محیط شناسی، سال سی و هفتم، شمارهٔ ۵۸ ، تابستان ۹۰، صفحهٔ ۱۵-۲۰

استفاده از متریک اندازه مؤثر شبکه در تحلیل از هم گسیختگی پوشش‌های جنگلی محدودهٔ اثر جاده در پارک ملی گلستان

لعبت زبردست[1*]، احمدرضا یاوری[2]، اسماعیل صالحی[3]، مجید مخدوم[4]

۱-دانشجوی دکتری برنامه ریزی محیط زیست، دانشکدهٔ محیط زیست، دانشگاه تهران ،

۲-دانشیار برنامه ریزی محیط زیست دانشکدهٔ محیط زیست، دانشگاه تهران ayavari@ut.ac.ir

۳-استادیار برنامه ریزی محیط زیست دانشکدهٔ محیط زیست، دانشگاه تهران tehranssaleh@ut.ac.ir

٤-استاد محیط زیست دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران majidfmakhdoum@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش:۹۰/۳/۳

چکیده

از هم گسیختگی یکی از مهم‌ترین فرایندهای فضایی منجر به بروز تغییر در سیمای سرزمین است که شامل تبدیل پوشش یا زیستگاهی خاص به قطعات کوچکتر و دارای ارتباط کمتر و کاهش پایداری و زیست پذیری آنهاست. از مهم‌ترین عوامل بروز از هم‌گسیختگی در زیستگاهها و پوشش‌های طبیعی، جاده‌ها هستند. حضور جاده‌ها در مناطق حساس زیستی، بخصوص مناطق تحت حفاظت، کاهش ارزش‌ها و کارکردهای مؤثر این گونه مناطق را به همراه خواهد داشت که از بارزترین نمونه‌های آن در کشور ایران، حضور جاده در پارک ملی گلستان است. این جاده که به علت موقعیت‌یابی نادرست (واقع شدن در حریم رودخانه) در اثر سیل‌های اوایل دههٔ ۱۳۸۰ تخریب شد، مجددا در موقعیت فعلی خود در حال بازسازی و استفاده است. در این تحقیق سعی بر آن است که شاخصی کمی برای آثار منفی ساختاری ناشی از جاده بر پارک ملی گلستان ارایه شود. یکی از متریک‌های مناسب برای کمی‌سازی فرایند از هم‌گسیختگی، اندازهٔ مؤثر شبکه است‌که نشان‌دهندهٔ احتمال اتصال بین دو نقطه در سیمای سرزمین و جدا نشدن آنها به‌وسیلهٔ موانع ساختاری بوده و برای بررسی تأثیرات ناشی از جاده‌ها مناسب است. محاسبهٔ این متریک در این واحد فضایی برای دو دورهٔ زمانی (۱۳۶۶ و ۱۳۸۷) مبین کاهشی معادل ۴۷/۴۰ درصد در اندازه آن است که نشان‌دهندهٔ افزایش از هم‌گسیختگی و کاهش پیوستگی در پوشش مورد نظر (جنگل‌های متراکم) در محدودهٔ اثر جاده در پارک ملی گلستان است. با توجه به حساسیت اکولوژیکی بالای جنگل‌های محل عبور جاده، لازم است پایش آنها جایگاه خاصی در برنامه مدیریتی پارک ملی گلستان داشته باشد.

کلید واژه

پارک ملی گلستان، از هم گسیختگی، متریک اندازهٔ مؤثر شبکه، محدودهٔ اثر جاده.

سرآغاز

امروزه بالا بودن سرعت و وسعت تغییرات (ساختاری و فرایندی) در سیمای سرزمین ناشی از فعالیت‌های مخرب انسان، برنامه‌ریزان را با مشکل مواجه ساخته است. این درحالی است‌که اکولوژی سیمای سرزمین به عنوان دانش مسئله محور (Naveh, 2002; Makhdoum, 2008) می‌تواند نقش مهمی در بررسی این تغییرات ایفا کند. به این معنی که با استفاده از این رهیافت از طریق شناسایی عوامل ساختاری و جریانات و فرایندهای اصلی و عوامل ایجاد تغییرات (مخرب) در سیمای سرزمین، می‌توان به درک مناسبی از ارتباطات و پویایی‌های سیمای سرزمین به منظور استفاده در برنامه‌ریزی و مدیریت و پایش این تغییرات دست یافت (Leitao and Ahren, 2002). از مهم‌ترین فرایندهای فضایی منجر به بروز تغییر در سیمای سرزمین، از هم‌گسیختگی[1] است. این فرایند که از بارزترین تهدیدات تنوع زیستی جهان محسوب می‌شود (Forman, 1995; Turner, et al., 2001)، منجر به تبدیل پوشش یا زیستگاه خاص به قطعات کوچکتر و دارای ارتباط کمتر (Leitao and Ahern, 2002, Quintana, et al., 2010) و در نتیجه کاهش پایداری و زیست‌پذیری آنها می‌شود.

کمی‌سازی تغییرات در سیمای سرزمین با استفاده از متریک‌ها دچار تحولات بسیاری شده است. اخیراً متریک‌های سیمای سرزمین

نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۲۲۸۶۷۷۹۷ E-Mail: lzebardast@alumni.ut.ac.ir

گسترش و تنوع زیادی یافته و از توصیف صرف تغییرات ساختاری به ابزارهایی با امکان کمی‌سازی فرایندهای اکولوژیکی متحول شده‌اند (Girvetz, et al., 2008).

یکی از این متریک‌ها، اندازهٔ مؤثر شبکه[۲] (m_{eff}) است که نشان‌دهندهٔ احتمال اتصال بین دو نقطه در سیمای سرزمین و جدا نشدن آنها به‌وسیلهٔ موانعی مانند جاده‌هاست (Jaeger, 2000; Girvetz, et al., 2008). با استفاده از این متریک به همراه داده‌های مربوط به گونه‌ها و جوامع می‌توان الگوهای اکولوژیکی مختلف مانند پراکندگی جانداران و زیست‌پذیری زیستگاهها را تفسیر کرد (Girvetz, et al., 2008) بنابراین به علت اهمیت حفاظتی گونه‌های موجود در مناطق تحت حفاظت، استفاده از این متریک برای بررسی تغییرات ساختاری مناطق حساس زیستی (مانند پارک‌های ملی) مناسب است.

در مطالعهٔ مقایسه‌ای بین متریک اندازهٔ مؤثر شبکه و ۲۱ متریک دیگر مرتبط با فرایند از هم‌گسیختگی از نظر عواملی چون آسانی تفسیر و ارتباط مستقیم با فرایند، سادگی محاسبات ریاضی، نیاز داده‌ای کم، حساسیت کمتر به اندازهٔ لکه، واکنش یکنواخت نسبت به مراحل مختلف از هم‌گسیختگی، این متریک بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داده و مناسب‌تر از سایر متریک‌ها تشخیص داده شده است (Jaeger, 2000)، به همین دلیل در این پژوهش از این متریک استفاده شده است.

یکی از مهم‌ترین عوامل بروز از هم‌گسیختگی در زیستگاهها و پوشش‌های طبیعی، جاده‌ها هستند (Forman, 1995; Liua, et al., 2008). تنوع آثار ناشی از جاده‌ها، وسعت زیاد محدودهٔ تحت تأثیر و طولانی بودن دوره بهره‌برداری از این زیربناهای خطی، آنها را به صورت تهدیدی جدی برای تنوع زیستی در سراسر جهان درآورده است (Forman and Lauren, 1998; Coffine, 2007). اهمیت تأثیرات ناشی از جاده‌ها بر سیمای سرزمین تا حدی‌است‌که شاخهٔ جدیدی در علم اکولوژی به نام اکولوژی جاده ظهور کرده است (Forman, et al., 2003; Coffin, 2007) که در آن مفهومی به نام محدودهٔ اثر جاده[۳] تعریف می‌شود؛ که عبارت است از ناحیه‌ای در اطراف جاده که آثار مهم اکولوژیکی ناشی از آن تا آن محدوده قابل ردگیری و شناسایی است. (Forman and Lauren, 1998; Forman, et al., 2003). حداکثر اندازه این محدودهٔ بافر ۱۰۰۰ متری از دو سوی جاده تخمین زده شده است. حضور جاده‌ها در مناطق طبیعی و حساس، بخصوص مناطق تحت حفاظت، منجر به کاهش ارزش‌ها و کارکردهای مؤثر این گونه مناطق می‌شود، چرا که علاوه بر تخریب‌های مستقیم ناشی از احداث و بهره‌برداری، باعث افزایش دسترسی به مناطق بکر طبیعی شده و زمینه را برای تخریب‌های غیرمستقیم مانند تبدیل اراضی، شکار غیرمجاز، آتش سوزی‌های با منشاء انسانی و... فراهم می‌آورد (Nagendra, et al., 2003; Fearnside, 2007; Freitas, et al., 2010) یکی از بارزترین این نمونه‌ها در کشور ایران، حضور جاده در پارک ملی گلستان است که به علت موقعیت‌یابی نادرست (واقع شدن در حریم رودخانه) در اثر سیل‌های اوایل دههٔ ۱۳۸۰ تخریب شد و مجدداً در موقعیت فعلی خود در حال بازسازی و استفاده است (مهندسین مشاور پارسیلو، ۱۳۸۸).

در این تحقیق سعی بر آن است که با کمی‌سازی میزان از هم‌گسیختگی، تغییرات و تخریب‌های ساختاری روی داده در محدودهٔ اثر این جاده به صورت عینی نشان داده شود. با توجه به کمبود داده‌های مربوط به پویایی الگوهای مختلف زیستی در مناطق تحت حفاظت کشور نتایج این تحقیق می‌تواند در شناسایی روند تغییرات و تخریب‌های احتمالی در محدودهٔ اثر جاده در پارک ملی گلستان راهگشا باشد.

مواد و روشها

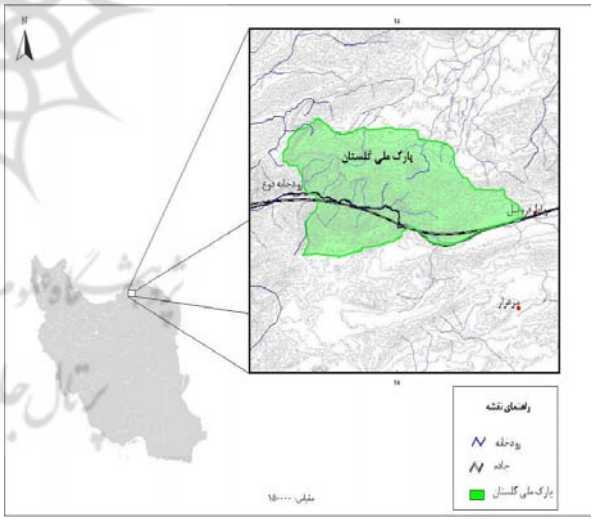
معرفی منطقه مورد مطالعه

پارک ملی گلستان نخستین پارکی است‌که در ایران عنوان پارک ملی را به خود اختصاص داده است. این پارک در شمال شرقی ایران و شرق استان گلستان، شمال غربی استان خراسان و شمال استان سمنان است؛ اما از نظر تشکیلات و مسئولیت حفاظتی تحت نظر اداره کل حفاظت محیط زیست استان گلستان قرار دارد (مجنونیان و همکاران، ۱۳۷۸).

این منطقه در حدفاصل "۴۳ '۱۶ °۳۷ تا "۳۵ '۳۱ °۳۷ عرض شمالی و "۲۵ '۴۳ °۵۵ تا "۴۸ '۱۷ °۵۶ طول شرقی قرار گرفته است (شکل شمارهٔ ۱). مساحت پارک حدود ۹۱هزار هکتار و محیط آن ۱۴۷ کیلومتر است (دهدار درگاهی و مخدوم، ۱۳۸۱). پارک ملی گلستان منطقه‌ای کوهستانی است. تنوع شکل زمین (شیب، ارتفاع و جهت) در پارک یکی از عوامل اصلی تنوع زیستی آن به‌شمارمی‌رود. (حسن زاده کیابی و همکاران، ۱۳۷۲ ; مجنونیان و همکاران، ۱۳۷۸). مهم‌ترین رودخانه موجود در پارک، رودخانهٔ مادرسو یا دوغ، از سر شاخه‌های گرگان رود است‌که در حدود ۳۵ کیلومتر از مسیر خود را در پارک طی می‌کند (عباس زاده

تهرانی، ۱۳۸۱). جادهٔ ترانزیتی معروف به جادهٔ آسیایی که شمال و مرکز ایران را به شمال شرقی ایران وصل می‌کند به طول ۳۵ کیلومتر از تنگراه تا سه‌راهی دشت از درون پارک و از آنجا به بعد تا میرزابایلو در حاشیه جنوبی پارک می‌گذرد. این جاده که در اثر وقوع سیل تخریب شده بود، در همین موقعیت همزمان در حال بازسازی و بهره‌برداری است. پارک به دلیل وجود رویشگاههای متنوع دارای تنوع گیاهی چشمگیری است، به‌طوری‌که حدود ۱۳۰۰ گونه در این منطقه تا کنون شناسایی شده است.

با وجود آن‌که این منطقه از نظر مساحت فقط ۶٪ از سطح ایران را می‌پوشاند ولی ۱۹٪ از گونه‌های گیاهان آوندی ایران را دربر می‌گیرد (آخانی، ۱۳۸۳). از مهم‌ترین گونه‌های جانداران منطقه می‌توان به پلنگ (با وضعیت حفاظتی در معرض خطر EN)، کل و بز و قوچ و میش (با وضعیت حفاظتی آسیب پذیر VuA2cde) اشاره کرد که زیستگاه آنها در اثر حضور و عملیات عمرانی مربوط به جاده دچار اختلال شده است.



شکل شمارهٔ (۱): موقعیت محدودهٔ مورد مطالعه

(منبع: مؤلف)

روش کار

متریک اندازهٔ مؤثر شبکه (m_{eff}) نشان‌دهندهٔ احتمال پیوستگی میان دو نقطه که به صورت تصادفی انتخاب شده باشند، در منطقه مورد نظر است. در حالتی که موانعی مانند جاده، عوامل انسان‌ساخت یا هر نوع پوشش ناسازگار دیگر در سیمای سرزمین حضور داشته باشند، احتمال اتصال دو نقطه مد نظر کاهش خواهد یافت. همچنین می‌توان این متریک را به صورت توانایی دو جاندار از یک گونه که به صورت تصادفی در یک منطقه رها شده باشند، در یافتن یکدیگر توصیف کرد. بنابراین مرحلهٔ اوّل استفاده از این متریک، تعیین کردن لکه‌هایی که دچار از هم‌گسیختگی شده‌اند از یک سو و عوامل ایجاد کننده این از هم گسیختگی از سوی دیگر و تفکیک آنها با کدهای صفر و یک است.

احتمال رویارویی ذکر شده (بین دو نقطه یا دو جاندار) با استفاده از این متریک به صورت اندازه مؤثر شبکه تعریف می‌شود. بنابراین هرچه میزان موانع موجود در سیمای سرزمین بیشتر باشد، اندازهٔ این شبکه‌ها نیز کوچکتر خواهد شد. به عبارت دیگر در شبکه‌هایی که اندازه کمتری از این مقدار داشته باشند، میزان پیوستگی و احتمال رویارویی کاهش می‌یابد و برای مدیریت بهتر باید اندازه لکه‌های کوچکتر به این مقدار افزایش یابد (Girvetz, et al., 2008).

نرم افزار مورد استفاده برای محاسبهٔ این متریک (m_{eff}) ابزاری اتوماتیک در سیستم اطلاعات جغرافیایی است که تحت نرم‌افزار ArcGIS9.2 تنظیم شده است (Girvetz, et al., 2008). این نرم افزار متریک مورد نظر را با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌کند:

$$m_{eff}(j) = \frac{1}{A_{tj}} \sum_{i=1}^{n} A_{ij}^2$$

که در این فرمول n برابر تعداد لکه‌های یکپارچه[۴] در واحد برنامه‌ریزی j و A_{ij} اندازه لکه i در واحد برنامه ریزی j و A_{tj} مساحت کل واحد برنامه‌ریزی یا فضایی مورد نظر است (Jaegers, 2000).

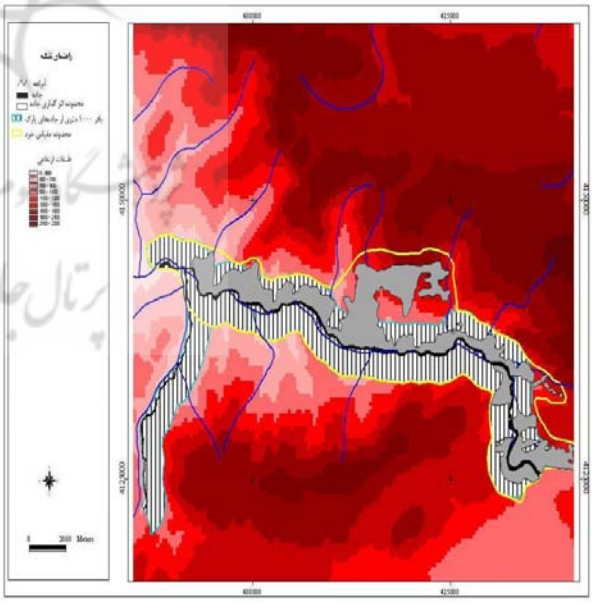
براین اساس برای استفاده از این متریک لازم است ابتدا واحد فضایی تعریف شده و سپس لکه‌ها یا عوامل ناسازگار و مانع پیوستگی و لکه‌هایی‌که میزان یکپارچگی آنها مورد نظر است (زیستگاه یا پوشش اصلی) تعیین شده و به آنها کد داده شود. به این منظور ابتدا نقشه پوشش اراضی پارک ملی گلستان برای سالهای ۱۳۶۶ و ۱۳۸۷ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و (IRS) تهیه شد.

با توجه به تفاوت توان تفکیک این دو تصویر، یکسان سازی اندازه پیکسل‌ها صورت گرفت و توان تفکیک تصویر (IRS) از ۲۳/۵ متر به ۳۰ متر (اندازه پیکسل لندست) تبدیل شد. با توجه به

این‌که عبور جاده از پارک ملی گلستان از میان پوشش جنگلی متراکم است، لازم بود محدودهٔ انجام بررسی با تغییرات ناشی از تغییرات ناشی از جاده تنظیم شود.

به این منظور، ابتدا با روی‌هم‌گذاری نقشه‌های پوشش اراضی دو دوره، نواحی تبدیل پوشش جنگلی به انواع دیگری از پوشش‌ها تعیین شد. پس از آن محدودهٔ تئوریک اثر جاده به صورت یک بافر ۱۰۰۰ متری (Lauren,&Forman, 1998) با این نقشه روی‌هم‌گذاری و مشخص شد. به غیر از بخش‌های جزئی منطبق بر توپوگرافی، محدودهٔ نظری با حد واقعی تبدیل پوشش اراضی همپوشانی داشته و تقریبا در درون آن قرار دارد. با اصلاح این نقشه محدودهٔ از هم‌گسیختگی به صورت نقشهٔ شکل شمارهٔ (۲) مشخص شد.

البته شایان ذکر است که به علت نقش آفرینی عوامل اختلالی دیگر مانند سیل، جاده مورد نظر یگانه عامل ایجاد تغییر ساختاری در محدودهٔ اثر جاده نبوده، اما در این تغییر و تبدیل به طور مستقیم (از طریق اشغال بخشی از پارک) و غیر مستقیم (از طریق افزایش سرعت رواناب، افزایش دسترسی به مناطق بکر و مواردی از این قبیل) نقش مهمی داشته است.



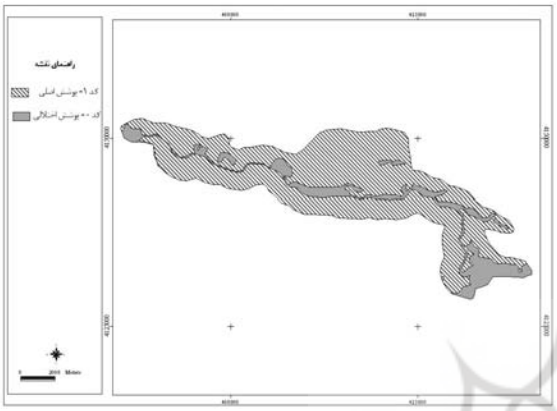
شکل شمارهٔ (۲): نقشهٔ محدودهٔ از هم گسیختگی در محاسبهٔ تغییر ساختاری ناشی از جادهٔ در پارک ملی گلستان

(منبع: مؤلف)

نتایج

همان‌طورکه ذکر شد، برای محاسبهٔ متریک اندازهٔ مؤثر شبکه (m_{eff})، ابتدا لازم است پوشش‌های اصلی و اختلالی در مقیاس فضایی و زمانی مورد بررسی یا به اصطلاح "نقشهٔ هندسه از هم‌گسیختگی[۵]" محدوده تعیین شود. این نقشه‌ها در شکل‌های شمارهٔ (۳ و ۴) نشان داده شده است.

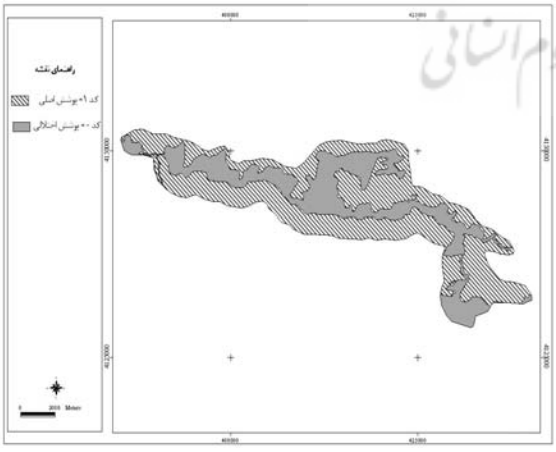
در این نقشه‌ها، پوشش‌های اصلی با کد یک و پوشش‌های ناسازگار با کد صفر مشخص شده است.



شکل شمارهٔ (۳): نقشهٔ هندسه ازهم‌گسیختگی محدودهٔ مورد مطالعه در سال ۱۳۶۶

(منبع: مؤلف)

در جدول شمارهٔ (۱) مقدار عددی متریک (m_{eff}) برای محدودهٔ مورد مطالعه در سالهای ۱۳۶۶ و ۱۳۸۷ محاسبه و درصد تغییر این شاخص در دورهٔ زمانی مورد نظر استخراج شده است. همان‌طور که در این جدول مشخص است، مقدار این متریک در سال ۱۳۸۷ نسبت به ۱۳۶۶ به اندازهٔ ۴۷/۴۰ درصد کاهش نشان می‌دهد.



شکل شمارهٔ (۴): نقشهٔ هندسه ازهم‌گسیختگی محدودهٔ مورد مطالعه در سال ۱۳۸۷

(منبع: مؤلف)

جدول شمارهٔ (۱): مقدار عددی و درصد تغییرات متریک (meff) در دو دورهٔ زمانی مورد بررسی

دورهٔ مورد بررسی	مقدار عددی متریک (m_{eff})	درصد تغییر
سال ۱۳۶۶	۲۷۵۸/۲۷	-۴۷/۴۰
سال ۱۳۸۷	۱۴۵۰/۷۹	

(منبع: مؤلف)

همان‌طور که ذکر شد، کاهش این متریک نشان‌دهندهٔ افزایش از هم گسیختگی و کاهش پیوستگی در پوشش مورد نظر (جنگل های متراکم) در محدودهٔ اثر جاده در پارک ملی گلستان است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان‌دهندهٔ بروز تغییرات ساختاری مهمی در سیمای سرزمین محدوده اثر جاده در پارک ملی گلستان به سوی سیر قهقرایی و افزایش از هم‌گسیختگی در نواحی جنگلی است. کاهش بیش از ۴۷ درصدی میزان این متریک، مبین کاهش چشمگیر میزان پیوستگی و تناسب زیستگاهی جنگل‌های متراکم از لحاظ کاهش وسعت و پیوستگی آنها در محدودهٔ اثر جاده در فاصله زمانی مورد بررسی است.

واضح است که لکه‌های زیستگاهی بزرگتر و پیوسته می‌توانند گونه‌های بیشتری را در خود جای داده و شرایط زیستی مناسب تری را برای آنها فراهم کنند (Burel and Baudry, 2003)، این موضوع بخصوص در مورد گونه‌های داخلی که اغلب حساس‌ترهستند مهم‌تر است، چرا که به علت از بین رفتن زیستگاه مناسب، در چنین شرایطی این گونه‌ها با خطر انقراض مواجه می‌شوند (Farina, 1998; Pichancourt, et al., 2006).

بنابراین تأثیر حضور جاده و محدودهٔ اثر آن باید به طور کامل بر شرایط زیستی جوامع ساکن در پارک سنجیده و مورد پایش قرار داده شود. با توجه به پیچیدگی سیستم‌های زیستی و تعدد عوامل تأثیر گذار در محدودهٔ اثر جاده (مانند سیل، آتش سوزی‌های طبیعی و انسانی، تفرج، تأثیرات ناشی از آلودگی بر زیستگاهها، تغییر اقلیم و...) لازم است برایند همه این عوامل مد نظر قرار داده و مورد پایش قرار گیرند.

استفاده از تغییرات ساختاری سیمای سرزمین محدوده مورد مطالعه به عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری برایند همه عوامل سابق‌الذکر بر ساختار سیمای سرزمین می‌تواند برای انجام مطالعات دقیق‌تر و اتخاذ اقدامات عملیاتی برای حفظ جنگل‌های موجود در محدودهٔ اثر جاده راهگشا باشد.

یادداشت‌ها

1- Fragmentation
2- Effective Mesh Size
3-Road Effect Zone
4-Unfragmented
5-Fragmentation Geometry

منابع مورد استفاده

آخانی، ح. ۱۳۸۳. فلور مصور پارک ملی گلستان. انتشارات دانشگاه تهران.

حسن زاده کیابی، ب. و همکاران. ۱۳۷۲. پارک ملی گلستان. انتشارات سازمان محیط زیست.

دهداردرگاهی، م. و م. مخدوم. ۱۳۸۱. زون‌بندی پارک ملی گلستان. مجلهٔ محیط شناسی. (۲۹): ۷۱ تا۷۷.

عباس‌زاده تهرانی، ن. ۱۳۸۱. بررسی نقش تغییر کاربری اراضی بر روی میزان دبی سیلاب‌ها با استفاده از GIS/RS منطقهٔ مور مطالعه: حوزهٔ آبریز رودخانهٔ دوغ. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشکده محیط زیست. دانشگاه تهران. ۲۳۴ صفحه.

مجنونیان، ه. و همکاران. ۱۳۷۸. شناسنامهٔ پارک ملی گلستان. سازمان حفاظت محیط زیست.

مهندسین مشاور پاسیلو. ۱۳۸۸. گزارش پیشرفت کار طرح جاده ویژه جنگل گلستان. شرکت ساخت و توسعه زیربناهای حمل و نقل کشور. وزارت راه و ترابری.

Burel,F., J.,Baudry .2003. Landscape Ecology: Concepts, Methods and Applications. Science Publishers, Inc.

Coffin,A.W. 2007. From Road kill to Road Ecology: A Review of the Ecological Effects of Roads. Journal of Transport Geography (15): 396- 406.

Farina,A. 1998. Principles and Methods in Landscape Ecology. London: Chapman and Hall. 235 pages.

Fearnside,P.M. 2007. Brazil's Cuiaba´ -Santare´m (BR-163) highway: the environmental cost of paving a soybean corridor through the Amazon. Environmental Management (39): 601–614.

Freitas,S.R., et al.2010. Effects of roads, topography, and land use on forest cover dynamics in the Brazilian Atlantic Forest. Forest Ecology and Management (259): 410–417.

Forman,R.T.T., E.A.,Lauren.1998. Roads and their Major Ecological Effects. Annu. Rev. Ecol. Syst. (29): 207-231.

Forman,R.T.T.1995. Land Mosaic. The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge University Press. 607 pages.

Forman,R.T.T., et al .2003. Road Ecology: Science and Solutions. Island Press, Washintron, 481 pages.

Girvetz,E. H., et al.2008. Integration of landscape fragmentation analysis into regional planning: A statewide multi-scale case study from California, USA. Landscape and Urban Planning (86): 205-218.

Jaeger,J. 2002. Landscape fragmentation: A trans disciplinary study according to the concept of environmental threat Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany.

Leitao,A.B., J.,Ahren.2002. Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning. Landscape and Urban Planning (59): 65- 93.

Liua, S.L., et al .2008. Evaluating the influence of road networks on landscape and regional ecological risk—a case study in Lancang River Valley of Southwest China. Ecological Engineering (34): 91-99.

Makhdoum,M.F. 2008. Landscape ecology or environmental studies (Land Ecology) (European Versus Anglo-Saxon School of thoughts). Journal of International Environmental Application and Science. (3): 147-160.

Nagendra,H., J.,Southworth, C.,Tucker .2003. Accessibility as a determinant of landscape transformation in western Honduras: linking pattern and process. Landscape Ecology (18): 141–158.

Naveh,Z.2002. Foreword. In: Bastian O and Steinhardt U (Eds). Development and perspectives of landscape ecology. Kluwer Academic Publisher. Boston

Pichancourt,J.B., F.,Burel, P.,Auger .2006. Assessing the effect of habitat fragmentation on population dynamics: An implicit modeling approach. Ecological Modeling 192: 543–556.

Quintana,S.M., et al.2010. A model for assessing habitat fragmentation caused by new infrastructures in extensive territories – Evaluation of the impact of the Spanish strategic infrastructure and transport plan. Journal of Environmental Management (91): 1087–1096.

Turner,M.G., R.H.,Gardner, R.V.,O'Neill .2001. Landscape ecology in theory and practice: pattern and process. Springer.