مجله علمی‌پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان

سال هشتم، شماره بیست‌وپنجم، زمستان ۱۳۹۸، صفحه ۹۷ـ۱۱۱

پهنه‌بندی آسیب‌پذیری اکولوژیکی استان کرمان برای توسعهٔ پایدار صنعت با استفاده از روش AHP

سوسن سلاجقه[۱]، حمیدرضا جعفری[۲*]، شراره پورابراهیم[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۴ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۳**

چکیده

در این پژوهش و در راستای توسعهٔ پایدار صنعت در استان کرمان، آسیب‌پذیری اکولوژیکی این استان مورد ارزیابی قرار گرفت. بنابراین در ابتدا لایه‌های اطلاعاتی موجود (شیب، ارتفاع، عمق خاک، جنس سنگ، دوری و نزدیکی به گسل، سیل‌خیزی و پوشش زمین) بر اساس نظر کارشناسی از لحاظ میزان حساسیت به آسیب‌پذیری کدگذاری شده و در گام بعدی همهٔ لایه‌های مربوط، در محیط ArcGIS بر اساس زمینهٔ کد تعلق‌گرفته به آن‌ها، تبدیل به نقشه‌هایی با فرمت رستر با یک شبکهٔ یکنواخت با وضوح ۱۰۰ متر شدند. سپس با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی لایه‌ها وزن‌دار شده و در نهایت با یکدیگر تلفیق شدند. نتایج نشان داد که حدود ۱۴/۷درصد استان کرمان آسیب‌پذیر با شدت زیاد و خیلی زیاد می‌باشد که دلیل عمدهٔ این امر وجود ارتفاعات، گسل‌ها و عمق خاک نامناسب منطقه است. همچنین در بررسی شهرستان‌ها مشخص شد که در بین شهرستان‌های استان کرمان، شهرستان جیرفت نسبت به مساحت دربرگیرنده، بیشترین آسیب‌پذیری را دارد که علت این امر وجود چندین گسل، ارتفاعات و شیب زیاد منطقه است. بنابراین باید در برنامه‌ریزی‌های آتی به این امر توجه ویژه شود.

واژه‌های کلیدی: آسیب‌پذیری اکولوژیکی، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، GIS، صنعت، کرمان، توسعهٔ پایدار.

---

۱. دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران

۲. استاد گروه برنامه‌ریزی، مدیریت و آموزش، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران؛ hjafari@ut.ac.ir

۳. دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

DOI: 10.22052/deej.2018.7.25.49

مقدمه

نظر به درخواست‌های مکرر برای استقرار کاربری صنعتی در مناطق محروم و نیازمند اشتغال و با توجه به آسیب‌پذیر بودن این مناطق و محدودیت‌های منابع (به‌خصوص آب) که امکان توسعه را محدود می‌سازد، ضرورت برنامه‌ریزی جامع و یکپارچه با هدف حفظ منابع در کنار تعیین آسیب‌پذیری سیستم اکولوژیک کاملاً ضروری است.

آسیب‌پذیری افراد و مکان‌ها پدیدهٔ پیچیده‌ای است که در طول یک تاریخ طولانی‌مدت بین انسان‌ها و محیط به دست آمده است (لوئر[1]، ۲۰۰۵). مفهوم آسیب‌پذیری ممکن است به‌عنوان احتمال آسیب یک جامعه، ساختار، خدمات، یا یک ناحیهٔ جغرافیایی باشد که می‌تواند توسط یک خطر خاص تخریب یا لطمه ببیند (توبین و مونتز[2]، ۱۹۹۷). آسیب‌پذیری تعریفی متشکل از عناصر گوناگون است اما به زبان ساده نشان‌دهندهٔ احتمال ایجاد روند منفی برای یک شرایط مناسب فعلی در آینده می‌باشد (برادلی و اسمیت[3]، ۲۰۰۴). همچنین واژهٔ آسیب‌پذیری اکولوژیکی به‌عنوان یک ضعف مقاومت اکوسیستم در پاسخ به مداخلات خارجی است (برویا-ایتنر[4]، ۲۰۱۶؛ چیو[5] و همکاران، ۲۰۱۵).

ارزیابی جامع و کمی آسیب‌پذیری محیط‌زیست اکولوژیکی و تجزیه و تحلیل تغییرات پویا در درازمدت برای فهم تغییرات محیط‌زیست اکولوژیکی، مدیریت منابع و محیط‌زیست و ارزیابی اثربخشی اقدامات برنامه‌ریزی‌شده و حفاظت بسیار مهم است (نگوین[6] و همکاران، ۲۰۱۶). با وجود این، ارزیابی آسیب‌پذیری محیط‌زیست در مناطق بزرگ یک فرایند پیچیده و دشوار است؛ زیرا توسط متغیرهای زیادی مانند آب و هوا، توپوگرافی، منابع زمین و فعالیت‌های انسانی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (نگوین و همکاران، ۲۰۱۶). علاوه بر این، ارزیابی آسیب‌پذیری اکولوژیکی فرایندی بسیار پیچیده است و در حال حاضر هیچ استاندارد بین‌المللی شناخته‌شده یا قاعده‌ای وجود ندارد که تعیین کند چه تعداد و چه پارامترهایی بایستی انتخاب شوند تا ویژگی‌های آسیب‌پذیری اکولوژیکی را به‌طور کامل نشان دهند (هی[7] و همکاران، ۲۰۱۸).

روش‌های گوناگونی برای ارزیابی آسیب‌پذیری اکولوژیکی به کار می‌رود؛ این روش‌ها عبارت‌اند از: ارزیابی جامع فازی (وانگ[8] و همکاران، ۲۰۰۸)، ارزیابی شبکهٔ عصبی مصنوعی (پارک[9] و همکاران، ۲۰۰۴)، ارزیابی تغییرات پوشش زمین (سویتنام[10] و همکاران، ۲۰۱۱)، ارزیابی سیمای سرزمین (اسپینال و پیرسون[11]، ۲۰۰۰) ، روش تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (لی[12] و همکاران، ۲۰۰۶)، و تکنیک تحلیل فرایند سلسله‌مراتبی (AHP)[13] که یکی از رایج‌ترین ابزارهای ارزیابی است (دبویاک[14] و همکاران، ۲۰۱۴؛ لی و همکاران، ۲۰۰۹؛ ییِنگ[15] و همکاران، ۲۰۰۷). روش AHP شامل انتخاب متغیرها در سلسله‌مراتب تصمیم، ایجاد مقایسه بین جفت‌های ممکن در یک ماتریس برای وزن‌دهی به هر متغیر و محاسبهٔ نرخ سازگاری[16] به‌منظور شناخت تناقضات و ناسازگاری‌های احتمالی در ماتریس مقایسات زوجی است. در این فرایند، ارزیابی‌های ذهنی به مقادیر عددی رتبه‌بندی شده در یک مقیاس عددی تبدیل می‌شوند (ساعتی، ۱۹۸۰؛ بوشان و رای[17]، ۲۰۰۴).

AHP بر این فرض استوار است که تصمیمات مرتبط با مسائل پیچیده را می‌توان به‌طور مؤثر با تبدیل یک مسئلهٔ پیچیده به ساختار ساده و قابل درک در قالب ساختار سلسله‌مراتبی رفع کرد. از آنجایی که AHP دارای ویژگی‌های مطلوب بسیاری است، در تحقیقات کمّی متعددی از قبیل طبیعت، جامعه، اقتصاد (لی و همکاران، ۲۰۰۶؛ لی و

1. Luers
2. Tobin and Montz
3. Bradley and Smith
4. Beroya - Eitner
5. Qiu
6. Nguyen
7. He
8. Wang
9. Park
10. Swetnam
11. Aspinall and Pearson
12. Li
13. Analytical Hierarchy process
14. Dubovyk
15. Ying
16. Consistency ratio
17. Bhushan and Rai

همکاران، ۲۰۰۷؛ پارک و همکاران، ۲۰۰۴؛ سینر[1] و همکاران، ۲۰۱۰؛ فمی[2]، ۲۰۰۱) و مطالعات آسیب‌پذیری محیط‌زیست اکولوژیکی (لی، ۲۰۰۷) مورد استفاده قرار گرفته است. در ایران و جهان، تحقیقات بسیاری در زمینهٔ آسیب‌پذیری انجام شده است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

ترن[3] و همکاران (۲۰۰۲) توانستند نواحی آسیب‌پذیر یا رو به زوال مناطق میانهٔ اقیانوس اطلس[4] را با ترکیبی از روش رتبه‌بندی فازی و AHP با استفاده از داده‌های مربوط به پوشش زمین، جمعیت، جاده‌ها، جریان‌ها، آلودگی هوا و توپوگرافی شناسایی کنند. نگوین و همکاران (۲۰۱۶) به‌منظور حفاظت و مدیریت محیط‌زیست به ارزیابی آسیب‌پذیری محیط‌زیست اکولوژیکی استان توا تئین‌ـ هو[5] و بزرگ‌ترین سیستم رودخانه‌ای آن پرداختند. در این تحقیق، از ۱۶ متغیر استفاده شد که متغیرها با استفاده از فرایند سلسله‌مراتبی AHP و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی مورد ارزیابی قرار گرفته و نقشهٔ آسیب‌پذیری تهیه شد. نتایج تحقیق نشان داد که نواحی آسیب‌پذیر شدید و بسیار شدید در سرزمین‌های متوسط و ضعیف که فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی در آن‌ها به سرعت توسعه یافته است، قرار گرفته‌اند. آن‌ها همچنین در ادامهٔ روش یکپارچه پیشنهادشده GIS, RS و AHP را برای ارزیابی آسیب‌پذیری اکولوژیکی محیط‌زیست به‌منظور حفاظت محیط‌زیست و برنامهٔ آمایش سرزمین مناسب و ساخت‌وساز در آینده، مفید دانستند.

هی و همکاران (۲۰۱۸) به ارزیابی آسیب‌پذیری اکولوژیکی چین به‌منظور حفاظت و مدیریت محیط‌زیست پرداختند. آن‌ها در این تحقیق اثرات بالقوه اجتماع، اقتصاد، طبیعت، آلودگی محیطی و بهداشت انسانی را بر آسیب‌پذیری اکولوژیکی با تلفیق تجزیه و تحلیل سیستم‌های GIS و تصمیم‌گیری چندمعیاره بررسی کردند. برای وزن‌دهی به متغیرها از روش AHP استفاده شد. نتایج نشان داد که تنها ۱/۳۲درصد از جمعیت چین در نواحی آسیب‌پذیر نیستند و ۹۸/۶۷در صد، یعنی چیزی حدود ۱/۳۴ میلیارد از جمعیت این کشور در نواحی آسیب‌پذیر زندگی می‌کنند. گزو[6] و همکاران (۲۰۱۹) به ارزیابی آسیب‌پذیری اکولوژیکی حوزهٔ رودخانهٔ تاریم[7] و تغییرات پویایی آن در یک دورهٔ ۱۰ ساله (۲۰۰۵ـ۲۰۱۵) پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که در اواخر این دوره، میانگین آسیب‌پذیری اکولوژیکی در سطح شدید در حوزهٔ این رودخانه می‌باشد و این وضعیت رو به افزایش است. به‌طوری که به سطح آسیب‌پذیری بسیار شدید در سال‌های ۲۰۱۳ـ۲۰۱۵ رسیده است و به‌طور کلی آسیب‌پذیری اکولوژیکی یک گرادیانت بالا به پایین از شرق به غرب دارد که آسیب‌پذیری شدید و بسیار شدید در شرق نشان از دخالت‌های بیشتر بشر در این حوزه دارد و در آخر یکسری پیشنهادات به‌منظور بهبود آسیب‌پذیری در این حوزه ارائه شد. لیو و همکاران (۲۰۱۷) به ارزیابی آسیب‌پذیری اکولوژیکی منطقهٔ سانجیانگیون[8] چین برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ پرداختند. نتایج نشان داد که آسیب‌پذیری اکولوژیکی در کل این منطقه به‌صورت یک گرادیان بالا به پایین از غرب به شرق در طول هر سه دورهٔ زمانی کشیده شده است. و همچنین تغییرات پویایی این آسیب‌پذیری در منطقه نشان از کاهش متوسطی در طول دوره (۱۹۹۰ـ۲۰۰۰) و کاهش قابل توجه در سال‌های ۲۰۰۰ـ۲۰۱۰ دارد، که نتیجهٔ طرح‌های اجراشده حفاظت از منابع ملی و پروژهٔ حفاظتی است که از سال ۲۰۰۵ به اجرا درآمده بود.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش‌های فوق، می‌توان به این نتیجه رسید که روش AHP، روشی مناسب برای بررسی آسیب‌پذیری اکولوژیکی بوده و تعیین آسیب‌پذیری اکولوژیکی برای برنامه‌ریزی‌های آتی بسیار مهم است. در ایران نیز تحقیقات متعددی در این زمینه انجام شده است. برای مثال می‌توان به تعیین آسیب‌پذیری منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ اشترانکوه (یارعلی و همکاران، ۲۰۱۰)، منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ توران (سپهر و همکاران، ۲۰۱۵)، راه آهن اهواز ـ شیراز (بالیست و همکاران، ۲۰۱۵) و ارزیابی آسیب‌پذیری

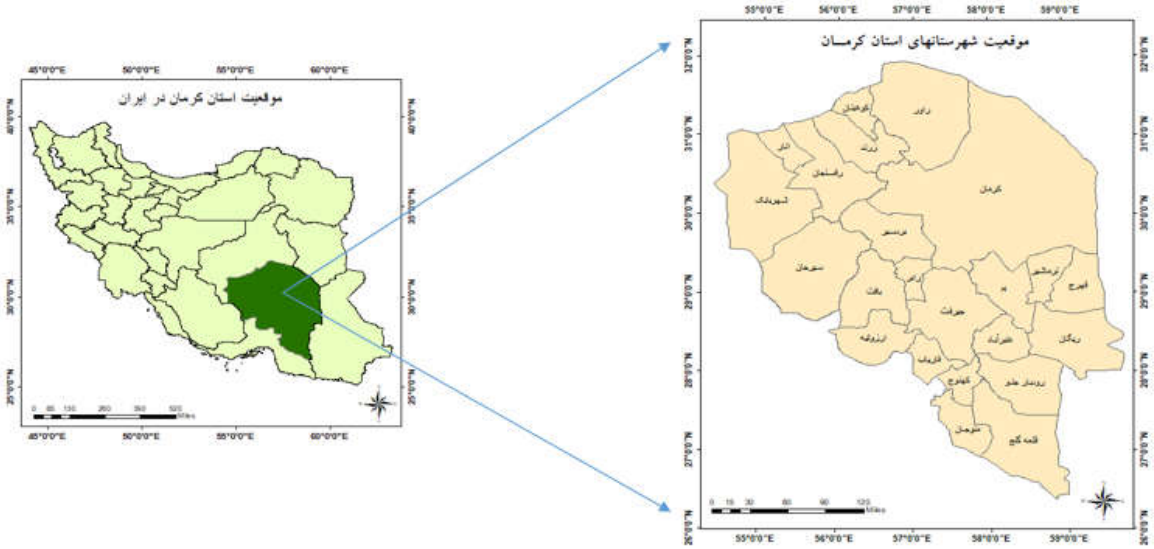
1. Sener
2. Fahmy
3. Tran
4. Mid Atlantic
5. Thua thien- Hue
6. Xue
7. Tarim
8. Sanjiangyuan

ساختمان‌های شهر کرمان در مقابل زلزله (کاظمی‌نیا و میمندی پاریزی، ۲۰۱۶) اشاره کرد. با وجود این، در استان کرمان در زمینهٔ ارزیابی آسیب‌پذیری اکولوژیکی در جهت توسعهٔ پایدار صنعت پژوهشی انجام نشده است. از آنجا که توسعهٔ صنایع در هر مکانی به دنبال خود، جذب نیروی کار و جمعیت را دارد، نتیجهٔ آن برپا شدن مناطق مسکونی و خدماتی و بازرگانی است؛ استقرار این مناطق در سرزمین باعث ایجاد دو واکنش متقابل می‌شود: ۱. منطقهٔ برپاشده روی محیط‌زیست (اصلاح و تغییر آبراهه‌ها و به دنبال آن فرسایش خاک)، ۲. محیط‌زیست روی منطقهٔ برپاشده (در معرض قرار گرفتن منطقه در برابر لغزش و رانش یا سیل) (مخدوم، ۲۰۰۷). از طرفی نیز وجود منابع معدنی بسیار متعدد و غنی در استان، لزوماً آینده‌ای صنعتی را برای این استان نوید می‌دهد؛ بنابراین می‌طلبد علاج واقعه قبل از وقوع باید کرد و با انجام یک پژوهش با روش‌شناسی آزمونشده و مورد تأیید قرار گرفته وفق توسعهٔ صنعتی فعلی، آسیب‌پذیری اکولوژیک استان کرمان تحت‌تأثیر حالت‌های مختلف توسعه بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

استان کرمان بین ۵۴ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی و ۲۶ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۳۱ درجه و۵۸ دقیقه عرض شمالی به مساحت ۱۸۱۷۳۷کیلومت مربع در مرکز و متمایل به جنوب شرقی فلات ایران واقع شده (شکل ۱) و بیش از ۱۱/۱۵درصد از مساحت کشور را در بر گرفته که در حال حاضر پهناورترین استان کشور می‌باشد (سالنامه آماری، ۲۰۱۶). این استان به مرکزیت کلان‌شهر کرمان از شمال به استان‌های خراسان جنوبی و یزد، از جنوب به استان هرمزگان، از شرق به استان سیستان و بلوچستان و از غرب به استان فارس محدود شده است. مرکز استان شهر کرمان است و بر اساس آخرین تغییرات در تقسیمات کشوری در سال ۱۳۹۲ این استان شامل ۲۳ شهرستان، ۷۱ شهر، ۵۸ بخش و ۱۵۱ دهستان می‌باشد (شکل ۱)؛ که ۵۸درصد جمعیت این استان در مناطق شهری و ۴۲درصد در روستاها ساکن هستند. با وجود کوهستانی بودن بیشترین مساحت استان در شیب بین ۰ تا ۲ قرار دارد و جهت شیب استان بیشتر در جهت شمال شرقی و جنوب غربی است که از جهت جغرافیایی ناهمواری‌ها پیروی می‌کند. متوسط بارندگی سالیانهٔ استان ۱۲۹ میلی‌متر (خیلی کمتر از میانگین ۲۴۰میلی‌متری کشور) و میزان تبخیر سالیانه بین ۱۵۰۰ تا ۴۵۰۰ میلی‌متر است (مطالعات آمایش استان کرمان، ۱۳۹۵).



شکل (۱): موقعیت استان کرمان در ایران

Figure (1): Kerman province location in Iran

مواد پژوهش

برای انجام این پژوهش از آمار، اطلاعات، داده‌ها، نقشه‌ها و نرم‌افزارهایی با مقیاس زمانی و مکانی به شرح زیر استفاده شده است:

نقشهٔ DEM منطقه از سازمان نقشه‌برداری کشور دریافت شد، همچنین نقشهٔ عمق خاک، جنس سنگ، گسل، سیل‌خیزی منطقه و پوشش زمین منطقهٔ مورد مطالعه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ از سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و استان کرمان اخذ گردید. در نهایت با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و نرم‌افزارهای expert choice و GIS نسخهٔ ۱۰/۳ پهنه‌بندی آسیب‌پذیری اکولوژیک برای توسعهٔ صنعت در استان کرمان انجام شد.

روش پژوهش

روش انجام پژوهش به‌صورت گام‌به‌گام بدین شرح است:

در این پژوهش، ابتدا فاکتورهای آسیب‌پذیری مشتمل بر شیب، ارتفاع، عمق خاک، جنس سنگ، دوری و نزدیکی به گسل، سیل‌خیزی و پوشش زمین، شناسایی و لایه‌های اطلاعاتی مربوط تهیه شد. لایه‌های فوق بر اساس اطلاعات موجود طبقه‌بندی شده و به هریک از طبقات لایه‌ها بر اساس نظر کارشناسی (استفاده از نظر کارشناسان خبره در هر عامل) و مطالعات کتابخانه‌ای، کد عددی میزان حساسیت به آسیب‌پذیری اختصاص یافت (به‌طوری که عدد بیشتر نشانهٔ آسیب‌پذیری بیشتر و عدد کمتر نشان‌دهندهٔ مقاومت به آسیب‌پذیری بود). این کدها در جداول (۱) تا (۷) ارائه شده‌اند. سپس همهٔ لایه‌های مربوط، در محیط ArcGIS بر اساس زمینهٔ کدگرفته به آن‌ها تبدیل به نقشه‌هایی با فرمت رستر با یک شبکه یکنواخت با وضوح ۱۰۰ متر شدند. سپس لایه‌های وزن‌دارشده (به‌دست‌آمده از نرم‌افزار Expert choice) برای تهیهٔ نقشهٔ نهایی آسیب‌پذیری منطقه با یکدیگر تلفیق شدند (لازم به توضیح است که وزن لایه‌ها با استفاده از نظریات کارشناسان و همچنین بهره‌گیری از توضیحات ارائه‌شده در کتاب *شالودهٔ آمایش سرزمین* (مخدوم، ۲۰۰۷) به دست آمد. در زیر به‌طور خلاصه روش پژوهش شرح داده شده است.

۱. تهیهٔ لایه‌های اطلاعاتی؛

۲. امتیازدهی به طبقات موجود در هریک از لایه‌های اطلاعاتی؛

۳. نرمال‌سازی لایه‌ها؛

۴. به دست آوردن وزن لایه‌ها با استفاده از روش AHP در نرم‌افزار Expert choice؛

۵. ضرب لایه‌ها در وزن خود و در نهایت تلفیق لایه‌ها با یکدیگر؛

۶. تهیهٔ نقشهٔ آسیب‌پذیری اکولوژیکی استان کرمان.

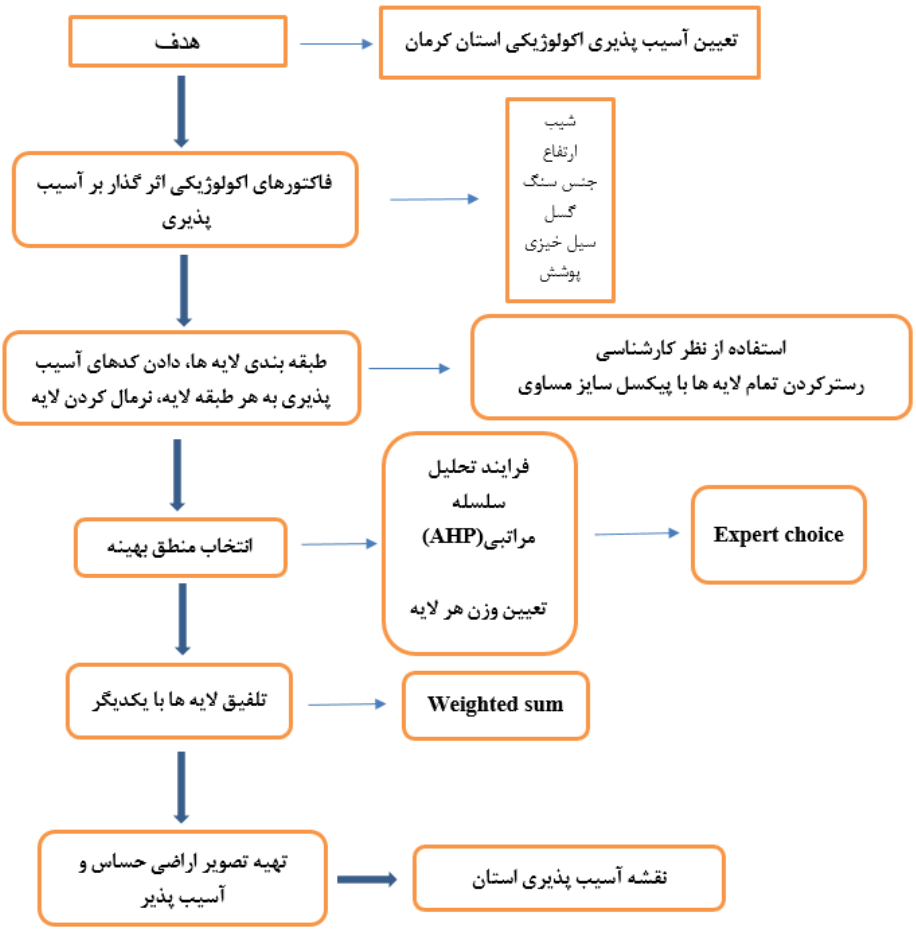
در این مطالعه ضمن بهره‌گیری از بستهٔ نرم‌افزاری ArcGIS نسخهٔ ۱۰/۳، برنامهٔ Expert choice و AHP، نواحی آسیب‌پذیر منطقه شناسایی و در نهایت نقشهٔ آسیب‌پذیری منطقه با استفاده از روندنمای ارائه شده در شکل(۲) تهیه گردید.

کاربرد مدل AHP (فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی)

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) که اولین بار توماس ال ساعتی (۱۹۸۰) آن را ابداع کرد، اساساً یک تئوری عمومی سنجش است که بر اساس پاره‌ای از اصول روان‌شناسی و ریاضی بنا شده که توانایی حل مسائل پیچیده در زمینه‌های مختلف کمّی و کیفی را دارد.

درک پدیده‌های بزرگ و مسائل بسیار پیچیده برای ذهن انسان می‌تواند مشکل‌آفرین باشد. ازاین‌رو تجزیهٔ یک مسئلهٔ بزرگ به عناصر جزئی آن با استفاده از یک ساختار سلسله‌مراتبی می‌تواند به درک انسان کمک کند. روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) از تکنیک‌های پرکاربرد تصمیم‌گیری چن معیاره است که بر اساس مقایسات زوجی بنا شده و هدف آن محاسبهٔ وزن عوامل و رتبه‌بندی گزینه‌هاست. به‌طور کلی هر مسئلهٔ AHP با سه سطح کلی سروکار دارد که سطح اول، هدف کلی مسئله، سطح دوم معیارهای ارزیابی و سطح سوم گزینه‌ها (انتخاب‌ها)ی ممکن است. اجزا در هر سطح سلسله‌مراتب، جفت جفت با هم مقایسه می‌شوند تا ترجیح نسبی هریک در راستای گزینه‌ها تعیین شود (پوکراند و راماچندران[1]، ۲۰۰۴). ضریب کلی وزن برای هر گزینه با توجه به هدف اصلی به دست می‌آید.

1. Pohekar & Ramachandran



شکل (۲): روند نمای انجام پژوهش

Figure (2): research flow chart

سازگاری منطقی قضاوت‌ها و محاسبهٔ نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی

ذهن انسان به نحوی بین اجزا رابطه برقرار می‌کند که بین آن‌ها ثبات و سازگاری منطقی وجود داشته باشد. در روش AHP مقایسات زوجی بین هریک از سطوح معیارها انجام می‌گیرد و به کمک نرم‌افزار Expert Choice مقایسات زوجی تحلیل و نرخ ناسازگاری آن‌ها تعیین می‌شود و چنانچه این نرخ کمتر از ۰/۱ باشد نشان‌دهندهٔ این است که این مقایسات زوجی از ثبات و سازگاری قابل قبولی برخوردارند (که در این پژوهش این نرخ برابر با ۰/۰۴ می‌باشد) که در نهایت وزن معیارها به دست می‌آید.

نتایج

تعیین اولویت عوامل

با استفاده از نرم‌افزار Expert choice اولویت‌بندی عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری در شکل (۳) نشان داده شده است. همان گونه که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، مهم‌ترین عامل مؤثر در میزان آسیب‌پذیری اکولوژیکی منطقه که با استفاده از ماتریس اثر متقابل و روش AHP به‌دست‌آمده عامل شیب منطقه است که روی عوامل دیگر بیشترین اثر را داشت. وزن عامل شیب همان گونه که در شکل (۳) مشاهده می‌شود برابر با ۲۹۲/. است. در درجهٔ بعدی جنس سنگ و عمق خاک بیشترین اثر را داشتند به‌طوری که ضریب برابر ۲/. را به خود اختصاص دادند و در رده‌های بعدی پوشش زمین، ارتفاع از سطح دریا، گسل و سیل قرار گرفتند.

شکل (۳): نتایج حاصل از مقایسات زوجی AHP انجام‌شده برای عوامل اکولوژیکی
Figure (3): Results of paired comparisons of AHP for ecological factors

معیارها و امتیازات

معیار ارتفاع

بر اساس روش پژوهش، میزان آسیب‌پذیری در هر لایه با استفاده از نظر کارشناسی و مطالعات کتابخانه‌ای به دست آمد. در جدول (۱) طبقه‌بندی مربوط به ارتفاع از سطح دریا ارائه شده است که با توجه به توپوگرافی منطقهٔ مورد مطالعه، به ارتفاعات پایین امتیاز کمتری تعلق گرفته که نشان‌دهندهٔ آسیب‌پذیری کمتر است.

نتایج نشان می‌دهد که حدود ۷۰درصد منطقه در ناحیهٔ آسیب‌پذیری ناچیز، کم و متوسط قرار گرفته است و حدود ۳۰درصد منطقه در ناحیه با آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارد.

جدول (۱): معیار ارتفاع و امتیازات آن
Table (1): Elevation Criterion and Its Scores

ردیف	کلاس‌های ارتفاع (متر)	آسیب‌پذیری در هر طبقه
۱	۲۰۰_۰	۱
۲	۴۰۰_۲۰۰	۱
۳	۶۰۰_۴۰۰	۱
۴	۸۰۰_۶۰۰	۲
۵	۱۰۰۰_۸۰۰	۲
۶	۱۲۰۰_۱۰۰۰	۲
۷	۱۴۰۰_۱۲۰۰	۳
۸	۱۶۰۰_۱۴۰۰	۳
۹	۱۸۰۰_۱۶۰۰	۳
۱۰	۲۰۰۰_۱۸۰۰	۴
۱۱	۲۲۰۰_۲۰۰۰	۴
۱۲	بیشتر از ۲۲۰۰	۵

معیار پوشش سطح زمین

امروزه معیار پوشش زمین یکی از معیارهای مورد استفاده در ارزیابی کیفیت سرزمین است. در این تحقیق اراضی مرتعی، زراعت آبی و دیم، مناطق مسکونی، شهری و روستایی و اراضی جنگلی با تراکم تاج‌پوشش ۵ تا ۲۵درصد مکان‌های غیر آسیب‌پذیر و مکان‌های اراضی با سطوح نمکی، اراضی جنگلی با تراکم تاج‌پوشش بیش از ۵۰درصد، تپه‌های ماسه‌ای و... به‌عنوان نقاطی که بیشترین آسیب‌پذیری را دارند، شناسایی شدند که در جدول (۲) نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که فقط حدود ۲۱/۲درصد منطقهٔ مورد مطالعه در ناحیه با آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارد.

معیار جنس سنگ

از آنجایی که سنگ مادر بستر توسعه است و پایداری و ایستایی فیزیکی هر گونه توسعه‌ای مدیون خصوصیات ذاتی سنگ است و از طرفی توانایی سنگ در بروز این ایستایی در تاب‌آوری آن در مقابل عوامل فرسایش‌دهنده از قبیل آب، باد و... ظهور می‌کند، امتیاز سنگ‌های موجود در منطقه به شرح جدول (۳) می‌باشد. نتایج نشان داد که حدود ۲/۱، ۲۲/۳، ۴۱/۲، ۲۵/۳، ۸/۹درصد منطقه به‌ترتیب در ناحیه با آسیب‌پذیری خیلی کم، آسیب‌پذیری کم، آسیب‌پذیری متوسط، آسیب‌پذیری زیاد و آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار دارد.

جدول (۲): معیار پوشش زمین و امتیازات آن

Table (2): Land Cover Criterion and Its Scores

ردیف	معیار پوشش زمین	آسیب‌پذیری در هر طبقه
۱	اراضی با سطوح نمکی حاوی قشری از نمک	۵
۲	اراضی جنگلی با تراکم تاج‌پوشش بیش از ۵۰درصد	۵
۳	اراضی جنگلی با تراکم تاج‌پوشش بین ۵ تا ۲۵	۴
۴	اراضی جنگلی با تراکم تاج‌پوشش بین ۵ تا ۲۵	۲
۵	اراضی ماسه‌ای مسطح فاقد اشکال قابل تشخیص	۴
۶	اراضی مرتعی با تراکم تاج‌پوشش یک	۱
۷	اراضی مرطوب با مناطق کویری با سطح ایستابی	۵
۸	اراضی پست مناطق بیابانی بدون پوشش گیاهی	۵
۹	تپه‌های ماسه‌ای	۵
۱۰	جنگل‌های دست کاشت	۳
۱۱	درختچهٔ زار با تراکم تاج‌پوشش بیش از ۱۰درصد	۲
۱۲	زراعت آبی و باغی	۱
۱۳	زراعت دیم	۱
۱۴	سطوح صاف و صیقلی رسی در حاشیهٔ کویر	۵
۱۵	اراضی با تراکم تاج‌پوشش گیاهان مرتعی	۳
۱۶	شامل بستر رودخانه‌های بزرگ	۵
۱۷	شامل دریاچه‌ها و مخازن آبی	۵
۱۸	مناطق مسکونی‌شهری و روستایی	۱

معیار دوری و نزدیکی به گسل

گسل‌ها از پدیده‌های طبیعی هستند که آثار زیان‌بار بسیاری روی زندگی انسان و سازه‌های انسان‌ساخت دارند، بنابراین بایستی در مطالعات محیط‌زیستی بررسی شوند. در جدول (۴) لایهٔ فاصله از گسل‌های موجود در منطقه و فاصله از آن‌ها آورده شده و بر اساس دوری و نزدیکی به گسل‌ها، به هر طبقه امتیازی اختصاص یافته به‌طوری که امتیاز کمتر نشان‌دهندهٔ آسیب‌پذیری کمتر و امتیاز بیشتر نشان‌دهندهٔ آسیب‌پذیری بیشتر است. نتایج نشان می‌دهد که حدود ۴۷درصد منطقهٔ مورد مطالعه در ناحیه با آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارد.

جدول (۳): معیار جنس سنگ و امتیازات آن

Table (3): Rock type Criterion and Its Scores

ردیف	جنس سنگ	آسیب‌پذیری در هر طبقه
۱	بازالت	۱
۲	مارن-آهک- کارست	۵
۳	آهک-ماسه‌سنگ-گچ	۴
۴	آهک- دگرگونی-شیل	۴
۵	ماسه‌سنگ+کنگلومرا	۲
۶	آهک- ماسه‌سنگ	۳
۷	آهک- گچ	۴
۸	آذرین	۲
۹	آذرین- آهک	۳
۱۰	کنگلومرا	۲
۱۱	فلیش	۳
۱۲	گرانیت	۲
۱۳	شیست	۴
۱۴	دق رسی	۴
۱۵	کفه نمکی	۵
۱۶	پهنه ماسه‌ای	۴
۱۷	آبرفت	۳
۱۸	بستر آبراهه	۵

جدول (۴): معیاردوری و نزدیکی به گسل و امتیازات آن

Table (4): Fault criterion and its scores

ردیف	فاصله از گسل (متر)	امتیاز آسیب‌پذیری در هر طبقه
۱	بیشتر از ۲۰۰۰۰ متر	۱
۲	۲۰۰۰۰_۱۰۰۰۰	۲
۳	۱۰۰۰۰_۵۰۰۰	۳
۴	۵۰۰۰_۲۰۰۰	۴
۵	۲۰۰۰_۰	۵

معیار شدت سیل‌خیزی

در معرض خطر قرارگیری یکی از پارامترهای مهمی است که در جانمایی صنایع بسیار حائز اهمیت می‌باشد. یکی از خطرات طبیعی که معمولاً توسعه را تهدید می‌کند شدت وقوع سیلاب‌های محتمل است، که بر اساس آن شدت سیل‌خیزی منطقه مشخص و مدیران را نسبت به جانمایی در تصمیم‌سازی یاری می‌کند. در این پژوهش، تأثیر سیل بر اساس شدت‌های مختلف در جدول (۵) مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج نشان داد که به‌ترتیب ۹۹/۱، ۰/۳۳، ۰/۲۳، ۰/۰۲۰، ۰/۲۰درصد از منطقه در ناحیه با آسیب‌پذیری خیلی کم، آسیب‌پذیری کم، آسیب‌پذیری متوسط، آسیب‌پذیری بالا و آسیب‌پذیری خیلی بالا قرار دارد.

جدول (۵): معیار سیل خیزی و امتیازات آن

Table (5): Flood Sevirity Criterion and Its Scores

ردیف	معیار سیل	امتیاز آسیب‌پذیری در هر طبقه
۱	سیل خفیف	۱
۲	نسبتاً خفیف	۱
۳	عادی	۲
۴	متوسط	۲
۵	نسبتاً شدید	۳
۶	شدید	۴
۷	خیلی شدید	۵

معیار عمق خاک

از آنجایی که عمق خاک تا حدود زیادی مبیّن شرایط فیزیوگرافی و یا اقلیمی حاکم بر منطقه است، یکی از پارامترهای تأثیرگذار در مکان‌یابی صنایع می‌باشد؛ به‌نحوی که هرچه خاک کم‌عمق باشد، از طرفی دال بر شیب زیاد و عدم فعالیت مناسب عوامل خاک‌ساز و از طرف دیگر نیز دال بر مناطق با شیب بسیار کم از قبیل کفه‌های رسی است؛ عوامل خاک‌ساز از قبیل موجودات زنده نقش بسیار ناچیزی دارند. لذا میزان تأثیر این عامل مطابق جدول (۶) مد نظر قرار گرفت. نتایج نشان داد که به‌ترتیب ۳۰، ۷/۱، ۹/۴، ۲۰/۶، ۳۲/۷درصد منطقه در ناحیه با آسیب‌پذیری خیلی کم، آسیب‌پذیری کم، آسیب‌پذیری متوسط، آسیب‌پذیری زیاد و آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار دارد.

جدول (۶): معیار عمق خاک و امتیازات آن

Table (6): Soil depth Criterion and Its Scores

ردیف	معیار عمق خاک	امتیاز آسیب‌پذیری در هر طبقه
۱	خاک‌های عمیق	۱
۲	خاک‌های نیمه‌عمیق	۱
۳	خاک‌های کم‌عمق تا نیمه‌عمیق	۲
۴	خاک‌های کم‌عمق	۳
۵	خاک‌های بسیار کم‌عمق	۴
۶	فاقد خاک	۵

معیار درصد شیب

شاید بتوان گفت اصلی‌ترین عامل در جانمایی صنایع این عامل است؛ زیرا سهم زیادی از هزینه‌های جایابی از قبیل حجم خاک‌برداری و خاک‌ریزی و یا سهولت دسترسی و استفاده از ماشین‌آلات خاص را به خود اختصاص می‌دهد. در این پژوهش با استفاده از نقشهٔ DEM منطقه، نقشهٔ شیب استخراج و با مروری بر مطالعات انجام‌شده، مناسب‌ترین شیب بین ۰ تا ۵درصد در نظر گرفته شد که هرچه شیب بیشتر می‌شود آسیب‌پذیری هم بیشتر می‌شود. نتایج نشان داد حدود ۸۵درصد از منطقه در ناحیه با آسیب‌پذیری خیلی کم، کم و متوسط قرار دارد.

جدول (۷): معیار شیب و امتیازات آن

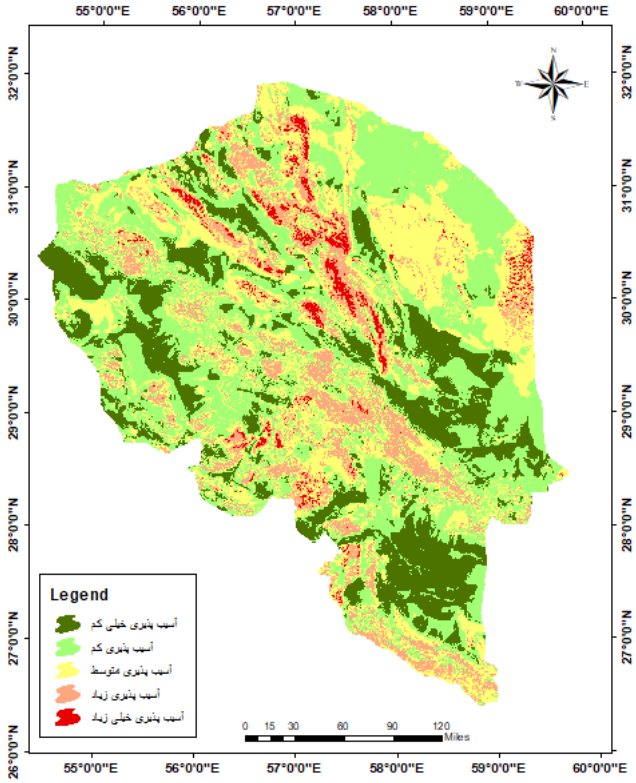
Table (7): Slope criterion and its scores

ردیف	کلاس‌های شیب	آسیب‌پذیری در هر طبقه
۱	۲_۰	۱
۲	۵_۲	۱
۳	۸_۵	۲
۴	۱۵_۸	۳
۵	۲۰_۱۵	۴
۶	۳۰_۲۰	۵
۷	۶۰_۳۰	۵
۸	بیش از ۶۰	۵

نقشهٔ آسیب‌پذیری

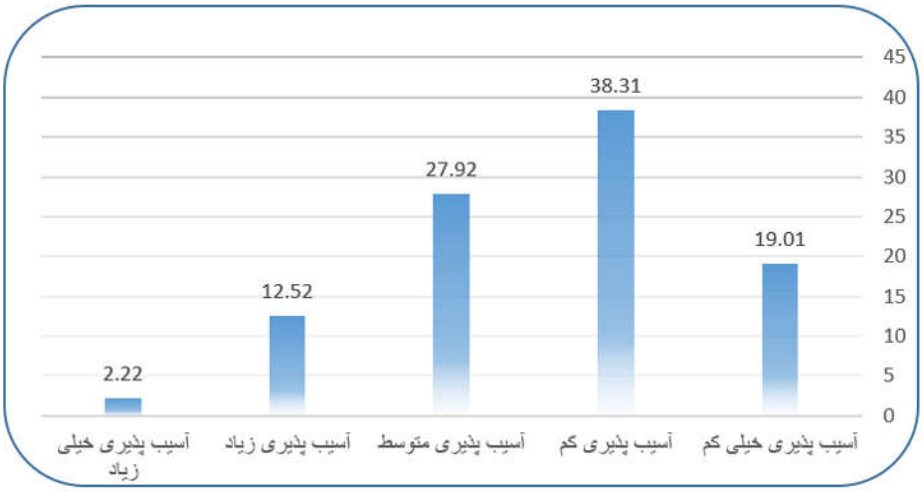
بعد از طبقه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی و امتیازدهی درون‌لایه‌ای و ضرب لایه‌ها در وزن‌های به‌دست‌آمده از فرایند سلسله‌مراتبی و در نهایت روی‌هم‌گذاری لایه‌ها، نقشهٔ نهایی آسیب‌پذیری به دست آمد و سپس نقشهٔ حاصل به پنج کلاس تقسیم شد که

نقاط و پهنه‌های آسیب‌پذیر منطقه به دست آمدند. در شکل (۴) نقشهٔ آسیب‌پذیری منطقه آورده شده است.



شکل (۴): نقشهٔ آسیب‌پذیری اکولوژیکی استان کرمان با هدف استقرار صنایع

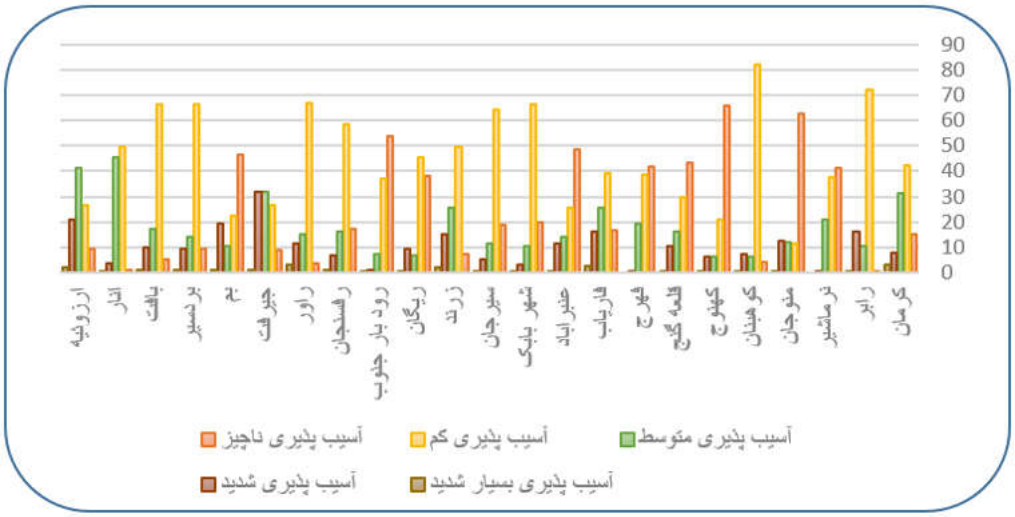
Figure (4): Ecological Vulnerability Map of Kerman Province with the Purpose of Establishment of Industries



شکل (۵): درصد آسیب‌پذیری اکولوژیکی استان کرمان با هدف استقرار صنایع

Figure (5): Ecological Vulnerability Percentage of Kerman Province with the Purpose of Establishment of Industries

با استفاده از نقشهٔ (۴) می‌توان میزان آسیب‌پذیری شهرستان‌های استان را نیز برحسب مساحت آن‌ها به تفکیک مشخص کرد که به‌صورت هیستوگرام در شکل (۶) ارائه شده است.



شکل (۶): میزان آسیب‌پذیری در هر شهرستان بر اساس درصد ناحیهٔ تحت پوشش

Figure (6): Vulnerability of each city based on the percentage of area covered

بحث و نتیجه‌گیری

جانمایی صنایع به پارامترها یا عوامل متعددی بستگی دارد؛ این عوامل شامل عوامل ادافیکی یا زمینی، اقلیمی و مسائل اقتصادی و اجتماعی هستند که بر اساس هریک از آن‌ها نیز می‌توان آسیب‌پذیری محیط‌زیست مناطق مختلف نسبت به توسعه را تعیین کرد. چنان‌که دیدیم در این پژوهش صرفاً عوامل فیزیکی به‌عنوان فریم اصلی جانمایی در استان کرمان مدنظر قرار گرفتند و بر اساس آن و با استفاده از نرم‌افزارها و روش پژوهش، پهنه‌بندی استان از نظر آسیب‌پذیری محیط‌زیستی انجام شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که آسیب‌پذیری بالا در منطقه در مطابقت با هفت لایهٔ قبلی (شیب، ارتفاع، عمق خاک، جنس سنگ، دوری و نزدیکی به گسل، سیل‌خیزی و پوشش زمین) نشان از وجود ارتفاعات، گسل‌ها و عمق خاک نامناسب منطقه می‌باشد که بیشترین اثر گذاری را روی آسیب‌پذیری منطقه داشته است. این امر تقریباً با نتایج سپهر و همکاران (۲۰۱۵)، بالیست و همکاران (۲۰۱۵)، یارعلی و همکاران (۲۰۱۰)، یزدیان و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی دارد. که بایستی این موضوع در برنامه‌ریزی‌های بعدی مورد توجه قرار گیرد.

بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده از شکل (۴) حدود ۱۹، ۲۸/۳، ۲۷/۹، ۱۲/۵ و ۲/۲درصد منطقه به‌ترتیب در آسیب‌پذیری خیلی کم، آسیب‌پذیری کم، آسیب‌پذیری متوسط، آسیب‌پذیری زیاد و آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار دارند؛ که نشان‌دهندهٔ این موضوع است که بیشتر سطح منطقه از مقاومت اکولوژیکی خوب و نسبتاً خوبی برخوردار است.

نتایج میزان آسیب‌پذیری به تفکیک هر شهرستان نشان داد که شهرستان جیرفت از بیشترین آسیب‌پذیری و شهرستان‌های رودبار جنوب، کهنوج، شهربابک و کوهبنان به‌ترتیب از کمترین آسیب‌پذیری برخوردارند که دلیل این امر در شهرستان جیرفت وجود ارتفاعات (سپهر و همکاران، ۲۰۱۵)، شیب زیاد منطقه (بالیست، ۲۰۱۵) و وجود گسل‌های فراوان (یارعلی و همکاران، ۲۰۱۰) در این شهرستان است. در صورتی که شهرستانهای رودبار جنوب، کهنوج، شهربابک و تا حدودی کوهبنان فاقد ارتفاعات با شیب زیاد، سیل‌خیزی پایین، عمق خاک مناسب و از تعداد کم گسل برخوردارند که سبب شده این شهرستان‌ها آسیب‌پذیری اکولوژیکی خوبی داشته باشند. البته در این پژوهش از لایهٔ سیل‌خیزی و گسل منطقهٔ مورد مطالعه استفاده شد که در تحقیقات مشابه قبلی کمتر به آن پرداخته شده است؛ به‌خصوص در زمان فعلی که با تهدیدات ناشی از تغییر اقلیم و بلایای طبیعی مواجه هستیم، مهم است.

نتایج این پژوهش به‌راحتی قابل استفاده برای مدیران، صاحبان صنایع و دست‌اندرکاران بخش محیط‌زیست استان کرمان است تا با استفاده از نتایج این پژوهش، حداقل شاخص‌های پایهٔ محیط‌زیستی استان در توسعهٔ صنعت مد نظر

قرار گیرد تا ضمن رعایت و ارتقا شاخص‌های محیط‌زیستی شاهد توسعهٔ درخور و پایدار صنعت در استان کرمان و شهرستان‌های مختلف آن باشیم.

منابع

1. Aspinall, R., Pearson, D., 2000. Integrated geographical assessment of environmental condition in water catchments: linking landscape ecology, environmental modelling and GIS, Journal of Environmental Management 59 (4), 299–319.
2. Balist, J., Karimi, S., Jafari, H.R., 2015. Environmental Impact Assessment of Ahwaz Shiraz Railway, Science and Environmental Engineering, 3 (1).
3. Beroya-Eitner, M.A., 2016. Ecological vulnerability indicators, Ecological Indicators60, 329–334.
4. Bhushan, N., Rai, K., 2004. Strategic Desicion Making: Applying the Analytic Hierarchy Process, Springer-Verlag, New York, pp. 172.
5. Bradley, M.P., Smith. R., 2004. Using science to assess environmental vulnerabilities, Environmental Monitoring and Assessement 94, 1-7.
6. Dubovyk, O., Menz, G., Khamzina, A., 2014. Land suitability assessment for afforestation with elaeagnus angustifolia l. in degraded agricultural areas of the lower Amudarya river basin. Land Degradation & Development.
7. Fahmy, H.M.A., 2001. Reliability evaluation in distributed computing environments using the AHP. Computer Networks 36, 579–615.
8. He, L., Shen, J., Zhang, Y., 2018. Ecological vulnerability assessment for ecological conservation and environmental management. Journal of Environmental Management 206, 1115-1125
9. Kazeminia, A., Meymandi Parisi, S., 2016. Assessment of Vulnerability of buildings in Kerman city against earthquake using GIS. Journal of Spatial Planning and Information Engineering, 8 (3).
10. kerman Statistical Yearbook. 2016. Center of Statistics of Iran
11. Li, A., Wang, A., Liang, S., Zhou, W., 2006. Eco-environmental vulnerability evaluation in mountainous region using remote sensing and GIS—a case study in the upper reaches of Minjiang River, China, Ecological Modelling 192 (1), 175–187.
12. Li, L., Shi, Z.H., Yin, W., Zhu, D., Ng, S.L., Cai, C.F., Lei, A.L., 2009. A fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to eco-environmental vulnerability assessment for the Danjiangkou reservoir area, China, Ecological Modelling 220 (23), 3439–3447.
13. Li, R., 2007. Dynamic assessment on regional eco-environmental quality using AHP-statistics model: a case study of Chaohu Lake Basin. Chin. Journal of Geographical Sciences17 (4),341–348.
14. Li, Z.W., Zeng, G.M., Zhang, H., Yang, B., Jiao, S., 2007. The integrated eco-environment assessment of the red soil hilly region based on GIS—a case studyin Changsha City, China, Ecological Modelling 202 (3–4), 540–546.
15. Liua, Di., Caoa, Chunxiang., Dubovykc, O., Tiana, R., Chena, Wei., Zhuang, Q., Zhaoa, Y., Menzc, Gunter., 2017. Using fuzzy analytic hierarchy process for spatio-temporal analysis of eco-environmental vulnerability change during 1990–2010 in Sanjiangyuan region, China, Ecological Indicators 73, 612–625.
16. Luers, A.L., 2005. The surface of vulnerability: An analytical framework for examining environmental change, Global Environmental Change 15, 214–223.
17. Makhdoum, M., 2007. Fundamental of Land Use Planning. University of Tehran Press.
18. Nguyen, A.K., Liou, Y.A., Li, M.H., Tran, T.A., 2016. Zoning eco-environmental vulnerability for environmental management and protection. Ecological Indicators 69, 100–117.
19. Park, Y.S., Chon, T.S., Kwak, I.S., Lek, S., 2004. Hierarchical community classification and assessment of aquatic ecosystems using artificial neural networks. Science of the Total Environment 327 (1), 105–122.
20. Pohekar, S.D., Ramachandran, M., 2004. Application of Multi-criteria Decision Making to Sustainable Energy Planning- A Review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 8 (4), 365- 381.
21. Qiu, B., Li, H., Zhou, M., Zhang, L., 2015. Vulnerability of ecosystem services provisioning to urbanization: a case of China, Ecological Indicators 57, 505–513.
22. Saaty, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.
23. Sener, S., Sener, E., Nas, B., Karagüzel, R., 2010. Combining AHP with GIS for landsillsite selection: a case study in the Lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey), Waste Management 30, 2037–2046
24. Sepehr, H., Makhdoom, M., Faryadi, Sh, Ramezani Mehrin, M., 2015. Assessing the quality of land in protected areas using the degradation model (Casestudy: Turan Protected Area) 6 (11), 119-130.
25. Swetnam, R.D., Fisher, B., Mbilinyi, B.P., Munishi, P.K.T., Willcock, S., Ricketts, T., Mwakalilag, S., Balmforda, A., Burgessa, N.D.,

Marshallh, A.R., Lewis, S.L., 2011. Mapping socio-economic scenarios of land cover change: a GIS method toenable ecosystem service modelling, Journal of Environmental Management 92 (3), 563–574

26. Tobin, G.A., Montz, B.E., 1997. Natural Hazards, Explanation and Integration, New York, London, The Guildford Press.

27- Tran, l.T., Knight, C.G., O'Neill, R.V., Smith, E.R.; Riitters, K. H.,Wickham, J. D., 2002. Fuzzy Decision Analysis for Integrated Environmental Vulnerability Assessment of the Mid-Atlantic Region, Environmental Management 29 (6), 845-859.

28. Wang, J.T., Yun, X.J., Su, H.T., Qing, Y., Dong, Y.P., Zhang, D.M., 2008. Technologies to monitor the rodent in the degraded grassland in Three-River Headwaters region, Pratacultural science 25, 110-112.

29. Xue, L., Wang, J., Zhang, L., Wei, G., Zhu, B., 2019. Spatiotemporal analysis of ecological vulnerability and management in the Tarim River Basin, China, science of the Total Environment 649, 876-888.

30. Yarali, N., Soltani, A., Jafari, A., Mofi Golami, D., Mahmodi, M., 2010. Assessment of environmental impacts of development on Oshtorankh protected area using degradation model, Environmental research 1 (1), 13-22.

31. Yazdian, F., Nasiri, L. F., Kiapasha, Kh.2012. Investigation of the Environmental Impacts of Tourism on the Salt Lake Abrood Forest Using the Destruction Model, Iran Forest Magazine 2, 113-121.

32. Ying, X., Zeng, G.M., Chen, G.Q., Tang, L., Wang, K.L., Huang, D.Y., 2007. CombiningAHP with GIS in synthetic evaluation of eco-environment quality-a case studyof Hunan Province, China, Ecological Modelling 209 (2), 97–109.

Zoning of Ecological Vulnerability of Kerman Province to Achieve Sustainable Industrial Development Using AHP Technique

Sosan Salajegheh[1], Hamid Reza Jafari[2]*, sharareh Pourebrahim[3]

Received: 25/11/2019 Accepted: 02/02/2020

Extended Abstract

Introduction: Vulnerability of people and places is a complex phenomenon has been created as a result of human and environment interaction during the ages. The concept of vulnerability addresses the probability of being destructed or damaged of a society, structure, service or a geographical area due to a specific danger. Nowadays there is frequent demand for settling industrial infrastructures in disadvantaged area, where employment is necessary, considering vulnerability of such areas and limitations of available resources for development purposes, therefore; comprehensive and integrated planning in is essential in order to conservation of resources and defining vulnerability of ecosystem. There are different methods for assessment of ecological vulnerability. Analytical Hierarchy Process (AHP) is one of the common tools for this purpose. AHP is based on the premise that solutions for complex problems could be achieved if the complex structure effectively turned to simple and understandable structures. Since AHP has many desirable properties, it has been widely used in numerous quantitative researches including nature, society, economy and environmental vulnerability studies.

Materials and Methods: In this research, following statistics, data, information, maps and software in temporal and spatial scales are used:
DEM map of the study area obtained from Iran Survey Organization, as well as maps of soil depth, rock type, faults, flooding and land cover of the study area obtained from Management and Planning Organization with 1:100000 scale.
Also, AHP, Expert Choice and GIS (version 10.3) have used in this study. The purpose of the current research is assessment of ecological vulnerability of Kerman Province toward industrial sustainable development. As the first step, available information layers (slope, elevation, soil depth, rock type, and distance from faults, flooding risk and land cover) are coded according to sensitivity to vulnerability and then all the layers are transformed to raster maps with uniform 100-meter resolution gird using ArcGIS based on their assigned codes. Using hierarchical analysis technique, the layers are weighted and integrated.

Results: According to the final map which obtained from integration of seven previous maps, 19, 28.3, 27.9, 12.5 and 2.2 % of the study area are classified in terms of vulnerability respectively as very low, low, moderate, high and very high. This confirms that generally the study area has good or relatively good ecological resistance. The results demonstrated that Jiroft city has the highest vulnerability, while Rudbar-e Jonub, Kahnooj, Shahr-e Babak and Kuhbanan have the lowest vulnerability.

1. Ph.D. student in Environment Planning, College of Environment, University of Tehran.
2. Professor, Department of Environmental planning and Management, College of Environment, University of Tehran; hjafari@ut.ac.ir
3. Associate Prof., Department of Environment, College of Natural Resources, University of Tehran.
DOI: 10.22052/deej.2018.7.25.49

Discussion and Conclusion: The results revealed that Kerman Province has mostly good or relatively good ecological resistance. Placement of industries depends on a variety of parameters such as terrestrial, climatic and social-economic issues. According to every single of these parameters, it is possible to determine environmental vulnerability in different regions. In this study, physical parameters were solely considered as the main locating frame in Kerman Province, and assessment of environmental vulnerability is carried out on that, using different software, as discussed in the research method. The results of this research can be used easily by managers and planners in both industrial and environmental sectors of the province, and this will enable them to address minimum environmental indicators for development purposes. It is hoped that this will improve environmental indicators and also will bring sustainable industrial development in the region.

Keywords: Ecological Vulnerability, Analytical Hierarchy Process, GIS, Industry, Kerman, Sustainable Development.