مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره هفتم، شماره ۱۷، پاییز ۱۳۹۷
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۱/۱۵
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۲/۲۹
صفحات: ۲۱۲ - ۱۹۵

بررسی اثر خصوصیات خاک‌شناسی بر پتانسیل بیابان‌زایی مخروط افکنه‌ها با کاربرد روش AHP-FUZZY SAW (مطالعه موردی: مخروط افکنه‌های مشرف به ارتفاعات حلقه دره و جارو، منطقه اشتهارد)

امین صالح پورجم[1*]، محمودرضا طباطبایی[2]

چکیده

رخداد بیابان‌زایی با حذف پوشش گیاهی، منجر به ایجاد آثار نامطلوبی از قبیل فرسایش و تخریب اراضی و نیز تشدید سیلاب‌ها شده و پیامدهای زیست محیطی نامطلوبی را به دنبال دارد. به منظور بررسی اثر خصوصیات خاک‌شناسی بر پتانسیل بیابان‌زایی مخروط افکنه-های مشرف به ارتفاعات حلقه دره و جارو (منطقه اشتهارد، استان البرز)، نخست اقدام به تهیه‌ی نقشه‌ی طبقات شیب، کاربری اراضی و زمین شناسی کاربردی با هدف ایجاد واحدهای همگن و تعیین خصوصیات خاک شد، به‌طوری‌که از طریق روی‌هم قرار دادن و تقاطع این نقشه‌ها با لایه شبکه‌ای ایجاد شده به‌وسیله برنامه جانبی ET GeoWizards در نرم‌افزار ArcGIS 10.3، نقشه‌ی واحدهای کاری حاصل شد. در این تحقیق سه شاخص حساسیت‌پذیری نسبت به فرسایش، شوری و نفوذپذیری خاک در نظر گرفته شد که در نهایت هر یک به‌صورت نقشه‌ای طبقه‌بندی شده، ارایه گردیدند. در این تحقیق، نمونه برداری خاک با هدف ایجاد نقشه‌های شوری (۱۵۹ نمونه) و نفوذپذیری (۱۷۴ نمونه) در منطقه تحقیق به انجام رسید. سپس اقدام به محاسبه وزن معیارها و نیز نسبت سازگاری با کاربرد روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) شد. در این تحقیق از روش FUZZY SAW به منظور تعیین پتانسیل و اولویت بندی گزینه‌ها استفاده شد، به‌طوری‌که پس از تعریف اعداد فازی مثلثی مربوط به عبارات زبانی در دو طیف چهار و هفت‌گانه، اقدام به محاسبه شاخص ارجحیت گزینه‌ها گردید. بر اساس نتایج به‌دست آمده، دامنه تغییرات مقادیر ارجحیت گزینه‌ها مبتنی بر روش AHP-FUZZY SAW برای عبارت‌های زبانی چهار و هفت‌گانه به ترتیب از ۰/۲۵۴ تا ۰/۸۸۹ و ۰/۲۳۶ تا ۰/۹۰۳ متغیر است. نتایج تحقیق مبتنی بر طیف چهارگانه نشان‌داد که ۷۴/۱۸ درصد (۴۲۴۵/۷۷ هکتار) از منطقه دارای پتانسیل بیابان‌زایی کم و ۲۵/۸۲ درصد (۱۴۷۷/۶۷ هکتار) دارای پتانسیل بیابان‌زایی خیلی زیاد است. نتایج تحقیق مبتنی بر طیف هفت‌گانه نیز نشان‌داد که ۷۴/۱۸ درصد (۴۲۴۵/۷۷ هکتار) از منطقه دارای پتانسیل بیابان‌زایی کم، ۹/۷۸ درصد (۵۵۹/۵۳ هکتار) دارای پتانسیل بیابان‌زایی زیاد و ۱۶/۰۴ درصد (۹۱۸/۱۴ هکتار) دارای پتانسیل بیابان‌زایی خیلی زیاد است.

واژگان کلیدی: حساسیت‌پذیری به فرسایش، شوری، نفوذپذیری، اولویت‌بندی، تصمیم‌گیری چندمعیاره.

---

[1]- استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (نویسنده مسئول) salehpourjam@scwmri.ac.ir
[2]- استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی tabatabaei@scwmri.ac.ir

مقدمه

از زمانی‌که لمپری[1] در سال ۱۹۷۵، گزارشی از نرخ پیشروی ۵ تا ۶ کیلومتر در سال صحرای بزرگ آفریقا را در بازه زمانی ۱۹۵۸ تا ۱۹۷۵ ارایه نمود، پیشروی بیابان در محور توجه دولت‌ها قرارگرفت و بیابان‌زایی به یکی از مهم‌ترین موضوعات تحقیقاتی خشک‌بوم‌ها در سراسر جهان تبدیل شد (وو[2] و همکاران، ۲۰۰۸). بیابان‌زایی به تخریب اراضی در خشک‌بوم‌ها اطلاق می‌شود. بیابان‌زایی می‌تواند ناشی از عوامل متعددی از قبیل تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی باشد (UNCCD، ۲۰۱۲). بیابانزایی در اقلیم‌های مختلف موجب انهدام بوم‌سازگان‌های طبیعی شده، کاهش توان تولید بیولوژیک طبیعت را به همراه دارد. بررسی روند بیابان‌زایی مستلزم درک پدیده‌هایی است که هم به طور منفرد و هم در کنش و واکنش با یکدیگر در یک ناحیه تغییراتی را به‌وجود آورده‌اند که این تغییرات منجر به کاهش توان تولید در منطقه گردیده که این مساله تخریب متعاقب اراضی را سبب ساز است.

امروزه مطالعات بسیاری در زمینه‌ی تخریب اراضی و بیابان‌زایی صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به مطالعات صورت گرفته به‌وسیله فیض نیا (۱۳۷۶)، کاشکی (۱۳۷۶)، رجبی آلنی (۱۳۸۰)، سرابیان (۱۳۸۱)، صادقی روش[3] و همکاران (۲۰۱۴)، زو[4] و همکاران (۲۰۱۵)، وییرا[5] و همکاران (۲۰۱۵) و اسکندری[6] و همکاران (۲۰۱۶) اشاره نمود. فیض نیا (۱۳۷۴) حساسیت‌پذیری انواع واحدهای سنگی را در اقالیم مختلف مورد بررسی قرار داده، ضریب مقاومت به فرسایش واحدهای سنگی مختلف را ارائه نموده است. طهماسبی (۱۳۷۷) عوامل موثر در شورشدن آب و خاک و گسترش بیابان در حوضه رودخانه‌ی شور اشتهارد را بررسی نموده، منابع شورکننده نقطه‌ای (گنبدهای نمکی) و پراکنده (مارن‌های تبخیری) را مشخص نموده، میزان تأثیر آن‌ها را در تخریب آب و خاک منطقه بررسی کرده است. پال[7] (۲۰۱۲) شوری بیش از حد خاک را مانعی برای رشد گیاهان معرفی می‌کند. شوری تقریبا بر تمامی جنبه‌های توسعه گیاهان از قبیل جوانه‌زنی و رشد اثر گذار است. شوری خاک بر سمیت یونی، فشار اسمزی، مواد غذایی و تنش اکسایشی گیاهان و در نهایت محدود نمودن گیرش آب به‌وسیله ریشه گیاهان موثر است (بانو و فاتیما[8]، ۲۰۰۹). همچنین در مورد ضریب نفوذپذیری واحدهای منفصل مطالعات بسیاری به‌وسیله والتون[9] (۱۹۷۰)، بائر[10] (۱۹۷۶) و دیگران صورت گرفته به نحوی که بائر (۱۹۷۶) ضریب نفوذپذیری انواع واحدهای سنگی منفصل را طی جدولی ارائه نموده است. صالح پورجم (۱۳۸۵) اقدام به بررسی پتانسیل بیابان‌زایی انواع واحدهای سنگی در حوضه رودخانه شور با کاربرد روش منطق فازی نمود. وی تابع گامای فازی ۰/۸ را برای پهنه‌بندی پتانسیل بیابان‌زایی انواع واحدهای

1-Lampery
2-Wu
3-Sadeghiravesh
4-Xu
5-Vieira
6-Eskandari
7-Paul
8-Bano & Fatima
9-Walton
10-Bouwer

سنگی از نظر معیار زمین شناسی در واحدهای ژئومورفولوژیکی معرفی نمود. ون لیندن[1] و همکاران (۲۰۰۴) کیفیت خاک را به‌عنوان مهم‌ترین عامل در مدیریت پایدار اراضی معرفی نمودند. کریم‌پور ریحان[2] و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی خصوصیات خاک‌شناسی موثر بر تخریب اراضی در واحدهای سنگی کواترنر با کاربرد منطق فازی، نشان دادند که پتانسیل مخروط افکنه‌ها در طبقات مختلف پتانسیل بیابان‌زایی در بخش جنوبی حوزه آبخیز رودخانه شور متغیر است. فیض‌نیا[3] و نصرتی[4] (۲۰۰۷) در بررسی اثر مواد مادری و کاربری اراضی بر فرسایش خاک در حوزه آبخیز طالقان، نشان دادند که فرسایش‌پذیری به دلیل تغییرات سنگ شناسی مختلف از بازالت به سمت رسوبات آبرفتی افزایش می‌یابد. ویبرا و همکاران (۲۰۱۵) مناطق حساس به بیابان‌زایی را در شمال شرقی برزیل شناسایی کردند. نتایج تحقیقی نشان داد که این مناطق دارای پتانسیل بیابان‌زایی متوسط تا شدیداند.

همچنین، فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره در اولویت‌بندی اجرایی گزینه‌ها در طرح‌های کنترل فرسایش و بیابان‌زدایی مناطق دارای کاربرداند. گرو[5] و همکاران (۲۰۱۰) از سه مدل ELECTRE، AHP و PROMETHEE به منظور رتبه بندی بهترین گزینه های طرح جامع کنترل فرسایش و بیابان‌زایی استفاده نمودند. نتایج تحقیق گویای کارایی هر سه مدل در رتبه‌بندی گزینه‌های بیابان‌زدایی بود. صادقی روش و همکاران (۲۰۱۴) نیز اقدام به رتبه‌بندی گزینه‌های مقابله با بیابانزدایی با کاربرد روش AHP نمودند.

مخروط افکنه‌ها مبتنی بر پتانسیل تولید علوفه خویش، از نقشی کلیدی در هر سامان عرفی برخوردارند. لذا، تعیین پتانسیل بیابان‌زایی آنها به عنوان یکی از مهمترین شاخص‌های مدیریتی مراتع، از اهمیت به خصوصی در اجرای طرح‌های مرتعداری و مدیریت سرزمین برخوردار است.

داده‌ها و روش‌ها

الف: منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل آن دسته از مخروط افکنه‌هایی است که مشرف به ارتفاعات حلقه دره و جارو بوده و در منطقه اشتهارد (استان البرز) واقع‌اند. همچنین منطقه مورد مطالعه در محدوده جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۰ درجه شرقی و ۴۵/۵ دقیقه و ۳۵ درجه و ۴۷/۳ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۸/۹ دقیقه شمالی و در زون زمین‌شناسی ایران مرکزی واقع شده است. این حوضه از نظر اقلیمی متوسط بارش سالانه حدود ۲۰۰mm را دارا است. در این

1–Van Lynden

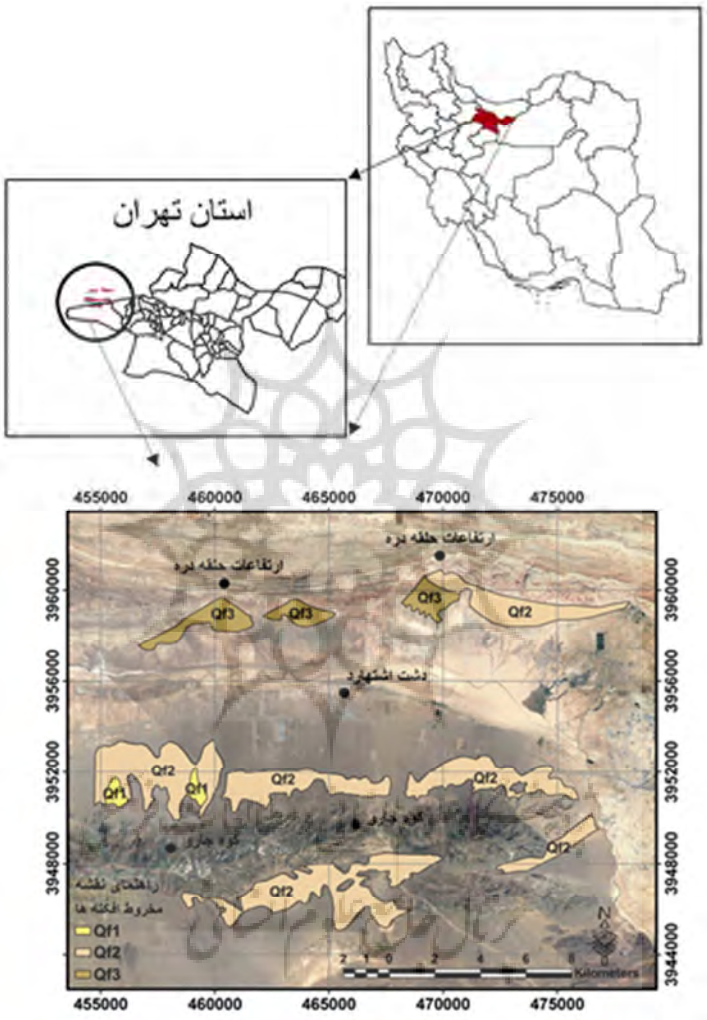
2–Karimpour Reihan

3–Feiznia

4-Nosrati

5–Grau

تحقیق، مخروط‌افکنه‌های منتخب مشرف به ارتفاعات حلقه دره و جارو (غرب استان تهران و جنوب استان البرز) از دیدگاه خصوصیات خاک‌شناسی موثر بر بیابان‌زایی مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

ب: روش انجام تحقیق

به‌منظور بررسی اثر خصوصیات خاک‌شناسی بر پتانسیل بیابان‌زایی مخروط‌افکنه‌ها در بخش جنوبی حوزه آبخیز رودخانه شور، نخست اقدام به تهیه‌ی نقشه‌ی طبقات شیب، کاربری اراضی و زمین شناسی کاربردی با هدف ایجاد واحدهای همگن و تعیین خصوصیات خاک شد، به‌طوری‌که از طریق روی هم قراردادن و تقاطع این نقشه‌ها با لایه

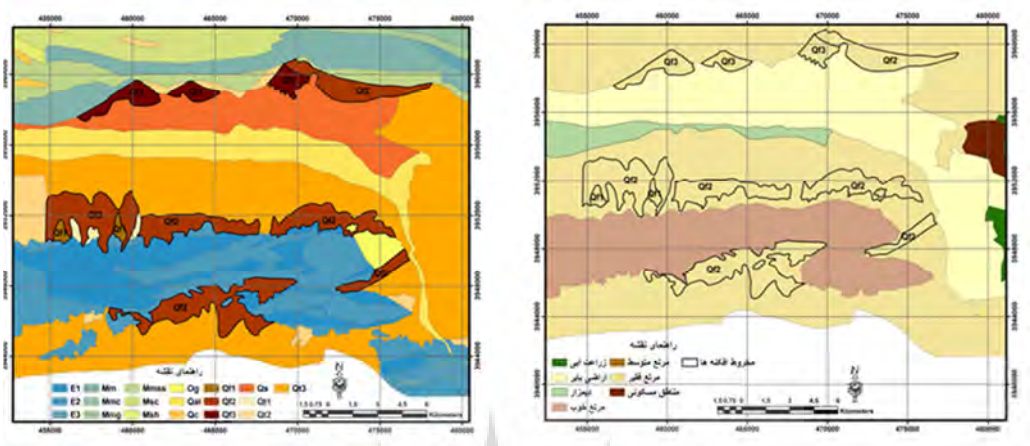
شبکه‌ای ایجاد شده به‌وسیله برنامه جانبی ET GeoWizards در نرم افزار ArcGIS 10.3، نقشه‌ی واحدهای کاری حاصل شد.

نقشه‌ی طبقات شیب منطقه‌ی هدف با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی سازمان نقشه‌برداری کشور در محیط نرم-افزاری ArcGIS 10.3 با در نظر گرفتن حدود طبقات شیب صفر تا یک درصد (طبقه ۱)، یک تا دو درصد (طبقه ۲)، دو تا چهار درصد (طبقه ۳)، چهار تا هشت درصد (طبقه ۴)، هشت تا ۱۵ درصد (طبقه ۵) و بیش از ۱۵ درصد (طبقه ۶) تهیه شد که در شکل ۴ ارایه شده است. همچنین در این تحقیق از نقشه کاربری اراضی حاصل از "طرح اطلس آبخیز"(شریفی، ۱۳۸۶) پس از بررسی منطقه هدف با استفاده از تصاویر Google Earth، Landsat 8 و نیز پایش میدانی استفاده شد (شکل ۲).

به منظور تهیه نقشه‌ی زمین شناسی منطقه‌ی هدف، نخست نقشه‌های زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه‌های اشتهارد و کرج اسکن و سپس از طریق نرم افزار ArcGIS 10.3 زمین مرجع شدند. با توجه به متفاوت بودن نامگذاری واحدهای سنگی در ورقه‌های کرج و اشتهارد، پس از کنار هم قرار دادن دو ورقه مجاور، ورقه کرج مبنا قرار گرفته و نامگذاری واحدهای سنگی بر اساس آن صورت پذیرفت. در راستای همسان سازی نام واحدهای سنگی یکسان با در نظر گرفتن نام واحدهای سنگی موجود در ورقه کرج به عنوان مبنا، تغییر نام واحدهای سنگی اشتهارد در جدول ۱ آورده شده است. (شکل ۳).

جدول ۱: همسان سازی نام واحدهای سنگی یکسان (با در نظر گرفتن نام واحدهای سنگی موجود در ورقه‌ی کرج به عنوان مبنا)

نام واحد سنگی موجود در ورقه اشتهارد	نام جدید واحد سنگی	مشخصات واحدهای سنگی جدید
Q^{cu}	Q_3^t	پادگانه‌های آبرفتی بسیار جوان
M^{m}	M^{m1}	تناوب مارن کرم تا خاکستری با میان لایه‌های مارن قهوه‌ای حاوی شن
Q^{sl}	Q^{s}	کفه‌های نمکی
Q^{fp}	Q^{al}	آبرفت‌های رودخانه‌ای و دشت‌های سیلابی
Q_2^t	Q_3^t	پادگانه های آبرفتی بسیار جوان
E_2^{ap}	E_2^{ta2}	تراکی آندزیت آفانتیک تا مگاپورفیری و آندزیت
E_2^{rt}	E_2^{t1}	توف سبز تراکیتی و برش
$M^{m,g}$	M^{m}	مارن گچ‌دار و گل سنگ با میان لایه‌های ماسه سنگی و گچ
$M^{s,g}$	M^{sc}	ماسه سنگ توده‌ای سخت نشده، کنگلومرا، سیلت سنگ و گچ
M^{rsh}	M^{mss}	مارن، نمک، سیلت سنگ با میان لایه‌های گچ



پس از تهیه نقشه‌های واحدهای سنگی، طبقات شیب و کاربری اراضی، نقشه واحدهای کاری با استفاده از نرم افزار ArcGIS 10.3 و به شیوه‌ی روی هم‌گذاری و تقاطع لایه‌ها با کاربرد تابع Union ایجاد شد. همچنین شبکه‌ای با ابعاد سلولی ۱۰۰۰*۱۰۰۰ متر مربع در منطقه تحقیق با کاربرد برنامه جانبی ET GeoWizards در نرم افزار ArcGIS 10.3 با هدف ایجاد واحدهای کاری بیشتر ایجاد شد.

در این تحقیق به‌منظور اولویت‌بندی گزینه‌ها، از روش FUZZY SAW به قرار مراحل زیر استفاده شد. توضیح اینکه اوزان بدست آمده از روش AHP در محاسبه شاخص ارجحیت گزینه‌ها (رابطه ۳) در روش FUZZY SAW به کاربرده شده است.

۱- پهنه‌بندی منطقه‌ی مورد مطالعه از نظر شاخص‌ها. پس از تهیه‌ی نقشه‌ی واحدهای کاری اقدام به پهنه‌بندی منطقه‌ی مورد مطالعه از نظر سه شاخص حساسیت‌پذیری نسبت به فرسایش، شوری و نفوذپذیری واحدهای سنگی شد. در این مرحله، منطقه تحقیق از دیدگاه مقاومت به فرسایش مبتنی بر نمونه‌های بافت خاک و ضرایب فرسایش پذیری جدول مورگان[1] (۱۹۸۶) و نیز در نظر گرفتن حدود ضرایب مقاومت به فرسایش روش فیض نیا (۱۳۷۴) امتیازدهی و سپس پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه از نظر شاخص مقاومت به فرسایش بر اساس اعداد فازی مثلثی مربوط به عبارت‌های زبانی در دو طیف مختلف چهار و هفت گانه، به ترتیب با در نظر گرفتن چهار طبقه شوری کم (۰≤ECe<۲)، متوسط (۲≤ECe<۴)، زیاد (۴≤ECe<۸) و خیلی زیاد (۸≤ECe) و نیز هفت طبقه مقاومت به فرسایش خیلی کم (۲-۰)، کم (۴-۲)، نسبتاً کم (۶-۴)، متوسط (۸-۶)، نسبتاً زیاد (۱۰-۸)، زیاد (۱۲-۱۰) و خیلی زیاد (۱۲<) با استفاده از نرم افزار ArcGIS 10.3 صورت گرفت.

به منظور پهنه‌بندی منطقه‌ی مورد مطالعه از نظر شاخص شوری نخست نمونه‌گیری تصادفی از واحدهای کاری صورت پذیرفت و دست‌کم در هر واحد کاری سه نمونه گرفته شد (نمونه‌ها از ۲۰ سانتی‌متر بالایی خاک برداشت شدند (شکل ۶)). بدین منظور هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع مربوط به ۱۵۹ نمونه به‌وسیله دستگاه EC متر بر

1-Morgan

حسب میلی موس بر سانتی‌متر محاسبه شد و در نهایت طبق طبقه‌بندی شوری به روش USSL (۱۹۵۴)، اعداد فازی مثلثی مربوط به عبارت‌های زبانی در دو طیف مختلف چهار و هفت گانه، به ترتیب با در نظر گرفتن چهار طبقه شوری کم (۲>ECe≥۰)، متوسط (۴>ECe≥۲)، زیاد (۸>ECe≥۴) و خیلی زیاد (ECe≥۸) و نیز هفت طبقه شوری خیلی کم (۲>ECe≥۰)، کم (۴>ECe≥۲)، نسبتاً کم (۶>ECe≥۴)، متوسط (۸>ECe≥۶)، نسبتاً زیاد (۱۰>ECe≥۸)، زیاد (۱۲>ECe≥۱۰) و خیلی زیاد (ECe>=۱۲) پهنه‌بندی منطقه‌ی مورد مطالعه به لحاظ شاخص شوری صورت گرفت.

همچنین به منظور پهنه‌بندی منطقه‌ی مورد مطالعه از نظر شاخص ضریب نفوذپذیری همانند نمونه‌گیری برای اندازه‌گیری شوری عمل شد، به طوری که در هر واحد کاری دست‌کم در سه تکرار به کمک GPS نسبت به گرفتن نمونه دست نخورده اقدام شد (نمونه‌ها از ۲۰ سانتی‌متر بالایی خاک برداشت شدند). نمونه‌گیری به‌وسیله استوانه‌ها و یا حلقه‌های برنجی مخصوص (دارای قطر داخلی ۱۰ سانتیمتر و ارتفاع ۱۲ سانتیمتر) صورت گرفت. نمونه‌های گرفته شده در پایان هر روز به آزمایشگاه منتقل شده، ضریب نفوذپذیری آن‌ها طبق آزمایش دارسی تعیین شد. بدین منظور ضریب نفوذپذیری مربوط به ۱۷۴ نمونه‌ی دست نخورده طبق آزمایش دارسی بر حسب متر در روز محاسبه شد (شکل ۶) و در نهایت طبق طبقه‌بندی ضریب نفوذپذیری صورت گرفته به وسیله بائر[1] (۱۹۷۶)، اعداد فازی مثلثی مربوط به عبارت‌های زبانی در دو طیف مختلف چهار و هفت گانه، به ترتیب با در نظر گرفتن چهار طبقه ضریب نفوذپذیری خیلی کم (۰/۰۶۹> cm/min)، کم (۱/۳۸۸cm/min-۰/۰۶۹)، متوسط (۶/۹۴۴ cm/min-۱/۳۸۸) و زیاد (۶/۹۴۴< cm/min) و نیز هفت طبقه ضریب نفوذپذیری خیلی کم (۰/۰۶۹> cm/min)، کم (۰/۹۰۰ cm/min-۰/۰۶۹)، نسبتاً کم (۱/۳۸۸ cm/min-۰/۹۰۰)، متوسط (۶/۹۴۴ cm/min-۱/۳۸۸)، نسبتاً زیاد (۱۰/۰۰۰ cm/min-۶/۹۴۴)، زیاد (۱۲/۵۰۰ cm/min-۱۰/۰۰۰) و خیلی زیاد (۱۲/۵۰۰< cm/min) پهنه‌بندی منطقه‌ی مورد مطالعه به لحاظ شاخص ضریب نفوذپذیری صورت گرفت.

۲- ایجاد ماتریس تصمیم. ماتریس تصمیم مبتنی بر ویژگی‌های واحدهای کاری بر اساس سه شاخص ضریب مقاومت به فرسایش، شوری و نفوذپذیری ایجاد گردید (X_{ij}).

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

که در آن: X_{ij}، عملکرد گزینه i ام (i = 1,2,…,m) در رابطه با معیار j ام (j = 1,2,…,n) است.

1-Bouwer

۳- تعیین بردار وزن معیارها (w_j). در این مرحله، به‌منظور مشخص نمودن اوزان معیارهای مختلف، از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به قرار مراحل زیر استفاده شد (ساعتی[1]، ۱۹۸۰):

الف. ایجاد ماتریس مقایسات زوجی. مقایسات میان هر معیار با استفاده از مقیاس اندازه‌گیری ارایه شده به‌وسیله ساعتی (۱۹۸۰) صورت گرفت، به‌طوری‌که مقادیر عددی ۱ تا ۹ بسته به اهمیت نسبی معیارها به کاربرده شده است. در این تحقیق نخست پرسشنامه فرایند تحلیل سلسله مراتبی مبتنی بر مقایسات زوجی معیارها تهیه و سرانجام از ۲۴ کارشناس نظرسنجی صورت گرفت.

ب. ایجاد ماتریس مقایسات زوجی نرمال شده.

ج. محاسبه اوزان معیارها.

د. محاسبه نسبت سازگاری (CR) (رابطه ۱).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (۱)$$

که در آن: RI، نمایه ناسازگاری تصادفی است که از جدول ۲ به‌دست آمده و CI، نمایه سازگاری است که از رابطه ۲ قابل محاسبه است:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (۲)$$

که در آن: N، تعداد گزینه‌ها در ماتریس تصمیم (رتبه ماتریس) و λmax، میانگین بردار پایندگی است.

جدول ۲: نمایه‌های ناسازگاری تصادفی (ساعتی، ۱۹۸۰)

N	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

۲- تعریف اعداد فازی مثلثی مربوط به عبارت‌های زبانی. در این مرحله، اعداد فازی مثلثی مربوط به عبارت‌های زبانی در دو طیف مختلف چهار و هفت‌گانه در ارتباط با هر شاخص مشخص گردیده است (جداول ۳ و ۴).

جدول ۳: اعداد فازی مثلثی چهارگانه مرتبط با عبارت‌های زبانی

حالت	عدد فازی مثلثی	عبارت زبانی شاخص‌ها		
		نفوذپذیری	شوری	ضریب مقاومت به فرسایش
۱	(۰/۳۳ و ۰/۰۰ و ۰/۰۰)	خیلی زیاد	کم	خیلی زیاد
۲	(۰/۶۷ و ۰/۳۳ و ۰/۰۰)	زیاد	متوسط	زیاد
۳	(۱/۰۰ و ۰/۶۷ و ۰/۳۳)	متوسط	زیاد	متوسط

1- Saaty

۴	(۱/۰۰ و ۱/۰۰ و ۰/۶۷)	کم	خیلی زیاد	کم

جدول ۴: اعداد فازی مثلثی هفت‌گانه مرتبط با عبارت‌های زبانی

حالت	عدد فازی مثلثی	عبارت زبانی شاخص‌ها		
		نفوذپذیری	**شوری**	**ضریب مقاومت به فرسایش**
۱	(۰/۲۰ و ۰/۰۰ و ۰/۰۰)	خیلی زیاد	خیلی کم	خیلی زیاد
۲	(۰/۳۵ و ۰/۲۰ و ۰/۰۵)	زیاد	کم	زیاد
۳	(۰/۵۰ و ۰/۳۵ و ۰/۲۰)	نسبتا زیاد	نسبتا کم	نسبتا زیاد
۴	(۰/۶۵ و ۰/۵۰ و ۰/۳۵)	متوسط	متوسط	متوسط
۵	(۰/۸۰ و ۰/۶۵ و ۰/۵۰)	نسبتا کم	نسبتا زیاد	نسبتا کم
۶	(۰/۹۵ و ۰/۸۰ و ۰/۶۵)	کم	زیاد	کم
۷	(۱/۰۰ و ۱/۰۰ و ۰/۸۰)	خیلی کم	خیلی زیاد	خیلی کم

۳- محاسبه شاخص ارجحیت گزینه‌ها (رابطه ۳).

$$\tilde{u}_i(x) = \sum_{j=1}^{n} \tilde{w}_j \tilde{r}_{ij}(x) \qquad (۳)$$

که در آن: $\tilde{u}_i(x)$، شاخص اولویت گزینه i ام، $\tilde{w}_j$، وزن هر معیار و $\tilde{r}_{ij}$، عدد فازی مرتبط با عبارت زبانی گزینه i ام مبتنی بر معیار j ام است.

۴- تبدیل مقادیر ارجحیت فازی به مقادیر قطعی (رابطه ۴).

$$u_i(x) = \left[\left(u_{w_i} - l_{w_i}\right) + \left(m_{w_i} - l_{w_i}\right)\right]/3 + l_{w_i} \qquad (۴)$$

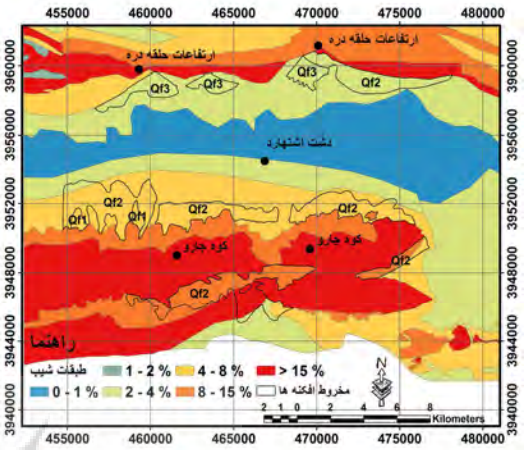
که در آن: $u_i(x)$، شاخص ارجحیت قطعی و l_{w_i}، m_{w_i} و u_{w_i} به ترتیب کران پایین، وسط و بالایی شاخص ارجحیت فازی‌اند.

۵- رتبه‌بندی گزینه‌ها و انتخاب گزینه برتر (A^*) (رابطه ۵).

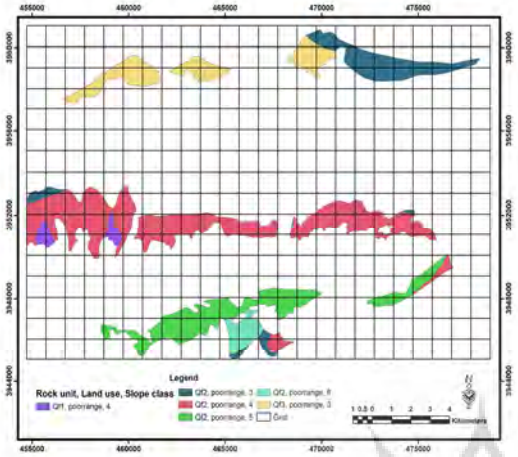
$$A^* = \left\{ u_i(x) \middle| \max_i u_i(x) \middle| i = 1,2,\ldots,n \right\} \qquad (۵)$$

یافته‌های تحقیق

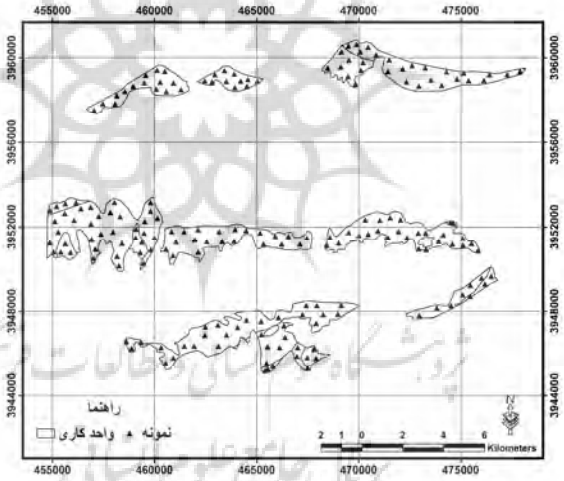
نقشه طبقات شیب، واحدهای کاری و نیز پراکنش نقاط نمونه¬گیری در منطقه تحقیق در شکل¬های ۴ تا ۶ ارایه شده است.



شکل۴: نقشه‌ی طبقات شیب



شکل ۵: نقشه‌ی واحدهای کاری



شکل۶: نقشه‌ی پراکنش نمونه‌ها

مقادیر متوسط شاخص‌ها در هر یک از واحدها در جدول ۳ ارایه شده است.

جدول ۳: ویژگی‌های واحدهای کاری بر اساس سه شاخص ضریب مقاومت به فرسایش، شوری و نفوذپذیری

شماره‌ی واحد	مساحت (هکتار)	نفوذپذیری		شوری		ضریب مقاومت به فرسایش	
		طبقه کیفی	مقدار کمی (متر در روز)	طبقه کیفی	مقدار کمی (میلی موس بر سانتیمتر)	طبقه کیفی	مقدار کمی (بدون بعد)
۱	۶۷۹	خیلی کم	۰/۶۱۴	خیلی زیاد	۱۲/۴۳۰	کم	۳
۲	۲۳۹	خیلی کم	۰/۷۱۸	زیاد	۱۱/۲۷۰	کم	۳
۳	۱۹۳	خیلی کم	۰/۶۷۱	نسبتاً زیاد	۹/۴۸۰	کم	۳
۴	۳۶۷	خیلی کم	۰/۶۲۰	نسبتاً زیاد	۹/۶۴۰	کم	۳
۵	۹	نسبتاً کم	۱۹/۲۳۰	خیلی کم	۰/۹۰۵	نسبتاً کم	۴
۶	۷۰۸	متوسط	۵۹/۴۴۴	خیلی کم	۰/۷۴۶	نسبتاً کم	۴
۷	۶۸۲	متوسط	۶۸/۱۱۴	خیلی کم	۰/۶۸۰	نسبتاً کم	۴
۸	۶۹	نسبتاً کم	۱۷/۲۱۵	خیلی کم	۱/۰۰۲	نسبتاً کم	۴
۹	۱۰۴۷	متوسط	۵۱/۸۲۵	خیلی کم	۰/۹۱۸	نسبتاً کم	۴
۱۰	۷۳	متوسط	۷۱/۰۱۹	خیلی کم	۰/۷۳۰	نسبتاً کم	۵
۱۱	۸۰	متوسط	۶۸/۲۲۵	خیلی کم	۰/۸۸۱	نسبتاً کم	۵
۱۲	۷۰	متوسط	۵۳/۰۳۰	خیلی کم	۰/۸۰۲	نسبتاً کم	۴
۱۳	۲۴۹	متوسط	۶۳/۷۹۱	خیلی کم	۱/۰۳۰	نسبتاً کم	۴
۱۴	۹۴۳	کم	۱۲/۲۰۱	خیلی کم	۰/۷۸۳	نسبتاً کم	۴
۱۵	۷۵	متوسط	۵۹/۷۰۱	خیلی کم	۰/۸۸۰	نسبتاً کم	۴
۱۶	۵۷	نسبتاً کم	۱۳/۶۱۳	خیلی کم	۱/۰۹۶	نسبتاً کم	۴
۱۷	۱۸۵	کم	۱۱/۸۲۲	خیلی کم	۰/۸۱۷	نسبتاً کم	۴

اوزان و نسبت سازگاری معیارها مبتنی بر روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در جدول ۴ ارایه شده است. با توجه به این‌که نسبت سازگاری کمتر از ۰/۱ است ($CR \leq 0.1$)، سازگاری مورد قبول است.

جدول ۴: وزن معیارها و نسبت سازگاری

معیار	نسبت سازگاری (CR)	نمایه ناسازگاری تصادفی(RI)	نمایه سازگاری (CI)	وزن
ضریب مقاومت به فرسایش	۰/۰۴۷	۰/۵۸۰	۰/۰۲۷	۰/۲۲۱
شوری				۰/۶۸۵
نفوذپذیری				۰/۰۹۳

مقادیر ارجحیت فازی و قطعی گزینه‌ها، به ترتیب به صورت میانگین وزنی فازی و قطعی شده در ارتباط با اعداد فازی مثلثی مربوط به عبارت‌های زبانی در جداول ۵ و ۶ ارایه شده است. در این تحقیق، شاخص‌های ضریب مقاومت به فرسایش، شوری و نفوذپذیری به ترتیب باعث کاهش، افزایش و کاهش مقدار تابع مطلوبیت گردیده و به عنوان شاخص‌های منفی، مثبت و منفی در نظر گرفته شده‌اند.

جدول ۵: شاخص ارجحیت فازی و قطعی گزینه‌ها در طیف عبارت‌های زبانی چهارگانه

مقادیر	گزینه‌ها																
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17
l_{w_i}	۶۶۹ ۰/	/۶۶۹ ۰	/۶۶۹ ۰	/۶۶۹ ۰	/۱۷۹ ۰	/۱۴۸ ۰	/۱۴۸ ۰	/۱۷۹ ۰	/۱۴۸ ۰	/۰۷۳ ۰	/۰۷۳ ۰	/۱۴۸ ۰	/۱۴۸ ۰	/۱۷۹ ۰	/۱۴۸ ۰	/۱۷۹ ۰	/۱۷۹ ۰
m_{w_i}	۹۹۹ ۰/	/۹۹۹ ۰	/۹۹۹ ۰	/۹۹۹ ۰	/۲۸۳ ۰	/۲۵۲ ۰	/۲۵۲ ۰	/۲۸۳ ۰	/۲۵۲ ۰	/۱۷۹ ۰	/۱۷۹ ۰	/۲۵۲ ۰	/۲۵۲ ۰	/۲۸۳ ۰	/۲۵۲ ۰	/۲۸۳ ۰	/۲۸۳ ۰
u_{w_i}	۹۹۹ ۰/	/۹۹۹ ۰	/۹۹۹ ۰	/۹۹۹ ۰	/۵۴۰ ۰	/۵۰۹ ۰	/۵۰۹ ۰	/۵۴۰ ۰	/۵۰۹ ۰	/۵۰۹ ۰	/۵۰۹ ۰	/۵۰۹ ۰	/۵۰۹ ۰	/۵۴۰ ۰	/۵۰۹ ۰	/۵۴۰ ۰	/۵۴۰ ۰
$u_i(x)$	۸۸۹ ۰/	/۸۸۹ ۰	/۸۸۹ ۰	/۸۸۹ ۰	/۳۳۴ ۰	/۳۰۳ ۰	/۳۰۳ ۰	/۳۳۴ ۰	/۳۰۳ ۰	/۲۵۴ ۰	/۲۵۴ ۰	/۳۰۳ ۰	/۳۰۳ ۰	/۳۳۴ ۰	/۳۰۳ ۰	/۳۳۴ ۰	/۳۳۴ ۰

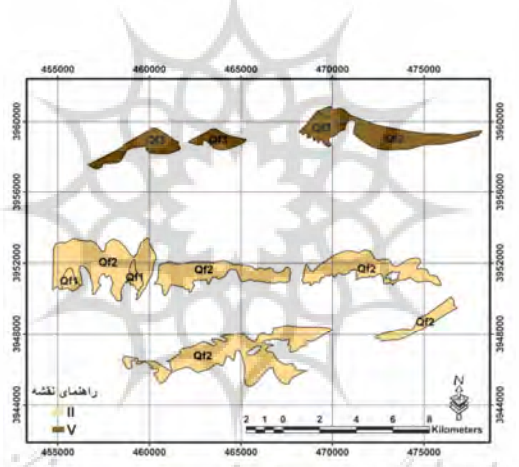
جدول ۶: شاخص ارجحیت فازی و قطعی گزینه‌ها در طیف عبارت‌های زبانی هفت‌گانه

مقادیر	گزینه‌ها																
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17
l_{w_i}	۷۶۶ ۰/	/۶۶۳ ۰	/۵۶۱ ۰	/۵۶۱ ۰	/۱۵۷ ۰	/۱۴۳ ۰	/۱۴۳ ۰	/۱۵۷ ۰	/۱۴۳ ۰	/۱۴۳ ۰	/۱۴۳ ۰	/۱۴۳ ۰	/۱۴۳ ۰	/۱۷۱ ۰	/۱۴۳ ۰	/۱۵۷ ۰	/۱۷۱ ۰
m_{w_i}	۹۵ ۰/۵	/۸۱۸ ۰	/۷۱۵ ۰	/۷۱۵ ۰	/۲۰۴ ۰	/۱۹۰ ۰	/۱۹۰ ۰	/۲۰۴ ۰	/۱۹۰ ۰	/۱۹۰ ۰	/۱۹۰ ۰	/۱۹۰ ۰	/۱۹۰ ۰	/۲۱۸ ۰	/۱۹۰ ۰	/۲۰۴ ۰	/۲۱۸ ۰
u_{w_i}	۹۸ ۰/۸	/۹۵۴ ۰	/۸۵۱ ۰	/۸۵۱ ۰	/۳۸۸ ۰	/۳۷۴ ۰	/۳۷۴ ۰	/۳۸۸ ۰	/۳۷۴ ۰	/۳۷۴ ۰	/۳۷۴ ۰	/۳۷۴ ۰	/۳۷۴ ۰	/۴۰۲ ۰	/۳۷۴ ۰	/۳۸۸ ۰	/۴۰۲ ۰
$u_i(x)$	۹۰ ۰/۳	/۸۱۲ ۰	/۷۰۹ ۰	/۷۰۹ ۰	/۲۵۰ ۰	/۲۳۶ ۰	/۲۳۶ ۰	/۲۵۰ ۰	/۲۳۶ ۰	/۲۳۶ ۰	/۲۳۶ ۰	/۲۳۶ ۰	/۲۳۶ ۰	/۲۶۴ ۰	/۲۳۶ ۰	/۲۵۰ ۰	/۲۶۴ ۰

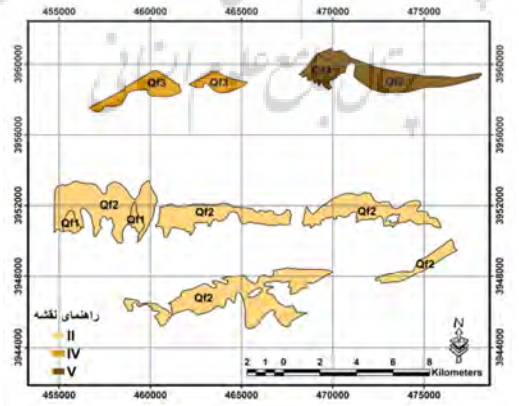
در این تحقیق، دامنه تغییرات مقادیر ارجحیت گزینه‌ها مبتنی بر روش AHP-FUZZY SAW برای عبارت‌های زبانی چهار و هفت‌گانه به ترتیب از ۰/۲۵۴ تا ۰/۸۸۹ و ۰/۲۳۶ تا ۰/۹۰۳ متغیر است. بر این اساس، طبقه‌بندی پتانسیل بیابان‌زایی مخروط‌افکنه‌ها در محیط نرم‌افزاری ArcGIS 10.4 مبتنی بر شاخص‌های ارجحیت ($u_i(x)$) و حدود طبقات مندرج در جدول ۷ صورت گرفت که نتایج در اشکال ۷ و ۸ ارایه شده است.

جدول ۷: خلاصه نتایج تلفیقی طبقه‌بندی پتانسیل بیابان‌زایی در منطقه تحقیق

طبقه	حدود تغییرات $u_i(x)$ در طیف ۴ گانه	حدود تغییرات $u_i(x)$ در طیف ۷ گانه	میانگین ارجحیت در طیف ۴ گانه	میانگین ارجحیت در طیف ۷ گانه	پتانسیل کمی بیابان زایی	پتانسیل کیفی بیابان زایی
I	-	-	-	-	۰/۰۰ – ۰/۲۰	خیلی کم
II	۰/۲۵۴ – ۰/۳۳۴	۰/۲۳۶ – ۰/۲۶۴	۰/۳۰۷	۰/۲۴۳	۰/۲۰ – ۰/۴۰	کم
III	-	-	-	-	۰/۴۰ – ۰/۶۰	متوسط
IV	-	۰/۷۰۹ – ۰/۷۰۹	-	۰/۷۰۹	۰/۶۰ – ۰/۸۰	زیاد
V	۰/۸۸۹ – ۰/۸۸۹	۰/۸۱۲ –۰/۹۰۳	۰/۸۸۹	۰/۸۵۷	۰/۸۰ – ۱/۰۰	خیلی زیاد



شکل ۷: نقشه‌ی پهنه‌بندی پتانسیل بیابانزایی مخروط افکنه¬ها در طیف چهارگانه با کاربرد روش AHP-FUZZY SAW



شکل ۸: نقشه‌ی پهنه‌بندی پتانسیل بیابانزایی مخروط افکنه‌ها در طیف هفت‌گانه با کاربرد روش AHP-FUZZY SAW

نتایج تحقیق مبتنی بر طیف چهارگانه نشان‌داد که واحدهای V5 تا V17 در طبقه پتانسیل بیابان‌زایی کم و واحدهای V1 تا V4، در طبقه پتانسیل بیابان‌زایی خیلی زیاد قرار دارند. نتایج حاصل از پهنه‌بندی پتانسیل بیابان-

زایی واحدها مبتنی بر طیف هفت‌گانه نیز نشان‌داد که واحدهای V5 تا V17 در طبقه پتانسیل بیابان‌زایی کم، واحدهای V3 و V4، در طبقه پتانسیل بیابان‌زایی زیاد و نیز واحدهای V1 و V2 در طبقه پتانسیل بیابان‌زایی خیلی زیاد قرار دارند. همچنین تقاطع و روی‌هم‌گذاری نقشه پهنه‌بندی پتانسیل بیابان‌زایی مخروط افکنه‌ها با نقشه زمین-شناسی منطقه، پتانسیل بیابان‌زایی مخروط افکنه‌های منطقه را مشخص‌نمود (جدول ۷).

جدول ۷: پتانسیل بیابان‌زایی مخروط افکنه‌ها

واحد سنگی	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	طیف چهارگانه				طیف هفت‌گانه			
			طبقه	پتانسیل کیفی بیابان‌زایی	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	طبقه	پتانسیل کیفی بیابان‌زایی	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
Q_1^f	۷۲/۵۷	۱/۲۷	II	کم	۴۲۴۵/۷۷	۷۴/۱۸	II	کم	۴۲۴۵/۷۷	۷۴/۱۸
Q_1^f	۷۹/۶۵	۱/۳۹								
Q_2^f	۶۸۲/۲۸	۱۱/۹۲								
Q_2^f	۷۰۷/۸۶	۱۲/۳۷								
Q_2^f	۶۹/۹۸	۱/۲۲								
Q_2^f	۷۵/۱۵	۱/۳۱								
Q_2^f	۱۰۴۶/۵۷	۱۸/۲۹								
Q_2^f	۲۴۹/۲۹	۴/۳۶								
Q_2^f	۹۴۳/۰۱	۱۶/۴۸								
Q_2^f	۱۸۵/۴۱	۳/۲۴								
Q_2^f	۸/۶۳	۰/۱۵								
Q_2^f	۶۸/۶۲	۱/۲۰								
Q_2^f	۵۶/۷۴	۰/۹۹								
Q_3^f	۱۹۲/۷۱	۳/۳۷	V	خیلی زیاد	۱۴۷۷/۶۷	۲۵/۸۲	IV	زیاد	۵۵۹/۵۳	۹/۷۸
Q_3^f	۳۶۶/۸۲	۶/۴۱								
Q_3^f	۲۳۹/۲۲	۴/۱۸					V	خیلی زیاد	۹۱۸/۱۴	۱۶/۰۴
Q_2^f	۶۷۸/۹۲	۱۱/۸۶								

نتایج تحقیق مبتنی بر طیف چهارگانه نشان‌داد که ۷۴/۱۸ درصد (۴۲۴۵/۷۷ هکتار) از منطقه دارای پتانسیل بیابان-زایی کم و ۲۵/۸۲ درصد (۱۴۷۷/۶۷ هکتار) دارای پتانسیل بیابان‌زایی خیلی زیاد است. نتایج تحقیق مبتنی بر طیف هفت‌گانه نیز نشان‌داد که ۷۴/۱۸ درصد (۴۲۴۵/۷۷ هکتار) از منطقه دارای پتانسیل بیابان‌زایی کم، ۹/۷۸ درصد (۵۵۹/۵۳ هکتار) دارای پتانسیل بیابان‌زایی زیاد و ۱۶/۰۴ درصد (۹۱۸/۱۴ هکتار) دارای پتانسیل بیابان‌زایی خیلی زیاد است.

همچنین نتایج تحقیق مبتنی بر طیف چهارگانه نشان‌داد که جوانترین مخروط افکنه‌ها (Q_3^f) و نیز قدیمی‌ترین مخروط افکنه‌ها (Q_1^f) در منطقه به ترتیب دارای پتانسیل بیابان‌زایی خیلی زیاد (۷۹۸/۷۵ هکتار) و کم (۱۵۲/۲۳ هکتار) می‌باشند. نتایج تحقیق مبتنی بر طیف هفت‌گانه نیز نشان‌داد که جوانترین مخروط افکنه‌های منطقه (Q_3^f) در دو طبقه پتانسیل بیابان‌زایی زیاد (۵۵۹/۵۳ هکتار) و خیلی زیاد (۲۳۹/۲۲ هکتار) و قدیمی‌ترین مخروط افکنه‌ها (Q_1^f) در طبقه پتانسیل بیابان‌زایی کم (۱۵۲/۲۳ هکتار) واقع‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از پهنه‌بندی منطقه تحقیق با کاربرد روش AHP-FUZZY SAW نشان‌دهنده حضور طبقات مختلف پتانسیل بیابان‌زایی در منطقه تحقیق، مبتنی بر طیف‌های چهار و هفت‌گانه است، به‌طوری‌که در طیف چهارگانه حضور دو طبقه کم (I) و خیلی زیاد (V) و در طیف هفت‌گانه حضور سه طبقه کم (I)، زیاد (IV) و خیلی زیاد (V) در پهنه‌بندی پتانسیل بیابان‌زایی مخروط‌افکنه‌ها از نظر خصوصیات خاکشناسی با کاربرد روش AHP-FUZZY SAW به چشم می‌خورد.

مبتنی بر تقاطع و روی‌هم‌گذاری نقشه‌ی پهنه‌بندی پتانسیل بیابان‌زایی در منطقه‌ی تحقیق حاصل از روش AHP-FUZZY SAW با نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه‌ی مورد مطالعه، مشخص شد که خاک‌های واقع در مخروط‌افکنه‌های مشرف به تشکیلات مارنی (Q_2^f و Q_3^f) دارای بیشینه پتانسیل بیابان‌زایی در منطقه‌ی تحقیق‌اند، به طوریکه بر اساس طیف چهارگانه از پتانسیل بیابان‌زایی خیلی زیاد و مبتنی بر طیف هفت‌گانه از پتانسیل بیابان‌زایی زیاد و خیلی زیاد برخوردارند. بررسی‌های میدانی و مطالعاتی نشان داد که از جمله دلایل مهم پتانسیل بالای تخریب اراضی مخروط‌افکنه‌های مشرف به ارتفاعات حلقه دره، حضور سازندهای مارنی و شور در سراب آن‌ها است که به‌عنوان منشأ تشکیل این مخروط‌افکنه‌ها در دوره‌های مختلف زمین‌شناسی بوده و آن‌ها را در طول زمان تحت تأثیر خود قرار داده‌اند. صالح پورجم (۱۳۸۵) تابع گامای فازی ۰/۸ را برای پهنه‌بندی پتانسیل بیابان‌زایی انواع واحدهای سنگی از نظر معیار زمین‌شناسی در واحدهای ژئومورفولوژیکی معرفی نمود. نتایج تحقیق وی نشان داد که مبتنی بر نتایج عملگر ۰/۸ از مدل منطق فازی، واحدهای سنگی Q_2^f و Q_3^f واقع در جنوب ارتفاعات حلقه دره دارای بیشینه پتانسیل بیابان‌زایی در حوزه آبخیز رودخانه شور بوده، همچنین مخروط‌افکنه‌های مشرف به کوه جارو از پتانسیل کم بیابان‌زایی و تخریب اراضی برخوردار بوده‌اند.

در این تحقیق، تعریف اعداد فازی مثلثی در قالب عبارت‌های زبانی در دو طیف مختلف چهار و هفت‌گانه در ارتباط با شاخص‌های حساسیت‌پذیری نسبت به فرسایش، شوری و نفوذپذیری خاک صورت گرفته است. نتایج تحقیق نشان‌دهنده کارایی بهتر برازش مدل دارای عبارت‌های زبانی هفت‌گانه در اولویت بندی پتانسیل بیابان‌زایی واحدها به دلیل توزیع منطقی‌تر شاخص ارجحیت گزینه‌هاست، به نحوی که تعلق امتیازات فازی شاخص‌های در نظرگرفته‌شده به مجموعه فازی از توزیع منطقی‌تری برخوردار است.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از تحقیق جاری، استفاده از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند متغیره از قبیل TOPSIS و ELECTRE به‌منظور بررسی نقش خصوصیات خاک‌شناسی در پتانسیل بیابان‌زایی واحدها پیشنهاد می‌شود. همچنین پیشنهاد می گردد تا از روش AHP-FUZZY SAW در اولویت‌بندی راه کارهای موثر بر بیابان‌زدایی مناطق نیز استفاده گردد.

منابع

رجبی آلنی محمد (۱۳۸۰). بررسی نقش زمین شناسی در بیابان‌زایی حوزه‌ی آبخیز مند، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران.

سرابیان لیلا (۱۳۸۱). بررسی علل شور شدن آب و خاک در دشت گنبد ـ آلاگل. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی بیابان زدایی، دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران.

شریفی فرود (۱۳۸۶). اطلس سیمای حوزه‌های آبخیز کشور. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. شماره گزارش: ۵۰۵۱۸، ۱۴۰ صفحه.

صالح پورجم امین (۱۳۸۵). بررسی معیار زمین شناسی موثر بر تخریب اراضی در واحدهای ژئومورفولوژی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز رودخانه شور)، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران.

طهماسبی اصغر (۱۳۷۷). بررسی عوامل موثر در شور شدن آب و خاک و گسترش بیابان در حوزه‌ی رودخانه‌ی شور اشتهارد، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی بیابان زدایی، دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران.

فیض نیا سادات (۱۳۷۴). مقاومت سنگ‌ها در مقابل فرسایش در اقالیم مختلف ایران. مجله‌ی منابع طبیعی ایران، شماره‌ی ۴۷، صص ۹۵-۱۱۶.

فیض نیا سادات (۱۳۷۶). بیابان زایی ناشی از ویژگی‌های زمین شناسی ایران، مطالعه‌ی موردی (گنبدهای نمکی). مجله‌ی بیابان، جلد دوم، شماره‌های ۱، ۲، ۳ و ۴، صص ۵۸-۴۷.

کاشکی محمدتقی (۱۳۷۶). بررسی روند شور شدن اراضی فاریاب حاشیه پلایا، منطقه‌ی رودآب سبزوار. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مدیریت مناطق بیابانی. مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران. دانشگاه تهران.

Bano, A. and Fatima, M., (2009), Salt Tolerance in Zea mays (L.) Following inoculation with Rhizobium and Pseudomonas. Biol. Fertility Soils. 45:405-413.

Bouwer, H., (1976), Groundwater hydrology, McGraw-Hill Inc, New York, 569 p.

Esenov, P.E., and Redjepbaeu, K.R., (1999), Desert problems and desertification in central Asia, the reclamation of saline soils, Springer Publishers.

Eskandari, H., Borji, M., Khosravi, H. and Mesbahzadeh, T., (2016), Desertification of forest, range and desert in Tehran province, affected by climate change. Solid Earth, 7(3): 905-915.

Feiznia, S. and Nosrati, K., (2007), The effect of parent material and land use on soil erosion: a case study of the Taleghan drainage basin, Iran. IAHS Publication, 1: 300-314.

Grau, J.B., Corrales, A., Tarquis Alfonso, A.M., Colombo, F., Rios, L.D.L. and Cisneros, J.M., (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.

Karimpour Reihan, M., Salehpourjam, A., Kianian, M.K. and Jahani, D., (2007), Investigation of pedological criterion on land degradation in quaternary rock units, Case Study: Rude-Shoor watershed area, Desert, 12: 77-84.

Morgan, R. P. C. (1986), Soil Erosion and Conservation. Longman Group Limited, UK, 298 p.

Paul, D., (2012). Osmotic stress adaptations in rhizobacteria. Basic Microbiol Journal. 52:1–10.

Sadeghiravesh, M.H., Zehtabian, G. and Khosravi, H., (2014), Application of AHP and ELECTRE models for assessment of desertification alternatives. Desert, 19(2): 141-153.

Saaty T. (1980), The Analytical Hierarchy process, planning, priority, Resource Allocation, Rws pub, USA.

UNCCD (2012), Africa, Bonn: UNCCD, available from: http://www.unccd. int/en/ regional-access/ Pages /countries.aspx, accessed: 5th May 2013.

U.S. Salinity Laboratory (USSL), (1954), Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agricultural Handbook 60. USA, Washington, D.C.
Van Lynden, G., Mantel, S. and Van Ostrum, A., (2004), Guiding Principles for the Qualitative Assessment of Soil Degradation: With a focus on salination, nutrient decline, and soil pollution. FAO.
Vieira, R.M.S.P., Tomasella, J., Alvalá, R.C.S., Sestini, M.F., Affonso, A.G., Rodriguez, D.A., Barbosa, A.A., Cunha, A.P.M.A., Valles, G.F., Crepani, E. and De Oliveira, S.B.P., (2015), Identifying areas susceptible to desertification in the Brazilian northeast. Solid Earth, 6(1): 347-360.
Walton, C.W. (1970), Groundwater resources evaluation. MC-Graw. Hill, Inc., Kogakusha.
Wu, W., De Pauw, E. and Zucca, C., (2008), Land degradation monitoring in the west Muus, China, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVII: 846-858.
Xu, E.Q., Zhang, H.Q. and Li, M.X., (2015), Object-based mapping of karst rocky desertification using a support vector machine. Land Degradation and Development, 26(2): 158-167.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Investigation of the Soil Characteristics on Desertification Potential in Alluvial Fans Using AHP-FUZZY SAW Method (Case Study: Alluvial Fans Surrounding Halghe Dareh and Jaroo Mountains, Eshtehard)

Amin Salehpour Jam*[1], Mahmoud Reza Tabatabaei[2]

Received: 04-04-2017 Accepted: 19-05-2018

Abstract

Desertification event by eliminating plant cover leads to the unfavorable effects such as erosion, land degradation, accelerated floods and also unfavorable environmental outputs. In the investigation of pedological criterion affecting on land degradation in alluvial fans Surrounding Halghe Dareh and Jaroo Mountains, Eshtehard, Karaj, first, maps of slope classes, land use, and geology were created, then a map of units was founded by overlaying and crossing these maps and grid layer created by extension of ET GeoWizards in ArcGIS 10.3 software. In this research three indices of erodibility, salinity and permeability of soil were considered, finally, each of them was shown in the shape of the classified map. In this study, soil sampling was carried out to create maps of salinity, 159 samples, and permeability, 174 samples. Then, weights of criteria and consistency ratio were calculated by AHP method. In this research, FUZZY SAW method was used to prioritize the options, in the manner that after defining the triangular fuzzy numbers in four and seven level scales, the preferred index was calculated. The results show that the preferred index obtained from AHP-FUZZY SAW technique alters from 0.254 to 0.889 and 0.236 to 0.903 for four and seven level scales, respectively. According to the four levels of linguistic variables, 74/18% (4245/77 ha) and 25/82% (1477/67 ha) of the area were classified into two classes of low and very high desertification potential, respectively. The results also showed that in the seven levels of linguistic variables, 74/18% (4245/77 ha), 9/78% (559/53 ha), and 16/04% (918/14 ha) of the area were classified into three classes of low, high, and very high desertification potential, respectively.

Keywords: Erodibility, Salinity, Permeability, Prioritization, Multiple criteria decision making.

[1]*- Assistant Professor, Soil Conservation, and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. Email: salehpourjam@scwmri.ac.ir

[2]- Assistant Professor, Soil Conservation, and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.