

\*

۲

۳

۴

۵

۱- کارشناس ارشد برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست دانشگاه تهران

۲- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳- استادیار واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد

۴- کارشناس ارشد خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز

۵- کارشناس ارشد جامعه شناسی دانشگاه روزولت امریکا

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۱/۶

فعالیت‌های بشر اغلب تأثیرات ناسازگاری بر سیمای طبیعی سرزمین و اکوسیستم‌ها می‌گذارند. سیمای طبیعی سرزمین زیستگاه‌ها را دربرمی‌گیرند و از بین رفتن و قطعه قطعه شدن زیستگاه‌ها، دو تهدید مهم برای تنوع زیستی به شمار می‌روند. ارزیابی آثار محیط زیستی به عنوان یک فرایند سیستماتیک و مستند برای شناسایی و ارزیابی آثار مستقیم و غیرمستقیم پروژه‌های توسعه‌ای در محیط زیست‌های متفاوت، دربرگیرنده روشی مناسب برای کمی کردن و پیش بینی از آثار دست رفتن و قطعه قطعه شدن اکوسیستم‌ها بر تنوع زیستی نیست. این مقاله به ارزیابی آثار محیط‌زیستی بزرگراه تهران - پردیس بر تنوع‌زیستی دو منطقه حفاظت شده خجیر و سرخه حصار که در استان تهران واقع شده‌اند، می‌پردازد. در این ارزیابی دو نوع آثار مربوط به "از دست دادن مستقیم اکوسیستم‌ها" و "قطعه قطعه شدن اکوسیستم‌ها" مدنظر قرار گرفتند. برای محاسبه از دست دادن اکوسیستم، محدوده ضربه‌گیری در دوطرف مسیر جاده در نظر گرفته شد و میزان از دست‌دادن اکوسیستم‌ها با رویهم گذاری نقشه مسیر، زون ضربه‌گیر و نقشه اکوسیستم‌ها محاسبه شد. نتایج مورد انتظار از این رویهم‌گذاری نیز در جدولی که برای گزینه‌های مختلف پیشنهادی پروژه از همین طریق تهیه شد، ارائه گردید و از دست رفتن اکوسیستم برای هر تیپ اکوسیستمی محاسبه شد. علاوه بر این، سه شاخص ناحیه مرکزی لکه، جداشدگی لکه و میزان تخریب لکه برای پیش بینی آثار قطعه قطعه شدن در نظر گرفته شد. این شاخص‌ها به طور غیرمستقیم برای بررسی میزان زیست پذیری اکوسیستم بررسی شدند. سرانجام آثار پروژه، براساس یافته‌ها پیش‌بینی شدند و برای ارزش‌گذاری اکوسیستم‌ها به عنوان جزئی از فرایند ارزیابی آثار، نادر بودن هر لکه مورد محاسبه قرار گرفت. نسبت بین پوشش واقعی و پوشش بالقوه هر لکه اکوسیستمی نیز به عنوان شاخصی برای بیان نادر بودن اکوسیستم مورد استفاده قرار گرفت و در نتیجه کاربرد این روش شناختی، ارزیابی آثار بر تنوع زیستی، احداث بزرگراه تهران - پردیس را تأیید نمود.

تنوع زیستی - قطعه قطعه شدن لکه اکوسیستمی - ارزیابی - بزرگراه - سیمای سرزمین - مناطق حفاظت شده خجیر و سرخه حصار

صرفی خانوار و نیز هزینه‌های عمومی است (حدادتهرانی و محرم نژاد ۱۳۸۱). از طرفی، هرچند راه‌ها از اصلی‌ترین اجزای زیرساخت‌ها به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه هر کشور هستند، اما توسعه راه‌ها، از منابع اصلی آسیب به محیط‌زیست از جمله اختلال در زیستگاه‌ها و آسیب به پوشش گیاهی و جانوری محسوب می‌شود (Agrawal and Dikshit, 2003).

سیستم‌های حمل‌ونقل، نقش عمده‌ای در حیات اقتصادی کشورهای صنعتی و نیز زندگی روزمره شهروندان ایفا می‌کنند. در کشورهای صنعتی، بخش حمل‌ونقل (تولید، تعمیر و کاربرد زیرساخت‌های حمل‌ونقل و وسایل نقلیه) ۴ تا ۸ درصد تولید ناخالص داخلی و ۲ تا ۴ درصد اشتغال را ایجاد می‌کند. اهمیت اساسی دیگری که این بخش دارد نقش آن در حمل‌ونقل کالا و خدمات، فرایندهای بازرگانی، هزینه‌های

به همین دلیل براساس صورتجلسه مورخ ۱۳۸۰/۷/۲۵ شورای عالی حفاظت محیط زیست، پروژه‌های بزرگراهی نیز از جمله پروژه‌هایی به شمار می‌رود که به ارزیابی محیط‌زیستی احتیاج دارد (کیوانی، ۱۳۸۲). اما به نظر می‌رسد روش‌های ارزیابی موجود، آن‌گونه که باید، به ارزیابی آثار بر تنوع زیستی نمی‌پردازند و در نتیجه امکان مقایسه گزینه‌های مختلف پیشنهادی برای پروژه‌های نیازمند ارزیابی محیط‌زیستی از نظر تأثیر بر تنوع زیستی بخوبی فراهم نمی‌شود.

منظور از تنوع زیستی نیز، درجه تنوع در موجودات زنده منطقه‌ای مشخص است که می‌تواند در سطوح مختلف ژنتیکی، گونه‌ای و اکوسیستمی مورد بررسی قرار گیرد. در بیشتر مطالعات، تنوع زیستی را در سطح گونه‌ها مورد بررسی قرار می‌دهند و به این منظور، گونه‌های شاخصی در نظر گرفته می‌شوند که می‌توانند اطلاعاتی در مورد حضور و موقعیت دامنه‌ای از گروه‌های گونه‌ای دیگر فراهم کنند. بهترین گونه‌های شاخص نیز، گونه‌هایی هستند که ارتباط زیادی با دیگر گروه‌های گونه‌ای دارند و گونه‌های کلیدی خوانده می‌شوند (پیلهور، ۱۳۸۰). در بررسی آثار پروژه‌ها بویژه احداث بزرگراهها بر تنوع زیستی<sup>۱</sup> (BIA)، سطح اکوسیستم برای بررسی تنوع زیستی مد نظر قرار می‌گیرد و اکوسیستم هدف، سیمایی از سرزمین<sup>۲</sup> خواهد بود که با محدوده پروژه در تقاطع باشند (Forman & Lauren, 1999).

سیمای سرزمین نیز، واحد ناهمگن و ترکیب پیچیده‌ای از تعاملات بین اجزای تشکیل دهنده آن است که این اجزا معمولاً شامل اکوسیستم‌های محلی، فرم‌های رویش گیاهی و دسته‌بندی کاربری اراضی است و ساختار آن که توسط شکل، اندازه و موقعیت فضایی هریک از اجزا تعریف می‌شود، در پویایی جمعیت‌های ساکن در آن، میزان انقراض و قابلیت حرکت و تغییرپذیری آنها در سراسر سیمای سرزمین اثر می‌گذارد (بصیری دهکردی، ۱۳۸۵).

با انجام (BIA)، میزان از دست دادن و قطعه قطعه شدن اکوسیستم‌های منطقه مطالعاتی، محاسبه می‌شود و بر اساس نتایج حاصل از این محاسبات، گزینه مناسب‌تر که تخریب کمتری در پی داشته باشد، انتخاب می‌شود.

بزرگراه‌ها آثار چشمگیرتری بر شرایط زیستگاه‌های موجود در سیمای طبیعی سرزمین نسبت به سیمای سرزمین کشاورزی و شهری دارند و از نظر بوم‌شناختی نیز، تخریب زیستگاه اثر بیشتری نسبت به از دست دادن اکوسیستم و قطعه قطعه شدن آن دارد (Forman, 2006). اما، در بررسی میزان از دست رفتن اکوسیستم‌ها، به میزان نادر بودن آنها نیز باید توجه کرد زیرا اکوسیستم‌های نادرتر

برای حفظ تنوع زیستی اولویت دارند (Geneletti, 2002).

هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی آثار بزرگراه تهران - پردیس بر تنوع زیستی مناطق حفاظت شده خجیر و سرخه حصار در حاشیه شهر تهران بوده و فرضیه تحقیق این بوده است که احداث و بهره‌برداری از بزرگراه مذکور، نسبت به مسیر فعلی، اثرات کمتری بر تنوع زیستی مناطق یادشده دارد.

بزرگراه شهید بابایی در شرق تهران و در ادامه بزرگراه صدر، از خیابان پاسداران به سمت جنوب شرقی امتداد یافته است. انتهای این بزرگراه در حال بهره‌برداری، به عنوان نقطه آغاز طرح بزرگراه تهران - پردیس محسوب می‌شود و در این تحقیق، شهر جدید پردیس به عنوان نقطه انتهایی بزرگراه مذکور در نظر گرفته شده است. مسیر بزرگراه تهران - پردیس از تقاطع بزرگراه شهید بابایی و جاده دماوند آغاز شده و در مسیر خود، پس از عبور از یک تونل پیش‌بینی شده ۱/۵ کیلومتری، گذر از یک مسیل با استفاده از پل و سپس انحراف مسیر به سمت شمال و عبور از رودخانه جاجرود به سمت شهر جدید پردیس امتداد می‌یابد.

بخش نخست مسیر طرح تا دره جاجرود از حاشیه منطقه حفاظت شده جاجرود در جنوب جاده فعلی و نیز پارک جنگلی غزال در شمال آن می‌گذرد که بخشی از آن در داخل تونل قرار می‌گیرد. منطقه مسیر بزرگراه، کوهستانی و در برخی نقاط، تپه‌ماهوری است و عبور مسیر به ویژه در حوالی دره جاجرود، از میان دهلیزهای بسیار محدود صورت می‌گیرد. پس از دره جاجرود تا حوالی شمس‌آباد، مسیر بزرگراه از دهلیز موجود که از دامنه آن سنگ مورد نیاز کارخانه سیمان تهران استخراج می‌شود، عبور می‌کند و طرح در این قسمت تا تقاطع با جاده موجود در غرب شمس‌آباد، از منطقه حفاظت شده جاجرود گذر می‌کند. در غرب شمس‌آباد، انحراف مسیر به سمت جنوب شرقی بوده و از روی جاده موجود تهران - رودهن و مسیل مجاور آن با استفاده از پلی بزرگ عبور می‌کند. این مسیر، پس از عبور از جاده موجود و در مجاورت ضلع جنوبی آن، در حاشیه پارک ملی خجیر قرار می‌گیرد و بعد تا ضلع غربی شهر جدید پردیس، در مجاورت منطقه حفاظت شده جاجرود خواهد بود.

پس از آن، مسیر پیش‌بینی شده، با قطع جاده موجود، در قسمت شمالی آن قرار می‌گیرد و با توجه به موقعیت تقاطع، عبور جاده موجود از روی بزرگراه پیش‌بینی شده است. قبل از تقاطع با جاده موجود و در

باشد و عمومی‌ترین روش برای نقشه‌سازی اکوسیستم‌ها نیز، نقشه‌سازی پوشش گیاهی است. برای مشخص کردن محدوده اثر بزرگراه‌ها نیز، محدوده‌های ضربه‌گیری<sup>۳</sup> با عرض‌های متفاوت در دو طرف مسیر بزرگراه در نظر گرفته می‌شود که این محدوده می‌تواند بسته به نوع راه، شرایط محل پروژه و مقیاس نقشه‌های در دسترس متفاوت باشد. در این تحقیق، محدوده ضربه‌گیری با عرض دو کیلومتر در دو طرف بزرگراه در نظر گرفته شد و با در نظر گرفتن سطح اکوسیستم-زیستگاه به منظور ارزیابی آثار احداث و بهره‌برداری بزرگراه تهران-پردیس بر تنوع زیستی منطقه حفاظت شده خجیر و سرخه حصار، میزان از دست‌دادن و میزان قطعه‌قطعه شدن اکوسیستم‌های منطقه، مورد محاسبه قرار گرفت. همچنین اثر بزرگراه بر زیستگاه جانوران شاخص منطقه نیز با روی هم‌گذاری نقشه زیستگاه و نقشه‌های مسیر و محدوده ضربه‌گیر ارزیابی شد.

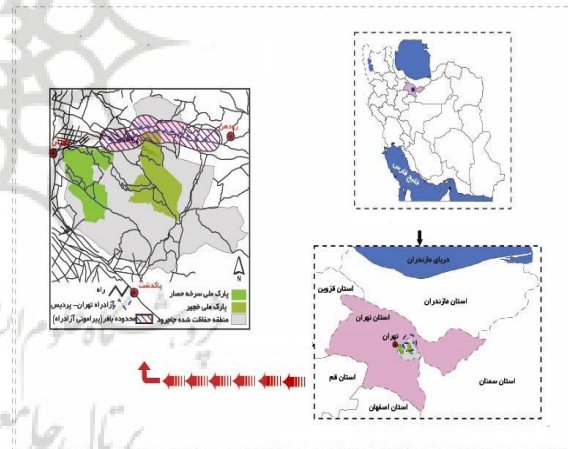
محاسبه میزان از بین رفتن اکوسیستم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی مسیر، محدوده ضربه‌گیر و پوشش گیاهی منطقه مطالعاتی و بررسی مساحت لکه‌هایی که در بستر مسیر قرار می‌گیرند، انجام شد. در محاسبه میزان از دست دادن لکه‌های اکوسیستمی بر اثر اجرای پروژه، ارزش نادر بودن هر یک از لکه‌ها نیز برآورد شد.

نادر بودن به عنوان معیار ارزشیابی اکوسیستم‌ها مدنظر قرار گرفت تا براساس آن بتوان ارزش هر کدام از لکه‌هایی را که احتمالاً در اثر اجرای پروژه از بین می‌روند، محاسبه کرد. شاخص‌های این معیار می‌تواند موارد متعددی از جمله "درصد باقیمانده بالقوه لکه در منطقه" یا "مقدار مساحتی از لکه که در محدوده ضربه‌گیر قرار می‌گیرد نسبت به کل مقدار همان نوع اکوسیستم در منطقه" باشد که در این تحقیق، نسبت مقدار مساحتی از لکه که در محدوده ضربه‌گیر قرار می‌گرفت نسبت به کل مقدار هر نوع اکوسیستم در منطقه، به عنوان شاخص معیار نادر بودن محاسبه شد.

بدین صورت احتمال از بین رفتن لکه‌ای که بیشترین نسبت مساحت موجود در محدوده ضربه‌گیر به مساحت موجود در کل منطقه را دارد، بیشتر است و ارزش نادر بودن آن به سمت یک متمایل می‌شود و لکه‌ای که کمترین آسیب احتمالی براساس نسبت مساحت محدوده ضربه‌گیر به کل منطقه را دارد، از نظر نادر بودن به صفر نزدیک می‌شود. در مرحله بعد، پس از ضرب مقادیر قابل پیش بینی از دست رفتن هر لکه اکوسیستمی در معیار نادر بودن آن، میزان از دست

مجاورت ضلع جنوبی آن، محدوده کوره آهک دماوند که در حال حاضر غیرفعال است قرارداد و پس از آن، مسیر طرح در شمال منطقه صنعتی خرم‌دشت تا شروع اراضی شهر جدید پردیس ادامه می‌یابد. با توجه به وجود کارخانه‌های واقع در شرق منطقه صنعتی خرم‌دشت و همچنین اطراف جاده کارخانه سیمان، بویژه کارخانه الکل‌سازی، عبور طرح از ضلع جنوبی امکان‌پذیر نیست و در این قسمت، طرح در مجاورت با ضلع شمالی جاده موجود، ناگزیر باید از اراضی شهر جدید پردیس عبور نماید. این طرح از شهر جدید پردیس عبور کرده و سرانجام به محورهای هراز، و یا فیروزکوه متصل خواهد شد. عرض این بزرگراه ۲۸ متر است و در مسیر آن ۵ پل و ۴ تونل پیش‌بینی شده است. نقشه شماره (۱) موقعیت بزرگراه پیشنهادی تهران-پردیس را نسبت به مناطق حفاظت‌شده خجیر و سرخه حصار و موقعیت منطقه مورد مطالعه را نسبت به جغرافیای کشور نشان می‌دهد.

(۱):



روشی که برای انجام این تحقیق از آن استفاده شد، روش مقایسه‌ای است که در آن آثار محیط‌زیستی دو گزینه "اجرای" پروژه بزرگراه و "عدم اجرا"، یا تعریض مسیر فعلی، بر تنوع زیستی مناطق حفاظت شده خجیر و سرخه حصار مورد ارزیابی قرار گرفت و در انجام ارزیابی مورد نظر، سطح اکوسیستم-زیستگاه از میان سطوح شناخته شده تنوع‌زیستی در نظر گرفته شد. زیرا نتایج حاصل از مطالعات مختلف درباره حفاظت از تنوع‌زیستی، نشان داده است که با حفاظت اکوسیستم‌ها، همه اجزای مربوط به آنها نیز حفظ می‌شود (Geneletti, 2002).

به منظور ارزیابی آثار بر تنوع زیستی، ایده‌آل است که نقشه‌های مناسب و به روز با مقیاس‌هایی بین ۱/۵۰۰ تا ۱/۲۵۰۰۰ در اختیار

دادن هر لکه و در مجموع، میزان از دست دادن لکه‌های اکوسیستمی در اثر اجرای هر کدام از گزینه‌های پیشنهادی محاسبه شد.

در مجموع، میزان از دست دادن اکوسیستم‌ها با استفاده از رابطه زیر ارزیابی شد:

$$ELi = \sum n (Aj * Rj)$$

$ELi$  = امتیاز از دست دادن اکوسیستم برای گزینه I

$Aj$  = منطقه از دست‌رفته پیش‌بینی شده برای لکه اکوسیستمی J

$Rj$  = ارزش نادر بودن ارزیابی شده برای لکه اکوسیستمی J

$n$  = تعداد لکه‌های اکوسیستمی

در پیش‌بینی و محاسبه میزان قطعه‌قطعه‌شدن اکوسیستم‌ها، مواردی از جمله افزایش میزان جداشدگی لکه‌های اکوسیستمی، کاهش اندازه لکه‌ها و افزایش تخریب لکه‌ها در نظر گرفته شد. برای محاسبه این معیارها، شاخص‌هایی چون "ناحیه مرکزی لکه"<sup>۴</sup>، "جدا شدگی لکه"<sup>۵</sup> و "تخریب لکه"<sup>۶</sup>، اندازه‌گیری شد که در مجموع، اندازه این شاخص‌ها توانست میزان قطعه‌قطعه شدن اکوسیستم را مشخص کند. به طوری که، با کم شدن ناحیه هسته لکه اکوسیستمی، احتمال تنزل کیفیت و کمیت تنوع زیستی آن در اثر عوامل مختلف بیشتر خواهد شد، همچنین افزایش جداشدگی، اتصال لکه‌ها را از بین برده و احتمال پایداری را کمتر می‌کند و بدیهی است که افزایش تخریب لکه نیز، تهدیدی برای تنوع زیستی لکه‌ها به شمار می‌رود. میزان این شاخص‌ها، زیست‌پذیری اکوسیستم را که به معنای توانایی لکه‌ها برای حفظ تمامیت خود و قابل زیست بودن آنهاست، در شرایط قبل و بعد از اجرای پروژه نشان می‌دهد (Geneletty, 2002).

معیار قطعه‌قطعه شدن، پس از محاسبه شاخص‌های یاد شده، می‌تواند با در نظر گرفتن زیست‌پذیری، مساحت لکه و ارزش نادر بودن آن محاسبه شود. زیست‌پذیری می‌تواند بر مبنای تک تک شاخص‌ها و یا تمامی شاخص‌های یاد شده با وزن یکسان و یا غیریکسان محاسبه شود که وزن‌دهی به شاخص‌ها بنا به نظر کارشناس و شرایط خاص محل پروژه انجام می‌شود.

برای مشخص کردن ناحیه مرکزی یک لکه نیز، معمولاً سه برابر ارتفاع متوسط درختان منطقه از پیرامون لکه کسر می‌شود، یا در برخی مناطق پردرخت به طور قراردادی ۱۳۰ متر گرفته می‌شود (Geneletty, 2002). در این تحقیق، با توجه به مقیاس نقشه‌های موجود منطقه که ۱/۵۰۰۰۰ بوده، ناحیه مرکزی هر لکه که امکان

دست نخورده ماندن لکه گیاهی را نشان می‌دهد از رابطه زیر محاسبه شد:

$$Corearea = S - (P * 50)$$

که در این فرمول، S مساحت لکه، P محیط لکه و ۵۰ متر، شعاع در نظر گرفته شده برای احتمال تحت تأثیر قرار گرفتن لکه در مقابل عوامل بیرونی، با توجه به مرتعی بودن پوشش در این منطقه و نظر کارشناسی است. همچنین در محاسبه جداشدگی، فاصله لکه از اکوسیستم‌های اطراف اندازه‌گیری می‌شود و برای بررسی تخریب لکه، فاصله لکه اکوسیستمی مورد نظر از عوامل انسان‌ساخت مثل سکونت‌گاه‌ها، مزارع یا زیرساخت‌ها محاسبه می‌شود که برای اندازه‌گیری این شاخص‌ها می‌توان از قدرت نرم‌افزاری سامانه اطلاعات جغرافیایی بهره برد. در محاسبه ارزش زیست‌پذیری، برای مساحت کل لکه در منطقه که حالت طبیعی آن است عدد یک در نظر گرفته شد و ناحیه مرکزی قبل و بعد از پروژه با مساحت کل سنجیده شده و ارزش زیست‌پذیری آن محاسبه شد. بنابراین عددی که به یک نزدیک‌تر است مورد تهدید کمتری است و عددی که به صفر نزدیک‌تر است، احتمال زیست‌پذیری کمتر و ضرورت حفاظت بیشتر را نشان می‌دهد. در این محاسبه، نظر کارشناس می‌تواند در مواردی که برخی از گونه‌ها دارای ارزش ویژه‌ای هستند، در ارزش‌دهی دامنه زیست‌پذیری مؤثر باشد. در این تحقیق، هرچه ناحیه مرکزی لکه اکوسیستمی کوچکتر بود، زیست‌پذیری آن کمتر و ارزش حفاظت آن بیشتر و یا هرچه مقدار جداشدگی اکوسیستم بیشتر بود، زیست‌پذیری کمتری برای آن در نظر گرفته شد. پس از به دست آوردن ارزش زیست‌پذیری لکه‌های اکوسیستمی برای شرایط قبل و بعد از پروژه، میزان تغییر این شاخص محاسبه و سپس برای محاسبه امتیاز قطعه‌قطعه شدن اکوسیستم از فرمول زیر استفاده شد.

$$Efi = \sum (Vlj * Sj * Rj)$$

$Efi$  = امتیاز قطعه‌قطعه شدن اکوسیستم در اثر اجرای گزینه I

$Vlj$  = میزان از دست رفتن زیست‌پذیری لکه J

$Sj$  = مساحت لکه اکوسیستمی J

$Rj$  = ارزش نادر بودن لکه اکوسیستمی J

پس از محاسبه میزان قطعه‌قطعه شدن اکوسیستم در اثر اجرای هر گزینه، گزینه‌های مختلف مورد مقایسه قرار گرفت و بر این اساس گزینه‌ای که کمترین اثر بر تنوع‌زیستی داشت، مشخص شد.

( ) :

S1/S2 (%)	(S2)	( )	(S1)	( )	( )
۱۴/۵	۱۲۰۰	۱۵۵	۱۸۹	۶۸۳۳	Ast+Art auch+Stipa+Hult
۴/۵		۳۰	۵۵	۴۹۷۵	
۷۵		۸۷۸	۹۶۶	۱۷۵۳۹	
۵۴	۱۵۳۵	۷۶۴	۸۳۷	۱۴۶۴۳	Ast+Hult+Stipa
۴		۲۴	۵۵	۶۲۷۴	
۴۷	۲۰۷۱	۸۹۱	۹۶۵	۱۴۷۵۳	Ast.spp+Art.spp+Stipa
۵۸	۵۷۰	۲۴۹	۳۳۳	۱۶۸۸۳	Field
۸		۲۶	۴۷/۵	۴۲۷۵	
۶	۱۱۰۷۸	۶۵۳	۷۱۷	۱۲۸۱۴	Ast+Art+Hult+Acanth+Acanthoph
۵۷	۸۴۱	۴۲۶	۴۸۰	۱۰۸۲۶	Ast.spp+Art+Acanth+Hult
۱	۱۳۵۴	۸	۱۷/۶	۲۰۰۰	Ast.spp+Art auch+Gr+Acanth
۵	۶۰۹	۱۹	۳۲	۲۶۰۰	Ast+Gr
-/۴	۸۲۰	۰	۳/۵	۱۰۷۲	R+Amygdas

در منطقه مورد بررسی، هیچ کدام از گونه‌های گیاهی امتیاز ویژه‌ای نسبت به دیگران نداشته و در وزن دهی نادر بودن و زیست پذیری، فقط امتیازهای شاخص‌ها مورد بررسی قرار گرفت. جدول‌های شماره (۱ و ۲) وضعیت تیپ‌های گیاهی محدوده، قبل و بعد از اجرای پروژه را نشان می‌دهد.

( ) :

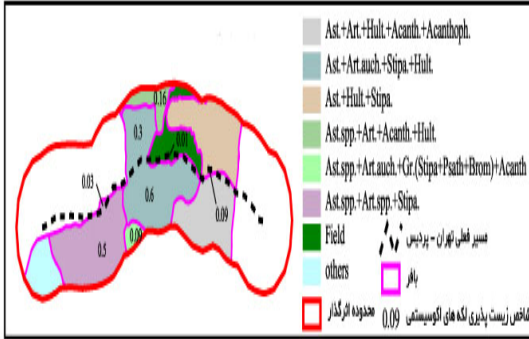
S1/S2 (%)	(S2)	( )	(S1)	( )	( )
۲۹	۱۳۰۰	۳۴۰	۳۸۴	۸۷۵۸	Ast+Art auch+Stipa+Hult
-/۱۵		۰	۲	۸۶۴	
-/۸		۰	۱۰	۲۲۵۳	
۶۶	۱۵۳۵	۸۵۱	۸۵۳	۱۴۶۲	Ast+Hult+Stipa
۹۷		۱۳۵۶	۱۴۹۴	۲۷۶۵	
۲		۱۴	۳۲	۳۶۶۰	
۵/۳	۲۰۷۱	۶۹	۱۰۹	۷۹۱۷	Ast.spp+Art.spp+Stipa
۵۳		۱۰۱۲	۱۰۹۳	۱۶۲۶	
۶۹	۵۷۰	۳۰۹	۳۹۲	۱۶۵۸	Field
۳		۵	۱۷/۳	۲۴۶۹	
۲		۲	۱۰/۸	۱۷۲۹	
۶/۵	۱۱۰۷۸	۶۵۶	۷۲۰	۱۲۷۸	Ast+Art+Hult+Acanth+Acanthoph
۲۲/۵	۸۴۱	۱۳۷	۱۸۹	۱۰۳۴	Ast.spp+Art+Acanth+Hult
۱۲	۱۳۵۴	۱۲۷	۱۶۰	۶۵۵۱	Ast.spp+Art auch+Gr+Acanth

جدول شماره (۳) نیز، ارزش نادر بودن لکه‌های اکوسیستمی را که در دامنه‌ای بین صفر تا یک محاسبه شده‌است نشان می‌دهد.

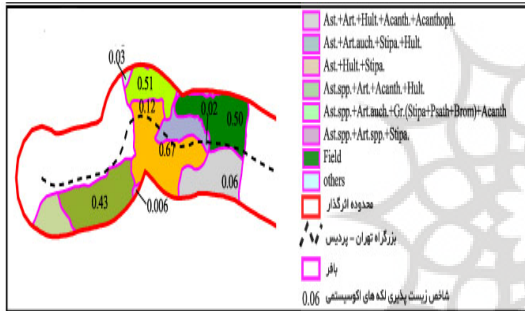
( ) :

S1/S2 (%)	( )
-/۹۴	۹۴
-/۵۸	۵۸
-/۴۷	۴۷
-/۶۶	۶۶
-/۰۶	۶
-/۵۷	۵۷
-/۰۱	۱
-/۰۵	۵
-/۰۰۴	۰/۴

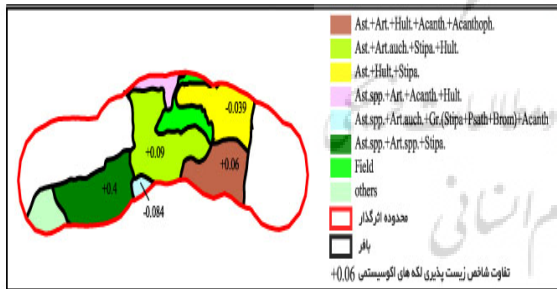
( ) :



( ) :



نقشه شماره (۴): تفاوت شاخص زیست پذیری لکه های اکوسیستمی قبل و بعد از اجرای پروژه



همچنین امتیاز اثر از دست دادن اکوسیستم محاسبه و نتایج حاصل از آن در مورد گزینه‌های مختلف پیشنهادی مقایسه شد. بنابراین، امتیاز از دست دادن اکوسیستم برای مسیر پیش‌بینی شده بزرگراه با استفاده از فرمول، معادل ۲۴۳۲ محاسبه شد. در حالی که این امتیاز برای مسیر فعلی به عنوان یک گزینه، محاسبه شده و عددی معادل ۲۷۶۵ به دست آمد.

علاوه بر این، فرمول مقایسه امتیاز قطعه قطعه شدن اکوسیستم بین گزینه‌های پیشنهادی استفاده و این معیار برای هر گزینه مشخص شد.

همچنین، اگر مسیر فعلی، یا تعریض آن را به عنوان گزینه‌ای برای مقایسه با مسیر پیش‌بینی شده بزرگراه در نظر بگیریم، ارزش نادر بودن لکه‌های اکوسیستمی به شرح جدول شماره (۴) خواهد بود. ( ) :

	S1/S2 (%)	
-/۹۶	۹۵/۹	Ast+Art auch+Stipa + Hult
-/۹۹	۹۹	Ast+Hult+Stipa
-/۵۸	۵۸	Ast.spp+Art.spp +Stipa
-/۷۴	۷۴	Field
-/۰۶۵	۶/۵	Ast+Art+Hult+Acanth +Acanthoph
-/۲۲۵	۲۲/۵	Ast.spp+Art+Acanth +Hult
-/۱۲	۱۲	Ast.spp+ Art auch+Gr +Acanth

جدول شماره (۵) محاسبه معیار زیست‌پذیری لکه‌های اکوسیستمی را با توجه به شاخص ناحیه مرکزی آنها نشان می‌دهد و نقشه‌های شماره (۲ و ۳) شاخص زیست‌پذیری لکه‌های اکوسیستمی را در شرایط قبل و بعد از پروژه و نقشه شماره (۴) تفاوت زیست‌پذیری لکه‌ها را نشان می‌دهند.

( ) :

-/۰۹	-/۸۲	۱۰۶۳	-/۹۱	۱۱۹۱	Ast+Art auch+Stipa + Hult
-/۳۸	-/۵۱	۷۸۸	-/۸۹	۱۳۷۰	Ast+Hult+Stipa
-/۰۹	-/۴۳	۸۹۱	-/۵۲	۱۰۸۱	Ast.spp+Art.spp +Stipa
.	-/۰۶	۶۵۳	-/۰۶	۶۵۶	Ast+Art+Hult + Acanth +Acanthoph
-/۳۵	-/۵۱	۴۲۶	-/۱۶	۱۳۷	Ast.spp+Art +Acanth +Hult
-/۰۸۴	-/۰۰۶	۸	-/۰۹	۱۲۷	Ast.spp+ Art auch+ Gr+Acanth
---	-/۰۳	۱۹	---	---	Ast+Gr
---	.	.	---	---	R+Amygdalus

طعمه‌ای، گونه‌هایی از جمله پلنگ، قوچ وحشی، کل و بز، کفتار، آهو و شنگ هستند، تداخلی ندارد و فقط زیستگاه شنگ است که با محدوده ضربه‌گیر، یا بافر ۲ کیلومتری که در طرفین بزرگراه در نظر گرفته شده، در جنوب مسیر تداخل دارد. اما از سال ۷۸ تا کنون هیچ اثری از شنگ در این محدوده دیده نشده، بنابراین می‌توان این اثر را نادیده انگاشت. از سوی دیگر در زمینه گونه‌های جانوری تهدیدپذیر، در معرض انقراض، گونه‌های نادر و ضمیمه‌های CITES این محدوده مشکلی به چشم نمی‌خورد (مخدوم و همکاران، ۱۳۶۶).

همچنین از آنجا که بخش عمده‌ای از مسیر پیش‌بینی شده بزرگراه بر مسیر فعلی انطباق دارد، بنابراین تأثیر بزرگراه بر الگوهای رفتاری جانوران نیز تأثیر عمده‌ای ندارد. اما، اثر سر و صدای ناشی از انفجار، کوه‌بری و غیره در مرحله ساختمانی می‌تواند جانوران را بویژه در دوران بارداری تهدید کند، هرچند این اثر با توجه به فاصله زیستگاهها از محدوده اثرپذیر بزرگراه، کاهش می‌یابد، اما اثری منفی ارزیابی شد.

جدول شماره (۷) نزدیک‌ترین فاصله زیستگاه جانوران شاخص محدوده تا محدوده اثرپذیر پروژه که با استفاده از توانایی‌های نرم افزار Arcview محاسبه شده نشان می‌دهد.

( ) :

	( )	
۳۵	۱۶۳۰	آهو
۳۲۷	۵۰۰	کل و بز
۲۷۶۵	۱۲۵۰	قوچ و میش
۲	۵۰۰	پلنگ
----	* (تداخل دارد)	شنگ

(ماخذ: نژادی ۱۳۸۴)

در زمینه سر و صدای ناشی از وسایل حمل و نقل مواد و قرضه، با توجه به موانع طبیعی در اطراف مسیر و کاهش سر و صدای وسایل نقلیه از منبع تا زیستگاه جانوری، اثر چندان مهمی ارزیابی نشد؛ زیرا حداکثر صدای تولید شده توسط وسایل راهسازی حدود ۱۱۰ دسی بل است که با توجه به نزدیک‌ترین فاصله زیستگاهی جانوران تا محدوده

جدول شماره (۶) محاسبه فرمول را برای هر لکه اکوسیستمی نشان می‌دهد. بنابراین میزان قطعه قطعه شدن اکوسیستم در صورت اجرای گزینه پیشنهادی معادل ۴۵۳ محاسبه شد که این عدد نیز باید در مورد گزینه‌های مختلف محاسبه می‌گردید و برای مقایسه، مسیر فعلی، یا منطقه بدون مسیر، به منزله شرایط قبل از اجرای پروژه محسوب شد که در این تحقیق به دلیل این که گزینه‌های مختلفی مورد بررسی قرار نگرفت، مقایسه قطعه قطعه شدن انجام نشد. در نتیجه از مقایسه امتیاز از دست‌دادن اکوسیستم برای گزینه‌های اجرا و عدم اجرای پروژه استفاده شد.

( ) :

$VL_j$ $* S_j$ $* R_j$	$R_j$	$S_j$	$VL_j$	
۱۰۵	۰/۹۶	۱۲۱۹	۰/۰۹	Ast+Art auch +Stipa + Hult
۳۳۵	۰/۹۹	۸۹۰	۰/۳۸	Ast+Hult+Stipa
۵۰	۰/۵۸	۹۶۱	۰/۰۹	Ast.spp+Art.spp +Stipa
۰	۰/۰۶۵	۷۱۷	۰	Ast+Art+Hult+ Acanth +Acanthoph
-۳۷	۰/۲۲۵	۴۷۹	-۰/۳۴	Ast.spp+Art+ Acanth +Hult
۰/۱۹	۰/۱۲	۱۹	۰/۰۸۵	Ast.spp+ Art auch+ Gr+Acanth
---	---	----	---	Ast+Gr
---	---	---	---	R+Amygdalus
۴۵۳	---	---	---	جمع

برای بررسی آثار احداث بزرگراه بر حیات وحش جانوری، اثر فعالیت‌های پروژه بر اکوسیستم‌های منطقه مد نظر قرار گرفت. براساس وضع موجود زیستگاههای منطقه، مشخص شد که احداث این بزرگراه با زیستگاههای جانوری بویژه جانوران شاخص محدوده جابجود که با در نظر گرفتن معیارهایی از قبیل ارزش گونه‌ای، ارزش حفاظتی، ارزش اکولوژیک، ارزش اقتصادی، ارزش غذایی و ارزش

اثربخیز و قانون عکس مجذور فاصله در انتشار صوت، این اثر به محدوده مجاز صوتی اطراف بزرگراهها که ۶۵ دسی بل در نظر گرفته شده است، کاهش می‌یابد (صفارزاده و رحیمی، ۱۳۸۲).

در این تحقیق، با محاسبه میزان از دست دادن اکوسیستم در اثر اجرای پروژه بزرگراه، عدد ۲۴۳۲ به دست آمد در حالی که با محاسبه آن برای مسیر فعلی به منزله یک گزینه، عدد ۲۷۶۵ حاصل شد. نتایج حاصل نشان می‌دهد که میزان از بین رفتن اکوسیستم در اثر گزینه بزرگراه کمتر و در نتیجه از نظر محیط زیستی بهتر است.

همچنین در صورت تعریض جاده کنونی، تعداد لکه‌های اکوسیستمی درگیر، ۱۴ عدد و مساحت ناحیه مرکزی آنها کم خواهد بود. در حالی که با اجرای پروژه بزرگراه، تعداد لکه‌های درگیر ۱۳ عدد و مساحت ناحیه مرکزی لکه‌ها در مقایسه، بیشتر و بر این اساس احتمال پایداری لکه‌ها بیشتر خواهد بود.

بنابراین اجرای پروژه بزرگراه از نظر محیط زیستی بهتر از گزینه مسیر فعلی، یا تعریض آن، ارزیابی شد. در این تحقیق، ارزیابی اکولوژیکی بر مبنای میزان از دست دادن و قطعه قطعه شدن لکه‌های اکوسیستمی انجام شد و به تعداد لکه‌های درگیر نیز اشاره شد.

بنابراین در مقایسه با روش‌های انجام ارزیابی آثار محیط زیستی (EIA) پروژه‌ها که به طور خاص به ارزیابی بر تنوع آثار زیستی با شیوه‌های محاسباتی نمی‌پردازند، این روش، میزان دقت ارزیابی را بالا می‌برد و به نظر می‌رسد همان‌طور که جنلتی، کوک، پیستوچی، مالسوشی و دیگران معتقدند، باید BIA همراه با EIA، بویژه در پروژه‌هایی که مناطق حفاظت شده را تحت تأثیر قرار می‌دهند، و یا مکان‌هایی که فشار انسانی وارد بر طبیعت زیاد است، انجام شود (Geneletti 2002).

همچنین در این تحقیق، میزان از دست رفتن و میزان قطعه قطعه شدن لکه‌های اکوسیستمی به طور جداگانه اندازه‌گیری شد تا دقت ارزیابی افزایش یابد.

بررسی نیز در مقیاس لندسکیپ انجام شده و گزینه‌های مختلف "با" و "بدون" بزرگراه از این نظر مقایسه شدند و ارزش نادر بودن لکه‌ها در محاسبات مدنظر قرار گرفت.

در حالی که فاریگ معتقد است، بسیاری از محققان، در بحث از قطعه قطعه شدن، از دست رفتن زیستگاه و لکه اکوسیستمی را هم در نظر می‌گیرند و تمایزی بین از دست رفتن و قطعه قطعه شدن قائل نیستند و از سوی دیگر، قطعه قطعه شدن را در مورد هر لکه

می‌سنجند و آن را در مقیاس لندسکیپ بررسی نمی‌کنند (Fahrig, 2003).

اما بررسی مطالعات مختلف اکولوژی سیمای سرزمین نشان می‌دهد که قطعه قطعه شدن می‌تواند زیستگاه را برای برخی از گونه‌ها تخریب کند، در حالی که ممکن است آن را برای گروه‌های دیگر گونه‌ای آماده کند، ولی از دست دادن زیستگاه، اثر منفی بیشتری نسبت به ترتیب فضایی زیستگاه باقیمانده بر تنوع زیستی دارد و بنابراین باید این دو مسئله به طور جداگانه مورد بررسی قرار گیرند (Fahrig, 2001).

علاوه بر این، محققان مختلف، قطعه قطعه شدن، و یا تخریب را با روش‌های متفاوتی می‌سنجند و در نتیجه آثار آن را بر زیستگاهها، از نظر اهمیت و بزرگی اثر، متفاوت ارزیابی می‌کنند (بصیری دهرکردی، ۱۳۸۵).

آنان در ارزیابی آثار جاده‌ها در تخریب سیمای سرزمین، برای محاسبه تخریب از شاخص‌هایی مانند تعداد لکه‌های ایجاد شده در اثر انقطاع به وسیله گزینه‌های مختلف جاده برای یک پروژه، مقایسه میانگین اندازه لکه‌های کاربری و افزایش نسبت محیط به مساحت لکه‌های ایجاد شده در اثر گزینه‌های مختلف پرداخته و با استفاده از میزان درصد تغییرات هر یک از شاخص‌های یادشده، میزان تخریب را برآورد کرده‌اند.

فاریگ در مطالعه خود فقط عرض جاده را به عنوان محدوده اثر انتخاب کرده و محدوده ضربه‌گیری را برای جاده در نظر نگرفته است. همچنین اهمیت یکسانی برای لکه‌ها قائل شده و به نادر بودن یا نبودن آنها اشاره‌ای نکرده است. در حالی که در این تحقیق، در هر طرف مسیر جاده، بافری به عرض دو کیلومتر در نظر گرفته شد تا ارزیابی آثار با دقت بیشتری انجام شود پس از انجام BIA، آنالیزهای عدم قطعیت انجام نشد تا براساس آن، میزان درستی ارزیابی انجام شده بررسی شود، در حالی که مواردی که ممکن است در انجام BIA موجب عدم قطعیت نتایج باشند عبارتند از: طبقه‌بندی نشدن اکوسیستم‌های منطقه، اشتباه در ورود داده‌ها و در نتیجه میزان صحت فرایند ارزیابی و همچنین عدم قطعیت ناشی از چگونگی ارزش دهی به شاخص‌ها که به نظر کارشناس بستگی دارد (نژادی، ۱۳۸۴). بنابراین به نظر می‌رسد که باید روش‌های گوناگون ارزیابی اکولوژیکی بدقت مورد بررسی قرار گیرند و روشی جامع و دقیق برای انجام این نوع ارزیابی پیشنهاد شود تا مشکل دستیابی به نتایج متفاوت حاصل از کاربرد روش‌های گوناگون برطرف شود.



4-Core area  
5-Isolated  
6-Disturbance

1-Biodiversity Impact Assessment  
2-Landscapes  
3-Buffer zone

### منابع مورد استفاده

بصیری دهکردی، ف. ۱۳۸۵. تدوین طرح مدیریت محیط زیستی آزاد راه غرب اصفهان با استفاده از متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده محیط زیست. دانشگاه تهران. ۲۲۲ صفحه

پيله ور، ب. ۱۳۸۰. تعیین سطح ذخیره‌گاه لازم برای حفاظت از تنوع زیستی با ارائه الگوی مناسب در جنگل واز. رساله دکتری. دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۰۷ صفحه

حداد تهرانی، ن. و محرم نژاد، ن. ۱۳۸۱. شاخص‌های توسعه پایدار. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. ۴۶۸ صفحه

صفارزاده، م. و رحیمی ف. ۱۳۸۲. آلودگی صوتی در سیستم‌های حمل و نقل. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. ۲۹۷ صفحه

کیوانی، ن. ۱۳۸۲. ضوابط و استانداردهای زیست محیطی. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. ۱۵۱ صفحه

مخدوم، م. و همکاران. ۱۳۶۶. طرح جامع پارکداری خجیر. گزارش علمی. سازمان حفاظت محیط زیست.

نژادی، ا. ۱۳۸۴. ارزیابی آثار محیط زیستی بزرگراه تهران؛ پردیس بر مناطق حفاظت شده خجیر و سرخه حصار با استفاده از دو روش ماتریس لئوپولد (با تاکید بر ارزیابی آثار بر تنوع زیستی) و ماتریس سریع پاستاکیا. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده محیط زیست. دانشگاه تهران. ۲۱۴ صفحه

Agrawal, M.L.; Dikshit, A.K. 2003. Impact assessment on soil erosion due to highway construction. <http://www.ejge.com/2003/ppr0339/ppr0339.htm>.

Fahrig, L. 2001. How much habitat is enough. *Biological Conservation* vol. 100(1):65-74pp

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Retrieved 2007-01-25 from ([www.arjournals.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419](http://www.arjournals.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419))

Forman, R.T. 2006. Good and bad places for roads: effects of varying road and natural pattern on habitat loss, degradation, and fragmentation. Road Ecology Center. Paper Forman2005a. Retrieved 2007-01-23 from <http://repositories.cdlib.org>

---

Forman, R. and Alexander, E.L.1999.www. Roads and Their Major Ecological Effects. Annual Review, No.29:207-31.

Geneletty, D. 2002. Ecological Evaluation for Environmental Impact Assessment. press. Labor Grafimedia: 63-90

