

پایش روند تغییرات کاربری اراضی و نقش آن بر سنجه‌های سیمای سرزمین (بررسی موردی: شمال شرق اهواز)

مهسا عبدالشاه‌نژاد^۱، علی‌اکبر نظری‌سامانی^{۲*}، مهدی قربانی^۳، عزیز ارشم^۴ و فریدون طاهری^۵

۱- دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران، پست الکترونیک: aknazari@ut.ac.ir

۳- دانشیار، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۴- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خوزستان، ایران

۵- دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۰۲

چکیده

اثر فعالیت‌های انسان بر کاربری اراضی و سیمای سرزمین و اثرهای متعاقب آن بر محیط طبیعی همواره مورد توجه بوده است. بنابراین آگاهی از این تغییرات به منظور برنامه‌ریزی پایدار سرزمین مهم است. در این پژوهش به منظور بررسی روند تغییرات و تهیه نقشه‌های پوشش، از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده TM در سال ۱۹۹۰، سنجنده ETM⁺ در سال ۲۰۰۲، سنجنده OLI لندست ۸ در سال ۲۰۱۳ استفاده شد. مراحل اجرایی شامل تجزیه و تحلیل گرادپان ساختار کاربری اراضی در طول هشت جهت جغرافیایی، برای سنجه‌های مساحت کلاس (CA)، تعداد لکه (NP)، متوسط اندازه لکه (MPS) در هفت طبقه کاربری بیشه‌زار (جنگل کم تراکم و باغ)، پهنه آبی، کشاورزی، رهاشده، مرتع، شهری و تپه ماسه‌ای است. نتایج نشان داد که کاربری اراضی بیشه‌زار، شهری و تپه‌های ماسه‌ای دارای روند افزایشی است، در حالی که کاربری اراضی بایر (رهاشده) دارای روند کاهشی بوده است. نتایج حاصل از تحلیل تغییر گرادپان در هشت جهت جغرافیایی در منطقه نشان داد که بیشترین تغییرات در غرب و مرکز منطقه بوده است. همچنین تحلیل بررسی میزان تغییرات سنجه‌ها نشان داد که در دوره زمانی (۲۰۰۲-۱۹۹۰) کاربری مرتع، بایر (رهاشده) و شهری، در دوره زمانی (۲۰۱۳-۲۰۰۲) کاربری بیشه‌زار، کشاورزی و شهری و در دوره زمانی (۲۰۱۳-۱۹۹۰) کاربری مرتع، بیشه‌زار و شهری بیشترین تغییرات را داشته‌اند. بنابراین با توجه به اینکه بخشی از جنبه‌های تغییر کاربری اراضی به جنبه‌های انسانی بستگی دارد، می‌توان از ارتباط بین این شاخص‌های کمی برای تعیین سطح پایداری و همچنین روند آینده تغییر کاربری برای مشخص کردن مناطق بحرانی تحت تأثیر استفاده کرد. در این رابطه سنجه‌های مساحت لکه، تعداد لکه و متوسط اندازه لکه نیز به عنوان شاخص‌های کلیدی در بحث پایش تغییرات کاربری اراضی و تغییر چیدمان سیمای سرزمین می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: کاربری اراضی، سنجه سیمای سرزمین، مرتع، تپه ماسه‌ای، اراضی رها شده.

مقدمه

امروزه تأثیر فعالیت‌های انسانی بر محیط‌زیست طبیعی، به‌عنوان یکی از مهمترین ابعاد توسعه پایدار در مقیاس جهانی در نظر گرفته می‌شود (Vitousek, 1986). رشد جمعیت انسانی و رشد مقدار بهره‌برداری از منابع طبیعی موجب شده است تا تغییرات عمده‌ای در کاربری زمین و ظرفیت کالاها و خدمات آن ایجاد شود (Lubchenco, 1998). به‌طوری‌که نقش حیاتی تغییر کاربری و پوشش زمین در توسعه اقتصادی و اجتماعی هر منطقه است. Zhang و همکاران (۲۰۰۹)، Peath و همکاران (۲۰۰۹) و Henderson Sellers (۱۹۹۴) چنین تغییراتی تأثیر قابل‌توجهی بر محیط طبیعی از طریق تأثیر بر کیفیت خاک و آب، تنوع زیستی، تغییر اقلیم، اثر گلخانه‌ای و ... دارد. انجام پژوهش‌های مختلف به‌منظور درک و آگاهی نسبت به اهمیت تغییرات کاربری اراضی منجر به تمرکز مطالعاتی بر علل فرایندها و عواقب تغییر کاربری در سراسر جهان شده است. فعالیت‌های اقتصادی و انسانی به‌طور عمده در مقیاس سیمای سرزمین انجام می‌شود و سیمای سرزمین به‌عنوان مقیاس مکانی مناسب برای مطالعه بر روی تغییرات محیط طبیعی در نتیجه فعالیت‌های انسانی است. تمامی فعالیت‌های انسانی در نهایت منجر به تغییرات مکانی کاربری‌های اراضی می‌شود، بنابراین سیمای سرزمین بازتابی از کاربری اراضی انسانی را در گذشته در اختیار می‌گذارد و به‌عنوان قالبی زنده و پویا برای کاربری اراضی پایدار به‌کار برده می‌شود. آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف آن و به‌بیان‌دیگر نحوه استفاده از زمین به‌عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اکولوژی سیمای سرزمین به‌عنوان دانش بین رشته‌ای، بستری مشترک برای ایجاد ارتباط مؤثر بین انسان و طبیعت ایجاد می‌کند (Farina, 1998). سنجه‌های سیمای سرزمین شاخص‌هایی هستند که ویژگی‌های شکلی، هندسی و ماهیت پراکنش و توزیع اجزای ساختاری سیمای سرزمین (لکه و کریدور) را قابل تعریف و به‌صورت کمی قابل مقایسه می‌کنند (Lausch & Herzog,

2002). از مطالعه سنجه‌های سیمای سرزمین به‌طور مستقیم می‌توان در آسیب‌پذیری بوم‌نظام و نیز تغییراتی که در آن ایجاد شده است، استفاده کرد و با استفاده از این رهیافت، از طریق شناسایی عوامل ساختاری و فرایندهای اصلی و عوامل ایجاد تغییرات (مخرب) می‌توان به درک مناسبی از پویایی‌های سیمای سرزمین به‌منظور استفاده در برنامه‌ریزی و مدیریت و پایش این تغییرات رسید. مطالعات گوناگونی در سطح ایران و جهان در مورد تحلیل تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین انجام شده است که در این مطالعات از سنجه‌های سیمای سرزمین استفاده شده است. در زمینه کاربرد داده‌های سنجش‌ازدور در آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در مناطق فضای سبز شهر تبریز طی یک دوره زمانی ۱۶ ساله اثبات شد که داده‌های سنجش‌ازدور از توانایی بالایی در استخراج انواع نقشه‌های کاربری اراضی و همچنین ارزیابی تغییرات کاربری اراضی برخوردار هستند (Feizizadeh *et al.*, 2008). به‌منظور تحلیل تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکا با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین از تصاویر ماهواره‌ای لندست برای ۳ دوره و سنجه‌های مساحت طبقه شاخص بزرگ‌ترین تکه، تعداد و میانگین اندازه تکه استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که افزایش تعداد تکه‌ها و کاهش میانگین مساحت دو شاخص مهم تجزیه بوده و روند تخریب و تجزیه سیمای سرزمین به‌صورت افزایشی بوده است (Talebi Amiri *et al.*, 2009). در بررسی روند تغییرات پوشش سرزمین حوزه آبخیز کرگانرود، در فاصله زمانی ۱۳۵۴ تا ۱۳۸۶ با استفاده از سنجه‌های مساحت کلاس، تعداد تکه و میانگین اندازه و نمایه وزن‌دار شده شکل تکه بیانگر روند کلی افزایش در نمایه تعداد، همراه با افزایش پیچیدگی شکل و کاهش اندازه تکه، بیان‌کننده وقوع تخریب و کاهش یکپارچگی در سیمای سرزمین است (Sheikh Goodarzi *et al.*, 2012). نتایج مطالعه‌ای با عنوان تحلیل ساختار سیمای سرزمین روستا_شهر طرشت، با استفاده از سنجه‌های مساحت طبقه، تعداد و میانگین لکه و نسبت مدور بودن لکه‌ها نشان داد که مساحت باغ‌ها در منطقه مورد مطالعه به‌صورت

شهر اهواز با وسعت ۱۴۰۳۵۲ هکتار و در بین طول‌های جغرافیایی "۲۹' ۴۵° ۴۸ تا "۱۵' ۵۹° ۴۸ و عرض جغرافیایی "۱۱' ۲۰° ۳۱ تا "۳' ۳۹° ۳۱ قرار دارد. جمعیت این شهرستان ۹۸۱۶۰ نفر است. استان خوزستان به دلیل قرار گرفتن در عرض جغرافیایی پایین و ارتفاع کم دارای اقلیم گرم و خشک است، به طوری که میانگین دما و بارندگی سالیانه در محدوده مورد مطالعه به ترتیب ۲۴ درجه سانتی‌گراد و ۲۶۷ میلی‌متر است. بارندگی‌های منطقه تحت تأثیر جریان‌های مدیترانه و شمال آفریقا قرار دارد که در فصل سرد از غرب کشور وارد شده و منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. استان خوزستان شامل ۹۳۸۳۲۶ هکتار جنگل (بدون احتساب بیشه‌زار و درختچه‌زار)، ۱۰۲۰۰۶۵ هکتار جنگل (با احتساب بیشه‌زار و درختچه‌زار) می‌باشد. سطوح بیابانی استان ۵۲۱۳۴۰/۹۲ هکتار گزارش شده است که شامل ۴۱۶۰۶/۱۱ هکتار تپه ماسه‌ای، ۲۲۱۴۷/۶۱ هکتار پهنه‌های ماسه‌ای، ۳۵۶۲۳۱/۲۵ هکتار اراضی شور و ۱۰۱۳۵۵/۹۵ هکتار اراضی بدون پوشش است. سطح جنگل انبوه در استان ۲۹۳۳۴۴/۸۴ هکتار، جنگل نیمه انبوه، ۲۹۹۴۴۱/۳۸ هکتار و جنگل تنک، ۲۹۴۸۴۷/۵۶ هکتار و سطح جنگل دست کاشت، ۵۰۶۹۲/۷۲ هکتار گزارش شده است (Statistical Yearbook, 2015). موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

داده‌های مورد استفاده

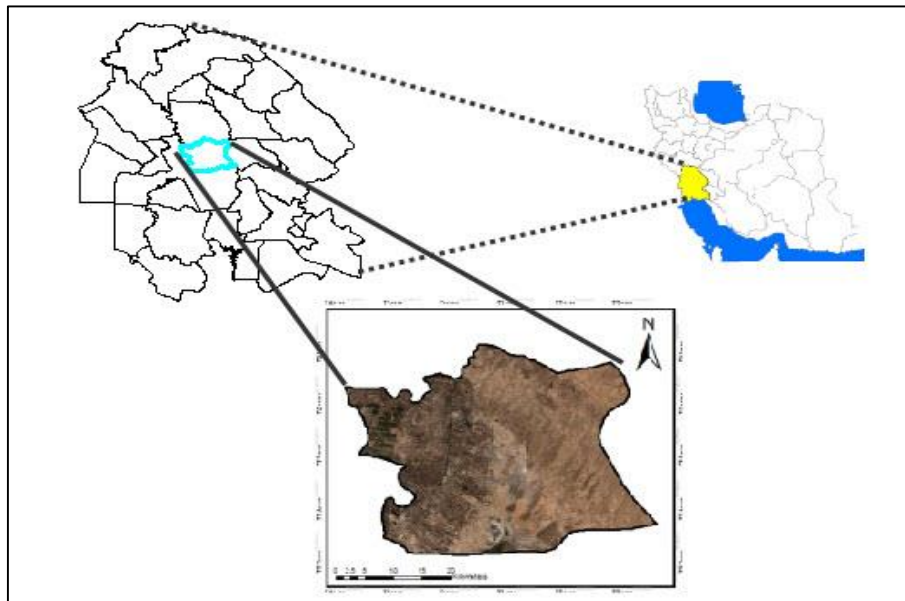
به منظور بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه، از تصاویر ماهواره لندست سال‌های ۱۹۹۰ (سنجنده TM)، ۲۰۰۲ (سنجنده ETM) و ۲۰۱۳ (سنجنده OLI) با گذر ۱۶۵ و ردیف ۳۸ استفاده شد (جدول ۱). در این پژوهش به دلیل شرایط اقلیمی و وضعیت پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه، فصل بهار (اردیبهشت ماه) برای دانلود تصاویر ماهواره‌ای و نمونه‌برداری انتخاب شد. مرحله پیش‌پردازش شامل انواع تصحیحات هندسی، رادیومتریک و هم‌مختصات‌سازی بر روی تصویر در محیط نرم‌افزار ENVI4.7 انجام گردید. شکل ۲ مراحل تهیه و تحلیل نقشه‌های کاربری را نشان می‌دهد.

قابل توجهی محدود شده و مزارع نیز به طور کامل از بین رفته و جای خود را به ساخت‌وسازهای حاصل از گسترش شهر تهران داده‌اند (Sepasi et al., 2013). در پژوهشی به منظور روند تغییرات کمی فضای سبز کلان‌شهر کرج پس از تهیه نقشه کاربری سه دوره با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای براساس پنج سنجه سیمای سرزمین نشان داده شد که سرانه فضای سبز شهری از ۵۵۸ مترمربع در سال ۱۳۳۵ به ۲۵ مترمربع کاهش پیدا کرده است. بررسی فضای سبز شهری به تفکیک در مناطق ۱۱ گانه شهر کرج بیانگر توزیع نشدن یکنواخت فضای سبز در سطح شهر است (Goomeh et al., 2014). مطالعه اثر توسعه شهری بر روی الگوی سیمای سرزمین دو شهر هیوستون تگزاس در آمریکا و شهر داکنیگ در چین نشان داد که سیمای سرزمین‌های طبیعی مانند تالاب‌ها و جنگل‌ها در فاصله ۲۰ سال اخیر تخریب شده و بعکس سیمای سرزمین‌های شهری گسترش پیدا کرده است (Tang et al., 2008). در بررسی کمی‌کردن و مدل‌سازی الگوهای چشم‌انداز با استفاده از دو مدل ماتریس لکه و مدل گرادیان، این نتیجه حاصل شد که علاوه بر فرایندهای زیست‌محیطی و انسانی و ویژگی‌های تحت بررسی آنها، انتخاب شاخص‌های گسسته یا پیوسته، نوع رویکردهای کمی تجزیه و تحلیل در هر دو مدل، نوع داده و مقیاس موردنیاز برای تجزیه و تحلیل، ویژگی اثرهای فرایندها بر الگوهای مکانی و زمانی از پارامترهای تعیین‌کننده هستند (Lausch et al., 2015). با توجه به اینکه با مطالعه دقیق اثرهای تغییر کاربری یک منطقه می‌توان سناریوهای آمایش سرزمین و برنامه‌های مدیریتی انواع اکوسیستم را طراحی کرد (Bagheri et al., 2016)، هدف اصلی این مطالعه پیش‌روند تغییر ساختار سیمای سرزمین با استفاده از سنجه‌های آن می‌باشد که بدین منظور منطقه شمال‌شرق اهواز با توجه به تغییرات رخ داده در دهه‌های اخیر برای بررسی در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

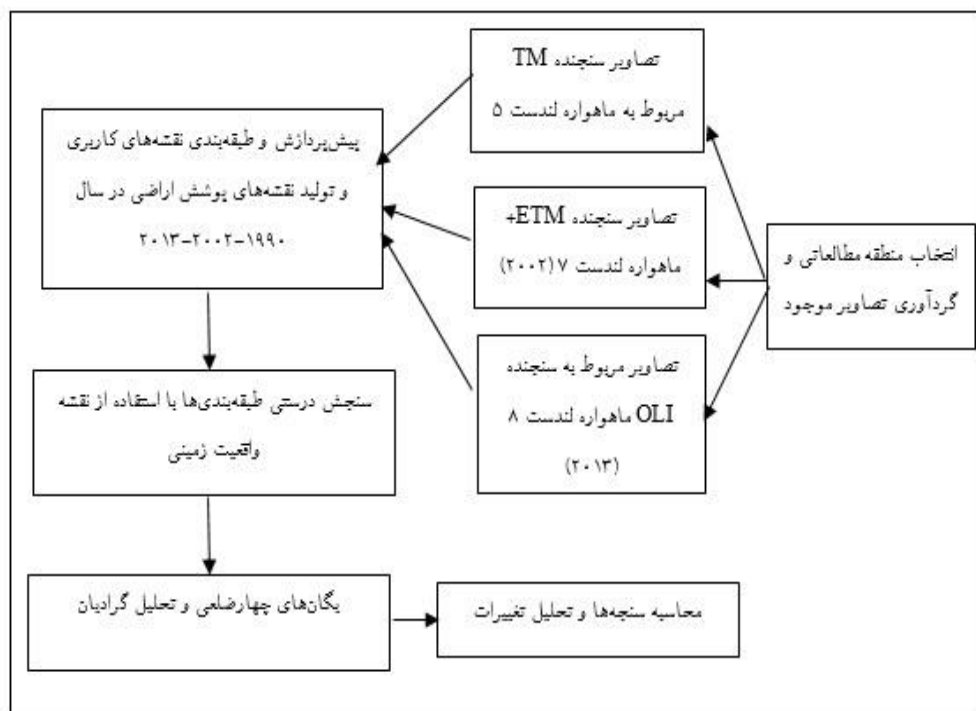
محدوده مورد مطالعه در جنوب‌غربی ایران و در شمال‌شرق



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- مشخصات تصویرهای مورد مطالعه

تاریخ	تصویر
5 May 1990	تصاویر سنجنده TM، ماهواره لندست ۵
16 May 2002	تصاویر سنجنده +ETM، ماهواره لندست ۷
3 May 2013	تصاویر سنجنده OLI، ماهواره لندست ۸



شکل ۲- مراحل تهیه نقشه‌های تغییر کاربری

پردازش تصاویر به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی

طبقه‌بندی یکی از متعارف‌ترین روش‌های استخراج اطلاعات از داده‌های سنجش از دوری است. در واقع طبقه‌بندی یک تصویر، فرایندی اجرایی برای شناسایی کلاس‌های طیفی مختلف و ارتباط آن با کلاس‌های عوارض زمینی است (Jafari et al, 2013). از آن‌جا که هدف اصلی از پردازش تصاویر ماهواره‌ای، تهیه نقشه‌های موضوعی و کارآمد می‌باشد، انتخاب الگوریتم مناسب طبقه‌بندی نقش زیادی را در این امر ایفا می‌کند (Fathizad et al., 2016). بنابراین با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال (Max likelihood)، طبقات کاربری به منظور بررسی

تحلیل مکانی، نوع پوشش‌های موجود و هدف مطالعه استخراج شد (جدول ۲). با توجه به اینکه این کاربری‌ها دارای اختلاف بازتاب محسوسی نسبت به یکدیگر هستند، در نتیجه روش‌های طبقه‌بندی قادر به استخراج این لایه‌ها با صحتی قابل قبول می‌باشند (Alavipanah, 2004).

به منظور تهیه نقشه‌های کاربری نرم‌افزارهای Arc map (نسخه ۳/۹) و IDRISI.TIGA بکار برده شد. ارزیابی صحت نقشه‌های تولیدشده در سال ۱۹۹۰ و ۲۰۰۲ با استفاده از عکس‌های هوایی و مطالعات پیشین انجام شد و برای نقشه کاربری سال ۲۰۱۳ بازدید میدانی در تاریخ ۱۳۹۲/۲/۲۸ انجام گردید که نتایج حاصل از آن در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۲- طبقه‌بندی نقشه کاربری / پوشش اراضی

توضیحات	طبقه‌بندی انواع لکه
انواع جنگل‌های دست‌کاشت، جنگل‌های مختلط	بیشه‌زار
اراضی کشاورزی (آبیاری، آیش و دیم‌زار)، باغ‌ها	کشاورزی
اراضی بایر، شور، بیرون‌زدگی‌های لخت	بایر و رهاشده
انواع تپه‌های ماسه‌ای مختلف موجود در منطقه	تپه‌های ماسه‌ای
مرتع بوته‌ای، درختچه، علفی، مختلط	مرتع
رودخانه، شبکه‌های آبیاری	پهنه آبی
مناطق مسکونی، تأسیسات، صنایع، مراکز خدماتی	ساخت‌وساز شهری

سنجه‌های مورد استفاده در این پژوهش

در این مطالعه از سنجه‌های تعداد لکه (NP)، متوسط اندازه لکه (MPS) و مساحت (CA) استفاده شد (جدول ۳). سنجه MPS میانگین اندازه لکه‌ها در سطح کلاس یا سیمای سرزمین را اندازه‌گیری می‌کند. تغییرات این سنجه بازخورد مستقیم تغییر در سطح کلاس یا سیمای سرزمین است (Marks, 1995) و کاهش میانگین اندازه لکه یک شاخص مهم تجزیه در طبقه است، زیرا طبقه با میانگین اندازه لکه کوچک‌تر، تخریب‌شده‌تر تلقی می‌شود. سنجه CA مساحتی از سیمای سرزمین را که توسط یک کلاس معین اشغال شده

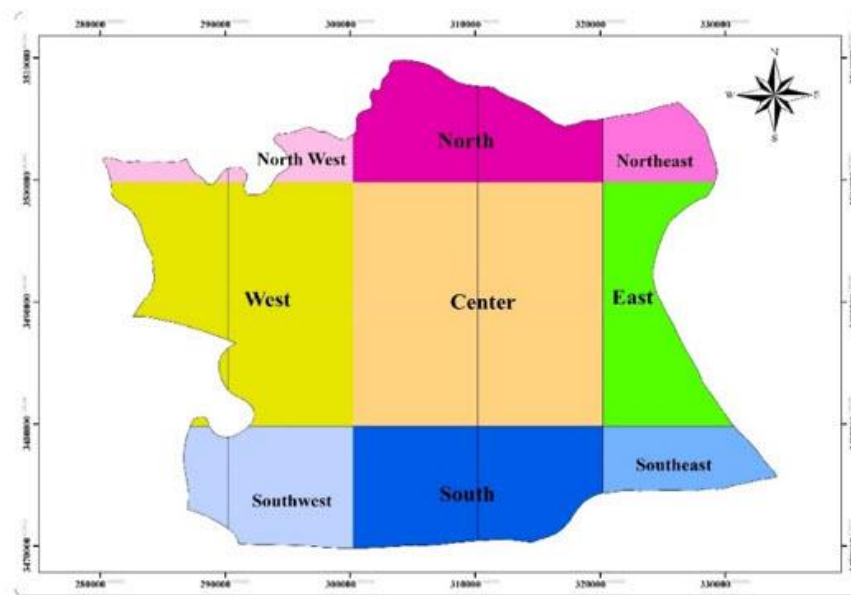
است، نشان می‌دهد و در واقع برای نشان دادن ترکیب سیمای سرزمین است. سنجه NP تعداد لکه‌ها را در سطح کلاس یا سیمای سرزمین کمی می‌کند. از این سنجه به‌عنوان شاخص تکه‌تکه‌شدگی زیستگاه استفاده می‌شود. در صورتی که مساحت بزرگ‌ترین اندازه لکه کم باشد، تکه‌تکه‌شدگی بیشتر است. بر مبنای اصول بوم‌شناختی سیمای سرزمین، هرچه تعداد تکه‌های اکوسیستم کمتر باشد و یا هرچه کاربری موجود در آن یکنواخت‌تر باشد، آن اکوسیستم در معرض آسیب‌پذیری کمتری است (Gerge & Turner, 2002). افزایش تعداد تکه‌ها و کاهش میانگین مساحت آنها دو

پنجره‌هایی به شعاع تقریبی ۱۰۰۰۰ متر (مساحت ۱۰۰۰۰ هکتار) استفاده شد (شکل ۳). سپس آنالیز در هشت جهت جغرافیایی با استفاده از نرم‌افزار FRAGSTAS انجام شد تا الگوی کاربری اراضی در ادوار مختلف، با استفاده از سنج‌های سیمای سرزمین در یک محدوده کمی شود.

شاخص مهم تجزیه هستند، زیرا سیمای سرزمین با میانگین اندازه تکه کوچک‌تر تخریب‌شده‌تر تلقی می‌شود. البته افزایش تعداد تکه‌ها نیز نشانه تجزیه و کاهش پیوستگی است (McGarigal & Marks, 1995).
به‌منظور تحلیل مکانی روند تغییرات کاربری اراضی از

جدول ۳- سنج‌های محاسبه شده به‌منظور پایش تغییرات کاربری در منطقه تحقیق

سنجه	نام	شرح	مقدار
CA	Class Area	مجموع مساحت هر کلاس	$CA > 0$
NP	Number of Patches	تعداد لکه‌ها در سیمای سرزمین و یا تعداد لکه‌ها برای طبقه‌ای خاص	$NP > 1$
MPS	Number of Patches	میانگین اندازه لکه یک طبقه از لکه‌ها به هکتار	$MPS > 0$



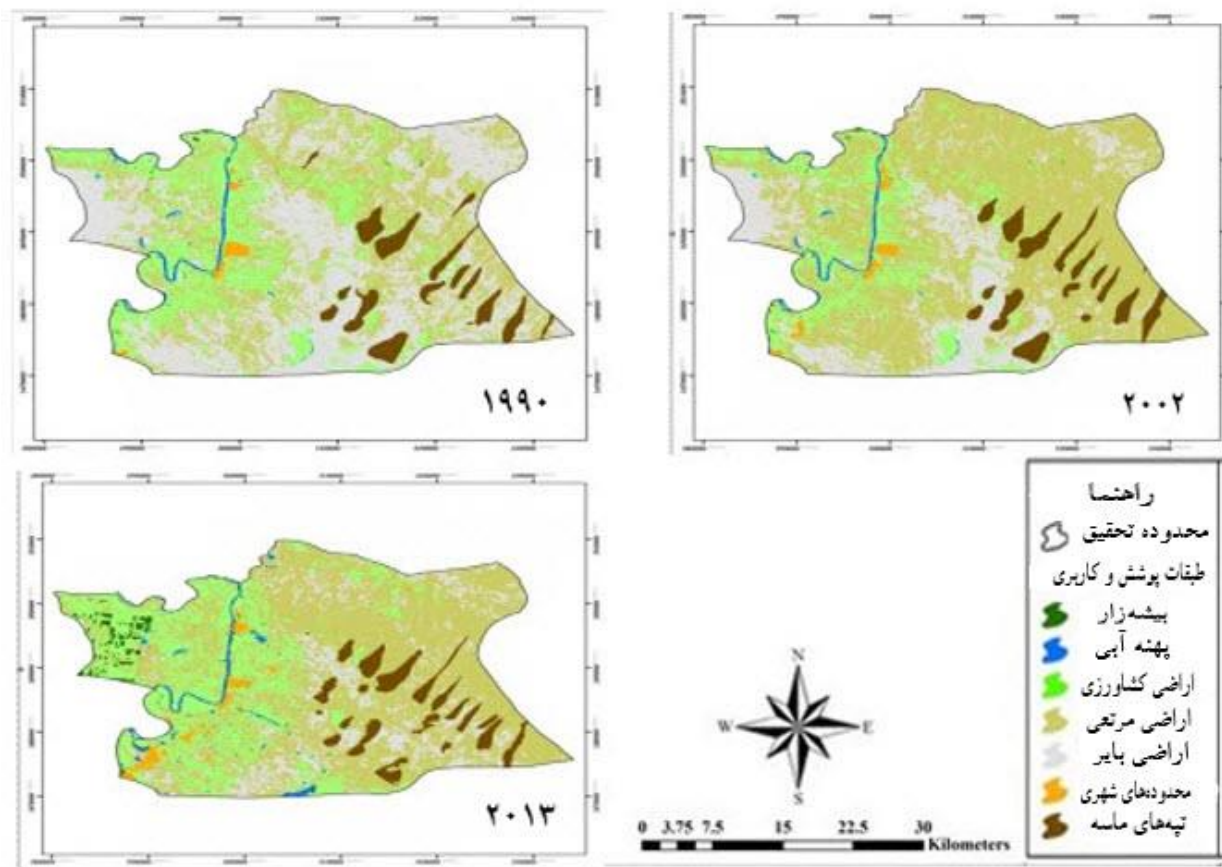
شکل ۳- شبکه مطالعاتی منطقه

از ارزیابی صحت برای طبقات کاربری موردنظر محاسبه شد. شاخص کاپای حاصل از مقایسه نقشه‌های تولیدشده و واقعیت زمینی برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۳ به ترتیب ۸۲/۹، ۹۱/۵ و ۹۲/۹ درصد می‌باشد (جدول ۴).

نتایج

نقشه‌های کاربری اراضی

نقشه‌های کاربری نهایی پس از انجام پیش‌پردازش برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۳ تهیه (شکل ۴) و نتایج حاصل



شکل ۴- نقشه پوشش کاربری اراضی در سال ۱۹۹۰-۲۰۰۲-۲۰۱۳

جدول ۴- دقت طبقه‌بندی (%) تصویر سال‌های (۱۹۹۰-۲۰۰۲-۲۰۱۳)

ضریب کاپا (%)	سنجنده/سال مرجع
۸۲/۹	تصاویر سنجنده TM، ماهواره لندست ۵ در سال ۱۹۹۰
۹۱/۵	تصاویر سنجنده +ETM، ماهواره لندست ۷ در سال ۲۰۰۲
۹۲/۹	تصاویر سنجنده OLI، ماهواره لندست ۸ در سال ۲۰۱۳

بر اساس هشت جهت جغرافیایی و محور عمودی سنجه مورد نظر را در طی ۳ دوره مذکور نشان می‌دهد.

در مورد کاربری کشاورزی، نتایج نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات در جهت افزایش اراضی کشاورزی مربوط به بخش غرب و بیشترین تخریب و تغییرات در جهت کاهش اراضی کشاورزی مربوط به بخش مرکز منطقه است. بیشترین

بررسی سنجه‌های مختلف در سطح کلاس‌های مختلف کاربری‌های موجود

به منظور بررسی روند تغییرات، مقایسه‌ای از تغییر گرادبان برای هر یک از سنجه‌ها برای برخی از کاربری‌ها در منطقه مورد مطالعه در هشت جهت جغرافیایی در شکل (۵) نمایش داده شده است؛ به طوری که محور افقی ارتباط واحدها را

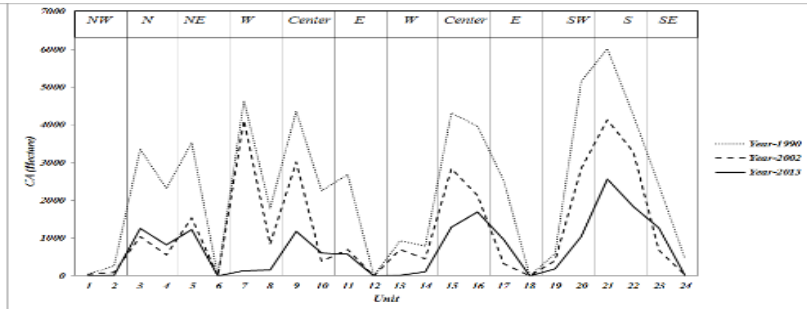
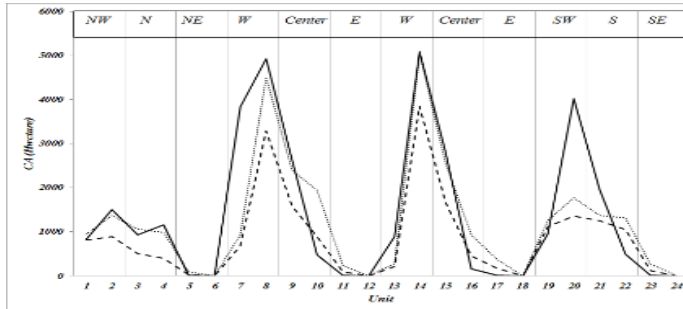
مرکز و بیشترین تخریب و تغییرات در جهت کاهش سطح لکه مربوط به بخش شرق منطقه است. همچنین بررسی میزان تغییرات تعداد لکه در کاربری مرتع نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات در جهت افزایش تعداد لکه مربوط به بخش غرب و بیشترین تخریب و تغییرات در جهت کاهش تعداد لکه مربوط به بخش شرق منطقه است و بیشترین تغییرات در جهت افزایش متوسط اندازه لکه مربوط به بخش غرب و بیشترین تخریب و تغییرات در جهت کاهش متوسط اندازه لکه مربوط به بخش شرق منطقه است. نتایج بررسی روند تغییرات سطح لکه در کاربری محدوده شهری نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات در جهت افزایش سطح لکه مربوط به بخش غرب و بیشترین تخریب و تغییرات در جهت کاهش سطح لکه مربوط به بخش مرکز منطقه است. همچنین بررسی میزان تغییرات تعداد لکه در کاربری محدوده شهری نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات در جهت افزایش تعداد لکه مربوط به بخش غرب و بیشترین تخریب و تغییرات در جهت کاهش تعداد لکه مربوط به بخش شرق منطقه است؛ همچنین بیشترین تغییرات در جهت افزایش متوسط اندازه لکه مربوط به بخش غرب و بیشترین تخریب و تغییرات در جهت کاهش متوسط اندازه لکه مربوط به بخش مرکز منطقه است.

تغییرات در جهت افزایش تعداد لکه مربوط به بخش غرب و مرکز و بیشترین تخریب و تغییرات در جهت کاهش تعداد لکه مربوط به بخش شرق منطقه است. همچنین بررسی میزان تغییرات متوسط اندازه لکه در اراضی کشاورزی نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات در جهت افزایش متوسط شاخص شکل مربوط به بخش غرب و بیشترین تخریب و تغییرات در جهت کاهش متوسط اندازه لکه مربوط به بخش مرکز منطقه است. بر اساس بررسی میزان تغییرات سطح لکه در کاربری بایر (رهاشده) در شکل (۵) این‌گونه می‌توان بیان نمود که بیشترین تغییرات در جهت افزایش سطح لکه مربوط به بخش مرکز و بیشترین تخریب و تغییرات در جهت کاهش سطح لکه مربوط به بخش شرق منطقه است. همچنین بررسی میزان تغییرات تعداد لکه در کاربری بایر (رهاشده) نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات در جهت افزایش تعداد لکه مربوط به بخش غرب و بیشترین تخریب و تغییرات در جهت کاهش تعداد لکه مربوط به بخش شرق منطقه است و بیشترین تغییرات در جهت افزایش متوسط شاخص شکل مربوط به بخش شرق و بیشترین تخریب و تغییرات در جهت کاهش متوسط اندازه لکه مربوط به بخش شرق و مرکز منطقه است. بیشترین تغییرات در جهت افزایش سطح لکه برای کاربری مرتع مربوط به بخش

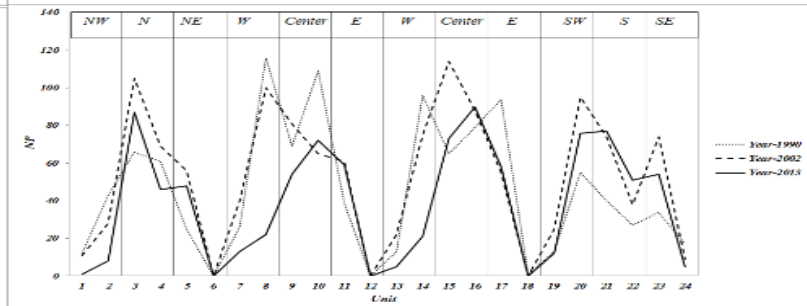
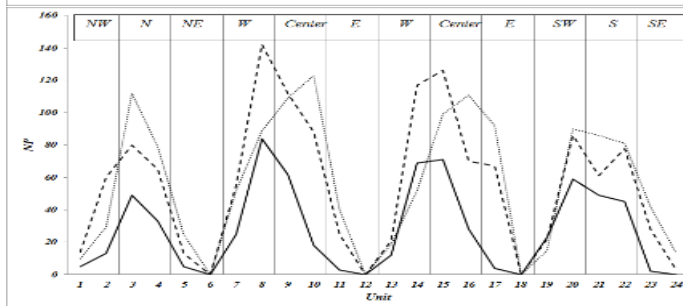
کاربری کشاورزی

کاربری بایر (رهاشده)

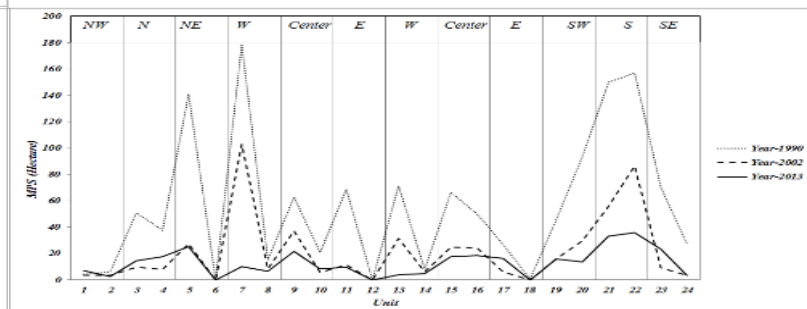
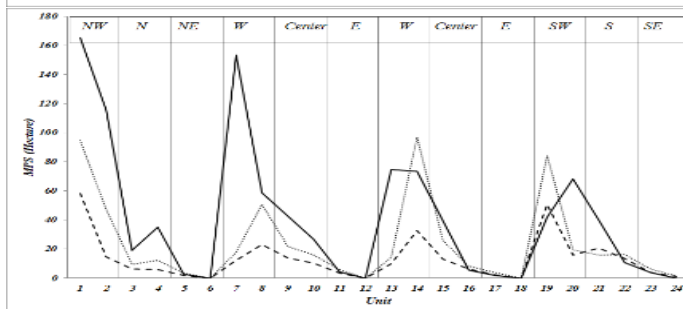
CA



NP



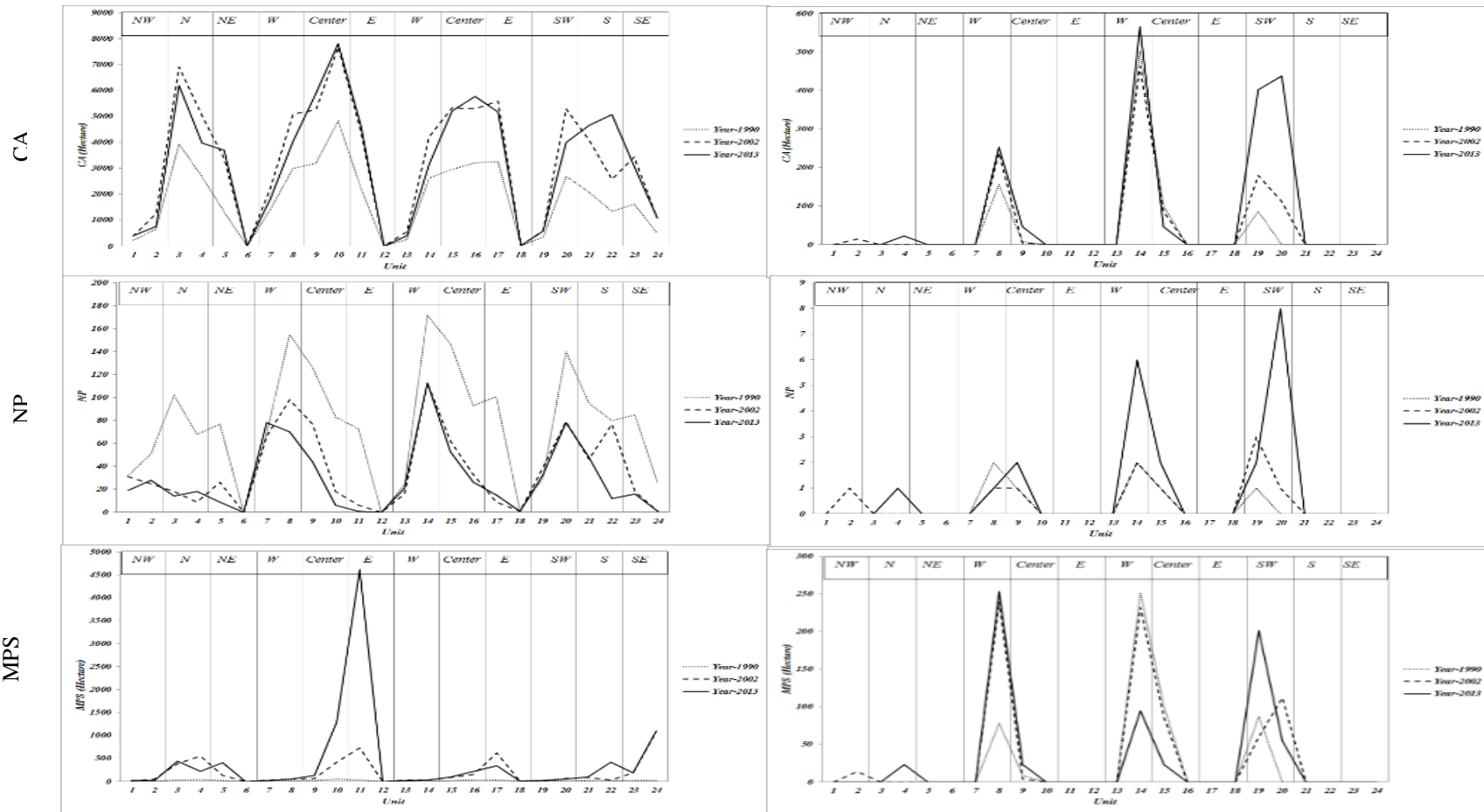
MPS



شکل ۵- روند تغییرات سنجه‌های CA، NP و MPS در کاربری‌های کشاورزی و بایر (رهاشده)

کاربری مرتع

کاربری شهری



ادامه شکل ۵-

بحث

براساس نمودارهای روند تغییرات کاربری‌های مختلف در جدول‌های (۵-۶-۷) ارائه شده است.

میزان تغییرات سنجه‌های متوسط اندازه لکه، سطح لکه و تعداد لکه در طی سه دوره زمانی ۱۹۹۰، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۳

جدول ۵- بررسی میزان تغییرات سنجه‌ها در کاربری اراضی در دوره ۱۹۹۰-۲۰۰۲

توصیف کیفی	مجموع	متوسط اندازه لکه (ha)	تعداد لکه	مساحت (ha)	سنجه طبقه
نسبتاً کم	۰/۴۰۴۸	-۰/۱۴۱۳	-۰/۰۹۷۲	-۰/۱۶۶۳	بیشه‌زار
کم	۰/۳۵۲۷	۰/۰۴۰۰	-۰/۲۵۳۵	-۰/۰۵۹۲	پهنه آبی
متوسط	۰/۷۷۵۱	-۰/۴۳۸۲	-۰/۰۲۵۵	-۰/۳۱۱۴	کشاورزی
زیاد	۱/۲۵۸۱	-۰/۶۲۲۴	۰/۱۶۸۱	-۰/۴۶۷۶	بایر (رهاشده)
خیلی زیاد	۹/۵۳۶۳	۸/۶۶۷۰	۰/۰۷۲۹	۰/۷۹۶۴	مرتع
نسبتاً زیاد	۱/۱۲۷۳	۰/۴۱۷۴	۰/۴۲۸۵	۰/۲۸۱۴	شهری
خیلی کم	۰/۲۸۳۴	-۰/۱۱۰۲	۰/۱۲	۰/۰۵۳۲	تپه ماسه‌ای

*: برای بررسی نتایج تمامی اعداد در منفی ضرب شده‌اند، علامت منفی نشان‌دهنده کاهش و علامت مثبت نشان‌دهنده افزایش است.

*: مجموع حاصل قدرمطلق مجموع تمامی سنجه‌هاست.

جدول ۶- بررسی میزان تغییرات سنجه‌ها در کاربری اراضی در دوره ۲۰۰۲-۲۰۱۳

توصیف کیفی	مجموع	متوسط اندازه لکه (ha)	تعداد لکه	مساحت (ha)	سنجه طبقه
خیلی زیاد	۱۱/۶۵۴۲	۱/۳۹۷۱	۱/۹۳۸۴	۸/۳۱۸۷	بیشه‌زار
متوسط	۱/۸۹۲۲	۰/۲۸۲۷	۱	۰/۶۰۹۵	پهنه آبی
زیاد	۳/۱۶۲۱	۲/۰۵۴۷	-۰/۵۰۵۶	۰/۶۰۱۸	کشاورزی
کم	۱/۱۱۲	-۰/۳۹۱۷	-۰/۲۸۱۷	-۰/۴۳۸۶	بایر (رهاشده)
نسبتاً کم	۱/۲۴۲۴	۱/۰۲۵۲	-۰/۱۸۸۹	-۰/۰۲۸۳	مرتع
نسبتاً زیاد	۱/۹۰۰۲	-۰/۰۸۱۷	۱/۲	۰/۶۱۸۵	شهری
خیلی کم	۰/۳۰۳۷	-۰/۱۵۰۶	۰/۱۴۲۸	۰/۰۱۰۳	تپه ماسه‌ای

*: برای بررسی نتایج تمامی اعداد در منفی ضرب شده‌اند، علامت منفی نشان‌دهنده کاهش و علامت مثبت نشان‌دهنده افزایش است.

*: مجموع حاصل قدرمطلق مجموع تمامی سنجه‌هاست.

جدول ۷- بررسی میزان تغییرات سنجه‌ها در کاربری اراضی در دوره ۲۰۱۳-۱۹۹۰

سنجه طبقه	مساحت (ha)	تعداد لکه	متوسط اندازه لکه (ha)	مجموع	توصیف کیفی
بیشه‌زار	۶/۷۶۸۷	۱/۶۵۲۷	۱/۰۵۸۲	۹/۴۷۹۶	زیاد
پهنه آبی	۰/۵۱۴۲	۰/۴۹۲۹	۰/۳۳۴۱	۱/۲۵۱۲	کم
کشاورزی	۰/۱۰۳۰	-۰/۵۱۸۲	۰/۷۱۶۰	۱/۳۳۷۲	نسبتاً کم
بایر (رهاشده)	-۰/۷۰۱۲	-۰/۱۶۰۹	-۰/۷۷۰۳	۱/۶۳۲۴	متوسط
مرتع	۰/۷۴۵۴	۱/۲۹۷	۱۸/۵۷۷۸	۱۹/۴۵۲۹	خیلی زیاد
شهری	۱/۰۷۴۰	۲/۱۴۲۸	۰/۳۰۱۵	۳/۵۱۸۳	نسبتاً زیاد
تپه ماسه‌ای	۰/۰۶۴۱	۰/۲۸	-۰/۲۴۴۳	۰/۵۸۸۴	خیلی کم

*: برای بررسی نتایج تمامی اعداد در منفی ضرب شده‌اند، علامت منفی نشان‌دهنده کاهش و علامت مثبت نشان‌دهنده افزایش است.

*: مجموع حاصل قدرمطلق مجموع تمامی سنجه‌هاست.

بیشه‌زار، تغییر زیاد کاربری کشاورزی و تغییر نسبتاً زیاد شهری دارد. افزایش سنجه تعداد و مساحت پهنه آبی همراه با افزایش سنجه متوسط اندازه لکه بیانگر توسعه سطوح آب در منطقه می‌باشد که در واقع افزایش سطح آب به دلیل ایده‌آل بودن بارش در سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸ و احداث سد در منطقه و توسعه شبکه آبیاری نوین در منطقه بوده است، که چنین تغییراتی زمینه‌ساز گسترش اراضی بیشه‌زار شده است. همچنین توسعه عملیات احیای اراضی بایر نیز زمینه‌ساز افزایش سطح بیشه‌زار شده است. افزایش تقاضا و تمایل به تولید بیشتر و از سوی دیگر دسترسی به منابع آبی در این دوره، موجب تغییر کاربری مرتع و بایر به کشاورزی و در نتیجه توسعه سطوح کشاورزی در منطقه شده است. افزایش سطح کشاورزی در اثر پیوسته شدن لکه‌ها به یکدیگر موجب کاهش سنجه تعداد لکه و افزایش سنجه متوسط اندازه لکه در اثر کاهش تکه‌تکه‌شدگی شده است. تغییرات ذکر شده در میزان بارش، سطوح آبی و همچنین عملیات احیا اراضی بایر سبب افزایش سطح کاربری بیشه‌زار و مرتع در دوره ۲۰۱۳-۱۹۹۰ شده است. البته میزان تغییرات تپه ماسه‌ای در سه دوره نسبت به سایر کاربری‌ها خیلی کم است. در واقع روند تغییر این کاربری به سمت تکه‌تکه شدن بوده که سبب کاهش متوسط

نتیجه حاصل از بررسی میزان تغییرات سنجه‌ها در دوره ۲۰۰۲-۱۹۹۰ بر اساس جدول (۵)، حکایت از میزان تغییرات بسیار زیاد مرتع، تغییرات زیاد اراضی بایر و تغییر نسبتاً زیاد اراضی شهری نسبت به کاربری‌های دیگر دارد. افزایش میزان تغییرات تعداد لکه همراه با افزایش وسعت مرتع، نشان‌دهنده روند توسعه کاربری مرتع در منطقه است. در واقع علت افزایش وسعت مرتع به علت جایگزینی مرتع با اراضی بایر و کشاورزی دیم در برخی نقاط (مرکز، شرق و قسمت‌هایی از جنوب منطقه) است. میزان تغییرات زیاد اراضی بایر، به علت تغییر کاربری اراضی بایر در بیشتر قسمت‌ها به اراضی مرتع و در قسمتی به ساخت‌وساز شهری، صنعتی و اراضی کشاورزی است که سبب کاهش سنجه مساحت، لکه‌لکه شدن و افزایش تعداد لکه شده است و به تبع سنجه متوسط اندازه لکه نیز کاهش یافته است. میزان تغییرات نسبتاً زیاد کاربری شهری، نشان‌دهنده روند روبه رشد جمعیت در منطقه است. کاهش سنجه مساحت و تعداد لکه‌های سطوح آبی در این دوره در اثر کاهش بارش و خشکسالی‌های دوره‌ای موجب کاهش سطح بیشه‌زار و کشاورزی در این دوره شده است.

بررسی میزان تغییرات سنجه‌ها در دوره ۲۰۱۳-۲۰۰۲ بر اساس جدول (۶) حکایت از تغییر خیلی زیاد کاربری

بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین به‌خوبی روند تغییرات را نشان می‌دهد که با نتایج حاصل از مطالعات Taheri و همکاران (۲۰۱۴) در رابطه با کاربرد پنجره متحرک در فراهم آوردن اطلاعات کمی ساختار سیمای سرزمین و نقش آن در ایجاد ارتباط خوب بین الگوهای مکانی سیمای سرزمین و کارکردهای آن سازگاری دارد. در نتیجه این گونه می‌توان نتیجه گرفت که از اطلاعات حاصل از سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توان در برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار اراضی به‌منظور بهره‌برداری منطقی و کاربری متناسب با ظرفیت و قابلیت منطقه بهره برد.

منابع مورد استفاده

- Alavipanah, S. k., 2004. Application of remote sensing in the earth sciences (soil). University of Tehran Press, Tehran.
- Bihamtaye Toosi, N., Safaian, A. and Fakhran, S., 2013. Investigation of land cover changes in central region of Esfahan by using landscape metrics. Iranian Journal of Applied Ecology, 6: 46-61.
- Bagheri, R., Mohamadi, S. and Saljoghi, M., 2016. Land use change effects on some soil physical properties (Case study: Baft city of Kerman province). Iranian Journal of Range and Desert Research, 23 (2): 231-243.
- Farina, A., 1998. Principles and methods in landscape ecology. Chapman and Hall, London.
- Fathizad, H., Nohe Gar, A., Faramarzi, M. and Tazeh, M., 2013. Investigation of land use changes based on analysis of landscape metrics by using of remote sensing and GIS in arid and semi-arid region of Dehloran. Journal of Town and Country Planning, 3: 79-99.
- Fathizad, H., Safari, A., Bazgir, M. and Khosravi, G. R., 2016. Evaluation of SVM with Kernel method (linear, polynomial, and radial basis) and neural network for land use classification. Iranian Journal of Range and Desert Research, 23 (4): 729-743.
- Feizizadeh, B. and Mir Rahimi, M., 2008. Detecting land use change based on object-oriented technique. Geomatics Conference. Tehran.
- Gergel, S. E. and Turner, M. G., 2002. Learning Landscape Ecology: A Practical Guide to Concepts and Techniques. New York, Springer, 31pp.
- Goomeh, Z., Zangzan, K., Nazari Samani, A. and Ghodoosi, J., 2014. Investigation trend of urban green space in karaj by using of remote sensing and

اندازه لکه و به‌عبارتی کاهش پایداری آن در منطقه و گسستگی شده است.

در زمینه کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل شاخص‌ها با طیف تغییرات از بسیار کم تا بسیار زیاد نشان داد که همواره دو شاخص مساحت و تعداد را تحت تأثیر قرار داده، بنابراین این گونه می‌توان بیان کرد که دو سنجه مساحت و تعداد لکه به‌خوبی روند تغییر و توسعه کاربری‌ها را در طی زمان نشان می‌دهند و با توجه به تأثیری که این دو شاخص بر متوسط اندازه لکه دارند، می‌توان نتیجه گرفت که این شاخص‌ها نقش ویژه‌ای در بررسی سیمای سرزمین و پایش تغییرات آن دارند. نتایج حاصل از بررسی این سنجه‌ها با نتایج حاصل از مطالعه Talebi Amiri و همکاران (۲۰۰۹) که به بررسی جایگزینی زمین‌های جنگلی و کشاورزی در منطقه‌ای با پوشش مرتعی با استفاده از متریک‌های تعداد، میانگین اندازه لکه و مساحت پرداختند و دو شاخص مساحت و تعداد لکه را شاخص‌های کلیدی در بررسی روند تغییر کاربری بیان کردند، همخوانی دارد.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود نتایج این تحقیق با مطالعات Sheik Goodarzi و همکاران (۲۰۱۲)؛ Sepasi و همکاران (۲۰۱۳)؛ Bihamtaye Toosi و همکاران (۲۰۱۳)؛ Masoomi و همکاران (۲۰۱۴) و Fathizad و همکاران (۲۰۱۳) که همواره سنجه‌های مساحت، تعداد و متوسط اندازه لکه را شاخص‌های مهم در بحث پایش چیدمان سرزمین بیان کردند، مطابقت دارد. در واقع این سنجه‌ها می‌توانند به‌عنوان سنجه‌های پایش و تخریب کاربری اراضی مورد توجه قرار بگیرند.

نتایج حاصل از تحلیل تغییر گرادیان با استفاده از پنجره متحرک در هشت جهت جغرافیایی در منطقه نشان داد که بیشترین تغییرات در غرب و مرکز منطقه بوده است که با توجه به توسعه شبکه آبیاری زهکشی نوین در منطقه و توسعه سطح کشاورزی و مسکونی قابل توجیه است. با توجه به اینکه میانگین‌گیری از سنجه‌ها منجر به تفسیرهای اشتباه در بحث سیمای سرزمین می‌شود (Herold *et al.*, 2002)، بنابراین این گونه می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از تحلیل گرادیان در

- Sepasi, M., Darabi, H. and Irani Behbahani, H., 2013. Analysis of landscape of rural-urban Tarasht. First International Conference of Landscape Ecology.
- Sheikh Goodarzi, M., Alizadeh Shabani, A., Mahini, S. and Feghhi, j., 2012. Landscape ecological metrics-based investigation of land cover/use changes in Korganrud watershed. *Journal of Natural Environmental. Iranian Journal of Natural Resources*, 64 (4): 431-44.
- Statistical Yearbook, 2015. Ministry of Agriculture_Jahad, iran.
- Taheri Sartashnizi, F., Feghhi, J., Daneh Kar, A. and Babazade Khamene, S., 2014, the use of landscape metrics in gradient analysis of green-urban space. *Science and Engineering environment*, 2.
- Talebi Amiri, S., Azari Dehkordi, F., Sadeghi, S. H. and Soofbaf, S. R., 2009. Study on landscape degradation in Neka watershed using landscape metrics. *Environmental Sciences*, 6 (3): 133-144.
- Tang, J., Wang, L. and Yao, Z., 2008. Analysis of urban landscape dynamics using multi-temporal satellite image, a comparison of two petroleum-oriented cities. *Landscape and Urban Planning*, 87:269-278.
- Vitousek, P. M., Ehrlich, P. R., Ehrlich, A. H. and Matson, P. A., 1986. Human Appropriation of the products of Photosynthesis. *Bioscience*, 36 (6): 368-373.
- Zhang, H., Gao, X. And Li, Y., 2009. Climate impacts of land-use change in China and its uncertainty in a global model simulation. *Clim Dyn*, 32:437-494.
- landscape metrics. *Journal of Natural Environmental, Iranian Journal of Natural Resources*, 67(3): 323-331.
- Henderson Sellers, A., 1994. Land-use change and climate. *Land Degrad Rehabil.* 5:107-302.
- Herold, M., Goldstein, N.C. and Clarke, K.C., 2002. The human dimension of urban greenways: planning for recreation and related experiences, *Landscape Urban Plan*, 68: 147-165.
- Jafari, M., Zehtabian, G.H. and Ehsani, A.H., 2013. Effect of thermal bonding and supervised classification algorithms of satellite data in making land use maps (Case study: Kashan). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 20 (1): 72-87.
- Lausch, A. and Herzog, F., 2002. Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability. *Journal of Ecological Indicators*, 2: 3-15.
- Lausch, A., Blaschke, T., Haase, D., Herzog, F., Syrbe, R. U., Tischendorff, L. and Walz, U., 2015. Understanding and quantifying landscape structure - A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics. *Journal of Ecological Modeling*, 295: 31-41
- Lubchenco, J., 1998. Entering the century of the environment: *Journal of A new social contract for science*, 279 (5350): 491-497.
- Masoomi, M. and Moshiri, R., 2014. Using spatial landscape metrics and remote sensing data for temporal-spatial analysis of land cover/use changes in urban case study: (Ardabil region). *Journal of Geographic Space*, 45: 179-196.
- McGarigal, k. and Marks. B.L., 1995. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis program for Quantifying Landscape Structure. Gen. Tech. Report PNW-GTR, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR.
- Peath, H., Born, K., Girmes, R., Podzun, R. and Jacob, D., 2009. Regional climate change in tropical and Northern Africa due to greenhouse forcing land use changes. *Journal of Clim*, 22:114-132.

Monitoring trend of land use changes and its role on the landscape metrics (A case study: north-east Ahvaz)

M. Abdolshahnejad¹, A. A. Nazari Samani^{2*}, M. Ghorbani³, A. Orsham⁴ and F. Taheri⁵

1-Ph.D. Student of Combating Desertification, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2*-Corresponding author, Associate Professor, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, Email: aknazari@ut.ac.ir

3-Associate Professor, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

4-Member of Scientific Board, Khuzestan Agriculture and Natural Resources Research and Education center, AREEO, Khozestan, Iran

5- Ph.D. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Received:12/31/2017

Accepted:07/24/2018

Abstract

The effects of human activities on the land use and landscape and its subsequent effects on the natural environment have always been considered. Therefore, to have a sustainable landscape planning, knowing about such changes would be essential. Satellite images of TM sensor in 1990, ETM+ Sensor in 2002 as well as OLI Landsat 8 in 2013 were used to investigate the trend of changes and preparation of cover maps. The executive phase of the study included the analysis of the gradient of land use structure in eight geographical directions for class area (CA), number of patch (NP), and mean patch size (MPS) in seven classes such as woodland (low-density forest and garden), water zone, agriculture, bare land, rangeland, urban and sand dunes. The results showed that the land use of woodland, urban, and sand dunes had an increasing trend, while the bare land showed a decreasing trend. The results of gradient analysis of land use structure in eight geographical directions indicated that the most changes were in the west and center of the region. Based on the analysis of changes rate of metrics, the most changes were recorded for rangeland, bare land, and urban during 1990 to 2002; the woodland, agriculture, and urban during 2002 to 2013; and rangeland, woodland and urban during 1990 to 2013. Therefore, given that some aspects of land use change depend on human aspects, the relationship between these quantitative indicators can be used to determine the sustainability level as well as the future trend of land use change to identify the critical affected areas. Metrics of area, number of patches and mean patch size were recognized as the important indices in discussions of monitoring land use and mosaic changes.

Keywords: Land use, landscape metrics, sand dunes, bare land.