فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۴۶، پاییز ۹۷

بررسی و کمی سازی تغییرات سنجه‌های سیمای سرزمین با استفاده از سنجش از دور و شاخص‌های تنوع زیستی (مطالعه موردی: منطقه حفاظت شده دز)

آتوسا سلیمانی[۱]*

Soleimani.a@ut.ac.ir

مجید حجتی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۰۹ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۵/۱۰/۲۹**

چکیده

امروزه به دلیل عدم استفاده منطقی از سرزمین، تبدیل، تغییر پوشش و کاربری زمین در سرزمین‌ها روند رو به رشدی داشته است. بررسی و کمی سازی این تغییرات می‌تواند در برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار سرزمین ضروری باشد، لذا در این مطالعه از سنجه‌های سیمای سرزمین به‌عنوان ابزارهایی کمی‌ساز برای بررسی تغییرات و وضعیت سرزمین استفاده شده است. سنجه‌های مورد بررسی از نوع توزیع مکانی و ترکیب بندی لکه ها می باشد. منطقه حفاظت شده دز واقع در استان خوزستان نیز به عنوان مطالعه موردی این تحقیق انتخاب شده است. به منظور تهیه نقشه‌های پوشش سرزمین و تحلیل تغییرات، به ترتیب، تصاویر ماهواره لندست ۷ مربوط به سنجنده TM و تصاویر ماهواره لندست ۸ مربوط به سنجنده +ETM و متریک‌های تعداد لکه، تراکم لکه، تراکم حاشیه، بزرگ‌ترین لکه، شکل سیمای سرزمین، کل حاشیه و شاخص‌های تنوع گونه‌ای و یکنواختی گونه‌ای شانون و سیمپسون و برای تجزیه و تحلیل سنجه‌ها در سطح کلاس از نرم‌افزار Fragstats 4.2 و Envi استفاده شده است. نتایج بررسی و مقایسه سنجه‌ها نشان داد که وسعت اراضی دارای پوشش گیاهی در منطقه کاهش یافته، درحالی‌که اراضی خاکی روند افزایشی دارد. کاهش وسعت پوشش گیاهی و افزایش اراضی خاکی بیان‌گر تخریب پوشش طبیعی منطقه طی سال‌های مورد مطالعه می‌باشد. همچنین کاهش سنجه‌های تعداد لکه و سنجه تراکم لکه و افزایش سنجه تراکم حاشیه نشان از افزایش تخریب پوشش های طبیعی این منطقه حفاظت شده و افزایش مرز مشترک با کاربری های اطراف خود دارد.

کلمات کلیدی: سنجه، سیمای سرزمین، تجزیه و تحلیل مکانی، سنجش از دور، منطقه حفاظت شده دز.

۱-کارشناسی ارشد آموزش محیط زیست، دانشکده محیط زیست، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.*(مسوول مکاتبات)

۲-دانش آموخته کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

Human & Environment., No. 46, Autumn 2018

Investigation and Quantification of Variations of Landscape Measures using Remote Sensing and Biodiversity Indices (Case Study: Dez Protected Area)

Atousa Soleimani[1*] *(Corresponding Author)*
Soleimani.a@ut.ac.ir
Majid Hojati[۲]

Abstract

Nowadays the continuous irrational use of land has led to increase transformation, variation of land use and vegetation. Examining and quantifying these variations can be necessary for planning and sustainable management of land. Thus, in the present study, landscape measures were used as quantifying tools for investigation of land condition and variation. Here, patch spatial distribution and composition measures were used. The case study was Dez protected area, which is located in the Iranian Khuzestan Province. In order to prepare land cover and variation analysis maps, the satellite images of Landsat 7 from the TM sensor and Landsat 8 related to ETM+ sensor images were used respectively. Number of Patches (NP), Patch Density (PD), largest patch index, landscape shape, and total edge (TE) metrics, and diversity indices of Shannon and Simpsons were used. The class-level landscape patterns were analyzed using Fragstats 4.2 and Envi. The results show that the extent of vegetated land of the region has decreased, whereas the scope of land with no vegetation is on the rise. The decrease of vegetation and increase of bare soil indicate the destruction of the region's natural cover during the studied years. The decrease of NP and PD measures and increase of edge density shows the increasing destruction of natural land cover of the region, and its increasing common border with other peripheral areas that have different land use.

Key Words: Measures, Landscape, Spatial Analysis, Remote Sensing, Dez Protected Area.

1- MSc of Environmental Education, School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran. **(Corresponding Author)*
2- MSc Graduated of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran.

مقدمه

تغییرات پوشش/کاربری زمین در نتیجه فعل و انفعالات پیچیده فاکتورهای ساختاری و عملکردی مرتبط با تقاضا، ظرفیت تکنولوژیکی و ارتباطات اجتماعی، اثرات گسترده‌ای بر سیمای سرزمین دارد (۱). درسال‌های اخیر به دلیل عدم استفاده منطقی از سرزمین (۲)، تبدیل و تغییر در نوع استفاده از سرزمین در کشور روند رو به رشدی داشته است. توسعه شهرنشینی و گسترش بیابان زایی نمونه‌هایی از این تخریب‌ها هستند. بنابراین با توجه به آثار منفی ناشی از استفاده نامناسب از سرزمین، شناخت تغییرات سیمای سرزمین در طی زمان برای ارزیابی اثرات محیط زیستی ناشی از توسعه، پیش‌بینی تغییر سیمای سرزمین، ارزیابی نتایج استراتژی‌های مختلف مدیریتی و شناسایی مناطق حساس به منظور طرح‌ریزی و مدیریت پایدار سرزمین ضروری است.

سنجه‌های سیمای سرزمین الگوریتم‌هایی برای کمی کردن خصوصیات مکانی لکه ها، کلاس‌ها، یا موزاییک‌های کل‌سیمای‌سرزمین هستند. سنجه‌ها بهترین راه برای مقایسهٔ وضعیت‌سیمای‌سرزمین‌های مختلف است. سنجه‌های سیمای سرزمین جهت یافتن الگوی نقشه‌های طبقه بندی شده، به شاخص‌هایی توسعه یافته تقسیم شده‌اند (۳). این سنجه‌ها می‌توانند به‌عنوان اساس مقایسه سناریوهای متفاوت سیمای سرزمین، یا شناخت تغییرات وضعیت سیمای سرزمین در طی زمان باشند. سنجه‌ها ابزار مناسبی برای طراحی و یافتن ارتباط دقیق بین ساختار و عملکرد کاربری های مختلف سیمای سرزمین هستند (۴). توجه به منظرهای طبیعی و فرهنگی سیمای سرزمین توسط محققان، سیاست‌مداران و مدیران مناطق حفاظت شده روز به روز در حال افزایش است. تغییرات در سیمای سرزمین به‌طورکلی ارزش‌های ملی و میراثی و منابع غیرقابل جبران را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۵). به دنبال توسعه سامانه های اطلاعات جغرافیایی و در دسترس قرار گرفتن تصاویر ماهواره ای، پیشرفت های زیادی در کمی سازی محیط زیست از نظر معیارهای سیمای‌سرزمین صورت گرفته است (۶و۷). درسال‌های اخیر مطالعات زیادی از مزایای سنجه‌های سیمای‌سرزمین جهت برنامه ریزی و مدیریت سرزمین بهره برده اند که بیشینه این مطالعات از سنجه های سیما جهت بررسی تغییرات پوشش سرزمین به ویژه در کشورهای آمریکا و چین استفاده نموده‌اند (۸).

دنگ و همکاران در سال ۲۰۰۹ از تکنیک‌های سنجش از دور، آشکارسازی تغییرات و سنجه های سیمای سرزمین از قبیل تعداد لکه، تراکم لکه، تراکم حاشیه، شاخص بزرگ‌ترین لکه، میانگین مساحت لکه، شاخص شکل سیمای سرزمین و شاخص تنوع شانون، به ارزیابی تغییرات سرزمین در یک دوره ده‌ساله واقع در ۱۹۹۶ الی ۲۰۰۶ در شهر هانگزو سواحل شرقی چین پرداختند (۹). دی باروس و همکاران با استفاده از سنجه‌های اندازه، شکل، تراکم، توزیع و همسایگی تخریب سریع جنگلهای‌آمازون را در روندونیا برزیل بررسی نمودند و اظهار داشتند درصورت ادامه این روند تا سال ۲۰۲۰ وسعت چشم‌گیری از این‌جنگل‌ها رو به نابودی خواهند رفت (۱۰).

در ایران نیز مطالعاتی مبنی بر استفاده از سنجه‌های سیمای‌سرزمین صورت گرفته است تحلیل تخریب سیمای‌سرزمین حوزه آبخیز نکا با استفاده از سنجه های اکولوژی سیمای‌سرزمین توسط طالبی امیری و همکاران (۱۳۸۸)، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داده که با توجه به وقوع سیلابهای‌متعدد در حوزه آبخیز نکاء احتمالا تخریب پوشش گیاهی طبیعی، افزایش وسعت اراضی بایر و چرای بی‌رویه دام باافزایش سطوح اراضی نفوذناپذیر و کاهش قابلیت نگهداشت بارش، ضریب رواناب سطحی را در منطقه افزایش داده است (۱۱).

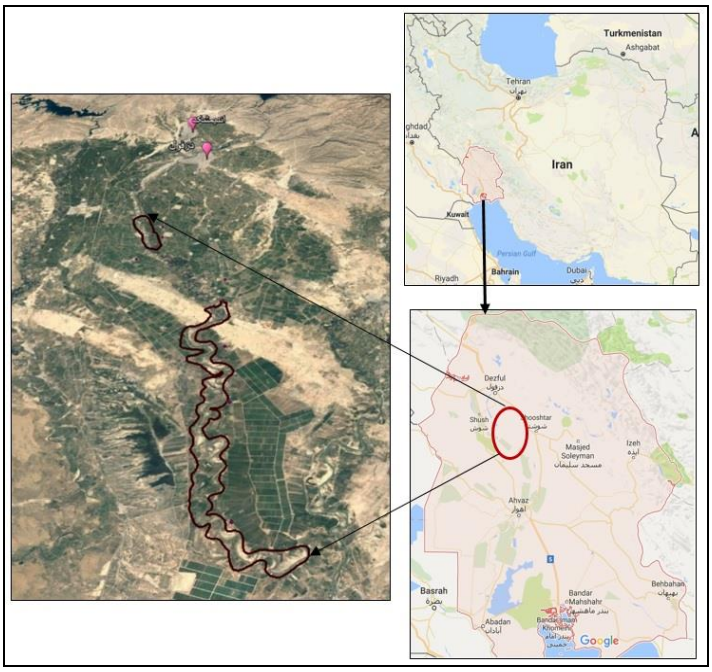
کرمی و فقهی (۱۳۹۰)، به کمی سازی سنجه های سیمای‌سرزمین در استان کهگیلویه و بویراحمد با هدف بررسی ساختاراولیه سیمای سرزمین و روند تغییرات آن در آینده پرداختند. دراین تحقیق از سنجه های توزیع مکانی و ترکیب بندی لکه ها در سطح کلاس و سیمای سرزمین استفاده

کرده‌اند (۱۲). افـزایش بـی سـابقه سـرعت تغییـرات، بزرگـی و فراوانی آن‌ها درمناطق حفاظت شـده و زیسـتگاه گونـه‌هـای در خطر انقراض باعث نگرانی‌هایی در ایـن زمینـه شـده (۱۳)، لـذا هدف از این تحقیق تحلیل تغییرات سـرزمین منطقـه حفاظـت شده دز در یک دوره زمانی ۱۳ ساله به منظور شناخت وضعیت این منطقه به کمک بررسی و کمی سازی سنجه هـای سـیمای سرزمین است. مطالعات انجام شده در منطقه حفاظت شـده دز که خاستگاه گوزن زرد در ایران است، فاقد بررسی سـنجه‌هـای سیمای‌سرزمین جهت پایش تغییـرات سـرزمین اسـت، اهمیـت این موضوع از آن جهت می‌باشد کـه از دسـت دادن پیوسـتگی ماتریس زیستگاه و تغییر آن در نتیجه تغییـر سـیمای‌سـرزمین باعـث شکسـته شـدن زیسـتگاه‌هـای پیوسـته گونـه‌هـای درخطرانقراض، به یک سری از لکه‌های تکه تکه شده کوچک‌تـر می‌شود که این امر باعث افزایش جـدا افتـادگی بـین لکـه‌هـای زیسـتگاهی شـده و امکـان جابجـایی و پراکنـدگی گونـه‌هـا در سـیمای سـرزمین را دچـار اخـتلال خواهـد کـرد. بنـابراین مطالعه‌حاضر جهت بررسی وضعیت تخریـب سـیمای طبیعـی و پایش، برنامه ریزی و مدیریت تغییرات در این منطقـه ضـرورت می‌یابد.

روش بررسی

منطقه مورد بررسی

منطقه حفاظت شده دز در شهرسـتان دزفـول، بخـش مرکـزی قرارگرفته است. شروع جنگـل در غـرب از ۱۵ کیلـومتری شـهر دزفول است. منطقه حفاظت شده دز در امتداد رودخانـه دز بـه صورت طولی با طول حدود ۱۵۰کیلومتر کشیده شده است. این منطقه شامل دو قسـمت شـمالی و جنـوبی اسـت کـه ۳۲۱۴ و ۱۵۴۹۷هکتار وسعت دارند (شکل ۱). پناهگـاه حیـات وحـش و منطقـه حفاظـت شـده دز از سـال ۱۳۴۶ تحـت مـدیریت و برنامـه‌هـای حفـاظتی سـازمان حفاظـت محـیط زیسـت قرارگرفته‌است ولی بخش دیگـری از ایـن جنگـل‌هـا در حـوالی روستاهای زاویه و عباس‌آبـاد در امتـداد جنگـل‌هـای دز تحـت حفاظت قرار ندارد (۱۴).



شکل ۱- موقعیت منطقه حفاظت شده دز در ایران و استان خوزستان

منطقه نواری شکل دز به‌طور کلی در اراضـی مسـطح دو طـرف رودخانه واقـع شـده و فاقـد هرگونـه کـوه و دره اسـت. اطـراف منطقه‌دز را اراضی مسطحی اشغال نموده که به‌علت برخورداری از خـاک‌حاصـل‌خیـز، دارای کشـاورزی آبـی مکـانیزه اسـت.

حیات‌وحش جانوری بخش وسیع و مهم و زنده این اکوسیستم به‌حساب می‌آید که علی رغم وجود عوامل تهدید کننده محیطی و تشدید پدیده توسعه اقتصادی و اجتماعی از تنوع خیره کننده ای برخوردار بوده است که از نظر اکولوژیک زیبا شناختی سهم‌عمده‌ای از منطقه دز را به خود اختصاص داده است

طبقه‌بندی تصاویر

به منظور بررسی روند تغییرات در محدوده مطالعاتی، از تصاویر ماهواره لندست ۷ مربوط به سنجنده TM (سال ۲۰۰۰) و تصاویر ماهواره لندست ۸ مربوط به سنجنده ETM^{+} (سال ۲۰۱۴) استفاده شد. پس از انجام تصحیحات هندسی و تبدیل داده‌ها به رادیانس، تصحیحات اتمسفری بر روی این تصاویر با استفاده از FLAASH در نرم افزار Envi صورت گرفت. درنهایت با استفاده از روش بیشینه احتمال و نیز با استفاده از نقاط آزمایشی، با توجه به هدف تحقیق و نوع پوشش‌های موجود در منطقه تصاویر در سه طبقه (آب، خاک و پوشش‌گیاهی) دسته‌بندی شدند. از آنجایی که صحت آشکارسازی تغییرات رخ داده به دقت نقشه‌های تولیدی سال‌های مختلف وابسته است، بنابراین برآوردی از دقت نقشه‌های تولیدی الزامی است. بنابراین، ضریب کاپا و دقت کلی برای تمامی نقشه‌های تولیدی محاسبه شد. شکل ۲ فرآیند پردازش و طبقه بندی تصاویر ماهواره ای این تحقیق را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از صحت سنجی تصاویر ماهواره‌ای نیز در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- نتایج حاصل از صحت سنجی تصاویر ماهواره‌ای در سال‌های مورد بررسی

	(۱۳۷۸) ۲۰۰۱	(۱۳۹۲) ۲۰۱۴
دقت کلی	۷۴/۱۴	۸۲/۶۱
ضریب کاپا	۰/۸۸۲۹	۰/۷۱۱۶

انتخاب سنجه های سیمای سرزمین

پس از تهیه نقشه‌های پوشش زمین، سنجه‌های سیمای‌سرزمین جهت بررسی تغییرات سیمای سرزمین در منطقه‌موردمطالعه باید انتخاب شود، که جهت کمی کردن آن‌ها طی سال‌های مورد بررسی از نرم افزار Fragstats 4.2 استفاده شده است. یکی از مسایل استفاده از این سنجه‌ها، انتخاب سنجه مناسب از میان تعدد سنجه‌ها است (۱۵،۱۷). به طور معمول سنجه‌ها در سه سطح تعریف شده و محاسبه می‌شوند (۱۸):

۱) سنجه‌های سطح لکه‌ها: برای لکه‌های منفرد تعریف‌شده، ویژگی‌های مکانی و بافت لکه را مورد نظر قرارمی‌دهند.
۲) سنجه‌های سطح طبقات: در مورد مجموعه لکه‌های مربوط به طبقه‌ای خاص محاسبه می‌شوند.
۳) سنجه‌های سطح سیمای سرزمین: این سنجه‌ها درکل محدوده محاسبه شده و برایند ویژگی‌های لکه‌ها و طبقات هستند (۱۹).

در این پژوهش سنجه‌های تعداد لکه، تراکم لکه، تراکم حاشیه، بزرگ‌ترین لکه، شکل سیمای سرزمین و کل حاشیه به عنوان سنجه‌های سیمای سرزمین انتخاب شدند. از سوی دیگر، شناخت تنوع زیستی امکان بررسی عوامل موثر بر زیستگاه ها را میسر می‌سازد و با استفاده از شاخص‌های تنوع زیستی می‌توان به کنترل و ارزیابی روند تغییرات در اکوسیستم منطقه پرداخت. شاخص‌های تنوع زیستی، میزان فراوانی یک گونه در یک محیط انتخابی را به صورت یک ارزش واحد نشان می‌دهند. از این‌شاخص‌ها می‌توان برای ارزیابی سه جنبه از ساختار جامعه استفاده کرد.

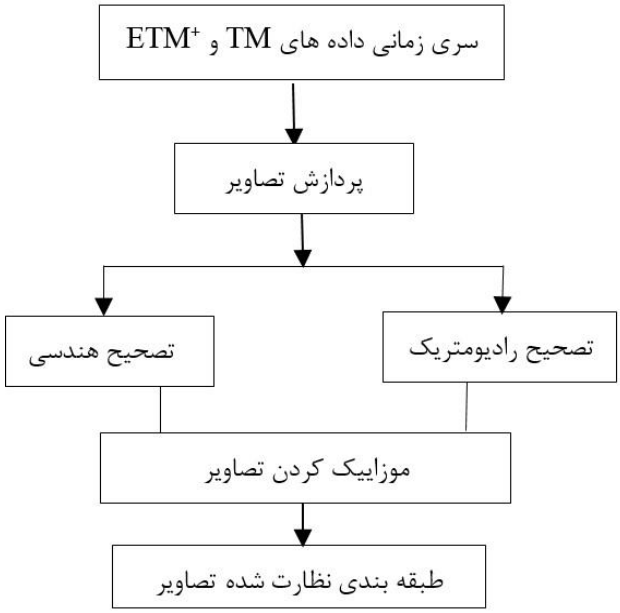
۱) تعداد گونه‌ها
۲) تعداد کل ارگانیزم های موجود از هر گونه یا فراوانی
۳) یکنواختی در گسترش گونه های مختلف یا یکسانی

ارزش این روش‌ها بر این فرض استوار است که با افزایش آلودگی در یک اکوسیستم، کاهش تعداد گونه‌های حساس سبب کاهش پارامترهای دیگر شده و در نتیجه سبب کاهش

تنو ع در جامعه می‌گردد. یکی از شاخص‌های مهم تنوع زیستی که در ارزیابی زیستگاه ها از آن استفاده زیادی می‌شود، شاخص تنوع گونه‌ای است. امروزه نسبت تعداد گونه ها و کـل افـراد در یک جامعه را به عنوان تنوع گونه‌ای تعریف می‌کنند کـه میـزان آن به ثبات محیط زیست بستگی دارد (۲۰).

یکنواختی گونه‌ای نیز، چگونگی توزیع فراوانـی افـراد را در بـین گونه‌ها نمایش می‌دهد. به عبارت دیگر، یکنواختی بیان‌گر میزان تعادل در فراوانی گونه ها است. در این مطالعه شاخص‌های تنوع گونه‌ای و یکنواختی گونه‌ای سیمپسون و شانون مورد بررسـی قرار گرفتند.

روش‌های تحلیل عاملی منجر به کاهش حجم داده‌ها و منجر به تعیین مهـم‌تـرین متغیرهـای مـؤثر در شـکل‌گیـری پدیـده‌هـا می‌شوند (۱۸). از تحلیل مؤلفه‌های اصلی در فضـای نـرم افـزار SPSS 21.0 به منظور تعیین تعداد مؤلفه‌های غیـر وابسـته و در مرحله بعد تعیین سنجه‌های زیر گروه هرکدام از مؤلفه هـا و مشخص نمودن مناسب ترین سنجه‌ها جهـت تحلیـل تغییـرات سیمای سرزمین استفاده شده است.



شکل ۲- فرآیند پردازش و طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای

در این رویکرد ابتـدا تناسـب جامعـه بـه‌وسـیله آزمـون آمـاری KMO [1] سنجیده شـد، سـپس بـه منظـور بهبـود روابـط بـین سنجه‌های و مؤلفه های اولیه و بهبود توانایی تفکیک سنجه‌هـا برای عضویت در مؤلفه ها از دوران Varimax اسـتفاده شـده است (۲۱)؛ در این مرحله تعداد مؤلفه‌های اصلی که قادر باشند توصیف جامعی از متغیرهـا داشـته باشـند تعیـین مـی‌شـوند و متغیرها با توجه به درجه عضویت در زیر گروه این عوامـل قـرار می‌گیرند. در نهایت از روی بیشِنه درجه عضویت، متغیرها اصلی در هر مؤلفه تعیین می‌شوند (۱۵). در این تحقیق با مرور منابع و مطالعات مشابه صورت گرفته، از شش سنجه سیمای‌سـرزمین به علت توانایی آن‌ها در تفسیر ترکیب و توزیـع فضـایی عناصـر ساختاری در سیمای سرزمین استفاده شده است که عبارتند از:

- تعداد لکه: این سنجه تعـداد لکـه‌هـای کـاربری زمـین را در واحد سطح نشان می‌دهد (۳).
- تراکم لکه: این سنجه الگوی سیمای سرزمین را نشان داده و بیان‌گر تعداد لکه در واحد سطح (در هر صد هکتار) است. تراکم

1-Kaiser-Meyer-Olkin

لکه، مقایسه سیمای سرزمین با سطوح مختلف را ساده‌تر می‌کند (۲۲).

- تراکم حاشیه: محیط هر کلاس تقسیم بر سطح آن را نشان می‌دهد (۲۳).

- شاخص بزرگ‌ترین لکه: درصدی از سیمای سرزمین که توسط بزرگ‌ترین لکه اشغال شده، یک اندازه‌گیری ساده از چیرگی است (۲۲).

- شاخص شکل سیمای سرزمین: نسبت محیط طبقه به‌حداقل محیط ممکن برای یک طبقه با حداکثر تجمع (انباشتگی) بوده است که این امر زمانی اتفاق می‌افتد که طبقه تا حد ممکن در یک لکه فشرده شده باشد. هرچه طبقه پراکنده‌تر شود، این سنجه بدون محدودیت افزایش می‌یابد. این سنجه فاقد واحد است (۲۲).

- شاخص کل حاشیه: اندازه مطلق طول حاشیه کل یک کلاس معین است. مقادیر آن بزرگ‌تر مساوی یک است و واحد آن به متر است. حاشیه کل هنگامی برابر صفر است که سیمای‌سرزمین فاقد حاشیه کلاس است و کاربر در کل سیمای‌سرزمین هیچ مرزی از سیمای‌سرزمین را به عنوان حاشیه‌ای که مورد تیمار قرار گیرد در نظر نمی‌گیرد (۲۴).

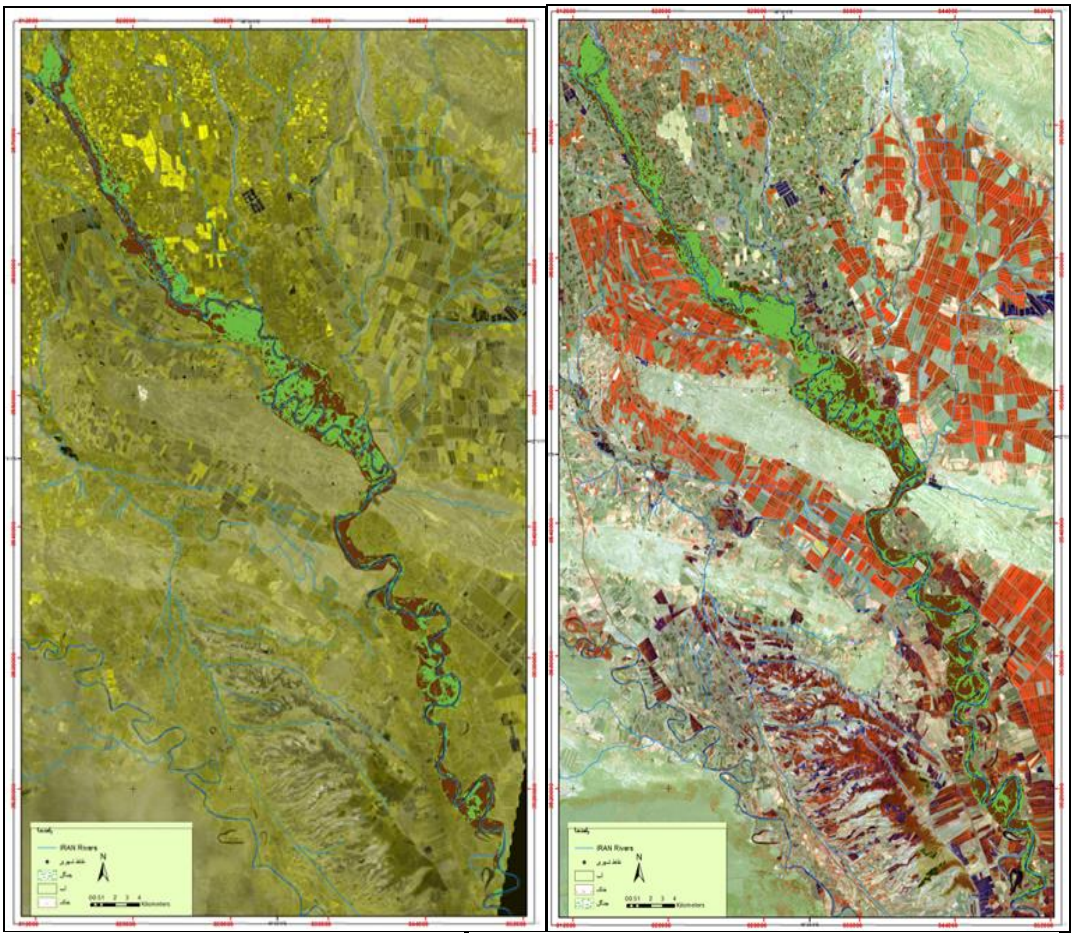
هدف استفاده از شاخص‌های تنوع زیستی، رسیدن به کمیتی واحد جهت سهولت مقایسه، مطالعه و ارزیابی جمعیت‌ها و اکوسیستم‌ها است و در نهایت این شاخص‌ها، قادرند داده‌های‌پراکنده را آن قدر در یکدیگر ادغام کنند تا کمیتی واحد را تشکیل دهند. شاخص‌های تنوع گونه‌ای بر اساس فراوانی نسبی گونه‌ها عمل می‌کنند و شاخص یکنواختی، نحوه پراکنش و توزیع جهت افراد گونه‌ها را نشان می‌دهد. هر چه توزیع گونه‌ها یکنواخت‌تر باشد، میزان پایداری و ثبات بیش‌تر بوده، در نتیجه تنوع زیستی بیشتر خواهد بود. در این مطالعه شاخص‌های تنوع گونه‌ای و یکنواختی گونه‌ای با استفاده از توابع شانون (۲۵) و سیمپسون (۲۶) مورد استفاده قرار گرفتند.

نتایج

در این بخش از تحقیق، نتایج مراحل مختلف در روند انجام تحقیق ارایه می‌شود:

پوشش اراضی منطقه

نتایج حاصل از طبقه بندی تصاویر منطقه حفاظت شده دز در شکل ۳ و ۴ آورده شده است. مقایسه دو نقشه پوشش اراضی نشان می‌دهد که پوشش گیاهی منطقه در سال ۲۰۱۴ با مساحت ۶۶۲۰ هکتار نسبت به سال ۲۰۰۱، ۵/۵۴ درصد کاهش داشته است. میزان آب رودخانه دز نیز در سال ۲۰۱۴ با کاهشی ۴/۴۷ درصدی مواجه شده، همچنین اراضی خاکی منطقه نیز نسبت به سال ۲۰۰۱، به میزان ۱۷۱۸ هکتار معادل ۱۰/۰۱ درصد افزایش یافته‌اند (جدول۲).



شکل۳- تصویر طبقه‌بندی از منطقه‌حفاظت شده دز سال ۲۰۰۱ شکل۴: تصویر طبقه‌بندی از منطقه‌حفاظت شده در سال۲۰۱۴

جدول ۲-مساحت طبقات مورد بررسی بر حسب درصد و هکتار

طبقات	سال ۲۰۰۰		سال ۲۰۱۴		اختلاف
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	درصد
پوشش گیاهی	۷۵۷۱	۴۴/۱۲	۶۶۲۰	۳۸/۵۸	-۵/۵۴
آب	۲۰۰۳	۱۱/۶۷	۱۲۳۶	۷/۲۰	-۴/۴۷
خاک	۷۵۸۵	۴۴/۲۱	۹۳۰۳	۵۴/۲۲	+۱۰/۰۱
مجموع	۱۷۱۵۹	۱۰۰	۱۷۱۵۹	۱۰۰	

تجزیه و تحلیل سنجه‌ها سیمای سرزمین

تناسب سنجه ها برای ورود به آزمون PCA برآورد شد (KMO= 0.68) و مولفه‌های اصلی برای توصیف کل سنجه‌ها تعیین گشت که در مجموع قادرند ۸۵/۲۰ درصد واریانس جامعه را توصیف کنند. سنجه های اصلی مورد استفاده در این‌تحقیق و برخی خصوصیات آن‌ها و تغییرات آن‌ها طی سال‌های مورد بررسی در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳-خصوصیات سنجه های سیمای سرزمین مورد مطالعه و تغییرات آنها طی بازه زمانی مورد بررسی

سنجه‌ها	علامت اختصاری	واحد	محدوده تغییرات	سال ۲۰۰۰	سال ۲۰۱۴	تغییرات	درصد تغییرات
تعداد لکه	NP	واحد ندارد	$NP > 0$	۲۲۰۴	۲۰۵۱	-۱۵۳	-۶/۹۴
تراکم لکه	PD	متر در ۱۰۰ هکتار	$PD > 0$	۱۴/۵۴۲۴	۱۲/۸۸۰۹	-۱/۶۶۱۵	-۱۱/۴۲
تراکم حاشیه	ED	متر در هکتار	$ED > 0$	۷۷/۵۰۱۴	۸۲/۷۷۵۶	۵/۲۷۴۲	۶/۸
بزرگترین لکه	LPI	درصد	$0 < LPI < 100$	۹/۴۰۶۹	۲۲/۲۴۸۹	۱۲/۸۴۲۰	۱۳۶/۵۱
شکل سیمای سرزمین	LSI	واحد ندارد	$LSI \geq 1$	۳۸/۴۶۸۳	۴۰/۳۳۸۵	۱/۸۷۰۲	۴/۸۶
کل حاشیه	TE	متر	$TE \geq 0$	۱۱۷۴۵۹۰	۱۳۱۸۰۲۰	۱۴۳۴۳۰	۱۲/۲۱
سنجه تنوع شانون	SHDI	واحد ندارد	$SHDI \geq 1$	۰/۶۹۳۱	۰/۶۷۸۹	-۰/۰۱۴۲	-۲/۰۴
شاخص تنوع سیمپسون	SIDI	واحد ندارد	$0 \leq SIDI \leq 1$	۰/۵۰۰۰	۰/۴۸۵۸	-۰/۰۱۴۲	-۲/۸۴
شاخص یکنواختی شانون	SHEI	واحد ندارد	$0 \leq SHEI \leq 1$	۱/۰۰۰۰	۰/۹۷۹۴	-۰/۰۲۰۶	-۲/۰۶
شاخص یکنواختی سیمپسون	SIEI	واحد ندارد	$0 \leq SIEI \leq 1$	۱/۰۰۰۰	۰/۹۷۱۶	-۰/۰۲۸۴	-۲/۸۴

سنجه تعداد لکه (NP) در سال ۲۰۱۴ نسبت به سال ۲۰۰۱ کاهش داشته است. تراکم لکه (PD) نیز در سال ۲۰۱۴، کاهش پیدا کرده است. این در حالی است که سنجه‌های تراکم حاشیه (ED)، بزرگ‌ترین لکه (LPI)، شکل سیمای سرزمین (LSI) و کل حاشیه (TE) نسبت به سال ۲۰۰۱ افزایش یافته‌اند (جدول ۴). شاخص تنوع و یکنواختی گونه‌ای شانون و سیمپسون نیز روند رو به کاهشی داشته اند (شکل ۵).

شکل ۵-نتایج بررسی شاخص‌های تنوع و یکنواختی منطقه حفاظت شده دز طی سال‌های مورد بررسی

بحث و نتیجه‌گیری

از آنجایی که سیمای سرزمین دارای الگوی پیچیده‌ای است، نیاز به سنجه‌های متنوعی جهت کمی سازی و تحلیل این‌الگوها است. نتایج بررسی و مقایسه سنجه‌های سیمای سرزمین طی سال‌های مورد بررسی نشان می‌دهد که وسعت اراضی دارای پوشش گیاهی در منطقه کاهش یافته، درحالی‌که اراضی‌خاکی با روند افزایشی روبرو بوده است. کاهش وسعت پوشش گیاهی و افزایش اراضی خاکی بیان‌گر تخریب پوشش طبیعی منطقه می‌باشد که آتش‌سوزی‌های طبیعی و غیرطبیعی در بروز این تخریب‌ها تاثیر قابل ملاحظه‌ای داشته است. با توجه به این‌که حیات جانوری و غیر جانوری وجود در این منطقه حفاظت شده به پوشش گیاهی و منابع آبی وابسته است، این روند رو کاهش می تواند زنگ خطری برای توجه بیش‌تر به شرایط زیستی این منطقه حفاظت شده باشد. بنابراین وضعیت ساختار سرزمین منطقه در شرایط فعلی به صورت اختلالی و بیان‌گر روند توسعه تخریب است، که با توجه به وقوع ریزگردها در منطقه جنوب کشور، تخریب پوشش گیاهی، افزایش وسعت اراضی بایر و کاهش قابلیت نگهداشت بارش تخریب تنوع زیستی این‌منطقه تحت حفاظت را به همراه داشته باشد. روند رو به کاهش شاخص‌های تنوع زیستی مورد بررسی طی این دوره زمانی نیز نشان از در خطر بودن تنوع زیستی غنی موجود در منطقه است که بر ادعای فوق صحه می‌گذارد و شناخت و ارزیابی استرس‌های موجود را ضرورت می بخشد.

نتایج به دست آمده از کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین در این تحقیق نیز بیان‌گر کارایی سنجه های مورد بررسی در تحلیل تغییرات سیمای سرزمین است.

سنجه تعداد لکه (NP) و سنجه تراکم لکه (PD)، کاهش پیدا کرده‌اند و سنجه تراکم حاشیه (ED) افزایش یافته که نشان از افزایش تخریب پوشش های طبیعی این منطقه حفاظت شده و افزایش مرز مشترک با کاربری های اطراف خود دارد که موجبات نفوذ بیش‌تر به منطقه و کاهش هر چه بیش‌تر لکه‌های‌طبیعی را فراهم خواهد کرد. افزایش چشم‌گیر شاخص بزرگ‌ترین لکه (LPI)، به میزان ۱۳۶/۵۱ درصد این امیدواری را بوجود می‌آورد که با مدیریت و برنامه ریزی صحیح در این منطقه از تخریب‌های حاصل جلوگیری به‌عمل آورد و روند احیاء و بهبود را در منطقه در پیش گرفت.

از آنجایی که درک تغییرات مکانی و زمانی الگوی سیمای‌سرزمین برای پیش بینی پروژه‌هایی با اهداف مختلف مانند ارزیابی و آمایش سرزمین، مدیریت منابع و حفاظت‌تنوع‌زیستی لازم است و با درنظر داشتن توانایی بالای سنجه ها در کمی سازی سیمای‌سرزمین بایستی از نتایج حاصل از این‌گونه مطالعات در برنامه ریزی و مدیریت در سطوح محلی، منطقه‌ای و ملی استفاده گردد.

منابع

1) Matsushita, B., Xu, M. and Fukushima, T., 2006. Characterizing the changes in landscape structure in the Lake Kasumigaura Basin, Japan using a high-quality GIS dataset. Landscape and urban planning, 78(3), pp.241-250.
2) Makhdoom, M., 2001. Fundamental principles of Land use planning, Tehran.
3) McGarigal, K., Cushman, S.A., Neel, M.C. and Ene, E., 2002. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for categorical maps.
4) Leitão, A.B., Miller, J., Ahern, J. and McGarigal, K., 2012. Measuring landscapes: A planner's handbook. Island press.
5) Kušová, D., Těšitel, J., Matějka, K. and Bartoš, M., 2008. Biosphere reserves—an attempt to form sustainable landscapes: a case study of three biosphere reserves in the Czech Republic. Landscape and Urban Planning, 84(1), pp.38-51.
6) Nagendra, H., 2000. Estimating landscape pattern from supervised and

unsupervised classification: studies in the Western Ghats, India. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 33(B7/3; PART 7), pp.955-961.

7) Seto, K.C. and Fragkias, M., 2005. Quantifying spatiotemporal patterns of urban land-use change in four cities of China with time series landscape metrics. Landscape ecology, 20(7), pp.871-888.

8) Uuemaa, E., Mander, Ü. and Marja, R., 2013. Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: a review. Ecological Indicators, 28, pp.100-106.

9) Deng, J.S., Wang, K., Hong, Y. and Qi, J.G., 2009. Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization. Landscape and urban planning, 92(3), pp.187-198.

10) de Barros Ferraz, S.F., Vettorazzi, C.A., Theobald, D.M. and Ballester, M.V.R., 2005. Landscape dynamics of Amazonian deforestation between 1984 and 2002 in central Rondônia, Brazil: assessment and future scenarios. Forest Ecology and Management, 204(1), pp.69-85 .

۱۱) طالبی امیری، شیما و همکاران، «تحلیل تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکا با استفاده از متریک های اکولوژی سیمای سرزمین». فصلنامه علوم محیطی. ۱۳۸۸؛ شماره ۳: صفحه ۱۴۴-۱۳۳.

۱۲) کرمی، آرش و جهانگیر، فقیهی، «بررسی کمی سنجه های سیمای سرزمین در حفاظت از الگوی کاربری اراضی پایدار (مطالعه موردی: استان کهگیلویه و بویراحمد)». فصلنامه محیط‌شناسی. ۱۳۹۰؛ شماره ۶۰: صفحه۸۸-۷۹.

13) Antrop, M., 2004. Landscape change and the urbanization process in Europe. Landscape and urban planning, 67(1), pp.9-26 .

۱۴) پورتال اداره کل حفاظت محیط زیست خوزستان (http://www.khouzestan.doe.ir)

15) Lausch, A. and Herzog, F., 2002. Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability. Ecological indicators, 2(1), pp.3-15.

16) Herold, M., Couclelis, H. and Clarke, K.C., 2005. The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. Computers, Environment and Urban Systems, 29(4), pp.369-399.

17) Wickham, J.D., O'neill, R.V., Riitters, K.H., Wade, T.G. and Jones, K.B., 1997. Sensitivity of selected landscape pattern metrics to land-cover misclassification and differences in land-cover composition.

18) Farina, A. 2000. Landscape Ecology in action. London: Kluwer Academic Publisher. 317 pp.

۱۹) زبردست، لعبت و همکاران، «بررسی تغییرات ساختاری ناشی از جاده در پارک ملی گلستان در فاصله سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۹ با استفاده از متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین». فصلنامه پژوهش‌های محیط‌زیست. ۱۳۹۰؛ شماره ۴: صفحه ۱۱-۲۰.

۲۰) اردکانی، محمدرضا، «اکولوژی عمومی»، ۱۳۸۵، دانشگاه تهران

21) Riitters, K.H., O'neill, R.V., Hunsaker, C.T., Wickham, J.D., Yankee, D.H., Timmins, S.P., Jones, K.B. and Jackson, B.L., 1995. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. Landscape ecology, 10(1), pp.23-39.

۲۲) سلیمان‌نژاد، لیلا و همکاران، «بررسی الگوی مکانی پارک‌های تهران توسط سنجه‌های سیمای سرزمین». فصلنامه پژوهش‌های محیط زیست. ۱۳۹۳؛ شماره ۹: صفحه ۳۴-۲۵.

۲۳) آرخی، صالح، « کاربرد متریک های سیمای سرزمین در ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده ازسنجش از دور و GIS مطالعه موردی: منطقه بیابانی دهلران». دو فصلنامه جغرافیا و توسعه. ۱۳۹۴: شماره ۴۰: صفحه ۶۸-۵۹.

۲۴) کیانی، واحد و جهانگیر فقهی، «بررسی ساختار پوشش/کاربری حوزه آبخیز سفید رود با استفاده از سنجه‌های بوم‌شناسی سیمای سرزمین». فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. ۱۳۹۴؛ دوره ۱۷: صفحه ۱۴۱-۱۳۱.

25) Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. Annual Review of Ecology and Systematic 5: 285-307.

26) Hill, M. O. 1973. Diversity and Evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology 54: 427-432.