

کاربرد سنجه های سیمای سرزمین در ارزیابی اثرات تجمعی شبکه جاده‌ای بر پوشش درختی

مهلا حسینی وردئی*^۱، عبدالرسول سلمان ماهینی^۲، سید مسعود منوری^۳ و میر مسعود خیرخواه زرکش^۳
^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم محیط زیست، ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران
^۲ دانشیار، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
^۳ استادیار، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۲۰، تاریخ تصویب: ۱۳۹۰/۱۱/۱۰)

چکیده

سنجه‌های سیمای سرزمین، ویژگی‌های ساختاری سیمای سرزمین را کمی می‌کنند. یکی از مزایای استفاده از سنجه‌ها ارزیابی سریع اثر فعالیت‌های توسعه بر محیط زیست به صورت تجمعی است. در این پژوهش اثر تجمعی توسعه شبکه جاده بر لکه‌های پوشش درختی شهرستان‌های گرگان، کردکوی و علی‌آباد در استان گلستان مورد بررسی قرار گرفت. به منظور تهیه نقشه‌های کاربری سرزمین از تصاویر سنجنده‌های TM (1987) و ETM+(2002) ماهواره لندست استفاده شد. با توجه به اطلاعات و تجربه قبلی از انواع کاربری‌ها و پوشش سرزمین در این محدوده و با هدف ارزیابی تجمعی، هفت طبقه کاربری که می‌توانند بر اساس ارتباط متقابل با یکدیگر موجب بروز اثرات تجمعی شوند به روش نظارت شده (حداکثر احتمال) طبقه بندی شدند. در مرحله بعد، اثر توسعه شبکه جاده و اثر توسعه تجمعی کاربری‌ها بر لکه‌های پوشش درختی با استفاده از سنجه‌های مساحت، نسبت محیط به مساحت، شکل، پیچ خوردگی، پیوستگی، مجاورت و فاصله اقلیدسی از نزدیکترین همسایه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و با استفاده از شیوه مقایسه مستقیم نقشه میزان اثرات تجمعی توسعه بدست آمد. همچنین، نقشه میزان اثر جاده بر لکه‌های پوشش درختی در یک دوره ۱۵ ساله مشخص شد. نتایج نشان دادند بیشترین میزان لکه‌های نیازمند به حفاظت ناشی از توسعه تجمعی کاربری‌ها در فاصله ۳۴۲-۶۸۴ متری از جاده قرار گرفته‌اند. همچنین، مشخص گردید با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توان به ارزیابی تجمعی فعالیت‌های توسعه پرداخت و بر مبنای آن لکه‌های پوشش درختی نیازمند رسیدگی و در اولویت اقدام‌های اصلاحی را انتخاب نمود.

واژه های کلیدی: ارزیابی اثرات تجمعی، گرگان، لکه‌های پوشش درختی، سنجه‌های سیمای سرزمین.

مقدمه

فرایند شناسایی و برقراری ارتباط بین پیامدهای منفرد طرح‌های توسعه که می‌توانند بر اساس ترکیب و تقابل با یکدیگر موجب بروز اثرات ترکیبی در یک مقیاس جهانی شوند را ارزیابی اثرات تجمعی^۱ می‌نامند (Barrow, 1997). در ارزیابی اثرات تجمعی، عوامل ارزشمند اکوسیستم^۲ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. در واقع عوامل ارزشمند اکوسیستم جزئی از محیط زیست یا محیط اقتصادی- اجتماعی مرتبط با آن می‌باشند که جامعه تمایل به حفظ و حمایت از آنها دارد (Tricker, 2007).

فرایند ارزیابی اثرات محیط زیستی^۳ به شناسایی و پیش بینی اثرات طرح توسعه بر بخش‌های بیوفیزیکی و اقتصادی- اجتماعی در سطح پروژه می‌پردازد (Canter, 1996) در ارزیابی اثرات تجمعی بررسی اثراتی پرداخته می‌شود که در نتیجه اضافه شدن اثر یک طرح توسعه بر تأثیرات باقی مانده از دیگر فعالیت‌های انجام شده در گذشته، حال و یا آینده قابل پیش بینی بوجود می‌آید (C.E.Q, 1997). به عبارت دیگر نباید ارزیابی اثرات تجمعی را به عنوان یک شیوه مستقل ارزیابی تعریف نمود، بلکه باید ارزیابی اثرات تجمعی را به عنوان جانشینی برای ارزیابی اثرات محیط زیستی در نظر گرفت.

در ارزیابی اثرات تجمعی در مقایسه با ارزیابی اثرات در سطح پروژه، محدوده زمانی و مکانی گسترده تری در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر، محدوده زمانی متشکل از تأثیرپذیری محیط زیست از پروژه در سه مرحله زمانی گذشته قابل بررسی، حال و آینده قابل پیش بینی می‌باشد (Canter, 2000). همچنین محدوده مکانی شامل محدوده تحت تاثیر مستقیم و غیر مستقیم اثرات و کنش متقابل آنها می‌باشد (Salman mahiny, 2005)، که با

توجه به نوع و حساسیت اکوسیستم، ماهیت پروژه و اثرات ناشی از آن تعیین می‌شود. روش‌های ارزیابی اثرات تجمعی متنوع بوده و برخی از آنها شامل تجزیه و تحلیل مکانی تجزیه و تحلیل شبکه، ماتریس‌های متقابل، مدل‌سازی اکولوژیک، روش‌های ارزیابی چند معیاره و مدل‌های برنامه نویسی کامپیوتری می‌باشد. در ارزیابی اثرات تجمعی مجموعه اثراتی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد که در ابعاد زمانی و مکانی به وقوع می‌پیوندد (Smit & Spalling, 1995).

روش انتخاب شده برای ارزیابی اثرات تجمعی باید توانایی محاسبه اثرات متقابل، همبستگی^۴ و فزاینده طرح‌های توسعه و همچنین قابلیت بررسی اثراتی را داشته باشد که با تأخیر زمانی، خود را نشان می‌دهند (C.E.Q, 1997). از سوی دیگر اکثر روش‌های ارزیابی اثرات توسعه بسیار هزینه‌بر و وقت‌گیر است (Azari & Khazaei, 2009). بنابراین، باید از عواملی استفاده نمود که با سادگی و سرعت بیشتر و هزینه کمتر قابل اندازه‌گیری باشند و در عین حال نماینده وضعیت سایر عوامل باشند. سنجه‌های سیمای سرزمین عواملی هستند که اندازه‌گیری آنها به سادگی امکان پذیر و همچنین نماینده سایر بخش‌ها می‌باشد.

با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توان ساختار فضایی سیمای سرزمین را کمی نمود. از طریق ایجاد ارتباط میان ساختار و کارکرد سیمای سرزمین و درک بهتر فرایندهای اکولوژیک می‌توان به ارزیابی سیمای سرزمین به منظور برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار آن دست یافت. در نتیجه استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین، ضمن صرفه‌جویی در زمان، ارزیابی زیست‌محیطی پیامد فعالیت‌ها را به صورت تجمعی در کوتاه‌ترین زمان امکان پذیر خواهد ساخت (Azari & khazaei, 2009).

سنجه‌های سیمای سرزمین به عنوان نمایه‌های کمی‌ساز محیط زیست با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی قابل مطالعه می‌باشند (Salman

¹ Cumulative Effects Assessment

² Valued Environmental Component

³ Environmental Impact Assessment

⁴ Synergistic

شاخص پیوستگی^۹، شاخص مجاورت^{۱۰} و فاصله اقلیدسی از نزدیکترین همسایه^{۱۱} انتخاب شد. سنجه‌های سیمای سرزمین با استفاده از برنامه Fragstats 3.3 محاسبه شد (McGarigal & Marks., 1995).

طبقه‌بندی تصاویر و تهیه نقشه کاربری سرزمین

انواع کاربری‌های قابل طبقه‌بندی در داده‌های ماهواره‌ای منطقه، که هم به لحاظ فنی قابل تفکیک بوده و هم می‌توانند بر اساس کنش، واکنش و ارتباط متقابل با یکدیگر موجب بروز اثرات تجمعی شوند، با توجه به پژوهش‌های انجام شده پیشین در منطقه (Neshat, 2007 & Nadali, 2002) شناسایی و طبقه‌بندی شدند. به این ترتیب، هفت طبقه کاربری شامل: اراضی جنگلی و لکه‌های پوشش درختی، اراضی کشاورزی، اراضی بایر و بدون پوشش، پوشش آبی، اراضی شهری و ساخته شده، شبکه جاده‌ای و اراضی مرتعی شناسایی شد.

انتخاب نمونه‌های تعلیمی مورد نیاز با شناخت قبلی از منطقه و با استفاده از تفسیر چشمی بر روی تصویر رنگی مجازی با ترکیب باندی (۴ و ۳ و ۲: RGB) سنجنده TM و ETM+ صورت گرفت. به منظور تعیین شبکه جاده‌ای و مراکز مسکونی، خطوط جاده‌ای و نقاط روستایی از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ استخراج شد. برای تأیید میزان درستی عوارض استخراج شده به‌ویژه مرز شهرها و جاده‌های اضافه شده از تصویر سنجنده HRV ماهواره اسپات استفاده گردید و پس از تبدیل عوارض به مدل داده رستر به صورت دو طبقه اراضی ساخته شده و شبکه جاده‌ای به نقشه کاربری اراضی اولیه اضافه شد. سپس فیلتر Mode برای بدست آوردن تصویر یکنواخت و حذف پیکسل‌های پراکنده بر تصویرهای حاصل از طبقه‌بندی اعمال گردید.

هدف این مطالعه استفاده از سنجه‌های بوم‌شناسی سیمای سرزمین در ارزیابی تجمعی پیامد فعالیت‌های توسعه بر محیط زیست و نیز، تعیین لکه‌های پوشش درختی بود که بیشترین تأثیر را از نظر توسعه تجمعی فعالیت‌ها پذیرفته‌اند.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در استان گلستان و در محدوده جغرافیایی شهرستان‌های کردکوی، گرگان و علی‌آباد واقع است (شکل ۱). این منطقه با مساحت ۳۵۴۹۶ هکتار بین طول‌های ۵۱' و ۵۳' تا ۲۲' و ۵۶' شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰' و ۳۶' تا ۸' و ۳۸' شمالی قرار دارد. اراضی جنگلی منطقه پوشیده از راش، نارون، سرخدار، نمدار، افرا، بلوط، انجیلی و ممرز است (Economic & Social report, 2008).

مواد و روش‌ها

در این بررسی جهت تهیه نقشه کاربری سرزمین از تصاویر سنجنده‌های TM و ETM+ ماهواره لندست ۵ و ۷ متعلق به سالهای ۱۹۸۷ و ۲۰۰۲، نقشه توپوگرافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، عکس هوایی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ متعلق به سال ۱۹۵۶ و تصویر سنجنده HRV ماهواره اسپات متعلق به سال ۲۰۰۵ استفاده شده است.

در این پژوهش از سنجه‌های سیمای سرزمین به عنوان نمایندگان انتخابی از بخش‌های فیزیکی و زیستی بوم سازگان برای ارزیابی تجمعی پیامدهای طرح‌های توسعه استفاده شده است (Salman mahiny, 2007). بر اساس بررسی منابع و نتایج آزمون همبستگی پیرسون هفت سنجه سیمای سرزمین شامل مساحت^۵، نسبت محیط به مساحت^۶، شاخص شکل^۷، شاخص پیچ خوردگی^۸،

⁵ Patch Area (Area)

⁶ Perimeter-Area Ratio (Para)

⁷ Shape Index (Shape)

⁸ Fractal Dimension Index (Frac)

⁹ Contiguity Index (Contig)

¹⁰ Proximity Index (Prox)

¹¹ Euclidean Nearest Neighbor Distance (ENN)

شکل ۱- محدوده مورد بررسی



شکل ۱- محدوده مورد بررسی

پوشش درختی، از عکس هوایی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و تصویر سنجده HRV ماهواره اسپات استفاده شد. پس از تصحیح هندسی و تهیه فتوموزائیک رقومی، بر اساس تفسیر چشمی و با در نظر گرفتن اختلاف زمانی بین عکس ها و دوره زمانی مورد بررسی، لکه های پوشش درختی رقومی گردیدند.

کمّی سازی میزان اثر کاربری ها بر سنجه های سیمای سرزمین

برای کمّی سازی میزان تأثیر جاده و سایر کاربری ها بر سنجه های انتخاب شده بر اساس شناخت قبلی از منطقه و استفاده از نظرات ۸ کارشناس متخصص، حریم های ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۸۰۰ متری برای شبکه جاده، اراضی ساخته شده، اراضی کشاورزی و اراضی مرتعی در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه فواصل تعیین شده باید با

تعیین لکه های پوشش درختی

به منظور به کارگیری داده های حاصل از نتایج تحلیل های مختلف پردازش در فرایند طبقه بندی از تحلیل مؤلفه های اصلی^{۱۲} برای مشخص نمودن باندهای دارای عمده اطلاعات و نیز حذف اطلاعات اضافی طیفی به صورت استاندارد (باندهای ۱ تا ۵ و ۷) سنجده TM و ETM+ استفاده شد. همچنین برای آشکارسازی و بارزسازی تفاوت انعکاس طیفی پدیده ها، شاخص گیاهی تفاضل نرمال شده^{۱۳} به کار گرفته شد (Fatemi & Rezaei, 2006). نتایج حاصل از شاخص گیاهی تفاضل نرمال شده و تحلیل مؤلفه های اصلی نشان دادند که سنجده های TM و ETM+ قابلیت تفکیک لکه های پوشش درختی از اراضی کشاورزی را ندارند. لذا جهت تعیین لکه های

¹² Principle Component Analysis

¹³ Normalized Difference Vegetation

اندازه سلول (۲۸/۵ متر) مطابقت داشته باشد حریم‌های تعیین شده به فواصل ۸۵/۵، ۱۷۱، ۳۴۲ و ۶۸۴ متری تغییر یافتند. سپس میزان اثر جاده و اثر سایر کاربری‌ها بر هر یک از سنجه‌های سیمای سرزمین در فواصل تعیین شده محاسبه شد. با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) اختلاف معنی‌داری سنجه‌های سیمای سرزمین در فواصل تعیین شده از جاده مورد بررسی قرار گرفت.

برای تعیین میزان تغییر سنجه‌های سیمای سرزمین در یک دوره ۱۵ ساله گذشته، اختلاف سنجه‌ها در دوره زمانی مورد بررسی محاسبه گردید. هدف این مطالعه تعیین لکه‌های پوشش درختی متأثر از اثرات منفی بود لذا لکه‌های بدون تغییر و لکه‌های با تغییرات مثبت حذف و لکه‌های کاهش یافته انتخاب شد. سپس بیشینه سنجه‌های سال ۱۹۸۷ و تفاوت بیشینه سنجه‌های سال ۱۹۸۷ و ۲۰۰۲ در نرم افزار Excel 2007 محاسبه و نقشه‌های مربوط به هر یک از سنجه‌ها تهیه شد.

محاسبه اثرات تجمعی

کنش‌های متقابل انواع اثرات شامل جمع اثرات به صورت ریاضی، تشدید اثرات بصورت همبستگی و تخفیف و خنثی سازی اثرات^{۱۴} است (Salman mahiniy, 2005). اثرات تجمعی مورد بررسی در این مطالعه از نوع اثرات فزاینده^{۱۵} می‌باشد. به عبارتی اثرات حاصل از توسعه شبکه جاده با اثرات حاصل از توسعه شهری، کشاورزی و مرتعداری همراه می‌شود و به صورت جمع ریاضی بر لکه‌های پوشش درختی وارد می‌شود. محاسبه اثر تجمعی کل و اثر توسعه شبکه جاده‌ای در نرم افزار Excel 2007 صورت پذیرفت که به شرح جدول (۱) می‌باشد. پس از محاسبه اثرات تجمعی فعالیت‌های توسعه بر سنجه‌های سیمای سرزمین روند تغییر کاربری‌ها و سهم اثر آنها محاسبه شد.

تعیین لکه‌های متأثر از توسعه تجمعی کاربری‌ها

به منظور تعیین لکه‌های بسیار متأثر از نظر توسعه شبکه جاده و توسعه تجمعی کاربری‌ها، نقشه‌های تهیه شده اثرات جاده و توسعه تجمعی کاربری‌ها بر هر یک از سنجه‌های سیمای سرزمین با استفاده از روش مقایسه مستقیم^{۱۶} مورد بررسی قرار گرفت و بر مبنای آن لکه‌های پوشش درختی شدیداً نیازمند رسیدگی از نظر اثرات دریافت شده در گذشته و اثرات کنونی ناشی از توسعه تجمعی کاربری‌ها انتخاب گردید.

نتایج

پس از اجرای مراحل مختلف پردازش داده‌های ماهواره‌ای، طبقه‌بندی اراضی به روش نظارت شده (حداکثر احتمال)^{۱۷} انجام و نقشه کاربری اراضی سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۲ استخراج گردیدند.

به منظور ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی، نقشه واقیت زمینی به روش نمونه‌برداری تصادفی ساده^{۱۸} با استفاده از تصاویر بزرگ مقیاس Google Earth تهیه و انواع کاربری‌ها در محل نمونه‌ها مشخص گردید و پس از بدست آوردن ماتریس خطا برای هر تصویر دقت کلی طبقه بندی، شاخص کاپا و دقت تولید کننده برای هر طبقه محاسبه گردید.

از ضریب کاپا و صحت کلی جهت بررسی دقت نقشه‌های تولیدی استفاده گردید. نتایج نشان داد که در تصویر سال ۱۹۸۷، صحت کلی ۹۶/۹۹ درصد و شاخص کاپا ۹۲/۵۸ درصد می‌باشد و در تصویر سال ۲۰۰۲، دقت کلی ۹۵/۵۵ درصد و ضریب کاپا ۹۰/۷۱ درصد می‌باشد. این ضرایب بیان کننده دقت مناسب نقشه‌های تولیدی می‌باشد (جدول ۲). مساحت طبقه‌های تعیین شده در نقشه

¹⁶ Cross-Tabulation

¹⁷ Maximum Likelihood

¹⁸ Simple Random

¹⁴ Countervailing

¹⁵ Additive

کاربری اراضی مربوط به سال‌های مورد بررسی در (جدول ۳) ارائه گردیده است. بر اساس نتایج حاصل شده از بررسی تغییرات کاربری اراضی در دوره زمانی ۱۵ ساله (۱۹۸۷-۲۰۰۲) وسعت اراضی مرتعی به میزان ۳۵/۹۳ درصد، وسعت اراضی بایر به میزان ۴/۶۸ درصد و وسعت اراضی جنگلی به میزان ۰/۱۷ درصد کاهش یافته است. از سوی دیگر، وسعت اراضی کشاورزی به میزان ۵۱/۵۳ درصد، وسعت اراضی ساخته شده به میزان ۱۷/۸۱ درصد افزایش یافته است.

جدول ۱- طبقه های اثر مورد بررسی

نحوه محاسبه اثرات	طبقه اثر
اثر اراضی کشاورزی، اثر اراضی مرتع = ۰ و اثر اراضی ساخته شده	اثر جاده بدون اثر سایر کاربری‌ها
(اثر اراضی کشاورزی+ اثر اراضی مرتع+ اثر اراضی ساخته شده) + (اثر جاده بدون اثر سایر کاربری‌ها)	اثر تجمعی کل

جدول ۲- دقت طبقه بندی تصاویر سال ۱۹۸۷-۲۰۰۲ (درصد)

ETM-2002		TM-1987		طبقه کاربری اراضی
دقت تولید کننده	دقت کاربر	دقت تولید کننده	دقت کاربر	
۹۹/۵۹	۹۹	۹۹/۸۲	۹۷/۷۲	اراضی جنگلی
۷۴/۶۲	۶۶/۳۲	۹۰/۹۴	۹۳/۸۹	اراضی کشاورزی
۹۷/۷۸	۷۶/۳۰	۹۶/۶۰	۹۵/۴۱	اراضی بدون پوشش
۹۸/۷۵	۹۸/۹۴	۹۸/۴۸	۹۴/۳۸	پوشش آبی
۹۸/۳۲	۹۹/۵۱	۹۸/۳۹	۸۷/۶۹	اراضی ساخته شده
۷۸/۲۳	۹۲/۰۶	۷۲/۹۷	۹۸/۰۴	پوشش مرتع
۹۵/۵۵		۹۶/۹۹		صحت کلی
۹۰/۷۱		۹۲/۵۸		ضریب کاپا

جدول ۳- مساحت طبقه های کاربری اراضی در دوره زمانی ۱۹۸۷-۲۰۰۲ (هکتار)

سال ۲۰۰۲	سال ۱۹۸۷	طبقه کاربری اراضی
۱۳۸۳۴۴/۲۸۸۱۷۵	۱۳۸۵۷۹/۹۲۱۹	اراضی جنگلی
۸۰۴۳۶/۷۹۲۶	۵۳۰۸۰/۳۷۵۰۵	اراضی کشاورزی
۷۴۰۱۰/۳۵۱۸۲۵	۷۷۶۴۵/۹۸۲۸۲۵	اراضی بدون پوشش
۴۷۲/۸۲۹۳۷۵	۲۲۳/۶۹۳۶۵	پوشش آبی
۷۰۱۱/۲۶۰۷۷۵	۵۹۵۱/۱۱۲۰۷۵	اراضی ساخته شده
۹۱۱۱/۷۳۹۲۷۵	۸۳۱۶/۳۰۲۸۵	شبکه جاده ای
۴۵۵۹۴/۱۹۱۷	۷۱۱۶۴/۰۶۵۳۷۵	پوشش مرتع

شکل‌های ۲ و ۳ به ترتیب نقشه لکه‌های پوشش درختی بسیار متأثر از توسعه شبکه جاده و توسعه تجمعی کاربری‌ها را نشان می‌دهد. پس از محاسبه اثرات تجمعی بر هر یک از سنجه‌های سیمای سرزمین، با استفاده از ترکیب سنجه‌های مختلف و تغییر آن در طول ۱۵ سال نقشه نهایی اثرات تجمعی بر لکه‌های پوشش درختی بدست آمد و بر مبنای آن لکه‌های شدیداً نیازمند رسیدگی انتخاب گردیدند.

نتایج (شکل‌های ۴ و ۵) نشان دادند، بیشترین میزان لکه‌های نیازمند به حفاظت ناشی از توسعه شبکه جاده با مساحتی بالغ بر ۱۰ هکتار در فاصله ۱۷۱-۳۴۲ متری از جاده قرار دارد. همچنین، بیشترین میزان لکه‌های نیازمند به حفاظت از نظر توسعه تجمعی کاربری‌ها با مساحتی بالغ بر ۵۵ هکتار در فاصله ۳۴۲-۶۸۴ متری از جاده واقع‌اند. با مشخص شدن لکه‌های پوشش درختی که شدیداً نیازمند رسیدگی هستند، می‌توان جهت حفاظت، بازسازی و افزایش بقاء این لکه‌ها با استفاده از شیوه‌های مدیریت سازشی یا سایر روش‌های حفاظتی اقدام نمود. همچنین، با مشخص شدن اندازه حائل بدست آمده در محدوده مورد مطالعه می‌توان در برنامه‌های آمایش سرزمین در صورت توسعه کاربری‌ها و احداث جاده‌های جدید از اطلاعات بدست آمده استفاده نمود.

همچنین با استفاده از شیوه مقایسه مستقیم، میزان تغییرات به وقوع پیوسته مورد بررسی قرار گرفت. میزان تبدیل برخی از کاربری‌ها در جدول (۴) ارائه گردیده است. بر اساس نتایج حاصل کاهش وسعت پوشش جنگلی منطقه و روند افزایشی کاربری کشاورزی بیان کننده جایگزینی و تبدیل پوشش طبیعی منطقه با زمین‌های کشاورزی است. به طوری که بیشترین میزان تبدیل کاربری جنگلی به میزان ۵۶ درصد در کاربری کشاورزی رخ داده است. از سوی دیگر کاهش وسعت اراضی مرتعی و روند افزایشی کاربری کشاورزی بیان کننده جایگزینی و تبدیل اراضی مرتعی منطقه با زمین‌های کشاورزی است. به طوری که بیشترین میزان تبدیل کاربری مرتعی به میزان ۸۳/۲۰۳ درصد در کاربری کشاورزی رخ داده است. این مسئله بیان کننده جایگزینی اراضی جنگلی و پوشش مرتعی در منطقه با زمین‌های کشاورزی است. که عمده‌ترین دلیل آن حاصلخیزی و توان زیاد این اراضی برای تولید محصولات کشاورزی است. نتایج تجزیه واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) نشان داد با توجه به اینکه سطح معنی داری از ۰/۰۵ کوچکتر است، بنابراین با اطمینان ۹۵ درصد بین سنجه‌های سیمای سرزمین در فواصل تعیین شده از جاده در دوره زمانی مورد بررسی اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۶).

جدول ۴- میزان تبدیل برخی کاربری‌ها (درصد)

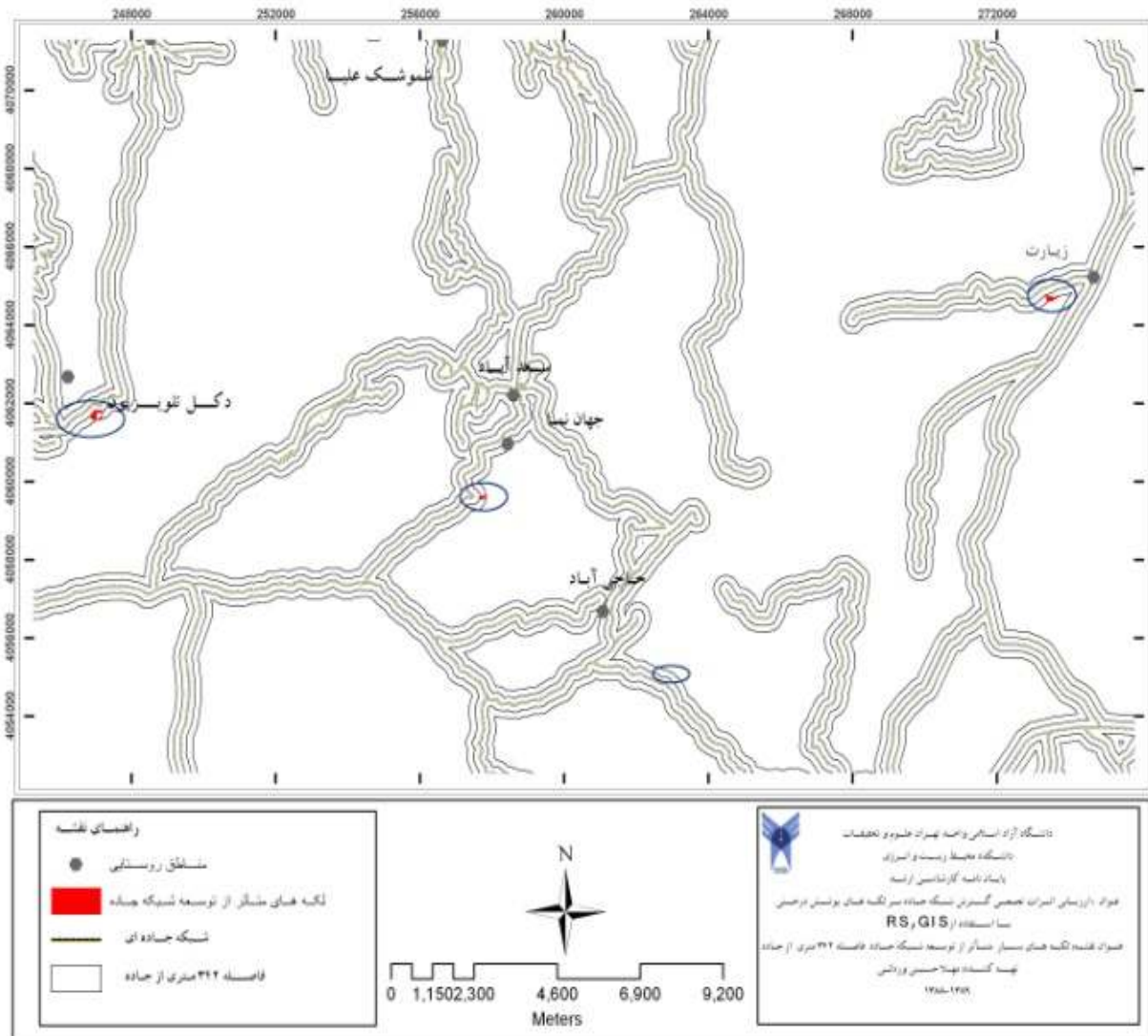
پوشش مرتع	اراضی بدون پوشش	اراضی کشاورزی	اراضی جنگلی	
۲۳/۲۳۰	۱۴/۵۰۳	٪۵۶	—	اراضی جنگلی
۵۶/۶۳۶	۵/۲۰۳	—	۱۵/۱۵۵	اراضی کشاورزی
۹/۷۵۸	—	۴۸/۲۴۲	۱۷/۱۴۳	اراضی بدون پوشش
—	۰/۶۷۳	۸۳/۲۰۳	۹/۴۶۲	پوشش مرتع

جدول ۵- نتایج آزمون همبستگی پیرسون

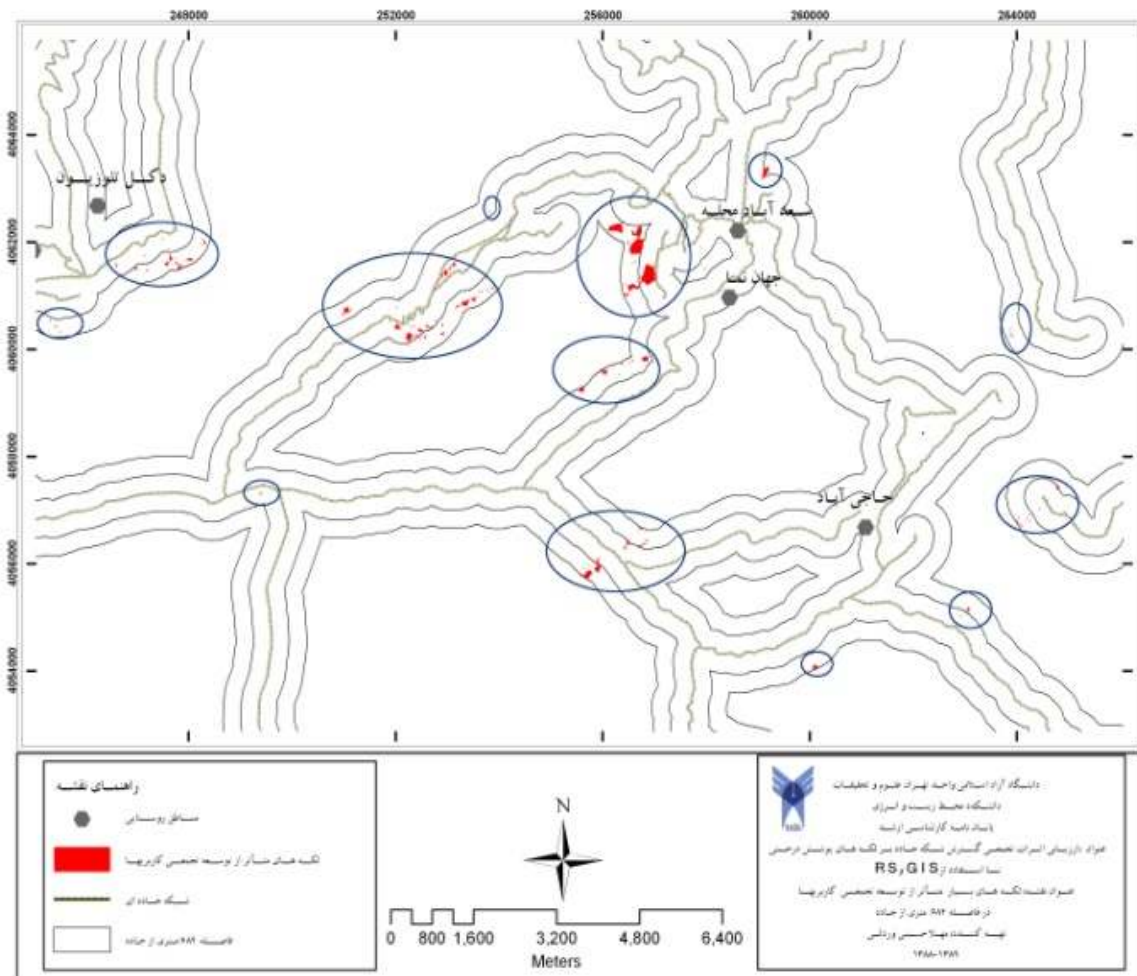
Para	Enn	Prox	Cal	Ncore	Core	Contig	Frac	Shape	Gyrate	Perim	Area	
-.۰۴۶	-.۰۰۴	-.۰۰۲	.۰۴۱۲	.۰۹۹۹	.۰۹۹۹	.۰۵۳	.۰۵۱	.۰۵۳۱	.۰۹۸۴	.۰۹۵۴	۱	Area Sig
.۰۰۰	.۰۶۲۵	.۰۷۷۹	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	Perim Sig
-.۰۱۴۶	-.۰۰۱۷	.۰۰۰۴	.۰۵۸۳	.۰۹۶۳	.۰۹۵۹	.۰۱۶۷	.۰۱۵۷	.۰۶۷۱	.۰۹۸۴	۱	.۰۹۵۴	Perim Sig
.۰۰۰	.۰۰۵۸	.۰۶۲۳	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	Gyrate Sig
-.۰۱۴۲	-.۰۰۱۷	.۰۰۰۱	.۰۵۱۲	.۰۹۸۸	.۰۹۸۶	.۰۱۶۲	.۰۱۵۹	.۰۶۴۶	۱	.۰۹۸۴	.۰۹۸۴	Shape Sig
.۰۰۰	.۰۵۸	.۰۸۹۲	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	Shape Sig
-.۰۴۶۵	-.۰۰۷۷	.۰۰۲۲	.۰۴۸۲	.۰۵۴۶	.۰۵۳۳	.۰۵۶۲	.۰۷۶۶	۱	.۰۶۴۹	.۰۶۷۱	.۰۵۳۱	Frac Sig
.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۱۴	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	Frac Sig
.۰۵۷۳	.۰۰۹۹	.۰۰۲۰	.۰۱۶۱	.۰۰۵۸	.۰۰۵۱	.۰۶۹۵	۱	.۰۷۶۶	.۰۱۵۹	.۰۱۵۷	.۰۰۵۱	Contig Sig
.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۲۲	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	Contig Sig
-.۰۹۷۳	-.۰۰۹۴	.۰۰۲۷	.۰۲۷۲	.۰۰۶۳	.۰۰۵۴	۱	.۰۶۹۵	.۰۵۶۲	.۰۱۶۲	.۰۱۶۷	.۰۰۵۳	Core Sig
.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰۳	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	Core Sig
-.۰۰۴۶	-.۰۰۰۴	-.۰۰۰۲	.۰۴۳۳	.۰۹۹۸	۱	.۰۰۵۴	.۰۰۵۱	.۰۵۳۳	.۰۹۸۶	.۰۹۵۹	.۰۹۹۹	Ncore Sig
.۰۰۰	.۰۶۲۳	.۰۷۹۱	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	Ncore Sig
-.۰۰۵۴	-.۰۰۰۵	-.۰۰۰۲	.۰۴۳۲	۱	.۰۹۹۸	.۰۰۶۳	.۰۰۵۸	.۰۵۴۶	.۰۹۸۸	.۰۹۶۳	.۰۹۹۹	Cal Sig
.۰۰۰	.۵۵۵	.۸۴۴	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	Cal Sig
-.۰۲۳۵	-.۰۰۲۳	.۰۰۰	۱	.۰۴۳۲	.۰۴۳۳	.۰۲۷۲	.۰۱۶۱	.۰۴۸۲	.۰۵۱۲	.۰۵۸۳	.۰۴۱۲	Prox Sig
.۰۰۰	.۰۰۰۹	.۰۹۸۱	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	Prox Sig
-.۰۰۱۹	-.۰۱۳۲	۱	.۰۰۰	-.۰۰۰۲	-.۰۰۰۲	.۰۰۲۷	.۰۰۲۰	.۰۰۰۲	.۰۰۰۱	.۰۰۰۴	-.۰۰۰۲	Enn Sig
.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۹۸۱	.۸۴۴	.۰۷۹۱	.۰۰۰۳	.۰۰۲۲	.۰۰۱۴	.۰۸۹۲	.۰۶۲۳	.۰۷۷۹	Enn Sig
.۰۰۸۶	۱	-.۰۱۳۲	-.۰۰۲۳	-.۰۰۰۵	-.۰۰۰۴	-.۰۰۹۴	-.۰۰۹۹	-.۰۰۷۷	-.۰۰۱۷	-.۰۰۱۷	-.۰۰۰۴	Para Sig
.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰۹	.۰۵۵۵	.۰۶۲۳	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۵۸	.۰۰۵۸	.۰۶۲۵	Para Sig
۱	.۰۰۸۶	-.۰۰۱۹	-.۰۲۳۵	-.۰۰۵۴	-.۰۰۴۶	-.۰۹۷۳	-.۰۵۷۳	-.۰۴۶۵	-.۰۱۴۲	-.۰۱۴۶	-.۰۴۶	Para Sig
.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۲۹	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	Para Sig

جدول ۶- نتایج آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One Way ANOVA)

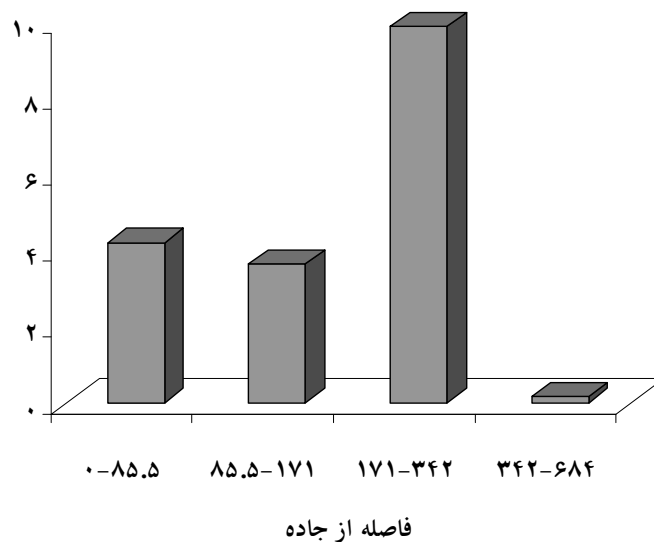
منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی داری (Sig)
بین گروه ها (تیمار)	۷/۴۳۵	۳۵	۲/۱۲۴	۳/۱۶۰	.۰/۰۰
داخل گروه ها (خطا)	۷۲۵۹۴۶/۶۱۷	۱۰۸	۶۷۲۱/۷۲۸		
مجموع	۷/۴۳۵	۱۴۳			



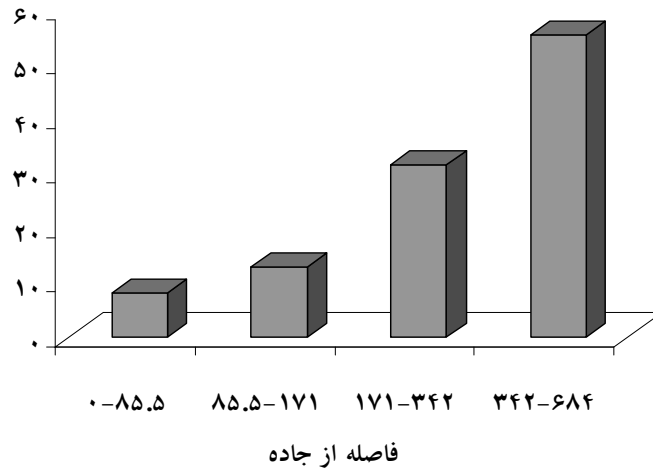
شکل ۲- نقشه لکه های بسیار متأثر از توسعه شبکه جاده در فاصله ۱۷۱-۳۴۲ متر از جاده در محدوده مورد مطالعه



شکل ۳- نقشه لکه های بسیار متأثر از توسعه تجمعی کاربری ها در فاصله ۳۴۲-۶۸۴ متر از جاده در محدوده مورد مطالعه



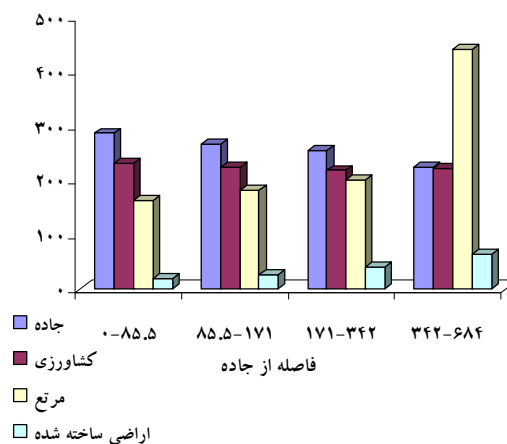
شکل ۴- مساحت لکه های بسیار متأثر از جاده در فواصل تعیین شده



شکل ۵- مساحت لکه‌های بسیار متأثر از توسعه تجمعی کاربری‌ها در فواصل تعیین شده

بر سنجه‌های سیمای سرزمین دارند. همچنین، اراضی شهری و ساخته شده در تمام فواصل در رتبه چهارم تأثیرگذاری قرار می‌گیرند. به عبارت دیگر جاده‌ها یکی از عوامل مهم گسستگی سیمای سرزمین می‌باشند (McGarigal et al., 2001) و متعاقباً می‌توانند سبب تأثیرگذاری زیادی بر ساختار سیمای سرزمین همراه با توسعه شهری، روستایی و یا سایر عوامل تغییر کاربری‌ها شوند (Saunders et al, 2002).

بر اساس نتایج حاصل از بررسی سهم اثر کاربری‌ها بر سنجه‌های سیمای سرزمین (شکل ۶) در فاصله ۰-۳۴۲ متر، جاده بیشترین میزان تأثیر بر سنجه‌های سیمای سرزمین را دارا می‌باشد. کشاورزی در تمام فواصل سهم ثابتی را دارا می‌باشد و در رتبه دوم قرار گرفته است. این در حالی است که با افزایش فاصله از جاده افزایش سهم اراضی مرتعی و ساخته شده مشاهده می‌شود به طوری که در فاصله ۳۴۲-۶۸۴ متر، اراضی مرتعی بیشترین تأثیر را



شکل ۶- سهم اثر کاربری‌ها بر سنجه‌های سیمای سرزمین در فواصل تعیین شده

بحث و نتیجه گیری

ارزیابی اثرات تجمعی پیامد فعالیت‌های توسعه بر محیط زیست نیازمند شیوه‌ای کلی نگر است که بتواند اثراتی را که از ترکیب و تقابل اثرات یک فعالیت با اثرات دیگر فعالیت‌ها بوجود آمده است را در ابعاد زمانی و مکانی ارزیابی کند (Blaser et al., 2004)

در این مطالعه با استفاده از ترکیب سنجه‌های مختلف و تغییر آن در طول ۱۵ سال، نقشه اثرات تجمعی بر لکه‌های پوشش درختی بدست آمد. نتایج نشان دادند، بیشترین میزان لکه‌های نیازمند به حفاظت ناشی از توسعه شبکه جاده با مساحتی بالغ بر ۱۰ هکتار در فاصله ۱۷۱-۳۴۲ متری از جاده قرار دارد. همچنین، بیشترین میزان لکه‌های نیازمند به حفاظت از نظر توسعه تجمعی کاربری‌ها با مساحتی بالغ بر ۵۵ هکتار در فاصله ۳۴۲-۶۸۴ متری از جاده واقع‌اند.

همچنین مشخص گردید در فاصله ۰-۳۴۲ متر، جاده بیشترین میزان تأثیر بر سنجه‌های سیمای سرزمین لکه‌های پوشش درختی را داراست و یکی از عوامل مهم گسستگی سیمای سرزمین می باشد.

نتایج این بررسی نشان می‌دهد ارزیابی اثرات تجمعی پیامد فعالیت‌های توسعه بر محیط زیست با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین به عنوان نمایندگان انتخابی بوم‌سازگان در کمترین زمان امکان‌پذیر است. همچنین، با توجه به قابلیت بالای تصاویر ماهواره‌ای نظیر به‌هنگام بودن، چند طیفی بودن و تکراری بودن آنها می‌توان جهت تعیین تغییرات در یک دوره زمانی مشخص از آنها استفاده کرد و لایه‌های اطلاعاتی دقیق و مطمئن تهیه نمود. سیستم اطلاعات جغرافیایی نیز به عنوان تکنیک رایج‌تری با استفاده از اطلاعات موجود به کمی ساختن سنجه‌های سیمای سرزمین می‌پردازد و سپس با استفاده از توابع تحلیلی و رویهم گذاری نقشه‌ها بررسی اثرات تجمعی را امکان پذیر می‌سازد. نتایج این پژوهش نشان داد می‌توان از سنجه‌های سیمای سرزمین لکه‌های

پوشش درختی به عنوان نمایندگان انتخابی از بخش‌های فیزیکی و زیستی بوم‌سازگان در تعیین اثرات تجمعی پیامد فعالیت‌های توسعه استفاده نمود.

پیشنهادها

در این پژوهش به بررسی تغییرات لکه‌های پوشش درختی ناشی از توسعه تجمعی کاربری‌ها در یک دوره زمانی ۱۵ ساله پرداخته شده است و پیش بینی روند تغییرات آینده مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود جهت ارزیابی کامل‌تر اثرات تجمعی ضمن بررسی اثرات گذشته و کنونی با استفاده از روش‌های مدلسازی تغییرات به پیش بینی روند تغییرات در آینده نیز پرداخته شود. همچنین، در زمینه روش‌های کاهش اثرات فعالیت‌های مختلف توسعه بر محیط زیست مطالعات بیشتری صورت گیرد. در ضمن پیشنهاد می‌شود مشابه مطالعه انجام شده در محدوده استان گلستان، در سایر مناطق کشور نیز صورت گیرد.

References

- Azari Dehkordi, F., Khazaei, N., 2009. A Decision Support System for Environmental Impact Assessment in Land use Degradation, Case Study: Shafarod Watershed in Gilan Province of Iran. *Environmental Studies* 51, 70-80.
- Barrow, C.J., 1997. *Environmental and Social Impact Assessment*. Arnold publications, London, England, 299 pp.
- Blaser, B., Liu, H., Mcdermott, D., Nuszdorfer, F., Rhi phan, N., Vanchindors, U., Johnson, L., Wyckoff, J., 2004. *GIS- Based Cumulative Effects Assessment*. Report by the Colorado Department of Transportation Research Branch 1-32.
- Canter, L.W., 1996. *Environmental Impact Assessment*. McGraw-Hill publications, Singapore, 660 pp.
- Canter, L.W., 2000. *Cumulative Effects Assessment*. *Environmental Impact Training*, 17-18 June. Texas, 330 pp.
- Council on Environmental Quality., 1997. *Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act*, Executive Office of the President. <http://ceq.eh.doe.gov/nepa/ccenepa/ccenepa.htm>
- Economic, Social and Cultural Report in Golestan Province. 2008. Province Department of Budget and Planning.
- Fatemi, S.B., Rezaei, Y., 2006. *Principle of Remote Sensing*. Azadeh publications, Iran, Tehran, 246.PP.
- Hosseini Vardei, M., 2009. *Cumulative Effects Assessment of Road Network Expansion on Tree Cover using GIS & RS*. M.sc Thesis. *Environmental Science - Landuse Planning and Assessment*. Tehran Islamic Azad University Science and Research Branch. Iran. 130 pp.
- McGarigal, K., Marks, B.J., 1995. *Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure*. USA: U.S.Dept. of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 122 pp.
- McGarigal, k., Romme, W.H., Crist, M., Roworth, E., 2001. *Cumulative Effects of Roads And Logging on Landscape Structure in San Jaun Mountains, Colorado (USA)*. *Landscape Ecology* 16, 327-349.
- Nadali, A., 2007. *Tree Cover Change Detection in Golestan Province and its Impact on Soil Loss Probability Using RS and GIS*. Ms.c Thesis. *Environmental Science*. Tehran Islamic Azad University Science and Research Branch. Iran. 138 pp.
- Neshat, A.H., 2002. *Analysis and Assessment for the Land-cover Change Using Remote Sensing Data and Geographic Information System in Golestan Province*. Ms.c Thesis. Faculty of Humanities Tarbiat Modares University. Iran. 170 pp.
- Salman Mahiny, A., (2005) *Cumulative Impact Assessment, Concepts and some of its methods*. In: Third National Conference of Environmental Impact Assessment, Iran, 22-25 March 2005.
- Salman Mahiny, A., 2007. *Landscape Metrics and Erosion Risk as Two Classes of Quantitative Indicators for Rapid Environmental Impact Assessment*. *Agriculture Science and Natural Resources* 14, 139-150.
- Saunders, S.C., Mislivest, M.R., Chen, J., Celand, D.T., 2002. *Effects of Roads on Landscape Structure within Nested Ecological Units of the Northern Great Lakes Region USA*. *Biological Conservation* 103, 202-225.
- Smit, B., Spalling, H., 1995. *Methods for Cumulative Effects Assessment*. *Environmental Impact Assessment Review* 15, 81-106.
- Tricker, R.C., 2007. *Assessment Cumulative Environmental Effects from Major Publish Transport Project*. *Transport Policy* 14, 293-305

Using Landscape Metrics in Cumulative Effects Assessment of Road Network on Tree Cover

M. Hosseini Vardei*¹, A. Salman Mahiny², M. Monavari³ and M. M. Kheirkhah Zarkesh³

¹ M.Sc of Environmental Science Land-use Planning and Assessment, Science and Research Campus Islamic Azad University, I.R. Iran

² Associate Professor of Environmental Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, I.R. Iran

³ Assistant Professor of Energy and Environment, Science and Research Campus, Islamic Azad University, I.R. Iran

(Received: 10/12/2010 , Accepted: 29/01/2012)

Abstract

Landscape metrics quantifies structural features of the landscape. One of the advantages of these metrics is a possibility to use them in fast cumulative assessment of the development activities in the environment. In this paper, the cumulative effects of road network expansion on the tree cover of Gorgan, Kordkuy, Aliabad townships in Golestan province were investigated. To prepare the required land use map, images of the Landsat TM (1987) and ETM+ (2002) sensors were employed. Based on previous studies in this area and towards cumulative effects assessment, seven related classes related were defined and distinguished in a supervised manner (maximum likelihood). Then, the effects of road network expansion and the cumulative effects of land use development on the tree cover were analyzed, using metrics of patch area, perimeter to area ratio, shape, fractal dimension, contiguity, proximity, and Euclidean nearest neighbor distance. With applying cross tabulation method, the amount of cumulative effects of development, and the road effects on the tree cover were calculated for a period of 15 years. Results showed that most patches which need protection from cumulative development are located 684-342 meters from the road. It was also determined we can assess the cumulative effects of development activities on tree patches, using landscape metrics. We also prioritized tree patches for protection and mitigation measures.

Keywords: Cumulative effects assessment, Gorgan, Landscape metrics, Tree patches.