

ارزیابی کیفیت سرزمین در مناطق حفاظت‌شده با استفاده از مدل تخریب (مطالعه موردی: مجموعه حفاظت‌شده توران)

حسین سپهر*^۱، مجید مخدوم^۲، شهروزاد فریادی^۳، مجید رضانی مهریان^۴

۱ کارشناس ارشد رشته برنامه‌ریزی، مدیریت و آموزش محیط‌زیست

۲ استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳ استادیار دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران

۴ دانشجوی دکتری رشته برنامه‌ریزی، مدیریت و آموزش محیط‌زیست دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۲/۱۹؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۰۴/۰۱)

چکیده

مساله مورد توجه و مورد مذاقه قرار گرفته پژوهش حاضر، به نوعی پایش مدیریت پایدار سرزمین در مناطق حفاظت‌شده با استفاده از ارزیابی کیفیت سرزمین است. این پژوهش، اهداف زیر را دنبال می‌کند: تدوین شاخص‌هایی برای ارزیابی کیفیت سرزمین در مناطق حفاظت‌شده، ارزیابی کیفیت سرزمین در مجموعه حفاظت‌شده توران از گذشته تا حال و تبیین روند کیفیت سرزمین از گذشته تا حال در منطقه حفاظت‌شده توران. اگر تحقیقات انجام گرفته در حوزه ارزیابی کیفیت سرزمین دسته‌بندی شود، دو طریق برای ارزیابی کیفیت سرزمین قابل تفکیک خواهد بود. طریق مبتنی بر آمارهای تفصیلی زیستی و طریق مبتنی بر سنجش فعالیت‌های انسانی. در این فرایند، تصمیم به پیروی از طریق دوم گرفته شد. برای این امر، از مدل تخریب بهره گرفته شد. اجزای مدل تخریب که عبارت از مجموع شدت عوامل تخریب، تراکم فیزیوگرافیک و آسیب‌پذیری بوم‌شناختی با ترکیب روش‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، فرایند تحلیل توسعه‌ای و ماتریس آثار متقابل بوم‌شناختی می‌باشند، در سامانه اطلاعات جغرافیایی مورد محاسبه قرار گرفت. سپس، پهنه‌بندی منطقه به لحاظ کیفیت سرزمین در سامانه مذکور محاسبه شد. در پایان، نتیجه‌ای که از ترکیب سطوح حفاظتی و توزیع درجات مختلف کیفیت سرزمین گرفته شد، این بود که این سطوح نقش تعیین‌کننده‌ای در حفظ کیفیت سرزمین ندارند.

کلیدواژه‌ها: کیفیت سرزمین، مدل تخریب، مناطق حفاظت‌شده، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، فرایند تحلیل توسعه‌ای، GIS

سرآغاز

امروزه، ارزیابی کیفیت سرزمین به عنوان ابزاری برای آمایش و پایش محیط‌زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجا که مدیریت پایدار سرزمین امری مهم می‌نمایند، مساله مورد توجه و مورد مذاقه قرار گرفته پژوهش حاضر به نوعی پایش مدیریت پایدار سرزمین در مناطق حفاظت‌شده با استفاده از ارزیابی کیفیت سرزمین است. کیفیت سرزمین وضعیت و ظرفیت سرزمین شامل خاک، آب و هوا، توپوگرافی و ویژگی‌های بیولوژیکی برای هدف تولید، حفاظت و مدیریت محیط‌زیستی است (Pieri et al., 1995). برای این امر، از مدل تخریب^(۱) بهره گرفته شد که مخدوم آن را ارائه کرده است (Makhdoum, 2002). در این پژوهش، منطقه توران به عنوان مورد مطالعاتی انتخاب گردید. از علل انتخاب منطقه توران به عنوان مورد مطالعاتی می‌توان به موارد مانند: وجود گونه‌های در معرض انقراض همچون یوزپلنگ ایرانی و گورخر آسیایی و همچنین گونه‌های اندمیک همچون زاغ‌بور در منطقه مذکور؛ وجود آمار و اطلاعات به نسبت مناسب و انجام تحقیقات فراوان قبلی روی این منطقه؛ سابقه به نسبت طولانی در حفاظت (از سال ۱۳۵۲ به عنوان منطقه حفاظت‌شده و پناهگاه حیات‌وحش و از سال ۱۳۸۱ به عنوان پارک ملی) و در نتیجه امکان سنجش کارایی مدیریت منطقه و امکان دسترسی به منطقه اشاره کرد.

این پژوهش، اهدافی مانند: تدوین شاخص‌هایی برای ارزیابی کیفیت سرزمین در مناطق حفاظت‌شده، ارزیابی کیفیت سرزمین در مجموعه حفاظت‌شده توران از گذشته تا به حال، تبیین روند کیفیت سرزمین از گذشته تا حال را در مجموعه حفاظت‌شده توران، دنبال می‌کند.

ابتدا، باید ذکر کرد «کیفیت سرزمین وضعیت سرزمین است در ارتباط با نیازمندی‌های کاربری اراضی شامل: تولید کشاورزی، جنگل‌داری، حفاظت و مدیریت محیط‌زیستی» (Pieri et al., 1995). تا کنون، در زمینه حفاظت نسبت به دیگر مسائلی که در ارزیابی کیفیت سرزمین به آن توجه می‌شود، پژوهش‌های کمتری صورت گرفته است و حجم این تحقیقات در مقایسه با بخش کشاورزی نسبت کم‌تری را به خود اختصاص داده است. در زیر به برخی از کارهایی اشاره می‌شود که تا کنون در زمینه مذکور انجام گرفته است.

در پژوهشی که در کمیسیون توسعه پایدار ایالات متحده انجام

گرفته است، برای امر حفاظت از دو شاخص عمده استفاده شده است: ۱. حد محافظت از خاک؛ ۲. حد تخریب سه شاخص دیگر که برای محافظت ارایه شده است از این قرار است:

ورودی سطح بالا: ریسک تخریب

ورودی سطح متوسط: گرایش‌های تخریب

سطح ارگانیک: گرایش‌های تخریب (Dumanski et al., 1998).
(Dengiz & Baskan, 2009) نیز به ارزیابی کیفیت سرزمین و کاربری اراضی پایدار در منطقه ویژه حفاظت‌شده دریاچه نمک ترکیه^(۲) پرداختند. در پژوهش مذکور، نقشه کیفیت سرزمین بالقوه با ترکیب کیفیت خاک، کیفیت آب و هوا و طبقات شیب برای منطقه مورد مطالعه تولید شد. در نهایت، به منظور تولید نقشه کیفیت سرزمین بالفعل لایه‌های موضوعی کیفیت سرزمین بالقوه و توسعه‌یافتگی سرزمین روی هم‌گذاری شد. کیفیت سرزمین بالفعل نشان‌دهنده کیفیت سرزمین فعلی تحت مدیریت کنونی است. برای لایه توسعه‌یافتگی سرزمین، دو طبقه سرزمین با آبیاری داریم و سرزمین بدون آبیاری داریم در نظر گرفته شده است. در پژوهش یاد شده، برای تولید نقشه توسعه‌یافتگی سرزمین از تصاویر ماهواره‌ای و برداشت زمینی استفاده شد.

اگر تحقیقات انجام گرفته در حوزه ارزیابی کیفیت سرزمین دسته‌بندی شود، دو طریق برای ارزیابی کیفیت سرزمین قابل تفکیک خواهد بود. طریق مبتنی بر آمارهای تفصیلی زیستی و طریق مبتنی بر سنجش فعالیت‌های انسانی. طریق نخست همان گونه که از نامش مشخص است، بر آمارهای تفصیلی و ریز در حوزه زیست‌شناسی و اکولوژی تأکید دارد. از محققانی که در این طریق گام برداشته‌اند می‌توان به (Bouma & Droogers, 1998; Bindraban et al., 2000) و دیگر همکاران اشاره کرد که در تحقیقات خود از شاخص‌های تنوع‌زیستی، شاخص‌های مرتبط با ریسک تولید و شاخص‌هایی نظیر تعادل مواد مغذی خاک بهره جسته‌اند. ناگفته پیداست، این طریق از ارزیابی کیفیت سرزمین نیازمند وجود آمار دقیق طی سالیان مختلف در حوزه‌های ذکر شده دارد. طریق دوم که مبتنی بر ارزیابی اثر فعالیت‌های انسانی بر سرزمین است، کلیتی از ویژگی‌های طبیعی منطقه را در نظر می‌گیرد و اثر فعالیت‌های انسانی را بر آن‌ها مورد مذاقه قرار می‌دهد. از محققان گام برداشته در این طریق، می‌توان به (Dengiz & Baskan, 2009) اشاره کرد که در تحقیق خود به منظور دخیل کردن ویژگی‌های کلی منطقه در

مواد و روش‌ها

مدل تخریب عبارت است از:

$$H = \frac{\sum I + DP}{V_0} \quad (1)$$

H = ضریب تخریب زیستگاه در هر نشانزد^(۳)

I = شدت عوامل تخریب (اثر تجمعی از گذشته تا حال)

DP = تراکم فیزیوگرافیک جمعیت

V = آسیب‌پذیری زیستگاه

در این تحقیق، تصمیم به وزن دار کردن هم عوامل تخریب و هم عوامل اکولوژیکی مرتبط با آسیب‌پذیری زیستگاه گرفته شد. بدین منظور، از ماتریس آثار متقابل و همچنین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شد.

محاسبه آسیب‌پذیری زیستگاه

آسیب‌پذیری زیستگاه و ارزش‌های وزنی مقرر شده (بر اساس ویژگی‌های اکولوژیکی) در مدل تخریب تا کنون بدین صورت ارایه شده اند: I = آسیب‌پذیری، II = حساس، III = مقاوم. اما همان طور که در ادامه خواهد آمد به دلیل استفاده از منطق فازی در محاسبه آسیب‌پذیری بوم‌شناختی در این پژوهش ارزش وزنی آسیب‌پذیری بوم‌شناختی شامل طیفی از اعداد بین ۰ تا ۱ خواهد بود.

آسیب‌پذیری زیستگاه بدین صورت محاسبه شد. ابتدا ماتریس آثار متقابل به منظور تحلیل سیستم ادراکی محیط‌زیست تشکیل شد. بر اساس این روش، نخست یک ماتریس از عوامل اکولوژیکی مورد نظر تهیه شد، به طوری که در محل‌هایی که عاملی اکولوژیکی بر عامل دیگر اثر دارد، عدد یک و در غیر این صورت عدد صفر درج شد. این ماتریس به صورت کارشناسی توسط نگارنده تهیه شد. در گام بعدی، جمع ردیف‌ها و جمع ستون‌ها محاسبه شد و درجه اهمیت عوامل اکولوژیکی بر اساس زیر مورد محاسبه قرار گرفت:

$$S_{ij} = \sum_1^n (X_j - X_i) \quad (2)$$

که S_{ij} عبارت است از درجه اهمیت عامل اکولوژیکی که در واقع عددی بدون بعد است. X_i تعداد یک‌ها در ردیف i و X_j تعداد یک‌ها در ستون j می‌باشد (جباریان امیری، ۱۳۷۷).

سپس، از طریق مقایسه درجه اهمیت عوامل اکولوژیکی با هم، جدول مربوط به فرایند تحلیل سلسله مراتبی لایه‌ها ی عوامل

امر ارزیابی از لایه‌هایی همچون شیب، کیفیت خاک و کیفیت آب و هوا بهره برده و برای دخیل کردن اثر فعالیت‌های انسانی لایه‌های مرتبط با زراعت آبی و دیم را مدنظر قرار داده‌اند. همچنان که مشاهده می‌شود، این طریق به آمارهای تفصیلی سطوح بالا نیازمند نیست و تنها در آن نیاز به داده‌های کلی از منابع طبیعی و برخی اطلاعات اقتصادی اجتماعی احساس می‌شود.

به منظور ارزیابی کیفیت سرزمین در ایران، پیروی از طریق اول شاید نتایج دقیق‌تری داشته باشد. اما، به دلیل نبود و یا کمبود آمارهای مورد نیاز آن، فعلاً قابل انجام و اجرا نمی‌باشد. اما در مورد طریق دوم، وضعیت به نسبت بهتری از نظر وجود آمار و اطلاعات، وجود متخصصان و زمان مورد نیاز برای این کار، حاکم است. بدین صورت، در این پژوهش، تصمیم به پیروی از طریق دوم گرفته شد. برای این منظور باید روشی اتخاذ شود که به گونه‌ای سیستماتیک به ارزیابی آثار توسعه‌های انسانی بر سرزمین بپردازد و به آثار مداخلات انسانی بر سیمای سرزمین، توجه کند. همچنین شاخص‌های استفاده شده در آن قابل اندازه‌گیری در فضا یعنی در سطح سیمای سرزمین؛ بازتابنده تغییر در دوره‌های زمانی قابل شناسایی (۵ تا ۱۰ ساله)؛ تابعی از متغیرهای مستقل؛ قابل سنجش و به طور معمول بدون بعد (برآوردهای نسبی) باشند. یکی از مدل‌هایی که می‌تواند تا حد زیادی تمامی این نیازها را تأمین کند، مدل تخریب است. علاوه بر این‌ها، اهمیت عوامل تخریب در مناطق حفاظت‌شده و توجه ویژه مدل تخریب به عوامل تخریب، می‌تواند توجیه‌گر استفاده از این مدل در ارزیابی کیفیت سرزمین در مناطق تحت حفاظت باشد.

(Makhdoum, 2002)، در مقاله‌ای مدل تخریب را به عنوان ابزاری کمی برای ارزیابی آثار محیط‌زیستی در سطح جهانی معرفی کرد و خاطر نشان ساخت مدل مذکور وسیله‌ای برای سازش بین سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری دانش‌محور، مدل مجزا، مدل اطلاعات خلاصه‌شده و نظریه اساسی اقتصاد محیط‌زیست است. در مقاله مذکور، با استفاده از رهیافت نظری مجموعه فازی ضریب تخریب محاسبه‌شده مناطق مورد مطالعه به طبقه‌ها و معیارهایی تقسیم شد. مدل تخریب در مقاله مذکور در سه استان تهران، هرمزگان و کرمانشاه به‌عنوان نمایندگان مناطق جغرافیای زیستی کشور به اجرا درآمد.

پس از استنتاج درجه ارجحیت طبقات و درجه اهمیت لایه‌ها، امتیازات به‌دست آمده در نقشه‌های موجود، در سامانه اطلاعات جغرافیایی اعمال شد و با استفاده از روش روی هم‌اندازی موزون نقشه آسیب‌پذیری اکولوژیک منطقه تهیه شد. با استفاده از این روش همان‌طور که ذکر شد، امتیاز هر پیکسل به لحاظ آسیب‌پذیری اکولوژیک امتیازی بین ۰ تا ۱ خواهد داشت.

لایه‌های اکولوژیک مورد استفاده در این پژوهش، عبارت از: لایه‌های ارتفاع و جهت هر یک شامل پنج طبقه و لایه شیب شامل هشت طبقه که از روی لایه DEM ۵۰ متر منطقه تهیه شدند، اقلیم‌شناسی، یک طبقه که با استفاده از روش دومارتن اصلاح شده به دست آمد، کاربری اراضی شامل هفت طبقه، تراکم پوشش گیاهی شامل شش طبقه، عمق خاک شامل پنج طبقه که از روی نقشه قابلیت اراضی استخراج شد، فرسایش‌پذیری سنگ مادر شامل پنج طبقه، فرسایش آبی شامل سه طبقه و در نهایت فرسایش بادی شامل پنج طبقه می‌باشند.

محاسبه شدت عوامل تخریب

عوامل تخریب بسته به منطقه مورد نظر متفاوت خواهد بود، اما ارزش‌های وزنی از پیش تعیین شده آثار این گونه در نظر گرفته شده‌اند: ۱=کم، ۲=متوسط، ۳=شدید، ۴=خیلی شدید با بررسی عوامل مختلف تخریب در منطقه و مراجعه میدانی جمعاً ۱۰ عامل تخریب شناسایی و در نتیجه ۱۰ نقشه تهیه شد که عبارت از: بوته‌کنی، مدیریت ضعیف، آلودگی صدا، آلودگی هوا، چرای بی‌رویه، تراکم بیش از حد دام در مرتع، جاده‌سازی بی‌برنامه، کان‌کنی بی‌برنامه، زباله‌ریزی و شکار بدون جواز می‌باشد. تهیه نقشه‌های مربوط به هر عامل تخریب که ابتدا به صورت وکتوری تهیه شدند نیز با استفاده از بازدید میدانی و استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS)، مراجعه به طرح مدیریت منطقه حفاظت شده توران و کار کارشناسی روی نقشه‌های موجود انجام شد.

در این تحقیق درجه اهمیتی نیز برای هر یک از عوامل تخریب در نظر گرفته شد. برای تعیین درجه اهمیت هر فعالیت مخرب نیز از مجموع درجه اهمیت عوامل بوم‌شناختی تحت تأثیر عامل تخریب مذکور بهره گرفته شد. بدین صورت که ابتدا مشخص شد، هر فعالیت مخرب روی کدام عوامل بوم‌شناختی تأثیر می‌گذارد. سپس، مجموع درجه اهمیت عوامل بوم‌شناختی تحت

اکولوژیکی برای تعیین ارجحیت لایه‌ها نسبت به هم تشکیل شد. در حقیقت، با استفاده از ماتریس آثار متقابل، فرایند امتیازدهی در فرایند تحلیل سلسله مراتبی به صورتی شبه‌عینی درآمد.

در صورت استفاده از روش تحلیل توسعه‌ای (EA)^(۴) برای تعیین ارجحیت لایه‌ها امتیاز برخی لایه‌ها منفی می‌شد به همین منظور، از روش AHP ساده برای تعیین ارجحیت عوامل اکولوژیکی بهره گرفته شد و از روش تحلیل توسعه‌ای که از جمله روش‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی است، برای وزن دهی به طبقات لایه‌ها استفاده شد. بدین صورت که ابتدا مقایسات زوجی به صورت کیفی بین طبقات انجام شد. سپس، با استفاده از روش تحلیل توسعه‌ای این کیفیات کمی شدند. اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی^(۵) هستند (آذر و همکاران، ۱۳۸۹). در روش مذکور برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی، ارزش S_k که خود یک عدد فازی مثلثی است، به صورت زیر محاسبه شد:

$$S_k = \sum_{j=1}^n M_{kj} \times \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1} \quad (۳)$$

که در آن k بیان‌گر شماره سطر و i و j به ترتیب نشان‌دهنده گزینه‌ها و شاخص‌ها می‌باشند. در این روش پس از محاسبه S_k ها درجه بزرگی آن‌ها نسبت به هم به دست می‌آید. به طور کلی، اگر M_1 و M_2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی M_1 بر M_2 به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$M_1 > M_2 \text{ اگر } (۴)$$

$$\begin{cases} V(M_1 \geq M_2) = 1 \\ V(M_1 \geq M_2) = hgt(M_1 \cap M_2) \end{cases} \text{ در غیر این صورت}$$

$$hgt = (M_1 \cap M_2) = \frac{u_1 - L_2}{(u_1 - L_2) + (m_2 - m_1)}$$

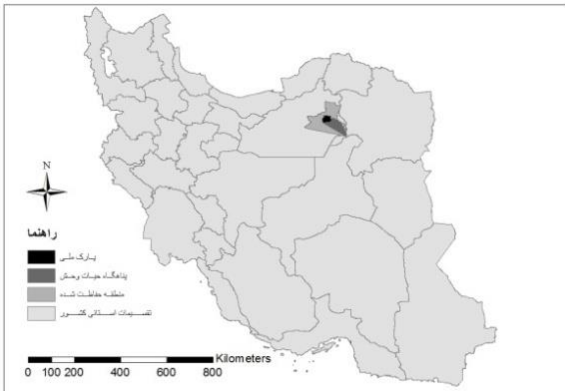
میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از K عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$(۵)$$

$V(M_1 \geq M_k) \quad V(M_1 \geq M_2, \dots, M_k) = V(M_1 \geq M_2) \text{ and } \dots \text{ and}$
هم‌چنین برای محاسبه وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسات زوجی به صورت زیر عمل می‌شود:

$$W(x_1) = \min \{V(S_i \geq S_k)\} \quad (۶)$$

سطح این مجموعه در حدود ۱۷۲۰ متر است (نیامیر و زنجانیور (الف)، ۱۳۸۱).



شکل (۱): موقعیت مجموعه حفاظت‌شده توران در کشور

در مجموع، ۶۵۴ گونه گیاهی در منطقه توران شناسایی شده است (نیامیر و زنجانیور (الف)، ۱۳۸۱). بر اساس فهرست سرخ مربوط به گونه های گیاهی در معرض تهدید ایران، یکی از گونه های گیاهی شناسایی شده در این منطقه در معرض انقراض به حساب می آید. بر این اساس، تعداد ۱۰ گونه گیاهی در طبقه آسیب پذیر قرار دارند. همچنین، تعداد ۵۰ گونه در طبقه در معرض خطر کمتر و تعداد ۱۱ گونه در طبقه اطلاعات ناکافی قرار دارند. در این مجموعه، تعداد ۶۳ آرایه که ۹/۶ درصد از کل گیاهان این منطقه را در بر می گیرند، اندمیک یا انحصاری می باشند (نیامیر و زنجانیور (ب)، ۱۳۸۱).

تا کنون، ۲۵۰ گونه جانوری در در مجموعه حفاظت‌شده توران شناسایی شده است (نیامیر و زنجانیور (الف)، ۱۳۸۱). از این تعداد ۴۱ گونه پستاندار، ۱۶۷ گونه پرنده، ۴۲ گونه خزنده، دو گونه دوزیست و یک گونه ماهی می باشند (نیامیر و زنجانیور (ب)، ۱۳۸۱).

از ۴۱ گونه پستاندار وحشی این منطقه، براساس مقررات ملی تعداد پنج گونه حمایت‌شده و چهار گونه در خطر انقراض هستند. بر اساس طبقات تهدید اتحادیه جهانی حفاظت نیز، تعداد یک گونه آسیب‌پذیر، دو گونه در خطر انقراض و یک گونه در آستانه انقراض قرار دارند. تعداد سه گونه در ضمیمه شماره دو و سه گونه، در ضمیمه شماره یک فهرست‌های کنوانسیون تجارت گونه‌های در معرض خطر انقراض قرار دارند.

از تعداد ۱۶۷ گونه پرنده مشاهده‌شده در توران، ۳۱ گونه

تأثیر هر عامل تخریب محاسبه و بنابر آن عوامل تخریب از پایین به بالا رتبه‌بندی شدند. در نهایت، رتبه فعالیت مخرب به عنوان درجه اهمیت آن فعالیت در نظر گرفته شد. یعنی هرچه عوامل تخریب تأثیر کم‌تری بر عوامل بوم‌شناختی داشته باشند، امتیاز کم‌تری خواهند داشت و برعکس.

اما، تراکم فیزیوگرافیک جمعیت تا پیش از این از تقسیم جمعیت هر واحد نشانزد بر مجموع مساحت زمین‌های کشاورزی همان واحد به دست می‌آمد. در تحقیق حاضر، تراکم جمعیت در پهنه‌های کشاورزی محاسبه شدند. یعنی ابتدا به صورت وکتوری (پلی‌گونی) تراکم فیزیوگرافیک جمعیت مورد محاسبه قرار گرفت. سپس، این نقشه وکتوری به نوع رستری تبدیل شد. زیرا، به لحاظ منطق محیط‌زیستی فشار جمعیت ساکن در یک منطقه بر کل زمین‌های کشاورزی مرتبط با همان منطقه می‌باشد نه بر قسمتی از آن که بر فرض مثال درون یک واحد نشانزد قرار دارد. بنابراین، نقشه تراکم فیزیوگرافیک منطقه بر این اساس تهیه شد. به منظور اجرای مدل تخریب لایه‌ها از حالت وکتوری به حالت رستری تغییر داده شد. یعنی واحدهای نشانزد جهت اجرای مدل در این پژوهش شبکه در نظر گرفته شد. مساحت هر شبکه (۶) ۲/۵ کیلومتر مربع بود که تمامی نقشه‌ها بر این اساس به صورت رستری درآمدند. با استفاده از ابزار Raster calculator از اکستنشن Spatial Analyst در نرم‌افزار Arc GIS 9.3، مدل تخریب به اجرا در نهایت، طیف به دست آمده با استفاده از روش شکست طبیعی (۷) به چهار طبقه تقسیم شد.

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه توران بین ۵۵ تا ۵۷ درجه طول جغرافیایی و ۳۴° ۴۴' تا ۳۶° ۲۲' عرض جغرافیایی قرار گرفته است (رضایی‌فر، ۱۳۷۳). این منطقه، به لحاظ مدیریتی زیر نظر اداره کل محیط‌زیست استان سمنان قرار دارد. خود منطقه به لحاظ حفاظتی شامل سه قسمت منطقه حفاظت‌شده، پناهگاه حیات وحش و پارک ملی می‌شود. چهار محیط‌بانی در منطقه مسئولیت نظارت بر منطقه را بر عهده دارند (شکل ۱).

پست‌ترین دشت منطقه با ارتفاع حدود ۶۸۰ تا ۶۹۰ متر از سطح دریا در کویر نمک واقع در ضلع جنوبی منطقه قرار دارد و بلندترین نقطه منطقه در رشته کوه غربی با ارتفاع ۲۴۱۱ متر (قله قلعه بالا) واقع شده است. به بیان دیگر، تغییرات ارتفاعی در

مؤثر در میزان آسیب‌پذیری اکولوژیک منطقه که با استفاده از ماتریس اثر متقابل و روش AHP به‌دست آمد، عامل فرسایش‌پذیری سنگ مادر بود که روی دیگر عوامل همچون عمق خاک، فرسایش بادی، فرسایش آبی و عواملی مانند آن، تأثیر به‌سزایی دارد. وزن این عامل همان‌طور که در شکل (۲) آمده، $0/371$ است. پس از فرسایش‌پذیری، اقلیم و ارتفاع از سطح دریا به ترتیب با درجه اهمیت‌های $0/161$ و $0/137$ مهم‌ترین عوامل بودند. در آخر لیست هم عمق خاک و تراکم پوشش گیاهی که بیشتر متأثر از دیگر عوامل هستند، هر دو با درجه اهمیت $0/16$ قرار دارند.

همان‌گونه که ذکر شد، درجه ارجحیت طبقات لایه‌ها نسبت به هم نیز با استفاده از روش تحلیل توسعه‌ای به دست آمد. این طبقات به همراه وزنشان در جدول (۲) آمده است. لازم به ذکر است به این دلیل که لایه اقلیم تنها یک طبقه داشت، تحلیل توسعه‌ای برای آن بی‌معنا بوده و به همین سبب در جدول (۲) نیامده است. در نهایت، نقشه آسیب‌پذیری زیستگاه با روی هم‌اندازی لایه‌ها و اعمال وزن لایه‌ها و همچنین درجه ارجحیت طبقات هر لایه در آن، به دست آمد.

سپس، اهمیت عوامل تخریب‌ساز سنجیده شد و نقشه‌های مربوط به آن‌ها ساخته شد. نحوه محاسبه درجه اهمیت عوامل تخریب نیز همان‌گونه شرح داده شد، با استفاده از ترکیب نتایج ماتریس اثر متقابل و نیز فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به دست آمد. فرایند اهمیت‌دهی به عوامل در جدول (۳) آمده است.

حمایت‌شده، چهار گونه آسیب‌پذیر و ۱۵ گونه در ضمیمه شماره دو کنوانسیون تجارت گونه‌های در معرض انقراض جهان قرار دارد.

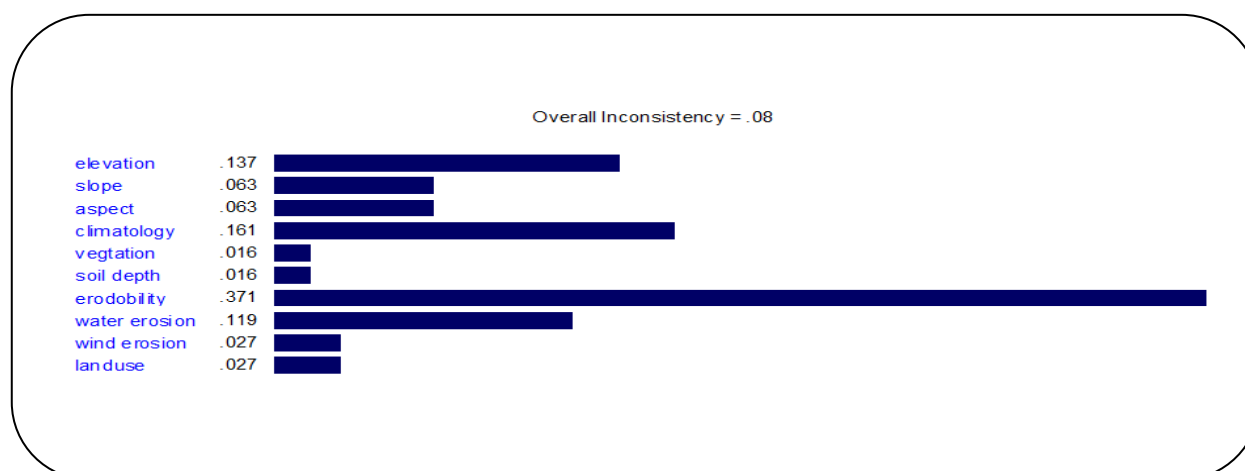
از ۴۲ گونه خزنده مشاهده‌شده در توران، ۲۱ گونه سوسمار، ۲۰ گونه مار، یک گونه لاک پشت هستند. از این میان چهار گونه در ضمیمه دو کنوانسیون تجارت گونه‌های در معرض انقراض جهان قرار دارد (نیامیر و زنجاپور (ب)، ۱۳۸۱).

جمع‌بندی روش‌شناسی

این کار با مطالعه کتابخانه‌ای و استفاده از ابزارهای مدل‌سازی و روش‌های آماری جهت شناسایی و انتخاب شاخص‌های مناسب ارزیابی کیفیت سرزمین و روش‌های ارزیابی آثار توسعه بر محیط‌زیست مانند مدل تخریب انجام شده است. با استفاده از مطالعه کتابخانه‌ای، مروری بر پیشینه موضوع و مساله مورد بررسی در این پژوهش انجام شد تا چارچوب مفهومی و مبانی نظری پژوهش تدوین شود. همچنین، از ابزارهای مدل‌سازی مانند سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای خلاصه‌سازی داده‌ها و تسهیل انجام کار بهره گرفته شد (جدول ۱).

یافته‌ها

آسیب‌پذیری زیستگاه در منطقه همان‌گونه که اشاره شد، با استفاده از ترکیب روش‌های ماتریس اثر متقابل، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل توسعه‌ای به دست آمد. مهم‌ترین عامل

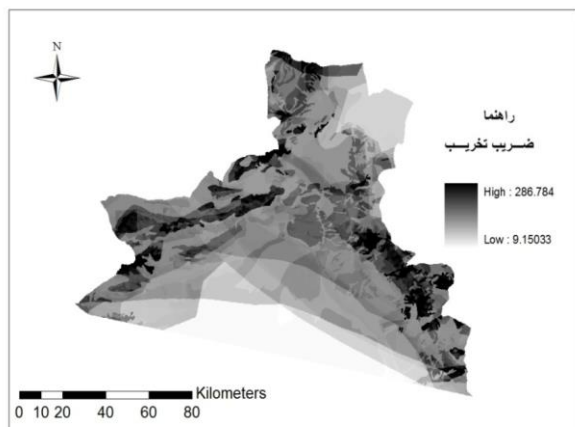


شکل (۲): نتایج حاصل از مقایسات زوجی AHP انجام شده برای عوامل اکولوژیکی

جدول (۱): توابع عضویت مثلثی فازی و درجه ارجحیت طبقات

کیفیت ارجحیت	ارجحیت برابر	ارجحیت کم	ارجحیت متوسط	ارجحیت زیاد	ارجحیت خیلی زیاد
تابع مثلثی	۱۱۱	۵۳۱	۷۵۳	۹۷۵	۹۹۷

ظرفیت، در گذشته صورت گرفته است و در حال حاضر هیچ گونه تعادلی میان دام و مرتع در منطقه وجود ندارد. علاوه بر این، تنها ۵۰ آغل در داخل منطقه امن وجود دارد (دادخواهی و زنجانپور ۱۳۸۱). همچنین دام‌های شهرستان‌ها و یا استان‌های مجاور منطقه نیز به داخل این منطقه ارزشمند وارد گشته و خسارت‌های جبران‌ناپذیری به مراتع منطقه وارد می‌آورند. همه‌ساله در اوایل فصل پاییز تعداد زیادی دام شامل گوسفند و بز از دامنه‌های جنوب‌شرقی البرز مانند: سنگسر و شه‌میرزاد وارد توران می‌شوند و تا نیمه بهار در این منطقه باقی می‌مانند. این احشام که در سال‌های اخیر تعداد آن‌ها افزایش یافته است، در مناطق بسیار حساس از قبیل چشمه‌سارها و چراگاه‌هایی که مورد استفاده حیات‌وحش قرار می‌گیرند، مستقر شده و بدین وسیله سبب سلب آرامش از زیستگاه‌ها و همچنین تخریب آن‌ها و پراکنده شدن و حتی نابودی جانوران این منطقه می‌شوند. بدین ترتیب، در حال حاضر مهم‌ترین عامل کاهش جمعیت حیات‌وحش را می‌توان چرای دام در این منطقه به شمار آورد.



شکل (۳): نمایش طیف ضریب تخریب (کیفیت سرزمین) در مجموعه حفاظت‌شده توران

پس از ساخت نقشه‌های عوامل تخریب و به دست آمدن نقشه آسیب‌پذیری اکولوژیک، نقشه تراکم فیزیوگرافیک با استفاده از نقشه‌های زمین‌های کشاورزی و جمعیت نقاط زیستی ساخته شد. نقشه‌های به دست آمده با اندازه پیکسلی ۲/۵ کیلومتر مربع برای محاسبه مدل تخریب به رستر تبدیل شدند و مدل تخریب نیز با در نظرگیری درجه اهمیت هر عامل با استفاده از ابزار raster calculator مورد محاسبه قرار گرفت.

پس از به دست آمدن نقشه حاصل از مدل تخریب (شکل ۳)، کیفیت سرزمین در منطقه حفاظت‌شده توران با استفاده از روش شکست طبیعی به چهار طبقه کیفیت بالا، کیفیت متوسط، کیفیت کم و کیفیت خیلی کم تقسیم شد. این طبقات به همراه حدود آن‌ها در جدول (۴) آمده است. نقشه مربوط به طبقات کیفیت سرزمین نیز در شکل (۴) آمده است.

بحث و نتیجه‌گیری

در بحث از عوامل تخریب وجود جاده‌های متعدد در داخل منطقه، موجب گسیختگی رویشگاه‌های طبیعی شده است. با کمال تأسف تعداد این جاده‌ها در حال گسترش است و در ادامه تخریب‌های بیشتری را تحت تأثیر این عامل شاهد خواهیم بود. این عامل همان‌گونه که در جدول (۴) هم نشان داده شد، پراهمیت‌ترین عامل تخریب است. از عوارض دیگر این جاده‌ها می‌توان به دیگر عوامل تخریب همچون آلودگی هوا و آلودگی صوتی اشاره کرد. زباله‌ریزی نیز یکی دیگر از عوامل تخریب است که بیشتر در اطراف مناطق مسکونی و روستاها و تا حدی در اطراف آغل‌ها به چشم می‌خورد.

یکی دیگر از خطرهایی که به طور جد منطقه را تهدید می‌کند، چرای بی‌رویه و فشار دام بر روی مراتع منطقه می‌باشد. دامداران و عشایر به ویژه از زمان اجرای قانون ملی شدن جنگل‌ها و مراتع، هیچ گونه احساس مسوولیتی در قبال آینده مراتع مورد تعلیف دام‌های خود ندارند. ملاک بهره‌برداری از مراتع منطقه، پروانه چرای دام است که بر اساس ممیزی مراتع و تعیین

جدول (۲): اوزان طبقات لایه‌های اکولوژیکی به دست‌آمده از روش تحلیل توسعه‌ای

طبقه	ارتفاع (متر)	وزن (w)	شیب (درصد)	وزن (w)	جهت	وزن (w)	عمق خاک (متر)	وزن (w)	
۱	>۱۰۰۰	۰	۰-۲	۰	بی جهت	۱	<۱۸۰	۰	
۲	۱۴۰۰-۱۰۰۰	۰/۲۷	۵-۲	۰/۲۸	شمال	۰/۱۰	۱۸۰-۱۲۰	۰	
۳	۱۸۰۰-۱۴۰۰	۰/۵۱	۸-۵	۰/۴۳	شرق	۰/۱۰	۱۲۰-۶۰	۰/۳۰	
۴	۲۲۰۰-۱۸۰۰	۰/۷۴	۱۲-۸	۰/۶۲	جنوب	۰/۶۶	۶۰-۳۰	۰/۶۶	
۵	<۲۲۰۰	۱	۱۵-۱۲	۰/۸۱	غرب	۰/۶۶	>۳۰	۱	
۶			۳۰-۱۵	۰/۸۵					
۷			۶۵-۳۰	۰/۸۷					
۸			<۶۵	۱					
طبقه	تراکم پوشش گیاهی	وزن (w)	کاربری اراضی	وزن (w)	زمین‌شناسی (سنگ مادر)	وزن (w)	فرسایش آبی	وزن (w)	فرسایش بادی
۱	بدون پوشش	۰	کشاورزی آبی	۱	بسیار مقاوم	۰	پایین	۰	پایین
۲	بسیار پراکنده	۰/۲۹	باغ	۰/۸۴	مقاوم	۰	متوسط	۰/۱	متوسط
۳	کم	۰/۵۰	مرتع	۰/۷۹	متوسط	۰/۳۹	زیاد	۱	زیاد
۴	ضعیف	۰/۷۰	درختزار	۰/۶۹	حساس	۰/۷۳			خیلی زیاد
۵	متوسط	۰/۸۵	تالاب	۰/۶۰	خیلی حساس	۱			مصیبت بار
۶	کشاورزی آبی و باغات	۱	زمین بایر	۰/۴۱					
۷			کویر	۰/۰۴					

جدول (۳): محاسبه درجه اهمیت عوامل تخریب

ردیف	عامل تخریب	عوامل اکولوژیکی تحت تأثیر و درجه اهمیت هر یک					امتیاز نهایی	رتبه (درجه اهمیت)	
۱	بوته کنی	منابع زیستی (۰/۰۱۶)	عمق خاک (۰/۰۱۶)	میزان فرسایش (۰/۱۴۶)			۰/۱۷۸	۴	
۲	مدیریت ضعیف	منابع زیستی (۰/۰۱۶)	عمق خاک (۰/۰۱۶)	میزان فرسایش (۰/۱۴۶)	شیب (۰/۶۳)	جهت (۰/۶۳)	۰/۳۰۴	۶	
۳	زباله ریزی	منابع زیستی (۰/۰۱۶)					۰/۰۱۶	۱	
۴	آلودگی صدا	منابع زیستی (۰/۰۱۶)					۰/۰۱۶	۱	
۵	آلودگی هوا	منابع زیستی (۰/۰۱۶)	اقلیم (۰/۱۶۱)				۰/۱۷۷	۳	
۶	چرای بی‌رویه	منابع زیستی (۰/۰۱۶)	عمق خاک (۰/۰۱۶)	میزان فرسایش (۰/۱۴۶)			۰/۱۷۸	۴	
۷	جاده‌سازی بی‌برنامه	منابع زیستی (۰/۰۱۶)	عمق خاک (۰/۰۱۶)	میزان فرسایش (۰/۱۴۶)	ارتفاع (۰/۱۳۷)	شیب (۰/۶۳)	جهت (۰/۶۳)	۰/۴۴۱	۷
۸	کان کنی بی‌رویه	منابع زیستی (۰/۰۱۶)	عمق خاک (۰/۰۱۶)	میزان فرسایش (۰/۱۴۶)	ارتفاع (۰/۱۳۷)	شیب (۰/۶۳)	جهت (۰/۶۳)	۰/۲۹۵	۵
۹	شکار بدون جواز	منابع زیستی (۰/۰۱۶)					۰/۰۱۶	۱	
۱۰	تراکم بیش از حد دام	منابع زیستی (۰/۰۱۶)	میزان فرسایش (۰/۱۴۶)				۰/۱۶۲	۲	

شکل (۴): مثالی برای محاسبه مدل تخریب در هر واحد

$$\text{Grid}x_1 = \frac{3(YA_1) + 6(IM_3) + 4(Z_2) + 4(OG_4) + 2(OD_2) + 5(ZM)_0 + 1(H_3) + 1(G_2) + 7(IR_0) + 1(YN_2) + 2.71}{V}$$

$$= 92.942726$$

$$\text{Grid } x_1 = \frac{3 + 18 + 8 + 16 + 4 + 0 + 3 + 2 + 0 + 2 + 2.71}{0.69632} = 92.942726$$

جدول (۴): طبقه‌بندی امتیازات مدل تخریب به منظور مشخص کردن کیفیت سرزمین

کیفیت سرزمین	طیف ضریب تخریب
بالا	۴۲,۷۷۰-۰۷۳-۹,۱۵۰-۳۲۷
متوسط	۷۸,۵۵۸۱۳۶-۴۲,۷۷۰-۰۷۴
کم	۱۱۹,۷۷۰-۱۳۸-۷۸,۵۵۸۱۳۷
خیلی کم	۲۸۶,۷۸۴۳۶۳-۱۱۹,۷۷۰-۱۳۸

وسعتی در حدود ۱/۵ میلیون هکتار دارد، تنها چیزی حدود ۲۰ محیط‌بان به امر حفاظت مشغول می‌باشند؛ عدم مدیریت صحیح بودجه مصوب برای منطقه، به طوری که به راحتی می‌توان با هزینه‌ای ناچیز آغل‌های منطقه را خریداری کرد و به چرای بی‌رویه دام پایان بخشید؛ تعارضات مدیریتی در سطح کلان بین سازمان محیط‌زیست و سازمان منابع طبیعی، به گونه‌ای که مسوولیت حفاظت از منطقه به عهده سازمان محیط‌زیست است. اما، پروانه چرای دام را سازمان منابع طبیعی صادر می‌کند. در این بین اختلافات و سلب مسوولیت‌هایی بین سازمان‌های مذکور روی می‌دهد.

از دیگر عوامل کاهش کیفیت سرزمین در منطقه بوته‌کنی می‌باشد. برخی از روستاییان مجاور و کلیه دامداران داخل منطقه جهت ایجاد گرما و پخت و پز و همچنین جهت تعلیف دام از درختچه‌ها و بوته‌های موجود در منطقه استفاده می‌کنند. در مدتی که دامداران در منطقه سکونت دارند، در اطراف هر یک از آغل‌ها کپه‌های بزرگی از گونه‌هایی همچون قیچ، درمنه و سایر گونه‌های گیاهی مشاهده می‌شود.

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، می‌توان نتیجه گرفت: مدل تخریب به دلیل داشتن اکثر شرایط شاخص‌های ارزیابی کیفیت سرزمین، راه کار جدیدی برای ارزیابی کیفیت سرزمین خواهد بود. همچنین در این کار مدل تخریب با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و همچنین منطق فازی توسعه پیدا کرد، به طوری که به فرض مثال آسیب‌پذیری بوم‌شناختی که در پژوهش‌های قبلی صرفاً در چهار طبقه ارایه می‌شد، در این پژوهش به صورت طیفی بین ۰ و ۱ قرار گرفت و بدین صورت دقت و ظرافت کار، افزایش یافت.

همچنین، از پراکندگی کیفیت‌های مختلف در سطح منطقه (شکل ۴) می‌توان نتیجه گرفت: باید استانداردهایی برای سطوح حفاظتی مختلف ارایه شود تا بتوان به درستی در مورد مدیریت مؤثر قضاوت کرد. این استانداردها بایست در سه سطح تدوین شود: ۱. سطح حداقلی که حداقل‌های مدیریت پایدار سرزمین را نشان می‌دهد؛ ۲. سطح متوسط که بیان ویژگی‌های حداقلی برای نیل به توسعه میان‌مدت است و ۳. سطح پیشرفته که بیان

وجود معادن در داخل منطقه، یکی دیگر از نقش‌های تخریبی است. این معادن علاوه بر کاهش سطح رویشگاه‌های طبیعی، موجب پخش انواع آلاینده‌ها در محیط می‌شوند. در حال حاضر، مطالعاتی برای گسترش این معادن و نیز بهره‌برداری از معادن دست‌نخورده در حال انجام است که سبب تخریب بیشتر منطقه در آینده نزدیک‌تر می‌شود.

عامل شکار نیز یکی دیگر از عوامل تخریب در منطقه می‌باشد. شکارچیان وارد شده به منطقه شامل شکارچیان تفریحی و همچنین شامل قاچاقچیان مواد مخدری می‌شود که راه عبوری آن‌ها درست از میانه منطقه حفاظت‌شده می‌گذرد و مجهز به سلاح‌ها و تجهیزات نظامی هستند. محیط‌بانان نیز به دلیل کمبود نیرو و امکانات و همچنین دور بودن محیط‌بانی از مسیر عبوری شکارچیان نمی‌توانند کنترل چندانی بر منطقه و بر شکارچیان داشته‌شوند. علاوه بر این، عامل مذکور مسبب آلودگی صوتی در منطقه نیز می‌باشند.

ضعف‌های مدیریت نیز در منطقه به اشکال مختلف به چشم می‌خورد. این عامل دومین عامل تخریب به لحاظ اهمیت است. از جمله ضعف‌های مدیریتی موجود در منطقه می‌توان به این موارد اشاره کرد:

عدم مکان‌یابی صحیح برخی محیط‌بانی‌ها همانند محیط‌بانی ترود که از زیستگاه حیات وحش دور بوده و در نتیجه کنترل ضعیفی بر شکار غیرمجاز در محدوده استحفاظی مشخص شده برای آن‌ها وجود دارد؛

کمبود محیط‌بانی در منطقه با توجه به وسعت آن؛

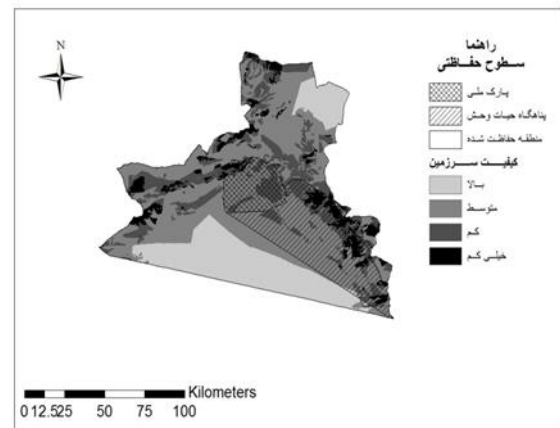
کمبود نیروی انسانی در منطقه به طوری که در کل منطقه که

ویژگی‌هایی است که می‌توان در بلندمدت به آن‌ها دست یافت

یادداشت‌ها

(شکل ۵).

1. Degradation Model
2. Tuz Gölü
3. Impact units
4. Extent Analysis Method
5. Triangular Fuzzy Numbers
6. Pixel size
7. Natural Breaks



شکل (۵): طبقه‌بندی کیفیت سرزمین در منطقه حفاظت‌شده توران به تفکیک سطوح حفاظتی

فهرست منابع

- آذر، ع. و فرجی، ح. ۱۳۸۹. علم مدیریت فازی. تهران: مؤسسه کتاب مهربان نشر.
- جباریان امیری، ب. ۱۳۷۷. معرفی یک روش عینیت‌گرا برای آسیب‌پذیری اکولوژیکی اکوسیستم‌ها. مجله محیط‌شناسی، شماره ۲۱، صص ۵۷-۶۸.
- دادخواهی‌پور، ک. و زنجانی‌پور، گ. ۱۳۸۱. طرح مدیریت مجموعه توران (پارک ملی، پناهگاه حیات‌وحش، منطقه حفاظت‌شده) مرحله توجیهی (طرح‌ریزی) (جلد دهم) پوشش گیاهی. تهران: سازمان حفاظت محیط‌زیست، معاونت محیط طبیعی و تنوع زیستی، دفتر زیستگاه‌ها و امور مناطق، مهندسین مشاور ویسان.
- رضایی‌فر، غ. ۱۳۷۳. شناسنامه منطقه حفاظت‌شده و پناهگاه حیات‌وحش توران، سازمان حفاظت محیط‌زیست، اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان سمنان.
- نیامیر، الف. و زنجانی‌پور، گ. ۱۳۸۱. طرح مدیریت مجموعه توران (پارک ملی، پناهگاه حیات‌وحش و منطقه حفاظت‌شده)، مرحله توجیهی (طرح‌ریزی) جلد اول: فیزیوگرافی. تهران: مهندس مشاور ویسان.
- نیامیر، الف. و زنجانی‌پور، گ. ۱۳۸۱. طرح مدیریت مجموعه توران (پارک ملی، پناهگاه حیات‌وحش و منطقه حفاظت‌شده)، مرحله توجیهی (طرح‌ریزی) جلد ۱۳: حیات‌وحش. تهران: مهندس مشاور ویسان.
- Bindraban, P.; Stoorvogel, J.; Jansen, D.; Vlaming, J. & J.J.R., G. 2000. Land quality indicators for sustainable land management: proposed method for yield gap and soil nutrient balance. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 81: 103-112.
- Bouma, J. & Droogers, P. 1998. A procedure to derive land quality indicators for sustainable agricultural production. *Geoderma*. 85: 103-110.
- Dengiz, O. & Baskan, O. 2009. Land quality assessment and sustainable land use in Salt Lake (Tuz Gölü) specially protected area;. *Environ Monit Assess*. 148: 233-243.

Dumanski, J.; Gameda, S. & Pieri, C. J. 1998. Indicators of Land Quality and Sustainable Land Management: An Annotated Bibliography Environmentally and Socially Sustainable Development Series.

Rural Development (First ed.). Washington, D.C.: World Bank.

Makhdoum, M. F. 2002. Degradation Model: A Quantitative EIA Instrument, Acting as a Decision Support System (DSS) for Environmental Management. Environmental Management. 30(1): 151–156.

Pieri, C.; Dumanski, J.; Hamblin, A. & Young, A. 1995. Land quality indicators. Washington: The World Bank.