

مقایسه خطر تخریب سرزمین در دو منطقه نیمه مرطوب تا مرطوب (شهرستان سپیدان) و خشک (شهرستان لامرد) در استان فارس براساس مدل پیشنهادی RALDE

مسعود مسعودی^{۱*}، مریم واحدی^۲، علیرضا نعمت‌اللهی^۳ و سید رشید فلاح شمسی^۴

* نویسنده مسئول، دانشیار، بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران

پست الکترونیک: masoudi@shirazu.ac.ir

۲- بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران

۳- بخش آمار، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، ایران

۴- بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۲۳

چکیده

این پژوهش با هدف ارائه یک مدل جدید با در نظر گرفتن شاخص‌های مختلف از جنبه‌ها یا معیارهای تخریب سرزمین و بیابان‌زایی، یعنی عوامل طبیعی، انسانی و روند تخریب برای یافتن منطقه با خطر بالاتر تخریب و اندازه‌گیری احتمال وقوع شرایط تخریب بدتر در این مناطق تهیه شد. به این منظور دو منطقه در شمال و جنوب استان فارس (شهرستان سپیدان و لامرد) به‌عنوان مناطق مورد مطالعه برای ارزیابی خطر تخریب سرزمین انتخاب گردید. این دو منطقه بدلیل وجود تفاوت در شرایط اقلیمی انتخاب شدند. نقشه نهایی خطر تخریب سرزمین با تلفیق سه نوع لایه طبیعی، انسانی و روند تخریب در مقایسه با وضعیت کنونی تخریب در محیط نرم‌افزار GIS تهیه شد. همچنین مناطق در معرض خطر به زیرگروه‌هایی با احتمال خطر مختلف به‌منظور نشان دادن یک تصویر آماری دقیق‌تر از خطر تخریب در آینده طبقه‌بندی شد. در این تحقیق درصد احتمال خطر با در نظر گرفتن عوامل توانمندی و روند تخریب سرزمین با تأکید بر عامل روند، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که طبقه غالب خطر در منطقه سپیدان خطر متوسط می‌باشد و در منطقه لامرد تنها طبقه غالب عوامل طبیعی خطر متوسط می‌باشد و در بقیه موارد طبقه غالب خطر کلاس خطر کم یا بدون خطر می‌باشد. همچنین مقایسه وضعیت خطر تخریب عوامل مورد مطالعه در دو منطقه براساس میانگین وزنی نشان می‌دهد که وضعیت خطر تخریب عوامل انسانی، روند و وضعیت فعلی تخریب و در نهایت خطر تخریب سرزمین در شهرستان سپیدان حادث‌تر از شهرستان لامرد است. به طور کلی براساس نتایج بدست آمده وضعیت خطر تخریب در منطقه سپیدان که دارای شرایط اقلیمی نیمه‌مرطوب تا مرطوب می‌باشد حادث‌تر از شهرستان لامرد با آب و هوای خشک می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تخریب سرزمین، شاخص، عوامل طبیعی، عوامل انسانی، عامل توانمندی، روند، درصد احتمال خطر، GIS.

مقدمه

تحت تأثیر خود قرار داده است (Oldeman *et al.*, 1991). در واقع امروزه تخریب سرزمین به‌عنوان یک مشکل زیست‌محیطی فراگیر و بسیار جدی در جهان شناخته شده است (Reynolds & Stafford Smith, 2002). در حال

تخریب سرزمین به‌عنوان یکی از معضلات زیست‌محیطی جدی و رایج در جهان، دو میلیارد هکتار (۲۲/۵٪) از اراضی زراعی، مرتعی، جنگل و درخت‌زارهای جهان را

خشک تعلق دارد. سرزمین‌های خشک کشور به ترتیب مساحت شامل مناطق خشک، نیمه‌خشک، فراخشک و نیمه‌مرطوب خشک می‌باشند (Valle *et al.*, 1998). بنابراین ایران در یک منطقه با اقلیم خشک و نیمه‌خشک واقع شده است. تخریب سرزمین در چنین اقلیم‌هایی با شدت بیشتری نسبت به سایر اقلیم‌ها در حال پیشروی است و اغلب به بیابان‌زایی منتهی می‌شود. یک ارزیابی توسط FAO (۱۹۹۴) نشان می‌دهد که وضعیت فعلی تخریب سرزمین در ایران (شامل ۹۴٪ از اراضی زراعی و مراتع دائمی) در مقایسه با دیگر کشورهای خاورمیانه و جنوب آسیا بسیار وخیم است (Masoudi, 2010). محققان مختلف ایرانی در مناطق مطالعاتی خود از معیارها و شاخص‌های مختلفی برای بهبود تهیه نقشه‌های بیابان‌زایی و تخریب سرزمین براساس مدل‌های مختلف استفاده کرده‌اند. اختصاصی و مهاجری (۱۳۷۵) روشی را معرفی کردند که در سال ۱۹۹۵ با نام اختصاری ICD به ثبت رسیده است. در این روش ۸ شاخص مؤثر در بیابان‌زایی معرفی شدند که عبارتند از: سه عامل محیطی و سه عامل انسانی و در نهایت ۲ شاخص شدت فرسایش خاک و توان بازگشت‌پذیری بازسازی این روش در عرصه‌هایی از ایران مرکزی و بخش‌هایی از استان هرمزگان مورد بررسی و آزمون قرار گرفته و در نهایت پس از بازبینی نقشه بیابان‌زایی اراضی ترسیم شد. از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: مدل ایرانی ارزیابی بیابان‌زایی (IMDPA) شامل ۹ معیار و ۳۶ شاخص می‌باشد که برای ارزیابی بیابان‌زایی توسط Zakerinejad (۲۰۱۰) در منطقه مزایجان زرین‌دشت استان فارس مورد مطالعه قرار گرفته است. خنامانی و همکاران (۱۳۹۰)، برای امتیازدهی به شاخص‌های مورد بررسی و تلفیق داده‌های حاصل از بررسی عوامل مؤثر در پدیده بیابان‌زایی در منطقه سگزی اصفهان از مدل مدالوس استفاده کرده‌اند. بهمنش و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی شاخص‌های بیوفیزیکی ارزیابی تخریب سرزمین تفسیر دو دیدگاه متخصصان بوم‌شناسی و بهره‌برداران مراتع پرداختند. عصار نوقایی (۱۳۹۲) به ارزیابی خطر بیابان‌زایی با استفاده از مدل LADA و GIS

حاضر ۱۸۴ کشور، معاهده سازمان ملل برای مبارزه با بیابان‌زایی (UNCCD) را امضا کرده‌اند (UNEP, 1994). در شرایط فعلی ارزیابی علمی، قابل تکرار، سیستماتیک و به‌ویژه واضح تخریب سرزمین امری ضروریست. زیرا وقوع این مسئله بر روی امنیت غذایی، برنامه کمک‌های بین‌المللی، توسعه ملی اقتصادی و راهبردهای حفاظت از منابع طبیعی تأثیر می‌گذارد. تعریف تخریب سرزمین در نواحی خشک که بیابان‌زایی نیز نامیده می‌شود، عبارت است از: تخریب سرزمین در نواحی خشک، نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب خشک در اثر فاکتورهای مختلف که شامل تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی است (Rubio & Bochet, 1998).

بدنبال ارائه مدل‌ها و روش‌های مختلف برای ارزیابی تخریب خاک و بیابان‌زایی نظیر مدل فائو-یونپ (۱۹۸۴)، مدل GLASOD : Global Assessment Of Soil Degradation (Oldeman *et al.*, 1991)، مدل ASSOD : Asian Assessment of Soil Degradation (Lynden & Oldeman, 1997)، مدل MEDALUS : Mediterranean Desertification And Land Use (Kosmas *et al.*, 1999)، مدل LADA : Land Degradation Assessment in Dry lands (FAO-) (UNEP, 2001) و مدل GLADA : Global Assessment of Land Degradation and Improvement (Bai *et al.*, 2008) از سوی مراکز معتبر علمی جهانی، روش‌هایی نیز از سوی محققان داخل کشور تهیه و در برخی از مناطق کشور مورد ارزیابی قرار گرفته است. آنچه که در بیشتر این روش‌ها مشترک می‌باشد تعریف پدیده بیابان‌زایی در قالب شکل‌های مختلف تخریب سرزمین است. ازجمله این شکل‌ها، فرسایش بادی و آبی، شوری خاک، زوال پوشش گیاهی، فشردگی و تشکیل سله، کاهش مواد آلی و حاصل‌خیزی خاک و تجمع مواد سمی در خاک است.

مطابق نقشه مناطق خشک جهان که در اطلس جهانی بیابان‌زایی توسط یونپ در سال ۱۹۹۷ به چاپ رسیده است؛ جز مناطق محدودی در شمال و شمال‌غرب ایران که دارای اقلیم مرطوب است بقیه سطح کشور به رده سرزمین‌های

اندازه‌گیری احتمال وقوع شرایط تخریب بدتر در این مناطق تهیه شد. شناسایی مناطقی که نسبت به سایر مناطق در آینده در معرض خطر تخریب بیشتری قرار دارند و در برابر عوامل تخریب آسیب‌پذیرتر هستند می‌تواند به افزایش و بهبود دانش ما در مورد وسعت مناطق آسیب‌دیده و نیز توسعه اقدامات حفاظتی به منظور تحت کنترل درآوردن این مشکل کمک کند.

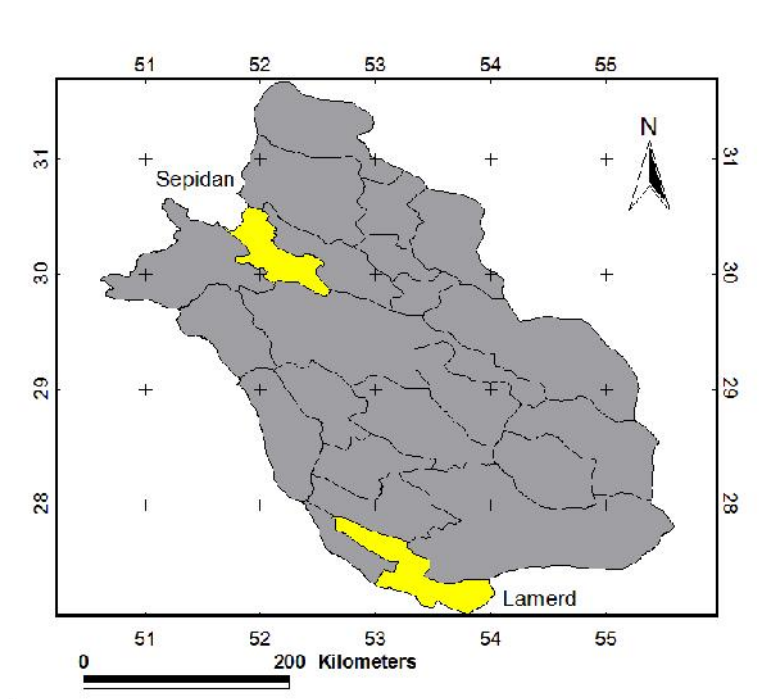
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق دو شهرستان سپیدان در شمال و لامرد در جنوب استان فارس مورد مطالعه قرار گرفت (شکل ۱). شهرستان سپیدان در شمال استان فارس می‌باشد که با مساحتی حدود ۲۹۰۰۰۰ هکتار در شمال غرب شیراز واقع شده است. این شهرستان در طول جغرافیایی ۵۱/۶۵ تا ۳۰/۵۹ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹/۸۰ تا ۵۲/۶۰ درجه شمالی واقع شده است. به دلیل دریافت بارش سالانه زیاد، در زمستان پربرف و در تابستان پرآب است. آمار درازمدت هواشناسی برای شهر سپیدان میزان بارش ۶۹۵/۳ میلی‌متر و میانگین دمای ۱۴/۸ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. در کل اقلیم شهرستان از نیمه‌خشک در شرق تا خیلی مرطوب در شمال غرب شهرستان متغیر است؛ اما عمدتاً اقلیم نیمه‌مرطوب و مرطوب حاکم است. شهرستان لامرد در جنوبی‌ترین نقطه استان فارس در امتداد شهرستان گاوبندی و منتهی به شهرستان بستک از توابع استان هرمزگان واقع شده و وسعت تقریبی آن ۳۹۰۰۰۰ هکتار می‌باشد. این شهرستان در طول جغرافیایی ۵۲/۶۱ تا ۲۷/۰۳ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۷/۰۵ تا ۲۷/۹۰ درجه شمالی واقع شده است. از نظر وضعیت اقلیمی این شهرستان در منطقه بیابانی و نیمه‌بیابانی واقع شده است و دارای آب و هوای گرم و خشک در تابستان و در زمستان سرد و خشک می‌باشد. آمار درازمدت هواشناسی برای شهر لامرد میزان بارش ۲۰۷/۱ میلی‌متر و میانگین دمای ۲۵/۳ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد.

در حوضه میانه‌ی فیض‌آباد پرداخت. مسعودی (۲۰۰۵) به ارزیابی خطر تخریب سرزمین در قسمتی از حوضه مند در جنوب ایران با در نظر گرفتن چهار شکل تخریب سرزمین شامل فرسایش آبی، شوری خاک، افت آب زیرزمینی، زوال پوشش گیاهی و همچنین استفاده از شاخص‌های مرتبط با هر شکل تخریب اقدام کرد، آنگاه به ارزیابی خطر اشکال فوق در محیط GIS پرداخت. سپس با ترکیب نقشه‌های خطر اشکال فوق و با در نظر گرفتن حداکثر خطر اشکال فوق، نقشه‌های خطر تخریب سرزمین در حوضه مند را تعیین کرد.

در نهایت با توجه به اینکه تخریب سرزمین تولید محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار داده و بدلیل افزایش جمعیت نیاز به تولید محصولات بیشتر ضروری به نظر می‌رسد، بنابراین باید گفت که مشکل تخریب سرزمین در کشور ایران مسئله اساسی و فراگیر می‌باشد که عدم توجه به آن می‌تواند در آینده‌ای نزدیک تبعات زیان‌باری را بدنبال داشته باشد. به همین دلیل یافتن راهکارهای مدیریتی کارآمد برای ارزیابی علل اصلی تخریب سرزمین در بیشتر مدل‌های پیش‌بینی روند تخریب سرزمین، شناسایی و طبقه‌بندی عرصه‌های کشور براساس اولویت خطر تخریب سرزمین به‌عنوان اساسی‌ترین سازوکارهای مقابله با پدیده تخریب سرزمین بیش از پیش ضروری به نظر می‌رسد. هدف از تحقیق مورد نظر ارزیابی خطر تخریب سرزمین با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور با ارائه یک مدل جدید به منظور مدیریت زمین می‌باشد. در واقع با توجه به اینکه عوامل تأثیرگذار در پدیده تخریب سرزمین بسیار متنوع می‌باشند، بنابراین می‌توان با انجام مطالعات مختلف و پیدا کردن معیارها و شاخص‌های مؤثر در فرایند تخریب سرزمین با استفاده صحیح از اراضی از تخریب سرزمین جلوگیری کرد. پژوهش حاضر با ارائه یک مدل جدید تحت عنوان "ارزیابی ریسک تخریب سرزمین یا RALDE (Risk Assessment of Land Degradation) با در نظر گرفتن شاخص‌های مختلف از جنبه‌های یا معیارهای تخریب سرزمین و بیابان‌زایی، یعنی عوامل طبیعی و انسانی و روند تخریب برای یافتن مناطق با میزان بالاتر تخریب و



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه (شهرستان سپیدان در شمال و لامرد در جنوب استان فارس)

روش تحقیق

با توجه به شاخص‌های زیادی که در مدل پیشنهادی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد برای رسیدن به این شاخص‌ها اطلاعات پایه زیادی از دو شهرستان تهیه و جمع‌آوری شد. لازم به ذکر است که تهیه و جمع‌آوری اطلاعات مستلزم استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی بوده که در این راستا از داده‌های ماهواره مادیس، گزارش‌ها و اطلاعات موجود در اداره کل منابع طبیعی، جهاد کشاورزی، استانداری، دفتر آمار و اطلاعات، اداره کل هواشناسی، اداره آب منطقه‌ای و سازمان دامپزشکی استان فارس و اداره آمار ایران در تهران استفاده شده است. پس از تهیه داده‌های مورد نیاز این مدل، این اطلاعات وارد سامانه اطلاعات جغرافیایی شد تا محاسبات مورد نیاز با توجه به الگوریتم‌های تعیین شده برای محاسبه شاخص‌ها انجام شود و در نهایت لایه‌های متعدد اطلاعاتی به صورت نقشه‌های رقمی تهیه شده و با ادغام این لایه‌ها و رویهم‌اندازی اطلاعات با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه تخریب سرزمین مناطق تهیه شد. از جمله اطلاعات پایه

می‌توان به اطلاعات فیزیوگرافی و توپوگرافی، هوا و اقلیم، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی، خاک‌شناسی، پوشش گیاهی و اقتصادی و اجتماعی اشاره کرد که تمامی این اطلاعات تبدیل به نقشه شد تا در مدل مورد استفاده قرار گیرد. در این مطالعه ابتدا سه گروه از عوامل مؤثر اصلی در ایجاد و شدت تخریب سرزمین که شامل عوامل طبیعی، عوامل انسانی و عامل روند است (FAO-UNEP, 1984) بررسی شد. به منظور ارائه نقشه توانمندی خطر تخریب سرزمین در مناطق مطالعاتی مهمترین عوامل یا به عبارتی هریک از معیارهای ذکر شده شناسایی و براساس جدول کمی امتیازدهی می‌شوند. هر معیار توسط چند شاخص ارزیابی می‌شود. هریک از این شاخص‌ها براساس طبقه‌بندی‌های معتبر ایران و جهان مانند مدل فائو-یونپ (FAO-UNEP, 1984)، مدل لادا (FAO-UNEP, 2001) و مدل ایرانی IMDPA (احمدی، ۱۳۸۴) و بعضی با استفاده از پارامترهای آماری منطقه طبقه‌بندی شدند. سپس نقشه خطر هریک از شاخص‌های مربوطه به صورت ۵ طبقه خطر تهیه شد و در نهایت با میانگین حسابی از این شاخص‌ها و

- ارائه نقشه روند تخریبی سرزمین در منطقه مورد مطالعه.
 - ارائه نقشه وضعیت فعلی تخریب سرزمین در منطقه مورد مطالعه.
 - تهیه نقشه نهایی توانمندی تخریب سرزمین (ترکیب نقشه‌های مراحل ۱ و ۲) و برآورد احتمال (خطر) وقوع تخریب برای کلاس بالاتر از وضعیت فعلی تخریب در منطقه.

استفاده از نرم‌افزار Arc\GIS، نقشه خطر معیار تعیین و طبقه‌بندی گردید (جدول ۱). در پایان با تلفیق نقشه لایه‌های اصلی و استفاده از میانگین حسابی لایه‌ها، نقشه توانمندی خطر تخریب سرزمین در منطقه مورد مطالعه تهیه شد (جدول ۱). لازم به ذکر است که مدل پیشنهادی دارای چهار مرحله اصلی است که عبارتند از:
 - ارائه نقشه توانمندی خطر تخریب سرزمین در منطقه مورد مطالعه.

جدول ۱- چگونگی تعیین کلاس‌ها برای ارزیابی معیارهای مورد مطالعه

کلاس خطر	درجه خطر	مقدار میانگین خطر
بدون خطر	۱	۱-۱/۴۹
خطر کم	۲	۱/۵-۲/۴۹
خطر متوسط	۳	۲/۵-۳/۴۹
خطر شدید	۴	۳/۵-۴/۴۹
خطر خیلی شدید	۵	۴/۵

استفاده از میانگین حسابی از شاخص‌های مربوطه مشخص و در نهایت نقشه نهایی هر عامل طبیعی و انسانی تخریب سرزمین با استفاده از میانگین حسابی معیارهای مربوطه (جدول‌های ۲ و ۳) مطابق روابط زیر بدست می‌آید:

الف) تهیه نقشه توانمندی تخریب سرزمین

به منظور ارائه نقشه توانمندی خطر تخریب سرزمین در مناطق مطالعاتی مهمترین عوامل یا عبارتی هر یک از معیارهای ذکر شده شناسایی و براساس جدول کمی امتیازدهی می‌شوند. لازم به ذکر است که معیارهای طبیعی و انسانی با

$$(۱) \text{ معیار آب زیرزمینی} + \text{معیار پوشش گیاهی} + \text{معیار اقلیم} + \text{معیار خاک و زمین} = \text{عوامل طبیعی}$$

$$(۲) \text{ معیار اقتصادی-اجتماعی} + \text{معیار توسعه} + \text{معیار فشار دام} + \text{معیار فشار جمعیت} = \text{عوامل انسانی}$$

نقشه نهایی توانمندی تخریب سرزمین از میانگین حسابی عوامل اصلی طبق معادله زیر بدست آمد:

$$(۳) \text{ عوامل طبیعی} + \text{عوامل انسانی} = \text{توانمندی تخریب سرزمین}$$

جدول ۲- چگونگی تعیین کلاس‌های خطر برای ارزیابی شاخص‌ها و معیارهای عامل طبیعی تخریب سرزمین

معیار	شاخص	زیر شاخص	درجه و کلاس خطر				
			خطر کم (۲)	خطر متوسط (۳)	خطر شدید (۴)	خطر خیلی شدید (۵)	بدون خطر (۱)
حاک و زمین	عمق خاک (cm)		۹۰-۱۴۹	۵۰-۹۰	۱۰-۵۰	۱۰ >	۱۵۰
	بافت خاک		سنگین	متوسط	سبک	خیلی سبک	خیلی سنگین
	زهکشی خاک		نسبتاً خوب	متوسط	ضعیف	نامناسب	خوب یا مناسب
	تراکم شبکه آبراهه		< ۰/۲	۰/۲-۰/۵	۰/۵-۱	> ۱	۰
	درصد شیب زمین		۳-۵	۵-۱۵	۱۵-۳۰	۳۰	۰-۳
حساسیت سنگ		سازندهای رسوبی مقاوم	سازندهای نسبتاً مقاوم	سازندهای با مقاومت متوسط به فرسایش آبی شامل: کنگلومرا، سنگ آهک رسی، سنگ‌های هوازده با شکاف‌ها و ترک‌های متوسط، سنگ‌های با سختی متوسط (سنگ‌های دگرگونی)	سازندهای حساس به فرسایش آبی شامل شیل و مارن و مقدار کمی گچ	سازندهای بسیار حساس به فرسایش آبی شامل رسوبات تبحیری ضخیم (گچ و نمک) و لایه‌های میانی مارنی، شیل مانند گنبد‌های نمکی	
		خیلی مرطوب و مرطوب	نیمه مرطوب	مدیرانه‌ای	نیمه خشک	خشک و فراخشک	
اقلیم	حداکثر شدت مشاهده شده در دوره روند (درصد افزایش)	SP1	۰/۵ <	۰/۵- - ۰/۹۹	۰/۵- - ۰/۹۹	۰/۵- - ۰/۹۹	۰/۵ <
			≤ ۰	۱-۳۲	۳۳-۶۵	۶۶-۹۹	≥ ۱۰۰

شاخص	درجه و کلاس خطر					زیر شاخص
	خطر خیلی شدید (۵)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	خطر کم (۲)	بدون خطر (۱)	
شاخص تغییر اقلیم	≥۶	۴-۵	۳	۲	۰-۱	حداکثر مدت تداوم (سال)
	تغییر معنی‌دار در افزایش دما (افزایش دما بیشتر از ۴ درجه در ۱۰۰ سال) و تغییر معنی‌دار در خشک تر شدن اقلیم (کاهش ضریب دومارتن)	تغییر معنی‌دار در افزایش دما (افزایش دما بیشتر از ۴ درجه در ۱۰۰ سال) یا تغییر معنی‌دار در خشک تر شدن اقلیم (کاهش ضریب دومارتن)	تغییر معنی‌دار در افزایش دما (افزایش دما بین ۱ تا ۴ درجه در ۱۰۰ سال)	تغییر معنی‌دار در افزایش دما (افزایش دما مساوی و کمتر از ۱ درجه سانتیگراد در ۱۰۰ سال)	بدون تغییر در دما و اقلیم	
سرعت باد	>۴/۵	۳/۵-۴/۵	۲-۳/۵	۱-۲	<۱	میانگین سالانه سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (متر بر ثانیه) فراوانی بادهای فعال با سرعت بیش از ۶ متر بر ثانیه (درصد تعداد کل بادهای وزیده شده در سال)
	>۳۳	۲۰-۳۳	۵-۲۰	۲/۵-۵	<۲/۵	
بویش گیاهی سرریز: تعیینی برای تولید بیولوژیک KgDM/ha.mm	<۵	۲۵-۵	۲۵-۵۰	۵۰-۷۵	≥۷۵	
	<۱	۱-۲/۵	۲/۵-۵	۱۰-۵	>۱۰	
آب زیرزمینی شاخص کیفی کیفی	≥۵۰	۵۰-۳۰	۲۰-۳۰	۱۰-۲۰	≤۱۰ یا عدم تغییر معنی‌دار در افت	افت سطح آب زیرزمینی (سانتیمتر در سال) EC (μmho/cm)
	≥۵۰۰۰	۲۲۵۰-۴۹۹۹	۷۵۰-۲۲۴۹	۲۵۰-۷۴۹	≤۲۵۰	

شاخص	زیر شاخص	درجه و کلاس خطر				
		خطر خیلی شدید (۵)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	خطر کم (۲)	بدون خطر (۱)
	SAR	≥ 30	۲۶-۲۹	۱۸-۲۵	۱۰-۱۷	≤ 10

#: شاخص کیفی براساس بالاترین محدودیت یا بالاترین طبقه خطر هدایت الکتریکی یا نسبت جذب سدیم انتخاب می‌گردد.

جدول ۳- چگونگی تعیین کلاس‌های خطر برای ارزیابی شاخص‌ها و معیارهای عامل انسانی تخریب سرزمین

شاخص	زیر شاخص	درجه و کلاس خطر				
		خیلی شدید (۵)	شدید (۴)	متوسط (۳)	ناچیز (۲)	بدون خطر (۱)
تراکم جمعیت ^۱	تراکم جمعیت (%)	>75	۴۳-۷۵	۱۰-۴۲	۰-۹	-
	رشد جمعیت (%)	>3	۲-۳	۱-۲	۰/۵-۱	$<0/5$
ظرفیت چرا	ظرفیت چرا	$<0/5$	۰/۵-۱	۱-۱/۵	۱/۵-۵	>5
	تراکم واقعی دام					
گسترش فعالیت‌های کشاورزی در عرصه‌های مناسب منابع طبیعی	گسترش فعالیت‌های کشاورزی در عرصه‌های مناسب منابع طبیعی	کشت دیم با محدودیت بسیار زیاد	کشت دیم با محدودیت زیاد	اراضی آبی با محدودیت زیاد یا کشت دیم با محدودیت کم	اراضی آبی با محدودیت کم تا متوسط	عرصه‌های منابع طبیعی بدون تغییر
	نسبت اراضی مسکونی و صنعتی به مرتعی و جنگلی (برحسب درصد)	بیش از ۵۰	۲۰-۵۰	۱۰-۲۰	کمتر از ۱۰	۰
	نسبت اراضی مسکونی و صنعتی به باغی و زراعی (برحسب درصد)	بیش از ۵۰	۲۰-۵۰	۱۰-۲۰	کمتر از ۱۰	۰
	تراکم جاده بر حسب کیلومتر در کیلومتر مربع	بیش از ۰/۴	۰/۴-۰/۲	۰/۲-۰/۱	کمتر از ۰/۱	۰
درصد بی‌سوادی ^۲	درصد بی‌سوادی	>19	۱۵-۱۹	۱۱-۱۵	۷-۱۱	<7
	درصد بیکاری	>15	۱۰-۱۵	۵-۱۰	۲-۵	۰-۲
میزان اتکای معاش به منابع طبیعی	میزان اتکای معاش به منابع طبیعی	معیشت مبتنی بر دامداری (تعداد واحد دامی گاو کمتر از سایر دام‌ها) (سنتی)	معیشت مبتنی بر دامداری (تعداد واحد دامی گاو بیش از سایر دام‌ها) (غیر سنتی)	معیشت مبتنی بر کشاورزی (مجموع کشاورزی و دامداری بیش از ۵۰٪ و اکثریت با کشاورزی)	مشاغل غیر مرتبط با منابع طبیعی و کشاورزی بین ۵۰ تا ۷۵٪	مشاغل غیر مرتبط با منابع طبیعی و کشاورزی بیش از ۷۵٪

۱- با تأکید بر جمعیت مناطق روستایی (تأثیر دو برابر) نسبت به شهری. برای تهیه نقشه تراکم جمعیت از انحراف معیار و میانگین وزنی شهرستانهای استان فارس استفاده شد.

۲- براساس انحراف معیار و میانگین وزنی در بخش‌های استان فارس انجام شد.

ب) عامل روند (سرعت) تخریب سرزمین

برای ارزیابی سرعت تخریب سرزمین، باید از طول دوره زمانی که جریان‌های تخریب سرزمین در آن دوره رخ داده و یا از میزان تغییرات انجام شده در واحد زمان استفاده کرد. با توجه به اینکه برآیند عوامل تخریب سرزمین بر روی پوشش گیاهی از طریق فرایندهای مختلف تخریب مثل فرسایش آبی و بادی، شوری و افت آب زیرزمینی اثر منفی می‌گذارد، در این تحقیق روند تخریب سرزمین براساس این فرض یعنی تغییرات پوشش گیاهی در یک بازه زمانی مشخص، بررسی می‌گردد. بنابراین شاخص‌های ارزیابی سرعت تخریب سرزمین در مطالعه اخیر با توجه به برآیند و

اثر منفی تخریب بر روی پوشش گیاهی و منابع طبیعی شامل شاخص‌های زیر می‌باشد:

(۱) درصد کاهش پوشش گیاهی با استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای بررسی روند در این مورد براساس تغییرات شاخص پوشش گیاهی NDVI بدست آمده از دو تصویر ماهواره مادیس مربوط به سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۱۲ میلادی انجام شد. اختلاف شاخص NDVI برحسب میزان تغییرات در سال طبق معادله زیر محاسبه شد و در نهایت براساس جدول ۴ طبقه‌بندی گردید.

$$\text{NDVI تغییرات} = \frac{\text{NDVI}(2012) - \text{NDVI}(2002)}{\text{NDVI}(2002)} \times 100 \quad (10)$$

تغییر نیافته یا تغییر کاربری اراضی منابع طبیعی منجر به کاربری‌های با تناسب بهتر شده است؛ و برابر بهبود یا توسعه سرزمین برای آن در نظر گرفته شد. سپس با کسر مساحت بهبودیافته از تخریب و تقسیم کردن آن بر مساحت کل، بخش درصد واقعی تخریب در هر بخش محاسبه شد. در نهایت براساس جدول ۴ طبقه‌بندی انجام گردید. طبقه‌بندی کلاس‌های خطر عامل روند برگرفته از طبقه‌بندی FAO (۱۹۸۴) می‌باشد که در جدول ۴ درج شده است.

(۲) کاهش تناسب زمین کلیه اراضی براساس نقشه کاربری اراضی در گذشته و حال و نقشه تناسب اراضی بررسی روند در این مورد براساس تغییرات دو نقشه کاربری اراضی در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۸۲ تهیه شده در اداره منابع طبیعی استان فارس انجام شد. در صورتی که تغییر کاربری اراضی منابع طبیعی به عرصه‌های غیر منابع طبیعی منجر به تناسب کمتر شده است؛ این تغییر برابر تخریب در نظر گرفته شد. در شرایطی که کاربری عرصه

جدول ۴- حدود کلاس‌های عامل روند (ارزیابی تخریب پوشش طبیعی در طول زمان؛ برگرفته از روش فائو-یونپ)

طبقه و امتیاز خطر	بدون خطر (۱)	خطر کم (۲)	خطر متوسط (۳)	خطر شدید (۴)	خطر خیلی شدید (۵)
تخریب پوشش طبیعی و سرزمین (درصد در سال)	۰ یا بهبود پوشش گیاهی	۰-۲/۵	۲/۵-۵	۵-۷/۵	>۷/۵

ج) تهیه نقشه وضعیت فعلی تخریب سرزمین (نقشه تولید فعلی به توانمندی)

به‌منظور تهیه نقشه وضعیت فعلی تخریب سرزمین، در این

تحقیق از روش میزان تولید فعلی به تولید توان پوشش گیاهی استفاده شده است. تخریب سرزمین شامل شکل‌های مختلف تخریب (نظیر فرسایش، شوری و ...) می‌باشد.

یونپ (FAO-UNEP, 1984) و به شکل دقیق تر در روش‌های گلاسود (Oldeman *et al.*, 1991) و اسود (Van Lynden & Oldeman, 1997) مشاهده می‌گردد. برای تعیین میزان تولید فعلی از رابطه NDVI-NPP استفاده شد. تولید خالص اولیه (NPP) براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$NPP_{mod17}(\text{KgC ha}^{-1}\text{year}^{-1}) = 11036.37 \times \text{AvgNDVI} - 564.5 \quad (12)$$

طبقه بدون خطر ۱ در هر منطقه با شرایط اقلیمی مشابه در نظر گرفتیم (شاخص شرایط اقلیمی برای تولید بیولوژیک از معیار پوشش گیاهی). در نهایت در محیط GIS نقشه وضعیت فعلی تخریب سرزمین بدست آمد. طبقه‌بندی کلاس‌های خطر نقشه وضعیت فعلی تخریب سرزمین برگرفته از طبقه‌بندی UNEP - FAO (۱۹۸۴) می‌باشد که در جدول ۵ درج شده است.

به منظور ارزیابی آن به جای اینکه تک تک شکل‌های تخریب بررسی شود، برآیند این تخریب‌ها بر روی کاهش تولید محاسبه می‌شوند تا میزان تخریب واقعی تر سنجیده شود. در واقع از میزان اختلاف بین تولید فعلی و تولید توانمندی می‌توان میزان اثر تخریب را محاسبه کرد. دیدگاه فوق در روش‌های ارزیابی تخریب سرزمین و بیابان‌زایی نظیر فائو-

در معادله فوق میانگین شاخص NDVI نشان‌دهنده میانگین مقادیر NDVI در ۱۲ ماه سال است. در این معادله به منظور افزایش دقت در برآورد میزان تولید خالص اولیه، این مقدار برای چهار سال متناوب تعیین گردید و در نهایت از مقادیر حاصل برای سال‌های مختلف دوباره میانگین‌گیری شد (Justice *et al.*, 2002; Running *et al.*, 2004). پس از تعیین وضعیت فعلی در نهایت وضعیت توانمندی یا بالقوه تعیین می‌گردد. وضعیت توانمندی را میانگین تولید

جدول ۵- حدود کلاس‌های وضعیت درصد تولید فعلی به تولید بالقوه

طبقه و امتیاز خطر	بدون خطر (۱)	خطر کم (۲)	خطر متوسط (۳)	خطر شدید (۴)	خطر خیلی شدید (۵)
درصد تولید فعلی به تولید بالقوه	>۱۰۰	۸۰-۱۰۰	۴۰-۸۰	۲۰-۴۰	<۲۰

د) برآورد احتمال خطر (ریسک) در منطقه

برای برآورد احتمال خطر، امتیازهای خطر بدست آمده برای منطقه به درصد تبدیل می‌گردد. به این منظور از روابط زیر می‌توان استفاده کرد. برآورد احتمال خطر بیابان‌زایی در منطقه براساس سه سناریو مورد بررسی قرار گرفت که در مرحله اول امتیاز خطر (X) محاسبه می‌گردد. سناریو اول: تأثیر وضعیت بالقوه یا توانمندی منطقه را بیشتر از روند تغییرات پوشش گیاهی در طول زمان در نظر بگیریم؛ در نتیجه باید فرمول زیر را به کار ببریم:

$$X = ((\text{امتیاز روند} + \text{امتیاز توانمندی}) \times ((13)$$

سناریو دوم: تأثیر وضعیت توانمندی منطقه را برابر اثر روند تغییرات پوشش گیاهی در طول زمان در نظر بگیریم:

$$X = ((\text{امتیاز روند} + \text{امتیاز توانمندی}) \times ((14)$$

سناریو سوم: تأثیر روند تغییرات پوشش گیاهی در طول زمان را بیشتر از وضعیت بالقوه یا توانمندی منطقه در نظر بگیریم:

$$X = ((\text{امتیاز روند} + \text{امتیاز توانمندی}) \times ((15)$$

در این تحقیق ۲ = در نظر گرفته می‌شود که بیان‌کننده

امتیاز برای تخریب سرزمین می‌باشد ($b=5-1=4$) و X امتیاز خطر در هر پلی‌گون می‌باشد. در واقع این درصد احتمال خطر در افزایش دقت اولویت‌بندی مناطق از نظر میزان در معرض تهدید بودن مؤثر است (Masoudi *et al.*, 2006 و Masoudi, 2006). در نهایت با استفاده از این سه سناریو درصد احتمال خطر (ریسک) برای یک کلاس خطر بدتر از کلاس وضعیت فعلی بدست آمد که براساس جدول‌های ۶ و ۷ برای استان فارس تعیین و طبقه‌بندی شدند. لازم به ذکر است که مناطق با خطر خیلی شدید فعلی و واقعی، فاقد درصد احتمال خطری می‌باشند، چون هم‌اکنون در نهایت خطر تعریف شده برای تخریب سرزمین قرار گرفته‌اند.

اهمیت دو برابری یکی از معیارها نسبت به دیگری است، بر این اساس نیز $=3$ در نظر گرفته می‌شود. البته در طبیعت این مقادیر می‌تواند متفاوت باشد. لازم به ذکر است، در این تحقیق با توجه به احتمال بودن سناریوی سوم نسبت به سایر سناریوها (گزارش ASSOD: Van Lynden & Oldeman, 1997)، فقط نتایج سناریوی فوق نشان داده شده است.

در نهایت براساس رابطه زیر درصد احتمال خطر برآورد می‌گردد:

$$(16) \quad \text{درصد احتمال خطر} = [(X-a)/b] \times 100$$

در این رابطه a کمترین امتیاز خطر برای تخریب سرزمین می‌باشد ($a=1$)، b تفاوت عددی بین بالاترین و پایین‌ترین

جدول ۶- طبقات احتمال خطر (ریسک) تخریب سرزمین در آینده با توجه به وضعیت فعلی تخریب (Masoudi, 2010)

طبقات وضعیت فعلی	طبقه وضعیت فعلی + ۱	کلاس احتمال خطر (ریسک) تخریب سرزمین
۱	۲	خطر کم
۲	۳	خطر متوسط
۳	۴	خطر شدید
۴	۵	خطر خیلی شدید
۵	۵	خطر خیلی شدید فعلی / واقعی

جدول ۷- طبقه‌بندی محدوده درصد احتمال خطر (ریسک) تخریب سرزمین

کد طبقات محدوده درصد احتمال خطر (ریسک) تخریب سرزمین	محدوده درصد احتمال خطر
A	۰-۲۰
B	۲۰-۴۰
C	۴۰-۶۰
D	۶۰-۸۰
E	۸۰-۱۰۰
	-

خطر خیلی شدید فعلی / واقعی

نتایج

و بین ۱ (بدون خطر) تا ۵ (خطر خیلی شدید) می‌باشد. براساس این نتایج، احتمال خطر تخریب معیارهای اقلیم، خاک و زمین، فشار جمعیت و اقتصادی-اجتماعی در شهرستان سپیدان بیشتر از لامرد است و احتمال خطر تخریب معیارهای پوشش گیاهی، فشار دام، آب زیرزمینی و

جدول‌های ۸ و ۹ مقایسه وضعیت خطر تخریب معیارها و عوامل مورد مطالعه براساس میانگین وزنی در دو منطقه سپیدان و لامرد را نشان می‌دهند. میانگین وزنی براساس سطحی که هر طبقه خطر به خود اختصاص داده برآورد شده

شهرستان سپیدان حادثه از شهرستان لامرد است. به طور کلی براساس نتایج بدست آمده وضعیت خطر تخریب در منطقه سپیدان که دارای شرایط اقلیمی نیمه مرطوب تا مرطوب می باشد حادثه از شهرستان لامرد با آب و هوای خشک می باشد.

توسعه در شهرستان لامرد نسبت به سپیدان بیشتر می باشد. همچنین در جدول ۹ که به مقایسه وضعیت خطر تخریب عوامل مورد مطالعه در دو منطقه براساس میانگین وزنی پرداخته است، نتایج نشان می دهد که وضعیت خطر تخریب عوامل انسانی، روند و وضعیت فعلی تخریب سرزمین در

جدول ۸- مقایسه وضعیت خطر تخریب معیارهای مورد مطالعه در دو منطقه براساس میانگین وزنی خطر

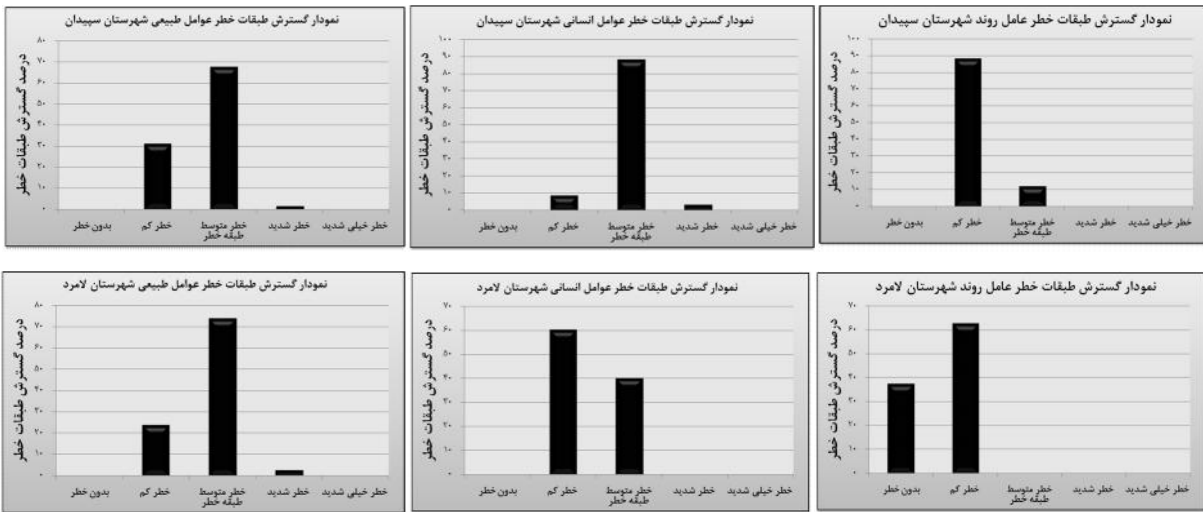
معیار	میانگین وزنی خطر	میانگین وزنی خطر	احتمال خطر
خاک و زمین	۳/۸۵	۳/۲	سپیدان
پوشش گیاهی	۲/۵۶	۳/۲۶	لامرد
آب زیرزمینی	۲	۲/۴۱	لامرد
اقلیم	۲/۴۰	۲/۲۴	سپیدان
فشار دام	۱/۹۰	۲/۰۵	لامرد
فشار جمعیت	۳/۶۷	۲/۱۶	سپیدان
توسعه	۱/۸۸	۲/۳۹	لامرد
اقتصادی اجتماعی	۳/۷۰	۲/۷۳	سپیدان

جدول ۹- مقایسه وضعیت خطر عوامل تخریب سرزمین در دو منطقه براساس میانگین وزنی

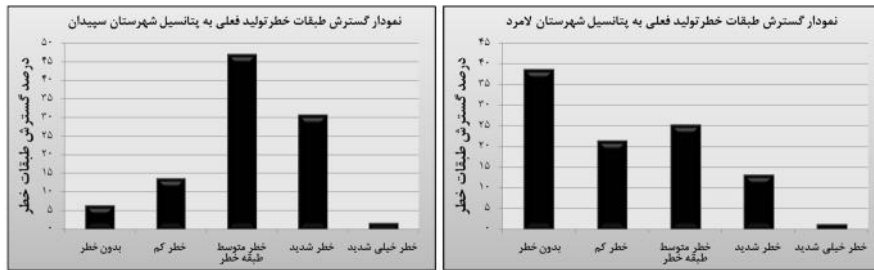
عوامل	میانگین وزنی خطر	میانگین وزنی خطر	احتمال خطر
انسانی	۲/۹۵	۲/۴	سپیدان
طبیعی	۲/۷۱	۲/۷۸	لامرد
روند	۲/۱۲	۱/۶۳	سپیدان
وضعیت فعلی	۳/۰۵	۲/۱۸	سپیدان

نمودارهای منطقه لامرد تنها طبقه غالب عوامل طبیعی خطر متوسط می باشد و در بقیه موارد دارای طبقه غالب کلاس خطر کم یا بدون خطر می باشد. در شکل ۴ نیز نقشه های خطر تخریب عوامل طبیعی، انسانی، روند و وضعیت فعلی تخریب در دو منطقه سپیدان و لامرد نشان داده شده است.

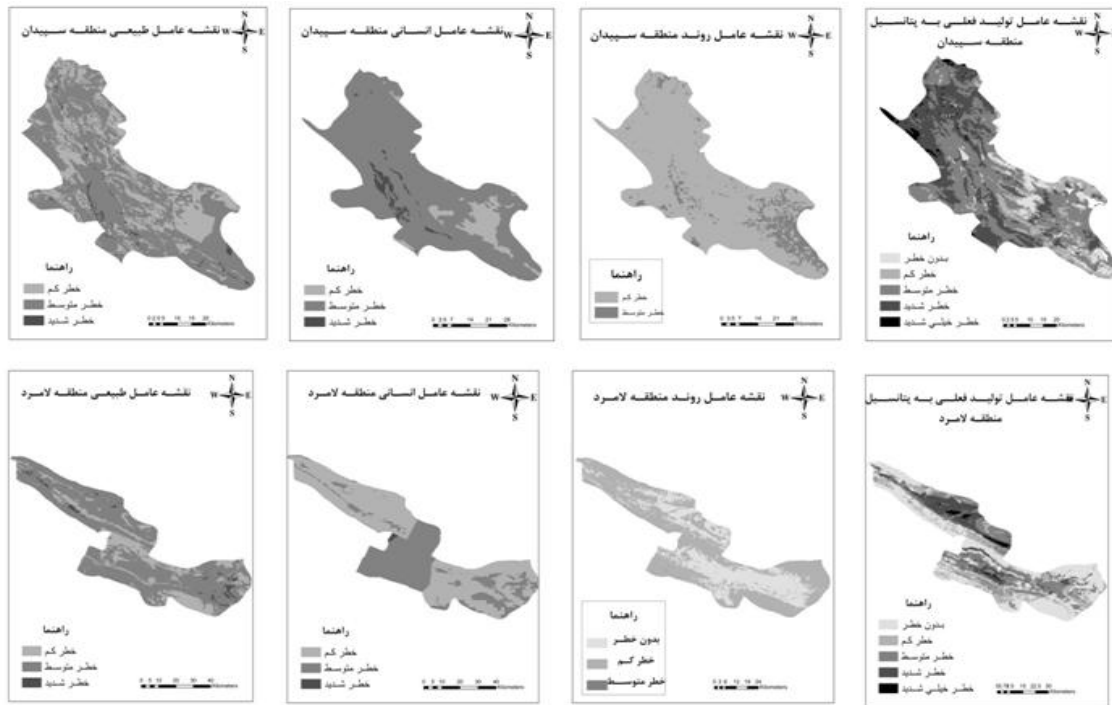
در شکل ۲ نمودارها گسترش طبقات خطر عوامل طبیعی، انسانی و روند و در شکل ۳ نمودارهای گسترش طبقات خطر تولید فعلی به توانمندی (وضعیت فعلی تخریب) در دو منطقه سپیدان و لامرد به تفکیک قابل مشاهده می باشد. همان طور که در این نمودارها مشاهده می شود طبقه غالب خطر در منطقه سپیدان خطر متوسط می باشد و در



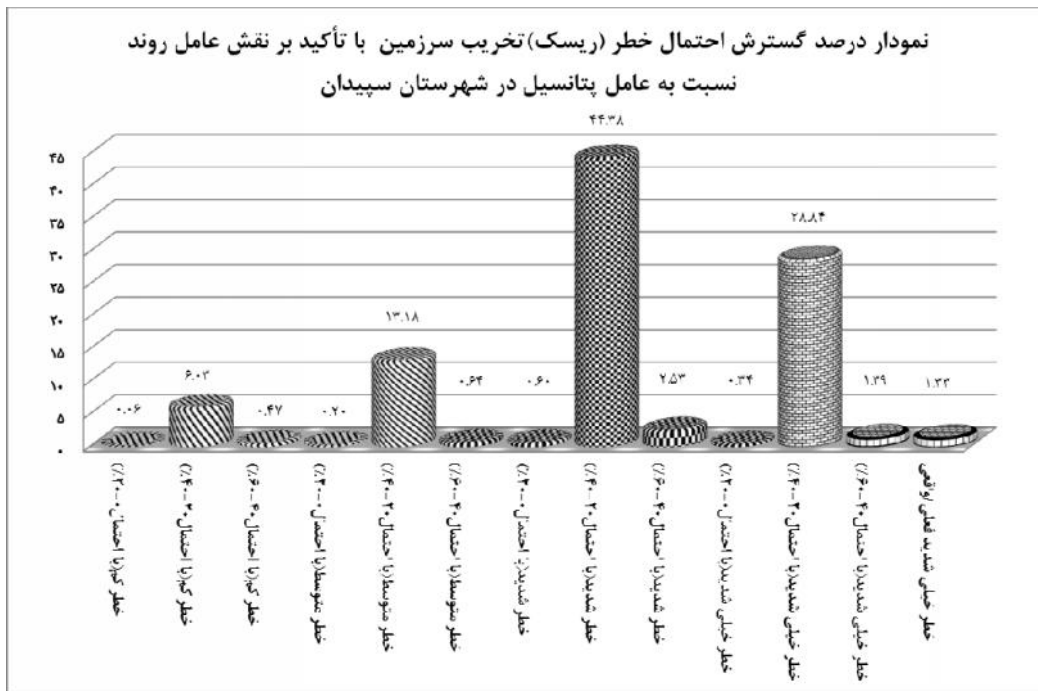
شکل ۲- نمودارهای گسترش طبقات خطر عوامل طبیعی، انسانی و روند در دو منطقه سپیدان و لامرد



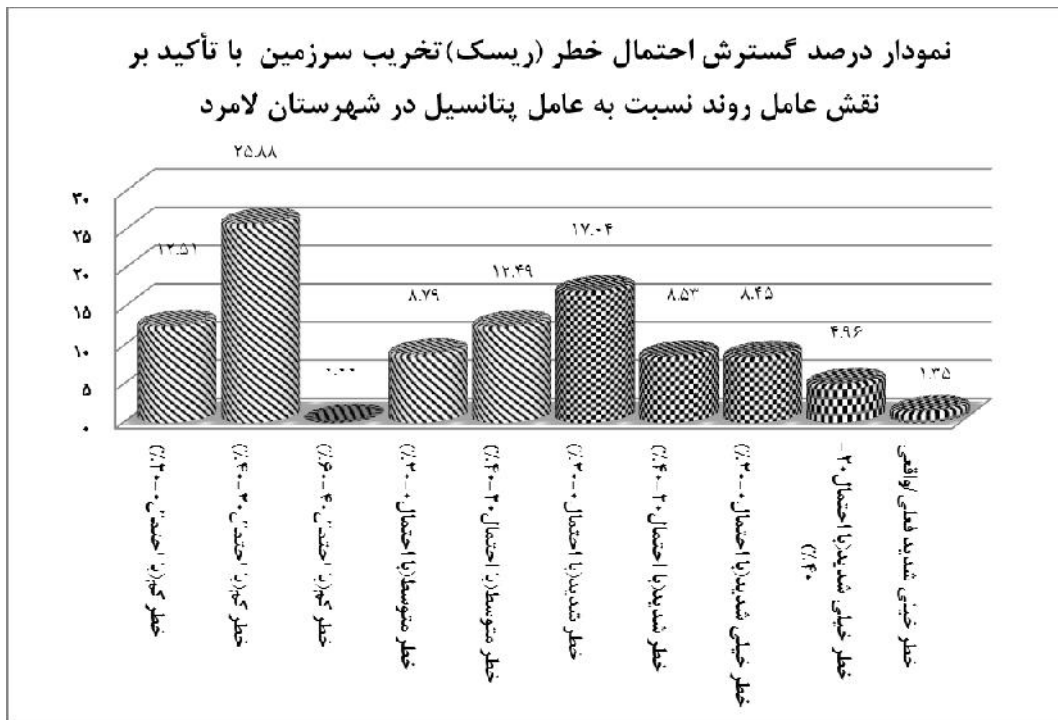
شکل ۳- نمودارهای گسترش طبقات خطر تولید فعلی به توانمندی (وضعیت فعلی تخریب) در دو منطقه سپیدان و لامرد



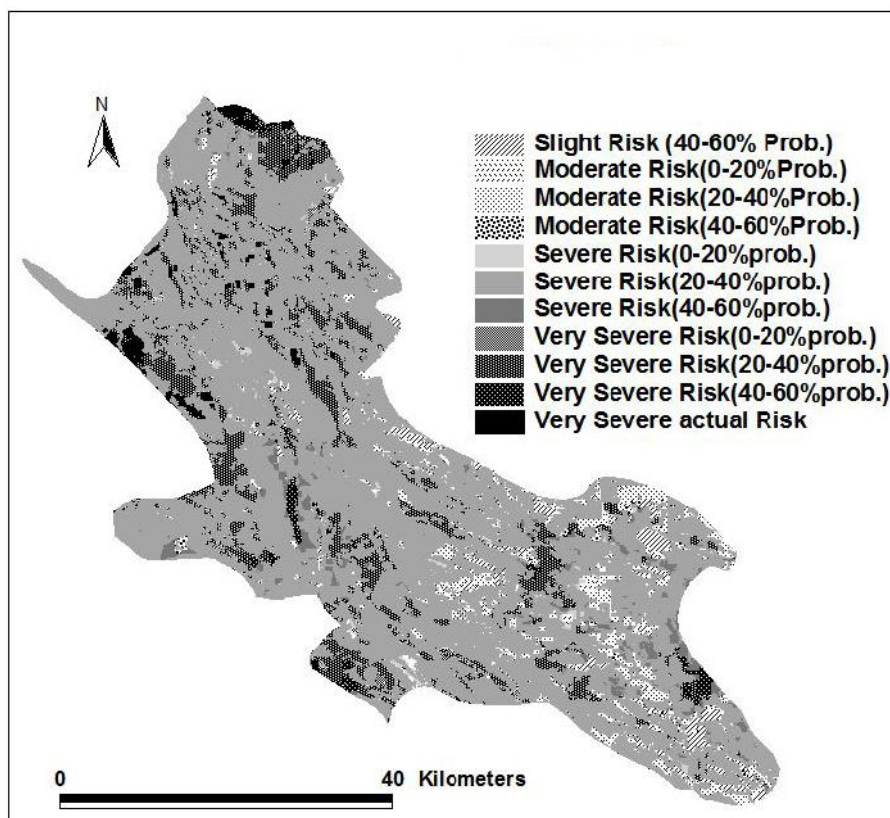
شکل ۴- نقشه‌های خطر تخریب عوامل طبیعی، انسانی، روند و تولید فعلی به توانمندی (وضعیت فعلی تخریب) در دو منطقه سپیدان و لامرد



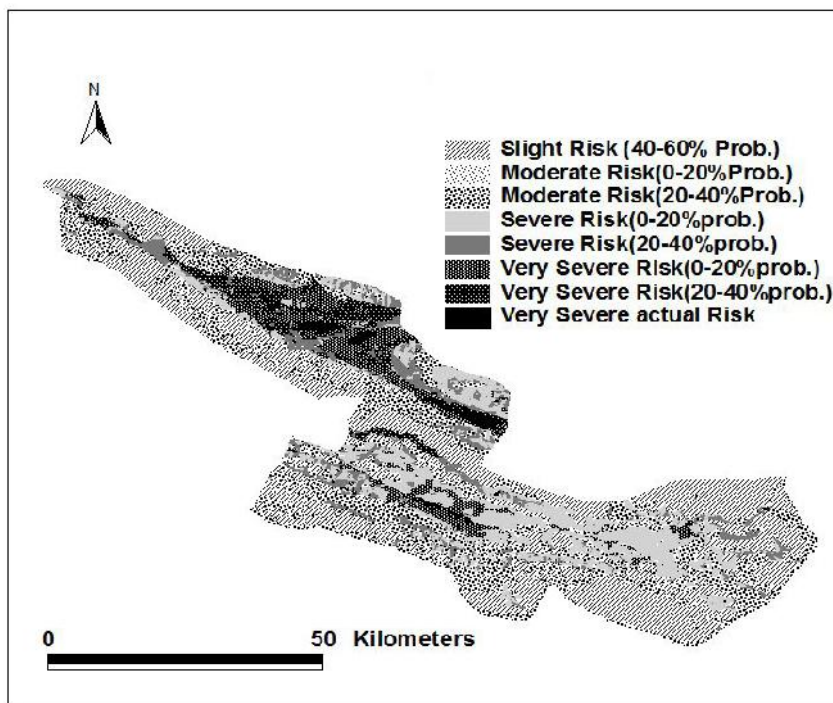
شکل ۵- نمودار درصد گسترش طبقات احتمال خطر (ریسک) تخریب سرزمین با تأکید بر نقش عامل روند نسبت به عامل توانمندی در شهرستان سپیدان



شکل ۶- نمودار درصد گسترش طبقات احتمال خطر (ریسک) تخریب سرزمین با تأکید بر نقش عامل روند نسبت به عامل توانمندی در شهرستان لامرد



شکل ۷- نقشه خطر تخریب سرزمین با تأکید بر نقش عامل روند نسبت به عامل توانمندی در شهرستان سبیدان



شکل ۸- نقشه خطر تخریب سرزمین با تأکید بر نقش عامل روند نسبت به عامل توانمندی در شهرستان لامرد

UNEP, 2001) نیز تخریب سرزمین برابر وجود روند منفی در شرایط و سلامت منابع زمینی تعریف شده است. البته با توجه به اینکه وجود روند منفی یا مثبت در شاخص پوشش گیاهی NDVI به تنهایی نمی‌تواند بیانگر تخریب سرزمین یا بهبود و پیشرفت آن باشد و میزان تولید یک منطقه به عوامل متعددی نظیر اقلیم و کاربری زمین بستگی دارد (گزارش پنجم گلادا: Bai et al., 2008)، در این تحقیق عامل روند براساس میانگین تغییرات شاخص NDVI و نقشه کاربری زمین تهیه شده و نقش عامل توانمندی منطقه براساس معیارهای ذکر شده در این تحقیق در نظر گرفته شده است.

نکته قابل ذکر در مورد مدل‌های مدالوس و IMDPA این است که طبقه‌بندی شاخص‌ها به طور یکنواخت نمی‌باشد، به طوری که شاخص‌های مورد بررسی در هر معیار در قالب کلاس‌بندی‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شوند. برخلاف مدل‌های پیشین در این مدل هریک از شاخص‌های مربوطه بصورت ۵ طبقه خطر تهیه شده و در نهایت با میانگین حسابی از این شاخص‌ها، نقشه خطر معیار در ۵ طبقه تعیین شده است و در عین حال طبقه میانی به عنوان طبقه خطر متوسط برای همه شاخص‌ها در نظر گرفته شده است که در مورد مدل‌های ذکر شده صدق نمی‌کند.

در ضمن، در این مدل پیشنهادی عوامل طبیعی و انسانی و روند به طور مجزا بررسی می‌شوند و امکان مقایسه بین آنها فراهم می‌گردد. به طوری که از تفاوت‌ها و نکات مثبت مدل فوق نسبت به سایر مدل‌ها می‌توان به عنوان مثال به تمایز این مدل با مدل مدالوس اشاره کرد که ویژگی بارز مدل پیشنهادی نسبت به مدل مدالوس پرداختن به روند تخریب و تفکیک عوامل طبیعی از انسانی و نیز بررسی وضعیت فعلی است. همچنین در این مدل در مقایسه با مدل IMDPA نظم مناسب‌تری در تعیین معیارها مشاهده می‌گردد و عوامل طبیعی از عوامل انسانی و روند مجزا در نظر گرفته شده‌اند و عوامل فوق که به نوعی توانمندی خطر را نشان می‌دهند از وضعیت فعلی تفکیک شده، در صورتی که در مدل IMDPA چنین تفکیکی مشاهده نمی‌گردد. همچنین ضعف بزرگ دیگر IMDPA عدم بررسی روند تخریب است

همچنین مناطق در معرض احتمال خطر (ریسک) به زیرگروه‌هایی با احتمال خطرهای مختلف به منظور نشان دادن یک تصویر آماری دقیق‌تر از خطر تخریب در آینده طبقه‌بندی شدند. در این راستا براساس سناریو تأکید بر عامل روند برآورد احتمال خطر تخریب در طبقات خطر مختلف بدست آمد. همانطور که در شکل ۵ و ۷ مشاهده می‌شود در منطقه سپیدان خطر شدید با درصد احتمال (۲۰-۴۰٪) خطر خیلی شدید با درصد احتمال (۲۰-۴۰٪) و خطر متوسط با درصد احتمال (۲۰-۴۰٪) به ترتیب بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند. در منطقه لامرد نیز براساس شکل ۶ و ۸ خطر کم با درصد احتمال (۲۰-۴۰٪)، خطر شدید با درصد احتمال (۰-۲۰٪) و خطر کم با درصد احتمال (۰-۲۰) بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده است.

بحث

در مدل پیشنهادی پژوهش حاضر سعی کرده شد تقسیم‌بندی ارائه شده دقیق‌تر و منطقی‌تر باشد. با توجه به اینکه عوامل زیادی در تخریب سرزمین دخالت دارند و متأسفانه مدل‌هایی که تاکنون ارائه شده هریک به نوبه خود ضعف‌هایی دارند؛ در این تحقیق سعی شده تا مدلی برای برآورد دقیق‌تر اراضی در معرض تهدید تخریب سرزمین و بیابان‌زایی ارائه گردد. بدین صورت که با برآورد احتمال خطر در مناطق مختلف امکان مقایسه و مدیریت آنها برای اولویت‌بندی فراهم شد. در واقع میزان احتمال تغییر خطر از یک طبقه به طبقه بالاتر دیده شد. در ضمن درصد احتمال خطر در یک سناریو با در نظر گرفتن عوامل توانمندی و روند تخریب سرزمین مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق تأکید بر عامل روند بود؛ اگرچه عوامل پتانسیل‌زای خطر که بیان‌کننده شرایط برای بروز خطر می‌باشند نقش مهمی در آینده روند تخریب دارند، اما روند گذشته اخیر محتمل‌ترین عامل برای روند تخریب در آینده نزدیک شناخته شده است (گزارش ASSOD: Van Lynden & Oldeman, 1997). همان‌طور که در مدل لادا (FAO-

آسیب پذیرتر می باشد. بنابراین پیشنهاد می شود منطقه سپیدان برای انجام اقدامات حفاظتی و احیایی نسبت به منطقه لامرد در اولویت قرار گیرد.

پیشنهاد می شود برای انجام اقدامات حفاظتی و احیایی مناطق فوق به ترتیب در اولویت قرار گیرند:

۱- مناطق دارای خطر تخریب بسیار شدید واقعی (Very Severe Actual Risk) البته به غیر از اراضی بیابانی شده (اراضی واقع در دشت با پوشش گیاهی زیر ۵ درصد). البته اگر هدف اقدامات بیابان زدایی و تثبیت شن و کنترل کانون های بحرانی فرسایش بادی باشد؛ مناطق بیابانی فوق هم در اولویت قرار می گیرند.

۲- مناطق دارای خطر بسیار شدید (Very Sever Risk) به ترتیب با در نظر گرفتن احتمال بیشتر.

۳- مناطق دارای خطر شدید (Severe Risk) به ترتیب با در نظر گرفتن احتمال بیشتر.

۴- مناطق دارای خطر متوسط (Moderate Risk) به ترتیب با در نظر گرفتن احتمال بیشتر.

منابع مورد استفاده

- Ahmadi, H., 2005. Report of preparation of desertification model using the proposed model of IMDPA. Tehran University, Iran.
- Assar Noghabi, Z., 2013. Hazard assessment of desertification using LADA model and GIS in Miandehi Feizabad area; Khorasan Razavi Province. M.Sc. Thesis, Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Shiraz University, Iran.
- Bai, Z. G., Dent, D. L., Olsson, L. and Schaeppman, M.E., 2008. Global assessment of land degradation and improvement, Identification by remote sensing. Report 2008/01, ISRIC, Wageningen.
- Behmanesh, B., Barani, H., Ownegh, M., Mohammad-Esmaeili, M. and Abedi-Sarvestani, A., 2013. Investigating biophysical indicators of land degradation: interpreting two points of view of rangeland ecological specialists and pastoralists. J. of Soil Management and Sustainable Production, 3(1): 95-112.
- Ekhtesasi, M. R. and Mohajeri, S., 1995. Iranian classification of desertification method. Proceeding of the 2nd National Conference of Desertification and Combating Desertification Methods. Research Institute of Forests and Rangelands, Kerman, Iran:

که عامل بسیار حیاتی برای تعیین ارزیابی خطرات زیست محیطی می باشد که در این تحقیق به طور مجزا مورد مطالعه قرار گرفت. در کل باید به این نکته اشاره شود که مهمترین تفاوت مدل فوق با مدل های پیشین دیدگاه و روشی است که کمک می کند میزان خطر تخریب تعیین گردد. در نهایت، در این تحقیق از تلفیق لایه های عوامل طبیعی و انسانی نقشه نهایی توانمندی تخریب سرزمین بدست آمد. در ضمن مدل ارزیابی فوق تحت عنوان "ارزیابی ریسک تخریب سرزمین یا RALDE" معرفی می گردد. در این تحقیق گسترش طبقات خطر عوامل طبیعی، انسانی و روند و خطر تولید فعلی به توانمندی در دو منطقه سپیدان و لامرد به تفکیک مورد بررسی قرار گرفت. در واقع به تفاوت خطر تخریب در دو منطقه با شرایط اقلیمی متفاوت پرداخته شد. نتایج نشان داد که طبقه غالب خطر در منطقه سپیدان خطر متوسط می باشد و در منطقه لامرد تنها طبقه غالب طبیعی خطر متوسط می باشد و در بقیه موارد طبقه غالب خطر کلاس خطر کم یا بدون خطر می باشد. همچنین مقایسه وضعیت خطر تخریب عوامل مورد مطالعه در دو منطقه براساس میانگین وزنی نشان می دهد که وضعیت خطر تخریب عوامل انسانی، روند و وضعیت فعلی تخریب در شهرستان سپیدان حادث تر از شهرستان لامرد است. به طور کلی براساس نتایج بدست آمده وضعیت خطر تخریب در منطقه سپیدان که دارای شرایط اقلیمی نیمه مرطوب تا مرطوب می باشد حادث تر از شهرستان لامرد با آب و هوای خشک می باشد. بنابراین می توان گفت منطقه لامرد با شرایط بیابانی به وضعیت تقریباً کلیماکس تخریب رسیده است و تخریب بیشتری برای آن قابل تصور نیست، اما منطقه کوهستانی و مرطوب تر سپیدان توانمندی بیشتری را برای تخریب برخوردار است. این تحقیق با نتایج Masoudi (۲۰۱۰) در زمینه بروز بیشتر تخریب و بیابان زایی در مناطق نیمه خشک نسبت به مناطق خشک مطابقت دارد. از این رو منطقه سپیدان در مقایسه با منطقه لامرد در معرض خطر تخریب شدیدتری در آینده قرار دارد و از کلاس خطر بالاتری برخوردار است و در برابر عوامل تخریب

- Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A. and Sombroek, W. G., 1991. World map of the status human induced soil degradation: an explanatory note. International Soil Reference and Information centre, Nairobi, UNEP, 27pt3 maps.
- Reynolds, J.F. and Stafford Smith, M., 2002. Global Desertification: Do Humans Cause Deserts? Dahlem University Press, Berlin.
- Rubio, J. L. and Bochet, E., 1998. Desertification indicators as diagnosis criteria for desertification risk assessment in Europe. *Journal of Arid Environments*, 39 (2): 113-120.
- Running, S. W., Heinsch, F. A., Zhao, M., Reeves, M. and Hashimoto, H., 2004. A continuous satellite-derived measure of global terrestrial production. *Bioscience*, 54: 3-15.
- UNEP, 1994. United Nations Convention to combat desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. UNEP, Geneva.
- Valle, H.F., Elissalde, N.O., Gagliardini, D.A., and Milorovich, J., 1998. Status of desertification in Patagonia -region: Assessment and mapping from satellite imagery. *Arid Soil Res. Rehabil*, 12: 95-122.
- Van Lynden, G.W.J. and Oldeman, L.R., 1997. Assessment of the status of human-induced soil degradation in south and southeast Asia (ASSOD). International Soil Reference and Information Centre.
- Zakerinejad, R., 2010. Assessment of hazard potential of desertification using GIS and IMDPA model (A case study: Mazayjan, Fars Province, Iran. M.Sc. Thesis, Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Shiraz University, Iran. 121-134.
- FAO-UNEP, 1984. Provisional methodology for assessment and mapping of desertification. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 84p.
- FAO-UNEP, 2001. land degradation assessment in dry land (LADA). United Nation Environmental Program, Global Environment facility (GEF).
- Justice, C. O., Townshend, J. R. G., Vermote, E. F. and others, 2002. An overview of MODIS, Land data processing and product status. *Remote Sensing of Environment*, 83:3-15.
- Khanamani, A., Jafari, R. and Karimzadeh, H. R., 2011. Desertification assessment using vegetation covers and land management criteria with Geographic Information System (GIS). *Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science*, 2(2): 41-53.
- Kosmas, C., Kirkby, M. and Geeson, N., 1999. Methodology for mapping environmentally sensitive areas to desertification. Project report, European Commission.
- Masoudi, M., 2005. Risk assessment of land degradation in parts of Mond basin Southern Iran. Ph. D. thesis, Department of Environmental science, Pune University, India.
- Masoudi, M., Patwardhan, A. M. and Gore, S. D., 2006. Risk assessment of water erosion for the Qareh Aghaj subbasin, southern Iran. *stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 21: 15-24.
- Masoudi, M., 2010. Risk assessment and remedial measures of land degradation in parts of southern Iran. LAMBERT academic publishing, Germany.

Comparison of land degradation risk between a semi humid to humid region (Sepidan) and arid region (Lamerd) based on a proposed model of RALDE in Fars Province

M. Masoud Masoudi^{1*}, M. Vahedi², A. Nematollahi³, S. R. Fallah Shamsi⁴

1*- Corresponding author, Associate Professor, Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Shiraz University, Iran. Email: masoudi@shirazu.ac.ir

2- Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Shiraz University, Iran

3- Department of Statistics, Shiraz University, Iran

4- Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Shiraz University, Iran

Received:11/18/2014

Accepted:9/14/2015

Abstract

This research was aimed to present a new model to determine the areas with higher degradation risk through considering various indicators of land degradation and desertification aspects or criteria, namely, natural, human and trend of degradation. For this purpose, two areas were selected in the north (Sepidan) and south of the province (Lamerd). These two areas were selected because of their differences in climatic conditions. The final land degradation risk map was produced by overlaying all three natural, human and trend of degradation layers in comparison with the current status of degradation in GIS. The areas under risk were classified into subclasses with different probability level to show a statistical picture of risk in future. In this study, the percentage of risk probability was evaluated according to the trend and potential of degradation. The results showed that the dominant risk class in Sepidan was moderate, in Lamerd the dominant risk class of natural factors was moderate, and in other cases, the dominant risk class was low or no risk. In addition, the comparison of risk assessment in both areas based on the weighted average indicates that the degradation risk of human factors, current degradation trend and finally land degradation risk in Sepidan is sever as compared with Lamerd. In general, degradation risk in Sepidan with a semi humid to humid climate condition is more sever than that of Lamerd with a dry climate.

Keywords: Land degradation, indicator, natural factors, human factors, trend, potential factor, risk probability of hazard, GIS.