



دوره‌ی ۳۲، شماره‌ی ۴، شماره‌ی پیاپی ۱۲۵، زمستان ۱۳۹۸، صفحات ۹۳-۷۹
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/wmej.2019.126535.1227

پژوهش‌های آبخیزداری

بررسی احتمال تخریب زمین با روش تاپسیس در مرتع‌های مشرف به شهر اشتهارد، استان البرز

امین صالح پورجم*

(نویسنده‌ی مسئول)* استادیار، پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

حمیدرضا پیروان

دانشیار، پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
محمودرضا طباطبایی

استادیار، پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
امیر سررشته‌داری

مربی، پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
جمال مصفايي

استادیار، پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

رایانامه نویسنده‌ی مسئول: aminpourjam@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۲ خرداد ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: ۱۲ شهریور ۱۳۹۸

چکیده

تخریب زمین در اقلیم‌های مختلف موجب انهدام زیست‌بوم‌های طبیعی و کاهش توان تولید طبیعت می‌شود. در بررسی احتمال تخریب زمین در محدوده‌ی مرتع‌های مشرف به اشتهارد، نقشه‌ی طبقه‌های شیب، کاربری زمین و زمین‌شناسی تهیه شد تا واحدهای همگن ایجاد شود، و از روی هم گذاشتن و تقاطع دادن این نقشه‌ها، نقشه‌ی واحدهای کاری به دست آمد. سه شاخص حساسیت به فرسایش، شوری و نفوذپذیری در هر یک از واحدهای کاری انتخاب، و هر یک با نقشه‌ی طبقه‌بندی‌شده نشان داده شد. وزن معیارها و نسبت سازگاری آن‌ها با روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) محاسبه شد. برای تعیین کردن احتمال و اولویت‌بندی کردن گزینه‌ها روش تاپسیس به کار برده شد. در این روش پس از محاسبه‌ی چارچوب به معیار شده‌ی موزون، فاصله‌های اقلیدسی، و نزدیکی نسبی به راه‌حل دل‌خواه اقدام، احتمال تخریب زمین واحدها اولویت‌بندی شد. دامنه‌ی تغییر نزدیکی نسبی به راه‌حل دل‌خواه گزینه‌ها مبتنی بر روش AHP-TOPSIS از ۰/۰۰۲ تا ۰/۹۹۱ متغیر بود. بر این اساس، در منطقه‌ی بررسی‌شده چهار طبقه‌ی احتمال یا شدت تخریب زمین دیده شد. احتمال تخریب زمین در ۲۰۸۷۲/۷۰۹ هکتار (۳۷/۹۷٪) از منطقه کم، در ۱۴۷۰/۲۹۷ هکتار (۲/۶۷٪) متوسط، در ۱۸۴۴/۸۶۱ هکتار (۳/۳۶٪) زیاد، و در ۳۰۷۸۸/۰۲ هکتار (۵۶/۰۰٪) خیلی زیاد بود.

واژگان کلیدی: تصمیم‌گیری چندمعیاره، راه‌حل دل‌خواه، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، نسبت سازگاری، واحدهای کاری

مقدمه

تخریب زمین و پی‌آمدهای آن از موضوع‌های مهم در مدیریت جامع آبخیز است، و مدیریت آن نقش موثری در حفظ سلامت زیست‌بوم‌ها دارد. تخریب زمین با کاهش دادن توان بهره‌دهی منابع بر اثر یک یا مجموعه‌یی از فرآیندهای موثر بر زمین همراه است (احمدی و همکاران ۲۰۱۰). آگاهی از اهمیت مدیریت آبخیز در کشور بسیار ضروری است، زیرا حدود دو سوم از مساحت ایران در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک است که طول و عرض جغرافیایی آن بر کمربند بیابانی جهان منطبق است؛ عامل‌های دیگر زمین‌ساختی و چینه‌شناختی شرایط را تشدید کرده و در تکوین یافتن بیابان همسو عمل کرده است (احمدی ۲۰۱۲).

پژوهش‌های بسیاری در زمینه‌ی تخریب زمین و بیابان‌زایی به‌انجام رسیده است (فیض نیا ۱۹۹۷، کاشکی ۱۹۹۷، رجیبی‌النی ۲۰۰۱، سرابیان ۲۰۰۲، صادقی‌روش و همکاران ۲۰۱۴، زو و همکاران ۲۰۱۵، ویرا و همکاران ۲۰۱۵، و اسکندری و همکاران ۲۰۱۶). پهماسبی (۱۹۹۸) عامل‌های موثر در شورشدن آب و خاک و گسترش بیابان در آبخیز رودخانه‌ی شور اشتها را بررسی، منابع شورکننده‌ی نقطه‌یی (گنبد‌های نمکی) و پراکنده (آهک‌رس‌های تبخیری) را مشخص، و میزان تأثیر آن‌ها را بر تخریب آب و خاک منطقه بررسی کرد. پال (۲۰۱۲) شوری بیش‌ازحد خاک را مانعی برای رشد گیاهان دانست. شوری تقریباً بر همه‌ی جنبه‌های تکوین گیاهان مانند جوانه‌زنی و رشد، و بر سمیت یونی، فشار اسمزی، مواد غذایی و تنش اکسایشی گیاهان و محدود کردن گیرش آب در ریشه‌ی گیاهان موثر است (بانو و فاتیما ۲۰۰۹). نتیجه‌های بررسی علت‌های تخریب زمین در دو آبخیز در منطقه‌ی مقالای^۱ در هند نشان داد که گرانیتهای به‌شدت هوازده و زمین‌های تپه‌ماهوری اما با کاربری متفاوت زمین در هر دو آبخیز بود (راژکوسکا و همکاران ۲۰۱۸). نتیجه‌های آنان نشان‌دهنده‌ی نقش بارز فعالیت‌های انسانی در زمین‌های تخریب‌شده است. بررسی‌های بیابان‌زایی در سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۰ در ایتالیا نشان داد که شاخص‌های طبیعی و انسانی منتج به روند غیرخطی و درازمدت تخریب زمین و بیابان‌زایی شده است (سالواتی و همکاران ۲۰۱۶). پایش مکانی بیابان‌زایی و بررسی گسترش آن در غرب عراق با سنجش از دور و سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی در ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ نشان داد که کاهش بیابان‌زایی در ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۲ و افزایش بیابان‌زایی در ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۴ اتفاق افتاده است (اجاج و همکاران ۲۰۱۷).

روش تاپسیس (هوانگ و یون ۱۹۸۱) روشی آسان و مفید برای تصمیم‌گیران است که کاربرد گسترده‌یی در اولویت‌بندی

مبتنی بر محاسبه‌های کم‌ترین فاصله از راه‌حل دل‌خواه مثبت و بیشینه‌ی فاصله از راه‌حل دل‌خواه منفی دارد. روش تحلیل سلسله‌مراتبی^۲ نیز از دیگر روش‌های پرکاربرد در تصمیم‌گیری چندمعیاره است (ساعتی ۱۹۸۰). تا کنون پژوهش‌های زیادی با روش تحلیل سلسله‌مراتبی و تاپسیس در منابع طبیعی به‌انجام رسیده است (پیشیار و همکاران ۲۰۱۶، گرو و همکاران ۲۰۱۰، سپهر و زوکا ۲۰۱۲، صادقی‌روش و همکاران ۲۰۱۴، و لمچین و همکاران ۲۰۱۷). سپهر و زوکا (۲۰۱۲) شاخص‌های بیابان‌زایی را انتخاب و آن‌ها را با کاربرد مدل تصمیم‌گیری تاپسیس ادغام کردند. انتخاب بهترین مجموعه‌ی شاخص‌ها با هدف پایش تخریب زمین با سنجش از دور در سه کشور برزیل، موزامبیک و پرغال با روش تاپسیس به‌انجام رسید. نتیجه‌های ارزیابی بیابان‌زایی در جنوب شرقی ایران با روش تحلیل سلسله‌مراتبی (نگارش و همکاران ۲۰۱۶) نشان داد که ۵ طبقه‌ی خطر در نقشه‌ی پهنه‌بندی خطر بیابان‌زایی استان سیستان و بلوچستان هست. نتیجه‌های ارزیابی شدت تخریب زمین و برنامه‌های مدیریتی با مدل‌های موضوعی و روش تحلیل سلسله‌مراتبی در گرگان (اوق ۲۰۰۹) نشان داد که در عرصه‌ی جنگلی بررسی شده چهار طبقه‌ی شدت تخریب زمین هست. نتیجه‌ها بر مدیریت زمین همخوان با طبقه‌های شدت تخریب زمین تاکید داشت.

روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در اولویت‌بندی اجرایی گزینه‌ها، در طرح‌های مهار کردن فرسایش و بیابان‌زدایی، و نیز آبخیزداری کاربرد دارد. برای نمونه، گرو و همکاران (۲۰۱۰) روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره را برای رتبه‌بندی کردن بهترین گزینه‌های طرح جامع مهار فرسایش و بیابان‌زدایی به‌کار بردند. نتیجه‌ها گویای کارایی مدل‌ها در رتبه‌بندی کردن گزینه‌های بیابان‌زدایی بود. رتبه‌بندی گزینه‌های مقابل با بیابان‌زدایی با روش تحلیل سلسله‌مراتبی (صادقی‌روش و همکاران ۲۰۱۴) نشان داد که کارایی این مدل در اولویت‌بندی کردن گزینه‌ها بسیار است. اولویت‌بندی کردن اقدام‌های آبخیزداری در آبخیز زیدشت طالقان با روش تاپسیس با ده شاخص حفاظت خاک، تنوع گونه‌یی، فرسایش و رسوب، رده‌ی سنی، ترکیب گیاهی، گیاهان سمی، تولید علوفه، ظرفیت چرا، کمیت آب و تبخیر و تعرق نشان داد که توانایی روش تاپسیس بسیار است (اسدی نلیوان و همکاران ۲۰۱۵).

رخداد تخریب زمین و بیابان‌زایی با حذف کردن پوشش گیاهی منجر به ایجاد آثار نامطلوبی مانند فرسایش، کاهش توان تولید طبیعت و تشدید سیلاب‌ها می‌شود و پی‌آمدهای زیست‌محیطی ناخواسته‌یی به دنبال دارد. هدف از این تحقیق،

1- MEGHALAYA

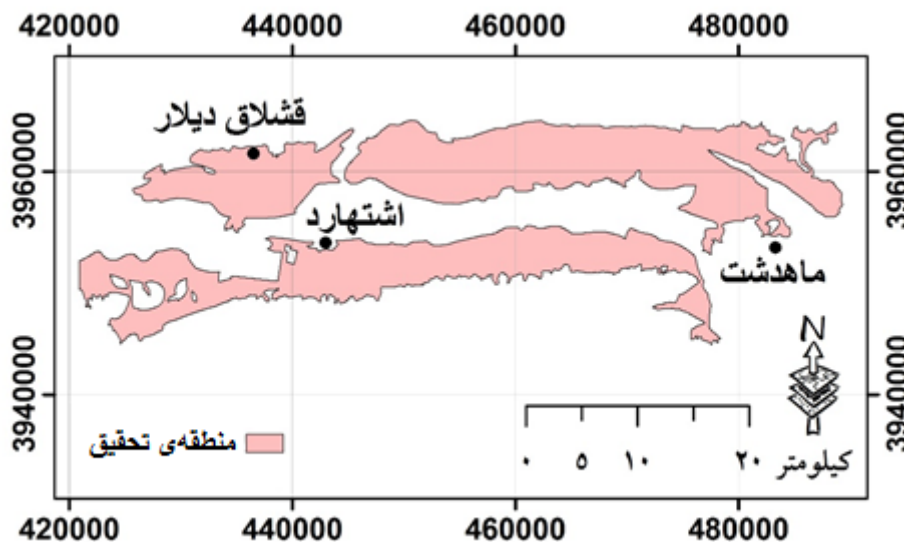
2- AHP

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی بررسی شده

این منطقه بخشی از آبخیز رودخانه‌ی شور، در محدوده‌ی مرتع‌های مشرف به اشتهارد و در گستره‌ی $35^{\circ} 38'$ تا $35^{\circ} 49'$ شمالی و $50^{\circ} 7'$ تا $50^{\circ} 52'$ شرقی و مساحت آن $54975/9$ هکتار است. آبخیز رودخانه‌ی شور شامل آبخیزهای فرعی رودخانه‌های کردان، خررود، ابهرود، حاجی‌عرب و تعدادی رود کوچک است که غالباً از شمال دشت قزوین به آن می‌پیوند (شکل ۱). دو راه ارتباطی کرج قزوین و کرج اشتهارد دست‌رسی به منطقه را آسان می‌کند، به طوری که از راه‌های فرعی مشتق شده از این دو می‌توان به یکایک واحدهای کاری رسید.

به دست آوردن شاخص‌هایی برای مشخص کردن احتمال تخریب زمین و اولویت‌بندی کردن واحدهای زمین در چارچوب مدل AHP-TOPSIS است. تعیین کردن احتمال تخریب زمین‌های منطقه و اولویت‌بندی کردن احتمال تخریب زمین‌های واحدهای کاری از جمله نوآوری‌های این تحقیق است، که فرآیند مدل‌سازی را با شناختن و وزن دادن به موثرترین شاخص‌های احتمال تخریب زمین‌های منطقه، و به کارگرفتن مدل تصمیم‌گیری چندمعیاری آسان کرده است.



شکل ۱- نقشه‌ی منطقه‌ی بررسی شده.

و نسبت سازگاری با روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی محاسبه شد. برای تعیین کردن احتمال و اولویت‌بندی کردن گزینه‌ها روش تاپسیس به کار برده شد، و پس از محاسبه کردن چارچوب به معیار شده‌ی موزون، فاصله‌های اقلیدسی و نزدیکی نسبی به راه حل دل‌خواه اقدام، احتمال تخریب زمین واحدها اولویت‌بندی شد. تحقیق در مرحله‌های زیر به انجام رسید:

۱) تهیه کردن لایه‌های اطلاعاتی شامل نقشه‌ی شیب و طبقه‌های شیب، تهیه کردن نقشه‌ی کاربری زمین، رقومی کردن نقشه‌های زمین شناسی ورقه‌های اشتهارد و کرج با مقیاس $1:100000$ ، و تهیه کردن نقشه‌ی زمین‌شناسی. نقشه‌ی طبقه‌های شیب منطقه‌ی هدف با مدل رقومی ارتفاعی سازمان نقشه‌برداری کشور در ArcGIS ۱۰٫۳ با در نظر گرفتن حد طبقه‌های شیب ۰ تا $1/10$ (طبقه‌ی ۱)، ۱ تا $2/10$ (طبقه‌ی ۲)، ۲ تا $4/10$ (طبقه‌ی ۳)، ۴ تا $8/10$ (طبقه‌ی ۴)، ۸ تا $15/10$ (طبقه‌ی ۵) و بیش از $15/10$ (طبقه‌ی ۶) تهیه شد. نقشه‌ی کاربری زمین‌های طرح اطلس

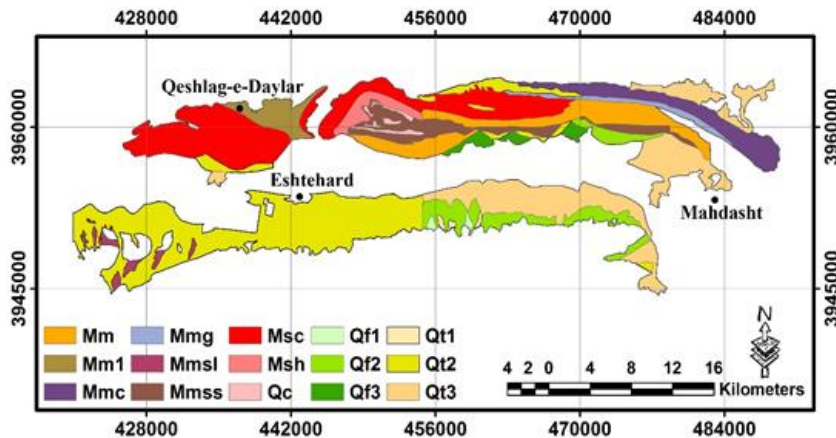
روش کار

برای تعیین کردن احتمال تخریب زمین در محدوده‌ی مرتع‌های مشرف به اشتهارد، با هدف ایجاد واحدهای همگن نقشه‌ی طبقه‌های شیب، کاربری زمین و زمین‌شناسی تهیه شد، به طوری که از روی هم گذاشتن و تقاطع دادن این نقشه‌ها در نرم افزار ArcGIS ۱۰٫۳ نقشه‌ی واحدهای کاری به دست آمد. سه شاخص حساسیت به فرسایش، شوری، و نفوذپذیری در هر یک از واحدهای کاری انتخاب شد (صالح پورجم و همکاران ۲۰۱۷). با توجه به تغییر بسیار کم سنجه‌های هواشناسی به دلیل کوچک بودن منطقه، آن دسته از سنجه‌های خاک‌زاد که مهم‌ترین نقش در کاهش دادن احتمال تولید در طبیعت و رخداد فرآیند بیابان‌زایی و تخریب زمین دارند انتخاب شد. به دلیل دشواری گذر از منطقه، به خصوص در محدوده‌ی ارتفاع‌های حلقه‌دره، و کمبود شدید پوشش گیاهی در آن، نقش عامل‌های انسانی در رخدادن تخریب زمین‌های منطقه بسیار ناچیز است. وزن معیارها

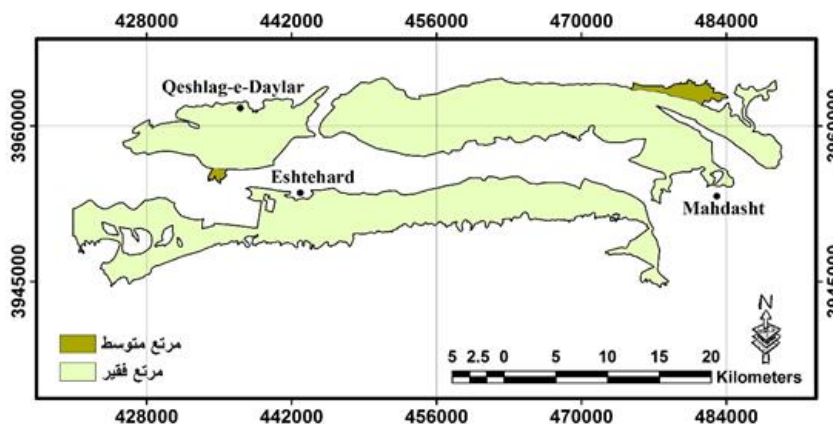
بررسی احتمال تخریب زمین با روش تاپسیس در مرتع‌های مشرف...

نام‌گذاری واحدهای سنگی در ورقه‌های کرج و اشتهارد پس از کنارهم گذاشتن دو ورقه‌ی مجاور متفاوت بود، ورقه‌ی کرج مبنای گرفته‌شده و واحدهای سنگی بر اساس آن نام‌گذاری شد (شکل ۳).

آبخیز کشور (۲۰۰۸) به‌کاربرده شد (شکل ۲). برای تهیه‌ی نقشه‌ی واحدهای سنگی منطقه نقشه‌ی زمین‌شناسی ورقه‌های اشتهارد و کرج با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تصویربرداری شد، و در ArcGIS 10.3 زمین‌مرجع و رقومی کرده شد. از آن‌جا که



شکل ۲- نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه.



شکل ۳- نقشه‌ی کاربری زمین منطقه.

می‌افتد، و پی‌رو آن فرسایش و تخریب زمین کم‌تر می‌شود، و به‌عکس. برای پهنه‌بندی کردن شوری در منطقه از واحدهای کاری دست‌کم در هر واحد کاری سه نمونه گرفته شد. هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع نمونه‌ها با دستگاه سنجش هدایت الکتریکی محاسبه شد. چهار طبقه‌ی شوری کم ($E_{ce} > 2$)، متوسط ($2 < E_{ce} < 4$)، زیاد ($4 < E_{ce} < 8$)، و خیلی زیاد ($E_{ce} > 8$) انتخاب شد (استف، ۱۹۵۴). برای پهنه‌بندی کردن نفوذپذیری در منطقه، مانند نمونه‌گیری برای شوری، به کمک GPS از هر واحد کاری نمونه‌ی دست‌نخورده دست‌کم در سه تکرار گرفته شد. نمونه‌گیری با استوانه‌ها و حلقه‌های برنجی مخصوص انجام

۲) ترکیب کردن نقشه‌های طبقه‌های شیب، کاربری زمین و زمین‌شناسی و ساختن نقشه‌ی واحدهای کاری. از تقاطع دادن لایه‌ی زمین‌شناسی با لایه‌های طبقه‌های شیب و کاربری زمین، ۹۱ واحد کاری همگن درست شد که در فرآیند اولویت‌بندی احتمال تخریب زمین، گزینه‌های مدل تصمیم‌گیری گرفته شدند. ۳) نمونه‌گرفتن از واحدها و مشخص کردن شاخص‌های ضریب نفوذپذیری و شوری. ضریب نفوذپذیری نقش مهمی در فرآیند بیابان‌زایی و تخریب زمین دارد (استولت، ۲۰۰۳؛ صالح پورجم و همکاران، ۲۰۱۷؛ بومبینو و همکاران، ۲۰۱۹)، به عبارت بهتر هر چه ضریب نفوذپذیری بیشتر باشد، روان‌آب کم‌تری به‌راه

سنگ‌شناختی واحدهای سنگی و بازدیدهای صحرایی، میزان حساسیت به فرسایش هر یک از واحدها از کمینه‌ی حساسیت به فرسایش (امتیاز ۱) تا بیشینه‌ی آن (امتیاز ۱۰) مشخص کرده شد.

۵) تعیین کردن وزن عامل‌های تاثیرگذار بر پهنه‌بندی مبتنی بر فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی. پس از ایجاد کردن چارچوب تصمیم و بهنجار کردن آن، وزن‌ها بر پایه‌ی نظر کارشناسان (۲۴ کارشناس) محاسبه شد. نرخ ناسازگاری با رابطه‌ی ۱ محاسبه شد.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

شد. برای پهنه‌بندی کردن شوری و نفوذپذیری در منطقه به ترتیب ۳۴۴ و ۳۴۰ نمونه برداشته شد. نمونه‌ها در آزمایشگاه خاک‌شناسی پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری تجزیه شد. چهار طبقه‌ی ضریب نفوذپذیری خیلی کم ($0/069 < \text{cm/min}$)، کم ($1/388 - 6/944 \text{ cm/min}$) و زیاد ($6/944 > \text{cm/min}$) انتخاب شد (بائر ۱۹۷۶).

۴) تعیین کردن حساسیت واحدها به فرسایش. حساسیت به فرسایش واحدهای سنگی تعیین کرده‌شد (پیروان و شریعت جعفری ۲۰۱۳). در این روش بر اساس خصوصیت‌های

رابطه‌ی ۱

RI، نمایه‌ی ناسازگاری تصادفی (از جدول ۱)

CI، نمایه‌ی سازگاری (محاسبه‌شده از رابطه‌ی ۲)

رابطه‌ی ۲

N، تعداد گزینه‌های چارچوب تصمیم

λ_{\max} ، میانگین اندازه‌های بردار سازگاری.

جدول ۱- نمایه‌های ناسازگاری تصادفی (ساعتی ۱۹۸۰).

تعداد شاخص	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
RI	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۵۸	۰/۹۰	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۶	۱/۴۹

رابطه‌ی ۶

$$A^- = \{(v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-)\} = \{(\min_i v_{ij} | j \in S_B), (\max_i v_{ij} | j \in S_C)\}$$

V محاسبه کردن فاصله‌ی اقلیدسی و نزدیکی نسبی به راه‌حل دل‌خواه با رابطه‌های ۷ تا ۹

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, \forall i \in I.$$

رابطه‌ی ۷

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \forall i \in I.$$

رابطه‌ی ۸

$$R_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, \text{ For } i \in I.$$

رابطه‌ی ۹

VI رتبه‌بندی کردن گزینه‌ها با اندازه‌های نزدیکی نسبی به گزینه‌ی دل‌خواه (هوانگ و یون، ۱۹۸۱).

۲) تهیه کردن نقشه‌ی پهنه‌بندی احتمال تخریب زمین‌های منطقه

۳) صحت‌سنجی کردن نقشه‌ی تهیه‌شده با نقشه‌ی شاهد به‌دست‌آمده از پیمایش. نقشه‌ی شاهد که نشان‌دهنده‌ی احتمال تخریب زمین در منطقه و مبتنی بر میزان پوشش گیاهی است

۱) اولویت‌بندی کردن واحدها با روش تاپسیس. وزن‌های به‌دست‌آمده از تحلیل سلسله‌مراتبی به‌کار گرفته شد تا گزینه‌ها در مرحله‌های زیر اولویت‌بندی شود:

I ایجاد چارچوب تصمیم

II ایجاد چارچوب به‌معیار با رابطه‌ی ۳

رابطه‌ی ۳

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \text{ for } i \in I = \{1, 2, \dots, m\} \text{ and } j \in J = \{1, 2, \dots, n\}.$$

III ایجاد چارچوب بهنجار موزون با رابطه‌ی ۴

رابطه‌ی ۴

$$v_{ij} = w_j n_{ij}, \forall i \in I, \forall j \in J.$$

IV تعیین کردن راه‌حل دل‌خواه مثبت و منفی با رابطه‌های ۵ و ۶

رابطه ۵

$$A^+ = \{(v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+)\} = \{(\max_i v_{ij} | j \in S_B), (\min_i v_{ij} | j \in S_C)\}$$

بررسی احتمال تخریب زمین با روش تاپسیس در مرتع‌های مشرف...

شد. از روی هم‌گذاشتن و تقاطع دادن نقشه‌ی پهنه‌بندی احتمال تخریب شدن زمین‌های منطقه، با کاربرد مدل AHP-TOPSIS و نقشه‌ی شاهد در ArcGIS 10.3، همپوشانی طبقه‌ها مشخص، و خطای نسبی با رابطه‌ی ۱۰ محاسبه شد (تاپینگ، ۲۰۱۲). درصد انطباق و بی‌انطباقی طبقه‌ها و محاسبه‌ی اندازه‌های متوسط درصد انطباق و بی‌انطباقی طبقه‌های مختلف احتمال تخریب زمین با برون‌داد مدل AHP-TOPSIS و نقشه‌ی شاهد محاسبه شد. رابطه‌ی ۱۰

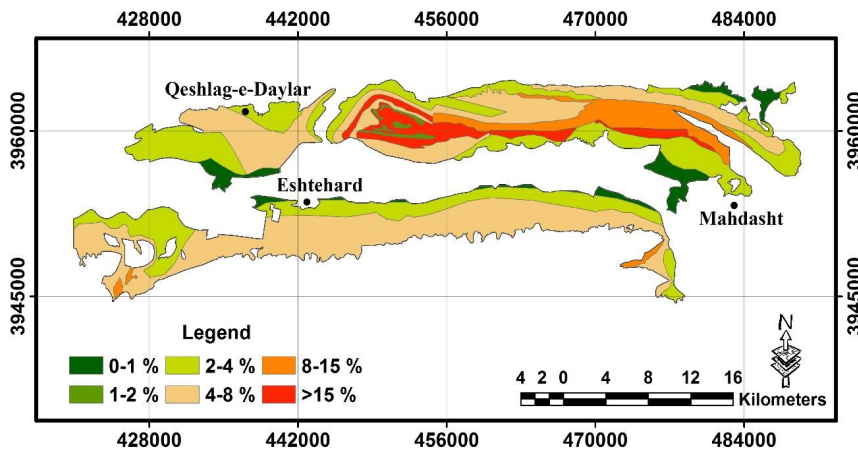
$$\text{خطای نسبی} = \frac{\text{مساحت شده برآورد} - \text{مساحت شده مشاهده}}{\text{مساحت شده مشاهده}}$$

کاری (شکل ۵) تهیه شد، که نشان‌دهنده‌ی ۹۱ واحد کاری است.

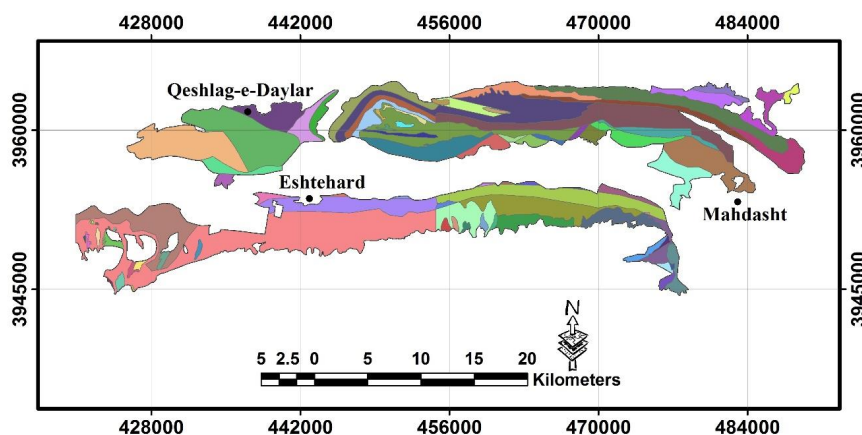
با روش تصادفی-سیستماتیک اندازه‌گیری نواری همراه با قاب اندازه‌گیری تهیه شد. در این روش طبقه‌های درصد تاج پوشش گیاهی کم‌تر از ۲۵٪، ۲۵ تا ۵۰٪، ۵۰ تا ۷۵٪ و بیش‌تر از ۷۵٪ تعیین، و به سیمای فرسایشی منطقه در واحدهای کاری توجه شد. در سیمای فرسایشی منطقه از فرسایش سطحی تا فرسایش هزار دره به چشم می‌خورد، به طوری که آن دسته از واحدهایی که فرسایش آن هزار دره است در طبقه‌ی احتمال تخریب زمین خیلی زیاد طبقه‌بندی شد. برای تعیین کردن سیمای فرسایش منطقه، تصویرهای گوگل‌ارت همگام با پیمایش میدانی به کار برده شد. میزان تطابق نقشه‌ی پهنه‌بندی شده با واقعیت زمینی آن بررسی

نتایج

نقشه‌ی طبقه‌های شیب منطقه (شکل ۳) و نقشه‌ی واحدهای



شکل ۴- نقشه‌ی طبقه‌های شیب منطقه.

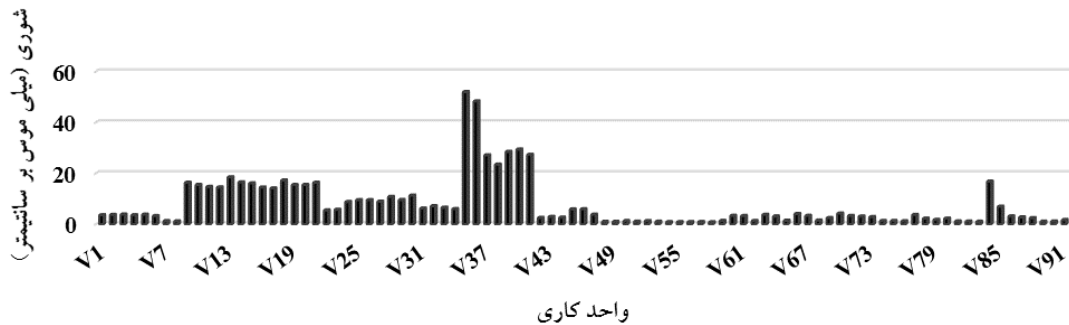


شکل ۵- نقشه‌ی واحدهای کاری منطقه.
جدول ۲- حساسیت واحدهای سنگی به فرسایش.

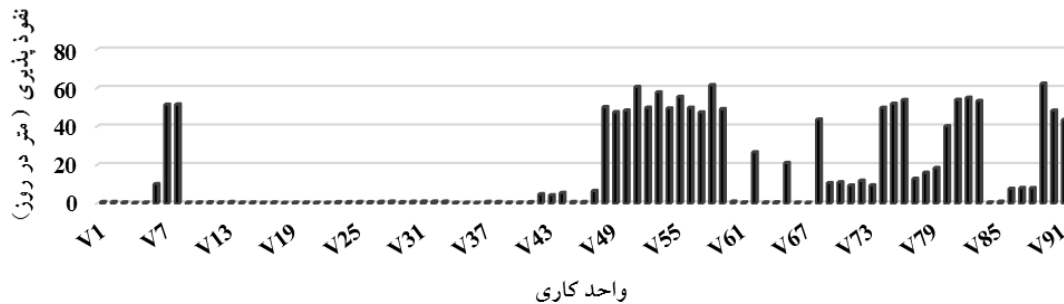
واحد‌های زمین‌شناسی	سنگ‌شناسی (علامت)	ضریب حساسیت به فرسایش	رده‌ی حساسیت به فرسایش
واحد‌های پیش از دوران چهارم	Mm	۷/۰	حساسیت زیاد
	Mm1	۷/۵	
	Mmc	۶/۰	
	Mmg	۷/۰	
	Mmsl	۸/۰	
واحد‌های دوران چهارم	Mmss	۷/۵	حساسیت زیاد
	Msc	۶/۵	
	Msh	۶/۰	
	Qc	۹/۰	
	Qf1	۶/۰	
واحد‌های دوران چهارم	Qf2	۸/۰	حساسیت خیلی زیاد
	Qf3	۸/۵	
	Qt1	۶/۰	
	Qt2	۸/۰	
	Qt3	۸/۵	

و ضریب نفوذپذیری در واحد‌های کاری منطقه در شکل‌های ۶ و ۷ آورده شد.

واحد‌های سنگی منطقه در دو رده‌ی حساسیت زیاد و خیلی زیاد به فرسایش طبقه‌بندی شد (جدول ۲). اندازه‌های متوسط شوری



شکل ۶- اندازه‌های متوسط شوری در واحد‌های کاری.



شکل ۷- اندازه‌های متوسط ضریب نفوذپذیری در واحد‌های کاری.

بررسی احتمال تخریب زمین با روش تاپسیس در مرتع‌های مشرف...

وزن و نسبت سازگاری معیارها با روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی در جدول ۳ آورده شد. از آنجا که نسبت سازگاری کم‌تر از ۰/۱ بود ($CR \geq 0.1$)، پذیرش سازگاری تایید شد.

جدول ۳- وزن معیارها و نسبت سازگاری.

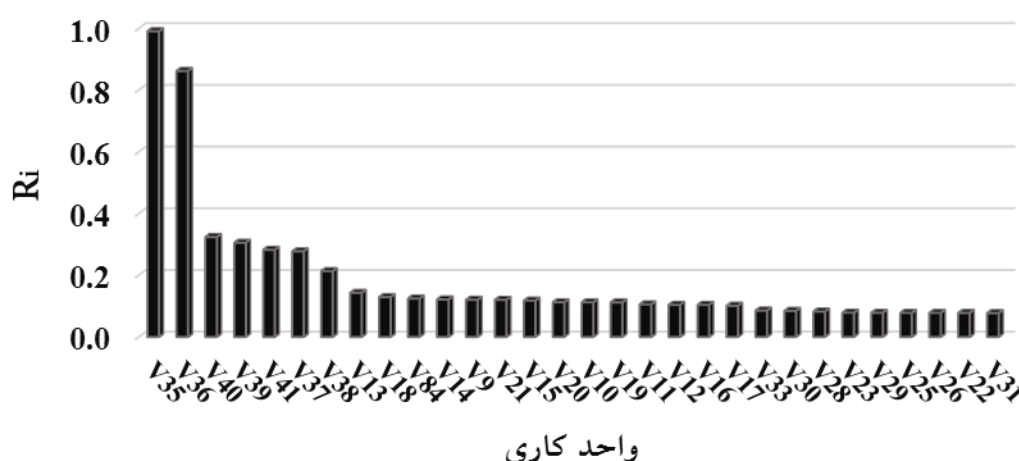
وزن	نمایه‌ی سازگاری (CI)	نمایه‌ی ناسازگاری تصادفی (RI)	نسبت سازگاری (CR)	معیار
۰/۲۳۴				حساسیت به فرسایش
۰/۶۸۸	۰/۰۳۹	۰/۵۸۰	۰/۰۶۷	شوری
۰/۰۷۸				نفوذپذیری

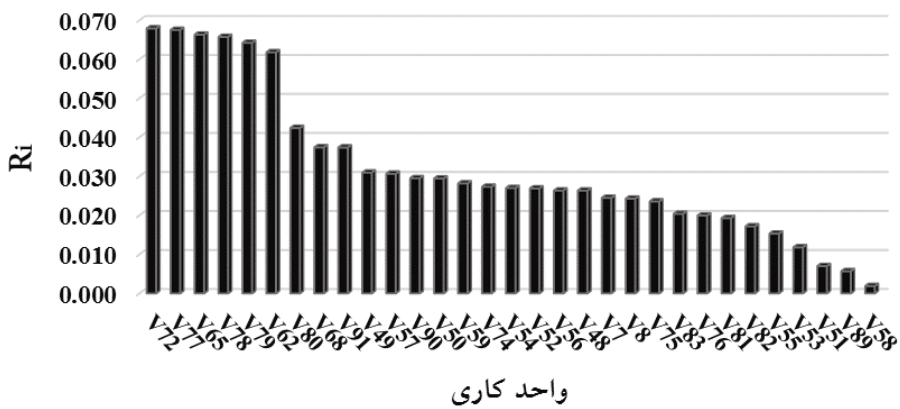
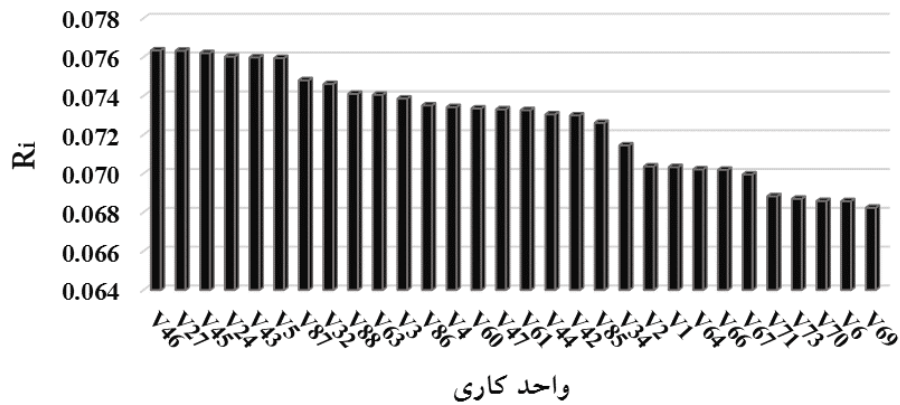
شوری و سرعت نفوذپذیری آب در هر یک از واحدهای کاری به‌مانند واحدهای همگن زمین (در مجموع ۹۱ واحد) تعیین و مشخص کرده شد. با در نظر گرفتن اندازه‌های حدی شاخص‌ها برای این ویژگی‌های سه‌گانه، با کاربرد اندازه‌های R_i از روش AHP-TOPSIS و حد طبقه‌های جدول ۴، شدت یا احتمال تخریب زمین در منطقه با توجه به ترکیب‌های متفاوت تعیین و مشخص کرده شد.

دامنه‌ی تغییر شاخص نزدیکی نسبی به راه‌حل دل‌خواه گزینه‌ها مبتنی بر روش AHP-TOPSIS از ۰/۰۰۲ تا ۰/۹۹۱ بود. بیشینه و کمینه‌ی احتمال تخریب زمین در واحدهای V35 و V58 با شاخص‌های ویکور به ترتیب ۰/۹۹۱ و ۰/۰۰۲ بود (شکل ۸). اولویت‌بندی احتمال تخریب زمین واحدها از بیشینه به کمینه در شکل ۸ آورده شد. اندازه‌های کمی سه شاخص حساسیت به فرسایش، میزان

جدول ۴- خلاصه‌ی نتیجه‌ی تلفیق کردن طبقه‌بندی احتمال تخریب زمین در منطقه.

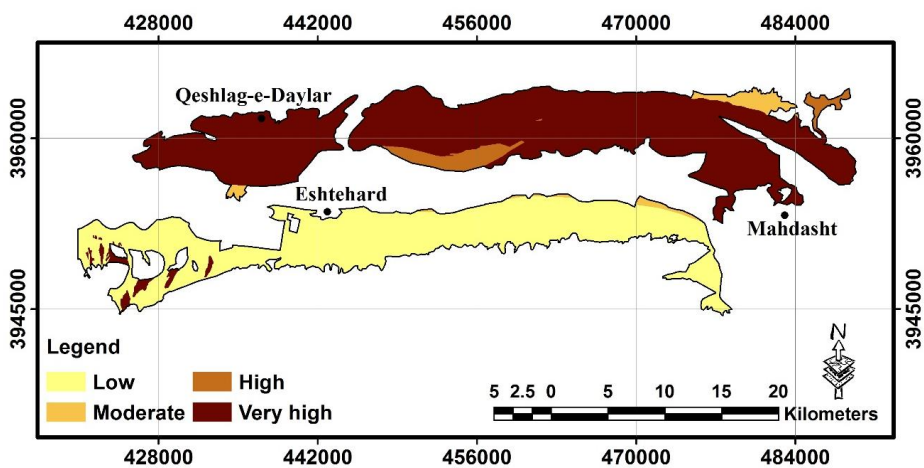
طبقه	احتمال تخریب زمین	شدت یا احتمال کمی بیابان‌زایی	حد تغییر اندازه‌های R_i	میانگین اندازه‌های R_i
I	کم	۰/۰۰ - ۰/۲۵	۰/۱۱۷-۰/۲۳۸	۰/۱۹۰
II	متوسط	۰/۲۵ - ۰/۵۰	۰/۳۰۴-۰/۳۸۷	۰/۳۴۶
III	زیاد	۰/۵۰ - ۰/۷۵	۰/۵۷۶-۰/۷۳۰	۰/۶۶۵
IV	خیلی زیاد	۰/۷۵ - ۱/۰۰	۰/۷۶۵-۰/۹۳۴	۰/۸۶۳





شکل ۸- اولویت‌بندی احتمال تخریب زمین واحدهای کاری در منطقه.

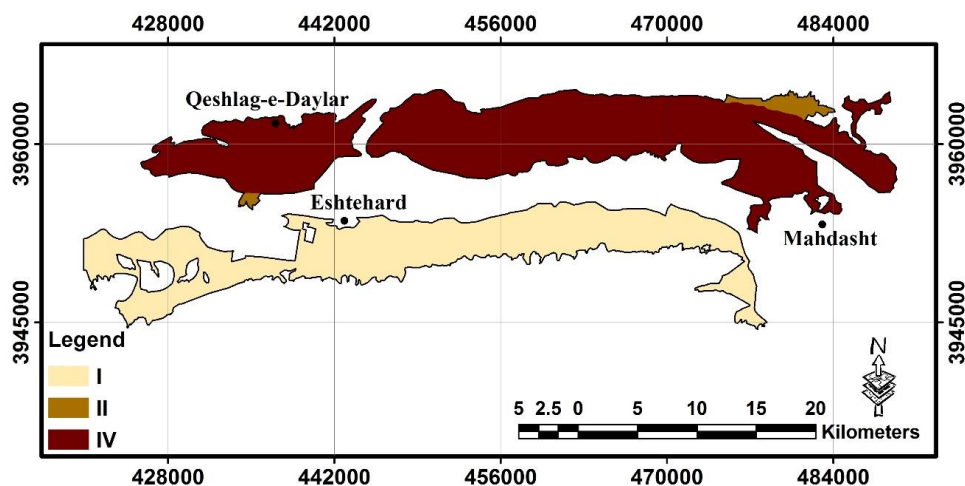
چهار طبقه‌ی احتمال یا شدت تخریب زمین در منطقه دیده شد، به طوری که احتمال تخریب زمین در ۲۰۸۷۲/۷۰۹ هکتار (۳۷/۹۷٪) از منطقه کم، در ۱۴۷۰/۲۹۷ هکتار (۲/۶۷٪) زیاد، در ۳۰۷۸۸/۰۶ هکتار (۳/۳۶٪) متوسط، در ۱۸۴۴/۸۶۱ هکتار (۵۶/۰۰٪) خیلی زیاد است (شکل ۹).



شکل ۹- نقشه‌ی پیش‌بینی‌شده‌ی احتمال تخریب زمین از مدل AHP-TOPSIS.

بررسی احتمال تخریب زمین با روش تاپسیس در مرتع‌های مشرف...

برای ارزیابی کردن مدل، نقشه‌ی وضعیت موجود منطقه (نقشه‌ی شاهد) تهیه شد (شکل ۱۰). در این نقشه سه پهنه‌ی بااحتمال تخریب زمین کم (شناسه‌ی I)، متوسط (شناسه‌ی II) و خیلی زیاد (شناسه‌ی IV) است.



شکل ۱۰- نقشه‌ی وضعیت موجود.

محاسبه شد. درصد انطباق و بی‌انطباقی طبقه‌ها، و اندازه‌های متوسط درصد انطباق و بی‌انطباقی طبقه‌های مختلف احتمال تخریب زمین، با برون‌داد مدل AHP-TOPSIS محاسبه، و نقشه‌ی وضعیت موجود منطقه تهیه شد (جدول ۵).

سپس از روی هم‌گذاشتن و تقاطع‌دادن نقشه‌ی پهنه‌بندی احتمال تخریب زمین با مدل AHP-TOPSIS (شکل ۹) و نقشه‌ی وضعیت موجود (نقشه‌ی شاهد) (شکل ۱۰) در ArcGIS 10.3 هم‌پوشانی طبقه‌ها مشخص، و خطای نسبی با رابطه‌ی ۱۰

جدول ۵- میزان هم‌پوشانی نقشه‌ها و محاسبه‌های ارزیابی.

مدل طبقه	مساحت (هکتار)	شاهد طبقه	مساحت مشترک (هکتار)	خطای نسبی (درصد)	انطباق طبقه‌ها (درصد)	انطباق متوسط طبقه‌ها (درصد)	بی‌انطباقی متوسط طبقه‌ها (درصد)	میزان هم‌پوشانی نقشه‌ها و محاسبه‌های ارزیابی	
								مساحت	خطای نسبی
I	۲۰۸۷۲/۷۱	I	۲۱۲۵۳/۶۰	۱/۷۹	۹۸/۲۱	۹۷/۵۱	۲/۴۹	۲۰۸۷۲/۷۱	I
II	۱۴۷۰/۳۰	II	۱۰۷۷/۷۳	۰/۰۰	۱۰۰/۰۰			۳۸۰/۹۳	II
IV	۳۲۶۴۴/۵۲	IV	۱۱/۶۴	۵/۶۹	۹۴/۳۱			۱۸۴۴/۸۶	III
								۳۰۷۸۸/۰۶	IV

بحث و نتیجه‌گیری

اولویت‌بندی احتمال تخریب زمین از جمله چارچوب‌های سیاست‌گذاری صحیح، به‌خصوص در مدیریت جامع و پایدار سرزمین در منطقه‌های خشک و نیمه خشک است. تعیین‌کردن احتمال تخریب زمین علاوه بر شاخص‌های سنجش از دور مرتبط با آثار تخریب زمین در منطقه (سپهر و زوکا ۲۰۱۲؛

نتیجه نشان‌دهنده‌ی انطباق خیلی زیاد طبقه‌های احتمال تخریب زمین از مدل AHP-TOPSIS با طبقه‌های مربوط در نقشه‌ی شاهد بود؛ انطباق متوسط طبقه‌های احتمال تخریب زمین و بی‌انطباقی آن با نقشه‌ی شاهد به‌ترتیب ۹۷/۵۱ و ۲/۴۹٪ بود، و انطباق متوسط طبقه‌های احتمال تخریب زمین در طبقه‌ی خیلی زیاد (۰/۷۵ تا ۱) بود.

نتیجه‌های روش تحلیل سلسله‌مراتبی نشان‌داد که از دیدگاه خبرگان، شوری مهم‌ترین عامل موثر در تخریب زمین و بیابان‌زایی است. سایر عامل‌ها مانند حساسیت به فرسایش و ضریب نفوذپذیری به ترتیب در رده‌های بعدی اهمیت بود. با افزایش یافتن شوری، گیاهان با مشکل جذب آب و مواد غذایی از خاک مواجه، و به افزایش اندازه‌ی یون‌های سمی مانند سدیم و کلر حساس می‌شوند. بنابراین، خاک‌های شور برای بسیاری از کاربری‌های کشاورزی مناسب نیست و پوشش گیاهی را کاهش می‌دهد (نیو و ریورگ، ۲۰۰۶). حضور سدیم در خاک با پراکنده کردن ذره‌های خاک و به هم زدن ساختمان آن، باعث انتقال ذره‌های خاک در گذر روان آب، و به عبارت بهتر فرسایش بیش‌تر خاک می‌شود (آگاسی و همکاران، ۱۹۹۴).

پیشنهادها

براساس نتیجه‌های به دست آمده، به کارگرفتن سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمتغیره مانند SAW و ELECTRE برای پهنه‌بندی کردن احتمال تخریب زمین واحدها پیشنهاد می‌شود. پیشنهاد می‌شود که دیگر روش‌های فازی مانند AHP-FUZZY SAW و AHP-FUZZY TOPSIS نیز در اولویت‌بندی کردن احتمال تخریب زمین و تعیین راه‌کارهای موثر بر بیابان‌زدایی به کار برده شود.

بررسی روابط علت و معلولی رخداد تخریب زمین با مدل‌های علت و معلولی مانند DPSIR و یافتن راه‌کارهای موثر در مهار کردن یا تعدیل کردن آن، در پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود. به کارگرفتن نقشه‌ی احتمال تخریب زمین و اولویت‌بندی کردن آن می‌تواند در اجرای کارهای احیاء طبیعت و برنامه‌ریزی‌های مدیریتی در این عرصه‌ها سودمند باشد.

سیاس‌گذاری

این پژوهش در طرح تحقیقاتی با شناسه‌ی ۹۵۱۱۵-۲۹-۲۹-۲ و با اعتبار مالی پژوهش‌شده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری به انجام رسیده است، و نویسندگان بدین‌وسیله از همه‌ی دست‌اندرکاران به‌ویژه از کارشناسان آزمایشگاه خاک‌شناسی این پژوهش‌شده صمیمانه قدردانی می‌کنند.

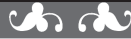
اجاج و همکاران ۲۰۱۷؛ مسعودی و همکاران ۲۰۱۸)، از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و تعیین شاخص‌های موثر در رخداد تخریب زمین و بیابان‌زایی نیز میسر است (یونیواتی ۲۰۱۶). نتیجه‌ی پهنه‌بندی کردن منطقه با روش AHP-TOPSIS نشان‌دهنده‌ی این است که احتمال تخریب زمین در چهار طبقه‌ی احتمال یا شدت تخریب زمین است، به طوری که احتمال تخریب زمین در ۳۷/۹۷٪ از منطقه کم، در ۲/۶۷٪ از منطقه متوسط، در ۳/۳۶٪ از منطقه زیاد، و در ۵۶/۰۰٪ از منطقه خیلی زیاد است. کریم‌پورریحان و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی معیار خاک‌شناسی موثر بر تخریب زمین در واحدهای سنگی دوران چهارم با منطق فازی نشان دادند که احتمال مخروط‌افکنه‌ها در طبقه‌های مختلف احتمال بیابان‌زایی در بخش جنوبی آبخیز رودخانه‌ی شور متغیر است. فیض‌نیا و نصرتی (۲۰۰۷) در بررسی اثر مواد مادری و کاربری زمین بر فرسایش خاک در آبخیز طالقان نشان دادند که فرسایش‌پذیری به دلیل تغییر سنگ‌شناسی مختلف از بازالت به سمت رسوب‌های آب‌رفتی افزایش می‌یابد، که نشان‌دهنده‌ی احتمال متفاوت فرسایش در واحدهای سنگی است.

شناسایی و محاسبه کردن شاخص‌های زمین‌شناسی موثر بر تخریب زمین و تلفیق کردن لایه‌های اطلاعاتی مبتنی بر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و اولویت‌بندی کردن واحدها از هدف‌های اصلی این تحقیق بود. با تقاطع دادن و روی هم گذاشتن نقشه‌ی پهنه‌بندی احتمال تخریب زمین به روش AHP-TOPSIS و نقشه‌ی زمین‌شناسی، مشخص شد که احتمال تخریب زمین در مخروط‌افکنه‌های کهن و جوان، و پادگانه‌های آب‌رفتی کهن (مرتفع)، جوان و بسیار جوان مشرف به کوه جارو در جنوب منطقه کم‌ترین، و در آهک‌رس‌های منطقه، مخروط‌افکنه‌های جوان و بسیار جوان مشرف به تشکیلات آهک‌رسی ارتفاع‌های حلقه‌دره و پادگانه‌های آب‌رفتی جوان و بسیار جوان ارتفاع‌های حلقه‌دره بیش‌ترین بود. صالح‌پورجم (۲۰۰۶) تابع ۰/۸ از مدل منطق فازی را برای تعیین شدت بیابان‌زایی واحدهای زمین‌ریخت‌شناختی معرفی کرد و نشان داد که با نتیجه‌های عملگر ۰/۸ از مدل منطق فازی، بیش‌ترین احتمال بیابان‌زایی در آبخیز رودخانه‌ی شور در مخروط‌افکنه‌های جنوب ارتفاع‌های حلقه‌دره بود، و احتمال بیابان‌زایی و تخریب زمین در مخروط‌افکنه‌های مشرف به کوه جارو کم بود.

- Agassi M, Bloem D, Ben Hur, M. 1994. Effect of drop energy and soil and water chemistry on infiltration and erosion. *Water Res.* 30(1): 1187–1193.
- Ahmadi H. 2012. *Applied geomorphology*, vol 1 (water erosion), University of Tehran Press, Tehran.
- Ahmadi H, Peimaninejad B, Kosar A, Mahdavi M. 2010. *A dictionary of agriculture and natural resources*. Vol. 12, University of Tehran Press, Tehran.
- Ajaj QM, Pradhan B, Noori AM, Jebur MN. 2017. Spatial monitoring of desertification extent in western Iraq using landsat images and GIS. *Land Degradation & Development*.28(8): 2418–2431.
- Asadi Nalivan O, Roštami Khalaj M, Mohseni Saravi M, Sour A. 2015. Prioritizing of watershed management planning using Topsis method in the watershed (case study: Zydast-Taleghan). *Journal of Watershed Management Research*. 6 (12): 98–107.
- Bano A, Fatima M. 2009. Salt tolerance in zeamays (l.) following inoculation with rhizobium and pseudomonas. *Biol. Fertility Soils*. 45: 405–413.
- Bombino G, Denisi P, Gómez JA, Zema DA. 2019. Water infiltration and surface runoff in steep clayey soils of olive groves under different management practices. *Water*.11(2): 240–252.
- Bouwer, H. 1976. *Groundwater hydrology*, McGraw-Hill Inc. New York, 569 P.
- Eskandari H, Borji M, Khosravi H, Mesbahzadeh T. 2016. Desertification of forest, range and desert in Tehran province, affected by climate change. *Solid Earth*.7(3): 905–915.
- Feiznia, S. 1997. Effect of salt domes of Iran on natural resources degradation, spread of salt land and desertification, (case study: Hable-Rood of Garmsar), *Proceedings of second conference of desertification and kinds of methods of desert combating*, Kerman, institute of Jungles and Rangelands researches, pp. 185–192.
- Feiznia S, Nosrati K. 2007. The effect of parent material and land-use on soil erosion (case study of the Taleghan drainage basin, Iran), *Proceedings of Symposium HS2005 at IUGG2007, Perugia, Water Quality and Sediment Behavior of the Future: Predictions for the 21st Century*. IAHS Publ, Perugia, Italy. pp. 310.
- Grau, JB, Corrales A, Tarquis Alfonso AM, Colombo F, Rios LDL, Cisneros JM. 2010. Mathematical model to select the optimal alternative for an integral plan to desertification and erosion control for the Chaco area in Salta province, Argentine. *Biogeosciences*.7(2): 2601–2630.
- Hwang, CL, Yoon, K. 1981. *Multiple attributes decision making methods and applications*. Springer, Berlin Heidelberg.
- Karimpour Reihan, M, Salehpour Jam A, Kianian MK, Jahani D. 2007. Investigation of pedological criterion on land degradation in quaternary rock units (Case Study: Rude-Shoor watershed area), *Desert*. 12: 77–84.
- Kashki, MT. 1997. Investigation of salinization trend of playa wetlands, (case study: Roodab, Sabzevar). M.Sc. thesis, Desert research institute, University of Tehran, Tehran, Iran.
- Lamchin M, Lee WK, Jeon SW, Lee JY, Song C, Piao D, Lim CH, Khaulenbek A, Navaandorj I. 2017. Correlation between desertification and environmental variables using remote sensing techniques in Hognokhaan, Mongolia. *Sustainability*.9(4): 581–597.
- Masoudi M, Jokar P, Pradhan B. 2018. A new approach for land degradation and desertification

- assessment using geospatial techniques. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 18(4): 1133–1140.
- Negaresh H, Rakhshani Z, Firoozi F, Alinia H. 2016. Desertification assessment using the analytic hierarchy process and GIS in southeast Iran. *Geografiska Annaler*. 1: 1–14.
- Neave M, Rayburg S. 2006. Salinity and erosion: a preliminary investigation of soil erosion on a salinized hillslope. *IAHS Publication*. 306–531.
- Paul, D. 2012. Osmotic stress adaptations in rhizobacteria. *Basic Microbiol Journal*. 52: 1–10.
- Peyrowan HR, Shariat Jafari M. 2013. Presentation of a comprehensive method for determining erodibility rate of rock units with a review on Iranian geology. *Journal of Watershed Engineering and Management*. 5(3): 199–213.
- Pishyar S, Khosravi H, Tavili A, Malekian A. 2016. Ranking effective desertification indices using Topsis and analytic hierarchy process. *Journal of Environmental Hazards*. 5(8): 83–96.
- Rączkowska Z, Bucała-Hrabia A, Prokop P. 2018. Geomorphological and sedimentological indicators of land degradation (M eghalaya P lateau, NE I ndia). *Land degradation & development*. 29(8): 2746–2759.
- Rajabi Aleni, M. 2001. Investigation of geological role on desertification (Case study: Mond watershed area). M.Sc. thesis, Arid Mountain Zone Reclamation Group, University of Tehran, Tehran, Iran.
- Saaty T. 1980. *The Analytical hierarchy process, planning, priority, Resource Allocation*, Rws pub, USA.
- Sadeghiravesh MH, Zehtabian G, Khosravi H. 2014. Application of AHP and ELECTRE models for assessment of dedesertification alternatives. *Desert*. 19(2): 141–153.
- Salehpour Jam A. 2006. Investigation of geological criterion on land degradation in geomorphological units, rude-shoor watershed area, M.Sc. thesis, , Arid and Mountain Zones Reclamation, Faculty of Natural resources, University of Tehran, Tehran, Iran.
- Salehpour Jam, A, Tabatabaei, M, Sarreshtehdari, A. 2017. Pedological criterion affecting desertification in alluvial fans using AHP-ELECTRE I technique (Case study: southeast of Rude-Shoor watershed area). *ECOPERSIA*. 5(1): 1711–1729.
- Salvati L, Zitti M, Perini L. 2016. Fifty years on: long-term patterns of land sensitivity to desertification in Italy. *Land degradation & development*. 27(2): 97–107.
- Sarabian L. 2002. Investigation of cause of salinization of water and soil in Gonbad plain, desert combating Msc. thesis, Arid and mountain zones reclamation, faculty of Natural resources, University of Tehran, Tehran, Iran.
- SCWMRI. 2008. *Watershed Atlas, Final Report*, Tehran, Iran.
- Sepehr A, Zucca C. 2012. Ranking desertification indicators using Topsis algorithm. *Natural hazards*. 62(3): 1137–1153.
- Staff USL. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. *Agricultural Handbook* 60. USAID, Washington, D.C, USA.
- Stolte J. 2003. *Effects of land use and infiltration behaviour on soil conservation strategies*. Alterra Green World Research, Wageningen, Netherlands.
- Tahmasebi A. 1998. Investigation of influence causes on salinization of water and soil and desert spreading in Rude-Shoor area, Eshtehard, Msc. thesis, Desert combating, Faculty of Natural resources, University of Tehran, Tehran, Iran.
- Topping, J. 2012. *Errors of Observation and their Treatment (Vol. 62)*. Springer Science & Business Media.
- Vieira RMSP, Tomasella J, Alvalá RCS, Sestini MF, Affonso AG, Rodriguez DA, Barbosa AA, Cunha APMA, Valles GF, Crepani E, De Oliveira SBP. 2015. Identifying areas susceptible to

- desertification in the Brazilian northeast. *Solid Earth*. 6(1): 347–360.
- Xu EQ, Zhang HQ, Li MX. 2015. Object-based mapping of karst rocky desertification using a support vector machine. *Land Degradation & Development*. 26(2): 158–167.
- Yuniwati I. 2016. Correlation test application of supplier's ranking using Topsis and AHP- Topsis method. *Cauchy*. 4(2): 65–73.



Watershed Management Research

VOL. 32, No. 4, Ser. No: 125, Winter 2020, pp. 79 –93
DOI: 10.22092/wmej.2019.126535.1227

An Assessment of the Land Degradation Potential Using the TOPSIS Method (Case Study: Rangelands Overlooking the City of Eshtehard, the Province of Alborz)

Amin Salehpour Jam*

(Corresponding Author)* Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Hamid Reza Peyrowan

Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Mahmoud Reza Tabatabaei

Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Amir Sarreshtehdari

Instructor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) Tehran, Iran

Jamal Mosaffaie

Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

*Corresponding Author Email: aminpourjam@yahoo.com

Received: 02 June 2019

Accepted: 03 September 2019

Abstract

Land degradation in different climates drastically disturbs natural ecosystems and reduces the biological production potential of the resources. To investigate the role of geological criteria on land degradation in rangelands surrounding Eshtehard, the map of units was prepared by overlaying and crossing maps of slope classes, land uses, and geological formations using the ArcGIS 10.3 software. Three indices of erodibility, salinity and permeability for each unit were considered and classified. The weights of criteria and consistency ratios were calculated by the AHP method. The TOPSIS method was used to prioritize the alternatives. The weighted normalized values, Euclidean distances, and the relative closeness to the ideal solution were calculated and top priority was given to the land degradation potential (DP) of the units. The results indicated that the relative closeness to the ideal solution obtained from the AHP-TOPSIS technique ranged from 0.002 to 0.991. Accordingly, the study area contains four categories of potential or severity of land degradation, namely: 20872.709 ha (37.97%) of the area with low DP, 1470.297 ha (2.67%) of the area with moderate DP, 1844.861 ha (3.36%) of the area with high DP, and 30788.02 ha (56.00%) of the area with high DP.

■ **Keywords:** Analytical hierarchy process, consistency ratio, ideal solution, MCDM, work units ■