

تعیین آسیب پذیری اکولوژیکی شهرستان طرقلبه شاندرز با استفاده از روش عینی آسیب پذیری

سحر حیدری مستعلی^۱، بهمن جباریان امیری^{۲*}، افشین علیرزاده شعبانی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲ و ۳. استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۲۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۵/۲۰)

چکیده

تجربه پیامدهای ناشی از توسعه بی قید و شرط و توجه نکردن به محیط زیست در گذشته، سبب شده است که امروزه بشر دریابد یگانه راه حفظ منابع طبیعی در بلندمدت، توجه به محدودیتها و توان طبیعی محیط زیست است. یکی از اقدامات مهم برای در نظر گرفتن این محدودیتها در برنامه ریزیهای مدیریتی و توسعه، تعیین آسیب پذیری اکولوژیکی اکوسیستمها است تا با شناسایی مناطق حساس و آسیب پذیر، از انجام پروژههای عمرانی و توسعه فراتر از حد توان در این مناطق، جلوگیری کرد و آنها را به سمت مناطق مقاوم و دارای آسیب پذیری کمتر هدایت کرد. موقعیت طبیعی مناسب شهرستان طرقلبه شاندرز در استان خراسان رضوی، سبب شده است که این منطقه در سالهای اخیر بستر انواع توسعه و ساختوسازهایی مانند شهرک سازی و ویلا سازی که عمدتاً با هدف توسعه گردشگری صورت می گیرد، شود. هدف از این پژوهش تعیین و طبقه بندی آسیب پذیری اکولوژیکی در این منطقه با استفاده از روش عینیت گراست. برای این منظور کل شهرستان به ۹۴ شبکه ۱۶۰۰ هکتاری تقسیم شد و آسیب پذیری اکولوژیکی با استفاده از نقشه های شیب، جهت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، عمق خاک، تراکم پوشش گیاهی، اقلیم و زمین شناسی، تعیین و طبقه بندی شد. نتایج به دست آمده نشان داد که در مجموع ۱۹/۲۱ درصد از مساحت شهرستان در طبقه آسیب پذیر، ۵۳/۳۵ درصد در طبقه حساس، ۱۸/۱۴ درصد در طبقه نیمه حساس و ۹/۲۸ درصد از منطقه نیز در طبقه مقاوم قرار دارد.

کلیدواژگان: آسیب پذیری، توسعه، روش عینی آسیب پذیری، شهرستان طرقلبه شاندرز.

۱. مقدمه

بشر همواره با محیط زیست پیرامون خود در ارتباط بوده و با هرگونه فعالیتی که داشته بر آن تأثیر گذاشته است. زمانی که جمعیت مردم روی زمین اندک و فناوری آن‌ها محدود بود، تأثیر انسان بر محیط نیز چیزی بیش از یک تأثیر محلی نبود. مشکل بنیادی امروز آن است که جمعیت انسان بسیار زیاد و فناوری ما چنان نیرومند است که تأثیر انسان دیگر به هیچ‌وجه محلی و بی‌اهمیت نیست. ترکیب افزایش سریع جمعیت و فناوری بر روی هم موجب شده است که تأثیر انسان بر محیط زیست با تصاعد هندسی افزایش پیدا کند (Botkin & Keller, 2009). به طوری که امروزه یکی از مشکلات عمومی و مهم زیست‌محیطی در جهان، تخریب سرزمین است که بر حدود دو میلیارد هکتار از زمین‌های کشاورزی، مراتع و جنگل‌ها اثر گذاشته و تخمین زده شده است که این تخریب جهانی سالانه، ۱۳ تا ۲۸ میلیارد دلار خسارت اقتصادی ایجاد می‌کند.

علاوه بر ضرر اقتصادی، تخریب سرزمین تأثیرات بدی مانند آلودگی آب و هوا بر محیط زیست دارد (Gao & Liu, 2010). در چند دهه گذشته، این تأثیرات رفته‌رفته چنان مشهود و بارز شد تا اینکه جامعه انسانی دریافت که الگوهای انتخابی او در مورد توسعه اقتصادی درست نبوده است و پایداری و جاودانگی آن مستلزم وارد کردن جنبه‌های حفاظت محیط زیست در فرایند آن است (Safaian *et al.*, 2004). از طرفی محیط زیست یک سیستم طبیعی است و سیستم طبیعی محدودیت‌هایی دارد که حتی با بهترین فناوری‌های قابل تصور نیز به‌طور نامحدود قابل گسترش نیست (Yarali *et al.*, 2010). این سیستم‌ها به افزایش فشارهای خارجی پاسخ‌های مختلفی می‌دهند. بعضی از آن‌ها کاهشی تدریجی را در سطح یا کیفیت یا منافع می‌دهند، نشان می‌دهند و بقیه می‌توانند تغییری سریع نشان دهند یا حتی به‌صورت ناگهانی از بین روند (Haines & Young *et al.*, 2006). بنابراین، افزایش این فشارها

در حدی خارج از توان طبیعی محیط می‌تواند سبب پاسخ محیط به آن که همانا از دست دادن کارکردهای خود یا زوال و نابودی است، شود؛ بنابراین، هرگونه بهره‌برداری از محیط زیست باید در چارچوب توان اکولوژیکی و ظرفیت‌های محیط زیستی صورت گیرد. یکی از اقدامات مناسب برای در نظر گرفتن تنگناهای محیط زیست در فرایند برنامه‌ریزی، تعیین آسیب‌پذیری اکولوژیکی اکوسیستم‌هاست. براساس تعریف، آسیب‌پذیری درجه‌ای است که یک سیستم، زیرسیستم یا اجزای آن بر اثر قرارگیری در برابر عوامل محرک بیرونی، عملاً خسارت می‌بینند (Turner *et al.*, 2003). همچنین آسیب‌پذیری حساسیت به تخریب و زیان هم از باب در معرض قرارگرفتن فشارهای محیطی و تغییرات اجتماعی و هم از باب وجودنداشتن ظرفیت برای سازگاری با آن تعریف شده است (Neil Adger, 2006). هرگونه تغییر و تخریب در اکوسیستم‌های با آسیب‌پذیری بیشتر، آثار زیان‌بارتر بر جای گذاشته و برگشت‌پذیری و انعطاف و سازگاری با توسعه در این اکوسیستم‌ها در مقایسه با اکوسیستم‌های مقاوم‌تر، کمتر است. بنابراین، شناسایی حساسیت‌ها و محدودیت‌های طبیعی یک منطقه و تعیین آسیب‌پذیری اکولوژیک آن با هدف هدایت اجرای پروژه‌های عمرانی در آن دسته از اکوسیستم‌هایی انجام می‌شود که آسیب‌پذیری کمتری دارند تا بدین طریق شدت توسعه در یک منطقه، در حد پایین‌تر از ظرفیت برد، حفظ شود (Jabbarian Amiri, 1998).

حضور دو نقطه شهری طرقله و شان‌دیز در حوزه هیدرولوژیک دشت مشهد و در مجاورت بلافاصل شهر مشهد، روابط درهم تنیده‌ای میان این سکونتگاه‌ها ایجاد کرده است که وسیع‌تر و پیچیده‌تر از ارتباط مشهد با سایر نقاط استانی است (Alizadeh, 2003). به دلیل این نزدیکی با شهر مشهد و نیز قرارگرفتن این دو شهر در دامنه‌های شمالی رشته‌کوه بینالود و داشتن موقعیت طبیعی مناسب‌تر نسبت به شهر مشهد مانند بارندگی بیشتر و دمای سالانه پایین‌تر و وجود مناظر بکر و زیبا، شهرستان طرقله شان‌دیز را

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مطالعه شده

شهرستان طرقله شانديز با مساحت ۱۲۰۰ کیلومتر مربع، دارای طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۳ دقیقه در نیمه شمالی استان خراسان رضوی و نسبت به شهرستان مشهد در سمت غرب و شمال غربی واقع است. طیف ارتفاعی منطقه بین ۱۱۴۰ تا ۳۱۹۰ متر از سطح دریای آزاد در نوسان است. این شهرستان از شمال به چناران و از جنوب به بخش احمدآباد شهرستان مشهد و بخش زبرخان نیشابور و از شرق به بخش مرکزی شهرستان مشهد و از غرب با شهرستان نیشابور هم‌جوار است (Jahani & Noie, 2007). (شکل ۱).

شهرستان طرقله شانديز، اقلیمی سرد و خشک و از نظر طبیعی موقعیت کوهستانی و دشتی دارد (Jahani & Noie, 2007). متوسط بیشترین دمای آن، ۲۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداقل دما ۴- درجه سانتی‌گراد ثبت شده است و متوسط میزان بارندگی که به صورت باران، برف و تگرگ است حدود ۲۳۴ میلی‌متر گزارش شده است. قسمت‌های مختلف به دلیل شیب زیاد و عمق کم خاک و پوشش گیاهی کم‌تراکم با کمترین بارندگی، استعداد فرسایش بالایی دارند. پوشش گیاهی ناحیه طرقله شانديز براساس تقسیمات نقشه جغرافیایی گیاهی ایران در منطقه رویشی ایرانی تورانی واقع است. در این ناحیه با وجود پستی و بلندی‌های متنوع و فلات‌های مرتفع و رشته‌کوه‌های متنوع، کم‌وبیش تشابه آب‌وهوایی وجود دارد که کمی مقدار بارندگی و طولانی‌بودن فصل خشک و نوسان حرارتی زیاد از مشخصه‌های بارز این نواحی است. این شهرستان به علت قرارگرفتن در دامنه‌های شمالی سلسله ارتفاعات بینالود و برخورداری از آب‌وهوای معتدل، آب فراوان و باغ‌های وسیع و مناظر طبیعی دیدنی به‌منزله یکی از کانون‌های عمده مسافران و گردشگران از شهر مشهد و سراسر ایران است.

می‌توان یکی از مناطق مهم گردشگری استان خراسان رضوی دانست که با توجه به حجم زیاد مسافران در این استان، این منطقه طی سال‌های اخیر، دستخوش انواع توسعه و ساخت‌وساز برای جلب گردشگران، شده است که با ادامه روند کنونی، احتمال پیشی‌گرفتن شدت توسعه و فعالیت‌های اقتصادی بر ظرفیت و توان طبیعی محیط زیست منطقه، وجود دارد؛ از این‌رو ارزیابی و تعیین درجه آسیب‌پذیری در این منطقه و معرفی اکوسیستم‌های دارای حساسیت اکولوژیکی بالا به‌منظور جلوگیری از گسترش تخریب فعلی و آینده آن‌ها، لازم به نظر می‌رسد.

در این مقاله سعی شده است با استفاده از روش عینیت‌گرایی تعیین آسیب‌پذیری اکولوژیکی، میزان شاخص آسیب‌پذیری اکولوژیکی در سطح شهرستان طرقله شانديز ارزیابی و تعیین شود.

آسیب‌پذیری اکولوژیکی، یکی از فاکتورهای مدل تخریب محیط زیست است که این مدل از جمله مدل‌های ارزیابی آثار زیست‌محیطی بوده است که اولین بار توسط Makhdoum (1993) ارائه و برای ارزیابی آثار توسعه بر محیط زیست استان آذربایجان شرقی استفاده شد (Sheikh Goodarzi et al., 2012). در مدل تخریب، ورودی شامل فعالیت‌های انسانی و آسیب‌پذیری اکولوژیکی، فرایند آن نسبت بین شدت فعالیت‌ها و توان محیطی و خروجی آن میزان تخریب در سیمای سرزمین و واحدهای اکوسیستمی است (Khazaei & Azari Dehkordi, 2008). ابتدا تعیین آسیب‌پذیری اکولوژیکی در این مدل به صورت کیفی و براساس بازدیدهای میدانی و قضاوت‌های کارشناسی بود. Jabbarian Amiri (1998) یک روش عینیت‌گرا برای این منظور ارائه داد. Safaian و همکاران (2004) از این روش برای تعیین آسیب‌پذیری اکولوژیکی در حاشیه جنوبی دریای خزر، استفاده کردند. Aghnoum و همکاران (2013) نیز با به‌کارگیری این روش، آسیب‌پذیری اکولوژیک بخش پاتم جنگل خیرودکنار در نوشهر را تعیین کردند.

صفر درج شد (جدول ۱). به عنوان مثال در مورد عامل ارتفاع، می‌توان گفت که این عامل بر روی خصوصیات خاک اثر می‌گذارد. ارتفاع بر پوشش گیاهی هم تأثیر دارد، به طوری که نوع و تراکم پوشش گیاهی در یک منطقه مرتفع کاملاً متفاوت از منطقه‌ای با ارتفاع کمتر است. این عامل بر میزان بارش و دما هم مؤثر است و با افزایش ارتفاع معمولاً میزان بارش افزایش و میزان دما کاهش پیدا خواهد کرد. بنابراین، در ماتریس آثار متقابل، در سطر مربوط به عامل ارتفاع (سطر سوم)، به این عوامل عدد ۱ داده شد. اما از آنجاکه ارتفاع بر روی شیب و جهت تأثیر ندارد، بنابراین در سطر گفته شده، به این عوامل عدد صفر داده شد. برای بقیه عوامل ذکر شده نیز به همین ترتیب عمل شد و در نهایت جمع همه ستون‌ها و ردیف‌ها محاسبه شد.

روی هم‌گذاری این نقشه‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGIS 9.3 و در نهایت تعیین شاخص آسیب‌پذیری اکولوژیکی در هر شبکه و طبقه‌بندی شبکه‌ها براساس این شاخص بود.

تعیین درجه اهمیت عوامل اکولوژیکی

برای تعیین درجه اهمیت عوامل اکولوژیکی، ابتدا این عوامل فهرست و مشخص شد و سپس یک دیاگرام سیستمی در بردارنده عوامل اکولوژیکی (ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت جغرافیایی، خاک، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی و اقلیم)، در منطقه مطالعه شده طراحی و با استفاده از روش ماتریس آثار متقابل تجزیه و تحلیل شد تا به این طریق درجه اهمیت هر یک از عوامل اکولوژیکی تعیین شود؛ به این صورت که در محل‌هایی که دو عامل اکولوژیک با هم رابطه دارند، عدد یک و در غیر این صورت عدد

جدول ۱. ماتریس آثار متقابل عوامل اکولوژیکی

عوامل اکولوژیکی	شیب X_1	جهت X_2	ارتفاع X_3	زمین‌شناسی X_4	عمق خاک X_5	پوشش گیاهی X_6	بارش X_7	دما X_8	جمع ردیف‌ها $\sum X_j$	درجه اهمیت $K = (\sum X_i - X_j)$
شیب X_1	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۳	۳
جهت X_2	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۲	۲
ارتفاع X_3	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۴	۴
زمین‌شناسی X_4	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۲	۲
عمق خاک X_5	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۲	۲
پوشش گیاهی X_6	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۲	۵
بارش X_7	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۲	۱
دما X_8	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۳
جمع ستون‌ها $\sum X_i$	۰	۰	۰	۰	۳	۶	۲	۳		

در گام بعدی و پس از محاسبه جمع ستون‌ها و ردیف‌ها، درجه اهمیت عوامل اکولوژیکی براساس رابطه ۱ (Jabbarian Amiri, 1998) تعیین شد:

$$K = \sum (X_i - X_j) \quad (1)$$

که عبارت است از درجه اهمیت عامل اکولوژیکی که در واقع یک عدد بدون بعد است. X_i برابر است با تعداد علائم یک در ردیف i X_j برابر است با تعداد علائم یک در ستون j در نهایت با استفاده از ماتریس آثار متقابل و رابطه ۱، درجه اهمیت هر یک از عوامل اکولوژیکی مورد نظر تعیین شد (جدول ۲).

در گام بعدی و پس از محاسبه جمع ستون‌ها و ردیف‌ها، درجه اهمیت عوامل اکولوژیکی براساس رابطه ۱ (Jabbarian Amiri, 1998) تعیین شد:

$$K = \sum (X_i - X_j) \quad (1)$$

که عبارت است از درجه اهمیت عامل

به حد بحرانی خود نزدیک شود، آسیب‌پذیری اکوسیستم مورد نظر بیشتر می‌شود (Jabbarian, 1998). لازم به توضیح است که برای طبقه‌بندی و استخراج کد مقاومت به فرسایش از نقشه زمین‌شناسی که شامل اطلاعات کیفی از نوع سازندها و سنگ بستر در منطقه مطالعه شده بود، از طبقه‌بندی یادشده Feiznia (2008) استفاده شد. همچنین از آنجا که نقشه خاک‌شناسی مناسب و در مقیاس مورد نظر موجود نبود، از نقشه تناسب اراضی شامل کدهای واحد اراضی (تهیه شده توسط اداره کل منابع طبیعی خراسان رضوی) استفاده و برای طبقه‌بندی و استخراج کد عامل عمق خاک از این نقشه، از شرح و تفسیر این طبقه‌بندی کیفی (Jalalian & Ayyobi, 2006) استفاده شد. در رابطه با عامل اکولوژیکی اقلیم نیز، چون نقشه پهنه‌بندی اقلیم در مقیاس مناسب وجود نداشت، داده‌های ایستگاه باران‌سنجی و تبخیرسنجی موجود در محدوده مطالعه شده و اطراف آن جمع‌آوری و با استفاده از این داده‌ها و ارتفاع ایستگاه‌های مورد نظر، منحنی‌های هم‌باران و هم‌دماهای منطقه تهیه و مطابق جدول ۳ کدگذاری و طبقه‌بندی شد.

جدول ۲. درجه اهمیت عوامل اکولوژیکی

درجه اهمیت	عامل اکولوژیکی
۴	ارتفاع از سطح دریا
۳	شیب
۲	جهت جغرافیایی
۲	زمین‌شناسی
۵	تراکم پوشش گیاهی
۱	بارش
۳	دما
۲	عمق خاک

نقشه‌سازی، طبقه‌بندی و کدگذاری عوامل اکولوژیکی مرحله بعد، شامل نقشه‌سازی کلیه عوامل اکولوژیکی یادشده و استخراج داده‌های مکانی به روش شبکه است. برای این منظور نقشه شبکه‌ها در هر مرحله از کار با نقشه‌های هم‌مقیاس هر یک از عوامل اکولوژیکی یادشده، روی هم‌گذاری و کد محدودیت شبکه‌ها برای هر نقشه استخراج شد. همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، برای برآورد کد محدودیت، از اصل حد آستانه استفاده شد؛ به این شیوه که هر چه مقدار عامل اکولوژیکی

جدول ۳. طبقه‌بندی و کدگذاری عوامل اکولوژیکی

ارتفاع (m)	کد	شیب (%)	کد	بارش (mm)	کد	دما (°C)	کد
> ۱۰۰۰	۱	۰ - ۲	۱	> ۱۸۵	۱	۳	۱
۱۰۰۰ - ۱۴۰۰	۲	۲ - ۵	۲	۱۸۵ - ۲۹۵	۲	۳ - ۵	۲
۱۴۰۰ - ۱۸۰	۳	۵ - ۸	۳	۲۹۵ - ۴۰۵	۳	۵ - ۷	۳
۱۸۰۰ - ۲۲۰۰	۴	۸ - ۱۲	۴	۴۰۵ - ۵۱۵	۴	۷ - ۹	۴
۲۲۰۰ - ۲۶۰۰	۵	۱۲ - ۱۵	۵	۵۱۵ - ۶۲۵	۵	۹ - ۱۱	۵
۲۶۰۰ - ۳۰۰۰	۶	۱۵ - ۳۰	۶	۶۲۵ - ۷۳۴	۶	۱۱ - ۱۳	۶
۳۰۰۰ - ۳۴۰۰	۷	۳۰ - ۶۵	۷	۷۳۴ - ۸۳۴	۷	۱۳ - ۱۵	۷
< ۳۴۰۰	۸	۶۵ <	۸	۸۴۳	۸	۱۵	۸
جهت جغرافیایی	کد	عمق خاک	کد	زمین‌شناسی	کد	تراکم پوشش گیاهی (%)	کد
دشت	۱	بسیار عمیق	۱	بسیار مقاوم	۱	۷۵ - ۱۰۰	۱
شمالی	۳	عمیق	۲	مقاوم	۲	۵۰ - ۷۵	۲
شرقی	۳	نسبتاً عمیق	۳	نامقاوم	۳	۲۵ - ۵۰	۳
جنوبی	۲	کم عمق	۴	حساس	۴	۰ - ۲۵	۴
غربی	۲	بسیار کم عمق	۵	بسیار حساس	۵		

از مساحت كل منطقه مطالعه شده را در بر می گیرند، در طبقه ۴ (مقاوم) قرار دارند كه این مساحت معادل ۹/۲۸ درصد از كل شهرستان است. تعداد ۲۰ شبکه كه مساحتی برابر با ۲۱۲/۱۱ كيلومتر مربع دارد، در طبقه ۳ (نیمه حساس) قرار گرفته است كه معادل ۱۸/۱۴ درصد از سطح كل شهرستان است. ۴۳ شبکه در طبقه ۲ (حساس) قرار گرفته اند كه ۶۲۳/۶۷ كيلومتر مربع از مساحت شهرستان را به خود اختصاص می دهند كه این معادل ۵۳/۳۵ درصد از سطح كل شهرستان است و ۲۰ شبکه نیز كه مساحت ۲۲۴/۵۴ كيلومتر مربع دارند، در طبقه ۱ (آسیب پذیر) قرار گرفته است كه این طبقه نیز ۱۹/۲۱ درصد از مساحت كل شهرستان را به خود اختصاص می دهد.

جدول ۴. دامنه تغییرات و طبقه بندی شاخص آسیب پذیری اکولوژیکی

دامنه تغییرات طبقه	میزان آسیب پذیری اکولوژیکی
۴ ۵۶ - ۶۸/۲۵	مقاوم
۳ ۶۸/۲۵ - ۸۰/۵	نیمه حساس
۲ ۸۰/۵ - ۹۲/۷۵	حساس
۱ ۹۲/۷۵ - ۱۰۵	آسیب پذیر

تعیین و طبقه بندی شاخص آسیب پذیری اکولوژیکی پس از نقشه سازی عوامل اکولوژیکی مورد نظر و استخراج كد محدودیت هر نقشه در هر شبکه، در نهایت با استفاده از رابطه ۲ (Jabbarian Amiri, 1998)، شاخص آسیب پذیری اکولوژیکی در هر شبکه، تعیین شد:

$$EQI = \sum Ki Xi \quad (2)$$

كه در آن EQI شاخص آسیب پذیری اکولوژیکی^۱ و Ki درجه اهمیت عامل اکولوژیکی i و Xi میزان آسیب پذیری عامل اکولوژیکی i است.

در گام آخر، با تعیین دامنه تغییرات مقادیر شاخص آسیب پذیری اکولوژیکی، کلیه شبکه ها در ۴ طبقه دسته بندی شدند (جدول ۴).

$$R = (105 - 56) \div 4 = 12.25$$

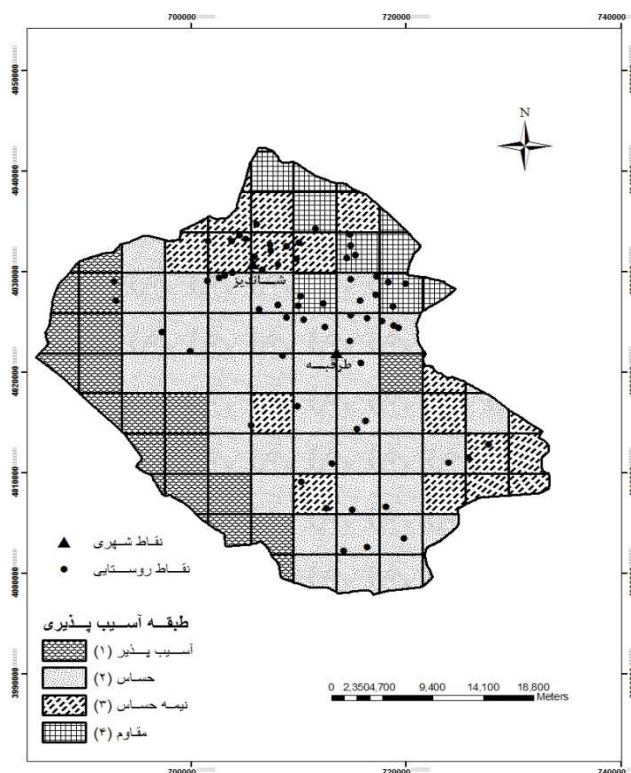
R دامنه تغییرات شاخص آسیب پذیری اکولوژیکی، ۱۰۵ بیشترین مقدار شاخص آسیب پذیری و ۵۶ کمترین مقدار آن است. عدد ۴ نیز نشان دهنده ۴ طبقه آسیب پذیری است.

۳. نتایج

بر اساس نتایج به دست آمده از جدول ۵، از مجموع ۹۴ شبکه تعداد ۱۱ شبکه كه ۱۰۸/۵ كيلومتر مربع

جدول ۵. تعداد شبکه و درصد مساحت طبقات آسیب پذیری در منطقه

میزان آسیب پذیری اکولوژیکی	طبقه	مساحت (كيلومتر مربع)	تعداد شبکه	درصد مساحت
مقاوم	۴	۱۰۸/۵	۱۱	۹/۲۸
نیمه حساس	۳	۲۱۲/۱۱	۲۰	۱۸/۱۴
حساس	۲	۶۲۳/۶۷	۴۳	۵۳/۳۵
آسیب پذیر	۱	۲۲۴/۵۴	۲۰	۱۹/۲۱



شکل ۲. طبقه‌بندی شبکه‌ها براساس میزان شاخص آسیب‌پذیری اکولوژیکی

۴. بحث و نتیجه‌گیری

محیط زیست طبیعی جهان، توان اکولوژیکی محدودی برای استفاده انسان از آن دارد. در برخی از محیط‌ها، طبیعت با کمترین خسارت آماده‌بالاترین توسعه است و در برخی دیگر، کمترین توسعه در آن منجر به خرابی محیط زیست می‌شود (Makhdoum, 2005). که این امر به ظرفیت، حساسیت و آسیب‌پذیری محیط بستگی دارد. از آنجاکه آسیب‌پذیری زیستگاه در واحد سطح براساس عوامل اکولوژیکی تعیین می‌شود (Makhdoum, 2002)، به‌نظر می‌رسد هر چه تعداد عوامل بررسی‌شده، در صورت وجود و مناسب‌بودن داده‌ها، بیشتر باشد، نتیجه به‌دست‌آمده هم شاخص‌تری از آسیب‌پذیری محیط زیست خواهد بود.

آسیب‌پذیری با استفاده از روش‌های مختلف و نمایه‌های گوناگونی تعیین می‌شود. به‌عنوان مثال می‌توان از روش تعیین آسیب‌پذیری براساس

رتبه‌بندی زیستگاه (Rossi & Kuitunen, 1996) که در این روش شاخص ارزش زیستگاه (HV)^۱ محاسبه می‌شود که تنها براساس گروه‌های تهدیدشده و زیستگاه‌های ترجیح داده شده است و یا تعیین آسیب‌پذیری براساس برنامه‌ریزی سریع حوضه آبخیز (Zeilinski, 2002) اشاره کرد (Azaridehkordi & Khazaei, 2009)؛ یکی دیگر از روش‌های تعیین آسیب‌پذیری کمی کردن ساختار سرزمین از طریق استخراج نمایه‌های سیمای سرزمین است (Lausch & Herzog, 2002) که از آن جمله می‌توان استفاده از سنجه تعداد لکه را نام برد که براساس آن، آسیب‌پذیری یک اکوسیستم تنها براساس سنجه تعداد لکه محاسبه می‌شود (Azaridehkordi & Khazaei, 2009).

اگرچه هر کدام از روش‌های اشاره‌شده مزایای خاص خود را دارند، مزیت روش به‌کار برده‌شده در پژوهش حاضر، استفاده از رویکرد سیستمی در ارتباط با عوامل اکولوژیکی است چراکه برای

1. Habitat Value

پژوهش حاضر، به دلیل حفاظتی بودن منطقه مطالعه شده، عامل زیستگاه را هم بررسی کردند. Yazdian و همکاران (2012) در ارزیابی آثار گردشگری در جنگل نمک‌آبرود، برای تعیین آسیب‌پذیری اکولوژیکی تنها عوامل شیب و آسیب‌پذیری خاک را بررسی کردند و کل منطقه را در سه طبقه آسیب‌پذیری تقسیم‌بندی کردند. Aghnoum و همکاران (2013) نیز در پژوهش خود با به‌کارگیری روش عینی، آسیب‌پذیری بخش پاتم جنگل خیرودکنار در نوشهر را محاسبه و علاوه بر عامل عمق خاک از داده‌های فرسایش خاک نیز در تعیین آسیب‌پذیری استفاده کردند. نتایج نشان داد که حدود ۷۰ درصد این منطقه در طبقه‌های حساس و آسیب‌پذیر قرار دارد.

در شهرستان طرقله شانديز تا کنون مطالعه‌ای به‌منظور بررسی آسیب‌پذیری اکولوژیکی انجام نشده است. از آنجاکه این شهرستان تا سال ۱۳۸۷ جزئی از شهرستان مشهد بوده است، بنابراین، مطالعات ارزیابی آثار زیست‌محیطی و ارزیابی توان هم در قالب طرح‌های کلی انجام شده و در مقیاس شهرستان طرقله شانديز تا کنون مطالعات زیادی صورت نگرفته است که کلیه طرح‌ها و پژوهش‌هایی که در بخش‌های مختلفی از شهرستان انجام شده بود، مطالعه و بررسی شد. نتایج کلی این طرح‌ها بیان می‌کنند این منطقه به سبب وجود سازندهای نامقاوم زمین‌شناسی در بستر خود و داشتن شیب زیاد به‌ویژه در قسمت طرقله و اطراف آن بسیار فرسایش‌پذیر است.

با توجه به یافته‌های به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر، حدود ۷۰ درصد از منطقه در طبقه حساس و آسیب‌پذیر قرار دارد (جدول ۸) که این محدوده مناطقی مانند زشک، ابرده و شانديز را در بخش شانديز و حصار، جاغرق، کنگ و طرقله را در بخش طرقله، شامل می‌شود. همچنین همان‌طور که از مقایسه نتایج به‌دست‌آمده بین دو بخش طرقله و شانديز هم استنتاج می‌شود، بخش طرقله به‌سبب قرارگرفتن در منطقه کوهستانی و داشتن ارتفاع و شیب بیشتر نسبت به بخش

تخمین آسیب‌پذیری اکولوژیکی شناخت ویژگی‌های بیولوژیکی و اکولوژیکی اکوسیستم، مورد نیاز است (De Lange *et al.*, 2010). همان‌گونه که شرح داده شد مهم‌ترین عوامل اکولوژیکی در ماتریسی با عنوان ماتریس آثار متقابل گردآوری می‌شود و ارتباط آن‌ها با هم مورد توجه قرار می‌گیرد. علاوه بر این درجه اهمیت هر عامل به عنوان یک ضریب وزنی در تعیین آسیب‌پذیری اکولوژیکی منطقه در این روش در نظر گرفته می‌شود، که یکی دیگر از مزایای آن است. همچنین در این روش امکان استفاده از هر عامل اکولوژیکی در صورت موجودبودن داده‌های مناسب آن که در تعیین آسیب‌پذیری اکولوژیکی یک منطقه اثرگذار است، وجود دارد. مثلاً در مناطق حفاظت‌شده می‌توان حتی داده‌های مربوط به گونه‌های حفاظتی و باارزش را نیز به عنوان یک عامل اکولوژیکی مهم در روش وارد کرد. بنابراین، به نظر می‌رسد آنچه در این روش در نهایت به‌منزله شاخص آسیب‌پذیری اکولوژیکی (EQI) به دست می‌آید، نسبت به سایر روش‌ها می‌تواند نمایه‌ای بهتر از آسیب‌پذیری واقعی منطقه باشد.

نتایج پژوهش‌های مشابه نشان می‌دهد که بررسی و مطالعه عوامل اکولوژیکی براساس هدف پژوهش تفاوت دارد؛ به عنوان مثال Safaian و همکاران (2004) از روش عینیت‌گرا و از همان عوامل اکولوژیکی نام‌برده (ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت جغرافیایی، خاک، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی و اقلیم) برای تعیین آسیب‌پذیری اکولوژیکی حاشیه جنوبی دریای خزر استفاده کردند. آن‌ها منطقه مطالعاتی خود را به ۱۱ زیرحوضه تقسیم کردند و با توجه به نتایج به‌دست‌آمده اظهار داشتند که این منطقه به دلیل آسیب‌پذیر بودن اکوسیستم آن چندان آماده توسعه نیست. Yarali و همکاران (2010) در مطالعه خود که با هدف ارزیابی آثار منطقه حفاظت‌شده اشترانکوه با استفاده از مدل تخریب انجام شد، در مرحله تعیین آسیب‌پذیری اکولوژیک علاوه بر عوامل اکولوژیکی گفته‌شده در

انجام گیرد؛ چراکه در غیر این صورت، امکان فزونی یافتن توسعه اقتصادی بر ظرفیت تحمل اکولوژیکی منطقه وجود دارد. این امر سبب می شود به تدریج منابع طبیعی منطقه کاهش یابد و پدیده‌هایی مانند فرسایش خاک و تهی شدن منابع آب منطقه اتفاق افتد که در این صورت احیا و بازگردانی این اکوسیستم‌ها به شرایط اولیه بسیار سخت و حتی غیرممکن خواهد بود. این مسئله لزوم توجه بیشتر و برنامه‌ریزی دقیق‌تر برای حفاظت از محیط زیست طبیعی منطقه و کاهش آثار منفی ناشی از توسعه را گوشزد می‌کند.

شاندیز که در منطقه دشتی قرار گرفته است، شاخص آسیب‌پذیری بالاتری دارد. این امر نشان می‌دهد که این مناطق به علت آسیب‌پذیری و شکنندگی بالای اکوسیستم که در نتیجه این عوامل طبیعی حاکم بر آن‌ها (شیب و ارتفاع زیاد) و نیز وضعیت زمین‌شناسی (وجود سازندهای نامقاومی مانند شیل و اسلیت) و وضعیت خاک (کم عمق و دارای شیب زیاد و فرسایش‌پذیری بالا) است؛ توان تحمل بار توسعه زیاد را ندارند. بنابراین، به نظر می‌رسد قبل از اجرای هرگونه پروژه بزرگ مقیاس عمرانی در این مناطق، مطالعات مکان‌یابی و ارزیابی توان اکولوژیک باید

REFERENCES

1. Aghnoum, M., Fegghi, J., Makhdoum, M., Jabbarian Amiri, B., 2013. Determination of ecological vulnerability in Patom district of Kheyroud forest using objective vulnerability method, *Natural Environment* 3, 245-254. (In Persian)
2. Alizadeh, K., 2003. The tourists effect on environmental resources. *Geographical researches* 44, 55 – 70. (In Persian)
3. Azaridehkordi, F. and Khazaei, N., 2009. Decision support systems for Rapid Environmental Impact Assessment in Degradation Assessment Landscape of Shafaroud Watershed, *Environmental Studies*, 51, 69-80.
4. Botkin, D., Keller, E., 2009. *Environmental Science: Earth as Living Planet*. 6th Edition. University of Mashhad Press, 680 p.
5. De Lange, H. J., Sala, S., Vighi, M., Faber, J. H. 2010. Ecological vulnerability in risk assessment - A review and perspectives. *Science of The Total Environment* 408, 3871-3879.
6. Feiznia, S., 2008. *Applied Sedimentology Based on Soil Erosion and Sediment Production*. University of Agricultural Science and Natural Resources press. 356 p.
7. Gao, J. Liu, Y., 2010. Determination of land degradation causes in Tongyu County, Northeast China via land cover change detection. *Applied Earth Observation and Geoinformation* 12: 9-16
8. Haines Young, R. Potshin, M. Cheshire, D., 2006. *Defining and identifying Environmental Limits for Sustainable Development. a Scoping Study*. Final Full Technical Report to Defra, 103 p.
9. Jabbarian Amiri, B., 1998. Introduction an objective method for determining the ecological vulnerability of ecosystems. *Environmental Study* 21 & 22, 57 – 68. (In Persian)
10. Jahani, M., Noie, F., 2007. Study the effective factors on migration of rural – urban in Torghabeh village. *Geographical sciences* 7 & 8, 124 – 141. (In Persian)
11. Jalalian, A., Ayyobi, Sh., 2006. *Land Evaluation*, Esfahan University of Technology press. 398 p.
12. Khazaei, N. Azari Dehkordi, F., 2008. *Forest Landscape Degradation Assessment in Dokeh watershed*,
13. Iran. *Environmental Application and Science* 2: 91-100.
14. Lausch, A., Herzog, f. 2002. Applicability of Landscape Metrics for the Monitoring of Landscape Change: Issues of Scale, Resolution and Interpretability. *Ecological Indicators*, 1, 3-15.
15. Makhdoum, M., 2002. Degradation model: a quantitative EIA instrument, acting as a Decision Support System (DSS) for environmental management. *Environmental management* 30: 151-156.

16. Makhdoum, M., 2005. Fundamental of Land use Planning, 7th Edition. University of Tehran Press. 289p
17. Neil Adger, W., 2006. Vulnerability, Global Environmental Change 16, 268-281.
18. Rossi, E. and Kuitunen, M., 1996. Ranking of habitats for the assessment of ecological impact in land use planning, Biological Conservation, 77, 227-234.
19. Safaian, N. Shokri, M. Jabbarian Amiri, B., 2004. Environmental Impact Assessment of Development in the North of Iran. Environmental Studies 13 (3): 319-323.
20. Safaian, N., Shokri, M., Jabbarian, B., 2004. Determination the ecological vulnerability in the ecosystems of southern coast of the Caspian sea. Environmental Study 29, 45 – 50. (In Persian)
21. Sheikh Goodarzi, M., AlizadehShabani , Salman Mahiny A., Fegghi J., 2012. Environmental Impact Assessment (EIA) of Korganroud watershed, using landscape degradation model, Natural resources 2, 223 – 234. (In Persian)
22. 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, 14, 8074-8079.
23. Yarali, N., Soltani, A., Jafari, A., Mafi Gholami, D., Mahmodi, M., 2010. Environmental impact assessment in Ashtarankoh protected area using land degradation model. Environmental researches 1, 13 – 22. (In Persian)
24. Yavari, GH., FazelBeygi, M. 2011. Study the impact of development and sustainability in Horaman region ecosystem using land degradation model. Environmental Study 57, 121 – 128. (In Persian)
25. Yazdian, F. Faghih Nasiri, L. Kiapasha, Kh., 2012. The impact assessment of environmental tourism on Namak-Abrod forest using degradation model. Forest 2: 113 – 121. (In Persian)
26. Zeilinski, J. 2002. Watershed vulnerability analysis. Ellicott city, MD center for watershed protection: 1-22.