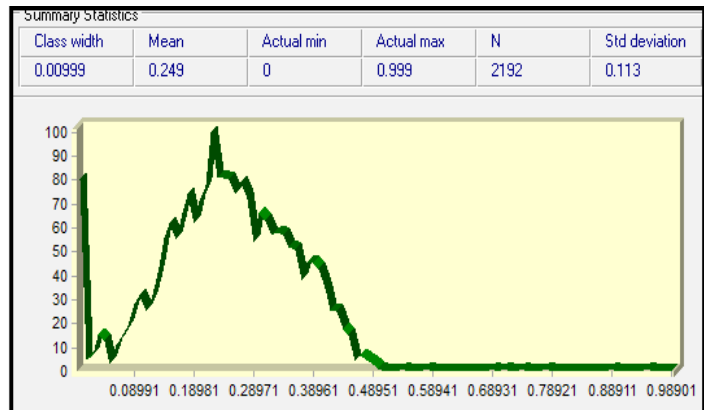


نگاره ۶: هیستوگرام تغییرات سالانه EVI - (۲۰۰۰-۲۰۱۴)



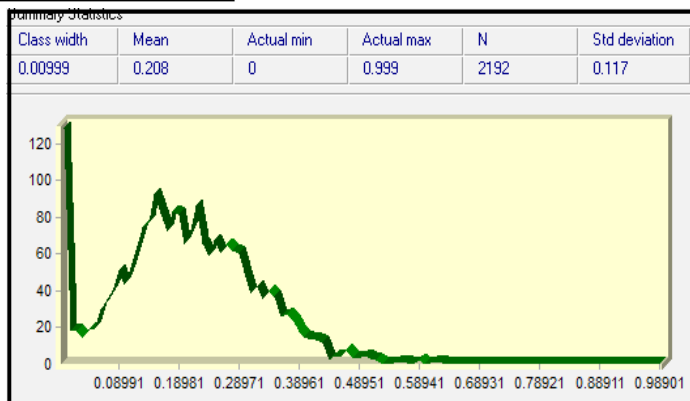
نگاره ۷: نقشه فازی شدت بیابانزایی ناشی از تغییرات سالانه NDVI (۲۰۰۰-۲۰۱۴)

نگاره ۸: هیستوگرام تغییرات شدت بیابانزایی ناشی از تغییرات سالانه NDVI



نگاره ۹: نقشه فازی شدت بیابانزایی ناشی از تغییرات سالانه EVI (۲۰۰۰-۲۰۱۴)

نگاره ۱۰: هیستوگرام تغییرات شدت بیابانزایی ناشی از تغییرات سالانه EVI



و مرکز حفاظتی توسط محیط‌بانان با حدود ۵۰ نفر پرسنل حفاظتی وسعت آن به حدود ۳۰۰۰۰ هکتار تقلیل یافته است. می‌توان گفت حدود ۱۸۰۰۰ هکتار از اراضی محدوده رسمی پارک مورد تجاوز جوامع انسانی و نهادهای دولتی و مؤسسات عمومی قرار گرفته است. پس از بازدید میدانی از منطقه و نظرات کارشناسان خبره منطقه و اطلاعات سازمان محیط‌زیست در پارک ملی بمو فقدان عرصه‌های وسیع فعالیت‌های زراعی از یک سو و وجود دام‌داری در حاشیه‌های شمال شرق، جنوب شرق و جنوب پارک از سوی دیگر سبب اتکاء جوامع به پوشش گیاهی داخل و حاشیه پارک شده است، به طوری که اهالی روستاهای اطراف پارک دام‌های خود را در حاشیه پارک و بعضاً در درون محدوده رسمی آن تعریف می‌کنند.

شکار غیرمجاز نیز که عمدتاً جنبه سرگرمی و تفریحی دارد از جمله تعارضات پارک به شمار می‌رود. از قدیم‌الایام ضلع جنوب شرقی کوه بمو حق چرای مردمان ساکن در سعدی بوده که بعد از حفاظت این حق ضایع شد، ولی در حال حاضر چرای دام اهالی به صورت غیر مجاز انجام می‌شود. بهره‌برداری از گیاهان دارویی و خوراکی در محدوده حاشیه پارک نیز به صورت غیر مجاز می‌باشد. در این منطقه شبکه انتقال برق فشار قوی وجود دارد، این شبکه در کنار شهرک سعدی دام‌داری‌های سعدی، شهرک اکبرآباد و باجگاه و از حاشیه ضلع جنوبی پارک می‌گذرد. علاوه بر این ایستگاه تبدیل فشار برق قوی و متوسط در اراضی واگذاری در درون پارک قرار دارد.

منابع و مآخذ

- ۱- احمدی، ح، (۱۳۷۷)، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۲، بیابان- فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- رحیمی، م، دماوندی، ع، جعفریان، و. (۱۳۹۲)، کاربردهای سنجش از دور در ارزیابی و پایش تخریب سرزمین و بیابانزایی. فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر) ۲۰، ۱۱۵-۱۲۸.
- ۳- سپهر، ع، اختصاصی، م. ر.، المدرسی، س. ع. (۱۳۹۱)، ایجاد سامانه شاخص‌های بیابان‌زایی بر اساس DPSIR (بهره‌گیری از روش فازی- تاپسیس). جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۳ (۱)،

بهتری از پایش پوشش گیاهی را در نتایج به دست آمده نشان داده است. مثلاً در نقشه‌های فازی شدت بیابان‌زایی مربوط به این شاخص مناطقی با شدت بالای بیابان‌زایی در حاشیه جاده شیراز- مرودشت و قسمت‌های غربی پارک مشاهده می‌شود که پس از بازدید میدانی از منطقه صحت آن روشن شد.

نقشه‌های طبقه‌بندی فازی شدت بیابان‌زایی حاصل از شاخص‌های EVI و NDVI نشان می‌دهد که تخریب پوشش گیاهی در بخش‌های شمال غربی پارک ملی بمو رخ داده است که می‌توان گفت این تخریب شکل جدیدی از بیابان‌زایی (تکنوژنیک) می‌باشد که دلیل آن احداث شهر جدید صدرا در قسمت شمال غربی و غرب این پارک بوده است. در واقع با احداث شهر صدرا در محدوده غربی این پارک عملاً حفاظت از این قسمت ناممکن گردید، به طوری که قسمت‌های غرب و جنوب غربی شهر جدید صدرا تأثیرات منفی شدیدتری را در آینده بر روی پارک خواهد گذاشت (مجله خبری زیست‌بوم، ۱۳۹۴). این در حالی است که بر اساس مصوبه شورای عالی حفاظت محیط‌زیست در سال ۷۸ به میزان ۷۰۰ هکتار از اراضی پارک ملی بمو به وزارت مسکن و شهرسازی واگذار شد تا شهر جدید صدرا در آن احداث گردد. ولی متأسفانه علاوه بر اراضی مصوب میزان ۳۰۰ هکتار نیز مورد تعرض قرار گرفت. لازم به توضیح است این اراضی تعارضی نیز در شورای عالی مسکن و شهرسازی به تصویب رسیده است (بیراندزرت، ۱۳۹۴). علاوه بر آن خط راه‌آهن تهران - شیراز، در حدود ۱۷۰۰ متر با پارک ملی بمو تداخل دارد. این در حالی است که گزارش ارزیابی اثرات زیست‌محیطی این پروژه مورد تأیید سازمان قرار نگرفته است. همچنین شدت بالای بیابان‌زایی در قسمت‌های حاشیه‌ای شمال شرق، جنوب شرق و جنوب منطقه که در نقشه فازی شدت بیابان‌زایی ناشی از تغییرات سالانه EVI (نگاره ۸)، قابل تشخیص بوده، که به گزارش پایگاه خبری تحلیلی زیست‌بوم، نیمه شرقی پارک با وسعت قانونی حدود ۴۰۰۰۰ هکتار امروزه به شدت تحت تأثیر جوامع انسانی قرار دارد، در این منطقه علیرغم حصارکشی به میزان ۳۰ کیلومتر و وجود ۱۲ پاسگاه

able streams, John Day River basin, Oregon, USA. *Plant Ecology*, 195, 287-307.

17- Matsushita, B., Yang, W., Chen, J., Onda, Y., Qiu, G., (2007). Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to topographic effects: A case study in high-density cypress forest. *Sensors*, 7(11), 2636-2651.

18- Morawitz, D., Blewett, T., Cohen, A., Alberti, M. (2006). Using NDVI to Assess Vegetative Land Cover Change in Central Puget Sound. *Environmental Monitoring and Assessment*, 114(1), 85-106.

19- Pettorelli, N., Vik, O., Mysterud, A., Gaillard, J.M., Tucker, C.J., Stenseth, N.C., (2005). Using the satellite derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Journal Trends in ecology and evolution*. 9(20), 503-510.

20- Reynolds, J.F., (2001). Desertification. In: Levin, S. (2 Ed.), *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press, San Diego, CA, USA, 61-78p.

21- Reynolds, J.F., Smith, D.M.S., Lambin, E.F., Turner II, B.L., Mortimore, M., Batterbury, S.P.J., et al., (2007). Global desertification: building a science for dryland development. *Science*, 316, 847-851.

22- Sadeghi Ravesh, M. H., Khosravi, H., Ghasemian, S., (2015). Application of fuzzy analytical hierarchy process for Assessment of combating-desertification alternatives in the central Iran. *Journal of Natural Hazard*, 75: 653-667.

23- Sadeghi Ravesh, M. H., Zehtabian, G., Khosravi, H., (2014). Application of AHP and ELECTRE models for Assessment of de-desertification alternatives, *Desert*, 19(2), 141-153.

24- UN (United Nations), (1994). *United Nations Convention to Combat Desertification in Those Countries Experiencing Serious Drought and/ or Desertification, Particularly in Africa*, UNEP/IPA, Nairobi.

25- UNCCD, (1994). *United Nations Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa*. A/AC.241/27, Paris.

26- UNCCD, (2012). *United Nations Convention to Combat Desertification*. www.unccd.int (accessed 16.05.2013)

27- UNEP (United Nations Environmental Program) (1992). *World atlas of desertification*, editorial commentary by N. J. Middleton and D. S. G. Thomas Arnold: London.

28- Xie, Z., (2014). *Research Advance in Remote Sensing to Land Desertification Monitoring*, School of Surveying and Prospecting Engineering, Jilin Jianzhun University, Changchun, China.

۳۳- ۵۰

۴- صادقی روش، م. ح.، زهتابیان، غ. (۱۳۹۰)، بررسی آسیب پذیری زیست محیطی EVI، منطقه خضرآباد یزد نسبت به خطر بیابانزایی، دومین همایش ملی مقابله با بیابانزایی و توسعه پایدار تالاب‌های کویری ایران.

۵- علوی پناه، س. ک. (۱۳۸۲)، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۴۷۸

6- Babaev, G. A., (1999). *Desert Problems and Desertification in Central ASIA*. The researches of the Desert institute springer - velag berlin, Heidelberg New York, 293p.

7- Binh, T.N.K.D., Vromant, N., Hung, N.T., Hens, L., Boon, E.K., (2005). Land cover changes between 1968 and 2003 in Cai Nuoc, Ca Mau Peninsula, Vietnam. *Environment Development and Sustainability* 7(4), 519-536.

8- Depew, J. J., (2004). *Habitat Selection and Movement Patterns of Cattle and White-Tailed Deer in a Temperate Savanna*. Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science. 71 p.

9- Hill, J., Megier, J., Mehl, W., (1995). Land degradation, soil erosion and desertification monitoring in Mediterranean ecosystems. *Remote Sensing Reviews*, 12(12), 107-130.

10- Hoersch, B., Braun, G., Schmidt, U., (2002). Relation between landform and vegetation in alpine regions of Wallis, Switzerland. A multiscale remote sensing and GIS approach. *Computers, Environment & Urban Systems*, 26, 113-139

11- <http://www.irandeserts.com/content>

12- <http://zistboom.com/fa/news>

13- Huete, A.R., Liu, H., Batchily, K., Leeuwen, W., (1997). A Comparison of Vegetation Indices over a Global Set of TM Images for EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 59(3), 440-451.

14- Koh, C.N., Lee, P.F., Lin, R.S., (2006). Bird species richness patterns of northern Taiwan: primary productivity, human population density, and habitat heterogeneity. *Diversity & Distributions* 12 (5), 546- 554.

15- Lawley, M. Lewis, K. Clarke, B., (2016). Site-based and remote sensing methods for monitoring indicators of vegetation condition: An Australian review. *Ecological Indicators*, 71, 1273-1283.

16- Magee, T. K., Ringold, P. L., Bollman, M. A. (2008). Alien species importance in native vegetation along wade