فصلنامه علوم محیطی، دوره پانزدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶

۲۰۳-۲۲۰

اولویت بندی، پهنه بندی و ارزیابی آسیب پذیری جهت کاهش مخاطرات محیط زیست، مطالعه موردی استان البرز

ناصر مقدسی[۱]، شراره پورابراهیم[۲]* و حسین آذرنیوند[۳]

[۱] گروه مهندسی منابع طبیعی، پردیس بین المللی ارس دانشگاه تهران، تبریز، ایران

[۲] گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

[۳] گروه مهندسی احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۱۷

مقدسی، ن.، ش. پورابراهیم و ح. آذرنیوند. ۱۳۹۶. اولویت بندی، پهنه بندی و ارزیابی آسیب پذیری جهت کاهش مخاطرات محیط زیست، مطالعه موردی استان البرز. فصلنامه علوم محیطی. ۱۵(۳): ۲۰۳-۲۲۰.

سابقه و هدف: شناسایی کامل مخاطرات و اولویت بندی آنها در جهت عدم آسیب بینی از اولین گامهای مدیریت محیط زیست می باشد. تعریف یک سیستم جامع از شاخصهای موثر در ایجاد یا تشدید مخاطرات محیط زیست که قابل ارزیابی، درک و ارزشیابی باشد ضروری است. این سیستم جامع می‌تواند اطلاعات سطح بندی شده را در سطوح مختلف تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی تامین کند. تحقیق حاضر با هدف اولویت بندی، پهنه بندی و ارزیابی آسیب پذیری جهت کاهش مخاطرات محیط زیست انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها: با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، اسناد فرادستی ، مطالعات آمایش سرزمین، مطالعات منطقه ای و همچنین از طریق نشست‌های تخصصی با سازمانهای مختلف لیست اولیه مخاطرات زیست‌محیطی تهیه شد. این لیست شامل تمامی عواملی است که به‌طور بالفعل یا بالقوه قابلیت تبدیل به مخاطره دارند. این لیست در جلسات تخصصی با حضورنمایندگان سازمانهای دولتی و غیردولتی و با استفاده از شاخصهای متعدد غربال و نهایی شد. سپس با استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره تلفیقی آنتروپی- تاپسیس اولویت بندی مخاطرات محیط زیست صورت گرفت. از بین لیست مخاطرات متعدد مواردی شامل توسعه خارج از توان زیستی، فرسایش آبی، آتش سوزی، تغییر کاربری اراضی و آسیب پذیری تنوع زیستی دارای اولویت شناخته شد. در هریک از اولویتهای شناخته شده با توجه به شاخصهای متعدد تاثیرگذار در ایجاد هر یک از این مخاطرات ، پهنه‌بندی آسیب پذیری صورت گرفت و درنهایت با استفاده از ترکیب خطی وزن‌دار نقشه آسیب‌پذیری استان البرز به دست آمد.

نتایج و بحث: نتایج این تحقیق نشان می دهد که تغییر کاربری اراضی مهمترین خطر محیط زیستی است که به واسطه گسترش شدید مناطق شهری و روستایی و تخریب باغهای شهری صورت گرفته است. همچنین بخشی از زیستگاه‌های مطلوب تنوع زیستی تحت مدیریت حفاظت قرار ندارند که این امر موجب کاهش تنوع زیستی در زیستگاههای مطلوب می شود. از طرفی خطر فرسایش خصوصا در مناطق پرشیب شمالی که از لحاظ تنوع زیستی غنی هستند موجب تخریب پوشش گیاهی خصوصا مرتعی و نیز آب شویی خاک

* Corresponding Author. *E-mail Address*: sh_pourebrahim@ut.ac.ir

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor

To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

سطحی و ایجاد رسوب خواهد شد. در دشتهای جنوب استان به دلیل عدم تناسب توسعه صنعتی با ظرفیت و توان اکولوژیکی خطر تجمع و افزایش آلودگیها و گردو غبار وجود دارد. همچنین استان البرز در مناطق شمال غربی و شرقی از احتمال وقوع آتش سوزی برخوردار است . این مناطق بیشتر در محدوده مناطق تحت مدیریت حفاظت قرار دارند که لزوم توجه جدی را می طلبد. در کل نتایج نشان می‌دهد که کیفیت محیط اکولوژیکی استان البرز در سال‌های اخیر به طور معنی‌داری در نتیجه فعالیت‌های انسانی، مانند ساخت و ساز کارخانه‌ها و شهرک‌های صنعتی متعدد، فرسایش و تخریب خاک، خشکسالی و افت سفره‌های آب زیرزمینی، از دست دادن منابع آبی در دسترس، الگوهای کشت نادرست، افزایش جمعیت ناشی از مهاجرت از دیگر استان‌های کشور و تغییرات اقلیمی کاهش یافته است. نتایج آسیب‌پذیری نشان می‌دهد که فشار بسیار زیادی بر استفاده پایدار از محیط زیست توسط متغیرهای انسانی تاثیرگذار ایجاد شده‌است.

نتیجه گیری: مخاطرات محیط زیست استان البرز تهدید بزرگی در جهت تخریب و رو به زوال گذاشتن منابع و خدمات اکوسیستمی است که می‌بایست آن را کنترل و پیشگیری نمود. شناخت کامل از فرآیندهای گذشته و تحلیل مکانی وقوع مخاطرات در تعیین استراتژی‌های حفاظتی برای پهنه‌های آسیب‌پذیر کمک می‌کند.

واژه‌های کلیدی: تصمیم گیری چندمعیاره، ارزیابی آسیب پذیری، پهنه بندی، مخاطرات محیط زیست.

مقدمه

مخاطرات محیط زیست وقایع یا فرآیندهای اجتناب‌ناپذیری هستند که موجب آسیب‌ها و خسارت‌هایی به انسان‌ها و محیط زیست آنان می‌شود. رخداد و اندازه و تکرار مخاطرات ناشی از عوامل متعددی است که بسته به شرایط جغرافیایی، اقلیمی، طبیعی و انسانی هر منطقه تغییر می‌کند. با توجه به اینکه برای جلوگیری از بروز این گونه پدیده‌های زیان‌بار در زمان حاضر نمی‌توان در عوامل و پارامترهای محیطی تغییری بنیادین ایجاد کرد، در نتیجه، هر گونه راه حل اصولی و چاره‌ساز را باید بر روی سرزمین و اختصاصاً در میان ساکنان پهنه‌های جغرافیایی و از طریق برنامه‌ریزی و مدیریت مناسب جست‌وجو کرد. آسیب‌پذیری بیانگر حساسیت یک اکوسیستم در مقابل تغییرات و نیز میزان توانایی آن اکوسیستم جهت تطابق با آن تغییرات تعریف شده است. (Omann *et al.*, 2010) خطر خود به خود منجر به نتایج زیانبار نمی شود بلکه بیانگر امکان وقوع آسیب می باشد (Blaikie *et al.*, 2004). در مقابل، آسیب واقعی وابسته به در معرض خطر بودن، حساسیت و تاب آوری است (Dwyer *et al.*, 2004). آسیب‌پذیری واکنش حساسیت منابع‌محیطی در تماس با تنشهای موجود در منطقه است. در واقع تنشها عوامل اثرگذار و منابع حساسیت عوامل تاثیرپذیر هستند. سنجش حساسیت یعنی اینکه یک سیستم طبیعی تا چه حد می‌تواند اثرات را تحمل کند. در معرض خطر بودن عبارت است از درجه، مدت، اندازه و بزرگی و وسعتی که یک سیستم در تماس با هر چیزی که آشفتگی و اختلال ایجاد می‌نماید (Kazmierczak & Handley, 2011).

وجود مخاطرات متعددی از قبیل افزایش تراکم جمعیت انسانی، تبدیل زیستگاه‌ها به سکونتگاه‌های انسانی، جاده سازی(Thoisy *et al.*, 2010)، تغییر کاربری (Rouget *et al.*, 2003)، (شکار(Ervin, 2003)، ورود گونه‌های غیربومی (Baral *et al.*, 2014)، سیل، آتش‌سوزی، جنگ(Connelly *et al.*, 2004) ، تغییرات اقلیمی، جنگل‌زدایی (Ibisch *et al.*, 2002) و تخریب زیستگاه (Quan *et al.*, 2002) به عنوان تهدیدی برای محیط‌زیست محسوب می‌شود. بنابراین برای بهبود و حداکثر کردن ظرفیت‌زیستی با توجه به محدودیت زمانی، منابع مالی و افزایش تهدیدها و فشارهای انسانی و همچنین افزایش نگرانی‌های بشر به علت کاهش تنوع‌زیستی (Rogers *et al.*, 2010)، لازم است تا قبل از

هر اقدام حفاظتی، مخاطرات محیط‌زیستی شناسایی و اولویت‌بندی شوند تا برنامه‌های مدیریتی مناسب اعمال گردد (Gardner *et al*., 2010; Xiaofeng *et al*., 2011). در این راستا تعریف یک سیستم جامع از شاخصهای موثر در ایجاد یا تشدید مخاطرات زیست‌محیطی که استاندارد و در عین حال قابل درک و پایش باشد، ضروری است. این سیستم جامع می‌تواند اطلاعات سطح بندی شده را در سطوح مختلف تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی و همچنین نیازهای علمی استان را تامین کند. همچنین کمک بسیار شایانی در پایش تغییرات محیطی می‌کند.

روند ارزیابی آسیب پذیری محیط زیست به سرعت توسعه پیدا کرده است و روش های بسیاری ارائه شدند مانند روش ارزیابی جامع (Goda and Matsuoka,1986)، روش ارزیابی فازی (Adriaenssens *et al*., 2004; Enea and Salemi, 2001)، روش ارزیابی خاکستری(Hao and Zhou, 2002) به همراه روش ارزیابی شبکه عصبی مصنوعی (Dzeroski, 2001; Park *et al*., 2004) و روش ارزیابی سیمای سرزمین (Antonio *et al*., 2003; Kangas *et al*., 2000). سنجش از دور و GIS ابزار قدرتمندی را برای ارزیابی مخاطرات محیط زیست فراهم می کنند. Sahoo *et al*. (2016) آسیب‌پذیری محیط‌زیستی را با استفاده از روش فرایند سلسله مراتبی تحلیلی AHP-Grey و با استفاده از سنجش از دور و GIS پهنه بندی نموده است. ویژگی مهم سنجش از دور و GIS توانایی تولید اطلاعات جدید با استفاده از پایگاه داده های متنوع موجود به همراه یک سیستم مرجع مکانی است . Wang *et al*. (2008) با استفاده از چارچوب متشکل از RS و GIS و AHP آسیب پذیری محیط زیست را ارزیابی کردند و شاخص آسیب پذیری محیط زیست[1] (EVI) با کمک ۱۵شاخص که شرایط طبیعی، محیط زیستی و فعالیت‌های انسانی را پوشش می‌دادند پیشنهاد نمودند. همچنین در روشی که برای نشان دادن آسیب پذیری اکولوژیکی به خطر آتش سوزی در مناطق حفاظت شده توسط Aretano *et al*. (2015) و Semeraro *et al*. (2016) پیشنهاد شده است، توسط شاخص های مناسب سطوح مختلف حساسیت قابل تشخیص است.

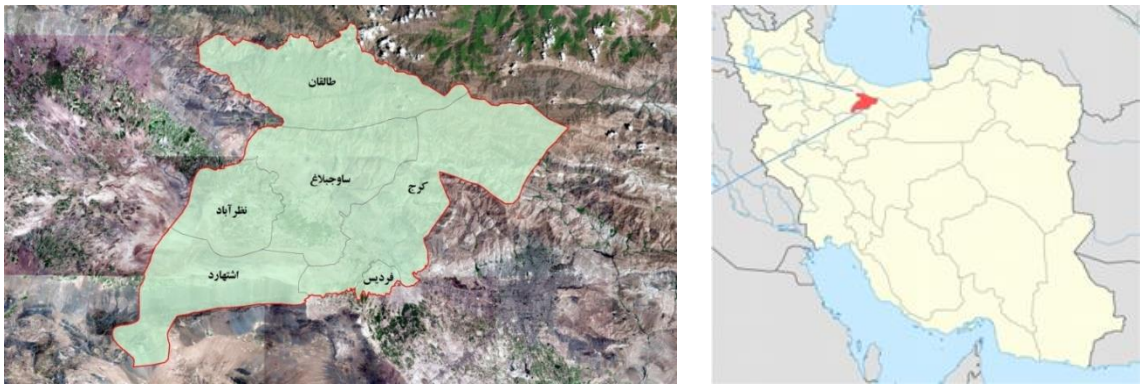
ارزیابی مخاطره شامل حجم زیادی از اطلاعات کمی و کیفی بوده که در کنار هم قرار دارند. به نظر می‌رسد مشکل اصلی در این روند آن است که روش‌های ارزیابی قادر به دسته‌بندی اطلاعات کیفی محیط زیست نیستند، لذا برای رفع این مشکل اطلاعات کیفی به طور نسبی به مقیاس عددی تبدیل می‌شود. اخیراً روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره[2] به منظور تصمیم‌سازی مناسب، با در نظر گرفتن مجموعه معیارها، کاربرد زیادی در زمینه های مختلف علمی داشته است. در واقع روش تصمیم گیری چند معیاره برای بیان توام اصطلاحات کیفی و کمی در فرایند تصمیم‌گیری، با ارایه روشی سیستماتیک کمی به منظور کاهش ابهامات و مشکل قضاوت‌های ذهنی انسانی معرفی شده‌اند . با توجه به ماهیت ارزیابی مخاطرات محیط‌زیست، مدل های چند شاخصه در این فرآیند کاربردی هستند (Malczewski, 1999). این روش جهت کمّی‌سازی معیارهای کیفی و تحلیل یکپارچه اثرها با در نظر گرفتن معیارهای تعیین‌کننده ویژگی‌های آن کارا بوده و موجب افزایش اطمینان به نتایج تحلیل‌ها و ارزیابی‌ها می‌شود .

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی آسیب پذیری سعی در شناسایی مخاطرات تاثیرگذار ، اولویت بندی آنها و تعیین پهنه های آسیب پذیر دارد.

منطقه مورد مطالعه

استان البرز با وسعت۵۰۹۵۴۳/۹ هکتار، حدود ۰/۳ درصد مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است (وزارت کشور، ۱۳۹۴). این استان در حدفاصل طول جغرافیایی ۵۰ درجه شرقی تا ۵۱/۳۰ دقیقه شرقی و عرض

جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی تا ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی، در غرب تهران و جنوب دامنه رشته‌کوه البرز واقع شده‌است. استان البرز از شمال با استان مازندران، از جنوب با استان مرکزی، از غرب با استان قزوین و از شرق با استان تهران همسایه است. محدوده سیاسی و جغرافیایی استان البرز به عنوان سی و یکمین استان کشور در سال ۱۳۸۹ به شکل رسمی تحقق پذیرفت. بر مبنای آخرین تقسیمات کشوری در سال ۱۳۹۳ تقسیمات سیاسی-اداری استان البرز شامل ۶ شهرستان کرج، اشتهارد، ساوجبلاغ، طالقان، نظرآباد و فردیس، ۱۳ بخش، ۴۲ دهستان‌ها و۱۷ نقطه شهری می‌باشد. این استان بر اساس سرشماری سال ۹۰ جمعیتی بالغ بر ۲۴۱۲۵۱۰ نفر (دوازدهمین استان) معادل ۳/۲۱ درصد جمعیت کشور دارد. شهرستان کرج با رشد سالانه ۳/۱۷ بالاترین میزان رشد جمعیت در سطح استان البرز و رتبه دوم را در کشور دارا می‌باشد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰)



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی
Fig. 1- Location of the study area

روش تحقیق

گامهای انجام مطالعه شامل شناسایی مخاطرات، تعیین درجه اهمیت و اولویت بندی آنها توسط روشهای تصمیم گیری چند شاخصه، پهنه بندی مخاطرات اولویت دار و ارزیابی آسیب پذیری می باشد. بر این اساس ابتدا لیست مخاطرات زیست محیطی با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، اسناد فرادستی،مطالعات آمایش سرزمین و سایر مطالعات منطقه ای و همچنین از طریق نشست‌های تخصصی با سازمانهای مختلف و مطالعات میدانی تهیه شد. این لیست شامل تمامی عواملی است که به طور بالفعل یا بالقوه قابلیت تبدیل به مخاطره دارند. این لیست در نشستهای کارشناسی متعدد به صورت لیست تعدیل شده، نهایی گردید. در لیست تعدیل شده ماتریس تاثیرگذاری و تاثیرپذیری مورد استفاده قرار گرفت تا عوامل معلول حذف و علتهای ایجاد مخاطره مورد بررسی قرار گیرند. از آنجا که تمامی لیست فوق اهمیت یکسانی در برنامه‌ریزی‌ها ندارند و ممکن است برخی مخاطرات حیاتی‌تر باشند، لزوم تعیین شاخصهای مناسب جهت غربالگری لیست نهایی و تعیین اهمیت هر یک از مخاطرات کاملا مشهود است. اهمیت اثر به وسیله یکسری از معیارهای پایه‌ای و مکمل انجام می‌پذیرد. معیارهای مورد استفاده در این تحقیق شامل شدت[۳]، محدوده اثر[۴]، گشتاوری[۵]، ماندگاری[۶] و برگشت‌پذیری[۷] هستند که در جلسات کارشناسی مورد توافق قرار گرفت. در واقع این معیارها متغیرهای زبان‌شناختی برای محاسبه اهمیت می‌باشند. با استفاده از کارگروه های تخصصی و بر اساس شاخصهای اهمیت اثر به اولویت‌بندی و تعیین مهمترین مخاطرات محیط زیست در استان البرز پرداخته شد. با توجه به ماهیت منفی اثرات انتخاب‌شده، تمامی این معیارها در دسته‌ی کاهشی قرار می‌گیرند.

جدول ۱ - ارزش کمی معیارهای انتخاب شده در مقیاس ۱ تا ۳
Table 1. Quantitative value of the selected criteria in a scale of 1-3

امتیاز	معیارها Criteria				
Rank	شدت Intensity	محدوده اثر Extension	گشتاوری Moment	ماندگاری Persistence	برگشت پذیری اثر Reversibility
1	کم Low	جزیی Partial	فوری Immediate	زودگذر Fleeting	برگشت‌پذیری در کوتاه‌مدت Short term
2	متوسط Moderate	گسترده Extensive	کوتاه مدت Short term	موقت Temporary	برگشت‌پذیری در بلندمدت Medium term
3	زیاد High	کامل Total	بلندمدت Long term	دائمی Permanent	بدون برگشت Irreversible

سپس با استفاده از روش آنتروپی شانون (Shannon, 1948) وزن هریک از شاخصهای اهمیت اثر بدست آمد .

معیارها / گزینه‌ها	X1	X2	…	Xn
A1	r11	r12	…	r1n
A2	r21	r22	…	r2n
.	.	.	…	.
Am	rm1	rm2	…	rmn

(۱)رابطه $k = \frac{1}{\text{Ln m}}$

(۲)رابطه $Pij = \frac{rij}{\sum_1^m rij}$

(۳) رابطه $Ej = -k\sum_1^m\{Pij \,.\, \text{Ln } Pij\}$

(۴) رابطه $dj = 1 - Ej$ درجه انحراف

(۵)رابطه $wj = \frac{dj}{\sum_{j=1}^n dj}$

پس از تعیین وزن شاخصهای اهمیت اثر، رتبه بندی مخاطرات با توجه به وزن شاخصهای اهمیت اثر و با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند شاخصه TOPSIS انجام شد و رتبه نهایی هر یک از مخاطرات زیست‌محیطی مشخص گردید. تکنیک TOPSIS جهت اولویت‌بندی مخاطرات از طریق مقایسه میزان شباهت به راه حل ایده‌آل بکار می رود. در این روش علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه از مناسب‌ترین نقطه، فاصله آن از نامناسب‌ترین نقطه هم در نظر گرفته می‌شود. بدان معنی که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه حل مناسب بوده و در عین حال دارای دورترین فاصله از راه حل نامناسب باشد. (Asgharpour , 2013). در مرحله نهایی پهنه بندی مخاطرات دارای اولویت با استفاده از روشهای مختلف و نقشه سازی شاخصهای آنها منجر به ارزیابی آسیب پذیری منطقه مطالعاتی شد.

نتایج و بحث

لیست مخاطرات محیط‌زیست استان البرز که توسط نظر خبرگان نهایی شده است در جدول ۲ آورده شده است. همچنین جدول ۳ نتایج حاصل از وزن دهی معیارها از طریق روش آنتروپی و جدول ۴ نتایج رتبه‌بندی مخاطرات با استفاده از روش TOPSIS را نشان می دهد.

با توجه به نتایج حاصله، تغییر کاربری اراضی ، فرسایش ، عدم حفاظت کامل از تنوع زیستی در مناطق تحت حفاظت، استقرار صنعت خارج از توان زیستی سرزمین، آتش سوزی به عنوان مخاطرات دارای اولویت ذکر شده اند که با روشهای مختلف پهنه‌بندی این مخاطرات تاثیرگذار صورت گرفت.

تغییر کاربری سرزمین: جهت پهنه‌بندی تغییرات کاربری سرزمین از نرم افزار DINAMICA EGO با استفاده از روش سلول‌های خودکار، استفاده شد. مدل

تغییرات پوشش و کاربری و شاخصهای تاثیرگذار و همچنین ضرایب متغیرها مشخص گردیده‌اند. تعداد هفت طبقه کاربری و پوشش مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۵). از تصاویر طبقه‌بندی شده سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۶ برای دانه‌بندی مدل و از تصویر طبقه‌بندی شده سال ۲۰۱۶ برای اعتبارسنجی مدل استفاده‌گردید.

جدول ۲- لیست نهایی مخاطرات زیست محیطی استان البرز

Table 2. Final list of environmental hazards in Alborz Province

لیست مخاطرات محیط زیست list of environmental hazards	منبع Reference
آتش‌سوزی Fire	Connely *et al*., 2004 Ervin., 2003
فرسایش Erosion	Nicholson *et al*., 2008 Wade *et al*., 2011
عدم تناسب پراکنش اراضی با توان اکولوژیک Inappropriateness of land distribution with ecological suitability	Nicholson *et al*., 2008
آسیب‌پذیری مناطق تحت حفاظت و تخریب مسیرهای مهاجرت جهت جابجایی حیات وحش Vulnerability in protected areas and disturbing corridors for wildlife movement	Rodriguez-Rodriguez, Martin-Vega., 2012 Regan *et al*., 2007
تخریب پوشش گیاهی Degradation of vegetation	Jarvis *et al*., 2010 Regan *et al*., 2007
ناپایداری در دفع مواد زائد Unsustainability in waste disposal	Burgess *et al*., 2006 Rodriguez-Rodriguez, Martin-Vega., 2012 Jarvis *et al*., 2010
عدم تناسب ورود دام در مرتع Imbalance between livestock number and grazing capacity	Connely *et al*., 2004 Ervin., 2003 Jarvis *et al*., 2010
استفاده از زمینهای کم‌توان جهت کشاورزی Agricultural land use on low potential lands	Wade *et al*., 2011 Rouget *et al*., 2003
استقرار صنعت خارج از توان زیستی سرزمین Imbalance of industry on land	Wade *et al*., 2011 Connely *et al*., 2004 Tsianou *et al*., 2013 Ervin., 2003
تغییر کاربری اراضی Land use change	Regan *et al*., 2007 Wade *et al*., 2011 Baral *et al*., 2014
مجاورت باکانون‌های بحران Vicinity with critical hotspots	Moilanen, 2012

جدول ۳- تعیین وزن معیارها

Table 3. Determination of Weighting of the criteria

وزن دهی معیارها Weighing the criterias				
برگشت پذیری اثر Reversibility	ماندگاری Persistence	گشتاوری Moment	محدوده اثر Extension	شدت Intensity
0.202	0.187	0.168	0.219	0.224

جدول ۴ - رتبه بندی مخاطرات زیست محیطی با استفاده از روش TOPSIS

Table 4. Ranking of environmental hazards by TOPSIS

وزن Weight	اولویت Priority	+d	-d	مخاطره زیست محیطی Environmental hazard
0.5327	5	0.1084	0.123	آتش سوزی Fire
0.5738	2	0.0705	0.095	فرسایش Erosion
0.4414	6	0.1055	0.083	عدم تناسب پراکنش اراضی با توان اکولوژیک Inappropriateness of land distribution with ecological suitability
0.5629	3	0.0808	0.104	مناطق تحت مدیریت آسیب پذیر و تخریب مسیرهای مهاجرت جهت جابجایی حیات وحش Vulnerability in protected areas and disturbing corridors for wildlife movement
0.3399	8	0.1674	0.086	تخریب پوشش گیاهی Degradation of vegetation
0.3399	8	0.1674	0.086	ناپایداری در دفع مواد زائد Unsustainability in waste disposal
0.4414	6	0.1055	0.083	عدم تناسب ورود دام در مرتع Imbalance between livestock number and grazing capacity
0.4090	7	0.1106	0.076	استفاده از زمینهای کم توان جهت کشاورزی Agricultural land use on low potential lands
0.5398	4	0.0942	0.110	استقرار صنعت خارج از توان زیستی سرزمین Imbalance of industry on land
0.6480	1	0.0734	0.135	تغییر کاربری اراضی Land use change
0.4090	7	0.1106	0.076	مجاورت باکانونهای بحران Vicinity with critical hotspots

جدول۵- نام و کد طبقات پوشش-کاربری مورد استفاده

Table 5. Names and codes for land use/cover categories

کد طبقه Code	نام طبقه (کاربری/پوشش) Name of category (Landuse/cover)
1	زمین های آیش Fallow lands
2	زمین های زراعی Farm lands
3	باغ ها Orchards
4	زمین های بایر Barren land
5	مرتع Rangeland
6	جنگل Forest
7	مناطق شهری-روستایی-صنعتی Urban- Rural- Industrial areas

تغییرکاربری در سه طبقه تغییرات شدید، تغییرات متوسط و تغییرات کم طبقه بندی شد و پهنه های تغییرات شدید که خصوصا در تبدیل کاربریها به کاربری شهری، روستایی، صنعتی اتفاق افتاده بود به عنوان مخاطره مد نظر قرار گرفت.

فرسایش خاک

مدل RUSLE با توجه به بازنگری‌های دقیق از قبیل اصلاح فاکتور آب و هوا، توسعه فاکتورهای فرسایش خاک وابسته به تغییرات فصلی، روش جدید و محاسبات دقیق‌تری جهت محاسبه فاکتور پوشش گیاهی و اصلاح طول شیب و زاویه شیب، ارائه می‌دهد (Sik Kim, 2006). شش شاخص قابلیت فرسایندگی باران ، فرسایش پذیری خاک، طول شیب، تندی شیب ، مدیریت پوشش گیاهی و عملیات حمایت از اراضی در منطقه در این مدل محاسبه شدند. این مدل به کمک ابزارهای GIS جهت تخمین از دست‌دهی خاک و تولید نقشه فرسایش خاک مورد استفاده قرار گرفت و در نهایت پهنه های دارای احتمال وقوع فرسایش مشخص شد. شکل ۲ نقشه احتمال وقوع فرسایش را نشان می دهد.

$$E = R*K*L*S*C*P$$

E= میانگین فرسایش سالانه به ازاء واحد سطح (تن در سال)

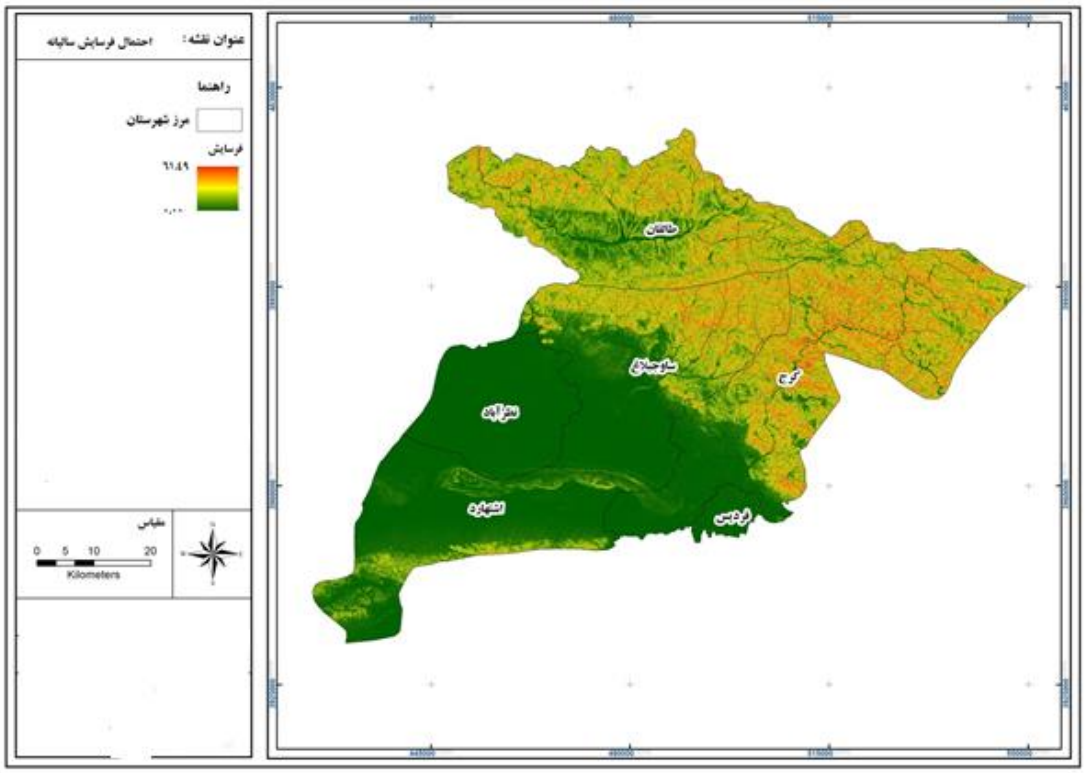
R= فاکتور قابلیت فرسایندگی باران که شامل هرنوع رواناب ناشی از ذوب برف نیز می باشد (تن در هکتار)

K= فاکتور فرسایش پذیری خاک

L= طول شیب

S= ضریب تندی شیب

C وP= ضرایب مربوط به نوع کاربری سرزمین و مدیریت آن

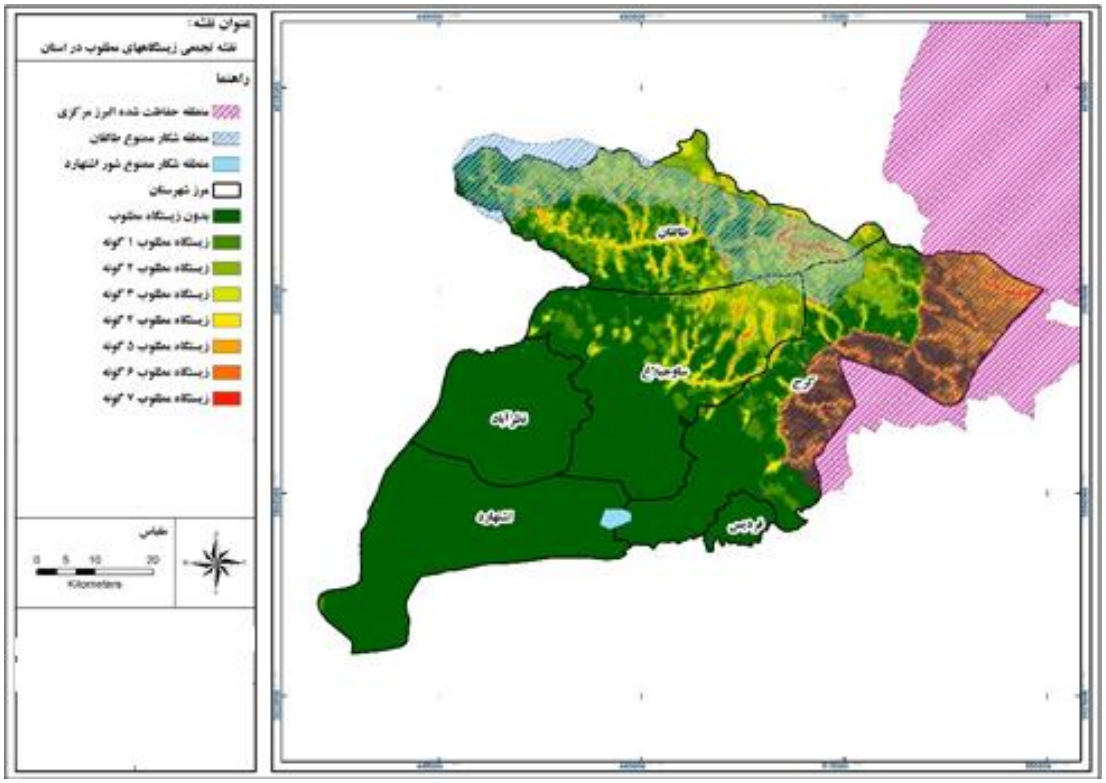


شکل ۲ -احتمال وقوع فرسایش خاک در سطح استان البرز

Fig. 2- Probability of soil erosion in Alborz Province

عدم حفاظت کامل از تنوع زیستی در زیستگاه‌ها و مناطق تحت مدیریت

در استان البرز تنها منطقه حفاظت شده البرز مرکزی (بخش جنوبی) با مساحت حدود ۶۴ هزار هکتار (معادل ۱۲ درصد مساحت استان) جزء مناطق چهار گانه است و منطقه شکار ممنوع طالقان با مساحت ۷۵ هزار هکتار (معادل ۱۴ درصد مساحت استان) تحت مدیریت است. همچنین رودخانه کرج تنها رودخانه حفاظت شده استان است که براساس مصوبه شورای عالی امنیت ملی تحت مدیریت و حفاظت می‌باشد. در این پژوهش برای بررسی مطلوبیت زیستگاه گونه‌ها، تلاش گردید تا گونه‌هایی مورد بررسی قرار گیرند که حفاظت از آنها سبب شود سایر گونه‌ها نیز تحت حفاظت قرار گیرند. از بین گونه‌های موجود در استان، کل و بز، قوچ و میش، پلنگ، خرس قهوه ای، شنگ، سمور سنگی، سیاه گوش انتخاب و مطالعات زیستگاهی آنها انجام پذیرفت. نقاط حضور این گونه‌ها از اداره کل محیط زیست البرز و توسط دفاتر ثبت شده و پرسشنامه اخذ شد و با استفاده از شاخصهای زیستگاهی مانند ارتفاع، شیب، فاصله تا رودخانه، فاصله تا جنگل، فاصله تا اراضی کشاورزی، فاصله تا مناطق مسکونی، فاصله تا جاده، بارندگی سالانه، متوسط دمای سالانه و تراکم پوشش گیاهی زیستگاههای مطلوب گونه ها بدست آمد. این نقشه با مناطق تحت حفاظت کنونی روی هم گذاری شد و مناطق آسیب پذیر که دارای مطلوبیت برای گونه ها می باشد اما تحت مدیریت حفاظت قرار ندارند به عنوان پهنه های آسیب پذیر مشخص شد. نتایج در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳ -وضعیت زیستگاه های دارای مطلوبیت و مناطق تحت مدیریت در استان البرز

Fig. 3- The suitability of habitats and protected area in the Alborz Province

استقرار صنعت خارج از توان زیستی سرزمین

با استفاده از ارزیابی چندمعیاره میزان مطلوبیت نهایی برای هر سلول مشخص شده و سلول‌ها بر حسب مناسب‌ترین موقعیت ها رتبه بندی شدند. مراحل انجام ارزیابی چندمعیاره شامل شناسایی فاکتورها و معیارهای با اهمیت، بی مقیاس سازی و استاندارد کردن معیارها، وزن دهی به معیارها و ادغام لایه ها بوده است. شاخصهای مورد استفاده عبارتند از ارتفاع، شیب، جهت، فاصله از گسل، کاربری اراضی، فرسایش خاک، ماده آلی خاک، عمق خاک، تراکم پوشش گیاهی، فاصله تا آبراهه. از روش بردار ویژه که بر پایه مقایسه‌های زوجی استوار است و توسط Saaty در قالب فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ارائه شده است. جهت وزن‌دهی معیارها استفاده شد. نتایج وزن دهی شاخصها در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول۶ -معیارها و وزن آنها با استفاده ازروشAHP

Table 6. Criteria and their weights applying the AHP method

معیار Criteria	شیب Slope	گسل Fault	ارتفاع Elevation	فاصله تا آبراهه Distance to waterway	فرسایش Erosion	تراکم پوشش گیاهی Vegetation density	کاربری اراضی Landuse	جهت Aspect	عمق خاک Soil depth	کربن آلی خاک Soil organic material	جمع Sum
وزن معیار Sum of Criteria	0.271	0.222	0.139	0.106	0.075	0.046	0.046	0.045	0.029	0.020	1

برای ادغام لایه ها از روش ترکیب خطی وزن‌دار استفاده‌شد. امتیاز نهایی که نشان دهنده مطلوبیت[۸] است از مجموع حاصل ضرب وزن عامل ها در ارزش بی مقیاس شده آن (لایه های فازی فاکتورها) به دست آمد (Eastman *et al*. 1995)،

یعنی:

$$S = \sum w_i x_i$$

S: مطلوبیت

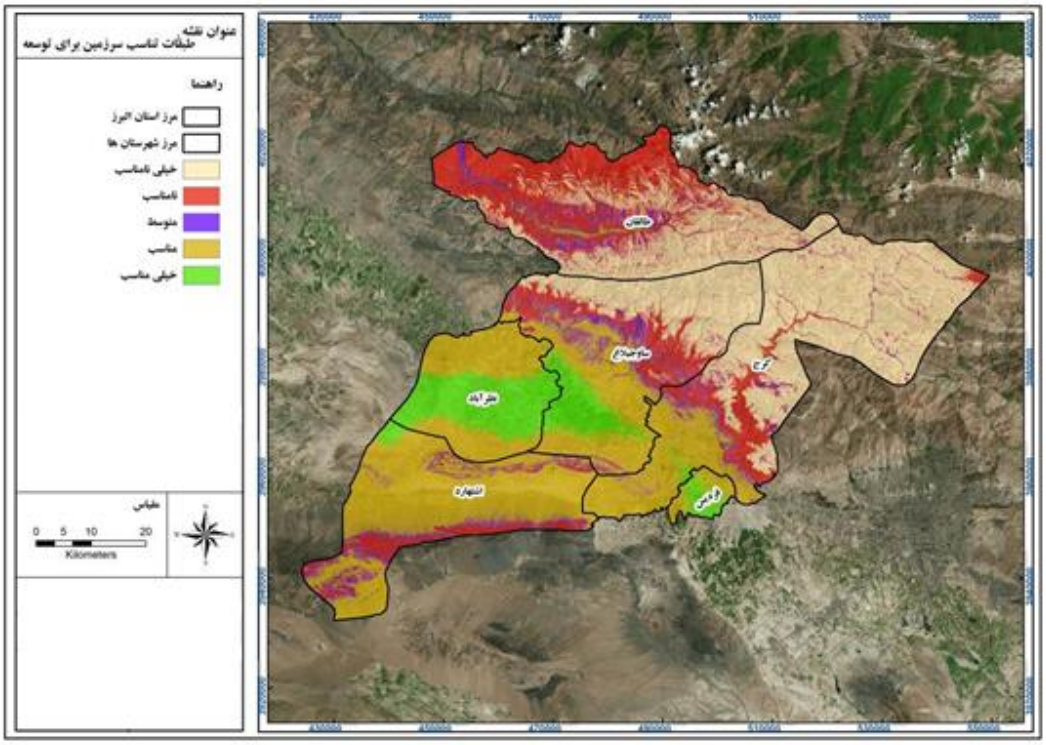
wi: وزن مشخصه i

xi: ارزش بی مقیاس شده مشخصه i

در پژوهش حاضر با اعمال وزن هر معیار در لایه فازی شده معیار، حاصل جمع تمامی معیارهای وزن‌دار محاسبه شد و لایه نهایی مطلوبیت اراضی برای توسعه صنعتی در استان البرز محاسبه شد. شکل ۴ طبقات تناسب سرزمین برای توسعه صنعتی را نشان می‌دهد. از رویهم گذاری این نقشه با نقشه صنایع موجود نقاط آسیب پذیر مشخص شدند.

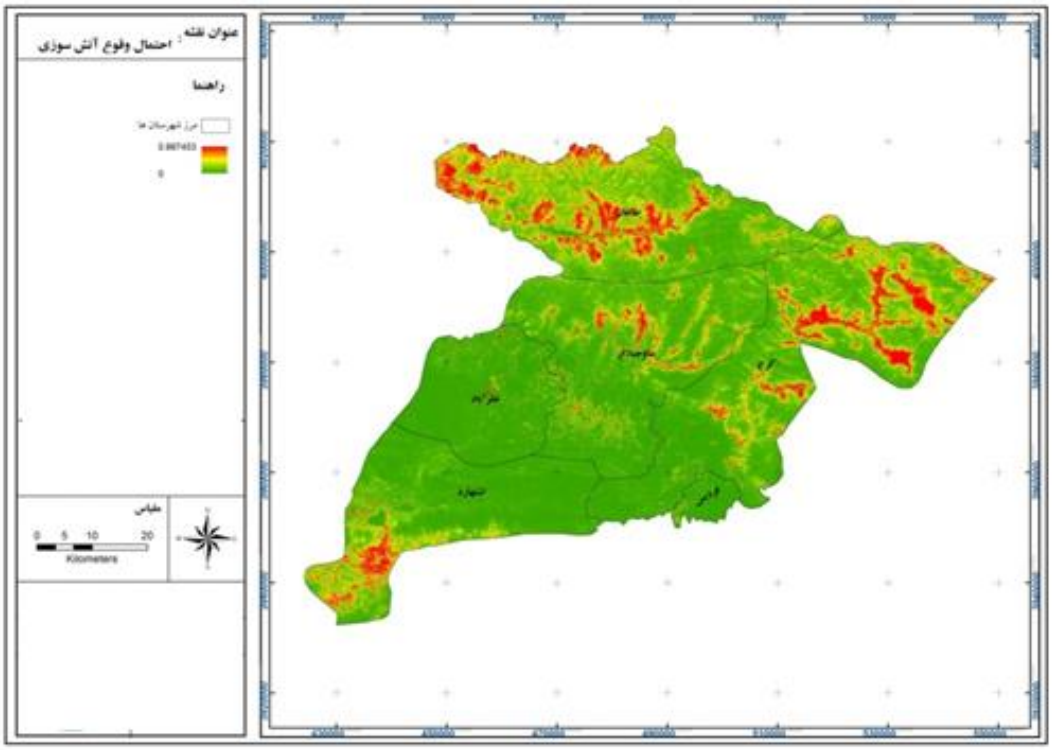
پهنه بندی احتمال وقوع آتش سوزی

با توجه به پیچیدگی فرآیند آتش‌سوزی در مناطق مختلف و تأثیرگذاری عوامل مختلف بر وقوع آن، روشهای استفاده شده دارای قابلیت‌ها و محدودیت‌هایی هستند. در این مقاله از روش حداکثر آنتروپی (MaxEnt) استفاده شده‌است. ۱۵ شاخص از قبیل شکل زمین (شیب، جهت، ارتفاع)، تراکم پوشش گیاهی، دما، بارش، فاصله از مراکز گردشگری، فاصله از اراضی کشاورزی، سرعت باد، فاصله از چشمه، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، فاصله از مناطق مسکونی، رطوب خاک، باز تابش از سطح زمین انتخاب و به صورت نقشه‌های رقومی در فرمت رستری تهیه گردید. سپس این فاکتورها به همراه نقاط آتش‌سوزی در سنوات گذشته که به صورت نقشه پهنه‌بندی پلاک‌های ثبتی آتش‌سوزی در سطح استان موجود بود در مدلسازی وقوع و شروع آتش‌سوزی در سطح استان البرز مورد استفاده قرار گرفت. سپس تمامی فاکتورها به عنوان عوامل اثرگذار بر وقوع آتش‌سوزی وارد نرم افزار MaxEnt 3.3.3 شده و نتایج مورد نظر بدست آمد. شکل ۵ نقشه احتمال شروع و وقوع آتش‌سوزی در استان البرز را نشان می دهد.



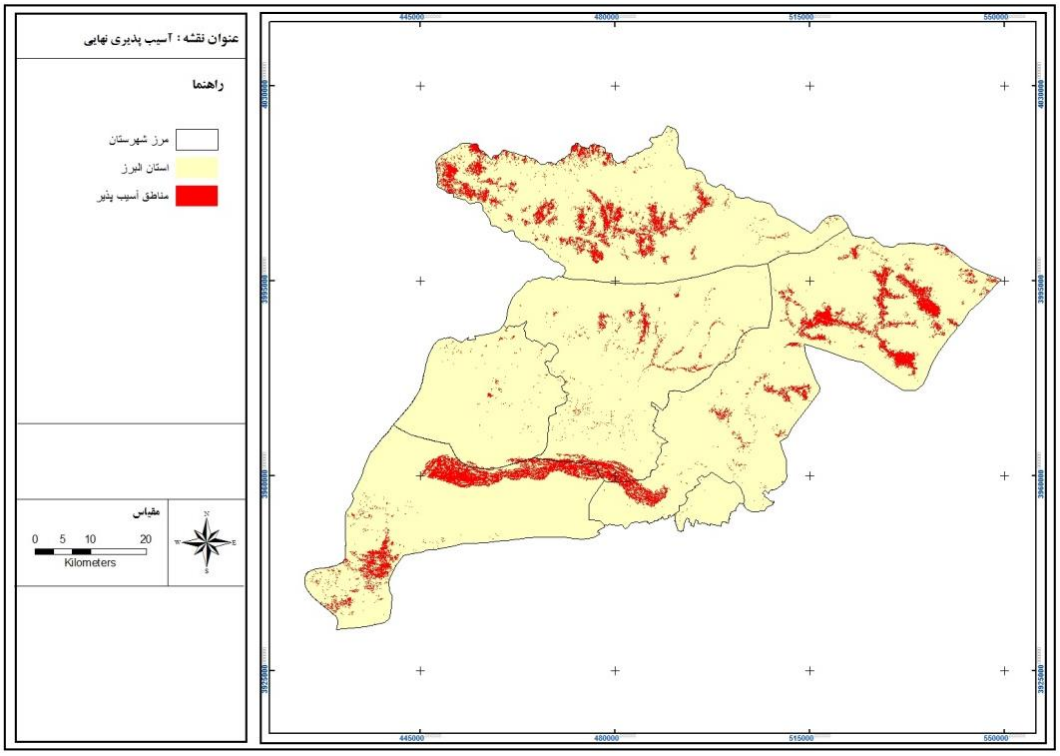
شکل ۴- طبقات تناسب سرزمین برای توسعه صنعتی

Fig. 4- Land suitability classes for industrial development



شکل ۵- احتمال وقوع آتش سوزی در استان البرز

Fig. 5- Probability of fire in Alborz Province



شکل ۶- پهنه های آسیب پذیر در استان البرز
Fig. 6- Vulnerable zones in Alborz Province

از روی هم گذاری نقشه های تغییر کاربری اراضی ، فرسایش ، عدم حفاظت کامل از تنوع زیستی در مناطق تحت حفاظت، استقرار صنعت خارج از توان زیستی سرزمین و آتش سوزی به روش ترکیب خطی وزن‌دار نقشه آسیب‌پذیری استان البرز به دست آمد. شکل ۶ نقشه نهایی نقاط آسیب پذیر را نشان می دهد.

نتیجه‌گیری

در رویکرد آمایشی ارزیابی نظام‌مند عوامل طبیعی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و توزیع متوازن و هماهنگ جغرافیایی فعالیت‌های اقتصادی-اجتماعی در پهنه سرزمین و متناسب با قابلیت‌ها و منابع طبیعی و انسانی صورت می‌گیرد. همچنین پایدارترین آرایش از سه مؤلفه‌ی مهم جمعیت، سرمایه، محیط زیست در کنار تنظیم رابطه بین انسان، فضا و فعالیت‌های انسان در فضا و روش‌های مورد عمل برای تأثیرگذاری بر توزیع آتی فعالیت‌ها در فضا مورد توجه است. ارزیابی آسیب پذیری با مشارکت ذینفعان و استفاده از شاخصهای موثر در ایجاد هر یک از مخاطرات و بصورت پهنه بندی با درنظر گرفتن وزن هریک از شاخصها در تصمیم گیری و استفاده از روشهای متعدد در برآورد احتمال وقوع هریک از مخاطرات صورت گرفته است. این ویژگیهای مهم در راستای برنامه ریزی آمایشی منجر به برنامه ریزی منطقی و پایدار در سرزمین خواهد شد. مخاطرات محیط زیست تهدید بزرگی در جهت تخریب و رو به زوال گذاشتن منابع و خدمات اکوسیستمی است و برای به حداقل رساندن این تهدید شناخت کامل از فرآیندهای گذشته و تحلیل مکانی وقوع مخاطرات نیاز است تا به تدوین استراتژیهای تاب آوری برای پهنه‌های آسیب‌پذیر منجر شود که لازمه آن توانایی در پیش بینی، تحلیل مکانی و تهیه نقشه پهنه بندی خطر است. کیفیت محیط اکولوژیکی استان البرز در سال‌های اخیر به طور معنی‌داری در نتیجه فعالیت‌های انسانی، مانند ساخت و ساز کارخانه‌ها و شهرک‌های صنعتی متعدد، صنایع فلزی کوچک و بزرگ، کشاورزی،

افزایش جمعیت ناشی از مهاجرت از دیگر استان‌های کشور ، تغییرات کاربری سرزمین و مخاطرات مربوط به کاهش تنوع زیستی کاهش یافته‌است. از طرفی عوامل اقتصادی اجتماعی مانند رشد سریع صنعتی‌شدن و مهاجرت موجب فشار بسیار بر منابع سرزمین شده است. از طرفی عوامل طبیعی شامل تنوع زیاد در ارتفاع، شیب، جهت و ریز اقلیم‌ها، موجب اهمیت توجه به مقوله ارزیابی آسیب‌پذیری شده است. برنامه ریزی توسعه آتی در منطقه بایستی با لحاظ نمودن حساسیت منطقه به مخاطرات مختلف صورت گیرد تا اصل پایداری را در برداشته باشد. نتایج این تحقیق نشان می دهد که تغییر کاربری اراضی مهمترین خطر محیط زیستی است که به واسطه گسترش شدید مناطق شهری و روستایی و تخریب باغهای شهری صورت گرفته است. همچنین نتایج نشان داد قسمتی از زیستگاههای مطلوب تنوع زیستی تحت مدیریت حفاظت قرار ندارند که این امر موجب کاهش تنوع زیستی در زیستگاههای مطلوب می شود. از طرفی خطر فرسایش خصوصا در مناطق پرشیب شمالی که از لحاظ تنوع زیستی غنی هستند موجب تخریب پوشش گیاهی خصوصا مرتعی و نیز آب شویی خاک سطحی و ایجاد رسوب خواهد شد. در دشتهای جنوب استان به دلیل عدم تناسب توسعه صنعتی با ظرفیت و توان اکولوژیکی خطر تجمع و افزایش آلودگیهاوگردو غبار وجود دارد. همچنین استان البرز در مناطق شمال غربی و شرقی از احتمال وقوع آتش سوزی برخوردار است . این مناطق بیشتر در محدوده مناطق تحت مدیریت حفاظت قرار دارند که لزوم توجه جدی را می طلبد. نتایج این تحقیق می تواند سیاستگزاران را در تدوین برنامه های آمایشی مطابق نیاز و قابلیتهای محیطی کمک کند.

سپاسگزاری

انجام این تحقیق با حمایت اداره کل محیط زیست استان البرز طی قرارداد ۹۵۲/۵/۲۹۸ مورخ ۹۵/۲/۲۱ به انجام رسیده است که جای دارد از زحمات مدیران و کارشناسان دلسوز اداره کل، خصوصا در برگزاری کارگاههای متعدد، سپاسگزاری نماییم.

پی نوشت‌ها

[1] Environmental Vulnerability Index
[2] Multi Criteria Decision Making (MCDM)
[3] Intensity
[4] Extension
[5] Moment
[6] Persistence
[7] Reversibility
[8] Suitability

منابع

Adriaenssens, V., De Baets, B., *et al.*, 2004. Fuzzy rule-based models for decision support in ecosystem management. Science of Total Environment. 319, 1–12.

Antonio, G., Juan-Alfonso, B., Jose-Manuel, N., 2003. Assessing landscape values: a proposal for a multidimensional conceptual model. Ecological. Modeling. 168, 319–341.

Aretano, R., Semeraro, T., Petrosillo, I., De Marco, A., Pasimeni, M.R., Zurlini, G., 2015. applying ecological vulnerability to fire for effective conservation management of natural protected areas. Ecological. Modeling. 295, 163–175.

Baral H., Keenan R.J., Sharma S.K., Stork N.E., Kasel S., 2014, Spatial assessment and mapping of biodiversity and conservation priorities in a heavily modified and fragmented production landscape in north-central Victoria, Australia, Ecological Indicators. 36, 552-562.

Blaikie, P. *et al.*, 2004. At risk: natural hazards,

people's vulnerability and disasters, Routledge.

Burgess N.D., Hales J.D., Riketts T.H., Dinerstein E., 2006, Factoring species, non species values and threats into biodiversity prioritization across the ecorgions of Africa and its islands, Biological Conservation. 127, 383-401.

Connelly J.W., Knick S.T., Schroeder M.A., Stiver S.J., 2004, Conservation assessment of Greater Sage –grouse and sage brush habitats,chapter7,276-400.

Dwyer, A. *et al.*, 2004. Quantifying social vulnerability: a methodology for identifying those at risk to natural hazards, Geoscience Australia Canberra, Australia.

Dzeroski, S., 2001. Applications of symbolic machine learning to ecological. Ecological. Modeling. 146, 263–273.

Eastman, J.R., Jin, W., Kyem, P.A.K. and Toledano, J., 1995. Raster procedures for multi-criteria/multiobjective decisions, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 61, 539-547.

Enea, M., Salemi, G., 2001. Fuzzy approach to the environmental impact evaluation. Ecological. Modeling. 135, 131–147.

Ervin J., 2003. Rapid Assessment of Protected Area Management Effectiveness in Four Countries. Bio Science. 53, 833-841.

Gardner T.A., Barlow J., Sodhi N.S. and Peres C.A., 2010. A multi-regional assessment of tropical forest biodiversity in a human-modified world. Biological Conservation.143, 2293-2300.

Goda, T. and Matsuoka, Y., 1986. Synthesis and analysis of a comprehensive lake model—with the evaluation of diversity of ecosystem. Ecological. Modeling. 31, 11–32.

Hao, Y. and Zhou, H.C.H., 2002. A grey assessment model of regional eco-environment quality and its application. Environmental Engineering. 20, 66–68.

Ibisch P.L, Nowicki C., Muller R. and Araujo, N., 2002, Methods for the assessment of habitat and species conservation status in data poor countries-case study of Pleurothallidinae of the Andean rain forests of Bolivia. Congress of Conservation of Biodiversity in the Andes and Amazon, 255-246.

Jarvis A., Touval J.L., Schmitz M.C., Sotomayor L. and Hyman G.G., 2010, Assessment of threat to ecosystems in South America. Nature Conservation.18, 180-188.

Kangas, J., Store, R., Leskinen, P., *et al.*, 2000. Improving the quality of landscape ecological forest planning by utilizing advanced decision-support tools. Forest Ecology Management. 132, 157–171

Kazmierczak, Aleksandra & Handley, J. 2011. The Vulnerability concept: use within GRaBS. Available online at: http://www.grabs-eu.org/Kazmierczak_Handley_vulnerability_review.docx

Malczewski, J., 1999, GIS and Multi Criteria Decision Analysis (New York: Wiley).

Moilanen A., 2012, Spatial Conservation Prioritization in Data-Poor Areas of the World, Brazilian Journal of Nature Conservation.10, 12-19.

Nicholson E., Keith D.A. and Wilcowe, D.S., 2008. Assessing the Threat Status of Ecological Communities, Conservation Biology.23, 259-274.

Omann, I., Jill J., Sigrid G. and Julia, W., 2010. Report on the development of the conceptual framework for the vulnerability assessment. The

CLIMSAVE Project. SERI, Vienna, Austria.

Park, Y.-S., Chon, T.-S., Kwak, I.-S., et al., 2004. Hierarchical community classification and assessment of aquatic ecosystems using artificial neural networks. Science Total Environment. 327, 105–122.

Quan, R.C., Wen X. and Xiaonjun, Y., 2002, Effects of human activities on migratory water birds at Lashhai Lake, China. Biological Conservation. 1. 273-279.

Regan H.M., Davis, F.W., Andelman, S.J., Widyanata, A. and Freese, M., 2007, Comprehensive criteria for biodiversity evaluation in conservation planning, Biodiversity Conservation. 2715-2728.

Rodriguez-Rodriguez, D. and Martinez-Vega, J., 2012, Proposal of a system for the integrated and comparative assessment of protected areas, Ecological Indicators.23, 566-572.

Rouget, M., Richardson, D.M., Cowling, R.M., Lloyd, J.W. and Lombard, A.T., 2003, Current patterns of habitat transformation and future threats to biodiversity in terrestrial ecosystems of the Cape Floristic Region, South Africa, Biological Conservation.112, 63-65.

Sahoo, S. and Anirban, D.A., 2016, Environmental Vulnerability Assessment using Grey-AHP based model. Environmental Impact Assessment Review.56, 145-154.

Semeraro, T., Mastroleo, G., Aretano, R., Facchinetti, G., Zurlini, G. and Petrosillo, I., 2016. GIS Fuzzy Expert System for the assessment of ecosystems vulnerability to fire in managing Mediterranean natural protected areas. Environmental Management. 168, 94–103.

Shannon, C., 1948, A mathematical theory of communication. Bell System. Technical. 27, 379-423.

Sik kim, H., 2006. Soil erosion modeling using RUSLE and GIS on the IMHA Watershed, MSc. Thesis. South Korea. Departmant of Civil Engineering.

Thoisy, B., Richard-Hansen C., Goguillon B., Joubert P., Obstancias J., Winterton P. and Brosse, S., 2010. Biodiversity Conservation. 19, 1567-1589.

Van der Knijff, J. M., Jones, R.J.A. and Montanarella , L., 1999. Soil erosion risk assessment in Italy. ISPRA: European Commission Directorate General JRC, Joint Research Centre Space Applications Institute European Soil Bureau.

Wade, A.A., Theobald, D.M. and Laituri M.J., 2011, A multi-scale assessment of local and contextual threats to existing and potential U.S. protected areas, Landscape and Urban Planning.101, 215-227.

Wang, S. Y., Liu, J.S. and Yang, C. J., 2008. Eco-environmental vulnerability evaluation in the Yellow River Basin, China, Pedosphere.18, 171–182.

Xiaofeng, L., Yi Q., Diqiang L., Shirong L., Xiulei W., Bo W. and Chunquan, Z., 2011. Habitat evaluation of wild Ammur tiger (Panthera tigris altacia) and conservation priority setting in north-eastern China. Environmental Management. 92, 31-42.

Environmental Sciences Vol.15 / No.3 / Autumn 2017

203-220

Vulnerability assessment for reducing risk of environmental hazards based on ecosystem services: Case of Alborz Province

Naser Moghadasi[1], Sharareh Pourebrahim[* 2] and Hosein Azarnivand[3]

[1]Department of Natural Resources Engineering, Aras International Campous, Tehran University, Tabriz, Iran
[2]Department of Environmental Sciences, Faculy of Natural Resources, University of Tethran, Tehran, Iran
[3]Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculy of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 2017.09.11 **Accepted:** 2018.01.07

Moghadasi, N., Pourebrahim, SH. And Azarnivand, H., 2017. Vulnerability assessment for reducing risk of environmental hazards based on ecosystem services: Case of Alborz Province. Environmental Sciences. 15(3): 203-220.

Introduction: The comprehensive identification of hazard risks in order to protect against them is one of the main steps in environmental management. Given the importance of environmental impact assessment in sustainable development, the development of a comprehensive system consisting of effective indicators is vital for the creation or exacerbation of environmental risks, on the one hand, and their monitoring, on the other. This comprehensive system can provide categorized information for different levels of decision-making and management. This study aims to assess the vulnerability to zoning of environmental risks by applying an ecosystem services approach. It also aims to integrate the ecosystem services concept into environmental risk assessment.

Materials and methods: Initially, a complete list of environmental risks was prepared by desk study, using provincial and national documents and field studies, along with meetings with different institutions. This list consists of all potential or active factors that can lead to risks. The prepared list of risks was reviewed by experts in order to have their feedbacks and to finalize it. In this study, different risks, including an imbalance in provincial development, the likelihood of water erosion and fire, land use change, and incomplete protection of biodiversity were analyzed. AHP multi criteria decision making was applied for zoning the imbalance of industry with ecological suitability. RUSLE was applied for soil erosion and MAXENT for fire and incomplete protection of wildlife. To study land use/cover changes, cellular automata and the genetic algorithm were integrated.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: sh_pourebrahim@ut.ac.ir

Results and discussion: The results of setting priorities using the multi criteria decision making technique revealed that some risks, including imbalance of industry on land, erosion, vegetation and land use changes, fire and incomplete protection of wildlife are the major risks to be considered. Results show that quality of the ecological area of Alborz Province has significantly reduced in recent years due to human factors such as the establishment of factories, creation of various industrial zones, soil erosion and degradation, drought, depletion of water tables, loss of accessible water resources, improper cropping patterns, population growth due to immigration from other provinces and climate change. The results of vulnerability assessment show that a massive pressure was exerted on sustainable use of the environment of Alborz Province by human impacts. Alborz Province suffers from various risks for which applying environmental services, such as conservation of soil nutrients, biodiversity and diverse vegetation of land, can be effective in their reduction.

Conclusion: Environmental risks are major threats to the degradation of resources and environmental services in Alborz Province which should be controlled and prevented. Complete identification of pre-existing risks and their spatial analysis can help in the development of conservation strategies for vulnerable areas.

Keywords: Multi criteria decision making, Vulnerability assessment, Zoning, Environmental hazards, Alborz Province.