

ارزیابی آثار توسعه بر محیط زیست حوزه کرگانرود با کاربرد مدل تخریب سیمای سرزمین

مهدی شیخ گودرزی^{۱*}، افشین علیزاده شعبانی^۲، عبدالرسول سلمان ماهینی^۳ و جهانگیر فقهی^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

^۲ استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

^۳ دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گرگان، ایران

^۴ دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۶/۷، تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۴/۵)

چکیده

مدل تخریب محیط زیست یکی از روش های ارزیابی آثار محیط زیستی است که آثار تجمعی فعالیت های انسانی را تحلیل و مقدار آن را به صورت کمی بیان می کند. از ویژگی نمایه های سیمای سرزمین، توانایی ارزیابی سریع و تشخیص پیامد فعالیت ها در کوتاه ترین زمان ممکن است. از این رو در انجام پژوهش حاضر از مدل تخریب سیمای سرزمین به منظور تحلیل تخریب و آثار تجمعی توسعه بر محیط زیست حوزه کرگانرود استان گیلان استفاده شد. برای دستیابی به این مهم، ابتدا محدوده آبخیز بر اساس تفکیک سامانه رودخانه ها به ۱۲ زیرحوزه تقسیم شد. در گام بعد درجه آسیب پذیری بوم شناختی، عوامل تخریب و شدت آن ها با استفاده از نمایه های سیمای سرزمین محاسبه و بر مبنای میانه داده ها دسته بندی شد. در پایان با استفاده از جدول نهایی تخریب و وارد نمودن مشخصه های مدل، برای هر یک از پهنه ها ضریب تخریب محاسبه و طبقه بندی گردید. به این ترتیب زیرحوزه های آبخیز از نظر شدت و میزان تخریب با یکدیگر مقایسه و به درجاتی از توسعه تا حفاظت تقسیم شد. در مجموع ۳۲٪ از مساحت حوزه دارای توان درجه ۱ توسعه، ۲۷٪ دارای توان درجه ۲ توسعه، ۲۱٪ نیازمند بازسازی و ۲۰٪ نیازمند اقدامات حفاظتی شناسایی شد.

واژه های کلیدی: ارزیابی آثار توسعه، مدل تخریب سیمای سرزمین، آسیب پذیری بوم شناختی، حوزه آبخیز کرگانرود.

مقدمه

بشر در مواجهه با طبیعت و محیط‌زیست، که بقای وی به طور اجتناب‌ناپذیری به آن وابسته است، شیوه معقولی را اتخاذ ننموده و به جای جامع‌نگری و برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری پایدار از این منابع، به بهره‌کشی و منفعت‌جویی ناپایدار از آن پرداخته است (Chamani et al., 2005). پیامد چنین اقداماتی ایجاد و گسترش آلودگی‌های مختلف محیط‌زیستی و همچنین تخریب و تهی‌سازی شدید منابع طبیعی بوده است. در این ارتباط، با جدی‌تر شدن بحران‌های محیط‌زیستی، بشر هر روزه به اشتباه‌های گذشته خود در ارتباط با مفاهیم رشد و توسعه، بیشتر آگاه می‌شود (Yarali et al., 2010). امروزه بسیاری بر این باورند که تجربه توسعه اقتصادی در گذشته و پیامدهای ناشی از عدم توجه به محیط‌زیست، زمینه ایجاد شناخت و درک محدودیت‌های بستر پذیرنده توسعه یعنی محیط‌زیست را طی چند دهه گذشته به وجود آورده است، به طوری که بشر به درستی دریافته که برای فعالیت‌های او در محیط‌زیست حد و مرزی وجود دارد و به‌منظور پایداری اکوسیستم‌های مورد بهره‌برداری نباید از آن گذر کرد (Habitat, 1992). ارزیابی آثار توسعه بر محیط‌زیست (EIA¹)، روشی برای اطمینان از رعایت ضوابط، معیارها و قوانین محیط‌زیستی در طرح‌های توسعه و هدف اصلی آن پیش‌بینی، شناسایی و تجزیه تحلیل دقیق کلیه نشان‌زدهای مثبت و منفی حاصل از اجرای طرح‌ها بر محیط‌زیست منطقه می‌باشد (Jay et al., 2007). مدل تخریب محیط‌زیست نیز در واقع یکی از روش‌های ارزیابی آثار محیط‌زیستی است که آثار تجمعی فعالیت‌های انسانی را در مقیاس منطقه‌ای، یا آبخیز تحلیل و مقدار آن را به صورت کمی بیان می‌کند. مدل تخریب در دسته‌بندی کلی مدل‌ها، جزو مدل‌های اطلاعاتی برای مدیریت کلان در منابع طبیعی محسوب می‌شود. این مدل از نوع تجزیه و تحلیل سیستمی است و در ساختار آن از شیوه مدل‌سازی ریاضی بهره گرفته شده

است (Yarali et al., 2010). در حقیقت هدف استفاده از این مدل پرهیز از مرور انشاگونه عوامل تخریب و درجه آسیب‌پذیری بوم‌سازگان‌ها است تا به این ترتیب بتوان در پروژه‌های آتی از بروز تخریب جلوگیری کرده و در کوتاه مدت نیز راه‌های جلوگیری از تکرار آن را نشان دهد. همچنین می‌توان به تصمیم‌گیرندگان، درجه‌های توسعه در گذشته و امکان‌سنجی توسعه در آینده را به صورت کمی و ساده نشان داد (Mansouri & Makhdoum, 1999). از طرفی در سال‌های اخیر رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین در ارزیابی آثار محیط‌زیستی توسعه، به دلیل استفاده از مفاهیم یکپارچگی فضایی به عنوان اصلی پایه در برنامه‌ریزی محیط‌زیست با استقبال چشمگیری روبه‌رو بوده است. در نتیجه استفاده از این مفاهیم برای ارزیابی سیمای سرزمین، ضمن صرفه‌جویی در زمان، ارزیابی پیامد فعالیت‌ها را به صورت تجمعی و در کوتاه‌ترین مدت می‌توان مشخص نمود (Khazaee & Azari Dehkordi, 2008). چیزی که این نمایه‌ها را کاربردی‌تر ساخته، امکان مقایسه پهنه‌های مختلف با استفاده از یک روش مشابه و مقایسه سیمای سرزمین مشخص با گزینه‌های مختلف زمانی و مکانی است (McGarical & Marks, 1995). هدف این پژوهش تحلیل تخریب و تعیین میزان آسیب‌پذیری بوم‌شناختی در سطح سیمای سرزمین حوزه کرگانرود می‌باشد. از این رو در انجام پژوهش حاضر از نسخه سیمای سرزمین ارائه شده برای مدل تخریب استفاده شد. مدل تخریب اولین بار توسط Makhdoum (1993) معرفی و برای ارزیابی آثار توسعه بر محیط‌زیست استان آذربایجان شرقی مورد استفاده قرار گرفت (Mansouri & Makhdoum, 1999). بررسی سوابق پژوهش‌های صورت گرفته بیان‌کننده مواردی چند از کاربرد این مدل در ارزیابی آثار توسعه در مناطق گوناگون است که از آن جمله می‌توان به کاربرد این مدل در حوزه آبخیز سد امیرکبیر و سفیدرود، استان هرمزگان (Mansouri & Makhdoum, 1999)، همدان (Chamani et al., 2005)، کرمانشاه (Nouri, 1997)، منطقه هورامان (Yavari & Fazael Beygi, 2011) و

¹ Environmental Impact Assessment

داده‌های مورد استفاده در انجام این پژوهش به‌منظور پهنه‌بندی و تهیه نقشه‌های کاربری و انقطاع سرزمین، عبارتند از: تصویر ماهواره‌ای IRS/P6 (LISS III) مربوط به تابستان سال ۱۳۸۶، نقشه راه‌ها، نقشه توپوگرافی و هیدروگرافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ (تهیه شده توسط سازمان نقشه‌برداری کشور).

شیوه اجرای پژوهش

روش بررسی

پس از مشخص نمودن مرز حوزه آبخیز کرگانرود از روی نقشه‌های توپوگرافی و هیدروگرافی، تعیین محدوده زیرحوزه‌ها نیز براساس سامانه تفکیک رودخانه‌ها به روش Strahler (1964) انجام گرفت. سپس داده‌های ماهواره‌ای مربوط به سال ۱۳۸۶ پس از انجام تصحیح هندسی به روش هیبرید^۲ و با توجه به کاربری‌های موجود منطقه در ۵ کلاس (کشاورزی، شهر، جنگل، مرتع و اراضی بایر)، طبقه‌بندی شد. ارزیابی صحت نقشه تولید شده با محاسبه شاخص‌های صحت کلی و کاپا از روی نقشه کاربری سال ۱۳۸۴ انجام گرفت. در مرحله بعد برای به-دست آوردن میزان انقطاع سیمای سرزمین در محدوده مطالعاتی، از همپوشی لایه‌های راه و کاربری سرزمین تهیه شده در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شد (Khazaee & Azari Dehkordi, 2008). نقشه‌های انقطاع تهیه شده در این مرحله به‌عنوان داده‌های ورودی برای استخراج نمایه‌های سیمای سرزمین و محاسبه پارامترهای مدل (تجزیه و تحلیل سیستمی) مورد استفاده قرار گرفت. مراحل انجام پژوهش در شکل ۲، ترسیم شده است. نرم‌افزارهای FRAGSTATS 3.0، ArcGIS 9.3 و ERDAS 8.6 نیز در مراحل مختلف مورد استفاده قرار گرفتند.

مدل ارزیابی تخریب سیمای سرزمین

منطقه حفاظت‌شده اشترانکوه (Yarali et al., 2010) اشاره نمود. پس از کالیبره نمودن مدل برای اجرا در ژاپن، و افزودن نمایه‌های سیمای سرزمین در ساختار مدل، نسخه دیگری از مدل تحت عنوان مدل تخریب سیمای سرزمین شکل گرفت (Khazaee & Azari Dehkordi, 2009).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه حوزه آبخیز کرگانرود (شهر هشتر) با وسعتی حدود ۶۴۵ کیلومتر مربع در محدوده جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۶ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۵۶ دقیقه عرض شمالی در استان گیلان قرار دارد (شکل ۱). حداقل ارتفاع این محدوده ۳۵- متر از سطح آب‌های آزاد و حداکثر آن در ارتفاعات، ۲۹۵۰ متر است. متوسط بارندگی سالانه منطقه ۱۳۶۵ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالانه ۱۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بررسی وضعیت اقلیم منطقه با روش دومارتن معرف آب و هوای معتدل و مرطوب است. مهم‌ترین رودخانه‌های این حوزه شامل کرگانرود، طولارود و ناورود می‌باشد. بررسی وضعیت کاربری و پوشش اراضی در حوزه، بیان‌کننده وجود مناطق شهری، جنگلی (گونه‌های درختی شمشاد، افرا، ممرز، بلوط، راش، توسکا، گردو و نمدار)، مراتع، کشاورزی (باغ‌ها، کشت آبی و دیم) و اراضی فاقد پوشش (بایر) است. جمعیت بخش شهرنشین بر اساس آمار سال ۱۳۸۵ برابر ۴۱۶۸۵ نفر (۴۷٪ جمعیت حوزه) می‌باشد. گسترش راه‌های ارتباطی به ویژه توسعه محور انزلی، تالش- آستارا و رشد سریع جمعیت در این حوزه طی ده-های اخیر، سبب گردیده تا شهر کوچک هشتر اکنون به یکی از بزرگترین مراکز اقتصادی اجتماعی در استان مبدل شود (Abdollahi, 2008).

اطلاعات و داده‌های مورد نیاز

L_D = ضریب تخریب در واحدهای کاری در سطح
 سیمای سرزمین
 $\sum ki$ = نمایه شدت فعالیت‌های انسان در تخریب سیمای-
 سرزمین در هر واحد کاری
 V = آسیب‌پذیری بوم‌شناختی تعیین شده در واحد کاری
 i ، می‌باشد.

مبنای قضاوت در دسته‌بندی بخش‌های سرزمین به‌عنوان طبقه‌های تخریب در مدل ارائه شده بر مبنای حفظ ارزش‌های بوم‌شناختی منطقه است. بر این اساس هرچه اکوسیستم طبیعی منطقه کمتر دستخوش تغییرات شده باشد، در مدل تخریب به‌عنوان طبقه‌های مستعد حفاظت بیشتر و بهتر شناخته می‌شود. همچنین بخش‌هایی از سرزمین که در سیمای پوششی خود با تخریب و تغییر شدید همراه بوده نیز به عنوان طبقه‌های مستعد توسعه بیشتر در نظر گرفته می‌شوند (Azari Dehkordi, 2005). دسته‌بندی و تعیین شدت نمایه فعالیت‌های انسانی، درجه آسیب‌پذیری بوم‌شناختی و حدود طبقه‌های تخریب سیمای سرزمین در این الگو، براساس میانه دادها انجام می‌شود (Khazaei & Azari Dehkordi, 2008).

اولین نسخه از مدل تخریب در ایران به صورت زیر توسط (Makhdoum, 2002) تعریف شد (معادله ۱). در این روش نخست با بررسی‌های میدانی تمامی عوامل تخریب در هر واحد نشانزد شناسایی، اندازه‌گیری و سپس معادله تخریب اجرا می‌شود.

$$H_i = (\sum I + DP_i) / V_i \quad \text{معادله ۱}$$

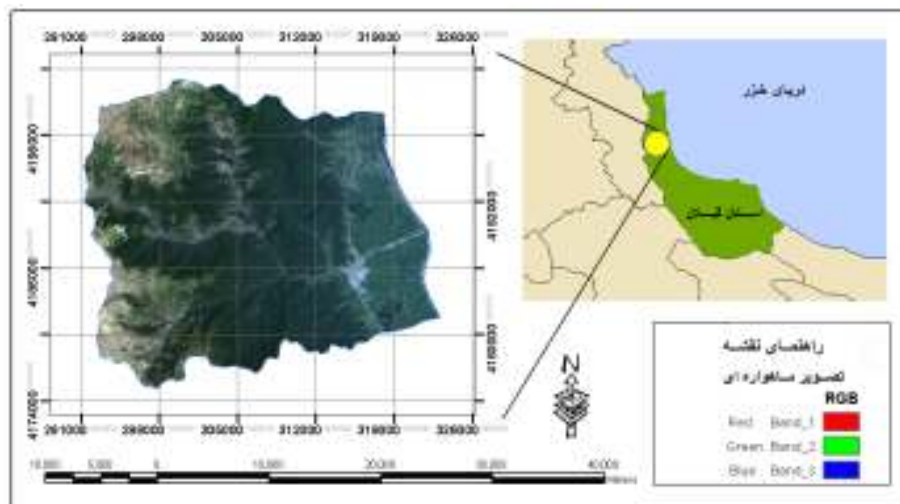
H_i = به عنوان ضریب تخریب در واحدهای کاری انتخاب شده

$\sum I$ = آثار تجمعی عوامل تخریب در گذشته و حال

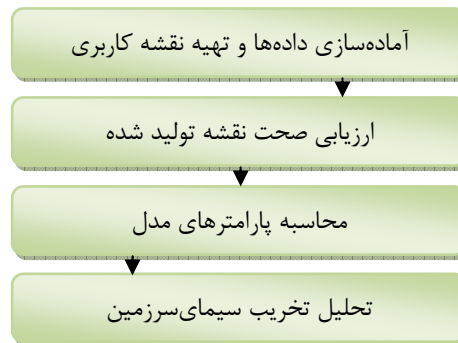
DP = تراکم فیزیولوژیک (نسبت جمعیت به سطح کشتزارها) در واحدهای کاری تا شماره i
 V = درجه آسیب‌پذیری زیستگاه در واحد کاری i ، می‌باشد.

بر این مبنا مدل تخریب سیمای سرزمین، به صورت زیر معرفی شد (Azari Dehkordi, 2005):

$$L_D = \sum ki / V_i \quad \text{معادله ۲}$$



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲- مراحل انجام پژوهش

تخریب فعالیت‌ها به صورت کیفی و در طبقات چهارگانه، براساس تعاریف (1996) Canter و طبقه‌بندی (2002) Makhdoum از تخریب انجام گرفت. بزرگی کدهای مربوط به این طبقه‌ها به ترتیب عبارتند از:

- تخریب ناچیز
- تخریب متوسط
- تخریب شدید
- تخریب خیلی شدید

در پایان پس از مقایسه ضرایب نمایه‌ها در هر واحد سیمای سرزمین با مقیاس میانه، شدت هر فعالیت در بین واحدهای کاری تعیین شد.

تعیین درجه آسیب‌پذیری بوم‌شناختی در سیمای سرزمین

آسیب‌پذیری درجه‌ای است که یک سیستم، زیر سیستم یا اجزای آن بر اثر قرارگیری در برابر عوامل محرک بیرونی عملاً خسارت می‌بیند (Turner et al., 2003). یکی از راه‌های تعیین آسیب‌پذیری، کمی کردن ساختار سرزمین از طریق استخراج نمایه‌های سیمای سرزمین است (Lausch & Herzog, 2002). بر مبنای اصول بوم‌شناسی سیمای سرزمین، هرچه تعداد لکه‌های یک بوم‌سازگان یا زیر حوزه کمتر باشد و به عبارتی دیگر هرچه کاربری موجود در آن یکنواخت‌تر باشد، آن

تعیین فهرست فعالیت‌ها در سیمای سرزمین

گسیختگی سیمای سرزمین، یکی از مهم‌ترین فرآیندهایی است که ساختار و عملکرد سیمای سرزمین را تحت تاثیر قرار می‌دهد و سبب تقسیم سرزمین به قطعات کوچکتر می‌شود (Randolph, 2004). پس از مشخص شدن میزان گسیختگی در سیمای سرزمین، می‌توان به محاسبه نمایه‌ها و شاخص‌های مربوطه پرداخت. نمایه‌های بوم‌شناختی سیمای سرزمین، ابزاری مفید برای ورود دیدگاه‌های اکوسیستمی در برنامه‌ریزی‌های محیط‌زیست محسوب می‌شوند که به کمک این نمایه‌ها می‌توان فرآیندهای سیمای سرزمین را به صورت کمی اندازه‌گیری کرد (Lausch & Herzog, 2002). نمایه‌های انتخاب شده به-عنوان عوامل تخریب سیمای سرزمین در الگوی حاضر (Azari Dehkordi, 2005)، به شرح زیر مطابق جدول (۱) معرفی می‌شود.

تعیین شدت فعالیت‌ها در سیمای سرزمین

با استفاده از مفاهیم بوم‌شناسی سیمای سرزمین، در ابتدا نمایه‌ها برای هر زیرحوزه تعیین و سپس دامنه هر نمایه به تفکیک زیرحوزه و براساس میانه داده‌ها تعیین گردید (Azari Dehkordi, 2005). در گام بعدی کد تخریب این نمایه‌ها با یکدیگر جمع و به‌عنوان مجموعه عوامل تخریب در سیمای سرزمین در نظر گرفته شد. تعیین شدت

شناختی نیز همانند تفکیک دامنه شدت فعالیت‌ها، از مقیاس میانه داده‌ها استفاده شد. طبقه‌های تعیین شده برای تفکیک آسیب‌پذیری بوم‌شناختی در جدول ۲، ارائه شده است.

بوم‌سازگان در معرض آسیب‌پذیری کمتری قرار دارد (Gergel & Turner, 2002). لذا در مدل تخریب سیمای-سرزمین، از نمایه تعداد لکه (NP) جهت تعیین آسیب-پذیری بوم‌شناختی استفاده شد. برای به‌دست آوردن مقیاسی مناسب جهت تعیین درجه آسیب‌پذیری بوم

جدول ۱- نمایه‌های سیمای سرزمین مورد استفاده در تعیین فهرست فعالیت‌ها

تفسیر	سطح مورد بررسی		علامت اختصاری	نمایه‌های سیمای-سرزمین
	سیمای سرزمین	طبقه		
این نمایه تعداد کل لکه‌ها را محاسبه می‌کند (بدون واحد)	×		NP	تعداد لکه
این نمایه میانگین اندازه لکه‌ها را محاسبه می‌کند (هکتار)	×		MPS	میانگین اندازه لکه
این نمایه میانه اندازه لکه‌ها را بر اساس مساحت لکه و معادله آماری میانه، محاسبه می‌کند (هکتار)	×		MedPS	میانه اندازه لکه
این نمایه مجموعه محیط کلیه لکه‌ها را محاسبه می‌کند (متر)	×		TE	حاشیه کل
این نمایه معادل طول تمامی حاشیه‌ها تقسیم بر مساحت لکه می-باشد (متر/ هکتار)	×		ED	تراکم حاشیه
این نمایه میانگین ابعاد فشردگی لکه را محاسبه می‌کند. که میزان آن هرچه به یک نزدیک‌تر باشد، بیان‌کننده یکنواختی بیشتر در لکه خواهد بود (بدون واحد)	×		MFPD	نمایه بعد فرکتال
این شاخص تنوع را در هر پهنه، به‌طور نسبی محاسبه می‌نماید. در سیمای سرزمینی با یک لکه این شاخص برابر ۰، و با افزایش تعداد لکه افزایش می‌یابد (بدون واحد)	×		SDI	نمایه تنوع شنون
شاخص پیچیدگی شکل لکه است و با افزایش بی‌نظمی در شکل مقدار این نمایه افزایش پیدا می‌کند. برای لکه‌های مدور میزان این نمایه برابر ۱ می‌باشد (بدون واحد)	×		MSI	نمایه شکل

(McGarical & Marks, 1995)

جدول ۲- طبقه‌های آسیب‌پذیری بوم‌شناختی در سیمای سرزمین

دامنه آسیب‌پذیری (تعداد لکه)	درجه آسیب‌پذیری	کد طبقه
$X \geq Q_3$	آسیب‌پذیر	V ₄
$Q_3 > X \geq Q_2$	حساس	V ₃
$Q_2 > X \geq Q_1$	نیمه‌حساس	V ₂
$Q_1 > X$	مقاوم	V ₁

(Khazaei & Azari Dehkordi, 2009)

پس از زمین مرجع نمودن تصویر با عوارض نقشه (خطای RMSE ۰/۳۹ پیکسل) و تعیین کلاس‌های پوشش،

نتایج

آماده‌سازی اطلاعات و داده‌های مورد نیاز

کننده دقت مناسب در تهیه کلاس‌های پوششی می‌باشد در جدول ۳، ارائه شده است.

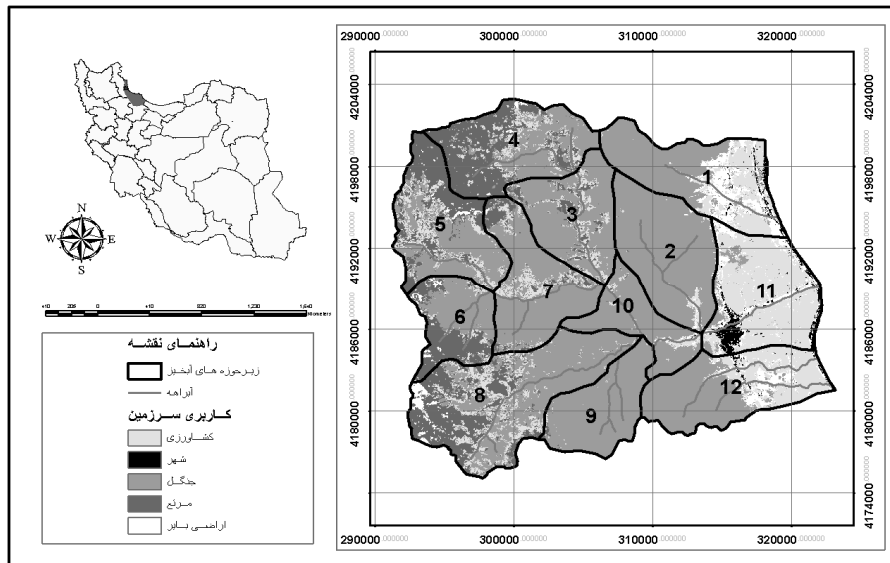
برآورد صحت طبقه‌بندی با استفاده از نقشه کاربری اراضی مربوط به سال ۱۳۸۴ (تهیه شده توسط سازمان جنگل‌ها) انجام گرفت. نتایج انجام طبقه‌بندی که بیان-

جدول ۳- نتایج طبقه‌بندی تصویر

LISS III (۱۳۸۶)		طبقه پوشش
صحت تولید کننده / صحت کاربر (%)		
۸۹	۸۶	کشاورزی
۱۰۰	۱۰۰	شهر
۹۷	۹۶	جنگل
۹۰	۹۰	مرتع
۷۰	۸۶	اراضی بایر
۹۲		صحت کلی %
۸۵		شاخص کاپا

در گام بعد با استفاده از نتایج جدول (۴)، نمایه‌های درجه آسیب‌پذیری بوم‌شناختی، شدت فعالیت‌ها و اعداد تخریب در سیمای سرزمین (LD) به تفکیک زیرحوزه‌های مطالعاتی محاسبه شد (جدول ۵). پس از محاسبه عدد تخریب به عنوان ضریب فروافت برای هر زیرحوزه، از میانه ضرایب برای دسته بندی واحدهای کاری استفاده شد (Makhdoum, 2002; Azari Dehkordi, 2005).

محاسبه پارامترهای مدل و تعیین حدود طبقات تخریب در سیمای سرزمین (LD) شکل ۳ نقشه گسستگی سیمای سرزمین حاصل از همپوشی نقشه‌های راه و کاربری سرزمین را در محدوده حوزه آبخیز کرگانرود نشان می‌دهد. با استفاده از این نقشه، نمایه‌های مختلف برای پهنه‌های مورد بررسی استخراج، و بر اساس میانه در چهار گروه کیفی دسته بندی شد که نتایج آن در جدول (۴)، و به تفکیک هر زیرحوزه ارائه شده است.



شکل ۳- نقشه گسیختگی سیمای سرزمین در محدوده مورد مطالعه

جدول ۴- دسته‌بندی نمایه‌های سیمای سرزمین به تفکیک زیرحوزه‌ها

نمایه‌های ترکیب				نمایه‌های ساختاری				شدت	کلاس	تعداد
NP	MPS	MedPS	ED	TE	MFPD	MSI	SDI			
$X_4 \geq 916$ $>X_3 \geq 563$ $>X_2 \geq 322$ $>X_1$	$X_1 \geq 1158$ $>X_2 \geq 950$ $>X_3 \geq 670$ $>X_4$	$X_1 \geq 193$ $>X_2 \geq 160$ $>X_3 \geq 111$ $>X_4$	$X_4 \geq 449$ $>X_3 \geq 292$ $>X_2 \geq 163$ $>X_1$	$X_4 \geq 426291$ $>X_3 \geq 283621$ $>X_2 \geq 158054$ $>X_1$	$X_4 \geq 107$ $>X_3 \geq 106$ $>X_2 \geq 105$ $>X_1$	$X_4 \geq 133$ $>X_3 \geq 131$ $>X_2 \geq 128$ $>X_1$	$X_4 \geq 106$ $>X_3 \geq 97$ $>X_2 \geq 62$ $>X_1$	شدت	کلاس	تعداد
کمیت	کمیت	کمیت	کمیت	کمیت	کمیت	کمیت	کمیت	شدت	کلاس	تعداد
۷۷۴ I ₃	۷/۸۳ I ₃	۱/۵۷ I ₃	۳/۷۱ I ₃	۳۶۰۸۰۳ I ₃	۱/۰۴ I ₁	۱/۲۷ I ₁	۱/۱۱ I ₄	۱	I ₃	۱
۱۲۶ I ₁	۴۶/۸۲ I ₁	۹/۳۶ I ₁	۰/۵۹ I ₁	۵۷۵۶۴ I ₁	۱/۰۷ I ₄	۱/۲۸ I ₂	۰/۱۹ I ₁	۲	I ₁	۲
۴۵۶ I ₂	۱۰/۱۸ I ₂	۱/۶۹ I ₂	۲/۹۰ I ₂	۲۸۲۱۲۱ I ₂	۱/۰۹ I ₄	۱/۴۱ I ₄	۰/۶۹ I ₂	۳	I ₂	۳
۹۰۸ I ₃	۶/۳۸ I ₄	۱/۰۶ I ₄	۴/۵۷ I ₄	۴۴۴۱۶۵ I ₄	۱/۰۷ I ₄	۱/۳۰ I ₂	۱/۰۵ I ₃	۴	I ₃	۴
۹۳۹ I ₄	۶/۰۴ I ₄	۱/۰۰ I ₄	۵/۲۳ I ₄	۵۰۸۲۶۸ I ₄	۱/۰۵ I ₂	۱/۳۵ I ₄	۱/۱۰ I ₄	۵	I ₄	۵
۳۶۳ I ₂	۹/۳۱ I ₃	۱/۵۶ I ₃	۱/۸۷ I ₂	۱۸۱۶۶۲ I ₂	۱/۰۶ I ₃	۱/۳۲ I ₃	۱/۰۰ I ₃	۶	I ₃	۶
۵۳۶ I ₂	۹/۶۸ I ₂	۱/۶۲ I ₂	۲/۹۳ I ₃	۲۸۵۱۲۱ I ₃	۱/۰۸ I ₄	۱/۳۳ I ₄	۰/۷۲ I ₂	۷	I ₂	۷
۱۳۱۸ I ₄	۶/۸۰ I ₃	۱/۱۳ I ₃	۷/۴۱ I ₄	۷۲۰۲۵۷ I ₄	۱/۰۵ I ₂	۱/۳۱ I ₃	۱/۱۱ I ₄	۸	I ₄	۸
۹۶ I ₁	۴۰/۲۱ I ₁	۸/۰۴ I ₁	۰/۳۳ I ₁	۳۲۱۵۷ I ₁	۱/۰۶ I ₃	۱/۲۸ I ₃	۰/۱۳ I ₁	۹	I ₁	۹
۱۹۹ I ₁	۱۵/۷۶ I ₁	۲/۶۳ I ₁	۰/۹۰ I ₁	۸۷۲۳۱ I ₁	۱/۰۷ I ₄	۱/۳۴ I ₄	۰/۴۰ I ₁	۱۰	I ₁	۱۰
۱۰۶۵ I ₄	۵/۸۶ I ₄	۰/۹۸ I ₄	۴/۴۶ I ₃	۴۳۳۶۶۶ I ₃	۱/۰۴ I ₁	۱/۲۶ I ₁	۰/۹۴ I ₂	۱۱	I ₂	۱۱
۵۸۹ I ₃	۹/۹۱ I ₂	۱/۶۵ I ₂	۲/۷۱ I ₂	۲۶۳۷۰۳ I ₂	۱/۰۳ I ₁	۱/۲۸ I ₂	۱/۰۰ I ₃	۱۲	I ₃	۱۲

از تفاوت‌های اساسی در دو الگوی ارزیابی تخریب سرزمین، می‌توان به نحوه تعیین شدت نمایه فعالیت

بحث و نتیجه‌گیری

توسط نمایه‌ها در سطوح مختلف سیمای سرزمین است (Azari Dehkordi, 2005). همچنین با رتبه‌بندی اولیه‌ای که از این روش به دست می‌آید، می‌توان اولویت‌هایی را برای شروع پروژه‌های علمی حفاظت و بازگردانی بوم-شناختی براساس میزان تخریب در پهنه‌ها مشخص نمود. (Khazae & Azari Dehkordi, 2009). هدف از انجام این پژوهش تحلیل تخریب و تعیین میزان آسیب‌پذیری بوم‌شناختی در سطح سیمای سرزمین حوزه کرگانرود می‌باشد. از این رو در انجام پژوهش حاضر از نسخه سیمای سرزمین ارائه شده برای مدل تخریب استفاده شد.

انسانی، آسیب‌پذیری بوم‌شناختی و آستانه طبقه‌های تخریب اشاره نمود. در الگوی ارزیابی سرزمین (مدل تخریب)، فهرست و شدت برای نمایه‌های فعالیت انسانی بر اساس کار میدانی و نظر کارشناسی تعیین شده است (Mansouri & Makhdoum, 1999). در این الگو، تراکم فیزیولوژیک جمعیت به‌عنوان اهمیت تقاضای استفاده از اراضی کشاورزی به صورت مشخصه‌ای جدا از سایر فعالیت‌ها بررسی می‌شود. دامنه طبقه‌های تخریب نیز بر اساس منطق فازی تعیین شده است (Makhdoum, 2002). در الگوی ارزیابی سیمای سرزمین، از نمایه‌های سیمای سرزمین به‌عنوان مولفه‌های تخریب به‌طور کامل بهره گرفته می‌شود. ابزار تصمیم‌گیری در این مدل براساس نمایه‌های شدت، آسیب‌پذیری بوم‌شناختی و اعداد تخریب (L_D)، دامنه و آستانه‌های تعیین شده

جدول ۵- تعیین شدت فعالیت، درجه آسیب‌پذیری و میزان تخریب در سیمای سرزمین

ضرایب	عدد تخریب (L_D)	درجه آسیب‌پذیری (V)	شدت فعالیت (ΣkI)
۱	۷	۳	۲۱
۲	۱۲	۱	۱۲
۳	۱۰	۲	۲۰
۴	۹/۳۳	۳	۲۸
۵	۷/۵۰	۴	۳۰
۶	۱۰/۵۰	۲	۲۱
۷	۱۱/۵۰	۲	۲۳
۸	۶/۵۰	۴	۲۶
۹	۱۲	۱	۱۲
۱۰	۱۴	۱	۱۴
۱۱	۵/۵۰	۴	۲۲
۱۲	۵/۶۷	۳	۱۷

های کاری و تعیین عوامل تاثیرگذار بر تخریب و تغییرات سرزمین است. (Nouri (1997 برای تعیین مرز، حوزه‌های سیاسی را به‌عنوان واحد کاری در نظر گرفت. Mansouri

به‌منظور عینی‌سازی آثار فعالیت‌ها و نتایج تخریب در سرزمین، شیوه‌های متفاوتی توسط پژوهشگران مورد استفاده قرار گرفته است. بررسی پژوهش‌های صورت-گرفته، بیان‌کننده رویکردهای متفاوت دسته‌بندی حوزه-

(L_D)، انجام گرفت. جدول‌های (۶) و (۷)، میزان تناسب توسعه و حفاظت را بر مبنای دامنه تخریب سیمای-سرزمین در زیرحوزه‌های آبخیز کرگانرود، نشان می‌دهد. با توجه به نتایج جدول (۶)، بیشترین و کمترین سطح از مساحت حوزه کرگانرود به ترتیب در طبقات L_{D1} (۳۲٪) و L_{D4} (۲۰٪) مشاهده می‌گردد. سهم ۳۲٪ طبقه L_{D1} از سطح منطقه، بیان‌کننده وقوع تخریب و ایجاد تغییرات عمده در سیمای سرزمین حوزه می‌باشد. بر این اساس زیرحوزه‌های شماره ۸، ۱۱ و ۱۲ در طبقه L_{D1} (بیشترین تناسب برای توسعه)، ۱، ۴ و ۵ در طبقه L_{D2} ، ۳، ۶ و ۷ در طبقه L_{D3} ، و ۲، ۹ و ۱۰ در طبقه L_{D4} (بیشترین تناسب برای حفاظت)، قرار می‌گیرند. با توجه به این نکته که آثار توسعه و گسترش لکه‌های اختلالی تقریباً در تمامی آبخیز مشهود است، ولی هسته‌های شهری به‌عنوان کانون متمرکز توسعه در زیرحوزه‌های شماره ۱، ۱۱ و ۱۲ دیده می‌شود. وجود دامنه تخریب بالا در این پهنه‌ها (L_{D1} و L_{D2}) نیز گواهی بر این مسئله است. جدول ۷ درجات مختلف تخریب زیرحوزه‌ها را در سیمای سرزمین نشان می‌دهد.

(1999) & Makhdoum نیز شبکه‌بندی منطقه مطالعاتی خود را بر اساس شبکه UTM قرار دادند. همچنین استفاده از نمایه‌های سیمای سرزمین سرزمین توسط (2008, 2009) Khazaee & Azari Dehkordi و (2005) Azari Dehkordi به‌عنوان رویکردی متفاوت در کمی‌سازی و تحلیل تخریب سرزمین مطرح می‌باشد. نتایج پژوهش‌های (2005) Azari Dehkordi ارائه یک سامانه پشتوانه تصمیم‌گیری سریع برای ارزیابی پیامد فعالیت‌ها در تخریب حوزه سیمای سرزمین، تحت عنوان مدل تخریب سیمای سرزمین است که به‌عنوان مبنا در پژوهش (2008, 2009) Khazaee & Azari Dehkordi مورد استفاده قرار گرفت. در بررسی حاضر رویکرد تحلیلی تخریب سرزمین، برای اولین بار در سطح کلاسه‌های مختلف پوشش (مقیاس سیمای سرزمین) مورد استفاده قرار گرفت. رویکرد منطقی الگوی ارزیابی سیمای سرزمین، در دسته-بندی و تعیین اولویت واحدهای کاری بر مبنای تخریب در اکوسیستم استوار است (Azari Dehkordi, 2005). بر این اساس طبقه‌بندی زیرحوزه‌ها به درجاتی از توسعه و حفاظت، با توجه به میزان تخریب در سیمای سرزمین

جدول ۶- دسته‌بندی واحدهای مطالعاتی بر اساس ضریب تخریب سیمای سرزمین

کد طبقه	مساحت (هکتار)	تناسب توسعه و حفاظت	دامنه تخریب	درصد
L_{D1}	۲۰۹۴۹	مستعد توسعه بیشتر	$X > 6/17$	۳۲
L_{D2}	۱۷۵۰۹	مستعد توسعه	$9/66 > X \geq 6/17$	۲۷
L_{D3}	۱۳۲۰۳	نیازمند بازسازی	$11/62 > X \geq 9/66$	۲۱
L_{D4}	۱۲۸۸۲	مستعد حفاظت	$X \geq 11/62$	۲۰

(Khazaee & Azari Dehkordi, 2009)

جدول ۷- درجه‌های تخریب در سیمای سرزمین

کد طبقه	مساحت (هکتار)	شماره زیرحوزه
L_{D2}	۶۰۴۲	۱
L_{D4}	۵۹۰۰	۲
L_{D3}	۴۶۴۴	۳
L_{D2}	۵۷۹۵	۴

۵	۵۶۷۲	L _{D2}
۶	۳۳۷۰	L _{D3}
۷	۵۱۸۹	L _{D3}
۸	۸۹۳۶	L _{D1}
۹	۳۸۵۲	L _{D4}
۱۰	۳۱۳۰	L _{D4}
۱۱	۶۲۱۵	L _{D1}
۱۲	۵۷۹۸	L _{D1}

پیشنهادها

- همچنین با توجه به اهمیت عرصه‌ها و جنگل‌های خزری موجود در منطقه به‌عنوان میراث بجای مانده از دوران گذشته و لزوم صیانت از آن، پیشنهاد می‌گردد با استفاده از روش‌های سیستماتیک تعیین تناسب سرزمین، به شناسایی و گزینش مناطق حفاظتی در پهنه‌های توسعه نیافته پیش از نابودی کامل این عرصه‌ها اقدام گردد.

به‌منظور افزایش دقت و بهبود نتایج در تحلیل تخریب و تغییرات سرزمین، اقدام‌های زیر پیشنهاد می‌گردد:
 - استفاده از اطلاعات و داده‌های با تفکیک مکانی متفاوت در تحلیل میزان تخریب و آسیب‌پذیری بوم‌سازگان‌ها جهت رسیدن به سطح مناسب مقیاس در تصمیم‌گیری.
 - انجام بررسی‌های چندزمانه به‌منظور درک بهتر روند و الگوی تغییرات سرزمین.

References

- Abdollahi, A. 2008. Ascent and Descend of Korganroud City. Seasonal Journal of Talesh Research. Vol, 9. pp. 10-17 (in Persian).
- Azari Dehkordi, F. 2005. Environmental Impact Assessment of Dams in Japan and Iran; A Landscape Ecological Modeling Peerspective. PhD Thesis. Hiroshima: Hiroshima University. 358 pp.
- Canter, L.W. 1996. Environmental Impact Assessment. New York: Mc Graw- Hill. 660pp.
- Chamani, A., Makhdom, M.F., Jafari, M., Khorasani, N., Cheraghi, M. 2005. Environmental Impact Assessment of Hamedan Province, by using Degradation Model. Journal of Environmental Studies. Vol , 31. No, 37. pp: 35-44 (in Persian).
- Gergel, S.E., Turner, M.G. 2002. Learning Landscape Ecology: A Practical Guide to Concepts and Techniques. New York: Springer. 316pp.
- Habitat, T. A. 1992. A Methodological Framework of EIA for Urban Development. UN Center for Human Settlements. Pp: 11-18.
- Jay, S., Jones, C., Slinn, P., Wood, C. 2007. Environmental Impact Assessment: Retrospect and prospect. Environmental Impact Assessment Review. No, 27. Pp: 287-300.
- Khazaei, N., Azari Dehkordi, F. 2009. Forest Landscape and Ecological Degradation Assessment of Sefidrod Watershed; Using Landscape Ecological Metrics, in Gilan province of Iran. Journal of Environmental Science. Vol, 6. No, 2. pp: 55-64 (in Persian).
- Khazaei, N. and F. ,Azari Dehkordi. 2008. Forest Landscape Degradation Assessment in Dokeh watershed, Iran. Journal of International Environmental Application & Science. Vol, 3. No, 2. pp: 91-100.
- Lausch, A., Herzog, f. 2002. Applicability of Landscape Metrics for the Monitoring of Landscape Change: Issues of Scale, Resolution and Interpretability. Journal of Ecological Indicators. Vol, 2. No, 1. Pp: 3-15.
- Makhdom, M. F. 2002. Degradation Model: A Quantitative EIA Instrument, Acting as a Decision Support System (DSS) for Environmental Management. Environmental Management. No, 30. Pp: 151-156.

- Mansouri, M., Makhdoum, M. 1999. Environmental Impact Assessment in Hormozgan Province by Degradation Model. *Journal of Environmental Studies*. No, 23. Pp: 49-54 (in Persian).
- 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. 122pp.
- Pastikia, C. M. R., Jensen, A. 1998. The Rapid Assessment Matrix (RIAM) for EIA. *EIA Review*. No, 18. Pp: 461-482.
- Randolph, J. 2004. *Environmental Land use Planning and Management*. USA: Island press 664pp.
- Strahler, A. N. 1964. Quantitative Geomorphology of Drainage Basin and Channel Network, In *Handbook of Applied Hydrology*, ed. V.T. Chow., section 4-11. New York: McGraw Hill.
- Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corellg, R. W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J. X., Luerse, A., Martello, M. L., Polsky, C., Pulsipher, A., Schiller, A. 2003. A Framework for Vulnerability Analysis in Sustainability Science. *PNAS*. Vol, 100. No, 14. Pp: 8074-8079.
- Yarali, N., Mafi Gholami, D., Jafari, A., Soltani, A., Mahmoudi, M. 2010. Environmental impact assessment (EIA) of oshtorankoooh protected area using degradation model. *Journal of Environmental Research*. Vol, 1. No, 1. pp: 13-22 (in Persian).
- Yavari, G., Fazael Beygi, M. M. 2011. Investigation of Ecosystem Develop and Sustainability in Houraman Region, by using Degradation Model. *Journal of Environmental Studies*. Vol , 37. No, 57. pp: 121-128 (in Persian).
- Nouri, A. 1997. Study of Environmental Impact Assessment in Kermanshah Province by using Degradation Model. MSc Thesis, Natural Resources Faculty of Tehran University (in Persian).

Environmental Impact Assessment (EIA) of Korganroud Watershed, Using Landscape Degradation Model

M. Sheikh Goodarzi¹, A. Alizadeh Shabani², A. Salman Mahiny³ and J. Fegghi⁴

¹MSc Student of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R. Iran

²Assistant Professor of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R. Iran

³Assosiated Professor of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Gorgan, I.R. Iran

⁴Assosiated Professor of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R. Iran

(Received: 28/08/2011 , Accepted: 25/06/2012)

Abstract

Environmental degradation model is one of the Environmental Impact Assessment (EIA) methods in which ecological cumulative effects of human activities on his surrounding nature could be evaluated and quantified. As a special trait of Landscape Ecological Metrics is the ability of rapid assess and recognize of human activities in the shortest time. Thus in this study, we used a landscape degradation model to environmental impact assessment and degradation analysis of Korganroud watershed. To achieve this goal, the study area was divided into 12 sub-watershed depend on river system, as a working unit. In next step the ecological vulnerability, degradation factor and its intensity was computed for each region, using Landscape ecological metrics and classified depend on median. By using degradation table and importing model component, degradation coefficient was calculated and classified for each zone. By this way, each zone was ranked and Compared by degradation state into development and conservation level. Finally, from whole study area, 32% prone to further development level 1 and 27% level 2, 21% need to be rehabilitated and 20% area that needs for conservation, are measured.

Keywords: Environmental impact assessment (EIA), Landscape degradation model, Ecological vulnerability, Korganroud watershed.