

شماره ۱۲۰، پاییز ۱۳۹۷

پژوهش‌های آبخیزداری

(پژوهش و سازندگی)

مقایسه‌ی احتمال خطر تخریب سرزمین با مدل پیشنهادی RALDE2 در دو شهرستان استان خوزستان با شرایط اقلیمی متفاوت

مسعود مسعودی*

(نویسنده‌ی مسئول)* دانشیار بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز

مریم الهایی سحر

دانش آموخته بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۷

* Corresponding Email: masoudi@shirazu.ac.ir

چکیده

پژوهش حاضر با هدف دستیابی به یک مدل جدید تهیه شد. این مدل شاخص‌های مختلفی را از جنبه‌ها یا معیارهای تخریب سرزمین و بیابان زایی، یعنی عوامل طبیعی، انسانی و روند تخریب برای یافتن منطقه‌ای با خطر بالاتر تخریب و اندازه‌گیری احتمال وقوع شرایط تخریب بدتر در این مناطق در نظر می‌گیرد. برای ارزیابی خطر تخریب سرزمین، دو منطقه در شهرستان‌های مسجدسلیمان و امیدیه در شمال شرقی و جنوب شرقی استان خوزستان انتخاب شدند. دلیل انتخاب این دو منطقه تفاوت در شرایط اقلیمی‌شان بود. نقشه‌ی نهایی خطر تخریب سرزمین با تلفیق هر سه نوع لایه‌های طبیعی و انسانی و روند تخریب، در مقایسه با وضعیت کنونی تخریب در نرم‌افزار جی‌آی‌اس تهیه شد. برای نشان دادن تصویر آماری دقیق‌تری از خطر تخریب در آینده، مناطق در معرض خطر به زیرگروه‌هایی با احتمال‌های مختلف خطر طبقه‌بندی شدند. درصد احتمال خطر با در نظر گرفتن عوامل پتانسیل و روند تخریب سرزمین، و با تأکید بر عامل روند بررسی و مدل ارزیابی خطر تخریب سرزمین (RALDE) معرفی شد. نتایج مقایسه‌ی وضعیت خطر تخریب عوامل بررسی شده در دو منطقه براساس میانگین وزنی خطر نشان دادند که وضعیت خطر تخریب عوامل انسانی، طبیعی، روند و وضعیت فعلی و در نهایت خطر تخریب سرزمین در منطقه‌ی امیدیه (همه‌ی عوامل با میانگین وزنی بیش‌تر از ۲/۵) با شرایط اقلیمی گرم و خشک، از مسجدسلیمان (فقط عوامل طبیعی و وضعیت فعلی با میانگین وزنی بیش‌تر از ۲/۵) با آب‌وهوای مرطوب‌تر، بیش‌تر و حادث‌تر است. این پژوهش نشان داد که تخریب در منطقه‌ی گرم و خشک استان خوزستان بیشتر است.

واژگان کلیدی: تخریب سرزمین، درصد احتمال خطر، سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی، عوامل انسانی، عوامل طبیعی

A Comparison of Land Degradation Risk Using the RALDE2 Proposed Model in Two Townships With Different Climates in the Khuzestan Province

Masoud Masoudi*

(Corresponding Author)* Associate Professor, Department of Natural Resources and environmental Engineering, Shiraz University, Shiraz

Maryam Elhaei Sahar

Graduate Student of Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Shiraz University, Shiraz

Abstract

The present research attempts to develop a new model. This model considers various indicators with different aspects or criteria of land degradation and desertification, namely natural and human, and trend of degradation for finding areas with higher rate of degradation, and measuring the probability of its occurrence of worse case in these areas. Two areas in the northeast (Masjed Soleiman) and southeast (Omidieh) of the Khuzestan Province were selected as the study areas. These two areas were selected because of their differences in the climatic conditions. The final land degradation risk map was produced by overlaying all three natural, human and trend of degradation types compared with the present state of degradation using the GIS software. Furthermore, the areas under risk were classified to subclasses with different levels of probability level to show a statistical picture of risk in the future. In this method the percentage of the risk probability is evaluated according to the trend and potential of degradation and the emphasis was on the trend of degradation against its potential. More over, the proposed model is named Risk Assessment of Land Degradation (RALDE). A comparison of risk assessment in both areas based on the weighted average indicates that the risk of degradation in the human, natural, trend, present state and finally in land degradation risk in the Omidieh zone (all factors with a weighted average of more than 2.5) with an arid and warm climate is more hazardous than that of the Masjed Soleiman zone (only two factors natural & current status with a weighted average more than 2.5) with a semi humid and moderate climate. This study indicated that the arid and warm climate of Khuzestan Province is more conducive to land degradation.

Keywords: GIS, human factors, land degradation, natural factors, risk probability of hazard

مقدمه

امروزه تخریب سرزمین مشکل زیست محیطی فراگیر و بسیار جدی در جهان شناخته می شود (درگنی و همکاران ۱۹۹۱؛ رینولدز و استافورد اسمیت ۲۰۰۲). تخریب سرزمین بر دو میلیارد هکتار (۲۲/۵٪) از زمین های کشاورزی، مرتعی، جنگل و درختزارهای جهان تأثیر گذاشته است (اولدمن و همکاران ۱۹۹۱). براساس تعریف همایش ملل متحد در محیط زیست و توسعه در ۱۹۹۲ که در بیش تر کشورهای جهان پذیرفته شده است، بیابانزایی از علت های تخریب سرزمین در مناطق خشک، نیمه خشک و نیمه مرطوب خشک است که بر اثر عوامل مختلفی همچون تغییرات اقلیمی و فعالیت های انسانی به وجود می آید (فتولی و همکاران ۲۰۰۳). زوال پوشش گیاهی و تخریب

خاک دو فرآیند مهم در بیابانزایی و تخریب سرزمین اند (درگنی، ۱۹۹۸؛ لی و همکاران ۲۰۰۶)؛ البته اصطلاح تخریب سرزمین، مفهوم گسترده تری در مقایسه با بیابانزایی دارد (توماس و میدلتون ۱۹۹۴؛ رینولدز ۲۰۰۱) که در واقع شرایط محیطی و کاهش تولید زیستی را شرح می دهد (یونپ ۱۹۹۴؛ رینولدز و استافورد اسمیت ۲۰۰۲؛ گریبنگر ۲۰۱۵؛ دیموب و همکاران ۲۰۱۵). بیش از ۸۰٪ از سرزمین ایران در قلمرو شرایط خشک و نیمه خشک تا خشک نیمه مرطوب قرار دارد. بوم نظام های کشور در برابر بهره برداری نامناسب بسیار حساس و شکننده، و در معرض پدیده ی بیابانزایی اند (چمن پیرا و همکاران ۲۰۰۶). ۹۴٪ از زمین های کشاورزی و مراتع دائمی ایران، در وضعیت فعلی تخریب سرزمین اند که در مقایسه

بخش‌هایی از استان هرمزگان بررسی و آزموده شد و پس از بازبینی، نقشه‌ی بیابان‌زایی زمین‌ها ترسیم گردید. رفیعی امام (۲۰۰۴) با استفاده از مدل مدالوس و با در نظر گرفتن سه شاخص آب‌شناسی، نحوه‌ی استفاده از زمین و خاکشناسی، به بررسی بیابان‌زایی دشت ورامین پرداخته است. خسروی (۲۰۰۵) با توجه به شرایط منطقه‌ی کاشان، هفت معیار کلیدی آب زیرزمینی، پوشش گیاهی، خاک، اقلیم، فرسایش آبی و بادی و مدیریت اراضی را بررسی کرده است. بدیعی نامقی (۲۰۱۰)، با استفاده از RS و GIS برای مقایسه‌ی مدل‌های FAO-UNEP^۱ و MEDALUS^۲ به ارزیابی بیابان‌زایی در جنوب نیشابور در استان خراسان رضوی پرداخت و دریافت که در مجموع مدل FAO-UNEP به دلیل گستردگی استفاده از شاخص‌های متعدد، همچون میزان تولید و نیز شاخص‌های فرسایش آبی و بادی، نتایج بهتری می‌دهد. ذاکری‌نژاد (۲۰۱۰) مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی (IMDPA) شامل ۹ معیار و ۳۶ شاخص را برای ارزیابی بیابان‌زایی در منطقه‌ی مزایجان زرین‌دشت استان فارس مطالعه کرده است. مسعودی و امیری (۲۰۱۵) برای ارزیابی خطر زوال پوشش گیاهی از شاخص‌های DPSIR^۸ استفاده کردند. در این مطالعه چهارده شاخص بررسی، و برای هر کدام، براساس تحلیل در سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی نقشه‌ی خطری تهیه شد. نتایج دو پژوهش پیشین، از شرایط تخریبی در مناطق مورد مطالعه حکایت دارد. در استان فارس، واحدی (۲۰۱۴) با مدل پیشنهادی ارزیابی خطر تخریب سرزمین (RALDE) و با در نظر گرفتن شاخص‌های مختلف از جنبه‌ها یا معیارهای تخریب سرزمین و بیابان‌زایی (عوامل طبیعی، انسانی و روند تخریب برای یافتن منطقه‌ای با خطر تخریب بیشتر و اندازه‌گیری احتمال وقوع شرایط تخریب بدتر) تخریب سرزمین را ارزیابی کرد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در حالت احتمالی اول، یعنی تأکید بر عامل پتانسیل، دامنه‌ی درصد احتمال خطر تخریب سرزمین، بین ۱۳٪ تا ۶۵٪ است. مناطق با احتمال خطر تخریب شدید (۴۰٪-۲۰٪) حدود ۳۵٪ از وسعت منطقه بود. در حالت احتمالی دوم، یعنی عامل روند برابر عامل پتانسیل، دامنه‌ی درصد احتمال خطر تخریب سرزمین بین ۹٪ تا ۶۲٪ است. مناطق با احتمال خطر تخریب شدید (۴۰٪-۲۰٪) حدود ۴۰٪ از وسعت منطقه بودند. در نهایت براساس حالت احتمالی سوم، یعنی تأکید بر عامل روند، دامنه‌ی درصد احتمال خطر تخریب سرزمین بین ۶٪ تا

با دیگر کشورهای خاورمیانه و جنوب آسیا بسیار وخیم است (فائو ۱۹۹۴)؛ پس ارزیابی عوامل مؤثر در بیابان‌زایی به صورت کمی از راه بررسی‌های مستند و استفاده از مدل‌های موجود اولویت مطالعاتی و تحقیقاتی است (طهماسبی بیرگانی ۲۰۰۶؛ مسعودی ۲۰۱۰).

نخستین اقدام در زمینه‌ی ارزیابی و نقشه‌بندی بیابان‌زایی با هدف درک مسائل این پدیده‌ی پیچیده، تهیه‌ی نقشه‌ی جهانی بیابان‌زایی (نقشه‌ی همایش ملل متحد در بیابان‌زدایی) به وسیله‌ی فائو، یونسکو و سازمان جهانی اقلیم‌شناسی در ۱۹۷۷ بود. به دنبال ارائه‌ی مدل‌ها و روش‌های مختلف برای ارزیابی تخریب خاک و بیابان‌زایی نظیر مدل فائو-یونپ^۱ (۱۹۸۴)، مدل گلاسود^۲ (اولدن و همکاران ۱۹۹۱)، مدل اسود^۳ (ون لیندن و اولدن ۱۹۹۷)، مدل مدالوس^۴ (کاسماس و همکاران ۱۹۹۹)، مدل لادا^۵ (فائو-یونپ ۲۰۰۱) و مدل گلادا^۶ (بای و همکاران ۲۰۰۸) از سوی مراکز معتبر علمی جهانی، پژوهشگران ایرانی نیز روش‌هایی تهیه و آن‌ها را در برخی از مناطق کشور ارزیابی کردند. آن‌چه در بیش‌تر این روش‌ها مشترک است، تعریف پدیده‌ی بیابان‌زایی در قالب شکل‌های مختلف تخریب سرزمین است. 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 نمونه‌هایی از این اشکال هستند.

اسمیراگلیا و همکاران (۲۰۱۶) با برقراری ارتباط بین فرایند تخریب زمین، تغییر سرزمین و خدمات زیست‌بوم و پیشنهادهای الگوهای مدیریتی، تلاش نمودند الگویی مدیریتی برای کاهش روند تخریب زمین در دو منطقه‌ی فورتره و والپادانا در ایتالیا ارائه دهند. ایشان برای تبیین شرایط تخریب زمین از معیار ESAI^۷ استفاده و روند تخریب زمین را ارزیابی کردند.

در ایران نیز برای ارزیابی تخریب سرزمین، مطالعاتی صورت گرفته است و پژوهشگران مختلف در مناطق مطالعاتی خود از معیارها و شاخص‌های متنوعی برای بهبود تهیه‌ی نقشه‌های بیابان‌زایی و تخریب سرزمین، براساس شبیه‌های مختلف استفاده کرده‌اند. اختصاصی و مهاجری (۱۹۹۵) روشی را معرفی کردند که در سال ۱۹۹۵ با نام اختصاری ICD به ثبت رسیده است. در این روش هشت شاخص مؤثر در بیابان‌زایی معرفی شدند که عبارت‌اند از سه عامل محیطی، سه عامل انسانی و دو شاخص شدت فرسایش خاک و توان بازگشت‌پذیری بازسازی بوم‌سازگان. این روش در عرصه‌هایی از ایران مرکزی و

- 1- FAO-UNEP (Food and Agriculture Organization of the United Nations - United Nations Environment Programme)
- 2- GLASOD (Global Assessment Of Soil Degradation)
- 3- ASSOD (Asian Assessment Of Soil Degradation)
- 4- MEDALUS (Mediterranean Desertification And Land Use)
- 5- LADA (Land Degradation Assessment in Dry lands)
- 6- GLADA (Global Assessment of Land Degradation and Improvement)
- 7- Food and Agriculture Organization of the United Nations - United Nations Environment Program
- 8- Drivers-Pressure-State-Impact-Response (D-P-S-I-R)

تخریب نیز موضوعی ابداعی و مهم است. در این مدل، عوامل مؤثر در تخریب سرزمین، یعنی عوامل طبیعی و عوامل انسانی، شناسایی و سپس امتیازبندی می‌شوند و از بررسی عوامل امتیازبندی‌شده، مدل گسترش و پیشروی تخریب سرزمین تدوین می‌شود. با تلفیق نقشه‌های تهیه‌شده با سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی نقشه‌ی احتمال خطر شدت تخریب سرزمین در منطقه تهیه می‌شود.

مواد و روش منطقه‌ی بررسی‌شده

در این پژوهش، دو شهرستان مسجدسلیمان در شمال‌شرقی و امیدیه در جنوب استان خوزستان مطالعه شدند (شکل ۱). شهرستان مسجدسلیمان (۶۹۸۶ کیلومترمربع) در شمال‌شرقی استان خوزستان و در ۱۲۵ کیلومتری اهواز است. شهر مسجدسلیمان در ۴۹ درجه و ۱۹ دقیقه‌ی طول شرقی و عرض ۳۲ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی است. ارتفاع متوسط در محدوده‌ی این شهرستان ۳۶۴ متر از سطح دریا است. بارندگی آن در سال از ۲۰۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر متغیر است که عموماً از شمال به جنوب از آن کاسته می‌شود. بیشینه‌ی دمای تابستان ۵۴ درجه است. آب و هوای مسجدسلیمان مرطوب و معتدل است. نواحی شمالی آن، به دلیل واقع شدن در حاشیه‌ی رشته‌کوه‌های زاگرس، زمستان‌هایی سرد همراه با برف و تابستان‌های معتدل دارد؛ اما نواحی جنوب، دارای بهاری معتدل، تابستانی گرم و خشک، پاییزی مطبوع و زمستانی معتدل است. مهم‌ترین کوه‌های مسجدسلیمان، آسماری، دلا، تاراز و مَنار است و رودهای کارون، تمبی و شور در این شهرستان جریان دارند.

شهرستان امیدیه (۲۳۰۹ کیلومترمربع) در جنوب‌شرقی ایران و جنوب‌شرقی استان خوزستان، بین ۴۹ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه‌ی شرقی و ۲۶ تا ۳۰ درجه و ۵ دقیقه‌ی عرض شمالی از دایره‌ی استوا است. این شهرستان اقلیمی گرم و خشک دارد و بارندگی سالانه‌ی آن کم‌تر از ۳۰۰ میلی‌متر است. گرمای هوا با میانگین ۴۵ درجه سانتی‌گراد و تابش شدید خورشید مجموعاً شرایط نامساعدی برای زندگی دارد.

۵۸٪ بود. مناطق با احتمال خطر تخریب شدید (۴۰٪-۲۰٪) حدود ۳۵٪ از وسعت منطقه بود و احتمال وقوع خطر از نمایشنامه‌ی یک به سه کاهش می‌یافت.

صالحی (۲۰۱۷)، به ارزیابی وضعیت فعلی تخریب سرزمین و بیابان‌زایی در استان فارس و مدل‌سازی آن با روش رگرسیون خطی چندمتغیره پرداخت. نتایج نشان داد که بیش‌تر منطقه در سطح متوسط خطر قرار دارد؛ بیش‌ترین تخریب هم در بوم‌نظام مرتع و اقلیم خشک منطقه مشاهده شد؛ نتایج مدل‌سازی نشان داد شاخص‌های اقلیم، درصد تاج پوشش، عمق و شوری خاک، از مهم‌ترین عوامل در تعیین میزان تخریب است. مسعودی و جوکار (۲۰۱۷) به ارزیابی ریسک بیابان‌زایی در حوزه‌ی رونیز پرداختند. نتایج نشان داد که مناطق مواجه با احتمال خطر تقریباً برابر با مناطق تحت خطر واقعی است که بیانگر خطر بیابان‌زایی در نیمی از منطقه در آینده است. مسعودی و همکاران (۲۰۱۸) با ارائه‌ی یک رویکرد جدید، به ارزیابی وضعیت فعلی تخریب سرزمین و بیابان‌زایی در استان خوزستان پرداختند. نتایج نشان داد که بیشتر منطقه در سطح متوسط خطر قرار دارد. بیشترین تخریب در بوم‌نظام‌های بیابان و مرتع و اقلیم خشک منطقه مشاهده شد. از قابلیت‌های مدل پیشنهادی، سادگی در محاسبه با وجود دقت زیاد است.

با توجه به این‌که تخریب سرزمین، بر تولید محصولات کشاورزی اثر می‌کند، باید گفت که مشکل تخریب سرزمین در کشور ایران، مسئله‌ای اساسی و فراگیر است و بی‌توجهی به آن می‌تواند در آینده‌ای نزدیک، تبعات زیانباری را در پی داشته باشد؛ به‌همین دلیل، یافتن راهکارهای مدیریتی کارآمد برای ارزیابی علل اصلی تخریب سرزمین، در قالب مدل‌های پیش‌بینی روند تخریب سرزمین و شناسایی و طبقه‌بندی عرصه‌های کشور براساس اولویت خطر تخریب سرزمین، اساسی‌ترین سازوکارهای مقابله با پدیده‌ی تخریب سرزمین به نظر می‌رسد. در این پژوهش بر آن شدیم تا با تهیه‌ی مدلی جدید و جامع‌تر از مدل‌های پیشین، احتمال خطر تخریب سرزمین را در مناطق مورد نظر ارزیابی، و کارایی این مدل را در پهنه‌بندی تخریب سرزمین برای برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر زمین‌ها، تعیین کنیم. گاهی مدل‌های پیشین به ارزیابی همه‌ی عوامل نمی‌پردازند و ارزیابی احتمال خطر



شکل ۱- موقعیت مناطق بررسی شده: شهرستان مسجدسلیمان در شمال شرقی و امیدیه در جنوب شرقی استان خوزستان.

روش پژوهش

برای رسیدن به این شاخص‌های مدل پیشنهادی اطلاعات پایه‌ی زیادی تهیه و جمع‌آوری شد. تهیه و جمع‌آوری اطلاعات، مستلزم استفاده از داده‌های سنجش از دور و سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی است که از داده‌های ماهواره‌ی مادیس، گزارش‌ها و اطلاعات موجود در اداره‌کل منابع طبیعی استان خوزستان، جهاد کشاورزی استان خوزستان، سازمان برنامه‌و بودجه‌ی استان خوزستان، اداره‌کل هواشناسی استان خوزستان، سازمان آب و برق استان خوزستان، و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان استفاده شد. این اطلاعات وارد سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی شد تا محاسبات مورد نیاز با توجه به الگوریتم‌های تعیین شده برای محاسبه‌ی شاخص‌ها انجام گیرد و لایه‌های متعدد اطلاعاتی به صورت نقشه‌های رقومی تهیه شد. با ادغام این لایه‌ها و روی هم اندازی اطلاعات با استفاده از سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی نقشه‌ی تخریب سرزمین مناطق تهیه گردید؛ از اطلاعات پایه می‌توان به اطلاعات گیتاشناسی و پستی و بلندی، هوا و اقلیم، زمین‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی، خاکشناسی، پوشش گیاهی و اقتصادی و اجتماعی اشاره کرد که به نقشه تبدیل شدند تا در مدل به کار روند. ابتدا سه گروه از عوامل مؤثر اصلی در ایجاد و شدت تخریب سرزمین

که شامل عوامل طبیعی، عوامل انسانی و عامل روند است، بررسی شد. عوامل طبیعی و عوامل انسانی نیز با استفاده از چندین معیار ارزیابی شدند. هر معیار به وسیله‌ی چند شاخص ارزیابی می‌شود. هر کدام از این شاخص‌ها بر اساس طبقه‌بندی‌های معتبر ایران و جهان، مانند مدل فانو-یونپ (۱۹۸۴)، مدل لادا (فانو-یونپ ۲۰۰۱) و مدل ایرانی IMDPA (احمدی ۲۰۰۵) و بعضی با استفاده از سنجش‌های آماری منطقه طبقه‌بندی شدند؛ سپس نقشه‌ی خطر هر یک از شاخص‌های مربوطه به صورت پنج طبقه‌ی خطر تهیه شد و در نهایت با میانگین حسابی از این شاخص‌ها و استفاده از نرم‌افزار Arc GIS، نقشه‌ی خطر معیار تعیین و طبقه‌بندی شد (جدول ۱). با تلفیق نقشه‌ی لایه‌های اصلی و استفاده از میانگین حسابی لایه‌ها، نقشه‌ی پتانسیل خطر تخریب سرزمین در منطقه‌ی مورد مطالعه تهیه شد (جدول ۱). مدل پیشنهادی چهار مرحله‌ی اصلی دارد:

- ۱ - تهیه‌ی نقشه‌ی پتانسیل خطر تخریب سرزمین.
- ۲ - تهیه‌ی نقشه‌ی روند تخریبی سرزمین.
- ۳ - تهیه‌ی نقشه‌ی وضعیت فعلی تخریب سرزمین.
- ۴ - تهیه‌ی نقشه‌ی نهایی پتانسیل تخریب سرزمین (ترکیب نقشه‌های مراحل ۱ و ۲) و برآورد احتمال (خطر) وقوع تخریب، برای طبقه‌ی ای بالاتر از وضعیت فعلی تخریب.

جدول ۱- چگونگی تعیین رده‌ها برای ارزیابی معیارهای مورد مطالعه.

سطح خطر	درجه خطر	مقدار میانگین خطر
بی خطر	۱	۱-۱/۴۹
کم خطر	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≤

تهیه نقشه‌ی پتانسیل تخریب سرزمین

برای تهیه نقشه‌ی پتانسیل تخریب سرزمین در مناطق مطالعاتی، عوامل مهم یا به عبارتی هر یک از معیارهای ذکر شده، شناسایی و براساس جدول کمی امتیازدهی می‌شوند. معیارهای طبیعی و انسانی با استفاده از میانگین حسابی از شاخص‌های مربوطه مشخص و نقشه‌ی نهایی هر عامل طبیعی و انسانی تخریب سرزمین با استفاده از میانگین حسابی معیارهای مربوطه (جدول‌های ۲ و ۳) مطابق روابط زیر به دست می‌آید. به دلیل ارائه‌ی یک مدل فرامنطقه‌ای و امکان استفاده از آن در منطقه‌ی دیگر و این که در دو منطقه‌ی متفاوت و بزرگ به انجام رسیده است، وزن‌ها یکسان در نظر گرفته شده‌اند:

(۱)

۴/ (معیار آب زیرزمینی + معیار پوشش گیاهی + معیار اقلیم + معیار خاک و زمین) = عوامل طبیعی

(۲)

۴/ (معیار اقتصادی اجتماعی + معیار توسعه + معیار فشار دام + معیار فشار جمعیت) = عوامل انسانی

نقشه‌ی نهایی پتانسیل تخریب سرزمین، از میانگین حسابی عوامل اصلی با رابطه‌ی زیر به دست آمد:

(۳)

۲ / (عوامل طبیعی + عوامل انسانی) = پتانسیل تخریب سرزمین

مقایسه‌ی احتمال خطر تخریب سرزمین با مدل...

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

معیار شاخص	زیرشاخص	درجه و طبقه خطر			
		خطر خیلی شدید (۵)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
عمق خاک (cm) یافت خاک زه‌کشی خاک تراکم شبکه‌ی آبراهه درصد شیب زمین		خطر خیلی شدید (۵)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
		بی خطر (۱)	خطر متوسط (۳)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
حساسیت سنگ		خطر خیلی شدید (۵)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
		بی خطر (۱)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
اقلیم		خطر خیلی شدید (۵)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
خشکسالی برحسب SPI	بیشینه‌ی شدت مشاهده‌شده در دوره روند (درصد افزایش) بیشینه‌ی مدت تداوم (سال)	خطر خیلی شدید (۵)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
		بی خطر (۱)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
تغییر اقلیم		خطر خیلی شدید (۵)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
سرعت باد	میانگین سالانه‌ی سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (متربرثانیه) فراوانی بادهای فعال با سرعت بیش از ۶ متربرثانیه (درصد تعداد کل بادهای وزیده در سال)	خطر خیلی شدید (۵)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
		بی خطر (۱)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
درصد تاج پوشش		خطر خیلی شدید (۵)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
شرایط اقلیمی برای تولید زیستی KgDM/ha.m rain .year		خطر خیلی شدید (۵)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
		بی خطر (۱)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
شاخص کمی آب زیرزمینی	افت سطح آب زیرزمینی (سانتی‌متر در سال)	خطر خیلی شدید (۵)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
		بی خطر (۱)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
شاخص کیفی ^۱	EC (µmho/cm) SAR	خطر خیلی شدید (۵)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)
		بی خطر (۱)	خطر شدید (۴)	خطر متوسط (۳)	کم خطر (۲)

۹- شاخص کیفی، براساس بیش‌ترین محدودیت یا بیش‌ترین رده‌ی خطر هدایت الکتریکی یا نسبت جذب سدیم انتخاب می‌شود.

جدول ۳- چگونگی تعیین طبقه های خطر برای ارزیابی شاخص ها و معیارهای عوامل انسانی تخریب سرزمین.

معیار	شاخص	زیرشاخص	درجه و طبقه خطر				
			بی خطر (۱)	ناچیز (۲)	متوسط (۳)	شدید (۴)	خیلی شدید (۵)
تراکم جمعیت رشد جمعیت (%)	تراکم جمعیت ^{۱۰}		-	۱-۲۰	۲۰-۷۰	۷۰-۱۲۰	≥۱۲۰
	رشد جمعیت (%)		<۰/۵	۰/۵-۱	۱-۲	۲-۳	>۳
تراکم واقعی دام	تراکم واقعی دام		>۵	۱/۵-۵	۱-۱/۵	۰/۵-۱	<۰/۵
	گسترش فعالیت های کشاورزی در عرصه های مناسب منابع طبیعی	عرصه های منابع طبیعی بی تغییر زمین های آبی با محدودیت کم تا متوسط		کمتر از ۱۰	۱۰-۲۰	کشت دیم با محدودیت زیاد	کشت دیم با محدودیت بسیار زیاد
توسعه	نسبت زمین های مسکونی و صنعتی به مرتعی و جنگلی (برحسب درصد)	نسبت زمین های مسکونی و صنعتی به باغی و زراعی (برحسب درصد)	۰	کمتر از ۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۵۰	بیش از ۵۰
	توسعه شهری و صنعتی	تراکم جاده برحسب کیلومتر در کیلومترمربع	۰	کمتر از ۰/۱	۰/۱-۰/۲	۰/۲-۰/۴	بیش از ۰/۴
	درصد بی سوادی ^{۱۱}	درصد بیکاری	≤۸	۸-۱۴	۱۴-۲۰	۲۰-۲۵	۲۵≤
اقتصاد اجتماعی	میزان اتکای معاش به منابع طبیعی	مشاغل نامرتبط با منابع طبیعی و کشاورزی بیش از ۷۵٪ تا ۷۵٪ طبیعی و کشاورزی بین ۵۰ تا ۵۰٪ کشاورزی)	۰-۲	۲-۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	>۱۵
		معیشت مبتنی بر کشاورزی (مجموع کشاورزی و دامداری) بیش از ۵۰٪ و اکثریت با کشاورزی)		معیشت مبتنی بر دامداری (تعداد واحد دامی گاو بیش از دام های دیگر) غیرسنتی	معیشت مبتنی بر دامداری (تعداد واحد دامی گاو کمتر از دام های دیگر) سنتی		

شد؛ سپس اختلاف شاخص NDVI در دو سال ابتدایی و انتهایی (۲۰۰۳ و ۲۰۱۳) با استفاده از رابطه ۴ محاسبه شد؛ در این مرحله، برای به دست آوردن NDVI سالانه رابطه بر عدد ده تقسیم شد و نهایتاً براساس جدول ۴ طبقه بندی آن انجام گرفت اعداد منفی، بیان کننده وجود تخریب و اعداد مثبت، بیان کننده بهبود در شرایط منطقه است.

(۴)

$$NDVI \text{ تغییرات روند } = \frac{NDVI(2013) - NDVI(2003)}{NDVI(2003)} \times 100$$

در بازه زمانی

(۲) کاهش تناسب همهی زمین ها براساس نقشه ی کاربری اراضی در گذشته و حال و نقشه ی تناسب اراضی

بررسی روند در این مورد براساس تغییرات دو نقشه ی کاربری اراضی، در دو سال متفاوت از بازه ی تقریباً ده ساله صورت می گیرد. در این مورد اگر تغییر کاربری زمین بی توجه به تناسب زمین صورت گرفته بود و به کاهش تناسب منجر گشته بود، وضعیت تخریبی و در صورتی که تناسب زمین با در نظر گرفتن تناسب زمین صورت گرفته بود، وضعیت بهبود شرایط زمین لحاظ گردید. با کم کردن مساحت بهبود یافته از تخریب شده و تقسیم آن بر مساحت کل بخش، درصد واقعی تخریب

عامل روند (سرعت) تخریب سرزمین

روند یا فرآیند، به دنباله ی تغییرات رخ دهنده در ویژگی های یک سامانه گفته می شود. این تغییرات می توانند به طور طبیعی یا طراحی شده رخ دهند. برای ارزیابی سرعت تخریب سرزمین، از جریان تخریب سرزمین که در طول دوره ی زمانی رخ داده است یا میزان تغییرات در واحد زمان استفاده می شود. برآیند تخریب از راه فرایندهای مختلفی، مثل فرسایش آبی و بادی، شوری، افت آب زیرزمینی و پوشش گیاهی تأثیر می گذارد و اثر منفی آن نمودار می شود؛ بنابراین شاخص های ارزیابی سرعت تخریب سرزمین در مطالعه ی اخیر با توجه به برآیند و اثر منفی تخریب بر پوشش گیاهی و منابع طبیعی، شامل شاخص های زیر است:

(۱) درصد کاهش پوشش گیاهی با استفاده از شاخص های پوشش گیاهی حاصله از تصاویر ماهواره ای

برای بررسی تغییرات شاخص پوشش گیاهی NDVI در یک بازه ی زمانی ده ساله از تصاویر ماهواره ای مادیس ۲۰۰۳ و ۲۰۱۳ استفاده شد. با توجه به شرایط اقلیمی منطقه ی استان خوزستان مربوط به ماه های اسفند، فروردین و اردیبهشت، سه تصویر از پایگاه ناسا ذخیره گردید. از هر سال تصویری که حداکثر NDVI سالانه را دارد، انتخاب

۱۰- با تأکید بر جمعیت مناطق روستایی (تأثیر دوبرابر) نسبت به شهری. برای تهیه ی نقشه ی تراکم جمعیت، از انحراف معیار و میانگین وزنی شهرستان های استان خوزستان استفاده شد.

۱۱- براساس انحراف معیار و میانگین وزنی در بخش های استان خوزستان انجام گرفت.

12- Normalized Difference Vegetation Index

مقایسه‌ی احتمال خطر تخریب سرزمین با مدل...

در هر بخش محاسبه شد. عامل روند، از طبقه‌بندی FAO (فائو-یونپ ۱۹۸۴) برگرفته شده طبقه‌بندی براساس جدول ۴ انجام گرفت. طبقه‌بندی سطوح خطر است (جدول ۴).

جدول ۴- حدود طبقه‌های عامل روند.

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

میانگین گرفته شد؛ سپس نقشه‌های هم‌باران، کاربری اراضی و واحد اراضی (برای تفکیک زمین‌های مرتفع از دشت) در نرم‌افزار جی‌آی‌اس تلفیق شدند و واحدهای کاری تعیین و شناسه‌گذاری گردید. برای تهیه‌ی نقشه وضعیت فعلی تخریب پوشش گیاهی از رابطه‌ی ۵ استفاده می‌شود.

$$\text{degradation} = \frac{\text{current production}}{\text{potential production}} \approx \frac{\text{NDVI}_{\text{MAX}}}{\text{NDVI}_{\text{POTENTIAL}}} \quad (5)$$

از Max NDVI (برگرفته از تصاویر سه‌ماهه‌ی دو سال مختلف) برای محاسبه‌ی تولید فعلی سرزمین در هر پیکسل استفاده شد. برای محاسبه‌ی توان تولید در هر واحد کاری رابطه‌ی ۶ (مسعودی و همکاران، ۲۰۱۸) به‌کار برده شد:

$$\text{NDVI}_{\text{Potential}} = ((\text{SD of NDVI} + \text{Average of NDVI}) + \text{Max of NDVI}) / 2$$

مقادیر انحراف معیار، میانگین و بیشینه، برای مقادیر NDVI در هر واحد کاری جداگانه محاسبه و با توجه به رابطه‌ی بالا، میزان تولید بالقوه در واحدهای کاری مشخص گردید؛ سپس با توجه به مقادیر NDVI Max برای هر پیکسل و NDVI Potential برگرفته از هر واحد کاری میزان وضعیت فعلی خطر، پیکسل به پیکسل محاسبه شد. با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده از رابطه‌ی ۵، طبقه‌بندی سطوح خطر وضعیت فعلی تخریب سرزمین، برگرفته از طبقه‌بندی فائو یونپ (۱۹۸۴) انجام گرفت (جدول ۵).

تهیه‌ی نقشه‌ی وضعیت فعلی تخریب سرزمین (نقشه‌ی تولید فعلی به توان تولید)

تخریب سرزمین، شامل اشکال مختلف تخریب، مانند فرسایش و شوری است. برای ارزیابی آن، به‌جای این که تک‌تک اشکال تخریب بررسی شود، برآیند این تخریب‌ها بر کاهش تولید محاسبه می‌شود تا میزان تخریب واقعی‌تر سنجیده شود. درواقع از میزان اختلاف بین تولید فعلی و توان تولید می‌توان میزان اثر تخریب را محاسبه کرد. دیدگاه گفته‌شده، در روش‌های ارزیابی تخریب سرزمین و بیابان‌زایی مانند فائو-یونپ (۱۹۸۴) و به شکل دقیق‌تر در روش‌های گلاسود (اولدن و همکاران، ۱۹۹۱) و اسود (ون لیندن و اولدن، ۱۹۹۷) دیده می‌شود.

NDVI وضعیت پوشش گیاهی را نشان می‌دهد و با توجه به این که یکی از شاخص‌های معروف در زمینه‌ی تولید و پوشش گیاهی است، در این بخش از پژوهش، به‌جای برآورد تولید فعلی و پتانسیل از تصاویر NDVI استفاده شد.

در این پژوهش، وضعیت فعلی تخریب در هر واحد کاری محاسبه شد. ابتدا تصاویر پوشش گیاهی NDVI (برگرفته از تصاویر ماهواره‌ای MODIS) از پایگاه USGS استخراج و سپس موقعیت هندسی آن‌ها تصحیح شد. از سه تصویر مربوط به هر سال (اسفند، فروردین و اردیبهشت) که بیانگر بیشترین تولید در سال است، استفاده گردید. تصاویر از سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۳ انتخاب شد؛ سپس از بین سه تصویر هر سال، یک تصویر که بیانگر بیشینه‌ی تولید بین ۳ ماه یادشده است، استخراج شد. برای کاهش نوسانات بین تصاویر سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۳ (ناشی از خشکسالی، آفت و...) از تصاویر بیشینه‌ی به‌دست‌آمده،

جدول ۵- حدود سطوح وضعیت فعلی تخریب (درصد تولید فعلی به تولید بالقوه).

طبقه و امتیاز خطر	بی 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

آزمون روش پیشنهادی

با توجه به اهمیت بالای تعیین وضعیت فعلی تخریب در مدل پیشنهادی، درستی برآورد این روش در حوزه‌ی قره‌آغاج استان فارس، به‌علت وجود داده‌های کافی با واقعیت زمینی منطقه سنجش شد؛ پس نقشه‌ی وضعیت فعلی تخریب با روش پیشنهادی در منطقه‌ی مورد نظر تهیه و با نقشه‌ی تخریب حاصل از بیشینه‌ی سطح خطر موجود بین وضعیت فعلی اشکال تخریب فرسایش‌های آبی و بادی، شوری خاک و پوشش گیاهی مقایسه گردید. برای انجام این مقایسه از اطلاعات ۴۰۲ نقطه با پراکنش تصادفی نظام‌مند استفاده شد. برآورد احتمال خطر در منطقه برای برآورد احتمال خطر، امتیازهای خطر به‌دست‌آمده برای منطقه از روابط زیر به درصد تبدیل می‌شود. برآورد احتمال خطر منطقه براساس سه حالت ممکن بررسی شد. در مرحله‌ی اول امتیاز خطر (X) محاسبه می‌شود.

حالت ممکن اول

تأثیر وضعیت بالقوه یا پتانسیل منطقه را بیشتر از روند تغییرات در طول زمان در نظر بگیریم. در این روش از رابطه‌ی زیر استفاده می‌گردد:

$$X = \beta / (\text{امتیاز روند} + (\alpha \times \text{امتیاز پتانسیل})) \quad (7)$$

حالت ممکن دوم

تأثیر وضعیت پتانسیل منطقه را برابر یا معادل اثر روند تغییرات در طول زمان در نظر بگیریم. در این روش از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

$$X = \beta / (\text{امتیاز روند} + \text{امتیاز پتانسیل}) \quad (8)$$

حالت ممکن سوم

تأثیر روند تغییرات در طول زمان را بیشتر از وضعیت بالقوه یا پتانسیل منطقه در نظر بگیریم. در این روش از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

$$X = \beta / (\text{امتیاز پتانسیل} + (\alpha \times \text{روند})) \quad (9)$$

در این پژوهش $\alpha = 2$ در نظر گرفته شد که بیان‌کننده‌ی اهمیت دوبرابری یکی از معیارها نسبت به دیگری است. بر این اساس نیز $\beta = 3$ در نظر گرفته می‌شود؛ البته در طبیعت این مقادیر می‌تواند متفاوت باشد. درصد احتمال خطر براساس رابطه‌ی زیر برآورد می‌شود:

$$\text{درصد احتمال خطر} = [(X-a)/b] \times 100 \quad (10)$$

در این رابطه a کمترین امتیاز خطر، برای تخریب سرزمین است ($a = 1$)؛ b تفاوت عددی بین بیش‌ترین و کم‌ترین امتیاز برای تخریب سرزمین است ($b = 5 - 1 = 4$) و X امتیاز خطر در هر چندضلعی است. در واقع این درصد احتمال خطر، در افزایش دقت اولویت‌بندی مناطق از نظر میزان در معرض تهدید بودن مؤثر است (مسعودی و همکاران، ۲۰۰۶؛ مسعودی، ۲۰۱۰). با استفاده از این حالت‌های ممکن، درصد احتمال خطر برای طبقه‌ی احتمال خطر بیشتر از طبقه‌ی وضعیت فعلی به‌دست‌آمده براساس جدول ۶ و ۷ برای منطقه تعیین و طبقه‌بندی شد. مناطق با خطر خیلی شدید فعلی و واقعی، درصد احتمال خطری ندارند؛ چون هم‌اکنون درنهایت خطر تعریف‌شده برای تخریب سرزمین قرار گرفته‌اند.

جدول ۶- رده‌های احتمال خطر تخریب سرزمین در آینده، با توجه به وضعیت فعلی تخریب.

طبقه‌ی وضعیت فعلی	طبقه‌ی وضعیت فعلی + ۱	طبقه احتمال خطر 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 محدوده‌ی درصد احتمال خطر تخریب سرزمین.

شناسه‌ی طبقات محدوده‌ی درصد احتمال خطر تخریب سرزمین	محدوده‌ی درصد احتمال خطر
A	۰-۲۰
B	۲۰-۴۰
C	۴۰-۶۰
D	۶۰-۸۰
E	۸۰-۱۰۰
خطر خیلی شدید فعلی / واقعی	-

نتایج

جدول‌های ۸ و ۹ مقایسه‌ی وضعیت خطر تخریب معیارها و عوامل مورد مطالعه براساس میانگین وزنی، در دو منطقه‌ی امیدیه و مسجدسلیمان را نشان می‌دهند. میانگین وزنی براساس سطحی که هر طبقه‌ی خطر دارد، برآورد شد که بین ۱ (بی خطر) تا ۵ (خطر خیلی شدید) است. احتمال خطر تخریب معیارهای خاک و زمین، فشار جمعیت، توسعه و اقتصادی اجتماعی در شهرستان مسجدسلیمان بیشتر از امیدیه است و احتمال خطر تخریب معیارهای اقلیم، پوشش گیاهی، فشار دام و آب

زیرزمینی در شهرستان امیدیه، از مسجدسلیمان بیشتر است. نتایج جدول ۹ نشان می‌دهد که وضعیت خطر تخریب عوامل انسانی، عوامل طبیعی، روند و وضعیت فعلی تخریب سرزمین، در شهرستان امیدیه حادثتر از شهرستان مسجدسلیمان است. به‌طورکلی براساس نتایج به‌دست آمده، وضعیت خطر یا خطر تخریب در منطقه‌ی امیدیه که شرایط اقلیمی گرم و خشک دارد، حادثتر از شهرستان مسجدسلیمان با آب‌وهوای معتدل و مرطوب است.

جدول ۸- مقایسه‌ی وضعیت خطر تخریب معیارهای مورد مطالعه در دو منطقه، براساس میانگین وزنی خطر.

معیار	میانگین وزنی خطر در شهرستان مسجدسلیمان	میانگین وزنی خطر در شهرستان امیدیه	احتمال خطر تخریب بیشتر
خاک و زمین	۳/۵	۲/۶	مسجدسلیمان
پوشش گیاهی	۳/۱	۳/۷	امیدیه
آب زیرزمینی	۱/۱	۱/۹	امیدیه
اقلیم	۳/۵	۳/۹	امیدیه
فشار دام	۲/۵	۳/۴	امیدیه
فشار جمعیت	۲/۵	۲/۴	مسجدسلیمان
توسعه	۲/۲	۲/۰۶	مسجدسلیمان
اقتصادی اجتماعی	۳/۵	۲/۹	مسجدسلیمان

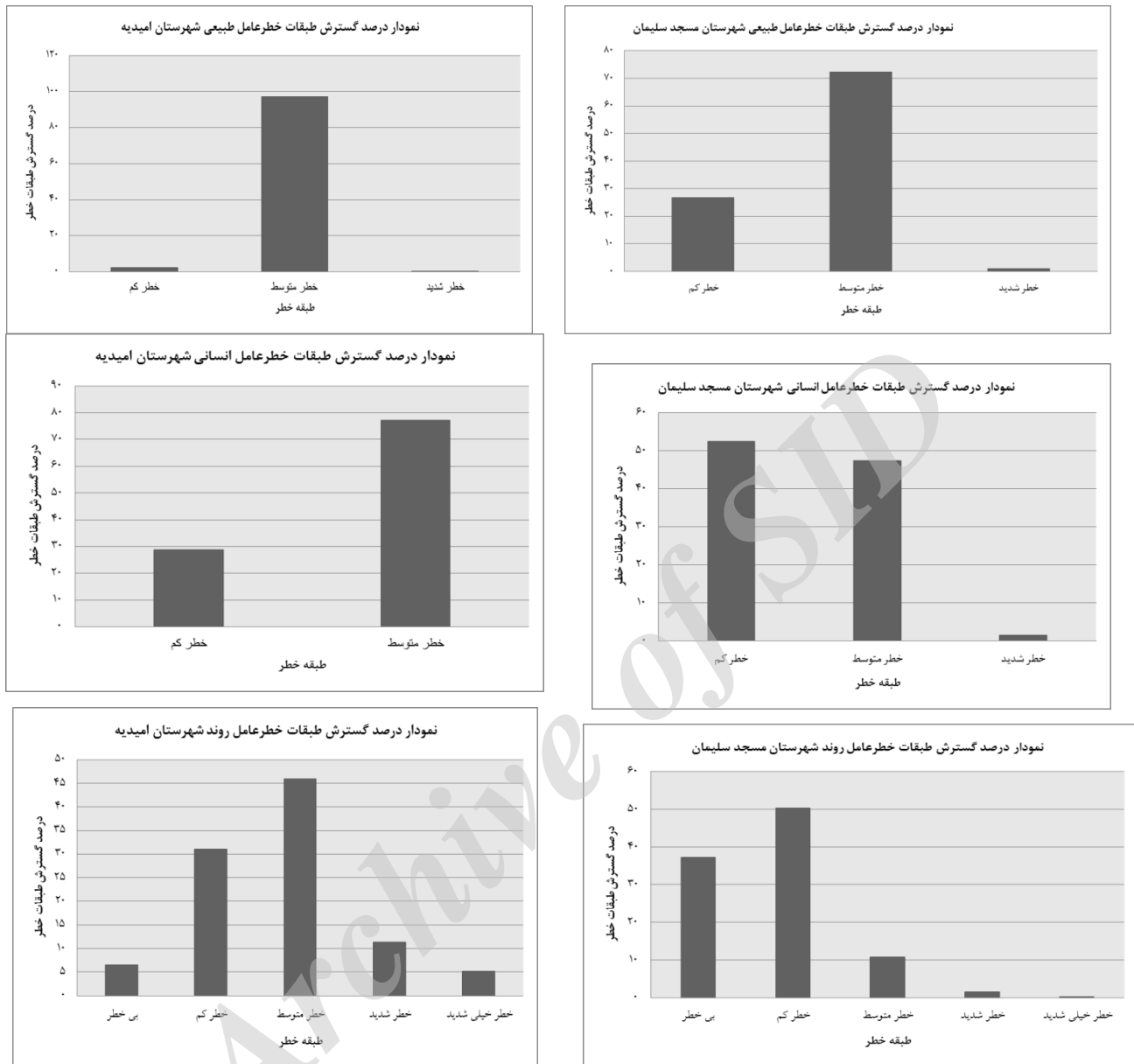
جدول ۹- مقایسه‌ی وضعیت خطر عوامل تخریب سرزمین در دو منطقه، براساس میانگین وزنی.

عوامل	میانگین وزنی خطر در شهرستان مسجدسلیمان	میانگین وزنی خطر در شهرستان امیدیه	احتمال خطر تخریب بیشتر
انسانی	۲/۴	۲/۷	امیدیه
طبیعی	۲/۷	۲/۹	امیدیه
روند	۱/۷	۲/۷	امیدیه
وضعیت فعلی	۲/۷	۳/۱	امیدیه

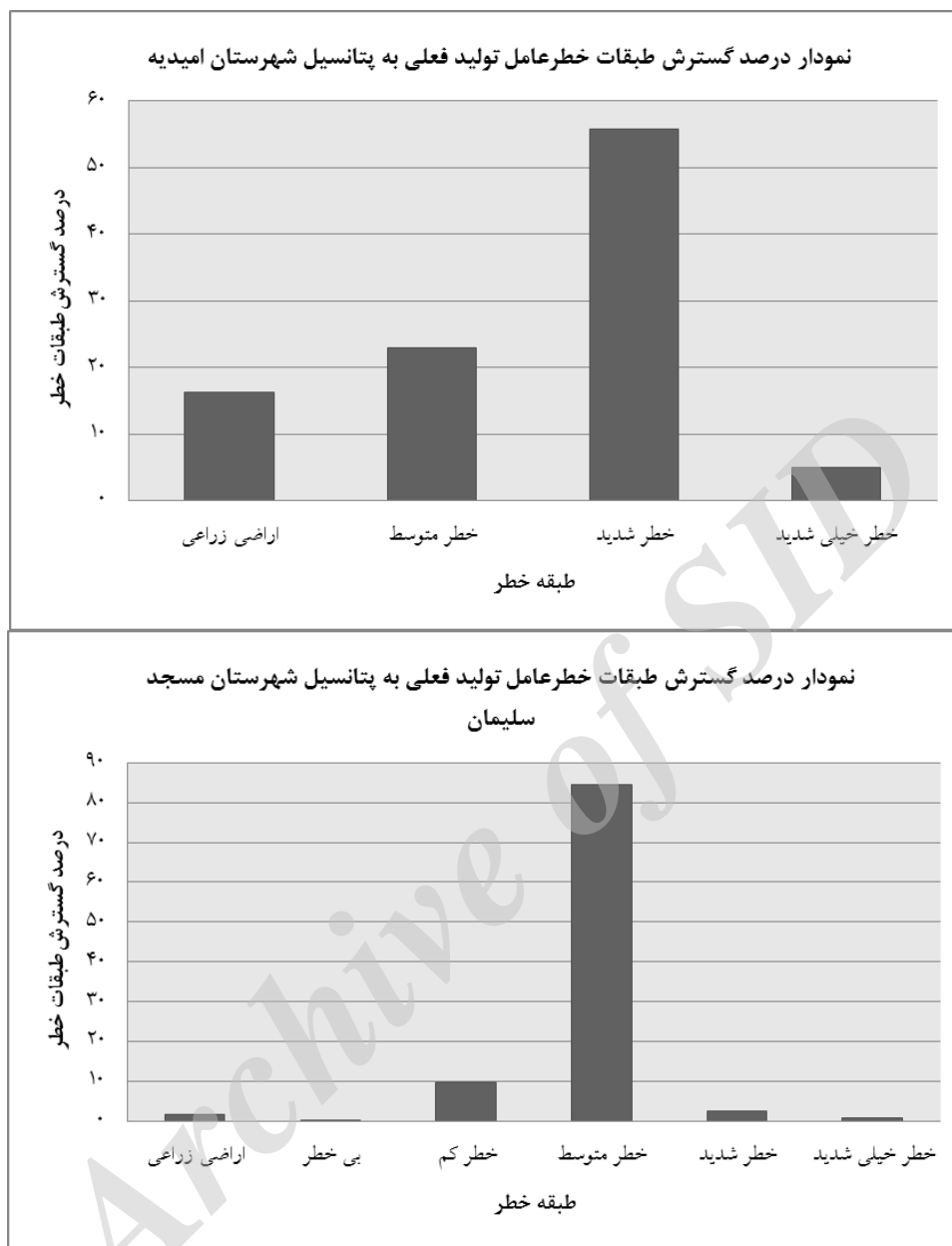
نمودارهای منطقه‌ی مسجدسلیمان طبقه‌ی غالب خطر عوامل طبیعی و وضعیت فعلی تخریب متوسط است و در مورد عوامل انسانی و روند دارای طبقه‌ی غالب خطر کم است. در شکل‌های ۴ و ۵ نیز نقشه‌های خطر تخریب عوامل طبیعی، انسانی، روند و وضعیت فعلی تخریب در دو منطقه‌ی امیدیه و مسجدسلیمان نشان داده شده است.

در شکل ۲، نمودارهای گسترش طبقات خطر عوامل طبیعی، انسانی و روند و در شکل ۳، نمودارهای گسترش طبقات خطر تولید فعلی به پتانسیل (وضعیت فعلی تخریب) در دو منطقه‌ی امیدیه و مسجدسلیمان به تفکیک قابل مشاهده است. طبقه‌ی غالب خطر در منطقه‌ی امیدیه خطر متوسط و در مورد وضعیت فعلی تخریب سطح شدید است. در

مقایسه‌ی احتمال خطر تخریب سرزمین با مدل...

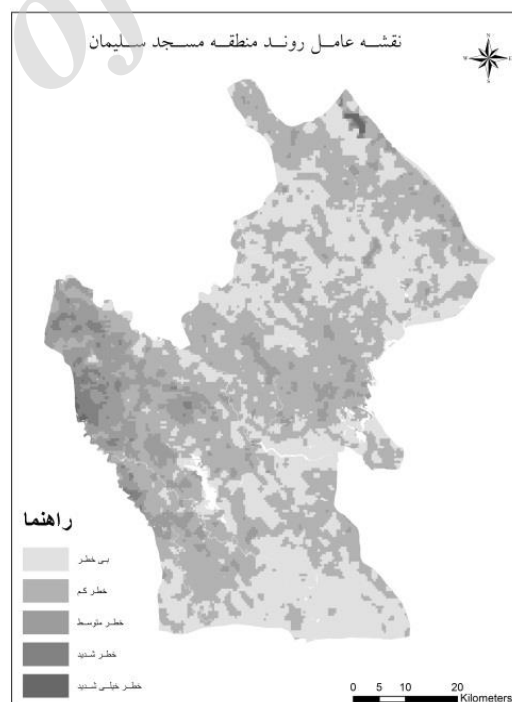
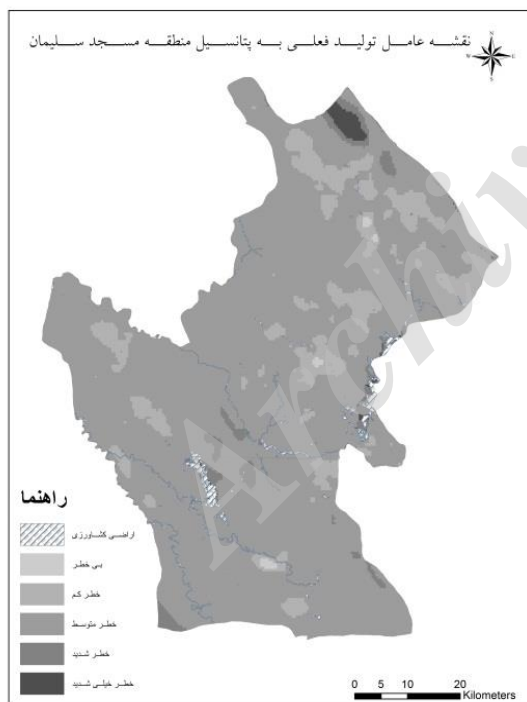
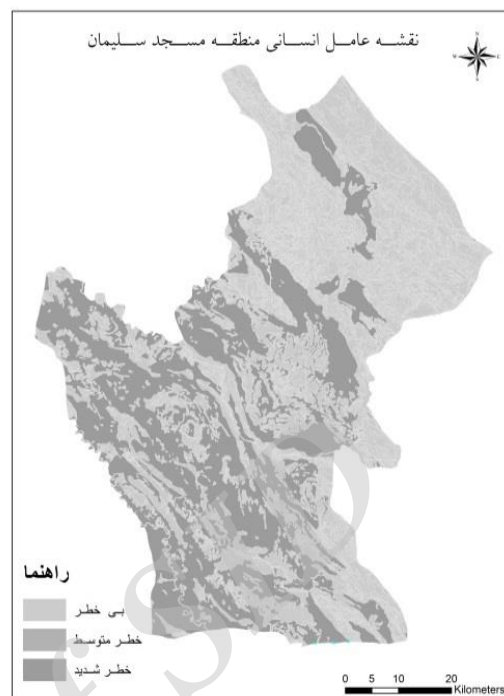
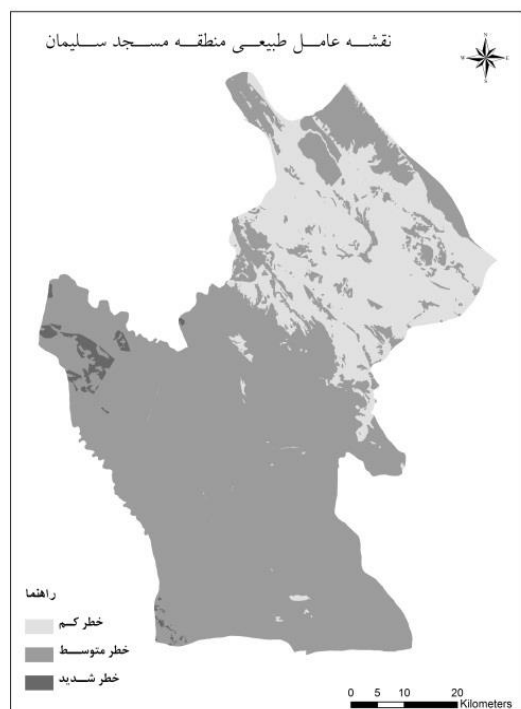


شکل ۲- نمودارهای گسترش طبقات خطر عوامل طبیعی، انسانی و روند در دو منطقه‌ی مسجد سلیمان و امیدیه.

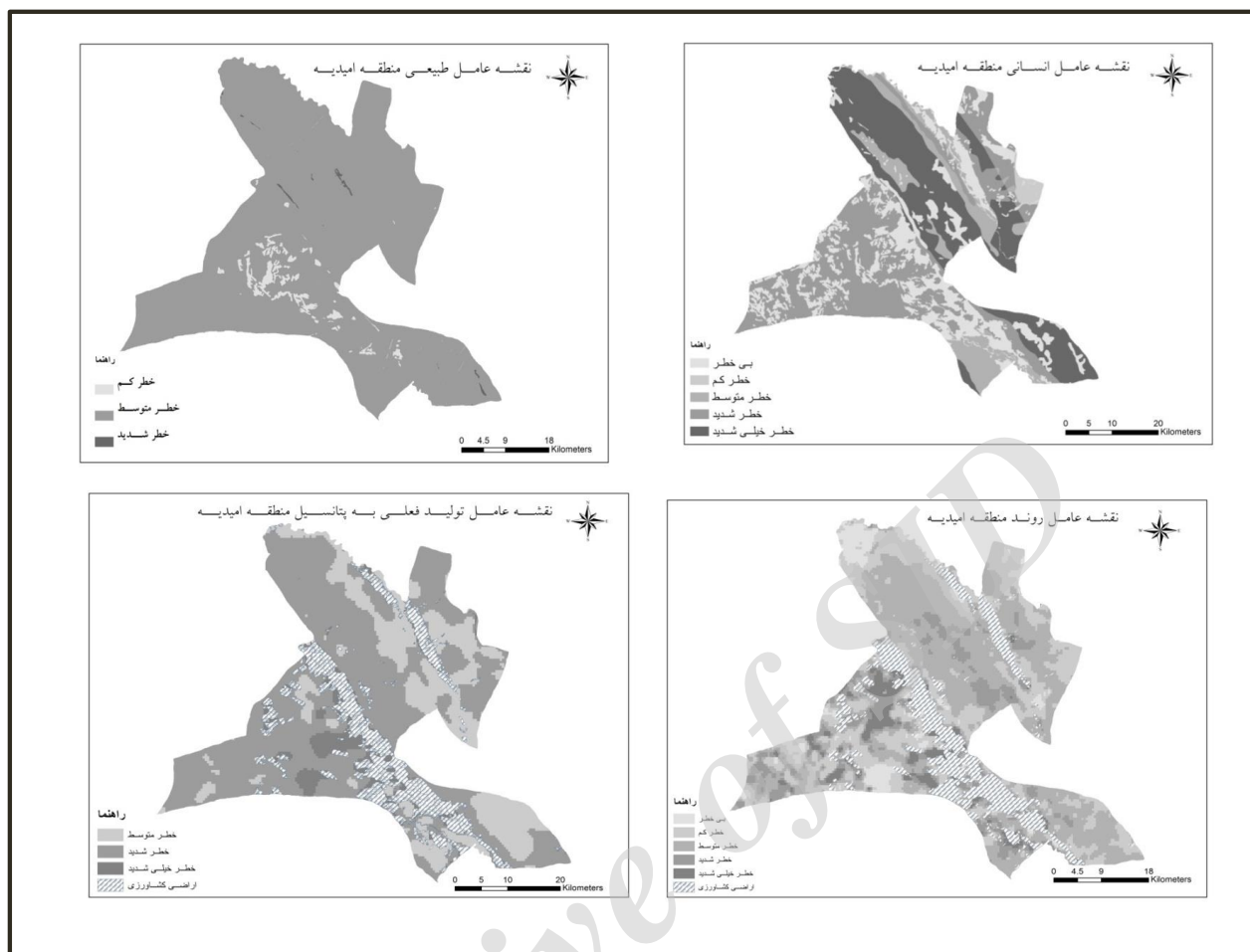


شکل ۳- نمودارهای گسترش طبقات خطر تولید فعلی به تولید بالقوه (وضعیت فعلی تخریب) در دو منطقه‌ی مسجدسلیمان و امیدیه.

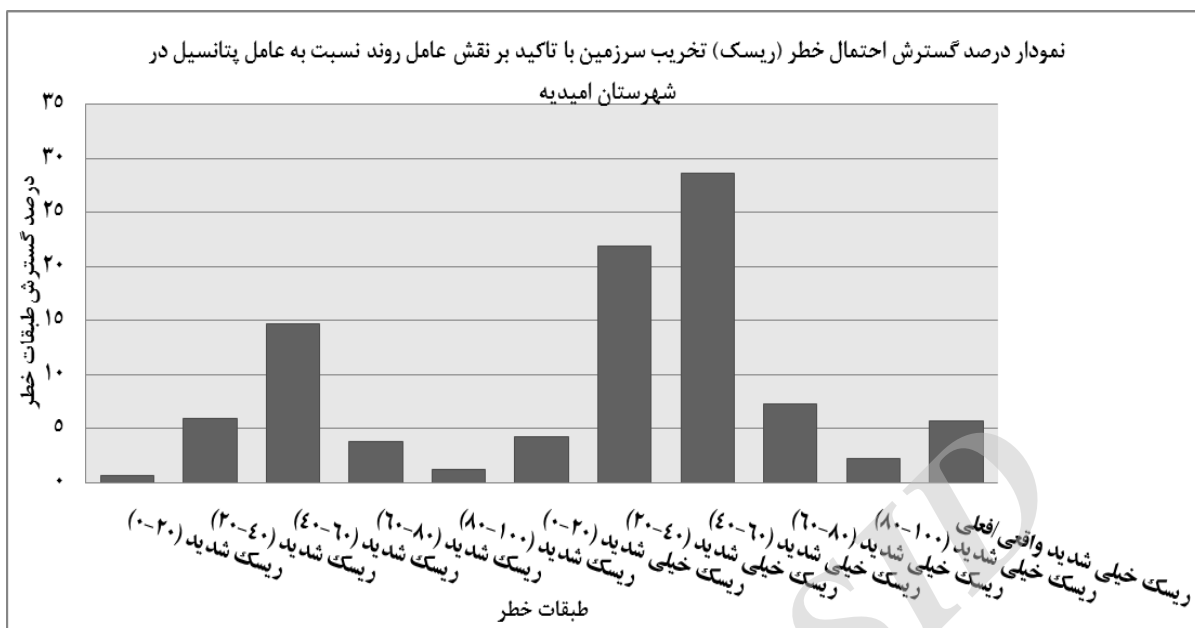
(با توجه به انجام نشدن مطالعه بر زمین‌های کشاورزی منطقه، درصد زمین‌های بالا آورده نشده است.)



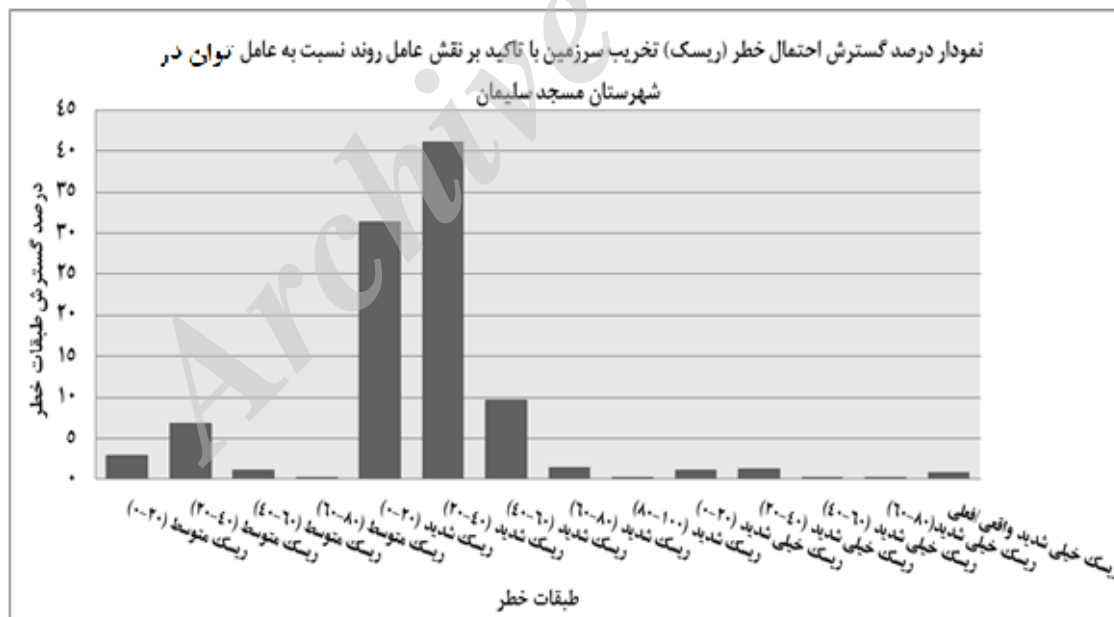
شکل ۴- نقشه‌های خطر تخریب عوامل طبیعی، انسانی، روند و تولید فعلی به تولید بالقوه (وضعیت فعلی تخریب) در منطقه‌ی مسجد سلیمان.



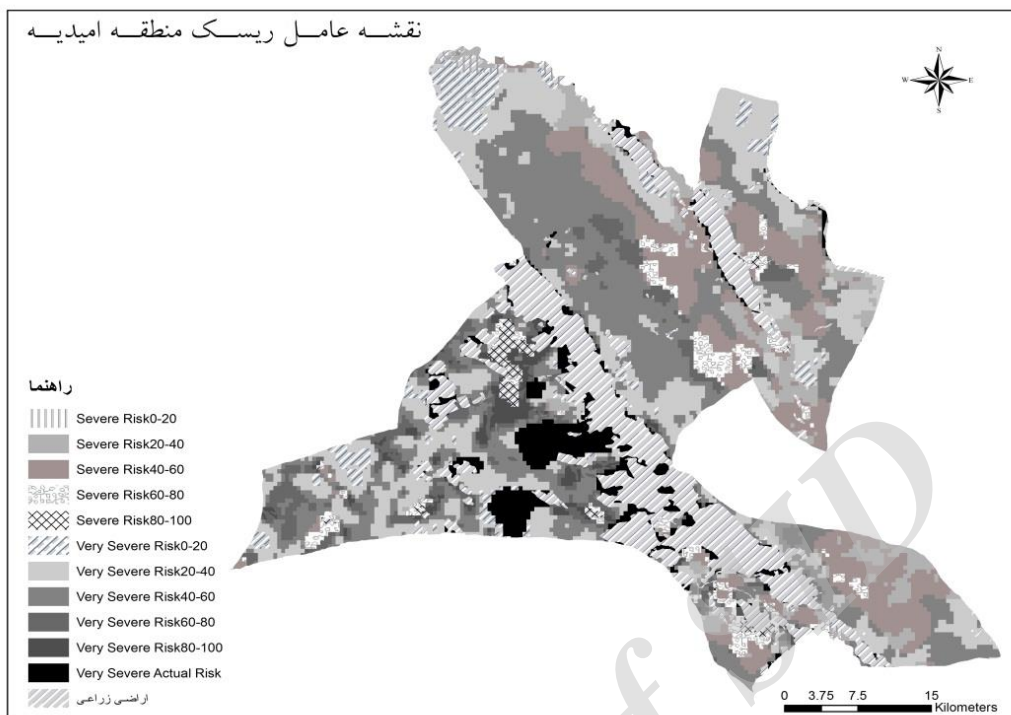
شکل ۵- نقشه های خطر تخریب عوامل طبیعی، انسانی، روند و تولید فعلی به تولید بالقوه (وضعیت فعلی تخریب) در منطقه امیدیه.



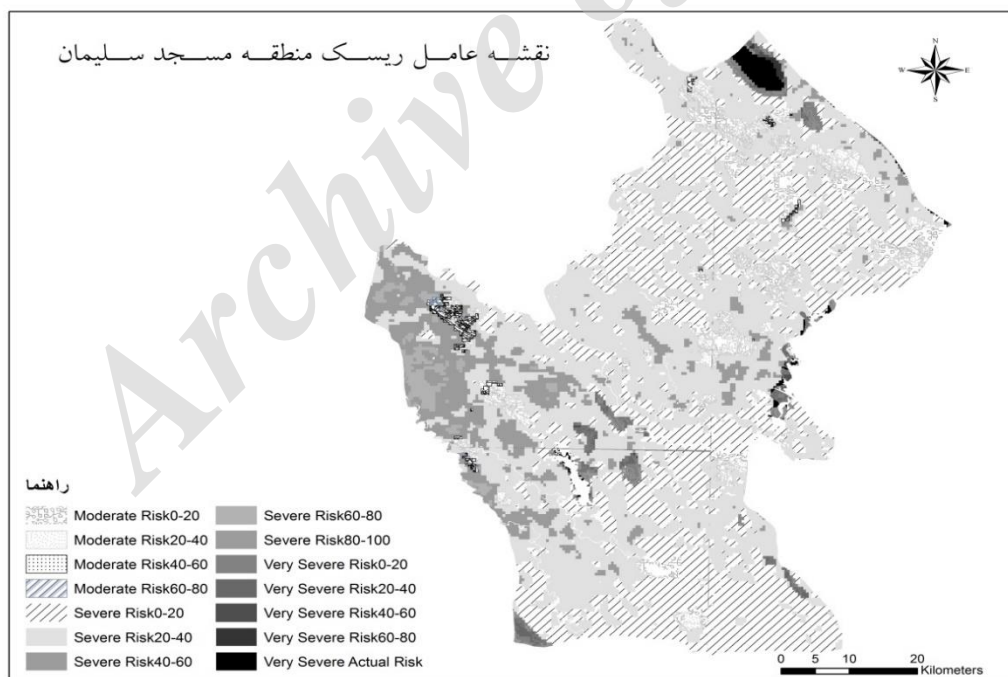
شکل ۶- نمودار درصد گسترش طبقات احتمال خطر تخریب سرزمین با تأکید بر نقش عامل روند نسبت به عامل پتانسیل در عرصه‌های طبیعی شهرستان امیدیه.



شکل ۷- نمودار درصد گسترش طبقات احتمال خطر تخریب سرزمین با تأکید بر نقش عامل روند نسبت به عامل پتانسیل در عرصه‌های طبیعی شهرستان مسجد سلیمان.



شکل ۸- درصد گسترش احتمال خطر تخریب سرزمین با تأکید بر نقش عامل روند نسبت به عامل پتانسیل در شهرستان امیدیه.



شکل ۹- درصد گسترش احتمال خطر تخریب سرزمین با تأکید بر نقش عامل روند نسبت به عامل پتانسیل در شهرستان مسجدسلیمان.

تعیین شد؛ درعین حال طبقه‌ی میانی، طبقه‌ی خطر متوسط برای همه‌ی شاخص‌ها در نظر گرفته شد که درباره‌ی مدل‌های یادشده صدق نمی‌کند.

در این پژوهش، درصد احتمال خطر در یک نمایشنامه با در نظر گرفتن عوامل پتانسیل و روند تخریب سرزمین مورد بررسی قرار گرفت. تأکید بر عامل روند بود؛ اگرچه عوامل به‌وجودآورنده‌ی خطر که بیان‌کننده‌ی شرایط برای بروز خطر است، نقش مهمی در آینده‌ی روند تخریب دارند، اما روند گذشته‌ی نزدیک محتمل‌ترین عامل برای روند تخریب در آینده‌ی نزدیک شناخته شده است (گزارش ASSOD، ون لیندن و اولدمن، ۱۹۹۷). همان‌طور که در مدل لادا (فائو-یونپ، ۲۰۰۱) نیز تخریب سرزمین، معادل وجود روند منفی در شرایط و سلامت منابع زمینی تعریف شده است. البته با توجه به این که وجود روند منفی یا مثبت در شاخص پوشش گیاهی NDVI به‌تنهایی نمی‌تواند بیانگر تخریب سرزمین یا بهبود و پیشرفت آن باشد و میزان تولید یک منطقه به عوامل متعددی، همچون اقلیم و کاربری زمین بستگی دارد (گزارش پنجم گلادا، بای و همکاران، ۲۰۰۸)، در این پژوهش عامل روند براساس میانگین تغییرات شاخص NDVI و نقشه‌ی کاربری زمین تهیه گردیده و نقش عامل پتانسیل منطقه براساس معیارهای ذکرشده در این پژوهش در نظر گرفته شده است.

درنهایت مدل ارزیابی «ارزیابی خطر تخریب سرزمین» (رالده ۲) یا RALDE2 معرفی می‌شود. تفاوت مهم این مدل با مدل اولیه RALDE (واحدی، ۲۰۱۴) تلاش در برآورد بهتر وضعیت فعلی تخریب است که در مدل اخیر نسبت به قبلی، توجه بیشتری به ویژگی‌های خود منطقه، مانند یافتن میزان تولید بالقوه در هر بوم‌نظام، در شرایط اقلیمی و پستی‌وبلندی خاص آن شده است. در آزمون روش پیشنهادی وضعیت فعلی تخریب ارتباط معنی‌داری بین روش پیشنهادی و نقشه‌ی حاصل از پیشینه‌ی خطر وضعیت اشکال تخریب مشاهده شد (ضریب همبستگی ۰.۲۶۴)؛ درحالی‌که ارتباط معنی‌داری بین تعیین وضعیت فعلی با روش RALDE و نقشه‌ی پیشینه‌ی خطر یافت نشد که بیان‌کننده‌ی اهمیت استفاده از مدل پیشنهادی RALDE2 است.

در این پژوهش گسترش طبقات خطر عوامل طبیعی، انسانی و روند و خطر تولید فعلی به پتانسیل در دو منطقه‌ی امیدیه و مسجدسلیمان جداگانه بررسی شد. درواقع، به تفاوت خطر تخریب در دو منطقه با شرایط اقلیمی متفاوت پرداخته شد. نتایج مقایسه‌ی وضعیت خطر تخریب عوامل مورد مطالعه در دو منطقه، براساس میانگین وزنی نشان می‌دهد که وضعیت خطر تخریب عوامل انسانی، عوامل طبیعی، روند و وضعیت فعلی تخریب در شهرستان امیدیه، حادث‌تر از شهرستان مسجدسلیمان است. به‌طورکلی براساس نتایج به‌دست‌آمده وضعیت یا خطر تخریب در شهرستان امیدیه با آب‌وهوای گرم و خشک، حادث‌تر از منطقه‌ی مسجدسلیمان با شرایط اقلیمی معتدل و مرطوب‌تر است. می‌توان گفت منطقه‌ی امیدیه با شرایط نیمه‌بیابانی هنوز به شرایط

برای نشان دادن تصویر آماری دقیق‌تر از خطر تخریب در آینده، مناطق در معرض احتمال خطر، به زیرگروه‌هایی با احتمال خطرهای مختلف طبقه‌بندی شدند. براساس نمایشنامه‌ی تأکید بر عامل روند، برآورد احتمال خطر تخریب در طبقات خطر مختلف به‌دست آمد. در منطقه‌ی امیدیه خطر خیلی شدید با احتمال (۶۰٪-۴۰٪) با ۳۰٪ و خطر خیلی شدید با احتمال ۴۰٪-۲۰٪ با ۲۳٪ به‌ترتیب بیشترین مساحت را دارند (شکل ۶ و ۸). در منطقه‌ی مسجدسلیمان نیز خطر شدید با احتمال ۴۰٪-۲۰٪ با ۴۱٪ و خطر شدید با احتمال ۲۰٪-۰٪ با ۳۱٪ بیشترین مساحت را داشت (شکل ۷ و ۹).

بحث و نتیجه‌گیری

عوامل زیادی در تخریب سرزمین دخالت دارند، و متأسفانه مدل‌هایی که تاکنون ارائه شده است، هر یک ضعف‌هایی دارند. در این پژوهش سعی شده تا مدلی برای برآورد دقیق‌تر زمین‌های در معرض تهدید تخریب سرزمین و بیابان‌زایی ارائه شود؛ بدین‌صورت که با برآورد احتمال خطر، در مناطق مختلف، امکان مقایسه و مدیریت آن‌ها برای اولویت‌بندی فراهم گردید؛ درواقع میزان احتمال تغییر خطر از یک طبقه به طبقه‌ی بالاتر دیده شد.

نکته‌ی شایان‌ذکر درباره‌ی مدل پیشنهادی این است که در آن عوامل طبیعی و انسانی و روند به‌طور مجزا بررسی می‌شوند و امکان مقایسه بین آن‌ها فراهم می‌گردد. از تفاوت‌ها و نکات مثبت مدل گفته‌شده نسبت به مدل‌های دیگر می‌توان به تمایز این مدل از 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؛ در این مدل در مقایسه با مدل IMDPA نظم مناسب‌تری در تعیین معیارها دیده می‌شود و عوامل طبیعی از عوامل انسانی و روند، مجزا در نظر گرفته شده‌اند و عوامل پیش‌گفته که به‌نوعی پتانسیل خطر را نشان می‌دهند، از وضعیت فعلی جدا شده است؛ درصورتی‌که در مدل IMDPA چنین تفکیکی دیده نمی‌شود. ضعف بزرگ دیگر IMDPA بررسی نکردن روند تخریب است که معیاری بسیار حیاتی برای تعیین ارزیابی خطرات زیست-محیطی است و در این پژوهش به‌طور مجزا مورد مطالعه قرار گرفت. در کل باید به این نکته اشاره شود که مهم‌ترین تفاوت مدل ما با مدل‌های پیشین، دیدگاه و روشی است که کمک می‌کند میزان خطر تخریب تعیین شود. در این پژوهش از تلفیق لایه‌های عوامل طبیعی و انسانی، نقشه‌ی نهایی پتانسیل تخریب سرزمین به‌دست آمد که در مدل‌های پیشین دیده نمی‌شود.

در مدل‌های مدالوس و IMDPA طبقه‌بندی شاخص‌ها نیز یکنواخت نیست؛ به‌طوری‌که شاخص‌ها در هر معیار، در سطح‌های مختلف طبقه‌بندی می‌گردند. برخلاف مدل‌های پیشین در این مدل هر یک از شاخص‌های مربوطه به‌صورت پنج طبقه‌ی خطر، تهیه و درنهایت با میانگین حسابی از این شاخص‌ها، نقشه‌ی خطر معیار در پنج طبقه

شاهد یک بیابان کامل با منشأ طبیعی، مانند دشت لوت یا دشت کویر نیستیم یا شاید بتوان گفت این مناطق خشک و در حال بیابانی شدن بیش از عوامل طبیعی، متأثر از اقدامات غلط انسانی بوده‌اند.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود برای انجام اقدامات حفاظتی و احیایی مناطق گفته‌شده به ترتیب در اولویت قرار گیرند:

۱. مناطق دارای خطر تخریب بسیار شدید فعلی^{۱۳} البته به‌غیر از زمین‌های بیابانی‌شده (در دشت با پوشش گیاهی کم‌تر از ۵٪). اگر هدف اقدامات بیابان‌زدایی و تثبیت شن و مهار کردن کانون‌های بحرانی فرسایش بادی باشد، این مناطق بیابانی هم در اولویت قرار می‌گیرند.
۲. مناطق با خطر بسیار شدید^{۱۴} به ترتیب با در نظر گرفتن احتمال بیشتر.

۳. مناطق با خطر شدید^{۱۵} به ترتیب با در نظر گرفتن احتمال بیشتر.

۴. مناطق با خطر متوسط^{۱۶} به ترتیب با در نظر گرفتن احتمال بیشتر.

اوج (کلیماکس) تخریب (بیش‌ترین حد تخریب) نرسیده است و شدت و احتمال تخریب بیشتری برای رسیدن به حد نهایی بیابان در آینده‌ای نزدیک قابل‌تصور است؛ اما شاید بتوان گفت منطقه‌ی کوهستانی و مرطوب‌تر مسجدسلیمان از پتانسیل بیشتری برای تخریب در آینده‌ای دورتر برخوردار است. علت وخیم بودن شرایط در منطقه‌ی خشک‌تر می‌تواند با شرایط استان خوزستان مرتبط باشد که بیشتر مناطق آن شرایط بیابانی کامل، مانند مناطق مرکزی ایران را ندارند و مناطق آن به‌نوعی نیمه‌بیابانی هستند و هنوز به حد نهایی بیابان نرسیده‌اند و اثراتی از درختچه‌ها و درختان و نخلستان‌ها در مناطق خشک آن وجود دارد و این شرایط باعث می‌شود که در مناطق گرم و خشک و نیمه‌بیابانی چون امیدیه، شدت و احتمال تخریب بیشتری نسبت به مناطق مرطوب‌تر چون مسجدسلیمان دیده شود.

این پژوهش با نتایج مسعودی (۲۰۱۰) در زمینه‌ی بروز بیشتر تخریب و بیابان‌زایی در مناطق نیمه‌خشک نسبت به مناطق خشک هماهنگی ندارد که علت آن همان‌طور که اشاره شد به بروز تخریب در مناطق خشک و بیابانی استان خوزستان برمی‌گردد؛ به‌نوعی در این استان

13- Very Severe Actual Risk

14- Very Severe Risk

15- Severe Risk

16- Moderate Risk

- Ahmadi H. 2005. Reporting the model of desertification intensity using the proposed model IMDPA. Tehran, Tehran University. (In Persian).
- Badiee Namaghi H. 2010. Assessment of current state of desertification using RS and GIS to compare FAO_UNEP and MEDALUS models (A case study: South of Nishabur in Khorasan Razavi Province). M.Sc. thesis. Shiraz University. (In Persian).
- Bai ZG, Dent DL, Olsson L, Schaepman ME. 2008. Global assessment of land degradation and improvement; Identification by remote sensing. Report 2008/01, ISRIC, Wageningen.
- Chamanpira Gh, Zehtabian Gh, Ahmadi H. 2006. Application of the ICD method for determining the severity of desertification in Koohtasht Watershed. Journal of the Iranian Natural Resources, 59(1): 543–555. (In Persian).
- Dimobe K, Ouédraogo A, Soma S, Goetze D, Porembski S, Thiombiano A. 2015. Identification of driving factors of land degradation and deforestation in the Wildlife Reserve of Bontioli (Burkina Faso, West Africa). Global Ecology and Conservation, 4(2): 559–571.
- Dregne HE. 1998. Desertification assessment. In: Lal R, Blum WH, Valentine C, Stewart BA (eds) Method of assessment for soil degradation. CRC, New York, p. 441–458.
- Dregne H, Kassas M, Rozanov B. 1991. A new assessment of the world status of desertification. Desertification Control Bulletin, 20(2): 6–18.
- Ekhtesasi MR, Mohajeri S. 1995. Iranian classification of desertification method. 2nd National Conference of Desertification and Combating Desertification Methods. (In Persian).
- FAO. 1994. Land degradation in South Asia: its severity causes and effects upon the people. FAO, UNDP and UNEP: Rome.
- FAO-UNEP. 1984. Provisional methodology for assessment and mapping of desertification. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 84 p.
- FAO-UNEP. 2001. Land degradation assessment in dry land (LADA), United Nation Environmental Program. Global Environment Facility (GEF).
- Feoli E, Giacomich P, Mignozzi K, Oztürk M, Scimone M. 2003. Monitoring desertification risk with an index integrating climatic and remotely-sensed data: An example from the coastal area of Turkey. International Journal Management of Environmental Quality, 14(1): 10–21.
- Grainger A. 2015. Island degradation neutrality feasible in dry areas?. Journal of Arid Environments, 112(1): 14–24.
- Khosravi H. 2005. Application of MEDALUS in the desertification of Kashan. MSc thesis, University of Tehran.
- Kosmas C, Kirkby M, Geeson N. 1999. Methodology for mapping environmentally sensitive areas to desertification. Project report. European Commission. Belgium, 88 p.
- Li A, Han Z, Xu J, Ma S, Huang G. 2006. Transformation dynamics of desertification in Horqin Sandy Land at the beginning of the 21st century. Acta Geographica Sinica, 61(9): 976–984 (in Chinese with English abstract).
- Masoudi M. 2010. Risk assessment and remedial measures of land degradation in part of southern Iran. LAMBERT Academic Publishing, Germany.
- Masoudi M, Amiri E. 2015. A new model for hazard evaluation of vegetation degradation using DPSIR framework, a case study: Sadra Region, Iran. Polish Journal of Ecology, 63(1): 1–9.
- Masoudi M, Jokar P. 2017. A new model for desertification assessment using geographic

- information system (GIS) – a case study, Runiz Basin, Iran. *Polish Journal of Ecology*, 65(2): 236–246.
- Masoudi M, Jokar P, Pradhan B. 2018. A new approach for land degradation and desertification assessment using geospatial techniques. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci*, 18 (4): 1133–1140.
- Masoudi M, Patwardhan AM, Gore SD. 2006. Risk assessment of water erosion for the Qareh Aghaj Sub Basin, Southern Iran. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 21(1):15–24.
- Oldeman LR, Hakkeling RTA, Sombroek WG. 1991. World map of the status human induced soil degradation: an explanatory note. Wageningen, International Soil Reference and Information Centre, Nairobi, UNEP, 27pt3 maps. Revised edition.
- Rafieeamam A. 2004. Investigation of desertification of varamin plain, based on water and soil. MSc thesis, University of Tehran. (In Persian).
- Reynolds JF. 2001. Desertification, In *Encyclopedia of Biodiversity*, edited by Simon A. Levin, Academic Press (San Diego, CA.), pp. 61–78.
- Reynolds JF, Stafford Smith M. 2002. Do humans cause deserts? In: Reynolds JF, Stafford Smith M (eds) *Global desertification: Do humans cause deserts?* Dahlem University Press, Berlin, pp. 1–22.
- Salehi M. 2017. Evaluation and modelling of the current state of land degradation in Fars province using remote sensing and GIS. MSc thesis. Shiraz University. (In Persian).
- Smiraglia D, Ceccarelli T, Bajocco S, Salvati L, Perini L. 2016. Linking trajectories of land change, land degradation processes and ecosystem services. *Environmental Research*, 147(1): 590–600.
- Tahmasebi Birjani A M. 2006. Investigation of the type and severity of effective factors in desertification (land degradation) in Yazd province. *Journal of Socio-Economic Sciences of Forest and Range*, Issue, 70: 32– 24. (In Persian).
- Thomas DSG, Middleton NJ. 1994. *Desertification: Exploding the myth*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, UK, ISBN 0–471–94815–2, xiv + 194 pp.
- UNCED. 1992. *Managing fragile ecosystems: combating desertification and drought Agenda 21*, Chapter 12 United Nations Conference on Environment and Development <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21>. Accessed August 5, 2005.
- UNEP. 1994. *United Nations Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa*. UNEP, Geneva.
- Vahedi M. 2014. Hazard assessment of land degradation using a proposed model based on geographic information system; case study: Fars Province. MSc thesis, Shiraz University. (In Persian).
- Van Lynden GWJ, Oldeman LR. 1997. Assessment of the status of human-induced soil degradation in south and southeast Asia (ASSOD). *International Soil Reference and Information Centre*, 35 p.
- Zakeri Nejad R. 2010. Evaluation of desertification risk potential using GIS and IMDPA model in Mazeijan Zarin-Dasht Region, Fars Province. MSc thesis, Shiraz University. (In Persian).

