علـوم محـیـطی سال ششم ، شماره سوم، بهار ۱۳۸۸
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.6, No.3 , Spring 2009
۱۳۳-۱٤٤

تحلیل تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکا با استفاده از متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین

شیما طالبی امیری[۱]، فرود آذری دهکردی[۲]*، سید حمیدرضا صادقی[۳]، سید رضا صوف باف[۴]

۱- گروه محیط زیست ، دانشکده منابع طبیعی نور ، دانشگاه تربیت مدرس
۲- گروه برنامه‌ریزی ، دانشکده محیط زیست ، دانشگاه تهران
۳- گروه مهندسی آبخیزداری ، دانشکده منابع طبیعی نور ، دانشگاه تربیت مدرس
٤- بخش سنجش از دور، سازمان فضایی ایران

چکیده

تغییر پوشش/کاربری سرزمین ناشی از فعالیت انسان به دلیل عدم توجه به محدودیت‌های محیط زیستی بر سیمای محیط بسیار تاثیرگذار بوده و روند درحال توسعه تغییر کاربری در نتیجه فعل و انفعالات پیچیده فاکتورهای ساختاری و عملکردی، اثرات محیط زیستی شدیدی بر اکوسیستم‌های طبیعی داشته است. بنابراین با توجه به آثار منفی ناشی از استفاده نامناسب از سرزمین و تغییر کاربری اراضی، آگاهی و شناخت روند تغییرپذیری، در ارزیابی آثار محیط زیستی ناشی از توسعه به منظور طرح‌ریزی و مدیریت پایدار سرزمین ضروری است. این مطالعه به منظور بررسی روند تغییرات سیمای سرزمین در حوزه آبخیز نکا انجام شد. به منظور تهیه نقشه‌های پوشش سرزمین و تحلیل تغییرات، به ترتیب از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۲،۴و۷ سنجنده‌های MSS (1972)، TM (1992) و ETM^+ (2001) و متریک‌های مساحت طبقه شاخص بزرگترین لکه ، تعداد و میانگین اندازه لکه استفاده شد. تجزیه و تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین بیانگر جایگزینی گسترده زمین‌های جنگلی و کشاورزی در منطقه با پوشش مرتعی بوده است. نتایج بدست آمده همچنین نشان داد، که افزایش تعداد لکه‌ها و کاهش میانگین مساحت دو شاخص مهم تجزیه بوده و روند تخریب و تجزیه سیمای سرزمین به‌صورت افزایشی بوده است. نتایج بدست آمده بیانگر لزوم توجه به وضعیت کاربری و پوشش سرزمین در منطقه، به منظور بهره‌برداری مناسب و منطقی از منابع طبیعی و کاهش تخریب منابع است.

واژگان کلیدی: تغییر پوشش/کاربری سرزمین، متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین، حوزه آبخیز.

Study on Landscape Degradation in Neka Watershed Using Landscape Metrics

Shima Talebi Amiri[1], Forood Azari Dehkord[2*], Seyed Hmidreza Sadeghi[3], Seyed Reza Soofbaf[4]

1- Department of Environment, Faculty of Natural Resource, Tarbiat Modares University
2- Department of Environmental Planning, Faculty of Environment, University of Tehran
3- Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University
4- Department of Remote Sensing Organization, Iranian Space Agency

Abstract

Land cover/use change induced by human activities, ignoring environmental constrains caused landscape degradation. The continuous land use change has also severe impacts on natural ecosystems. Therefore, in consideration with the negative effects of unsuitable use of land and land use change, knowledge and understanding about the changes is essential in environmental impact assessment for sustainable planning and land management .This study is for investigating the trends of changes in the landscape, in Neka Watershed. In order to provide land cover maps the satellite images of MSS 1972, TM 1992, ETM^+2001 were applied and landscape metrics of class area, largest patch index, number and mean patch size were used to quantify landscape patterns. The analysis of landscape metrics revealed that the extensive replacement of agricultural lands and forests with rangelands and the results verified that increased patch number and decreased mean patch area were two important fragmentation indicators and the trend of degradation and fragmentation of the landscape was increasing. Therefore the results necessitated paying attention to the quality of land use and cover in the region for decreasing the natural resources degradation.

Keywords: Land cover/use change, landscape metrics, landscape fragmentation, neka watershed.

* Corresponding author. *E-mail Address*: fazari@ut.ac.ir

مقدمه

سیمای سرزمین[1]، چیدمانی[2] است که درآن ترکیبی از اکوسیستم‌های محلی یا کاربری‌های سرزمین در یک منطقه و در فرم مشابهی تکرار شده‌اند. Apan *et al.*, (2002). تغییرات پوشش/کاربری سرزمین درنتیجه فعل وانفعالات پیچیده فاکتورهای ساختاری و عملکردی مرتبط با تقاضا، ظرفیت تکنولوژیکی و ارتباطات اجتماعی، اثرات گسترده‌ای بر سیمای سرزمین دارد (Matsushita *et al.*, 2006). درسال‌های اخیر به‌دلیل عدم استفاده منطقی ازسرزمین (Makhdoum,1999) تبدیل و تغییر در نوع استفاده از سرزمین در کشور روند رو به - رشدی داشته است. از بین رفتن زمین‌های جنگلی، توسعه شهرنشینی و گسترش بیابان‌زایی نمونه‌هایی از این تخریب‌ها هستند.

بنابراین باتوجه به آثار منفی ناشی از استفاده نامناسب از سرزمین، شناخت تغییرات سیمای سرزمین در طی زمان برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی ناشی از توسعه، پیش بینی تغییر سیمای سرزمین، ارزیابی نتایج استراتژی‌های مختلف مدیریتی و شناسایی مناطق حساس به‌منظور طرح‌ریزی و مدیریت پایدار سرزمین ضروری است.

در زمینه بررسی تغییرات کاربری سرزمین مطالعاتی در ایران و جهان صورت گرفته که در اکثر آنها تاثیر توسعه انسانی در تخریب محیط‌زیست تایید شده است. بررسی تاثیر نوع مدیریت زمین برتغییرات پوشش گیاهی، توسط Palmer وRooyent (1998)، درمنطقه Kalahari بیانگر روند تقریباً یکنواخت مناطق حفاظت شده و از سوی دیگر تخریب مناطق تحت استفاده متمرکز بوده است. استفاده ازمتریک‌های شکل[3]، تنوع[4]، لبه[5] و مساحت[6] در پایش تغییرات سرزمین توسط Lausch و Herzog (2002)، در آلمان نشان داد که کارایی هر یک از متریک‌ها به مدل‌های مورد استفاده و اطلاعات موجود وابسته است.[7]

بررسی روند تبدیل جنگل به مناطق شهری در Rondonia برزیل توسط Barros Ferraz وهمکاران(2005)، با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین بیانگر نابودی کل زمین- های جنگلی منطقه درصورت ادامه تغییرات تا سال 2020 بوده است. نتایج مطالعات Matsushita و همکاران (2006) در Kasumigaura ژاپن نشان داد، که با توجه به افزایش تعداد لکه‌ها[7] (پهروها) وکاهش میانگین اندازه[8] آنها، تجزیه سیمای سرزمین مهم‌ترین مشخصه تغییر در منطقه بوده است. نتایج تحقیق مشابه توسط Abdullah و Nakagosh (2006)، در مالزی، با استفاده از متریک‌های غنای لکه[9]، میانگین اندازه و تعداد لکه بیانگر تجزیه سیمای سرزمین در واکنش توسعه سیماهای انسان ساخت بوده است. تغییرات الگوی سیمای سرزمین در واکنش به توسعه شهری، با استفاده از متریک‌های میانگین اندازه لکه، تراکم لکه[10]، شاخص یکنواختی شانون[11]و درصد سیمای سرزمین[12] توسط Weng (2007)، در ایالات متحده بررسی شد. پایش تغییرات کاربری/ پوشش زمین در مصر توسط Shalaby و Tateishi (2007) با استفاده از تصاویرLandsat/TM/ETM تخریب پوشش گیاهی در منطقه بوده است.

در ایران نیز، در زمینه بررسی تغییر کاربری زمین مطالعاتی (Tabibian, 2002 ؛ Iranmanesh , 1998 ؛Ghiasvand, 1997 و Dadrast ؛ Barkhordari *et al*, 2005؛ Zebardast, 2004 ؛ Gholamalifard Salman Mahini and , 2005) انجام گرفته است. در زمینه ارزیابی کمی تغییرات نیز، بررسی روند - تالاب هورالعظیم با استفاده ازمتریک‌های میانگین نزدیک- ترین فاصله همسایگی[13]، مساحت طبقه[14]، میانگین اندازه و تعداد لکه توسط Mokhtari (2005)، بیانگر کاهش اندازه لکه‌ها و از بین رفتن پیوستگی بستر بوده است. نتایج مطالعات Gholamalifard و همکاران (2006) در بررسی تغییرات شهر تهران با استفاده از متریک‌های مساحت طبقه،

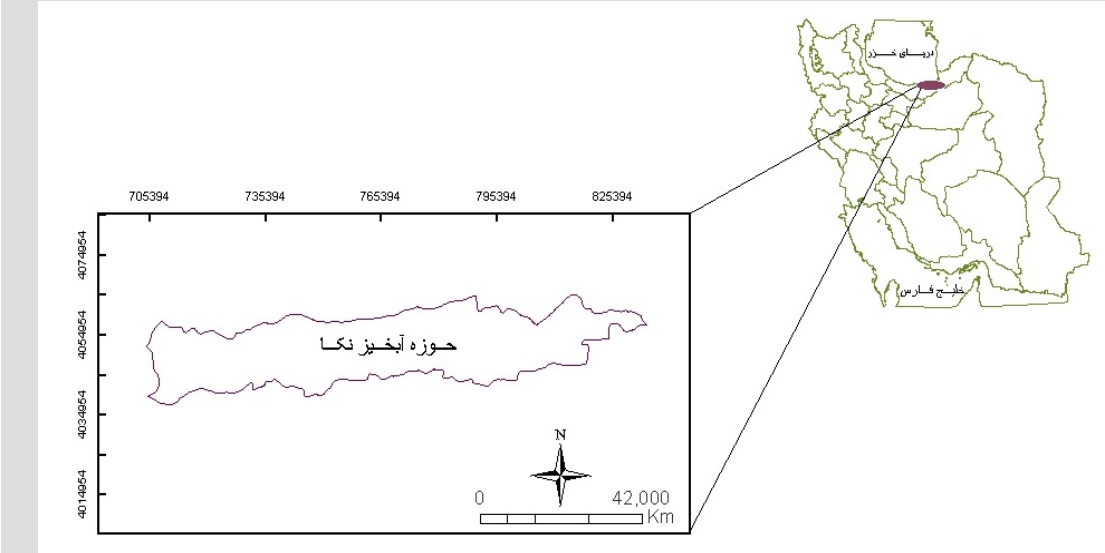
تعداد لکه، شاخص بزرگترین لکه[15]، میانگین نزدیک‌ترین فاصله همسایگی، میانگین وزنی مساحت بعد چین خوردگی لکه‌ها[16] نیز بیانگر کارایی آنها در ارزیابی اثرات توسعه بوده است.

باتوجه به پیشینه تحقیق ارائه شده می‌توان دریافت که در زمینه ارزیابی کمی تغییرات ساختاری سیمای سرزمین مطالعات محدودی انجام شده است. بنابراین هدف این مطالعه بررسی تغییر ساختار سیمای سرزمین و کارائی متریک‌های سیمای سرزمین در تحلیل تغییرات است و به این منظور حوزه آبخیز نکا با توجه به وقوع سیلاب‌های متعدد و تاثیر تغییر کاربری اراضی در تشدید وقوع سیلاب(Mahdavi, 2005) جهت بررسی در نظرگرفته شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز نکا باوسعت۱۹۰۱/۸۴ کیلومتر مربع درمحدوده استان‌های مازندران، گلستان و سمنان قرار دارد(شکل۱). قسمت اعظم حوزه آبخیز مذکور دراستان مازندارن است و درموقعیت جغرافیایی ´۵۳°۱۷ تا ´۵۴°۴۴ طول شرقی و´۳۶°۲۵ تا ´۳۶°۴۲ عرض شمالی واقع شده است. حداقل ارتفاع حوزه در نقطه خروجی و در مجاورت شهر نکا ۵۰ متر و حداکثر آن درارتفاعات گلستان۳۷۹۱ متر است. اقلیم منطقه با توجه به منحنی آمبروترمیک نیمه مرطوب معتدل و نیمه مرطوب سرد است(Habibnejad Roshan and Soleiman, 2002). بررسی وضعیت کاربری و پوشش اراضی در حوزه بیانگر وجود مناطق جنگلی با گونه‌های درختی راش، ممرز، انجیلی، کاج و گلابی وحشی، اراضی مرتعی وکاربری کشاورزی (باغ، کشت آبی و دیم) است. هیچ کانون شهری در آن وجود ندارد و واحدهای مسکونی روستایی حدود ۰/۳ درصد از کل حوزه را در برمی‌گیرد.



شکل ۱- سیمای کلی و موقعیت حوزه آبخیز نکا

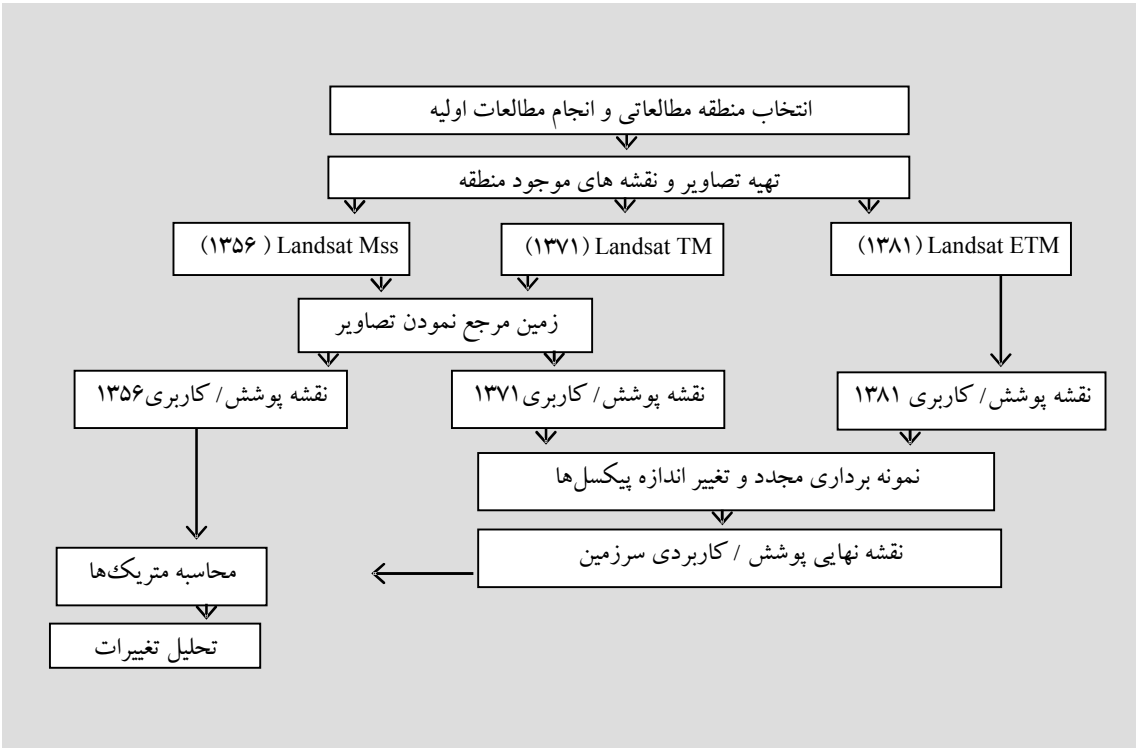
آماده‌سازی و تهیه نقشه‌های منطقه

کمی‌سازی ساختار سیمای سرزمین به‌عنوان پیش نیاز مطالعه عملکرد و تغییر سیمای سرزمین (Marks and McGarigal, 1995)، نیازمند تفسیر یا تهیه نقشه است. در این تحقیق جهت تهیه نقشه پوشش سرزمین و تحلیل تغییرات، به‌ترتیب از تصاویرماهواره‌ای لندست ۲،۴و۷ سنجنده‌های MSS، TM و ETM^+ زمین مرجع‌شده مربوط به سال‌های ۱۳۵۶ ۱۳۷۱ و۱۳۸۱ و نقشه‌های کاربری اراضی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ استفاده گردید. مراحل و تکنیک‌های استفاده شده در نقشه‌سازی و تحلیل تغییر ساختاری سیمای سرزمین در شکل ۲ ارائه شده است.

تصحیح هندسی و زمین مرجع نمودن[17] تصاویر لندست ۲و۴ با استفاده از تصویر زمین مرجع شده سنجنده ETM^+ در نرم افزار Geomatica 9.1 و به‌روش نزدیک‌ترین همسایه[18] انجام شد و تصاویر ارتو و زمین مرجع شده MSS با خطای متوسط ریشه مربعات[19] ۰/۴ پیکسل و تصویر TM با خطای متوسط ریشه مربعات ۱/۲ پیکسل آماده شد. تصاویر زمین مرجع شده از لحاظ سیستم مختصات جغرافیایی (UTM-Z39n) و بیضوی محاسباتی WGS84 نیز یکسان شدند.

طبقه‌بندی تصاویر و تهیه نقشه پوشش/کاربری سرزمین

در این تحقیق با توجه به نقشه‌های موجود از منطقه، اطلاعات جانبی، خصوصیات طیفی عوارض و نوع پوشش‌ها از روش طبقه‌بندی معرفی شده توسط Andersonوهمکاران (1976)، برای داده‌های سنجش از دور، با ۳ سطح کشاورزی، جنگل ومرتع (جدول۱)، به‌منظورتعیین و معرفی طبقه‌ها استفاده شد.



شکل ۲- مراحل نقشه سازی و تحلیل ساختاری سیمای سرزمین

جدول۱ - روش طبقه‌بندی پوشش/ کاربری سرزمین

(Anderson *et al.*, 1976)

طبقه سرزمین	توضیحات
کشاورزی	کشتزار، باغ میوه، زمین آیش و بایر، درختستان
جنگل	جنگل خزان‌کننده، سوزنی برگ و مختلط
مرتع	مرتع بوته‌ای، درختچه‌ای وعلفی، مختلط

کشاورزی : شاخص اصلی فعالیت‌های کشاورزی، کشتزارهای با ویژگی هندسی مشخص، باغهای میوه، اراضی آیش یا بایر، تاکستان ودرختستان است (Anderson *et al.*, 1976).

جنگل: مناطق با تراکم تاج پوشش درختی ۱۰٪ ویا بیشتر را در برمی‌گیرد و به جنگل خزان‌کننده، همیشه سبز و مختلط تقسیم‌بندی می‌گردد. زمین‌هائی که تراکم تاج پوشش درختی آن به کمتر از ۱۰٪ کاهش یافته، اما برای کاربری بخصوصی توسعه نیافته‌اند، نیز در این طبقه تعریف شده‌اند.

مرتع: زمینی است،که پوشش گیاهی غالب آن علفزار، گیاهان شبه علفی، بوته‌زار و درختچه است و به مراتع بوته‌ای، درختچه‌ای وعلفی و مختلط تقسیم بندی می‌گردد.

متریک‌های مورد استفاده در تحقیق

کمی‌سازی ساختار سیمای سرزمین با استفاده از شاخص‌های فضایی سیمای سرزمین یا متریک‌ها صورت می‌گیرد. متریک‌ها، ساختار فضایی سیمای سرزمین را در یک لحظه از زمان تشریح می‌کنند و ابزارهایی هستند که وضعیت هندسی و فضایی یک لکه یا موزائیکی از لکه‌ها را مشخص می‌کنند (Leitao and Ahern, 2002). در واقع،متریک‌ها ترکیب و شکل ساختار سرزمین را تشریح می‌کنند و ساده ترین آنها از نوع ترکیب هستند مانند، نوع و تعداد طبقه‌های کاربری، که نظم فضائی طبقه‌ها را در سیمای سرزمین در نظر نمی‌گیرند (Gergel and Turner, 2002). در این تحقیق از ۴ نوع متریک به شرح مندرج در جدول ۲ (McGarigal and Marks, 1995). برای تحلیل الگوی سیمای سرزمین استفاده شد.

یافته‌ها

طبقه‌بندی تصویرها و تهیه نقشه‌های پوشش/ کاربری سرزمین، به روش بیش‌ترین احتمال[۲۰] که یک روش طبقه‌بندی نظارت شده است ، در نرم افزار ENVI ۴/۳ انجام گرفت. به این منظور، در ابتدا نمونه‌های

جدول۲- متریک‌های استفاده شده در تحلیل سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکا

متریک‌های سیمای سرزمین	توضیح	نوع متریک	دامنه تغییر
مساحت طبقه	مجموع مساحت لکه‌های از یک نوع را محاسبه می‌کند	ترکیب	CA>0
شاخص بزرگترین لکه	درصدی ازسرزمین که از بزرگترین لکه تشکیل شده را نشان می‌دهد	ترکیب	0<LPI≤100
تعداد لکه	تعداد لکه‌های کاربری‌های مختلف سرزمین را نشان می‌دهد	شکل	NP>1
میانگین اندازه لکه	حاصل تقسیم مجموع مساحت لکه‌های با کاربری مشابه برتعداد کل آنها است	شکل	MPS>0

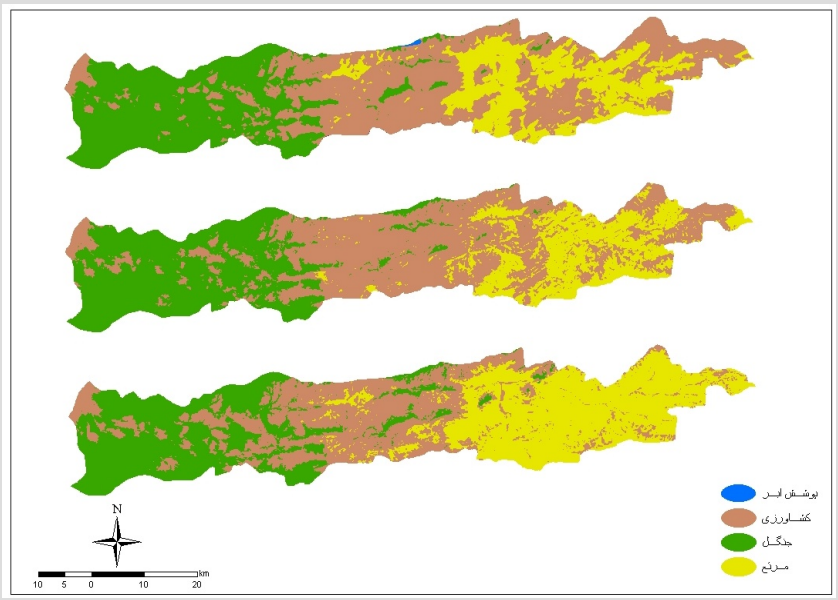
آموزشی[21]، با استفاده از نقشه‌های کاربری موجود و به روش تصادفی ساده[22] (Fatemi and Rezaei, 2005) برای طبقه‌های پوشش/ کاربری انتخاب شدند. تعداد پیکسل‌های انتخاب شده به‌عنوان نمونه‌های آموزشی در هر یک از سال‌های مورد بررسی برحسب وسعت کاربری‌ها انتخاب شدند و با توجه به اینکه نمونه‌های آموزشی به‌عنوان نسبتی از کل تصویر، نمایانگر یک تا پنج درصد پیکسل‌ها هستند(Richards and Jia, 1999). در مجموع، ۱/۵۳٪ از کل پیکسل‌های MSS، ، ۱/۴۲٪ از کل پیکسل‌های TM و۰/۳٪ از کل پیکسل‌های ETM^+ به‌عنوان داده‌های آموزشی انتخاب شدند. پس از انتخاب داده‌های آموزشی، بخشی از آنها به‌عنوان نمونه‌های آزمایشی برای برآورد دقت طبقه بندی در نظر گرفته شد وکاربری‌های مورد نظر از یکدیگر تفکیک شدند.

به‌منظور بررسی دقت طبقه‌بندی تصویرها، با استفاده از نمونه‌های آزمایشی، نسبت به محاسبه دقت با استفاده از ماتریس خطا[23] و محاسبه پارامترهای آماری دقت کلی[24]، ضریب کاپا[25]، دقت کاربر[26] و دقت تولید کننده[27] (Fatemi and Rezaei, 2005)، اقدام شد، که نتایج مربوط به آن در جدول۳ آورده شده است و بیانگر دقت مناسب طبقه‌بندی است. سپس فیلترMajority برای به‌دست آوردن تصویر یکنواخت و حذف پیکسل‌های پراکنده بر تصویرهای حاصل از طبقه‌بندی اعمال شد، که نتایج بدست آمده از طبقه بندی در شکل ۳ ارائه شده است. در خصوص تصویر سنجنده MSS نیز بخشی از تصویر به مساحت۱/۹۷ کیلومترمربع به دلیل وجود پوشش ابر در طبقه‌بندی در نظرگرفته نشد. [8]

در نهایت، با توجه به تفاوت توان تفکیک فضایی تصاویر استفاده شده و به‌منظور به حداقل رساندن احتمال تاثیر آن بر پارامترهای ساختار سیمای سرزمین، سطح وسیع‌تری از طبقه‌بندی برای تصویرهای $Landsat\ /TM/ETM^+$، استفاده شد و نمونه‌برداری مجدد هر دو تصویر طبقه‌بندی شده و تغییر اندازه پیکسل‌ها به ۵۰ متر انجام گرفت (Apan *et al*., 2002).

جدول۳- دقت طبقه‌بندی(٪) تصویرسال‌های (۱۳۸۱و۱۳۵۶،۱۳۷۱)

طبقه‌پوشش	ETM^+-۱۳۸۱		TM-۱۳۷۱		MSS-۱۳۵۶	
	دقت‌تولید-کننده	دقت‌کاربر	دقت‌تولید-کننده	دقت‌کاربر	دقت‌تولید-کننده	دقت‌کاربر
کشاورزی	۸۶/۴۶	۸۷/۱۶	۸۴/۸۶	۷۶/۹۱	۸۴/۸۸	۷۷/۹۲
جنگل	۹۷/۵۹	۹۸/۹۵	۹۸/۶۵	۹۸/۷۰	۹۷/۲۲	۹۹/۷۸
مرتع	۹۳/۱۹	۹۳/۲۹	۸۷/۵۰	۸۶/۵۹	۸۳/۵۰	۸۱/۰۷
دقت کلی٪	۹۳/۹۰		۹۷/۴۶		۹۳/۸۷	
شاخص کاپا	۰/۹۰		۰/۸۶		۰/۸۵	



شکل ۳- نقشه‌های کاربری سرزمین حوزه آبخیز نکا در سال‌های ۱۳۵۶: (۱)،۱۳۷۱: (۲)و ۱۳۸۱: (۳)

محاسبه متریک‌های سیمای سرزمین

متریک‌های انتخاب شده در نرم افزار Arc view3.2 محاسبه گردید، که درجدول۴ آورده شده است.

جدول٤- متریک‌های طبقه پوشش/کاربری سرزمین انتحاب شده در سال‌های مورد مطالعه

سال	طبقه سرزمین	متریک‌ها			
		مساحت طبقه (Km^2)	شاخص بزرگترین لکه(٪)	میانگین‌اندازه لکه (Km^2)	تعداد لکه
۱۳۵۶	کشاورزی	۸۸۱/۹۸	۵۳/۸۳	۶/۷۸	۱۳۰
	جنگل	۶۲۱/۷۲	۹۲/۲۶	۴/۰۴	۱۵۴
	مرتع	۳۹۶/۱۷	۸۲/۱۷	۲/۹۶	۱۳۴
۱۳۷۱	کشاورزی	۹۰۵/۶۹	۶۵/۸۸	۱/۳۰	۶۹۹
	جنگل	۶۰۳/۳۳	۸۸/۸۹	۰/۰۶	۱۰۵۶
	مرتع	۳۹۲/۸۲	۵۷/۵۷	۰/۶۶	۵۹۱
۱۳۸۱	کشاورزی	۵۹۴/۰۳	۷۱/۲۳	۰/۵۴	۱۰۹۴
	جنگل	۶۰۰/۹۸	۷۶/۳۱	۰/۳۴	۱۷۷۹
	مرتع	۷۰۶/۸۳	۸۹/۰۰	۱/۵۱	۴۶۸

بحث و نتیجه گیری

در جدول۵، نتایج بررسی و مقایسه متریک‌های سیمای سرزمین در طی بیست وپنج سال و دو دوره زمانی ۱۳۵۶ تا ۱۳۷۱ و ۱۳۷۱تا ۱۳۸۱ ارائه شده است. نتایج بررسی تغییر سیمای سرزمین در حوزه آبخیز نکا نشان می‌دهد که در طی دوره زمانی اول، (۱۳۵۶-۷۱)، وسعت زمین‌های جنگلی حوزه به‌میزان ۲/۹۶٪ کاهش یافته، در حالیکه زمین‌های کشاورزی با روند افزایشی ۲/۶۹٪ روبرو بوده است. از سوی دیگر، وسعت زمین‌های مرتعی به میزان ۰/۸۵٪ کاهش یافته است. کاهش وسعت پوشش جنگلی حوزه و روند افزایشی کاربری کشاورزی بیانگر جایگزینی و تبدیل پوشش طبیعی منطقه با زمین‌های کشاورزی است، در حالی‌که که در طی دوره زمانی (۱۳۷۱-۸۱)، روند تغییرکاربری کشاورزی و پوشش مرتعی در منطقه به‌صورت معکوس بوده و با وجود کاهش وسعت زمین‌های کشاورزی به‌میزان ۳۴/۴۱٪، سطح پوشش مرتعی حوزه با افزایش ۷۹/۹۴٪ روبرو بوده است و روند تغییر پوشش جنگلی نیز همچنان به‌صورت کاهنده (۰/۳۹٪) بوده و این مسئله بیانگر جایگزینی زمین‌های جنگلی وکشاورزی در منطقه با پوشش مرتعی است و مهم‌ترین تغییر درمنطقه افزایش وسعت پوشش مرتعی از ۳۹۶/۱۷ کیلومتر مربع در سال ۱۳۵۶ به ۷۰۶/۸۳ در سال ۱۳۸۱ است.

شاخص بزرگترین لکه کشاورزی، با وجود ۲۲/۳۸٪ افزایش در دوره زمانی اول و ۸/۱۲٪ افزایش در دوره زمانی دوم و افزایش کلی ۳۰/۵٪ نشان دهنده تغییر کاهنده است. نتایج بدست آمده از بررسی پوشش جنگلی حوزه نیز نشان می‌دهد، که شاخص بزرگترین لکه در طی دوره مطالعاتی با روند کاهشی شدت یابنده ۱۷/۸٪ روبرو است که میزان کاهش آن در دوره زمانی اول ۳/۶۵٪ و در طی دوره دوم ۱۴/۱۵٪ است. شاخص بزرگترین لکه مرتعی حوزه نیز در طی دوره زمانی اول ۲۹/۹۳٪ کاهش یافته که در طی دوره دوم روند تغییرات به صورت معکوس و افزاینده، ۵۴/۵۹٪ است. بنابراین نتایج بدست آمده بیانگرسطح افزایش کلی پوشش مرتعی به‌میزان ۲۴/۶۶٪ است.

مهم‌ترین تغییرات مشاهده شده در منطقه مربوط به تعداد لکه‌هاست، که با کاهش میانگین اندازه لکه‌ها در هر

جدول۵- درصد تغییرافزایش یابنده(+)وکاهش یابنده(_)متریک‌های طبقه پوشش/کاربری سرزمین

دوره زمانی		۱۳۵۶-۷۱			۱۳۷۱-۸۱		
طبقه سرزمین		کشاورزی	جنگل	مرتع	کشاورزی	جنگل	مرتع
درصد تغییر - متریک‌ها	مساحت طبقه	+۲/۶۹	-۲/۹۶	-۰/۸۵	-۳۴/۴۱	-۰/۳۹	+۷۹/۹۴
	شاخص بزرگترین لکه	+۲۲/۳۸	-۳/۶۵	-۲۹/۹۴	+۸/۱۲	-۱۴/۱۵	+۵۴/۵۹
	تعداد لکه	+۴۳۷/۶۹	+۵۸۵/۷۱	+۳۴۱/۰۴	+۵۶/۵۰	+۶۸/۴۷	-۲۰/۸۱
	میانگین‌اندازه - لکه	-۸۰/۸۳	-۹۸/۵۱	-۷۷/۷۰	-۵۸/۴۶	+۴۶۶/۶۷	+۱۲۸/۷۹

دوره افزایش یافته است و در خصوص زمین‌های مرتعی حوزه به‌دلیل افزایش سطح پوشش این زمین‌ها در طی دوره دوم، شاخص تعداد لکه با توجه به افزایش میانگین اندازه لکه به‌صورت کاهنده است. افزایش تعداد لکه‌ها و کاهش میانگین مساحت‌آنها دو شاخص مهم تجزیه در منطقه هستند، زیرا سیمای سرزمین با میانگین اندازه لکه کوچکتر، تخریب شده‌تر تلقی می‌شود. افزایش تعداد لکه‌ها نیز نشانه تجزیه و کاهش پیوستگی است (Marks and McGarigal, 1995). نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که، با وجود روند افزایشی درتغییر تعداد لکه‌ها و کاهش میانگین اندازه لکه‌های کشاورزی و جنگلی، دامنه تغییرات مشاهده شده در دوره زمانی اول نسبت به دوره دوم شدیدتر بوده و بیش‌ترین میزان تخریب مربوط به دوره زمانی اول است. بررسی متریک مساحت طبقه نیز نشان می‌دهد که شدت کاهش پوشش جنگلی حوزه در دوره زمانی اول بیش‌تر از دوره زمانی دوم بوده، اما در خصوص کاربری کشاورزی سطح کاهش در دوره دوم شدیدتر است. پوشش مرتعی حوزه نتایج کاملاً متفاوتی را نشان می‌دهد. جایگزینی و تبدیل زمین-های جنگلی حوزه در طی سال‌های ۱۳۵۶-۱۳۷۱ در نتیجه نیاز به انرژی و تقاضا، بدون توجه به توان وقابلیت زمین موجب شده، که این زمین‌ها در نتیجه پایین بودن پتانسیل تولید پس از یک یا چند دوره کشت رها شده و پیامد آن افزایش پوشش مرتعی در منطقه است. افزایش میانگین اندازه لکه، شاخص بزرگترین لکه و سطح طبقه مرتعی در طی دوره زمانی دوم نسبت به دوره اول و روند کاهنده شاخص تعداد لکه نیز بیانگر گسترش وسعت پوشش مرتعی (به میزان ۷۹/۹۴ ٪) در منطقه است. بنابراین نتایج به دست آمده بیانگر روند در حال توسعه تخریب ساختار سیمای سرزمین در منطقه، به‌دلیل تبدیلات گذشته است.

نتایج بدست آمده از کاربرد متریک‌های مورد استفاده در تحقیق نیز بیانگر کارایی متریک های مساحت طبقه، شاخص بزرگترین لکه، تعداد و میانگین اندازه لکه در بررسی و تحلیل تغییرات است که با یافته‌های بدست آمده از تحقیقات Matsushita وهمکاران (2006)، مطابقت دارد. کارایی تعداد و میانگین اندازه لکه در تحقیق انجام شده توسط Abdullah و Nakagoshi (2006)، میانگین اندازه لکه توسط Weng (2007) و شاخص بزرگترین لکه توسط Barros Ferraz و همکاران (2005) نیز تائید شده که با یافته‌های این تحقیق همخوانی دارد. استفاده از شاخص بزرگترین لکه، میانگین اندازه و تعداد لکه در تحقیق Lausch و Herzog (2002)، متریک‌های میانگین اندازه، تعداد و مساحت لکه توسط Mokhtari (2005) و شاخص بزرگترین لکه، مساحت طبقه و تعداد لکه توسط Gholamalifard و همکاران (2006)، در تطابق با نتایج بدست آمده از این تحقیق نیز بیانگر کارایی و قابلیت متریک‌های استفاده شده در تحلیل ساختار سیمای سرزمین است.

با توجه به اینکه این تحقیق در سطح منطقه‌ای انجام شده، تنها از ۴ نوع از متریک‌ها برای تحلیل الگوی سیمای سرزمین استفاده شد و سایرمتریک‌های سیمای سرزمین (مانند متریک‌های لبه) به واسطه کاربرد در سطح محلی(Abdullah and Nakagoshi, 2006)، در این تحقیق مورد استفاده قرار نگرفت. بنابراین پیشنهاد می شود که جهت بررسی بیشتر پتانسیل متریک‌های سیمای سرزمین در تحلیل ساختار سیمای سرزمین و توسعه شاخص‌های محیط‌زیستی مرتبط با پوشش/ کاربری سرزمین(Lausch and Herzog2002)، مطالعات بیشتری در زمینه پایش سیمای سرزمین، با استفاده از متریک‌ها صورت گیرد.

با مقایسه و بررسی یافته‌ها می‌توان جمع بندی نمود که، وضعیت ساختار سیمای سرزمین منطقه مورد مطالعه در شرایط فعلی، به‌دلیل تخریب و تبدیلات گذشته به‌صورت اختلالی و بیانگر روند توسعه تخریب است. بنابراین با توجه به اینکه یکی از پیامدهای تخریب و تبدیل زمین‌ها در طی زمان افزایش احتمال وقوع سیلاب‌های ناگهانی در مناطق مستعد سیلاب است، می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به وقوع سیلاب‌های متعدد در حوزه آبخیز نکا احتمالاً تخریب پوشش گیاهی طبیعی، افزایش وسعت اراضی بایر و چرای بی‌رویه دام با افزایش سطوح اراضی نفوذناپذیر و کاهش قابلیت نگهداشت بارش، ضریب رواناب سطحی را در منطقه افزایش داده است.

بنابراین، تجزیه وتحلیل سیمای سرزمین در این تحقیق بیانگر آثار فعالیت‌های انسانی بر تغییر سیمای سرزمین است و نتایج بدست آمده از آن اطلاعاتی را در راستای سیاست‌های مرتبط با کاربری سرزمین فراهم می‌کند، برای نمونه، طرح‌ریزی توسعه و سیاست‌های جنگل‌داری. از سوی دیگر بدلیل پتانسیل نتایج بدست آمده از بررسی روند تغییرات سیمای سرزمین در تفسیر و پیش بینی وضعیت پوشش/ کاربری اراضی، از نتایج به‌دست آمده می‌توان در ارزیابی سرزمین، مطالعات محیط‌زیست و برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچه در حوزه به منظور بهره‌برداری مناسب و منطقی از منابع طبیعی و کاهش هدررفت آب و تخریب منابع استفاده نمود.

سپاسگزاری

با شکر خداوند متعال، بدین وسیله از همکاری سازمان فضایی و سازمان جنگل‌ها، مراتع وآبخیزداری کشور به جهت در اختیار قراردادن تصاویرماهواره‌ای و نقشه‌های منطقه مورد مطالعه و همچنین مساعدت و راهنمایی‌های ارزشمند آقای مهندس مهدی غلامعلی‌فرد و خانم مهندس فریبا صادقی صمیمانه قدردانی می‌گردد.

پی‌نوشت‌ها

1. Landscape
2. Mosaic
3. Shape Metrics
4. Diversity Metrics
5. Edge Metrics
6. Area Metrics
7. Number of Patches
8. Mean Patch Size
9. Patch Richness
10. Patch density
11. Shannon Evenness Index
12. Percentage of Landscape
13. Mean nearest neighbor distance
14. Class area
15. Largest Patch Index
16. Area- weighted mean patch fractal dimension
17. Georeferencing
18. Nearest neighbor
19. Root mean square error
20. Maximum likelihood
21. Training Samples
22. Simple Random Sampling
23. Error Matrix
24. Overall accuracy
25. Kappa Coefficient
26. User accuracy
27. Producer accura

منابع

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.

Anderson, J.R., E.E. Hardy, J.T. Roach and R.E. Witmer (1976). *A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data,United States*: Department of the Interior.

Apan, A.A ., S.R. Raine and M.S. Paterson (2002). Mapping and Analysis of Changes in the Riparian Landscape Structure of the Lockyer Valley

Landscape Change: Issues of Scale, Resolution and Interpretability. *Journal of Ecological Indicators*, 2(1-2):3-15.

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.

Mahdavi, M. (2005). *Applied Hydrology*. Tehran: The University of Tehran Publications.

Makhdoum, M. (1999). *Fundamental of Land Use Planning*. Tehran: Tehran University Publications.

Matsushita Bunkei and et al (2006).Characterizing Changes in Landscape Structure in the Lake Kasumigaura Basin, Japan Using a High-Quality GIS Dataset. Journal of Landscape and Urban Planning 78(3):241-250.

McGarigal, K. and J. M. Barbara (1995). Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. USA: Oregon State University.

Mokhtari, S. (2005). *Land Degradation Detection of Hurolazim Wetland Based on Landscape Ecology*. MS Thesis. Tehran University.

Palmer R.A and A.F. Rooyent (1998). Detecting Vegetation Change in the Southern Kalahari using Landsat TM data. *Journal of Arid Environments*, 39 (2): 143–153.

Richards J.A. and X. Jia (1999). Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction. Gremany: Springer-Verlag Publishers.

catchment,Queensland, Australia. *Journal of Landscape and Urban Planning*, 59(1):43-57.

Barkhordari, J., M.R. Zare Mehrjardi and M. Khosroshahi (2005). Land Cover Change Detection in Minab Watershed Using RS & GIS. *Journal of soil and water conservation* 1(2):59-64.

De Barros Ferraz, S. F., C.A. Vettorazzi, D.M. Theobald and M.V.R. Ballester (2005). Landscape Dynamics of Amazonian Deforestation Between 1984 and 2002 in Central Rondonia, Brazil: Assessment and Future Scenarios. *Journal of Forest Ecology and Management*, 204(1):69-85.

Fatemi, S.B. and Y. Rezaei (2005). *Principles of Remote Sensing*. Tehran: Azadeh Publications.

Gergel, S.E. and M.G. Turner (2002). *Learning Landscape Ecology*. New York : Spriger-Verlag Publishers.

Ghiasvand, G.h. (1997). *Mapping Land Use Change Using Multi-time Satellite Images*. MS Thesis. Tarbiat Modares University.

Gholamalifard, M., A.S. Mahini and S.M. Ghasempur (2006). Land Cover Change Detection in Tehran Using Landsat Images. *The Third National Conference of Environmental Crisis*. The Science and Research Center.

Iranmanesh, F. (1998). *The Trend of Land Use Change in Northern Kashan*. MS Thesis. Shahid Beheshti University.

Lausch, A. and F. Herzog (2002). Applicability of Landscape Metrics for the Monitoring of

Salman Mahini A. and M. Gholamalifard (2005). Land Cover Change Detection in Gorgan Using Landsat Images and Its Applicability in Cumulative Impact Assessment of Development. *Journal of Environment,* 1(4)25-32.

Shalaby A and R. Tateishi (2007). Remote Sensing and GIS for Mapping and Monitoring Land Cover and Land-Use Changes in the Northwestern Coastal Zone of Egypt. *Journal of Applied Goegraphy*, 27 (1):28-41.

Soleimani Karim and Habibnejad Roshan Mahmud (2002). Flood Occurrence as Related to Hydroclimatic Factors, Nekaroud Flood Case. Iranian Journal of Natural Resources, 17(1):23-33.

Tabibian Manuchehr and M. J. Dadrast (2002).Monitoring Land Use Changes at Fars Dorughzan Catchment, By RS/GIS. *Journal of Environmental Studies*, 28(29):80-90.

Zebardast L. (2004). *The Assessment of Anzali Watershed Change Using Remote Sensing and Management approaches*. MS Thesis. Tehran University.

Weng Y.C. (2007). Spatiotemporal Changes of Landscape Pattern in Response to Urbanization. *Journal of Landscape and Urban Planning*, 81 (4):341-353.