Archive of SID

مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶

ص ۳۹۸-۳۸۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱۲
تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۲/۲۳

تعیین مهم‌ترین معیارها و شاخص‌های مؤثر بر تخریب سرزمین و بیابان‌زایی

❖ **نوشین شاکریان؛** دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکدهٔ منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

❖ **غلامرضا زهتابیان؛** استاد دانشکدهٔ منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

❖ **محمدعلی زارع چاهوکی؛** استاد گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه تهران، ایران.

❖ **حسن خسروی*؛** عضو هیات علمی دانشکدهٔ منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

چکیده

امروزه پدیدهٔ تخریب سرزمین و بیابان‌زایی از معضلات پیچیده و مهمی است که به بحرانی در سراسر جهان تبدیل شده است و استفاده از سیستم‌های ارزیابی برای بررسی روند تخریب و اتخاذ راهکار مناسب جهت مقابله با این پدیده، امری ضروری و حائز اهمیت است. اولین گام در مطالعه و بررسی تخریب سرزمین و بیابان‌زایی تعیین معیارها و شاخص‌های تأثیرگذار بر این فرآیندها می‌باشد. به همین منظور در این مطالعه به بررسی اولویت و اهمیت تعداد قابل توجهی از معیارها و شاخص‌های تأثیرگذار بر تخریب سرزمین و بیابان‌زایی پرداخته شد. در این پژوهش ابتدا بر اساس منابع و پرسشنامه و نظر متخصصان تعداد ۸ معیار و ۴۹ شاخص را انتخاب و بر اساس ۸ ملاک ارزیابی خصوصیات شاخص‌ها از طریق پرسشنامه و نظرخواهی از متخصصان مورد ارزیابی قرار گرفت. با کمک روش آنتروپی شانون، معیارهای مناسب برای ارزشیابی شاخص‌ها، وزن‌دهی شد و سپس با بکارگیری روش تصمیم‌گیری چند شاخصهٔ رتبه ای TOPSIS مؤثرترین شاخص‌های تأثیرگذار بر تخریب سرزمین و بیابان‌زایی برای مدیریت و مقابله با آن‌ها تعیین شدند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که از میان ملاک‌های ارزیابی و خصوصیاتی که برای یک معیار یا شاخص باید در نظر گرفته شود، مقیاس، دارای بالاترین وزن و اهمیت و حساس بودن به تغییرات، کم‌ترین وزن و اهمیت را دارد. نتایج حاصل از اولویت‌بندی و رتبه‌بندی معیارها و شاخص‌ها با مدل TOPSIS نشان دهندهٔ این بود که شدت بهره‌برداری از منابع آب در معیار آب با ضریب نزدیکی ۰/۷۹۰ بیشترین تأثیر و استفادهٔ بهینه از امکانات و نیروهای موجود در معیار مدیریتی با ضریب نزدیکی ۰/۱۱۲ کمترین تأثیر را در تخریب سرزمین و بیابان‌زایی دارند.

کلید واژگان: تخریب سرزمین، بیابان‌زایی، معیار و شاخص، آنتروپی شانون، روش تصمیم‌گیری چندشاخصه، تاپسیس.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۰۰۹۸۲۶۳۲۲۴۹۳۱۳+

Email: hakhosravi@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

تخریب سرزمین نتیجهٔ فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مشتق شده از فشارهای محیطی، اجتماعی و اقتصادی بر منابع می‌باشد که ارزیابی جهانی آن بیش از ۳۵ سال پیش آغاز شده است [۲]. بیابان‌زایی به معنای تخریب سرزمین و کاهش تودهٔ زیستی در مناطق خشک و نیمه‌خشک و همچنین مناطق نیمه‌مرطوب خشک تحت تأثیرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی است. به عبارتی فرآیندها و عوامل متعددی در توسعهٔ بیابان‌زایی و نیز روند غیر قابل برگشت آن دخالت دارند که می‌توان به‌طورکلی آن‌ها را به دو دسته عوامل طبیعی و عوامل انسانی طبقه‌بندی کرد.

بیابان‌زایی سطح وسیعی از سرزمین‌های خشک جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و یک عامل مشکل‌ساز در جوامع انسانی محسوب می‌شود. این پدیده معمولاً همراه با تغییراتی است که برای چندین دهه باقی می‌مانند و احتمالاً دائمی و غیرقابل برگشت حداقل در مقیاس چندین نسل انسان هستند. اثرات حاصل از این پدیده می‌تواند به صورت پروسه‌های تخریب سرزمین، تغییر در رژیم بارندگی ناشی از اثرات متقابل جو و زمین و تغییر در ترکیب جوامع گیاهی و ... نمایان شود [۳] و منجر به کاهش توان تولیدی و تنوع زیستی سرزمین شود [۱۷]. از آنجا که سطح وسیعی از کشور ما در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارد، در دهه‌های اخیر تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های غیر اصولی انسانی، شرایط را برای تخریب سرزمین و بیابان‌زایی مستعد ساخته است و فرآیندهای بیابانی شدن مانند کاهش کمی و کیفی آب‌های سطحی و زیرزمینی، از بین رفتن اراضی حاصلخیز و بارور، فرسایش خاک و ریزگردها، شور و قلیایی شدن با تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر طبیعت و زندگی انسان‌ها مانند فقر و مهاجرت، خسارات غیر قابل جبرانی را به همراه داشته است. از این رو به منظور کنترل بیابانی شدن اراضی و یا کاهش سرعت آن، راهکارهای مختلف مدیریتی اجرایی مطرح شده است، اما انتخاب مناسب‌ترین راهکار به شناسایی عوامل و ارزیابی وضعیت و شدت بیابان‌زایی در هر منطقه بستگی دارد. بنابراین ارزیابی درست از وضعیت و روند تخریب سرزمین و بیابان‌زایی با استفاده از معیارها و شاخص‌های تأثیرگذار، و بررسی دقیق‌تر و اولویت‌بندی آن‌ها با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به منظور اعمال مدیریت‌های صحیح جهت کنترل و مقابله با تخریب سرزمین ابزاری مناسب برای حل این مشکل محسوب می‌شود [۱۲].

تاکنون مطالعات گوناگونی در زمینهٔ تعیین معیارها و شاخص‌های مهم و تأثیرگذار بر روی تخریب زمین و بیابان‌زایی و همچنین وزن معیارها و اولویت‌بندی شاخص انجام شده است که بیشتر آن‌ها بر اساس روش مقایسات زوجی AHP هستند و روش تابع آنتروپی شانون و تاپسیس روش جدیدتری در مطالعات منابع‌طبیعی می‌باشد.

از جمله مطالعات مورد بررسی برای انتخاب معیارها و شاخص‌های مورد ارزیابی می‌توان به مطالعه هلموت و همکاران (۲۰۰۴) که الگوهای پویای رایج بیابان‌زایی را معرفی می‌کنند اشاره کرد [۶]. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بیابان‌زایی ناشی از عوامل زیر است، عوامل اقلیمی و بلایای طبیعی، عوامل اقتصادی (رشد بازار و تجاری‌سازی، شهری و صنعتی شدن)، سازمان‌ها، سیاست‌های ملی، رشد جمعیت و فاکتورهای جمعیتی (مهاجرت، افزایش سود، شدت جمعیت، خصوصیات چرخه زندگی) ، اثرات غیرمستقیم شوری‌زایی، فعالیت‌های کشاورزی (تولید دام، تولید محصول)، جنگل‌زدایی و افزایش خشکی (تأثیر غیرمستقیم تنوع اقلیمی، تأثیر مستقیم پوشش گیاهی). همچنین عواملی نظیر توسعهٔ زیرساخت‌ها (آبیاری، حمل و نقل، سکونت، کمپانی‌های عمومی یا خصوصی)، فاکتورهای سیاسی و صنعتی (سیاست‌های رشد عادی، حقوق و دارایی و مالکیت زمین)، فاکتورهای فرهنگی (ارزش‌ها و رفتارها و باورهای فرهنگی و باورهای فردی)، فاکتورهای

www.SID.ir

Archive of SID

تکنولوژیکی (اختراعات جدید، تکنولوژی‌های آبیاری، حرکات زمین)، تولید غذا و امنیت غذا، توسعهٔ جاده‌ها، خدمات صنعت نفت و گاز و معدن‌کاری تأثیر به سزایی در بیابان‌زایی دارند [۶]. این محققین در مطالعهٔ دیگری به بررسی الگوهای پویای رایج بیابان‌زایی با استفاده از یک طرح تحقیقی تجزیه و تحلیل چند بخشی به بررسی و تحلیل ۳۲ منطقهٔ موردی در زمینهٔ تخریب مناطق خشک پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که بیابان‌زایی توسط یک مجموعهٔ محدود از متغییرهای اصلی که برجسته‌ترین آن‌ها عوامل آب و هوایی، اقتصادی، موسسات، سیاست‌های ملی و رشد جمعیت می‌باشند ایجاد می‌شود. در این مطالعه عوامل را به طور کلی به دو دسته تقسیم می‌کنند: عوامل اقلیمی و عوامل انسانی. در این مطالعه فعالیت‌های کشاورزی، گستردگی ساختاری، استخراج چوب و فعالیت‌های مرتبط، افزایش خشکی، فاکتورهای جمعیتی، فاکتورهای اقتصادی، فاکتورهای تکنولوژیکی، فاکتورهای اقلیمی، فاکتورهای سیاسی و ساختاری، فاکتورهای فرهنگی، باعث تشدید عوامل بیابان‌زایی می‌شوند. نتایج این مطالعه بیان کرد که هیچ مجموعه شاخص جهانی برای ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی نمی‌تواند پیچیدگی سیستم‌های انسانی محیطی را در تغییرات مناطق خشک به وضوح نشان دهد و همچنین هیچ سیاست جهانی برای کاهش بیابان‌زایی وجود ندارد که قابل تعمیم به تمام مناطق باشد [۷].

در مورد روش بررسی داده‌ها می‌توان به تعیین مهم‌ترین شاخص‌های مؤثردر بیابان‌زایی بر پایهٔ چارچوب مفهومی DPSIR و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعهٔ موردی: میاندهی فیض آباد) [۱۲]، انتخاب شاخص‌ها و معیارهای مؤثر در بیابان‌زایی با روشAHP [۹] ، انتخاب بهینهٔ شاخص‌های کنترل بیابان‌زایی و فرسایش با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه شامل الکترا، پرامسه [۶]،، بررسی تخریب سرزمین با کمک سنجش از دور و تاپسیس [۱۷]، ارزیابی و ارائهٔ راهکارهای بهینه در بیابان‌زدایی با روشAHP [۱۴]، تهیهٔ نقشه آسیب‌پذیری بیابان‌زایی و اولویت‌بندی راهبردهای مقابله با آن با کمک الگوریتم نارتبه‌ای پرامسه روشAHP [۱۶]، ارزیابی شاخص‌های بیابان‌زدایی ایران مرکزی با روش‌های ELECTRE و روشAHP [۱۳] ، تهیه و تعیین سامانهٔ شاخص‌های بیابان‌زایی با استفاده از تاپسیس و چارچوب DPSIR [۱۵] اشاره کرد. در سایر علوم از جمله در رشتهٔ آبخیزداری نیز برای تعیین فاکتورهای مهم تأثیرگذار در بحث سیلاب از این روش استفاده می‌شود که از آن جمله می‌توان به مطالعه‌ای اشاره کرد که به استخراج هیدروگراف واحد لحظه‌ای (IUH) با استفاده از تئوری آنتروپی شانون در حوزهٔ آبخیز لیقوان در شمال غرب کشور پرداخته شده است [۴].

از روش آنتروپی شانون و مدل تاپسیس در بحث تخریب زمین و بیابان‌زایی استفاده زیادی نشده است و بیشتر مطالعات موجود با این روش‌ها بیشتر در بحث‌های مدیریت و زیست شناسی انجام شده‌اند. از جمله پژوهش‌های انجام شده در این زمینه مطالعه اسلامیان و همکاران می‌باشد که با استفاده از روش تاکسونومی عددی به اولویت‌بندی اثرات اجتماعی- اقتصادی بیابانی شدن در منطقهٔ نظرآباد شهرستان آران و بیدگل پرداختند. نتایج مطالعهٔ آن‌ها نشان می‌دهد که از دیدگاه جوامع محلی شیوع گرد و غبار و مشکلات زیست محیطی مهم‌ترین عامل مؤثر بر بیابان‌زایی منطقه است و شیوه‌های تعامل با مردم و استفاده از راهکارهای پیشنهادی آن‌ها کلید حل چالش‌های بیابان‌زایی می‌باشد [۳]. جمع‌بندی پیشینهٔ تحقیق نشان می‌دهد که تعیین مناسب‌ترین معیارها و شاخص‌ها برای ارزیابی تخریب سرزمین و ارائه راهکارهای مدیریتی مناسب برای پیشگیری از تخریب و بیابان‌زایی بسیار با اهمیت و مورد توجه است و روش‌های متعددی امروزه برای تعیین اولویت معیارها و شاخص‌ها در مناطق مختلف به کار رفته است. در این مقاله کوشش شده تا با استفاده از روش تابع آنتروپی شانون به صورت کلی به وزن دهی معیارها یا ملاک‌های ارزیابی پرداخته و سپس با روش تصمیم‌گیری

www.SID.ir

Archive of SID

چند معیاره تاپسیس به اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر بر تخریب سرزمین و بیابان‌زایی بپردازیم. نتایج حاصل از این مطالعه می‌تواند راه گشای اخذ تصمیمات مناسب‌تری جهت حفاظت از منابع‌طبیعی کشور و جلوگیری از تخریب و بیابان‌زایی باشد.

۲. روش‌شناسی

۲. ۱. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

محدودهٔ مورد مطالعه بخشی از تالاب گاوخونی واقع در جرقویه سفلی است که یکی از اکوسیستم‌های شکننده و بحرانی در استان اصفهان تشخیص داده شده است. این منطقه با مساحت ۸۲۳۲۹,۴۶ هکتار و مختصات جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۱ دقیقه و ۵۲ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۰۹ دقیقه و ۳۲ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی در جنوب شرقی شهرستان اصفهان قرار دارد و از نظر محیطی۱۴۳ کیلومتر طول دارد. این محدوده در تقسیمات طرح جامع آب کشور بخشی از دشت شرقی کوهپایه دستجرد (تالاب گاوخونی) با کد ۱-۷-۱-۶ را پوشش می‌دهد. میانگین بارندگی سالانه منطقه برابر با ۱۰۷/۰۲ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن ۱۵/۷۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن اقلیم خشک، براساس روش آمبرژه بیابانی معتدل و براساس روش طبقه‌بندی کوپن بیابانی سرد می‌باشد. در بررسی ژئومورفولوژی منطقهٔ جرقویه سفلی دو واحد، سه تیپ و بیست و هفت رخساره ژئومورفولوژی مورد شناسایی و تفکیک قرار گرفته است. این رخساره‌های ژئومورفولوژی در واحدهای دشت سر و پلایا قرار دارند.

۲,۲. روش تحقیق

به منظور تهیهٔ لیستی از شاخص‌های مناسب برای ارائه به متخصصان و کارشناسان در قالب پرسشنامه و آگاهی از نظرات آن‌ها در انتخاب معیارها و شاخص‌ها، منابع متعددی از پروژه‌ها و مطالعات مرتبط با تخریب سرزمین و بیابان‌زایی در جهان و مطالعات انجام شده در ایران بررسی شد. سپس با استفاده از پرسشنامه و نظرخواهی از متخصصان لیستی از ۸ معیار و ۴۹ شاخص تأثیرگذار تهیه و پرسشنامه‌ای با ۸ ملاک ارزیابی بر اساس روش تابع آنتروپی شانون تهیه گردید. این پرسشنامه بین تعداد زیادی از متخصصان و صاحب نظران رشتهٔ منابع‌طبیعی (اساتید دانشگاه ها، مهندسین بخش اجرا در مراکز تحقیقات استان‌ها، کارشناسان، افراد محلی و ...) توزیع و ۲۰۰ پرسشنامه جمع‌آوری شده بدون تفکیک تخصص فرد مورد مطالعه مبنای این نظر سنجی قرار گرفت. در این پرسشنامه از متخصصان خواسته شده بود که به شاخص‌های طبقه‌بندی شده در قالب ۸ معیار با توجه به اهمیتشان در تخریب سرزمین و بیابان‌زایی بر اساس ملاک‌های ارزیابی که عبارت بودند از: میزان تأثیرگذاری بر تخریب سرزمین، قابل اندازه‌گیری و کمی نمودن، سهولت در اندازه‌گیری و پایش و ارزیابی، قابل اعتماد و روایی، حساس به تغییرات، سهولت در تفسیر، مناسب از نظر هزینه و زمان اندازه‌گیری و متناسب با مقیاس (منطقه‌ای) امتیازی بین ۱ تا ۹ بدهند که ۱ نشان دهنده کم‌ترین تأثیر و اهمیت و عدد ۹ نشان دهنده بیشترین تأثیر و اهمیت در تخریب سرزمین و بیابان‌زایی می‌باشد. سپس از نتایج حاصل از تمامی این پرسشنامه‌ها میانگین گرفته شد و برای وزن‌دهی به معیارهای ذکر شده از روش آنتروپی شانون استفاده گردید و در نهایت نتایج حاصل از وزن ملاک‌های ارزیابی و داده‌های ماتریس بی‌مقیاس شده با روش آنتروپی شانون وارد نرم افزار تاپسیس شد و شاخص‌های مورد نظر توسط نرم افزار اولویت‌بندی شدند.

۲. ۲. ۱. محاسبه وزن معیارها با روش آنتروپی شانون

در مسائل تصمیم‌گیری بخصوص در بحث منابع‌طبیعی معمولاً چندین معیار وجود دارد که اهمیت نسبی آن‌ها با هم متفاوت است. از این رو برای مقایسه به هریک از این معیارها وزنی داده می‌شود به طوری که

www.SID.ir

Archive of SID

مجموع اوزان برابر ۱ باشد. این وزن‌ها در واقع اهمیت نسبی و درجه ارجحیت هر معیار را نسبت به بقیه برای تصمیم‌گیری نشان می‌دهند. آنتروپی در نظریهٔ اطلاعات، یک معیار عدم اطمینان است که با توزیع احتمال مشخص Pi بیان می‌شود. برای اندازه‌گیری این عدم اطمینان در اجرای این روش لازم است ماتریس تصمیم-گیری بر اساس شاخص‌ها و نظرات افراد تشکیل شود و سپس محاسبات ریاضی گسترده‌ای با هدف وزن‌های معیارها انجام گیرد. ایدهٔ اصلی این روش بر این پایه استوار است که هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است. بنابراین برای محاسبه اوزان شاخص‌ها به ترتیب زیر عمل می‌کنیم (m تعداد گزینه‌ها می‌باشد. وزن‌دهی به معیارها به روش آنتروپی شانون مطابق مراحل زیر انجام شد:

۱. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، ماتریس تصمیم‌گیری حاوی اطلاعاتی است که آنتروپی می‌تواند به عنوان معیاری برای ارزیابی آن به کار رود و در اینجا ماتریس تصمیم‌گیری نمرات نهایی حاصل از میانگین‌گیری از پرسشنامه‌ها می‌باشد.

۲. کمی کردن ماتریس تصمیم‌گیری در صورت وجود داده‌های کیفی

۳. بی‌مقیاس سازی ماتریس تصمیم‌گیری، درایه‌های ماتریس تصمیم‌گیری به کمک رابطهٔ (۱) بی مقیاس می‌گردند.

$$P=\frac{aij}{\sum_{i=1}^{n} aij} \quad ; \forall_{i.j}$$ رابطه (۱)

۴. محاسبهٔ آنتروپی هر یک از شاخص‌ها با استفاده از رابطهٔ (۲) که مقدار آنتروپی هریک از شاخص‌ها مقداری بین صفر و یک است.

$$Ei=-K\sum_{i=1}^{m}[pij\ \ln pij]\ ; \forall_j$$ رابطه (۲)

۵. محاسبهٔ درجه انحراف اطلاعات موجود هریک از شاخص‌ها از مقدار آنتروپی آن شاخص از رابطه (۳) محاسبه می‌گردد.

$$dj=1-Ei \quad ; \forall_j$$ رابطه (۳)

۶. محاسبهٔ وزن هریک از شاخص‌ها، مقدار اوزان هر یک از شاخص‌ها را می‌توان طبق رابطه (۴) محاسبه نمود.

$$wj=\frac{di}{\sum_{j=1}^{n} dj} \quad ; \forall_j$$ رابطه (۴)

۲،۲،۲. اولویت‌بندی شاخص‌ها بر مبنای روش تاپسیس

در این مرحله جدول نهایی حاصل از میانگین‌گیری وزنی نمرات داده شده توسط متخصصان و وزن‌های به دست آمده برای معیارها با کمک آنتروپی شانون وارد نرم افزار TOPSIS شد. مدل TOPSIS توسط هوانگ ویون (۱۹۸۱) پیشنهاد شد. این مدل، یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است و در مباحث مدیریتی از آن، استفادهٔ زیادی می‌شود، در این روش نیز m گزینه به وسیله n شاخص، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. اساس این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینهٔ انتخابی باید کم‌ترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. مراحل انجام کار عبارتند از:

گام اول: ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری

گام دوم: نرمال سازی یا بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم‌گیری

گام سوم: وزن‌دهی به ماتریس نرمال شده

گام چهارم: تعیین راه حل ایده آل مثبت و ایده آل منفی

گام پنجم: تعیین اندازه فاصله از راه حل ایده آل مثبت و منفی

گام ششم: محاسبهٔ نزدیکی به راه حل ایده آل مثبت و منفی و همچنین رتبه‌بندی گزینه‌ها

که تمامی این مراحل توسط نرم افزار انجام می‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

مراحل فوق از طریق محاسبات ریاضی به شرح زیر انجام می‌شوند.

در مرحله اول ماتریس تصمیم‌گیری موجود با استفاده از رابطهٔ (۵) به یک ماتریس «بی‌مقیاس شده» تبدیل می شود.

رابطهٔ (۵) $$nij = \frac{aij}{\sqrt{\sum_{j=1}^{m} aij^2}}$$

در مرحله دوم با مفروض بودن بردار w به عنوان ورودی به الگوریتم طبق رابطهٔ (۶) ماتریس«بی‌مقیاس» وزین ایجاد می‌شود.

رابطهٔ (۶) $$\{w=w1,w2, \ldots . , wn\}$$

$$W=ND.Wn^{\circ}n=\begin{bmatrix} V11 & V12 & V1j & V1n \\ V21 & V22 & V2j & V2n \\ Vm1 & Vm2 & Vmj & Vmn \end{bmatrix}$$

به طوری که ND ماتریسی است که امتیازات شاخص‌ها در آن (بی‌مقیاس) و قابل مقایسه شده است و Wn*n ماتریسی قطری است که فقط عناصر قطر اصلی آن غیر صفر خواهد بود.

در مرحله سوم راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی طبق روابط (۷) و (۸) مشخص شدند.

رابطهٔ (۷)
$$A^{+} = \{(max_i v_{ij} | j \in J),\ (\min_i v_{ij} | j \in J') \mid i=1,2,\ldots,m\}$$

رابطهٔ (۸)
$$A^{-} = \{(\min_i v_{ij} | j \in J),\ (\max_i v_{ij} | j \in J') | i=1,2,\ldots,m\}$$

در مرحله چهارم اندازه جدایی (فاصله) محاسبه می‌شود و فاصله گزینه iم با ایده آل از روش اقلیدسی طبق روابط (۹) و (۱۰) مقایسه شد.

رابطهٔ (۹) $$d_{i+} = \{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij} - V_j^{+})^2\}^{0.5};\ i= 1, 2,\ldots,m$$

رابطهٔ (۱۰) $$d_{i-} = \{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij} - V_j^{-})^2\}^{0.5};\ i= 1, 2,\ldots,m$$

در مرحله پنجم نزدیکی نسبی Ai به راه حل ایده آل از طریق رابطهٔ (۱۱) محاسبه گردید.

رابطهٔ (۱۱) $$cl_{i+} = \frac{d_{i-}}{(d_{i+}+d_{i-})};\ 0 \le cl_{i+} \le 1;\ i = 1,2,\ldots,m$$

ملاحظه می‌شود که چنانچه A=Ai+ گردد آنگاه di+=0 بوده و خواهیم داشت : cli+=1 و در صورتی که A=Ai- شود آن‌گاه di-=0 بوده و cli+=0 خواهد شد. بنابراین هر اندازه گزینه Ai به راه حل ایده آل (Ai+) نزدیکتر باشد، ارزش cli+ به واحد نزدیکتر خواهد بود.

در مرحلهٔ ششم یا مرحه آخر رتبه‌بندی گزینه‌ها انجام شد. به این ترتیب که بر اساس ترتیب نزولی cli+ می‌توان گزینه های موجود از مسئله مفروض را رتبه‌بندی نمود.

۳. نتایج

با توجه به اهداف و روش ذکر شده و بر اساس منابع مورد مطالعه، لیست اولیهٔ نسبتاً کاملی از معیارها و شاخص‌های تأثیرگذار بر تخریب سرزمین و بیابان‌زایی از طریق پرسشنامه و نظرخواهی از متخصصان توسط پرسشنامه مطابق جدول شماره ۱ تهیه شد.

همان‌طور که در بخش روش کار بیان شد وزن معیارها بر اساس آنتروپی شانون بدست آمد و بر اساس نتایج حاصل از وزن معیارها، معیار مقیاس با وزن ۰/۱۲۵۳۲ دارای بالاترین وزن و بعد از آن به ترتیب: معیارهای میزان تأثیرگذاری بر تخریب سرزمین، قابل اعتماد و روایی بودن، سهولت در اندازه‌گیری و پایش و ارزیابی، سهولت در تفسیر، قابل اندازه‌گیری و کمی نمودن، مناسب بودن از نظر هزینه و زمان و حساس بودن به تغییرات دارای اهمیت بودند. ترتیب معیارها بر اساس وزن محاسبه شده با روش آنتروپی شانون در جدول شمارهٔ ۲ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. لیست معیارها و شاخص های تهیه شده برای مطالعه

عامل	معیار	شاخص
محیطی	اقلیم	شدت خشکسالی، نرخ تغییر بارش از متوسط سالانه درازمدت، نرخ تغییر دما از متوسط سالانه درازمدت، شاخص خشکی
	آب	کیفیت آب (هدایت الکتریکی، سختی آب، نسبت جذب سدیم)، افت سالانهٔ سطح آب زیرزمینی، شدت بهره‌برداری از منابع آب
	خاک	تراکم اشکال فرسایش، شدت فرسایش، نرخ شور شدن خاک، نرخ قلیایی شدن خاک، تغییر حاصلخیزی، تغییر فشردگی، ظرفیت نگهداری آب خاک، درصد سنگریزه سطحی، حساسیت پذیری به فرسایش
	پوشش گیاهی	درصد تاج پوشش گیاهی، نرخ تولید نسبت به پتانسیل منطقه، وضعیت پوشش، بهره برداری از پوشش
انسانی	اجتماعی و فرهنگی	نرخ مهاجرت، نرخ رشد جمعیت، نرخ مشارکت پذیری در پروژه‌ها و طرح‌های منابع طبیعی (کاری، مالی، تصمیم گیری)، میزان آگاهی و دانش بهره‌برداران، میزان بهره‌گیری از دانش بومی، وجود نیروی متخصص و کارآمد
	اقتصادی	اندازهٔ اقتصادی واحد بهره‌برداری، میزان درآمد سرانه خانوار، نرخ بیکاری، نرخ تورم، سهم درآمد خانوار از مشاغل وابسته به منابع طبیعی، تکنولوژی و توسعهٔ شهرها (نسبت اراضی مسکونی و شهری به باغی و زراعی و جنگل‌ها و مراتع)
	مدیریتی	شدت بهره‌برداری، تغییر ارزش زمین، تغییر کاربری اراضی، سطح عملیات حفاظت و احیاء، وجود تشکیلات سازمانی مفید و مؤثر، استفادهٔ بهینه از امکانات و نیروهای موجود، بهره‌برداری بهینه از پتاسیل‌های سرزمین، میزان تأمین و تخصیص به موقع اعتبارات، کارایی قوانین و مقررات موجود و ضمانت اجرایی آن‌ها
	کشاورزی	بازده آب آبیاری ، میزان تطبیق الگوی کشت و روش آبیاری با شرایط منطقه، نرخ عملکرد محصولات نسبت به متوسط منطقه، آلودگی آب و خاک، نرخ کاربرد سموم و آفت‌کش‌ها

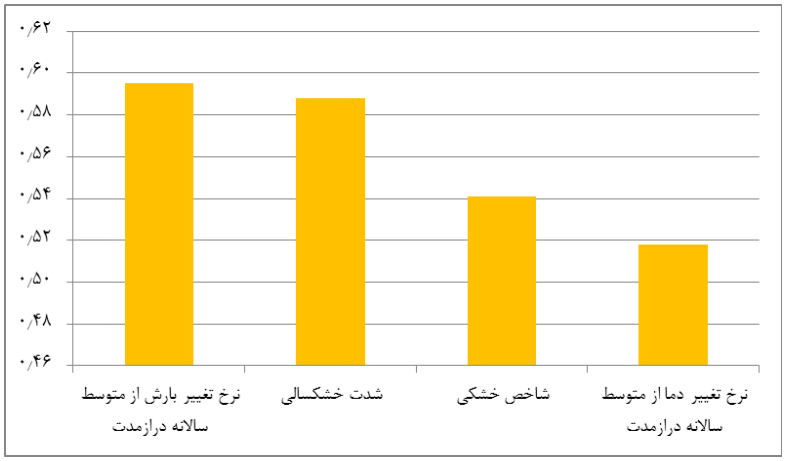
جدول ۲. وزن ملاک‌های ارزیابی با آنتروپی شانون

ترتیب	معیار (ملاک ارزیابی)	وزن محاسبه شده با آنتروپی شانون
۱	مقیاس منطقه‌ای	۰/۱۲۵۳۲
۲	میزان تأثیرگذاری بر تخریب سرزمین	۰/۱۲۵۳۱
۳	قابل اعتماد و روایی بودن	۰/۱۲۵۲۸
۴	سهولت در اندازه‌گیری و پایش و ارزیابی	۰/۱۲۵۱۴
۵	سهولت در تفسیر	۰/۱۲۵۱۱
۶	قابل اندازه‌گیری و کمی نمودن	۰/۱۲۵۱۰
۷	مناسب بودن از نظر هزینه و زمان	۰/۱۲۴۸۲
۸	حساس بودن به تغییرات	۰/۱۲۳۸۹

نتایج ارزیابی و رتبه‌بندی شاخص‌ها براساس وزن‌های داده شده به معیارها با استفاده از مدل TOPSIS و ضریب نزدیکی مربوط به هرکدام از شاخص‌های مربوط به هر معیار در شکل‌های شماره ۱ تا ۸ نمایش داده شده است و ترتیب اهمیت همه شاخص‌ها در جدول شمارهٔ ۳ طبقه‌بندی شده است. با توجه به نتایج این جدول به نظر متخصصان شاخص شدت بهره‌برداری از منابع آب در معیار آب بیشترین تأثیر و شاخص استفاده بهینه از امکانات و نیروهای موجود در معیار مدیریتی کمترین تأثیر را در تخریب سرزمین و بیابان‌زایی دارند.

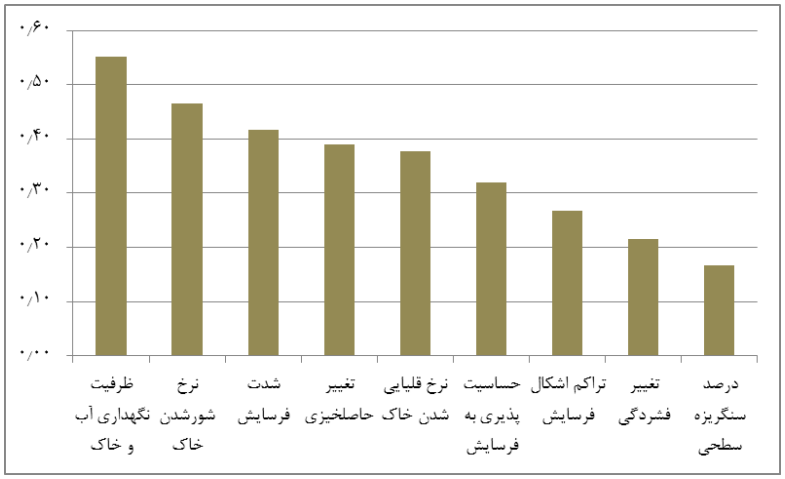
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. ضریب نزدیکی شاخص‌های معیار اقلیم

شکل ۲. ضریب نزدیکی شاخص‌های معیار آب

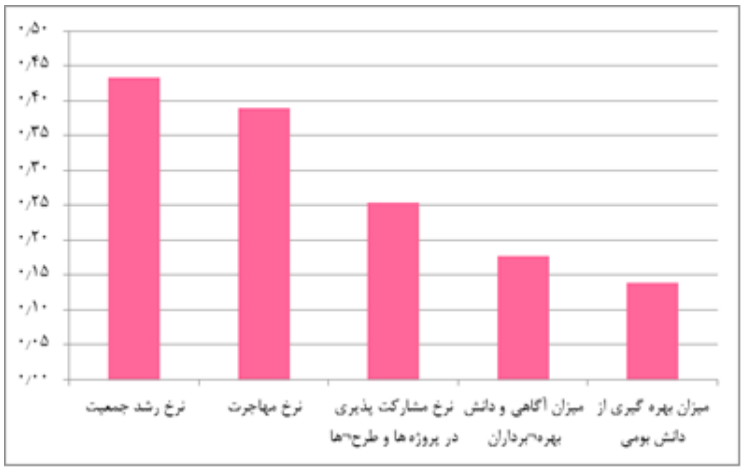


شکل ۳. ضریب نزدیکی شاخص‌های معیار خاک

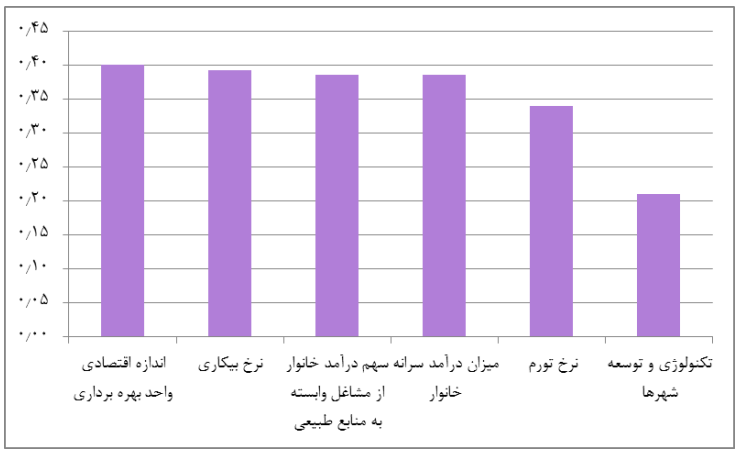
www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۴. ضریب نزدیکی شاخص‌های معیار پوشش گیاه



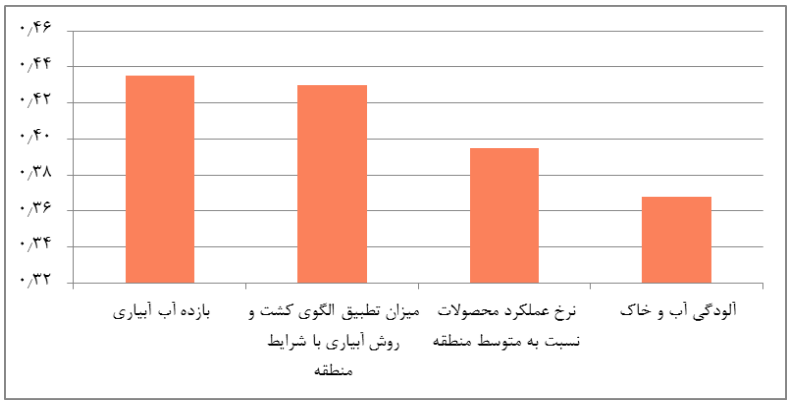
شکل ۵. ضریب نزدیکی شاخص‌های معیار اجتماعی و فرهنگی



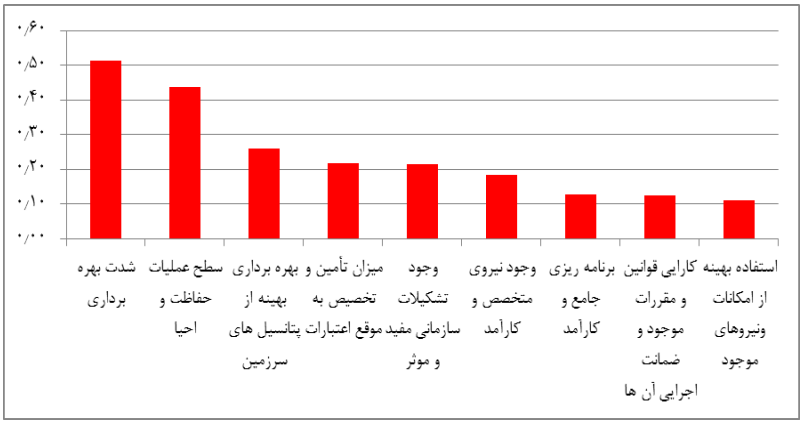
شکل ۶. ضریب نزدیکی شاخص‌های معیار اقتصادی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. ضریب نزدیکی شاخص‌های معیار کشاورزی



شکل۸. ضریب نزدیکی شاخص‌های معیار مدیریتی

جدول ۳. ترتیب شاخص‌های تخریب سرزمین و بیابان‌زایی با استفاده از مدل TOPSIS

ردیف	شاخص	معیار مربوطه	ضریب نزدیکی
۱	شدت بهره‌برداری از منابع آب	آب	۰/۷۹۰
۲	نسبت جذب سدیم	آب	۰/۷۱۴
۳	نرخ تغییر بارش از متوسط سالانهٔ درازمدت	اقلیم	۰/۵۹۵
۴	نرخ افت سطح آب زیرزمینی	آب	۰/۵۹۳
۵	شدت خشکسالی	اقلیم	۰/۵۸۸
۶	درصد تاج پوشش	پوشش گیاهی	۰/۵۶۸
۷	ظرفیت نگهداری آب و خاک	خاک	۰/۵۵۲
۸	تغییر کاربری اراضی	مدیریتی	۰/۵۵۰
۹	هدایت الکتریکی	آب	۰/۵۴۶
۱۰	شاخص خشکی	اقلیم	۰/۵۴۱

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۳

ردیف	شاخص	معیار مربوطه	ضریب نزدیکی
۱۱	نرخ تغییر دما از متوسط سالانهٔ درازمدت	اقلیم	۰/۵۱۸
۱۲	شدت بهره‌برداری	مدیریتی	۰/۵۱۳
۱۳	نرخ شورشدن خاک	خاک	۰/۴۶۵
۱۴	وضعیت پوشش	پوشش گیاهی	۰/۴۴۳
۱۵	میزان بهره‌برداری از پوشش	پوشش گیاهی	۰/۴۴۲
۱۶	سطح عملیات حفاظت و احیاء	مدیریتی	۰/۴۳۶
۱۷	بازده آب آبیاری	کشاورزی	۰/۴۳۵
۱۸	نرخ رشد جمعیت	اجتماعی و فرهنگی	۰/۴۳۳
۱۹	میزان تطبیق الگوی کشت و روش آبیاری با شرایط منطقه	کشاورزی	۰/۴۳۰
۲۰	شدت فرسایش	خاک	۰/۴۱۷
۲۱	نرخ تولید نسبت به پتانسیل منطقه	پوشش گیاهی	۰/۴۱۴
۲۲	تغییر ارزش زمین	مدیریتی	۰/۴۰۶
۲۳	اندازه اقتصادی واحد بهره برداری	اقتصادی	۰/۴۰۰
۲۴	نرخ عملکرد محصولات نسبت به متوسط منطقه	کشاورزی	۰/۳۹۵
۲۵	نرخ بیکاری	اقتصادی	۰/۳۹۲
۲۶	سختی آب	آب	۰/۳۹۱
۲۷	تغییر حاصلخیزی	خاک	۰/۳۹۰
۲۸	نرخ مهاجرت	اجتماعی و فرهنگی	۰/۳۸۹
۲۹	سهم درآمد خانوار از مشاغل وابسته به منابع طبیعی	اقتصادی	۰/۳۸۵
۳۰	میزان درآمد سرانه خانوار	اقتصادی	۰/۳۸۵
۳۱	نرخ قلیایی شدن خاک	خاک	۰/۳۷۷
۳۲	آلودگی آب و خاک	کشاورزی	۰/۳۶۸
۳۳	نرخ تورم	اقتصادی	۰/۳۳۹
۳۴	حساسیت‌پذیری به فرسایش	خاک	۰/۳۲۰
۳۵	تراکم اشکال فرسایش	خاک	۰/۲۶۷
۳۶	نرخ کاربرد سموم و آفت‌کش‌ها	کشاورزی	۰/۲۶۲
۳۷	بهره‌برداری بهینه از پتانسیل‌های سرزمین	مدیریتی	۰/۲۵۹
۳۸	نرخ مشارکت‌پذیری در پروژه‌ها و طرح‌ها	اجتماعی و فرهنگی	۰/۲۵۴
۳۹	میزان تأمین و تخصیص به موقع اعتبارات	مدیریتی	۰/۲۱۸
۴۰	وجود تشکیلات سازمانی مفید و موثر	مدیریتی	۰/۲۱۶
۴۱	تغییر فشردگی	خاک	۰/۲۱۵
۴۲	تکنولوژی و توسعه شهرها	اقتصادی	۰/۲۱۰
۴۳	وجود نیروی متخصص و کارآمد	اجتماعی و فرهنگی	۰/۱۸۵
۴۴	میزان آگاهی و دانش بهره‌برداران	اجتماعی و فرهنگی	۰/۱۷۷
۴۵	درصد سنگریزه سطحی	خاک	۰/۱۶۶
۴۶	میزان بهره‌گیری از دانش بومی	اجتماعی و فرهنگی	۰/۱۳۹
۴۷	برنامه‌ریزی جامع و کارآمد	مدیریتی	۰/۱۲۸
۴۸	کارایی قوانین و مقررات موجود و ضمانت اجرایی آن‌ها	مدیریتی	۰/۱۲۴
۴۹	استفاده بهینه از امکانات ونیروهای موجود	مدیریتی	۰/۱۱۲

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج حاصل از مدل تاپسیس، ترتیب رتبه‌بندی شاخص‌ها از بالاترین رتبه تا کمترین رتبه را به صورت زیر نشان می‌دهد.

همچنین معیار آب با میانگین وزنی ۰/۶۰۶ مهم‌ترین معیار و پس از آن به ترتیب معیارهای اقلیم با میانگین وزنی ۰/۵۶۰، پوشش با میانگین وزنی ۰/۴۶۶، کشاورزی با میانگین وزنی ۰/۴۰۷، خاک با میانگین وزنی ۰/۳۵۲، اقتصادی با میانگین وزنی ۰/۳۵۱، اجتماعی فرهنگی با میانگین وزنی ۰/۲۷۸ قرار گرفته و در نهایت معیار مدیریتی با میانگین وزنی ۰/۲۴۳ کم اهمیت‌ترین معیار از نظر متخصصان بوده است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه سعی شده است با نگرشی متفاوت به مقوله شاخص‌های تأثیرگذار بر تخریب سرزمین و بیابان-زایی از لحاظ نقشی که در مدیریت، ارزیابی و پایش دارند پرداخته شود. نتایج به دست آمده از آنتروپی شانون در وزن‌دهی به ملاک‌های ارزیابی نشان می‌دهد که معیار مقیاس منطقه‌ای با وزن ۰/۱۲۵۳۲ دارای بالاترین وزن و اهمیت در میان ملاک‌های ارزیابی است که این با نتایج حلی ساز و همکاران (۲۰۱۱) که به بررسی روش شناختی مقیاس در مطالعات محیطی پرداختند و نتایج مطالعه آن‌ها نشان دهندهٔ این بود که لازم است در ابتدای هر مطالعه در منابع‌طبیعی موضوع مدل‌های محیطی در قبال مقیاس تبیین شود مطابقت دارد [۸]. نتایج این بررسی به روشنی نشان می‌دهد که مدل‌های محیطی که قصدشان تفسیر طبیعت است، نخست باید موضع خود را نسبت به مقیاس داده‌های ورودی و خروجی تعیین کنند، درغیر این صورت از کاراییشان کاسته خواهد شد. بنابراین با توجه به این نتایج در بررسی و انتخاب شاخص‌های مناسب مطالعهٔ تخریب زمین و بیابان‌زایی، معیارهای گفته شده برای ارائه یک سیستم جامع و مناسب شاخص‌ها برای ارزیابی یک منطقه حائز اهمیت است که البته ممکن است با توجه به عوامل مختلف و مناطق مختلف معیارهای متنوع‌تری مورد استفاده قرار گیرند و اهمیت آن‌ها متفاوت باشد.

صبوری راد و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعهٔ خود برای تعیین مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر در بیابان‌زایی بر پایهٔ چارچوب مفهومی DPSIR و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه موردی: میاندهی فیض آباد) از پنج معیار سهولت پایش و ارزیابی، نقش پیش برندگی، نقش بازدارندگی، مقیاس و قابلیت سنجش با داده سنجش از دور استفاده کردند[۱۲]. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که معیار نقش بازدارندگی با وزن ۰/۳۲۲ دارای بیشترین اهمیت می‌باشد و بعد از آن دو معیار نقش پیش برندگی و قابلیت سنجش با داده RS با وزن‌های یکسان ۰/۲۱ در درجه دوم اهمیت می‌باشند و بعد از آن به ترتیب دو معیار سهولت پایش و ارزیابی و مقیاس با وزن‌های ۰/۱۴۱ و ۰/۱۱۷ قرار دارند. معیار نقش بازدارندگی در این مطالعه بالاترین وزن را به خود اختصاص داده و مهم‌ترین عامل ارزشیابی شاخص‌ها با توجه به هدف ما که مقابله و کنترل این پدیده است، می‌باشد. در مطالعه آن‌ها معیار مقیاس کم‌ترین وزن را دارد که علت آن کوچک بودن منطقه و ماهیت شاخص‌های انتخاب شده می‌باشد که کم‌ترین تاثیر را بر شاخص‌ها دارد و چنین معیاری برای گزینش شاخص‌ها در چنین شرایطی چندان اهمیتی ندارد.

سپهر و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود برای تعیین سامانه‌ای برای شاخص‌های بیابان‌زایی از سه معیار اعتبار محلی، مقیاس و قابلیت پایش و ارزیابی استفاده نمودند [۱۵].

نسترن و همکاران (۲۰۱۰) در تحلیل و اولویت‌بندی توسعه شهر اصفهان برای وزن‌دهی به شاخص‌های مورد بررسی از روش آنتروپی شانون استفاده نمودند [۱۰]. نتایج رتبه‌بندی بر اساس الگوریتم تاپسیس در مطالعه ما نشان داد که شاخص شدت بهره‌برداری از منابع آب با

www.SID.ir

Archive of SID

وزن ۰/۷۹۰، شاخص نسبت جذب سدیم با وزن ۰/۷۱۴، نرخ تغییر بارش از متوسط سالانه درازمدت با وزن ۰/۵۹۵، نرخ افت سطح آب زیرزمینی با وزن ۰/۵۹۳ و شدت خشکسالی با وزن ۰/۵۸۸ به ترتیب مهم‌ترین شاخص‌های تأثیرگذار در بحث تخریب سرزمین و بیابان‌زایی از نظر خبرگان شناسایی شدند که همه متعلق به معیارهای محیطی آب و اقلیم می‌باشند و به عنوان شاخص‌هایی هستند که باید جهت پایش و مدیریت و کنترل تخریب سرزمین و بیابان‌زایی مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند. این شاخص‌ها از جهت اینکه بیشترین نزدیکی نسبی را در رتبه‌بندی بدست آورده‌اند دارای بیشترین اهمیت هستند و می‌توان چنین گفت که جهت برنامه‌های کنترل و احیا و مدیریت تخریب سرزمین و بیابان، توجه به آن‌ها و در نظر گرفتن آن‌ها در اولویت کاری طرح‌ها قرار می‌گیرد. شاخص‌هایی چون استفاده بهینه از امکانات و نیروهای موجود با وزن ۰/۱۱۲، کارایی قوانین و مقررات موجود و ضمانت اجرایی آن‌ها با وزن ۰/۱۲۴، برنامه‌ریزی جامع و کارآمد با وزن ۰/۱۲۸ که هر سه متعلق به معیار مدیریتی هستند، شاخص میزان بهره‌گیری از دانش بومی با وزن ۰/۱۳۹ متعلق به معیار اجتماعی و فرهنگی و درصد سنگریزه خاک از معیار خاک با وزن ۰/۱۶۶ به ترتیب کم اهمیت‌ترین شاخص‌های موثر بر تخریب سرزمین و بیابان‌زایی از نظر خبرگان تشخیص داده شدند. به طور کلی استفاده از روش وزن‌دهی به ملاک‌های ارزیابی با آنتروپی شانون و رتبه‌بندی شاخص‌ها از نظر اهمیت با تاپسیس در پژوهش‌های انجام گرفته، نشان می‌دهد مدل تاپسیس روشی انعطاف‌پذیر و مقرون به صرفه است و ابزاری مناسب برای معرفی، انتخاب و وزن‌دهی به شاخص‌ها در مطالعات مختلف به منظور بررسی‌های بیشتر محسوب می‌شود و با مشخص کردن اولویت‌ها در مواجه با تصمیمات مدیریتی پیچیده، کارآمد و مفید است.

نتیجهٔ حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از روش وزن‌دهی به ملاک‌های ارزیابی با آنتروپی شانون و رتبه‌بندی شاخص‌ها از نظر اهمیت با تاپسیس بیانگر این است که مدل تاپسیس روشی انعطاف‌پذیر و مقرون به صرفه است و ابزاری مناسب برای معرفی، انتخاب و وزن‌دهی به شاخص‌ها در مطالعات مختلف به منظور بررسی‌های بیشتر محسوب می‌شود و با مشخص کردن اولویت‌ها در مواجه با تصمیمات مدیریتی پیچیده، کارامد و مفید است.

استفاده از این روش می‌تواند مدیران و برنامه‌ریزان مربوطه در بخش جلوگیری از تخریب و بیابان را در شناسایی اولویت های مؤثر بر تخریب و بیابان زایی و ارائهٔ برنامه‌های مناسب برای مدیریت و احیای اراضی تخریب شده یاری نماید. نکتهٔ قابل توجه در استفاده از این روش‌ها این است که نظرخواهی از طریق پرسشنامه باید در بین سطوح مختلف و افراد با تخصص‌های مختلف انجام شود تا از سمت و سو گرفتن نظرات و به دنبال آن در نظر گرفته نشدن مسائل مهم و مشکل‌ساز برای مدیریت این بخش‌ها جلوگیری شود.

References

[۱] Bowyer, C., Withana, S., Fenn, I., Bassi, S., Lewis, M., Cooper, T., Benito, P. and Mudgal, Sh. (۲۰۰۸). Land Degradation and Desertification. IP/A/ENVI/ST/۲۰۰۸-۲۳, ۴۱۶-۲۰۳.

[۲] D'Odorico, P., Bhattachan, A., Davis, k., Ravi, and Runyan, Ch. (۲۰۱۳). Global desertification: Drivers and feedbacks. Advances in Water Resources. ۵۱, ۳۲۶–۳۴۴.

www.SID.ir

Archive of SID

[۳] Eslamian, Z., Ghorbani, M., Mesbah zadeh, T., Rafieie, H. (۲۰۱۶). Application of numerical taxonomy to prioritize socioeconomic effects of desertification (Case Study: Nazrabad area, Aran). JOURNAL OF RANGE AND DESERT RESEARCH Scientific Iran, ۲۳(۱)

[۴] Ghorbani, M.A., Asadi, H., Jabari khameneh, H. and Farsadi zade, D. (۲۰۱۴). Extraction of instantaneous unit hydrograph (IUH) using the Shannon entropy. Journal of Watershed Management, ۱۰.

[۵] Grau, J. B., Ant´on, J. M., Tarquis, A. M., Colombo, F., de los R´ıos, L., and Cisneros, J. M.(۲۰۱۰). An application of mathematical models to select the optimal alternative for an integral plan to desertification and erosion control (Chaco Area – Salta Province – Argentina). Biogeosciences, ۷, ۳۴۲۱–۳۴۳۳.

[۶] HELMUT, J., GEIST, L. and ERIC, F. (۲۰۰۴). Dynamic causual patterns of Desertification. Bioscience ۸۱۷, ۵۴(۹).

[۷] HELMUT, J., GEIST, L. and ERIC, F. (۲۰۱۵). Dynamic causual patterns of Desertification. Seoul National University Library, December ۶.

[۸] Holisaz, A., Azarnivand, H., Akrami, M., Mahdavi, M. and Mehrabi, A. (۲۰۱۱). Scale-cognitive methods for environmental studies. Environmental Research, ۲(۳), ۳۵-۴۸.

[۹] Jamali, A., Ghodusib, J. and Farahpour, M. (۲۰۰۵). GIS and Spatial Decision Support System for desertification Mitigation inWatershed. ACRS. M. Izadi؛ F. Abolhasani؛ M.

[۱۰] Nastaran, M., Abolhasani, F. and Izadi, M. (۲۰۱۰), Application of TOPSIS method in analysis and prioritizing sustainable development of urban zones (case study: urban zones of Isfahan), Geography and Environmental Planning, ۲۱(۲), ۸۳-۱۰۰.

[۱۱] Poortaheri, M., (۲۰۱۰). Using Multi-Attribute Decision methods in geography, Research organizations and universities Compilation of Humanities Books. Center of Humanities Research and Development, ۲۲۳.

[۱۲] Saboori rad, S., Nazari samani, A. and Sepehr, A., (۲۰۱۲). Determine the most important effective indicator of desertification based on DPSIR conceptual framework and methods by multi-criteria decision (Case Study: Miyandehi Faizabad). Earth science research, ۲۱, ۳۹ -۳۴.

[۱۳] Sadeghi ravesh, M. and Khosravi, H., (۲۰۱۴). Using of the the linear allocation method in the evaluation desertification. Watershed Management Research, ۱۰۵, ۸۱-۸۹.

[۱۴] Sadeghi ravesh, M., Ahmadi, H., Zehtabian, Gh. and Thmoores, M., (۲۰۱۰). Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) in the evaluation of desertification (study province: Khezrabad Yazd). RANGE & DESERT RESEARCH Iran, ۱۷(۱), ۳۵-۵۰.

[۱۵] Sepehr, A., Ekhtesasi, M. and Almodaresi, A. (۲۰۱۲). Desertification measures to create a system based on the DPSIR (utilizing the fuzzy-Tapsys method). Geography and Environmental Planning, ۲۳, ۳۳-۵۰.

[۱۶] Sepehr, A. and Proyan, N. (۲۰۱۱). Mapping and Prioritization Vulnerability of desertification strategies based on Pramsh algorithms in Khorasan Razavi province. Earth science research, ۸, ۵۸-۷۱.

[۱۷] Sepehr, A. and Zucca, C.(۲۰۱۲). "Ranking Desertification Indicators Using TOPSIS Algorithm". Journal of Natural Hazards, ۶۳ (۳), ۱۱۳۷-۱۱۵۳.

www.SID.ir