کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی

سال سوم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹٤

تاریخ ارسال: ۹٤/۰۹/۰۹ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰٤/۱۰

صص: ۱۱۹- ۹۷

انتخاب بهترین گونه گیاهی برای تثبیت ماسه با استفاده از رویکرد ترکیبی نوین AHP-TOPSIS (مطالعه موردی: ریگ نجارآباد، شمال شرق طرود)

علیرضا عرب عامری[۱]، دانشجوی دکتری ژئومرفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران

مهران مقصودی، دانشیار جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ایران

خلیل رضایی، استادیار زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی،ایران

چکیده

فرسایش بادی و به تبع آن تخریب اراضی و هجوم ماسه‌های روان به زیرساخت‌ها، مناطق مسکونی، راه‌های ارتباطی و تأسیسات کشاورزی و صنعتی به عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل محیطی در بیشتر مناطق بیابانی ایران، مانند شمال شرق روستای طرود به شمار می‌رود. به این دلیل ارائه راهکارهای مدیریتی برای تثبیت ماسه‌های روان ضروری می‌باشد. در این پژوهش به ارائه مدل ترکیبی نوین AHP-TOPSIS برای انتخاب بهترین گونه گیاهی پیکان ماسه‌ای در ریگ نجار آباد پرداخته شده است. تحقیق حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی بر اساس کارهای میدانی و مطالعه منابع مربوطه بوده است. پس از مشخص کردن منطقه مورد مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی، بررسی‌های میدانی آغاز شد و با استفاده ازمقطع، پیکان‌های ماسه‌ای مشخص و خصوصیات مرفومتریک آنها اندازه‌گیری شده است، درگام بعد اقدام به انتخاب بهترین گونه با روش ترکیبی گردید که شامل طراحی ساختارسلسله مراتبی از موضوع، تهیه پرسشنامه برای به دست آوردن ارزش معیارها و زیرمعیارها و نهایتاً رتبه‌بندی گونه‌ها با استفاده از روش TOPSIS بود. نتایج نشان داد که روش ترکیبی کارایی بالاتری از روش TOPSIS دارد. طبق نتایج پیکان ماسه‌ای گونه قیچ با کسب بالاترین امتیاز (۱) بیشترین کارایی و بهره‌وری را در تثبیت ماسه‌های روان داشت و گونه‌های اشنان، گل گزی و خارشتر به ترتیب با (۰/۱۸۷، ۰/۰۸۰، ۰/۰۲۸) در رتبه‌های بعدی قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش در رویکرد مدیریت مناطق بیابانی و همچنین در پروژه‌های تثبیت ماسه‌های روان مفید خواهد بود.

کلمات کلیدی: تثبیت ماسه‌های روان، AHP، TOPSIS، ریگ نجارآباد، شمال شرق طرود.

۱- نویسنده مسئول alireza.ameri91@yahoo.com

مقدمه

مناطق خشک حدود ٤١ درصد از سطح خشکی‌های کره زمین را اشغال نموده‌اند و مأمن ۳۸ درصد از جمعیت ٦/٥ میلیاردی زمین به شمار می‌رود (سالواتی و زیتی[2] ۲۰۰۹). ۱۰ تا ۲۰ درصد از این مناطق برخی از اشکال شدید تخریب زمین را متحمل شده‌اند و تخمین زده شده است که در نتیجه آن، زندگی ۲۵۰میلیون انسان در کشورهای درحال توسعه تحت تأثیر قرار گرفته باشد که به علت رشد جمعیت و تغییر اقلیم این جمعیت متأثر دائماً در حال افزایش است (اوکین و همکاران[3] ۲۰۰۹). این رقم در برخی از منابع تا ۷۰ درصد از مناطق خشک (حدود ۳٦۰۰میلیون هکتار) را شامل شده است (رینالد و استافرد[4] ۲۰۰۲). مناطق خشک موجود در زمین به دلیل تأمین زیستگاه برای بیش از دو میلیارد نفر و اغلب قرار گرفتن در جهان در حال توسعه، منبع نگرانی خاصی به شمار می روند (راوی و همکاران[5] ۲۰۱۰). گیاهان از طریق ایجاد پوشش سطحی، به دام انداختن ذرات و مهم‌تر از همه کاهش سرعت جریان هوا، باعث حفاظت از سطح زمین در برابر فرسایش می‌شود (کاراواس و همکاران[6] ۲۰۰۵، کریگان و همکاران[7]۲۰۰۸، هانی و همکاران[8] ۲۰۰۸). فرسایش بادی و به تبع آن تخریب اراضی و هجوم ماسه‌های روان به مناطق مسکونی، زمین های کشاورزی و تأسیسات زیربنایی یکی از مهم‌ترین مشکلات مناطق خشک و نیمه خشک کشور می‌باشد. یکی از مهم‌ترین معضلات محیطی منطقه طرود هجوم ماسه‌های روان به سازه‌های انسانی و مناطق مسکونی می باشد که نیازمند بررسی دقیق و ارائه راه حل اصولی و کاربردی می باشد. شناخت و بررسی دقیق و آماری پیکان های ماسه‌ای این منطقه و تحلیل خصوصیات مرفومتریک آنها و در نهایت معرفی مناسب ترین گونه گیاهی برای تثبیت ماسه‌های روان از طریق تشکیل پیکان

[2]Salvati and Zitti
[3]Okin
[4]Reynolds and Stafford Smith
[5]Ravi
[6]Karavas
[7] Corrigan
[8]Haney

ماسه‌ای می‌تواند در مدیریت محیطی منطقه مطالعاتی و تثبیت ماسه‌های متحرک بسیار مفید باشد. پیکان های ماسه‌ای به عنوان یکی از ساده ترین لندفر های تراکم بادی در مناطق بیابانی می‌باشند که نقش مهمی در تثبیت ماسه‌های روان دارند (ویگس[9] و همکاران، ۱۹۹۵؛ تسوار و مولر؛[10] ۱۹۸۶؛ محمودی،[11] ۱۳۸۵؛ مقصودی[12] و همکاران، ۱۳۹۲). بیشترین حجم ماسه‌های بادی از طریق جهش جابه جا می‌شوند. چنانچه در مسیر سقوط این دانه‌ها مانعی وجود داشته باشد به علت کاهش سرعت باد در برخورد با این مانع دانه‌ها با زمین می‌افتند و در محلی که کمترین میزان فشار وجود دارد روی هم متمرکز می‌شوند. مناسب ترین نواحی برای ایجاد پیکان‌های ماسه‌ای بیابان های با پوشش استپی است (محمودی، ۱۳۸۹). تحقیقات معدودی در زمینه بررسی عوارض حاصل از تراکم ماسه‌های روان بوسیله پوشش نباتی و انتخاب بهترین نوع پوشش نباتی برای تثبیت ماسه‌های روان صورت گرفته است. آردن و همکاران[13](۲۰۰۹) تاثیر نبکا در تثبیت ماسه‌های روان برخان های فلسطین را بررسی کرده‌اند. خلف و همکاران[14](۱۹۹۵) ویژگی‌های مورفولوژیکی چند نوع نبکا در دشت ساحلی شمالی کویت را بررسی کرده است. موسوی و همکاران (۱۳۸۹) به گروه‌بندی مقایسه‌ای نبکاهای شمال شرق کویر سیرجان با استفاده از الگوریتم TOPSIS پرداخته‌اند.هدف از این پژوهش شناسایی مناسب‌ترین گونه گیاهی پیکان ماسه‌ای در منطقه ریک نجارآباد از طریق روش ترکیبی AHP-TOPSIS می‌باشد. به عبارت دیگر این پژوهش سعی دارد تا با استفاده از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های مورفومتری پیکان ماسه‌ای از طریق ترکیبی AHP-TOPSIS، مناسب ترین و سازگارترین گونه گیاهی پیکان ماسه‌ای با ویژگی‌های زیست محیطی را برای

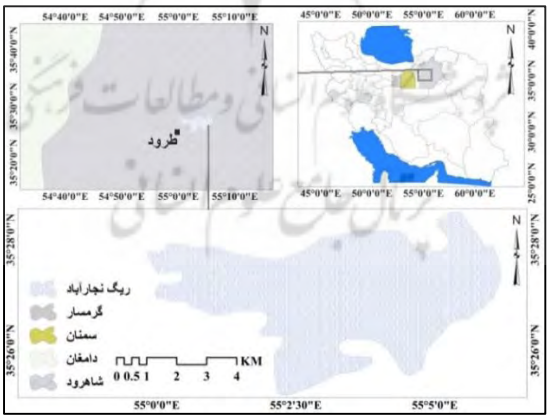
---

[9] Wiggs
[10] Tsoar and Moller
[11] Mahmoudi
[12] Maghsoudi
[13] Ardon
[14] Khalaf

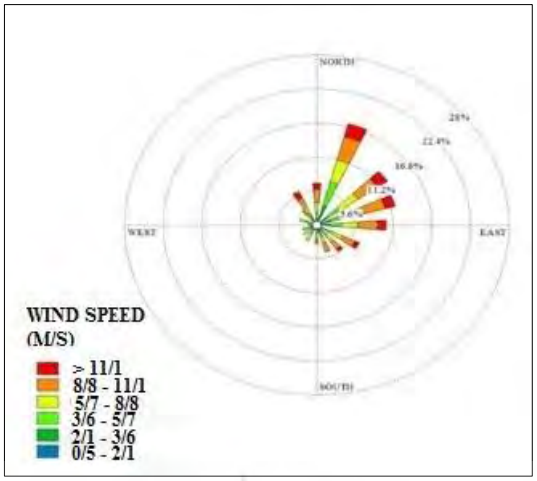
عملیات تثبیت ماسه‌های روان از طریق توسعه پیکانهای ماسه‌ای منطقه مطالعاتی، شناسایی و معرفی کند.

موقعیت منطقه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش، ریگ نجارآباد بوده که در شمال شرق طرود، از توابع شهرستان شاهرود، در استان سمنان و در حاشیه شمالی کویر بزرگ مرکزی واقع شده است. به دلیل کمبود ریزش‌های جوی در اطراف این کویر، سیستم‌های شکل‌زایی بادی بر دیگر فرآیندها حاکمیت دارند و می‌توان انواع رخساره‌های فرسایش بادی را در این منطقه مشاهده کرد. ریگ نجارآباد با وسعت ۲۸/٦٤ کیلومتر یکی از ریگ های موجود در حاشیه شمالی کویر بزرگ مرکزی است که به‌صورت نامنظم در امتداد غربی–شرقی در طول ۸ کیلومتر کشیده شده است. این ریگ در محدوده بین ۳۵درجه و ۲۵دقیقه تا ۳۵ درجه و ۲۹دقیقه عرض شمالی و ٥٤ درجه و ٥۹ دقیقه ٥٥ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل شماره ۱). برای ترسیم گلباد منطقه مورد مطالعه از آمار یک‌ساله ایستگاه کلیماتولوژی طرود استفاده شده است (شکل ۲).



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه



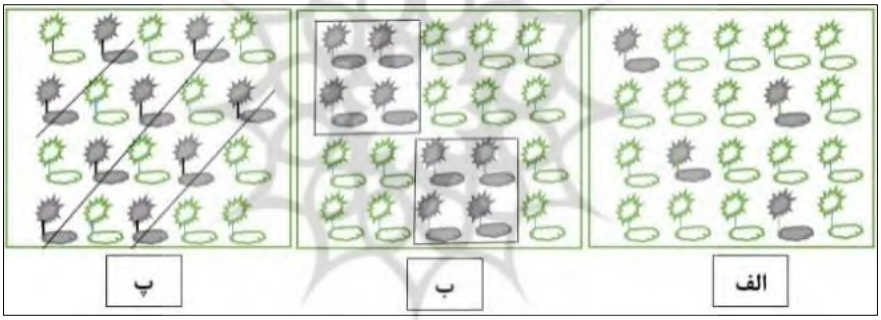
شکل ۲. گلباد سالیانه منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

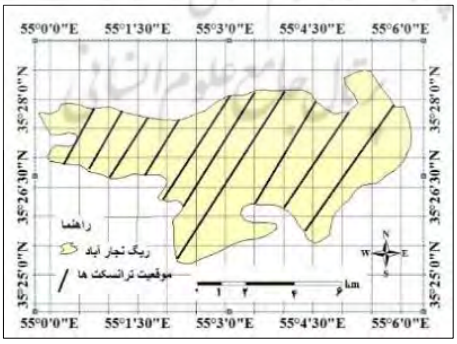
این پژوهش از نظر هدف، تحقیقی کاربردی است. در بخش ادبیات تحقیق برای جمع آوری مطالب از روش کتابخانه‌ای و میدانی و در بخش تعیین وزن معیارها از خبرگان نظرسنجی شده است که از این حیث از روش پرسشنامه‌ای استفاده شده است. در این پژوهش از مواد و ابزار مختلفی برای اندازه‌گیری مولفه‌های مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای و گیاه استفاده شده است. برای بررسی مورفومتری پیکان ماسه‌ای و گیاه از متر، ژالون و GPS و همچنین برای مشخص کردن محدوده مورد مطالعه از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و بازدیدهای میدانی استفاده شده است. ابتدا با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه تعیین حدود گردید و سپس با مراجعات حضوری به منطقه قلمرو توسعه پیکان‌های ماسه‌ای مشخص گردید. در گام بعد اقدام به نمونه‌برداری گردید. روش‌ها و واحدهای نمونه برداری رایج در مطالعات میدانی به سه دسته تقسیم می‌شوند (بنهم[1]، ۱۹۸۹). روش نقطه‌ای: واحد نقطه

[1] Bonham

(شکل ۳ ؛ الف)؛ روش تک بعدی: واحد طول (ترانسکت) (شکل ۳؛ پ)؛ روش دو بعدی: واحد پلات (کوادرات) (شکل ۳؛ ب). روش نمونه‌برداری در این پژوهش بر اساس روش تک بعدی و واحد نمونه برداری طولی صورت گرفته است. این روش امکان نمونه برداری تصادفی را در کل محدوده مطالعاتی فراهم می‌آورد. بنابراین برای پوشش کامل منطقه مطالعاتی ۱۰ ترانسکت یک کیلومتری با استفاده از دستگاه GPS در نظر گرفته شد (شکل ٤). حجم نمونه بستگی به موقعیت پیکان‌های ماسه‌ای نسبت به محل ترانسکت‌های مستقر شده داشته است که در مجموع ٤٨ پیکان ماسه‌ای از گونه اشنان، ١٦ پیکان از گونه خارشتر، ١٤ پیکان از گونه گل گزی و ٤٣ پیکان از گونه قیچ ارزیابی شده است.



شکل ۳. انواع روش‌های نمونه‌برداری میدانی

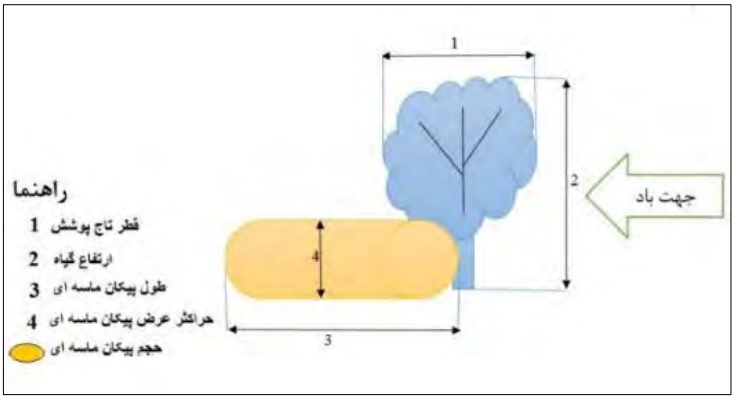


شکل ٤. موقعیت ترانسکت‌ها در منطقه مطالعاتی

در گام بعدی اقدام به مشخص کردن مولفه‌های مرفومتریک پیکان‌های ماسه‌ای گردید. با توجه به ویژگی‌های گیاه شناسی، هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی، اقلیمی و ژئومورفولوژیکی منطقه مطالعاتی و اهداف طرح ریزی شده در پژوهش، می‌توان گفت که نوع پیکان‌های ماسه‌ای و پارامترهای موفومتری آن متعدد و متفاوت است. در این پژوهش سعی گردیده تا به مهم‌ترین نوع پیکان‌های ماسه‌ای و مؤثرترین پارامترهای مرفومتری آنها شامل ارتفاع پیکان ماسه‌ای، حجم پیکان ماسه‌ای، حداکثر عرض پیکان ماسه‌ای، قطر تاج پوشش، ارتفاع گیاه پرداخته شود. نمونه ای از پیکان‌های ماسه‌ای منطقه مورد مطالعه در شکل (۵) نشان داده شده است.

شکل ۵. نمایی از پیکان‌های ماسه‌ای منطقه مطالعاتی

در گام بعدی، پس از مشخص کردن مهم‌ترین نوع پیکان ماسه‌ای و مؤثرترین پارامترهای مرفومتریک آن اقدام به اندازه‌گیری مولفه‌های مورد نظر گردید. مبنای اندازه‌گیری مولفه‌های مرفومتریک پیکان‌های ماسه‌ای شکل شماره (٦) می‌باشد که انواع مشخصه‌های قابل اندازه‌گیری پیکان‌های ماسه‌ای و نحوه اندازه‌گیری آنها را نشان می‌دهد.



شکل٦. توضیح تصویری مولفه های مرفومتریک پیکان ماسه ای

بدین منظور، برای محاسبه قطر تاج پوشش گیاه میانگین دو قطر اندازه‌گیری تاج گیاه، برای اندازه‌گیری ارتفاع گیاه بلندترین شاخه گیاه ، به منظور اندازه گیری طولپیکان ماسه‌ای، فاصله قاعده تا نوک پیکان، برای محاسبه قطر طوقه گیاه متوسط قطر ساقه اصلی ۵ سانتیمتری بالای طوقه گیاه ملاک عمل قرار گرفته است و حجم پیکان ماسه‌ای نیز از طریق رابطه (۱) محاسبه گردید. (دوگیل و توماس[1]،۲۰۰۲)

$$V = 0/5(0/33\ \pi\ R2\ H) \qquad (۱)$$

در این رابطه V: حجم مخروط پیکان ماسه‌ای به متر مربع، H: ارتفاع پیکان ماسه‌ای به متر و R: شعاع قاعده مخروط پیکان ماسه‌ای به متر است و از این طریق مشخصات مرفومتریک پیکان های ماسه ای گونه‌های گیاهی مختلف اندازه گیری و ماتریس اولیه برای مدلسازی آماده گردید (جدول ۱).

در آخرین گام پس از جمع آوری داده‌ها و تشکیل ماتریس تصمیم اولیه اقدام به تعیین بهترین گونه گیاهی پیکان ماسه‌ای با استفاده از روش ترکیبی AHP-TOPSIS گردید.

[1] Dougill and Thomas 6

جدول ۱. مشخصات مرفومتریک پیکان‌های ماسه‌ای

گونه‌های گیاهی	*پارامترها	میانگین	حداقل	حداکثر	دامنه	واریانس	انحراف از معیار
اشنان	ارتفاع گیاه	۳۹/۰۷	۳۰	٤۹	۱۹	۰/۳۵۵	۵/۰۰۸
	قطر تاج پوشش	۹۲/۸۳	۸۲	۱۰۹	۲۷	۰/۳٤۳	٦/۹۸۳
	طول پیکان	۸۳/۳۳	٦۵	۱۱۰	٤۵	-۰/۰۷۹	۱۱/۵۲
	حجم پیکان	۰/۰۹	۰/۰٦	۰/۱٤	۲۳	-۰/۲۵٤	۵/۳۳٦
	حداکثر عرض پیکان	۳٦/٤۳	۲٤	٤۷	۲۳	-۰/۲۵٤	۵/۳۳٦
خارشتر	ارتفاع گیاه	۲۲/۱۳	۱٤	۳۱	۱۷	۰/۲۲۱	٤/٤۸۵
	قطر تاج پوشش	۸٤/۸۹	۷۷	۹٤	۱۷	۰/۲۷۳	٤/۷۷۵
	طول پیکان	۷۹/۰۳	۵۵/۷	۱۰۰/۷	٤۵	-۰/۰۷۹	۱۱/۵۲۳
	حجم پیکان	۰/۰٦۳	۰/۰٤۱	۰/۱۱	۰/۰٦۹	۳/۰۱۸	۰/۰۱۱
	حداکثر عرض پیکان	۳۵/۲۳	۲۲/۸	٤۵/۸	۲۳	-۰/۲۵٤	۵/۳۳٦
گل گزی	ارتفاع گیاه	۲۹/۸۷	۲۰/۸	۳۹/۸	۱۹	۰/۳۵۵	۵/۰۰۸
	قطر تاج پوشش	۸٦/۰۳	۷۵/۲	۱۰۲/۲	۲۷	۰/۳٤۳	٦/۹۸۳
	طول پیکان	٦٦/۹٦	٤۵	۸۹	٤٤	-۰/۲۳۳	۱۰/۱۹۳
	حجم پیکان	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۱	۰/۰۸	۱/۰۰۵	۰/۰۱۹
	حداکثر عرض پیکان	۳۳/۲٦	۱۸	٦۰	٤۲	۱/۱٦٦	۷/۱٤۱
قیچ	ارتفاع گیاه	۷٤/۱۳	٦٦	۸۳	۱۷	۰/۲۲۱	٤/٤۸۵
	قطر تاج پوشش	۱۷۹/۸۹	۱۷۲	۱۸۹	۱۷	۰/۲۷۳	٤/۷۷۵
	طول پیکان	۱٦٦/۹٦	۱٤۵	۱۸۹	٤٤	-۰/۲۳۳	۱۰/۱۹۳
	حجم پیکان	۰/۵٦	۰/۵۳	۰/٦۱	۰/۰۸	۱/۰۰۵	۰/۰۱۹
	حداکثر عرض پیکان	۷۸/۲٦	٦۳	۱۰۵	٤۲	۱/۱٦٦	۷/۱٤۱

* واحد ارتفاع گیاه، قطر تاج پوشش، طول و حداکثر عرض به سانتی متر، حجم به متر مکعب

به طور کلی مراحل تحقیق به شرح زیر است: ۱- ترسیم ساختار سلسله مراتبی معیارها و گزینه‌های مختلف،۲- تعیین شاخص‌ها (گونه‌های گیاهی پیکان ماسه‌ای) و معیارهای مناسب (ارتفاع گیاه، قطر تاج پوشش، حجم پیکان، حداکثر عرض پیکان و طول پیکان) و تکمیل ماتریس مقایسات زوجی بین آنها توسط تصمیم گیران. ۳- گرد آوری داده‌های کمی و کیفی پیکان‌های ماسه‌ای با توجه به معیارهای مشخص. ٤- بدست آوردن وزن معیارها با استفاده از روش AHP. ۵- رتبه‌بندی و انتخاب بهترین گونه پیکان ماسه‌ای به کمک روش TOPSIS.

شکل ۷. مراحل انجام پژوهش

رویکردهای تصمیم‌گیری چند شاخصه

تصمیم‌گیری چند شاخصه از مدل‌های ریاضی است و به رویکردی از حل مسئله اشاره دارد که به منظور انتخاب یک گزینه از تعداد محدودی گزینه مورد استفاده قرار

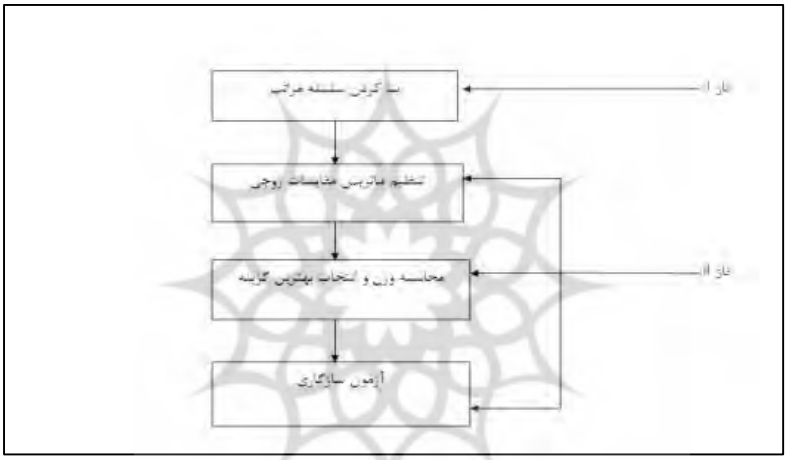
می‌گیرد (رائو و داوین؛[17] ۲۰۰۸). روش‌های MADM به سهولت کاربرد معروف هستند. رویه‌های ترکیبی چنانچه به درستی ترکیب شوند می‌توانند این نقاط قوت را حفظ کنند و منابع چندگانه‌ای از دانش و تجربه ایجاد کنند (شیح و همکاران؛[18] ۲۰۰۷). بنابراین این پژوهش به منظور دستیابی به تصمیمات کاراتر از ترکیب دو رویکرد AHP و TOPSIS که نقاط ضعف هر یک با نقاط قوت دیگری جبران می‌شود، استفاده می کند. تکنیک TOPSIS که نخستین بار در سال ۱۹۸۱ توسط وان و یون (۱۹۸۱) معرفی شد نقاط اشتراکی زیادی با AHP دارد (هوانگ و یون؛[19] ۱۹۸۱). بنیان و مایه اصلی TOPSIS محاسبه فاصله اقلیدسی گزینه های تصمیم گیری از راه حل های ایده آل مثبت و منفی است (کانان و همکاران؛[20] ۲۰۰۹؛ وانگ؛[21] ۱۹۸۲). راه حل ایده آل مثبت[22] راه حل یا گزینه ای است که از لحاظ معیار های سود بیشینه و از لحاظ معیار های هزینه وضعیت کمینه را دارد و راه حل ایده آل منفی[23] راه حلی است که از نظر معیارهای هزینه بیشینه و از لحاظ معیار های سود کمینه است(کانان و همکاران، ۲۰۰۹). در TOPSIS مقادیر قطعی[24] برای بیان ارجحیت نسبی گزینه ها در برآورده کردن معیارهای تصمیم گیری مورد استفاده قرار می گیرد (لی؛[25] ۱۹۹۵؛ لیو[26] ۱۹۹۳) و گزینه برتر گزینه ای است که کمترین فاصله را از PIS و بیشترین فاصله را از NIS داشته باشد. برآیند این دو فاصله در قالب ضریب نزدیکی[27] بیان می‌شود که بر این اساس گزینه ای که مقدار عددی ضریب نزدیکی بزرگتری داشته باشد به عنوان گزینه ارجح شناخته می‌شود (چائو؛[28] ۲۰۰۹؛

---

1 Rao and Davim
1 Shih
1 Hwang and Yoon
2 Kannan
2 Wang
2 Positive Ideal Solution (PIS)
2 Negative Ideal Solution (NIS)
2 Crisp Values
2 Lee
2 Liou
2 Closeness Coefficient
2 Chu

7
8
9
0
1
2
3
4
5
6
7
8

کانان[29]۲۰۰۹). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای اولین بار در سال ۱۹۸۰ توسط ساعتی معرفی گردید (ساعتی،[3]۱۹۸٦). روش AHP نظرات کارشناسان را ترکیب کرده، سیستم تصمیم گیری پیچیده را به سیستم سلسله مراتبی ساده تبدیل می‌کند. سپس با استفاده از مقایسات زوجی، روش ارزیابی بر حسب مقیاس، به منظور بررسی اهمیت نسبی انجام می‌شود(تسوئر و همکاران،[31]۲۰۰۲). مراحل تحلیل سلسله مراتبی در شکل (۸) نشان داده شده است.



شکل۸. مراحل تحلیل سلسله مراتبی (محمدی، ۱۳۸٦)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

– مدل مفهومی پژوهش: رویکرد ترکیبی (TOPSIS – AHP)

روش های TOPSIS و AHP به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته‌اند. جدول (۲) مقایساتی از ویژگی‌ها و خصوصیات این دو تکنیک ارائه می‌کند.

---

[2] Kannan [9]
[3] Saaty [0]
[3] Tsaur [1]

جدول ۲- مقایسه ویژگی‌های روش (TOPSIS,AHPShih et al, 2007)

TOPSIS	AHP	خصوصیات
اطلاعات عددی - MADM	اطلاعات عددی - MADM	طبقه
فاصله از PIS و NIS (اندازه گیری مطلق)	مقایسات زوجی (اندازه گیری نسبی)	فرایند اصلی
معین و معلوم	معین و معلوم	شاخص
معین و معلوم	مقایسات زوجی	استنباط وزن
-	ارائه می‌شود	بررسی سازگاری
خیلی زیاد	۷±۲	تعداد شاخص های تطبیقی
خیلی زیاد	۷±۲	تعداد شاخص های تطبیقی

به کارگیری AHP به دلیل ظرفیت محدود بشری در پردازش اطلاعات به طور قابل ملاحظه‌ای محدود گشته ، سقف مقایسات زوجی به تعداد ۷±۲ در نظر گرفته می‌شود. روش TOPSIS، می‌توانند نیازمندی مقایسات زوجی را برآورده سازد و محدودیت ظرفیتی در فرایند غالب نمی‌شود (شیح[۳۲]،۲۰۰۷). از طرفی این رویکرد نیاز به رویه‌ای کارا دارد تا اهمیت نسبس شاخص‌های مختلف را با توجه به هدف تعیین نماید، روش AHP چنین رویه‌ای را ارائه می‌کند (رائو[۳۳]،۲۰۰۸). بنابراین برای دستیابی به مزایای هر دو روش در رتبه‌بندی و انتخاب بهترین گزینه، روش ترکیبی (TOPSIS,AHP) استفاده می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتایج

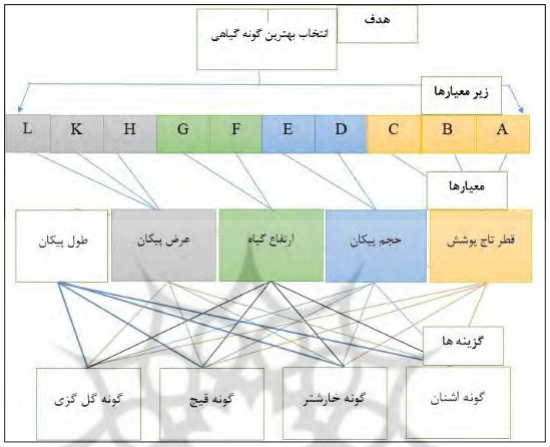
در این بخش نتایج و یافته های حاصله در قالب وزن دهی معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها ارائه می‌گردد. نتایج حاصل از روش ترکیبی به ترتیب جداول (۳ تا ۹) و شکل (۹) می‌باشد.

---

[3] Shih [2]
[3] Rao [3]

ساخت سلسله مراتب معیارها و وزن‌دهی آنها

در گام نخست اقدام به تهیه ساختار سلسله مراتبی گردید که شامل چهار سطح هدف از پژوهش، زیرمعیارها، معیارها و گزینه ها می باشد.



شکل ۹. ساختار سلسله مراتبی. A: قطر بالایی تاج، B: قطر میانی تاج، C: قطر پایینی تاج، D: ارتفاع گیاه، E، مساحت پیکان. F: ارتفاع طوقه. G: ارتفاع تاج پوشش. H: عرض قاعده پیکان. K: عرض میانی پیکان. L: عرض نوک پیکان

پس از تعیین معیارهاو جمع آوری داده‌های مربوط به گزینه‌های مختلف (جدول ۱) از متخصصان خواسته شد که ماتریس‌های مقایسات زوجی را برای تعیین وزن معیارها تکمیل کنند. بدین منظور، پرسشنامه تحلیل سلسله مراتبی طراحی و توسط ۲۱ ژئومرفولوژیست ،۱۸ گیاه شناس و ۱۵ نفر متخصص بیابان زایی به منظور انتخاب بهترین گونه گیاهی پیکان ماسه‌ای پاسخ داده شد و در نتیجه نظر افراد مختلف در رتبه‌بندی در نظر گرفته شد. در ابتدا به دلیل ناسازگاری برخی از ماتریس‌های مقایسه زوجی حاصل از نظر خبرگان، نیاز به توزیع مجدد و اصلاح پرسشنامه‌ها ایجاد شد تا سازگاری ماتریس‌ها و در نتیجه اعتبار پرسشنامه تایید شود. میزان قابلیت اعتماد (پایایی) پرسش

نامهاز طریق آلفای کرونباخ و با استفاده از نرم افزار SPSS محاسبه شد. این مقدار برابر ٪۸۷ است که نشان‌دهنده ثبات و قابلیت اعتماد پرسش نامه است. ماتریس‌های مقایسه زوجی با استفاده از رابطه (۲) ترکیب و ماتریس جامع تشکیل شد. ماتریس جامع معیارها به‌صورت زیر است (جدول ۳).

جدول ۳. ماتریس جامع معیارها

	ماتریس نرمالیزه					ماتریس مقایسات زوجی					
	بردار وزن	حداکثر عرض	طول پیکان	حجم پیکان	ارتفاع گیاه	قطر تاج پوشش	حداکثر عرض	طول پیکان	حجم پیکان	ارتفاع گیاه	قطر تاج پوشش
قطر تاج پوشش	۰۵۲۶۱ ۰/	/۰۳ ۰	/۰۵ ۰	/۰۷ ۰	/۰٤ ۰	/۰۵ ۰	/۳٦ ۰	/۵۸ ۰	/۱۵ ۰	/۱۷ ۰	۱
ارتفاع گیاه	/۲٦۷۹ ۰	/۲۱ ۰	/۲۸ ۰	/۲۵ ۰	/۲٦ ۰	/۳۲ ۰	/۳۲ ۲	/۱٦ ۳	/۵۲ ۰	۱	/۷٦۲ ۵
حجم پیکان	/٤۷٤۰ ۰	/٦۱ ۰	/٤۰ ۰	/٤۸ ۰	/٤۹ ۰	/۳٦ ۰	/٤۷ ٦	/۵٦ ٤	۱	/۸۹ ۱	/٤۱۲ ٦
طول پیکان	/۰۸٤۷ ۰	/۰٤ ۰	/۰۸ ۰	/۱۰ ۰	/۰۸ ۰	/۰۹ ۰	/۵۲ ۰	۱	/۲۱ ۰	/۳۱ ۰	/۷۱۷ ۱
حداکثر عرض	/۱۲۰٦ ۰	/۰۹ ۰	/۱۷ ۰	/۰۷ ۰	/۱۱ ۰	/۱۵ ۰	۱	/۹۱ ۱	/۱٤ ۰	/٤۳ ۰	/۷۵٦ ۲
جمع	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱/۹ ۰	۱/۲ ۱	/۰۵ ۲	/۸۱ ۳	۱۷/٦
نرخ سازگاری ۰/۰۰۵٦											

نرخ سازگاری ماتریس جامع معیارها ۰/۰۰۵٦ محاسبه شده که نشان‌دهنده سازگاری بالای این ماتریس است. پس از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی جامع، وزن معیارهای اصلی با استفاده از AHP، بر اساس روابط (۳ و ٤) محاسبه گردید. بنابراین وزن پنج

معیار اصلی بردار وزنی (۰/۰۵۲، ۰/۲٦۷، ۰/٤۷٤، ۰/۰۸٤، ۰/۱۲۰) =W را شکل می‌دهد. بطور مشابه وزن معیارهای فرعی نیز با توجه به ماتریس مقایسه زوجی آنها محاسبه شد. این اوزان در جدول (٤) ارائه شده است.

جدول ٤. وزن معیارهای اصلی و فرعی

حجم پیکان ۰/۱۳٤		قطر تاج پوشش ۰/۵۰۲			عرض پیکان ۰/۰۳٤			ارتفاع گیاه ۰/۲٦۰		طول پیکان ۰/۰٦۷
ارتفاع پیکان ۰/۰٤۰	مساحت پیکان ۰/۲۱۰	قطر بالای تاج ۰/۱۱۰	قطر میانی تاج ۰/۰۷۹	قطر پایینی تاج ۰/۰۵۷	عرض قاعده پیکان ۰/۰۲۸	عرض میانی پیکان ۰/۰۲۰	عرض نوک پیکان ۰/۰۱٦	ارتفاع طوقه ۰/۱۵۲	ارتفاع تاج پوشش ۰/۲۸۸	-

رتبه‌بندی گونه‌های گیاهی پیکان‌های ماسه‌ای با استفاده از روش TOPSIS

ماتریس تصمیم اولیه با استفاده از رابطه (۱) نرمالیزه گردید. این عملیات از طریق تقسیم تک تک درآیه های ماتریس داده ها بر مجذور مجموع ستونی توان دو درایه‌ها صورت می‌گیرد. از جمع ارزش‌های وزین معیارهای فرعی هر معیار اصلی، ارزش آن معیار اصلی حاصل می‌شود. به عنوان نمونه حجم پیکان ماسه‌ای از جمع ارزش‌های وزین ارتفاع پیکان و مساحت پیکان برای هر یک از گونه‌های گیاهی پیکان ماسه‌ای بدست می‌آید. در مرحله بعد با ضرب کردن ماتریس بی مقیاس شده در اوزان معیارهای اصلی که با استفاده از روش AHP به دست آمده اند، ماتریس تصمیم نرمال وزین معیارهای اصلی (ماتریس تصمیم نهایی) که به منظور تعیین ایده آل مثبت و منفی در روش TOPSIS به کار گرفته می‌شود، تشکیل شد که در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول ۵. ماتریس تصمیم نهایی

پارامتر گونه	ارتفاع. گیاه	قطر تاج پوشش	طول پیکان ماسه ای	حجم پیکان ماسه ای	حداکثر عرض
اشنان	۰/۲۱۳	۰/۱۰۲	۰/۰۵۲	۰/۰۱۰	۰/۰۱۲
خارشتر	۰/۱۲۱	۰/۰۹۳	۰/۰٤۹	۰/۰۰۷	۰/۰۱۲
گل گزی	۰/۱٦۳	۰/۰۹٤	۰/۰٤۲	۰/۰۰۵	۰/۰۱۱٤
قیچ	۰/٤۰۵	۰/۱۹۸	۰/۱۰٤	۰/۰٦۵	۰/۰۲٦

پس از محاسبه ماتریس بی بعد وزین باید ایده آل مثبت و منفی محاسبه گردد. نحوه محاسبه آن بدین صورت است که در ایده آل مثبت، اگر یک معیار با توجه به هدفی که داریم برای ما روند سعودی داشته باشد، یعنی این که هر چه عدد آن معیار بیشتر باشد برای ما مطلوب تر باشد برای محاسبه ایده آل مثبت بزرگترین عدد در ستون ماتریس بی بعد وزین را می‌گذاریم و بالاعکس (جدول ٦).

جدول ٦: مقادیرایده‌آل مثبت وایده‌آل منفی (بالاترین وپایین‌ترین عملکرد هرشاخص)

معیارها	حداکثر عرض	حجم پیکان ماسه ای	طول پیکان	قطر تاج پوشش	ارتفاع. گیاه
ایده آل مثبت A+	۰/٤۰۵	۰/۱۹۸	۰/۱۰٤	۰/۰٦۵	۰/۰۲٦
ایده آل منفی A-	۰/۱۲۱	۰/۰۹۳	۰/۰٤۲	۰/۰۰۵	۰/۰۱۱

به منظور به دست آوردن میزان فاصله هر یک از گزینه‌ها (گونه‌ها) از ایده آل مثبت از فرمول (۸) وایده آل منفی از فرمول (۹) استفاده شده است.برای محاسبه نزدیکی نسبی هر گزینه به راه حل ایده آل از رابطه (۱۰) استفاده شده است. نتایج حاصل از رتبه‌بندی وزنی پیکان‌های ماسه‌ای منطقه مورد مطالعه به شرح جدول (۷) می‌باشد. نتایج بیانگر

این است که پیکان ماسه‌ای گونه قیچ از نظر مولفه‌های مرفومتریک کمترین فاصله را با راه حل ایده آل و بیشترین وزن را دارند.

جدول ۷. رتبه‌بندی گونه‌های گیاهی پیکان‌های ماسه‌ای

پارامترها / گونه‌ها	D_i^+	D_i^-	Cl_i	رتبه
اشنان	۰/۲۲۸	۰/۰۹۳	۰/۱۸۷۱	دوم
خارشتر	۰/۳۱٤	۰/۰۰۷	۰/۰۸۰	چهارم
گل گزی	۰/۲۲۷	۰/۰٤۲	۰/۰۲۸۳	سوم
قیچ	۰/۰۰۰	۰/۳۱۵	۱	اول

بحث و نتیجه‌گیری

ایران زمین به دلیل قرار گرفتن ۸۸/٦ درصد از مساحتش در قلمرو سرزمین‌های خشک، از زیست بومی شکننده برخوردار است. یکی از راه حل‌های جلوگیری از گسترش بیابان‌ها، تثبیت ماسه‌های روان می‌باشد. در این پژوهش قضاوت‌های ذهنی تصمیم‌گیران در فرآیند مقایسه زوجی و اندازه‌گیری‌های انجام شده از مولفه‌های مرفومتریک پیکان‌های ماسه‌ای در ارزیابی عملکرد مورد استفاده قرار گرفت و با ترکیب روش‌های AHP و TOPSIS، ضمن بهره‌گیری از مزایا، نقاط ضعف آنها به ترتیب شامل محدود مقایسات زوجی و عدم ارائه وزن شاخص‌ها جبران شد. یکی از نتایج مهم این تحقیق اثبات برتری توان تشخیصی رویکرد ترکیبی نسبت به رویکرد غیر ترکیبی TOPSIS به عنوان یکی از روش‌های رایج رتبه‌بندی بود. فرض آماری بزرگتر بودن واریانس نمرات رویکرد ترکیبی AHP-TOPSIS در مقایسه با رویکرد TOPSIS (واریانس‌ها به ترتیب ۰/۰۰٤٦ و ۰/۰۲۳٤) با استفاده از آزمون آماری F در سطح اطمینان ۰/۹۵ مورد بررسی قرار گرفت و برتری توان تشخیصی رویکرد ترکیبی بر رویکرد TOPSIS اثبات شد. مدل تصمیم گیری ارائه شده در انتخاب بهترین گونه گیاهی پیکان

ماسه‌ای مورد استفاده قرار گرفت که در آن به ترتیب گونه‌های قیچ، اشنان، گل گزی و خارشتر با کسب امتیازات (۱، ۰/۱۸۷، ۰/۰۸۰، ۰/۰۲۸) در رتبه‌های اول تا چهارم قرار گرفته اند. دامنه امتیازات به گونه‌ای است که اختلافات بین گونه‌های گیاهی پیکان‌های ماسه‌ای زیاد بوده و این حاکی از عملکرد متفاوت مشخصه‌های مرفومتری و نوع گونه گیاهی می‌باشد. بنابراین پیکان های ماسه‌ای با توجه به گونه گیاهی، سرشت اکولوژیکی و ژئومرفولوژیکی خود عملکرد متفاوتی در برابر فرسایش بادی بروز می‌دهند.گیاهان مورد مطالعه در این پژوهش بومی و محلی بوده و به صورت طبیعی در محیط رشد نموده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که گونه قیچ با دارا بودن بیشترین قطر تاج پوشش و ارتفاع، حداکثر حجم تثبیت ماسه را به خود اختصاص داده است. نتایج حاصل از مقایسه گونه‌های خارشتر و گل گزی نشان می‌دهد که پیکان ماسه‌ای گونه گل گزی با داشتن قطر تاج پوشش و ارتفاع گیاه بیشتر، ماسه کمتری نسبت به گونه خارشتر به دام انداخته است که این حاکی از عملکرد متفاوت تاج پوشش، آیرودینامیک گیاه و مانع شدن متفاوت آن در برابر سرعت و شدت باد مسلح به رسوب می‌باشد. در نهایت می‌توان گفت که از میان چهار گونه گیاهی، پیکان ماسه‌ای گونه قیچ با کمترین فاصله اقلیدسی با ایده آل مثبت (۰/۰۰۰) و بیشترین فاصله اقلیدسی از ایده آل منفی (۰/۳۱۵) و کسب بیشترین امتیاز (۱) به عنوان بهترین گونه جهت توسعه پیکان‌های ماسه‌ای برای تثبیت ماسه‌های روان در منطقه مورد مطالعه شناخته شد.

منابع

محمدی، علی و سمیه محمد حسین زاده، (۱۳۸٦)، کاربرد رویکرد تلفیقی AHP/DEM در رتبه‌بندی نمایندگی‌های بیمه، پژوهش نامه اقتصادی، شماره ۳، ص۳۰٤-۲۸۱.

محمودی، فرج الله، (۱۳۸۵)، ژئومورفولوژی دینامیک، انتشارات پیام نور، ۳۲٦.

موسوی، سید حجت، مسعود معیری، عبدالله سیف و عباسعلی ولی، (۱۳۹۱)، انتخاب بهترین گونه گیاهی برای تثبیت ماسه‌های روان، محیط شناسی، سال ۳۸، شماره ٦۱، ص ۱۱٦-۱۰۵.

مقصودی، مهران، سعید نگهبان و سجاد باقری سید شکری، (۱۳۹۲)، تحلیل مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای حاصل از گونه خارشتر در غرب دشت لوت (شرق شهداد)، کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی، سال ۲، شماره ۳، ص ۲۰-۱.

Ardon, K., Tsoar, H., &Blumberg, D.G., (2009), Dynamics of nebkhas superimposed on a parabolic dune andtheir effect on the dune dynamics. Journal of Arid Environments, 73, 1014–1022.

Corrigan, B. M., Van Wyk, B. E., Geldenhuys, C. J., & Durand, J. F., (2008), Vegetation cover changes of the Sand Forest in the KwaNibela Peninsula. Journal of Botany, 74, 364.

Chu, T.C., & Lin, Y.C., (2009), An interval arithmetic based fuzzy TOPSIS model. Expert Systems with Applications, 8(36), 10870-10876.

Bonham, C. D., (1989), Measurement for Terrestrial Vegetation. John wiley & Sons, Inc.

Dougill, A.J., and Thomas, A.D., (2002), Nebkha dunes in the Molopo Basin, south Africa and Botswana formation controls and their validity as indicators of soil degradation. Journal of arid environment, 50, 413-423.

Haney, A., Marlin, B., Steven, A., Emily, L., & Tom, P., (2008), Gradien analysis of an eastern sand savanna's woody vegetation, and its long-term responses to restored fire processes. Forest Ecology and Management, 256, 1560-1571.

Hwang C.L., and Yoon, K., (1981), Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Springer-Verlag, New York.

Karavas, N., Kyriacos, G., Margarita, A., & Dimitris, D., (2005), Vegetation and sand characteristics influencing nesting activity of Carettacaretta on Sekania beach. Biological Conservation, 121, 177-188.

Khalaf, F.I., Miska, R., & Al-Douseri, A., (1995), Sedimentological and Morphological characteristics of some nebkha deposits in the northern coastal plain of Kuwait, Arabia. Journal Arid Environment. 29, 267-292.

Kannan, G., (2009), A hybrid approachusing ISM and fuzzy TOPSIS forthe selection of reverse logistics provider.Resources. Conservation and Recycling. 1(54), 28-36.

Liou, T.S., and Wang, M.J.J., (1992), Fuzzy weighted average: An improved algorithm. Fuzzy Sets and Systems, 3(49), 307-315.

Okin, G. S., Parsons, A. J., Wainwright, J., Herrick, J.E., Bestelmeyer, B.T., Peters, D.P.C., & Fredrickson, E.L., (2009), Do changes in connectivity explain desertification? BioScience, 59, 237-244.

Rao, R. V., & Davim, J. P., (2008), Decision-Making Framework Models for Material Selection Using a Combined Multiple Attribute Decision-Making Method. *Manufacturing Technology*, 35, 751–760.

Reynolds, J. F., Smith, D. M., Turner, B. L., Mortimore, M., Battetbury, S.P.J., Downing, T. E., Dowlatabadi, H., Fernández, R.J. F., Herrick, J. E., Huber-Sannwald, E., Jiang, H., Leemans, R., Lynam, T., Maestre, F., Ayarza, M., & Walker, B., (2007), Global desertification: Building a science for dryland development. Science, 316, 847–851.

Shih, H., Shyur, H. J., & Lee, E. S., (2007), An Extension of TOPSIS for Group Decision Making. Mathematical and Computer Modelling, 45, 801–813.

Salvati, L., & Zitti, M., (2009), Assessing the impact of ecological and economic factors on land degradation vulnerability through multiway analysis. Ecological Indicators, 9, 357-363.

Tsaur, S. H., Chang, T. Y., & Yen, C. H., (2002), The Evaluation of Airline Service Quality by Fuzzy MCDM. Tourism Management, 23, 107–115.

Tsoar, H., & Møller, J. T., (1986), The role of vegetation in the formation of linear sand dunes. in Nickling, W. G. (Ed.), Aeolian Geomorphology, Allen and Unwin, Boston, 75–95.

Wang, X., Zhang, C., Zhang, J., Hua, T., Lang, L., Zhang, X., & Wang, L., (2010), Nebkha formation: Implications for reconstructing environmental changes over the past several centuries in the Ala Shan Plateau, China. Journal of Palaeogeography, 297, 697–706.

Wiggs, G. F. S., Thomas, D. S. G., Bullard, J. E., & Livingstone, I., (1995), Dune mobility and vegetation cover in the southwest Kalahari Desert. Earth Surface Processes and Landforms, 20, 515–530.

پرتال جامع علوم انسانی