علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره دو، اردیبهشت ماه ۹۹

نقش تحلیل ساختار فضایی سیمای سرزمین در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی(EIA)

(مطالعه‌ی موردی: تالاب بین‌المللی میانکاله)

سولماز دشتی[1*]

soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir

غلامرضا سبزقبائی[2]

کاوه جعفرزاده[3]

مژگان بزم‌آرا بلشتی[3]

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۲۵ **تاریخ پذیرش:۹۵/۱۲/۱۵**

چکیده

زمینه و هدف: استفاده از روش‌های ارزیابی اثرات محیط‌زیستی یکی از ابزارهای مهم در مطالعات مدیریت محیط‌زیست و کاهش عوامل بالقوه آسیب‌رسان محیط‌زیستی در مناطق حساس مانند تالاب‌ها برای حصول به توسعه‌ی پایدار است. هدف از این پژوهش بررسی وضعیت ترکیب و توزیع فضایی تالاب بین‌المللی میانکاله و هم‌چنین بررسی کارایی سنجه‌های سیمای سرزمین برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی است.

روش بررسی: بدین منظور ابتدا تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ سنجنده‌های ETM^{+} و OLI مربوط به سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۵ تهیه گردید. سپس با انجام پردازش و پیش‌پردازش‌های لازم نقشه کاربری اراضی تهیه شد و نقشه‌های رستی وارد نرم‌افزار FRAGSTATS 4.2 گردید و تجزیه و تحلیل از الگوهای سیمای سرزمین در قالب رویکرد چشم‌انداز محیط‌زیستی با استفاده از معیارهای فضایی انجام گرفت.

یافته‌ها: با توجه به نتایج می‌توان بیان داشت که پهنه آبی تالاب (که مهم‌ترین بخش تالاب) و متعاقباً اراضی مرطوب تالابی سطح وسیعی دارند و حالت ریزدانه و لکه‌ی به خود نگرفته است، اما در طی زمان مورد مطالعه دچار حذف قسمتی از پهنه خود گشته است. کاربری پوشش گیاهی و اراضی انسان‌ساخت نیز با ایجاد لکه‌های جدید و دو تکه شدن اختلالی را در محیط طبیعی ایجاد کرده‌اند. کاربری کشاورزی هم حالت لکه‌ای نداشته و افزایش مساحت آن به‌صورت لکه‌های بزرگ بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج بیان شده مدیریت صحیحی در محیط تالاب به اجرا در نمی‌آید. زیرا که مدیریت حاضر تالاب میانکاله یک مدیریت سخت‌افزاری و قدیمی است، هم‌چنین به علت قرار گرفتن این تالاب در دو استان، مدیریتی یکپارچه ندارد و برنامه‌ی مدیریتی، پراکنده و چندگانه می‌باشد. در نتیجه با ایجاد طرح مدیریتی یکپارچه و منسجم می‌توان تا حدودی بر مشکلات این تالاب فایق آمد. مطالعه حاضر به‌خوبی نشان داد که سنجه‌های سیمای سرزمین ابزاری مناسب برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی در کم‌ترین زمان به‌شمار می‌آیند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی اثرات محیط‌زیستی، سنجه‌های سیمای سرزمین، ترکیب و توزیع فضایی، تالاب میانکاله.

۱- دانشیار گروه محیط‌زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. (*مسوول مکاتبات)

۲- استادیارگروه محیط‌زیست دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.

۳-کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.2, April, 2020

The Role of Landscape Ecology Spatial Structure Analysis in Environmental Impact Assessment (EIA)

(Case Study: Miankaleh International Wetland)

Soolmaz Dashti [1*]

soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir

Gholam Reza Sabzghabaei [2]

Kaveh Jafarzadeh[3]

Mojgan Bazmara Baleshti[3]

Admission Date:March 5, 2017 Date Received: August 18, 2016

Abstract

Background and Objective: The use of environmental impact assessment methods is one of the important tools in environmental management studies and the reduction of potentially harmful environmental factors in sensitive areas such as wetlands to achieve sustainable development. The purpose of this study is to investigate the status of spatial composition and distribution of Miankaleh International Wetland and also to evaluate the efficiency of land features measurements to assess environmental effects.

Method: For this purpose, first Landsat 7 and 8 satellite images of ETM + and OLI sensors related to 2001 and 2016 were prepared. Then, by performing the necessary processing and preprocessing, the land use map was prepared and the raster maps were entered into FRAGSTATS 4.2 software was performed.

Findings: According to the results, it can be said that the water zone of the wetland (which is the most important part of the wetland) and consequently the wetlands of the wetland have a large area and has not become fine and stained, but during the study period Deleted part of its domain. The use of vegetation and man-made lands has also disrupted the natural environment by creating new spots and fragmentation. Agricultural use has not been in the form of spots and the increase in its area has been in the form of large spots.

Discussion and Conclusion: According to the stated results, proper management in the wetland environment is not implemented. Because the current management of Miankaleh wetland is a hardware and old management, also due to the location of this wetland in two provinces, it does not have an integrated management and the management plan is scattered and multiple. As a result, by creating an integrated and coherent management plan, the problems of this wetland can be overcome to some extent. The present study well showed that land use measurements are a suitable tool for assessing environmental impacts in the shortest time.

Keywords: Environmental Impact Assessment, Metrics landscape, Composition and spatial distribution, Miankaleh Wetland.

1- Associate Professor, Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. *(*Corresponding Author*)

2- Assistant Professor, Department of Environment, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.

3- Masters Assessment and Land use planning, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.

مقدمه

تالاب یک سیستم یا سامانه زیستی است (۱)، که دارای ترکیب و ساختار ویژه‌ای می‌باشد (۲) و حد واسط بین اکوسیستم‌های خشکی و آبی محسوب می‌شود (۳) که مجموعه منسجم و به‌هم پیوسته‌ای از گیاهان آبی یا وابسته به آب را تشکیل می‌دهد، که در آن‌ها آب عامل اصلی کنترل محیط‌زیست و ارتباط بین جامعه فون و فلور تالاب می‌باشد. تالاب‌ها دارای ارزش‌های زیباشناختی، تفرجی، اقتصادی، اجتماعی و بسیاری از ارزش‌های دیگر هستند که دخالت عوامل طبیعی و غیرطبیعی می‌تواند این انسجام و کیفیت را برهم زند (۴). شناخت و ارزیابی تغییرات صورت گرفته در محیط‌زیست و عوامل تهدیدکننده اکوسیستم‌ها، فرآیندی است که منجر به ایجاد درک صحیحی از نحوه تعامل انسان و محیط-زیست می‌شود (۵). استفاده از روش‌های ارزیابی اثرات محیط-زیستی یکی از ابزارهای مهم در مطالعات مدیریت محیط‌زیست و شناسایی و کاهش عوامل بالقوه آسیب‌رسان محیط‌زیستی در مناطق حساس مانند تالاب‌ها برای حصول به توسعه‌ی پایدار است (۶). ارزیابی اثرات محیط‌زیستی نظامی سازمان یافته‌ایست که برای گردآوری و ارزشیابی اطلاعات محیط‌زیستی و استفاده از آن‌ها در روند تصمیم‌گیری‌ها به‌کار گرفته می‌شود. اساسا این ارزیابی به پیش‌بینی تغییراتی می‌انجامد که می‌تواند در اثر توسعه و اجرای گزینه‌های مختلف یک فعالیت (پروژه) پدید آید (۷). روش‌های ارزیابی اثرات محیط‌زیستی (EIA) بسیار متنوع است و روش‌های انتخاب شده برای ارزیابی باید قابلیت بررسی اثرات را در بازه‌ی زمانی و مکانی داشته باشد.

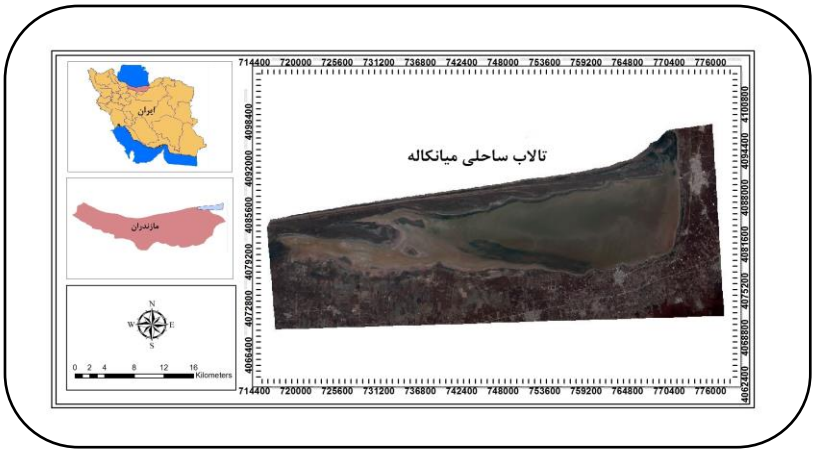
از سوی دیگر اکثر روش‌های EIA بسیار پر هزینه و وقت‌گیر است (۸). سنجه‌های سیمای سرزمین دارای کاربرد در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی‌اند و عواملی هستند که اندازه‌گیری آن‌ها به سادگی امکان‌پذیر و هم‌چنین نماینده سایر بخش‌ها می‌باشند و به‌خوبی در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی قابل مطالعه بوده و با تصویرهای ماهواره‌ای نیز تغذیه می‌شوند (۹). که از طریق ایجاد ارتباط میان ساختار و کارکرد سیمای سرزمین و درک بهتر فرآیندهای اکولوژیک می‌توان به ارزیابی سیمای سرزمین به منظور برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار آن دست یافت (۸). در دهه‌های اخیر علاقه فزاینده به استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در بحث ارزیابی تغییرات تالاب‌ها در سیاست‌های حفاظتی و مدیریتی بازتاب داشته است. در این زمینه می‌توان به مطالعات Fredericton (۲۰۱۶) تحلیل فضایی تغییرات پوشش گیاهی تالاب آب شیرین ماریتیم (شرق کانادا) (۱۰)، Bosco (۲۰۱۶) تجزیه و تحلیل فضایی و زمانی تخریب تالاب در اوگاندا (۱۱)، Chen & Lin (۲۰۱۳) ارزیابی اثرات توسعه انسانی در مناطق تالابی با استفاده از متریک سیمای سرزمین در کشور تایوان (۱۲)، Kim و همکاران (۲۰۱۱) استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین و تصاویر ماهواره‌ای جهت بررسی تغییرات پوشش گیاهی تالاب پتالومارایور (۵) اشاره نمود. هم‌چنین مختاری و همکاران (۱۳۸۸) در تالاب هورالعظیم (۱۳)، مددی و اشرافزاده (۱۳۸۹) در تالاب بامدژ (۱۴) و جعفری و همکاران نیز (۱۳۹۲) در تالاب ارومیه (۱۵) به بررسی تغییرات این تالاب با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین پرداختند و در همه این تحقیقات کاهش مساحت تالاب و تکه‌تکه شدن تالاب به‌چشم می‌خورد. هدف از این مطالعه بررسی وضعیت ترکیب و توزیع فضایی تالاب بین‌المللی میانکاله و هم‌چنین بررسی کارایی سنجه-های سیمای سرزمین برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی است.

مواد و روش

موقعیت محدوده مطالعاتی

پناهگاه حیات‌وحش میانکاله که بین "۸ ′۲۰ °۵۳ تا "۲ ′۲ °۵۴ طول شرقی و بین "۳۶ ′۴۶ °۳۶ تا "۲۶ ′۵۷ °۳۶ عرض شمالی با طول ۴۰ کیلومتر در منتهی‌الیه جنوب‌شرقی دریای خزر از شهرستان نکا به‌طرف شرق پیش‌روی داشته است. از شمال به دریای خزر، از غرب به اراضی کشاورزی زاغمرز و نواحی صنعتی شیلاتی و مراکز تجاری امیرآباد و بالاخره به تالاب بین‌المللی لپوی زاغمرز می‌رسد، از جنوب تا جنوب‌شرقی و مشرق در قلمرو جغرافیایی و سیاسی سه شهرستان بهشهر، بندر گز و بندر ترکمن قرار دارد (شکل ۱). این منطقه با وسعت ۶۸۸۰۰ هکتار تقریبا معادل ۲/۸۵ درصد از استان مازندران را تشکیل می‌دهد، که بیش از ۷۳/۴۶ درصد آن را اکوسیستم‌های آبی خلیج میانکاله تشکیل

می‌دهد (۱۶). که از این سطح مساحتی حدود ۱۲۲۶۰۹ هکتار مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است.



شکل ۱- موقعیت مکانی ذخیره‌گاه بین‌المللی میانکاله

Figure 1. Miankaleh International Reserves Location

روش پژوهش

به‌طور کلی مراحل کار سنجش از دور شامل: پیش‌پردازش، پردازش و پس‌پردازش تصاویر می‌باشد که در محیط نرم‌افزار ENVI صورت می‌گیرد (۱۷). در این پژوهش ابتدا تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ (ETM^{+}) و لندست ۸ (OLI) استخراج گردید (جدول۱).

جدول ۱- سنجنده و بازه زمانی مورد استفاده در مطالعه

Table 1. The sensor and period used in study

تصاویر ماهواره‌ای	سنجنده	تاریخ تصویربرداری	گذر	ردیف
لندست ۷	ETM+	۲۰۰۱/۴/۲۵	۱۶۳	۳۴
لندست ۸	OLI	۲۰۱۶/۱/۲۲	۱۶۳	۳۴

مراحل پیش‌پردازش در این تحقیق شامل بررسی کیفیت هندسی و رادیومتری تصاویر ماهواره‌ای و تصحیحات اتمسفریک بوده است. در این تحقیق برای تصحیحات اتمسفری تصاویر از متد چاوز که عبارت است از روش کم کردن ارزش‌های پیکسل‌های تیره و تکنیک حداقل باند (۱۸)، استفاده شد و ارزش پیکسل‌های تیره در تصویر کاهش داده شد تا فرآیند طبقه‌بندی از صحت بالایی برخوردار باشد. به‌منظور تصحیح هندسی تصاویر نیز، تعداد ۱۵ نقطه به‌صورت پراکنده در تمام تصاویر از روی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه که از سازمان ملل و همچنین سازمان نقشه-نگاری وزارت دفاع آمریکا تهیه شده بود انتخاب گردید و در ضمن برای افزایش دقت تصحیح هندسی، از نقاط کنترل زمینی که در زمان انجام عملیات از منطقه ثبت گردیده بود کمک گرفته شد (جدول۲). سپس با حذف نقاط نامناسب سعی شد، که مقدار RMS کم‌تر از ۱ شود. در گام بعد پردازش تصاویر انجام گشت، که در ابتدا بارزسازی طیفی تصاویر با روش بسط تباین به روش خطی (۱۹)، برای بالا بردن کیفیت تصاویر به سطحی بالاتر و بهتر جهت استخراج الگوها و یا تفسیر تصاویر انجام گردید. برای این پژوهش از ترکیب باندهای ۱،۲،۳ مربوط به ماهواره ETM^{+} و هم‌چنین از ترکیب باندهای ۲،۳،۴ مربوط به ماهواره OLI استفاده گردید، که تصاویری با رنگ‌های طبیعی بدست آمد.

جدول ۲- تعداد نقاط تعلیمی و کنترل زمینی در کاربری‌ها

Table 2.The number of educational and ground control in land uses

کاربری‌ها	تعداد نقاط تعلیمی	تعداد نقاط نمونه‌برداری
اراضی مرطوب و بایر	۳۳	۱۹
اراضی انسان‌ساخت	۲۱	۲۶
کشاورزی	۲۷	۳۳
پوشش گیاهی	۲۴	۲۸
پهنه آبی	۲۸	۱۴

منطقه مورد مطالعه دارای پوشش گیاهی طبیعی و مصنوعی زیادی است، پس برای طبقه‌بندی کاربری‌ها می‌توان از شاخص NDVI[1] بهره جست. در این تحقیق برای متمرکز کردن اطلاعات چند باند با همبستگی بالا و یک باند از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی استفاده شد، تا شاخص NDVI به‌خوبی پوشش گیاهی را مشخص کند. در نهایت با توجه به شناختی که از منطقه بود و به کمک شاخص NDVI کاربری‌های اراضی بایر و مرطوب، انسان‌ساخت، پوشش گیاهی، کشاورزی و پهنه آبی شامل شناسایی شدند. پس از طبقه‌بندی تصاویر به منظور ارزیابی صحت تصاویر طبقه‌بندی شده جدول خطا برای محاسبه صحت کلی و ضریب کاپای نقشه، تولید شد. با توجه به دقت بالای روش نظارت شده برای طبقه‌بندی تصاویر از این روش استفاده شد. این روش از نظر اکثر محققین مقدم است زیرا این روش معمولا تعریف دقیق و صحیح‌تری از کلاس‌ها نسبت به روش غیرنظارت شده نشان می‌دهد. طبقه‌بندی نظارت‌شده تحت یکسری الگوریتم یا طبقه‌بندی کننده‌های مختلف براساس نمونه‌های تعلیمی و با انجام محاسبات آماری متفاوت بر روی آن‌ها صورت می‌گیرد (۲۰). با اعمال پس‌پردازش بر روی نتایج طبقه‌بندی می‌توان دقت نتایج را افزایش داد، که این اعمال شما فیلتر کردن و ارزیابی نتایج طبقه‌بندی می‌باشد. در این پژوهش برای رفع پیکسل‌های نویز تصاویر طبقه‌بندی شده از فیلتر اکثریت ۳×۳ استفاده شده است. در نهایت نقشه تغییرات با روی‌هم‌گذاری در محیط نرم‌افزار GIS استخراج شد.

استخراج و انتخاب سنجه‌های سیمای سرزمین: فعالیت‌های انسانی به صورت غیرمستقیم و به علت تغییرات روی داده در اراضی مجاور تالاب‌ها و گاه به‌صورت مستقیم و از طریق حضور کاربری‌های ناسازگار درون آن‌ها که با اهداف اولیه‌ی حفاظت در تضاد کامل است، باعث تخریب ساختار و جلوگیری از تحقق اهداف و عملکردهای این مناطق می‌شوند (۲۱). این فعالیت‌ها سبب تغییرات زیادی در ساختار سیمای سرزمین می‌شوند، که از مهم‌ترین تاثیرات فعالیت‌های انسانی برساختار سیمای سرزمین، ازهم‌گسیختگی است، که از طریق تغییرات در توزیع عناصر ساختاری (۲۲). یکی از راه‌های سنجش مقدار از هم‌گسیختگی استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین است. از آن‌جا که عملکردهای واحدهای طبیعی در داخل مناطق طبیعی به‌خصوص تالاب‌ها بستگی به ترکیب و توزیع آن‌ها دارد، سنجه‌های سیمای سرزمین ابزار بسیار مناسبی برای بیان الگوی موزاییک فضاهای طبیعی و تغییرات آن در ارتباط با فرایندهای تخریب بوده است (۲۳). در این پژوهش سعی گردید شاخص‌هایی را که حداقل ارتباط را دارند و به‌خوبی گویای تغییرات ناشی از فرایند ازهم‌گسیختگی در سیمای سرزمین باشد و اجزای مختلف این فرایند و تأثیراتشان بر ویژگی‌های سیمای سرزمین را به‌خوبی نمایش دهند (جدول ۳). هم‌چنین از متریک‌های دیگر که مرتبط با مفاهیم اکولوژیکی باشند و ساختار سیمای سرزمین را بهتر نمایش دهند، استفاده نماییم (جدول ۴). در این پژوهش از نرم‌افزار FRAGSTATS برای محاسبه متریک‌های سیمای سرزمین استفاده گردیده است.

1- Normalized Difference Vegetation Index

جدول ۳- تاثیرات فضایی ناشی از هم‌گسیختگی و برخی از متریک‌های مرتبط با آن‌ها (۲۴)

Table 3. The spatial effects caused by disruption and some of the related metrics

فرآیند فضایی ازهم‌گسیختگی	تاثیر بر ویژگی‌های سیمای سرزمین	متریک‌های مرتبط
سوراخ‌شدگی (Perforation)	افزایش تعداد و تنوع و کاهش اندازه لکه	NP[1]، MPS[2]
حذف (Attrition)	کاهش تعداد لکه زیستگاهی	NP، CA[3]
کاهش اندازه (Shrinkage)	کوچک شدن اندازه لکه‌ها	MPS
	افزایش میزان لبه و مرز	TE[4]، ED[5]
دو تکه‌سازی (Dissection)	افزایش میزان لبه و مرز	TE، ED
	افزایش پیچیدگی شکلی	MSI[6]

جدول ۴- متریک‌های مورد استفاده در پژوهش

Table 4.The Metrics used in research

نام سنجنده	نام سنجه	واحد	دامنه تغییرات
Class Area	مساحت کلاس	هکتار	$CA > 0$
Number of Patches	تعداد لکه‌ها	ندارد	$NP > 1$
Total Edge	مجموع حاشیه	متر	$TE \geq 0$
Largest Patch Index	شاخص بزرگترین لکه	درصد	$0 < LPI \leq 100$
Landscape shape index	شاخص شکل سیما	ندارد	$LSI \geq 1$
Edge Density	تراکم حاشیه	متر در هکتار	$ED > 0$
Mean Patch Size	میانگین اندازه‌ی لکه	هکتار	$MPS > 0$
Mean shape index	متوسط شاخص شکلی	ندارد	$MSI \geq 1$

1- Number of Patches
2- Mean Patch Size
3- Class Area
4- Total Edge
5- Edge Density
6- Mean shape index

نتایج

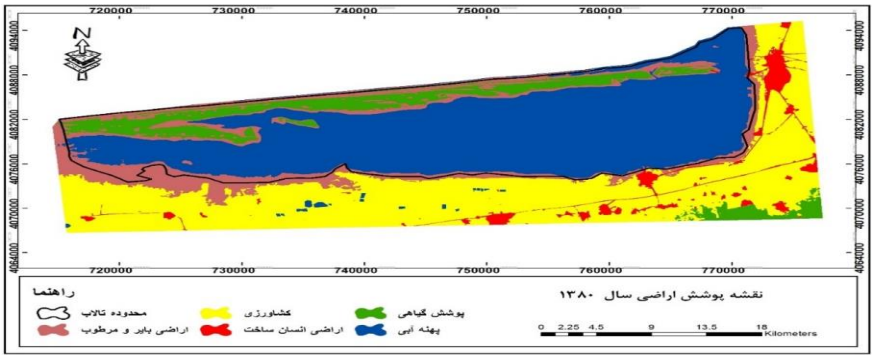
مبنای متریک‌های سیمای سرزمین نقشه‌های کاربری اراضی است، که پس از تهیه نقشه کاربری‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در مرحله‌ی پس‌پردازش ارزیابی نتایج طبقه‌بندی که شامل ارزیابی صحت کلی و ضریب کاپا است صورت گرفت. نتایج صحت کلی و ضریب کاپا برای تصاویر سنجنده ETM^{+} سال ۲۰۰۱ به ترتیب ۹۸/۱۶ و ۰/۹۷ و برای تصاویر سنجنده OLI سال ۲۰۱۶ دارای ۹۹/۲۰ صحت کلی و ۰/۹۷ ضریب کاپا می‌باشد. همان‌گونه که صحت طبقه‌بندی نشان می‌دهد در این مطالعه نتایج با صحت بسیار بالا به‌دست آمده است. تجزیه و تحلیل تصاویر نشان می‌دهد که تغییرات در سیمای سرزمین تالاب میانکاله در مقیاس سالیانه (۲۰۰۱- ۲۰۱۶) قابل توجه بوده است. با توجه به شکل‌های ۲ و ۳ و جدول (۵) بیش‌ترین کاهش مساحت مربوط به کاربری پهنه آبی بوده است، که این کاهش بیش‌تر در قسمت غرب و شمال‌شرقی اتفاق افتاده است و هم‌چنین بیش‌ترین افزایش مساحت هم متعلق به کاربری اراضی مرطوب و بایر است. برای تجزیه تحلیل سنجه‌ها در سطح کلاس از محاسبه سنجه‌های MSI، MPS، ED، LSI، LPI، TE، NP و CA استفاده گردید.

جدول ۵- جدول متریک‌های مورد نظر در سطح کلاس (منبع: نگارندگان)

Table 4. Metrics table in class level

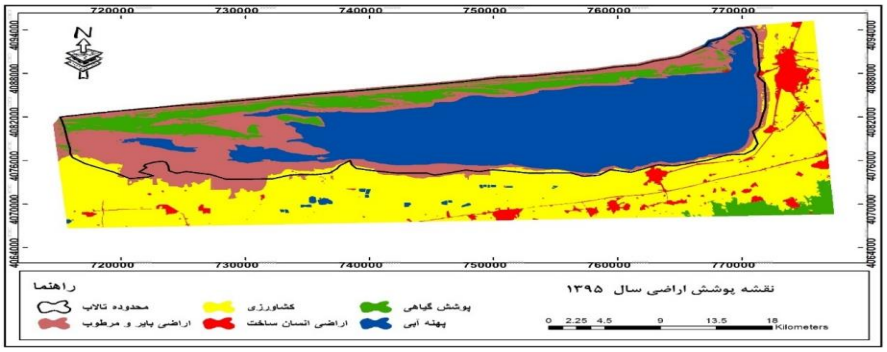
سنجه‌ها/ کاربری	اراضی مرطوب و بایر	اراضی انسان-ساخت	کشاورزی	پوشش گیاهی	پهنه آبی
سال ۱۳۸۰					
Class Area	۱۷۲۸۵	۳۶۰۸	۴۱۹۱۶	۹۸۲۶	۴۹۹۷۱
Number of Patches	۲۴۲	۵۸	۹۶	۱۸۳	۴۶
Total Edge	۱۰۱۵۲۰۰	۳۷۶۶۲۰	۶۶۸۱۰۰	۵۵۳۱۱۰	۳۳۶۳۹۰
Largest Patch Index	۱۱/۹۳	۱/۲	۲۶/۶۶	۵/۹۴	۴۰/۳۴
Landscape shape index	۱۹/۷۸	۱۵/۹۵	۹/۱۶	۱۴/۳۰	۴/۳۴
Edge Density	۸/۲۸	۳/۰۷	۵/۴۴	۴/۵۱	۲/۷۴
Mean Patch Size	۷۱/۴۲	۶۲/۷۰	۴۳۶/۶۳	۵۳/۶۹	۱۰۸۶/۳۴
Mean shape index	۸/۲۵	۲۷/۴۶	۹/۵۴	۷/۷۹	۹/۴۴
سال ۱۳۹۵					
Class Area	۲۴۰۵۲	۴۲۹۶	۴۵۵۵۹	۱۰۶۰۷	۳۸۰۹۲
Number of Patches	۱۹۱	۱۱۲	۹۳	۲۳۳	۳۴
Total Edge	۹۸۰۱۶۰	۴۵۰۴۲۰	۷۰۴۲۲۰	۶۳۸۲۸۰	۲۵۶۴۴۰
Largest Patch Index	۱۹/۲۷	۱/۵۱	۲۹/۱۱	۴/۳۶	۳۴
Landscape shape index	۱۶/۹۰	۱۷/۴۵	۹/۲۰	۱۵/۹۰	۳/۳۶
Edge Density	۷/۹۹	۳/۶۷	۵/۷۴	۵/۲	۲/۰۹
Mean Patch Size	۱۲۵/۹۳	۳۸/۳۴	۴۸۹/۸۹	۴۵/۵۲	۱۱۲۰/۳۵
Mean shape index	۸/۸۴	۱۵/۵۹	۹/۸۹	۶/۸۲	۹/۸۰

نتایج متریک CA نشان می‌دهد که همه‌ی کاربری‌ها به جز پهنه آبی (با ۱۱۸۷۹ هکتار کاهش) طی دوره‌ی مورد مطالعه روندی افزایشی داشته است. با توجه به جدول (۵) ملاحظه می‌شود در خلال سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵، تعداد لکه‌ها در کاربری اراضی انسان‌ساخت و پوشش گیاهی به ترتیب ۵۴ و۵۰ عدد افزایش یافته است، که نشانه‌ی تخریب و کاهش پیوستگی این کاربری‌ها می‌باشد. این در حالی است که در سایر کاربری‌ها تعداد لکه‌ها روندی کاهشی داشته است. میزان ED در کاربری‌های پهنه آبی و اراضی مرطوب و بایر کاهش یافته است، که به معنی کاهش ازهم‌گسیختگی این کاربری‌ها می‌باشد و کاربری‌های اراضی انسان‌ساخت، کشاورزی و پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه روندی افزایشی داشته‌اند که به معنی افزایش طول لبه و پیچیده‌تر شدن شکل آن‌ها و افزایش نواحی مرزی است. متریک TE در کاربری اراضی مرطوب و بایر به میزان ۳۵۰۴۰ متر در هکتار و کاربری پهنه آبی به میزان ۷۹۹۵۰ متر در هکتار سیر کاهشی داشته‌اند و در کاربری‌های اراضی انسان‌ساخت، پوشش گیاهی و کشاورزی، افزایش در این متریک را شاهد بوده‌ایم. متریک MSI در کاربری‌های اراضی مرطوب، کشاورزی و پهنه آبی با افزایش تعداد روبه‌رو بوده است. متریک MPS در کاربری‌های کشاورزی، پهنه آبی، اراضی مرطوب و بایر روندی افزایشی را طی کرده است. بررسی نتایج شاخص LPI نمایش دهنده این است که از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ کاربری‌های پوشش گیاهی و پهنه آبی با کاهش این شاخص روبه‌رو بوده است و بیش‌ترین این کاهش، مربوط به کاربری پهنه آبی با ۶/۳۴ هکتار می‌باشد. بدین معنی که گسستگی واحدهای اولیه به واحدهای کوچک‌تر اتفاق افتاده است. هم‌چنین در کاربری‌های اراضی مرطوب و بایر، کشاورزی و اراضی انسان‌ساخت با افزایش LPI مواجه بودیم، که نشانه‌ای از منسجم شدن و بزرگ شدن لکه‌های این کاربری در طی دوره مورد مطالعه می‌باشد. متریک LSI در کاربری‌های اراضی انسان‌ساخت، کشاورزی و پوشش گیاهی طی دوره مورد مطالعه روندی افزایشی داشته است، که بیان‌گر زیاد شدن حاشیه و ناپیوستگی در لکه‌های این کاربری است. هم‌چنین کاربری پهنه آبی و اراضی مرطوب و بایر روندی کاهشی داشته‌اند.



شکل ۲- نقشه پوشش اراضی سال ۱۳۸۰(منبع: نگارندگان)

Figure 2. Land Cover Map 2001



شکل ۳- نقشه پوشش اراضی سال ۱۳۹۵ (منبع: نگارندگان)

Figure 3. Land Cover Map 2016

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به جدول ۵ مقدار متریک CA درهمه‌ی کاربری‌ها بـه جـز کاربری پهنه آبی افزایش داشته است. کـه بـیش‌تـرین مقـدار ایـن افزایش در کاربری اراضی مرطـوب و بـایر بـه میـزان ۶۷۶۷ هکتـار است. که این افزایش مقدار به علت تخریب‌هایی است کـه بـر پهنـه آبی تالاب وارد شده و با کـم‌شـدن مسـاحت پهنـه آبـی بـه مقـدار ۱۱۸۷۹ هکتار، علاوه بر ریزدانه شدن لکـه‌هـای ایـن طبقـه و نیـز قطعه قطعه شدن آن‌ها (۲۵)، بر اراضی مرطـوب و بـایر نیـز افـزوده شده است شکل‌های (۲ و ۳). از دلایل تخریب پهنه آبـی، تغییـرات کاربری اراضی و ورود آلودگی‌ها (کشاورزی، صـنعتی و خـانگی) بـه رودخانه‌های قره‌سو و غازمحله است که حق‌آبه عمده ایـن تـالاب را تعیین می‌کنند. این امر خود سبب شور شدن و کـاهش آب ورودی به تالاب شده و نیز باعث گردیده آلودگی آب ایجاد گـردد. آب‌هـای ورودی به دریای خزر نقش بسیار مهمی در برقراری تعـادل محـیط تالاب میانکاله دارند که با کاهش تـراز آب دریـایی خـزر مشـکلات زیادی برای پهنه آبی این تالاب ایجاد می‌شود. دلیـل افـت تـراز آب خزر را می‌توان صید بی‌رویه و فعالیت‌های کشاورزی و کشتیرانی در کشـورهای شـمالی دریـای خـزر و تغییـر در رودخانـه ولگـا در قرقیزستان در سال‌های اخیر دانست. از جمله دلایل عمده دیگـر در کاهش سطح این کاربری، طرح‌هـای عمرانـی ماننـد سـاخت بنـدر امیرآباد در قسمت غربی تالاب (شکل ۳) و جاده‌ای که از میانه ایـن تالاب کشیده شده است می‌باشد (۲۶). باتوجه به نتایج، در کـاربری اراضی انسان‌ساخت و پوشش گیاهی، با افزایش تعـداد لکـه مواجـه هستیم، که نشانه‌ی تجزیه و کاهش پیوستگی است، علت ایـن امـر در مورد اراضی انسان‌ساخت افزایش جمعیت است، که با توجـه بـه شکل ۳ بیش‌تر این تغییرات در قسـمت شـرقی بنـدر تـرکمن روی داده است، این امر سبب گشـته کـه بـا تخریـب اراضـی کشـاورزی اطراف، مسکن مورد نیاز جوامع انسانی تامین شـود. افـزایش تقاضـا برای ساخت ویلا در این مناطق نیز سبب گشته زمین‌هـای منـاطق بکر و روستایی به صورت پراکنده تبدیل به ویـلا گردنـد (شـکل ۳). فتحـی‌زاده و همکـاران (۱۳۹۲)، زبردسـت و همکـاران (۱۳۹۰) و Kim و همکـاران (۲۰۱۱) (۵، ۲۴ و ۲۷) در تحقیقـات خـود بـه نتایج مشابه‌ی دست یافتند که افـزایش NP شـاخص مهـم تجزیـه بوده و روند تخریب و تجزیه سیمای سرزمین بـه صـورت افزایشـی بوده است. اما در کاربری پهنه آبی تعداد لکه‌هـا کـاهش یافتـه، کـه این امر سبب انسجام بیش‌تر لکه‌هـای ایـن کـاربری شـده اسـت و نشان دهنده‌ی رشد یکپارچه و متصل شدن لکه‌های مختلف بـدون برنامه‌ریزی است که با نتایج میرزایی و همکاران (۱۳۹۲) و مددی و اشرافزاده (۱۳۸۹) (۱۴ و ۲۸) مبتنی بر کاهش تعداد لکه‌ی پهنـه آب‌های سطحی هم‌سو است. تاثیر فعالیت‌های انسانی، تغییراتـی بـر ساختار سیمای سرزمین ایجاد می‌کند، کـه ایـن امـر سـبب از هـم گسیختگی می‌شود، یکی از حالت‌های ازهم‌گسیختگی حـذف مـی-باشد، در این حالت لکه‌ی مورد نظر به طور کامل ناپدید شـده و بـه این ترتیب از تعداد لکه‌ها کاسته می‌شود (۲۴).

متوسط اندازه لکه (MPS) سبب ایجاد کاهش اندازه می‌شـود، کـه یکی دیگر از فرآیندهای ازهـم‌گسـیختگی اسـت و مبـین میـانگین اندازه لکه‌ها در هر طبقه بـوده اسـت (۲۴). بـا توجـه بـه نتـایج در

کاربری‌های اراضی انسان‌ساخت به میزان ۲۴/۳۶ هکتار و پوشش گیاهی به میزان ۸/۱۷ هکتار متریک MPS با کاهش مواجه بوده است، که این امر سبب کاهش اندازه لکه‌های این کاربری‌ها گشته است. در مورد پوشش گیاهی این کاهش اندازه سبب لکه‌لکه شدن و تخریب بیش‌تر گشته است؛ اما در سایر کاربری‌ها با افزایش میانگین اندازه لکه‌ها مواجه هستیم. کارایی این متریک در تحقیقات Weng (2007) و زبردست و همکاران (۱۳۹۰) به اثبات رسیده است (۲۹ و ۲۴). با مقایسه چندین متریک به صورت هم زمان تاثیرات ازهم‌گسیختی به‌طور کامل‌تری قابل بحث است. با مقایسه‌ی هم‌زمان متریک‌های تعداد و میانگین اندازه لکه‌ها، سوراخ شدگی محیط تالابی کاملا مشخص می‌شود. که با ایجاد لکه‌های جدید و اختلال در پوشش اولیه صورت می‌گیرد و با افزایش تعداد لکه و کاهش میانگین لکه‌ها قابل بیان می‌باشد. با توجه به این مطلب و جدول ۵، در کاربری‌های اراضی انسان‌ساخت و پوشش گیاهی با سوراخ‌شدگی مواجه هستیم. دلیل این امر هم افزایش مساحت این کاربری‌ها است، که با افزایش جمعیت و تقاضا برای اراضی انسان‌ساخت و افزایش آلودگی بوده است که این آلودگی سبب افزایش تغذیه‌گرایی گشته و رشد پوشش گیاهی را به صورت لکه‌ای افزایش داده است. کارایی تعداد و میانگین اندازه لکه در تحقیقات انجام شده توسط Nakagoshi و Abdullah (۲۰۰۶) به اثبات رسیده است (۳۰ و ۳۱).

میزان ED در کاربری‌های اراضی مرطوب و پهنه آبی کاهش یافته است، که به معنی کاهش ازهم‌گسیختگی این کاربری‌ها است. اما برای کاربری‌های دیگر این میزان افزایش یافته است، که باعث افزایش طول لبه و پیچیده‌تر شدن شکل کاربری‌ها و افزایش نواحی مرزی شده است و مرز مشترک بیش‌تری با باقی مانده لکه‌های طبیعی خواهد داشت. این امر منجر به نفوذ بیش‌تر و افزایش تخریب پوشش‌های طبیعی در این شهر خواهد شد (۳۰). کارایی متریک ED توسط تاگل (۲۰۰۷) به اثبات رسیده است که با نتایج این تحقیق هم‌سو می‌باشد (۳۲). متریک TE طول کل لبه‌ها و مرزهای سیمای سرزمین تالاب میانکاله است، که هرچه کاهش یابد به معنی کوچک‌تر شدن کاربری مورد نظر بوده است که کاربری پهنه آبی و اراضی مرطوب با کاهش این متریک کوچک‌تر شده‌اند. دو تکه شدن شامل عبور عنصر خطی (مانند جاده) از پوشش اولیه و تبدیل آن به دو قسمت به وجود می‌آید، که با مقایسه‌ی افزایش متریک‌های TE و ED قابل بررسی است. با توجه به این امر و جدول ۵ اراضی انسان‌ساخت و پوشش گیاهی دو تکه شده‌اند، علاوه بر آن افزایش هم‌زمان این دو متریک کاهش اندازه‌ی لکه را نیز مشخص می‌کند. پس در این دو کاربری هم عارضه‌ی دو تکه‌شدن و هم کاهش اندازه‌ی لکه‌ها اتفاق افتاده است. علت این امر هم در مورد پوشش گیاهی عبور جاده از میانه تالاب است، این جاده از حساس‌ترین و بکرترین زون‌های تالاب میانکاله عبور کرده است و سبب دو تکه شدن و کاهش اندازه پوشش گیاهی منطقه گشته و با قطع کریدورهای ارتباطی جانداران باعث کاهش تنوع‌زیستی این منطقه می‌شود. یکی دیگر از متریک‌هایی که دو تکه شدن را در سیمای سرزمین به نمایش می‌کشد، متریک MSI است که با افزایش مقدار این متریک در کاربری‌های کشاورزی، اراضی مرطوب و پهنه آبی پدیده‌ی دو تکه شدن اتفاق می‌افتد. علت این امر را می‌توان عبور جاده‌های اصلی و فرعی در حواشی تالاب و حتی داخل تالاب دانست.

متریک PLI با کاهش در کاربری‌های پوشش‌گیاهی و پهنه آبی مواجه شده است. این امر بیان‌گر آن است که لکه‌های موجود در این کاربری‌ها از مساحت نسبی کم‌تری برخوردار شده و بیش‌تر دچار خردشدگی و کاهش سایز گردیده‌اند. هم‌چنین در کاربری-های اراضی مرطوب و بایر، اراضی انسان‌ساخت و کشاورزی با افزایش PLI مواجه بودیم که نشانه‌ای از منسجم شدن و بزرگ شدن لکه‌های این کاربری‌ها در نتیجه توسعه این کاربری‌ها به علت افزایش جمعیت و افزایش فشارهای جمعیتی است. یافته‌های تحقیق در زمینه کارایی شاخص LPI با یافته‌های Ramachandra و همکاران (۲۰۱۲) تطبیق دارد (۳۳). با در نظر گرفتن تغییرات NP و تحلیل هم زمان با متریک LPI افزایش این دو متریک را در کاربری اراضی انسان‌ساخت داریم، که این افزایش سبب ایجاد لکه‌های بزرگ اما با تعداد کم در این کاربری‌ها شده است. نتایج مطالعات Fichera و همکاران (۲۰۱۲) موید سودمند بودن این دو متریک برای بررسی تغییرات سیمای سرزمین است (۳۴). متریک LSI در کاربرهای کشاورزی، اراضی انسان‌ساخت و پوشش‌گیاهی روندی افزایشی داشته و سبب ایجاد شکل فضایی پیچیده‌تری در این کاربری‌ها شده است. که این امر

نشان‌دهنده‌ی تخریب و خردشدگی بیش‌تر این کاربری‌ها می‌باشد و این خردشدگی به گونه‌ای می‌باشد که سبب کاهش نامتناسب مساحت این کاربری‌ها و افزایش پیچیدگی در فرم آن‌ها شده است. این امر ناشی از افزایش جمعیت که سبب افزایش نیاز به مسکن است می‌باشد و در مورد کشاورزی هم این امر صادق است که با کاهش منابع آبی اراضی مرطوب که حاصل‌خیزی خوبی دارند بیش‌تر شده و این امر باعث تصرف این اراضی توسط مردم محلی و بومی گردیده است که این روند در طی این دوره بسیار زیاد بوده و در واقع نشان‌دهنده‌ی گوناگونی لکه‌ها و توزیع متناسب آن‌ها در سطح منطقه است همچنین کارایی شاخص شکل سیمای سرزمین توسط Frohn و Hao (۲۰۰۶) مورد تأیید قرار گرفته است (۳۵). به‌طورکلی می‌توان بیان داشت که ارزیابی اثرات محیط‌زیستی در این پژوهش پیامد توسعه و تخریب کاربری‌ها بر محیط‌زیست و بالاخص تالاب میانکاله را با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین به عنوان نمایندگان انتخابی بوم‌سازگان در کم‌ترین زمان امکان‌پذیر نموده و ابزار مناسبی برای بررسی‌های محیط‌زیستی است. پس راه حل کاهش آثار تخریب و از بین رفتن تالاب میانکاله، استفاده خردمندانه، برنامه‌ریزی اصولی و مدیریت صحیح قابل دسترسی است. اما با توجه به یافته‌های این پژوهش مدیریت صحیحی در محیط تالاب به اجرا در نمی‌آید زیرا که مدیریت میانکاله یک مدیریت سخت‌افزاری و قدیمی است، هم‌چنین به علت قرار گرفتن این تالاب در دو استان، مدیریتی یکپارچه ندارد و برنامه‌ی مدیریتی پراکنده و چندگانه می‌باشد در نتیجه با ایجاد طرح مدیریتی یکپارچه و منسجم می‌توان تا حدودی بر مشکلات این تالاب فایق آمد.

سپاسگزاری

این مقاله از طرح پژوهشی درون دانشگاهی تحت عنوان "ارزیابی و تحلیل الگوی مکانی تالاب ساحلی میانکاله با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین" استخراج شده و هزینه آن توسط دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز تامین گردیده است که بدین وسیله قدردانی می‌گردد.

Reference

1. Odum, H. T, 1983, Systems ecology: An introduction. Wiley Interscience Publication, New York.
2. Wallace, K. J, 2007, Classification of ecosystem services: problems and solutions. Biological Conservation, 139 (3–4), 235–246.
3. Sugumaran, R, 2004, Using Remote Sensing Data to Study Wetland Dynamics in Iowa. Iowa Space Grant (Seed) Final Technical Report, University of Northern Iowa, Department of Geography, 17.
4. Zedler, J.B. Kercher, S, 2005, Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability, Annual Review of Environment and Resources, 30, 39–74.
5. Kim, K.G., Lee, H., Lee, D.H, 2011, Wetland restoration to enhance biodiversity in urban areas – a comparative analysis, Landscape and Ecological Engineering, 7: 27–32.
6. Rahimi Balouci, L. Malek Mohammadi, B., 2013, Environmental risk Assessment of Shadegan International Wetland Based on Ecological Indicators. Journal of Environmental Studies, 39(1): 101–112.
7. Ferdosi, S., Ghodousi, F, 2009.Book Summary of Environmental Impact Assessment, Experience, Bottlenecks and FutureTrends. Journal of Environment and Development, 2(3): 73-78.
8. Azari Dehkordi, F., Khazaei, N., 2009. A Decision Support System for Environmental Impact Assessment in Landuse Degradation, Case Study: Shafarod Watershed in Gilan Province of Iran. Environmental Studies 51, 70-80.

9. Leitao Botequilha, A. and J. Ahern, 2002, Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning. Journal of Landscape and Urban Planning, 59(2), 65-93.
10. Fredericton, N.B, 2016. Spatial Analyssis of Land Cover Changes in the Grand Lake Meadoes, New Brunswick, Department of Geodesy and Geomatics Engineering University of New Brunswick P.O, Box 4400, 103.
11. Boscoisunju, J, 2016 Spatial Analyssis of Encroachment on Wetlands: Hazards, Vulnerability and Adaptations in Kampala City, UGANDA, Dissertation presented for the degree of Doctor of Philosophy in the Faculty of Science at Stellenbosch University, Supervisor: Dr. J Kemp, Stellenbosch University, Co-supervisor: Prof. CG Orach, Makerere University, 192.
12. Chen, T. S. and Lin, H. J, 2013, Development of a framework for landscape assessment of Taiwanese wetlands, Ecological Indicators, (25), 121–132.
13. Mokhtari, S., Soltanifard, H., Yavari, A., 2010. Consideration of the Changing and self_ Organizing Trend in Hur_ Al_Azim Wetland by Using image Processing to Refer Landscape Ecology Approach, Physical Geology Research, 70: 93-105
14. Madadi, H., Ashrafzadeh M.R., 2011. A study Land Cover Change in Bamdej Wetland with Landscape Ecology Approach. Journal of Marine science and Technology, 9(1): 51-61
15. Jafari, Sh., Sakiyeh, Y., Dezhkam, S., Alaviyan Petrudi, S., Yagubzadeh, M. and Danehkar, A., 2014. Developing management strategies for Miankaleh wetland conservation using SWOT analysis. Wetlands Ecobiology, 5 (16), 18-5.
16. Esmaeili, R., Yakhshaki, A., Oladi, J., 2010. Evaluation of IRS Satellite Image Capability in Optimal Management for Area (Case Study: Miankaleh Wildlife Refrigerator). The First Regional Coference of Geomaics, Islamic Azad University of Islamshahr Branch, 1-10
17. Jensen, J.R., 2007, "Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective", 2nd Edition. Prentice Hall: Saddle River.
18. Pat, S. Chavez, J.R. 1988, An Improved Dark-Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data", Remote Sensing of Environment. 24(3), 459-479.
19. Jafarzadeh, A.A., 2011. Degradation Modeling in Zagros Forests using RS and GIS Technologies, master's thesis, Sari Univesity of Agricultural Sciences and Natural Resources, 100.
20. Safiyanian, A., Khodakarami, L., 2012. Landuse Mapping Using Fuzzy Classification Method, Case Study of Three Sub_Catchments of KaboodarAhang, Razan – Nahavand and Khonjin_ Talkhab in Hamedan Province, Landuse Planning, 3(4): 95-114.
21. Zeng, H. & Wu, X. B, 2005, Utilities of edge- based metrics for studying landscape fragmentation. Computers, Environment and Urban Systems (29), 159- 178.
22. Green, D. G., Klomp, N., Rimmington, G. & Sadedin, S, 2006, Complexity in Landscape Ecology. Springer. 208.
23. Botequilha, A. and Ahren, J, 2002, Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable

Landscape Planning, Landurbplan. 59: 65-93.

24. Zebardast, L., Yavari A.R., Salehi, E., Makhdoum, M., 2012. Using Landscape Ecological Metrics to Investigation Impacts of Road on Structural Changes in Golestan National Park During 1987 to 2010. Environmental Researches, 2(4): 11-20.
25. Sadeghi Benis, M., Banaei, V., Darayesh, R., Using Landscape Metric Gradient Analysis to Investigate Urban Green Space Chnages (Case Study: Tabriz City). Geographical of Zagros Landscape, 5(16): 7-21
26. www.salamatnews.com
27. Fathizadeh, H., Nohegara A., Faramarzi, M., Tazeh, M., 2014. An Investigation of Changes in Land Use According to the Analysis of Landscape Ecology Metrics by Using Remote Sensing and GIS in Arid and Semi_Arid Region of Dehloran. Land Use Planning, 5(1): 79-99.
28. Mirzayi, M., Riyahi Bakhtiyari, A., Slaman MahiniA., GholamAlifard, M., 2013. Investigation the Land Cover Changes in MazandaranProvince Using Landscape Ecology,s Metrics Between 1984-2010. Applied Ecology, 2(4): 37-55.
29. Weng Y.C, 2007, Spatiotemporal Changes of Landscape Pattern in Response to Urbanization. Journal of Landscape and Urban Planning, 81 (4), 341-353.
30. Lausch, A. and F. Herzog, 2002, Applicability of Landscape Metrics for the Monitoring of Landscape Change: Issues of Scale, Resolution and Interpretability. Journal of Ecological Indicators, 2(1-2), 3-15.
31. Abdullah, S.A. and N. Nakagoshi. 2006, Changes in Landscape Spatial Pattern in Highly Developing State of Seangor, Peninsular Malaysia. Journal of Landscape and Urban Planning, 77(3): 263- 275.
32. Bowersox, M. A. and D. G. Brown, 2001, Measuring the abruptness of patchy ecotones: A simulation-based comparison of patch and edge metrics. Plant Ecology, 156 (1): 89-13.
33. Ramachandra, T.V., Aithal, B.H, 2012, Spatio-Temporal Pattern of Landscape Dynamics in Shimoga, Tier II City, Karnataka State, India, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Volume 2, Issue 9, 2250-2459.
34. Fichera, C.R.; Modica, G. & Pollino, M, 2012, Land Cover classification and change-detection analysis using multi-temporal remote sensed imagery and landscape metrics. European journal of Remote Sensing, 45, 1-18 pp.
35. Frohn, R.C. & Hao, Y, 2006, Landscape metric performance in analyzing two decades of deforestation in the Amazon Basin of Rondonia. Remote sensing of Environment.100, 237-251.