Archive of SID

مطالعات جغرافیایی مناطق خشک
سال اول، شماره اول، پاییز ۱۳۸۹
دریافت مقاله :۸۹/۷/۱۸ تأیید نهایی: ۸۹/۱۰/۲۱
صص ۱۰۵- ۸۷

گروه‌بندی مقایسه‌ای نبکاهای شمال‌شرق کویر سیرجان با استفاده از الگوریتم TOPSIS

سید حجت موسوی *، دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان
محسن پورخسروانی، دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان
طبیه محمودی محمدآبادی، کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه شهید بهشتی

چکیده:

نبکاها عموماً در مناطقی که میزان ماسه آن متوسط و رطوبت کافی برای حیات گیاه موجود باشد، ظاهر می‌شوند. به طور کلی نبکا واکنش خودتنظیمی اکوسیستم در مقابل تنش فرسایش بادی است، به عبارت دیگر، سیستم محیطی با ایجاد این چشم‌انداز، سعی در تعدیل فشار فرسایش بادی می‌کند. تنوع گسترده‌ای از چشم‌انداز نبکا در کمربند سبز کویر سیرجان مشاهده می‌شود. هدف از این پژوهش گروه‌بندی مقایسه‌ای نبکاهای شمال‌شرق کویر سیرجان و معرفی مناسب‌ترین نوع آن‌ها جهت تثبیت ماسه‌های روان، با استفاده از آنالیز مولفه‌های مورفومتری نبکا از طریق الگورینم TOPSIS است. این الگوریتم یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که ضمن ترکیب معیارهای کمی و کیفی متعدد و وزن‌دهی متناسب با اهمیت هر معیار، می‌تواند در انتخاب به‌ترین گزینه به تصمیم‌گیران کمک کند. در این راستا ابتدا مهم‌ترین پارامترهای مورفومتری ۳۹۲ نبکا از گونه‌های گز، اشنان، خارشتر و گل‌گزی به روش نمونه‌برداری طولی مورد اندازه‌گیری میدانی قرار گرفت؛ سپس با ارزیابی مقایس‌های آن‌ها از طریق الگوریتم TOPSIS، مبادرت به اولویت‌بندی نبکاهای مطالعاتی گردید. نتایج نشان می‌دهد که نبکای گز با وزن ۰/۸۱۸ بیش‌ترین تأثیر را در تثبیت ماسه‌های روان دارد. نبکای اشنان نیز با وزن ۰/۱۵۱ نسبت به نبکای گز از اهمیت کمتر و نسبت به نبکاهای خارشتر و گل‌گزی از ارجحیت بیش‌تری برخوردار است. در مقابل، نبکای گل‌گزی و خارشتر به ترتیب با اوزان ۰/۰۲۸ و ۰/۰۰۲ کم‌ترین بهره‌وری را دارند. بنابراین برای اجرای طرح‌های تثبیت ماسه در منطقه مطالعاتی، در درجه اول توسعه سیستم نبکای گز و در مرحله دوم توسعه سیستم نبکای اشنان بیش‌ترین اهمیت را داشته و در صورت اجرا بالاترین بهره‌وری را خواهند داشت. نتایج این پژوهش در مدیریت سیستمی مناطق بیابانی و طرح‌های تثبیت ماسه‌های متحرک ارزنده خواهد بود.

واژگان کلیدی:
الگوریتم TOPSIS، کویر نمک سیرجان، نبکا.

* نویسنده مسئول: Email: hmousavi15@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱ ـ مقدمه

ژئومورفولوژی بادی، زمینه‌های غنی و گسترده‌ای برای بررسی فرآیندها و لندفرم‌های بادی در سطح زمین فراهم کرده است. حمل ماسه توسط باد تحت تأثیر روابط پیچیده غیرخطی صورت گرفته و توسعه و تکامل ناهمواری‌های ماسه‌ای متأثر از پدیده خود تنظیمی حاکم بر سیستم چشم‌انداز بادی است (Baas 2007: 311). فرسایش بادی مهم‌ترین فرآیند تخریب در مناطق بیابانی ایران محسوب شده و آثار فعالیت آن به صور گوناگونی در سطوح مختلف دیده می‌شود. به‌طوری که در شرایط کنونی، وسعتی در حدود ۸۰ میلیون هکتار از مساحت آن را مناطق کویری با تپه‌های ماسه‌ای و پوشش گیاهی ناچیز در بر گرفته‌اند. از این وسعت حدود ۱۲ میلیون هکتار را ماسه‌های روان اشغال کرده که در حدود ۶ میلیون هکتار آن، تپه‌های ماسه‌ای فعال هستند (رفاهی، ۱۳۸۳: ۸). شرایط خاص محیطی از قبیل بارندگی کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر، فضای وسیع دشت‌ها، فقر یا عدم پوشش گیاهی، فراوانی ذرات ریزدانه‌ی سست و منفصل، از جمله عواملی هستند که زمینه‌های لازم برای شکل‌زایی فرآیندهای بادی در دشت‌های داخلی ایران را فراهم کرده‌اند (علائی طالقانی، ۱۳۸۴: ۲۹۵) نیز (نگارش و لطیفی، ۱۳۸۷: ۴۴). پویایی ماسه‌های بادی باعث می‌شود سالیانه هزاران تن ماسه روان، اراضی کشاورزی، مراکز سکونت‌گاهی و راه‌های دسترسی را در کام خود فرو برده و سبب نابودی آن‌ها، مهاجرت روستاییان و خسارات اقتصادی گردد. این مسائل باعث عدم اجرای طرح‌های محرومیت زدایی نظیر ساخت راه‌های ارتباطی، طرح‌های عمرانی و کشاورزی شده و سبب ایجاد فقر مضاعف اقتصادی در بین ساکنان منطقه و مهاجرت آن‌ها به مناطق دیگر می‌گردد. برای آشنایی و پی بردن به مشکلات محیطی هر منطقه، شناسایی دقیق عوامل محدود کننده، لازم و ضروری است و تجزیه و تحلیل علمی آن‌ها جهت نیل به اهداف توسعه پایدار کمک شایانی به مراکز علمی و پژوهشی می‌کند. هجوم ماسه‌های روان به سازه‌های انسانی و سکونت‌گاه‌های شمال‌شرق کویر سیرجان، یکی از مهم‌ترین معضلات محیطی این منطقه محسوب می‌گردد. شناخت و بررسی دقیق و آماری نبکاهای این منطقه و تحلیل علمی خصوصیات آن‌ها، می‌تواند در مدیریت محیط منطقه مطالعاتی، پروژه‌های کلان تثبیت ماسه‌های متحرک و استفاده بهینه از منابع طبیعی آن، بسیار مفید باشد.

نبکاها یکی‌ازاشکال‌تراکمی فرسایش بادی‌هستند که در نتیجه رسوب‌گذاری نهشته‌های بادی در اطراف گیاهان ایجاد می‌شوند (محمودی،۱۳۸۳: ۲۶۰)، (Jianhui et al., 2010: 713)، (Bing et al., 2008: 1446). این عوارض عموماً در سطح هموار که ماسه‌ی آن متوسط و رطوبت کافی برای حیات گیاه موجود است ظاهر می‌شوند (احمدی، ۱۳۸۷: ۱۴۳). رسوبات آن‌ها شامل ماسه، لای، رس و سیلت است (حسین‌زاده، ۱۳۸۶: ۷)، (Ardon et al., 2010: 1014), (Wang et al., 2006: 129). شکل نبکا تابعی از اندازه، تراکم و میزان رشد گیاه میزبان نظیر دسته‌ای از گرامینه‌ها، درختچه‌های تاغ و گز می‌باشد. نبکاهای چندین ساله و دائمی در تغییر سطح سفره آب زیرزمینی، هرز آب‌ها، تبخیر و تعرق و کنترل رسوبات بادی در منطقه نقش اساسی دارند (کردوانی، ۱۳۵۰: ۹). علاوه بر عوامل مربوط به پوشش گیاهی، عوامل دیگری نظیر زمان، فرم تعادلی، اندازه و دانه‌بندی رسوبات، آب‌وهوا و منبع تامین کننده رسوب روی مورفولوژی ناهمواری نبکا تأثیر دارند (Tengberg, 1995: 265)، (El ـBana et al., 2002: 283). به این معنی که نبکاها در تعادل با باد و رسوبات بادی هستند و شکل فضایی آن‌ها در یک دوره طولانی ثابت می‌شود (Cooke et al., 1993: 7). نبکاها در مقیاس محلی، نظیر حوضه‌های انتهایی که رطوبت رشد پوشش گیاهی را تسهیل کرده و برای ایجاد

www.SID.ir

Archive of SID

تلماسه‌های حقیقی ماسه کافی وجود ندارد، نشان‌دهنده قابلیت تحرک ماسه می‌باشند زیرا ماسه تشکیل دهنده آن به طرق مختلفی انباشته می‌شود (تریکار، ۱۳۶۹: ۳۹۶). بنابراین گسترش آن‌ها می‌تواند از هجوم ماسه‌های روان به مناطق مسکونی و تأسیسات زیربنایی جلوگیری کند. در نتیجه شناخت سازگارترین نوع و گونه نبکا، با توجه به شرایط طبیعی و مورفولوژی منطقه در اجرای طرح‌های تثبیت ماسه‌های روان، از طریق توسعه‌ی سیستم نبکای سازگار از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود.

هدف از این پژوهش گروه‌بندی مقایس‌های نبکاهای حاشیه شمال‌شرقی کویر سیرجان و شناسایی مناسب‌ترین نوع آن جهت تثبیت ماسه‌های روان، با استفاده از آنالیز مهم‌ترین مشخصه‌های مورفومتری نبکا از طریق مدل TOPSIS می‌باشد. به عبارت دیگر این پژوهش سعی دارد تا با استفاده از تحلیل پارامترهای مورفومتری نبکا از طریق مدل TOPSIS، نبکاهای شمال‌شرق کویر سیرجان را گروه‌بندی و اولویت‌بندی نموده و مناسب‌ترین نوع نبکای منطقه را جهت تثبیت ماسه‌های روان، از طریق توسعه نبکازارهای منطقه مطالعاتی، شناسایی و معرفی نماید. نتایج حاصل از این پژوهش در مدیریت محیط مناطق بیابانی و ریگزارهای روان منطقه مطالعاتی از اهمیت قابل توجهی برخوردار خواهد بود.

۲ ـ پیشینه‌ی تحقیق

مطالعات شکل‌شناسی متعددی توسط ژئومورفولوژیست‌ها بر روی نبکاها صورت گرفته است به‌طوری که نیک‌لینگ و ولف[1] (۱۹۹۴: ۱۱) با مطالعه نبکاهای مالی در جنوب آفریقا بیان نموده‌اند که نبکاها به واسطه آشفتگی چشم‌اندازهای بادی و گیاهی تشکیل می‌شوند و مورفولوژی آن‌ها تحت تأثیر گونه‌های گیاهی است. تنگ‌برگ و چن[2] (۱۹۹۵: ۳) با بررسی نبکاهای شمال بورکینافاسو بیان داشته‌اند که ایجاد نبکاها در مناطقی که پوشش گیاهی وجود دارد، متأثر از فعالیت‌های کاهنده پتانسیلی محیط، می‌باشد و وجود نبکاها نیز یک شاخص مناسب برای ارزیابی فرسایش بادی و تخریب اراضی است. خلف و همکاران[3] (۱۹۹۵: ۲) ضمن مطالعه در دشت‌های شمال کویت بیان نموده‌اند که مورفولوژی نبکاها به وسیله الگوهای رویشی گونه‌های گیاهی کنترل می‌شود، به‌طوری‌که ارتفاع نبکا با ارتفاع تاج پوشش گیاه و طول نبکا به مجموع ارتفاع گیاه بستگی دارد. هسپ و مکلاچلان[4] (۱۹۹۸: ۱۳) ضمن بررسی مورفولوژی و اکولوژی نبکاهای سواحل جنوبی آفریقای جنوبی، گزارش کرده‌اند که فرم و رشد گونه‌های گیاهی منعکس‌کننده‌ی مورفولوژی نبکا، اقلیم و اکولوژی محل رشد آن‌ها است. دوگیل و توماس[5] (۲۰۰۲: ۴۱۳) با بررسی مورفولوژی نبکاهای بوتسوآنا در جنوب آفریقا بیان نموده‌اند که مورفولوژی نبکاها از حرکت رسوب در طول زمان و تراکم کم پوشش گیاهی در مناطق بین تپه‌های ماسه‌ای ناشی می‌شود. بینگ و همکاران[6] (۲۰۰۸: ۱۴۴۶) خصوصیات مورفولوژی و روابط بین پارامترهای مورفومتری، الگوی مکانی و عدم تجانس فضایی نبکای گز در صحرا و واحه اکوتونس چین را مورد مطالعه قرار داده و بیان داشته‌اند که متوسط ارتفاع نبکا، حجم و قطر تاج پوشش گیاه در نبکاهای گز بیابان گبی کوچکتر از نبکاهایی است که در صحرا وجود دارد در حالی که مقدار مؤلفه ارتفاع بوته و پوشش

[1] - Nikling and wolf (1994)
[2] - Tengberg & Chen (1995)
[3] - khalaf et al(1995)
[4] - Hesp and maklachlan(1998)
[5] - Dougill and Thomas(2002)
[6] - Bing et al. (2008)

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهی در حالت عکس هستند. آردون و همکاران[1] (۲۰۰۹: ۱۰۱۴) تأثیر نبکاها در تثبیت ماسه‌های روان برخان‌ها را، در فلسطین مورد بررسی قرار داده و بیان نموده‌اند که تفاوت معنی‌داری بین میزان فرسایش و رسوب نبکاها مستقر در سه بخش برخان وجود دارد. وانگ و همکاران[2] (۲۰۱۰: ۶۹۷) نحوه شکل‌گیری، تغییرات زیست محیطی و تکامل ژئومورفولوژی نبکاهای گز فلات آلاشان در چین را در ارتباط با مکانیسم تکامل بیابان گبی در طول زمان بررسی کرده و بیان داشته‌اند که تشکیل نبکای گز در این منطقه توسط آب‌های زیرزمینی کنترل می‌شود. جیان‌هویی و همکاران[3] (۲۰۱۰: ۷۱۲) مکانیسم تشکیل، جانشینی و توزیع فضایی نبکاهای شمال چین را مورد مطالعه قرار داده و بیان کرده‌اند که جهت حفظ و ترمیم محیط زیست مناطق خشک و نیمه خشک، توسعه نبکاها نقش مثبتی دارد. غریب‌رضا و معتمد (۱۳۸۳: ۳۵) با مطالعه تپه‌های ماسه‌ای سیستان و بلوچستان بیان داشته‌اند در مناطقی که ذخیره و آورد رسوبی، ویژگی‌های اقلیمی و فضای کافی اجازه دهد، این تپه‌ها ایجاد شده و توسعه می‌یابند و هم‌چنین تشکیل نبکاهای این مناطق را حاصل تغییر شکل تپه‌های ماسه‌ای به خصوص برخان‌ها در اثر توسعه پوشش گیاهی بر روی آن‌ها می‌دانند. مقصودی (۱۳۸۵: ۱۴۹) ضمن مطالعه فرآیندهای موثر بر تحول عوارض ماسه‌ای چاله سیرجان، توسعه نبکا را حاصل وجود گیاهان خشکی پسند و رسوبات ریزدانه موجود در منطقه می‌داند.

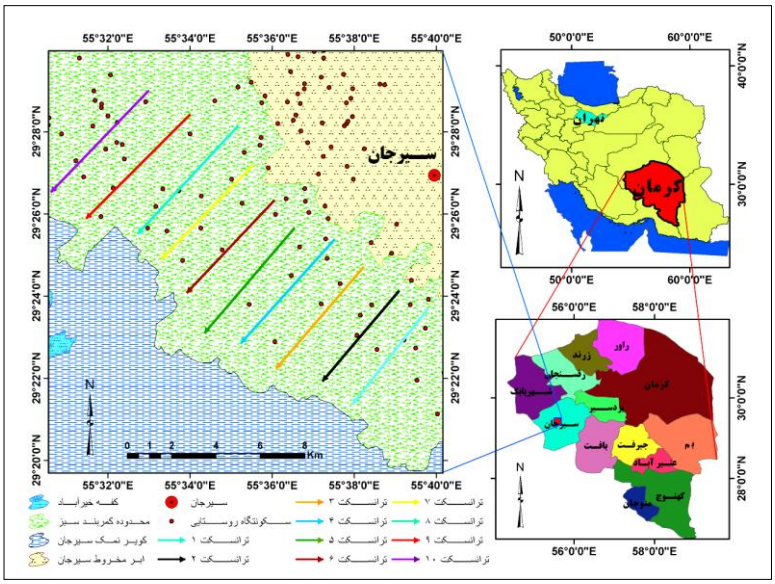
۳ ـ منطقه مطالعاتی

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش نوار شمال‌شرقی کویر سیرجان است. کویر سیرجان با وسعتی برابر ۱۶۲۵ کیلومترمربع یکی از بزرگ‌ترین کویرهای حوضه آبخیز اصفهان ـ سیرجان می‌باشد. آبخیز اصفهان ـ سیرجان در یک فرورفتگی جوان، بین سنگ‌های رسوبی چین‌خورده در امتداد دامنه‌های شمال‌شرقی سلسله جبال زاگرس و رشته‌کوه‌های آتشفشانی زون سنندج ـ سیرجان قرار گرفته است (کلینسلی، ۱۳۸۱: ۲۲۰). منطقه مطالعاتی در کمربند سبز نوار جنوب‌غربی تا غرب شهر سیرجان قرار داشته و در محدوده‌ای به عرض ۲۹ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول ۵۵ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی گسترده شده است (شکل ۱).

[1] - Ardon et al. (2009)
[2] - Wang et al. (2010)
[3] - Jianhui et al. (2010)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۱): موقعیت ریاضی و سیاسی محدوده مطالعاتی

۴ ـ روش‌شناسی

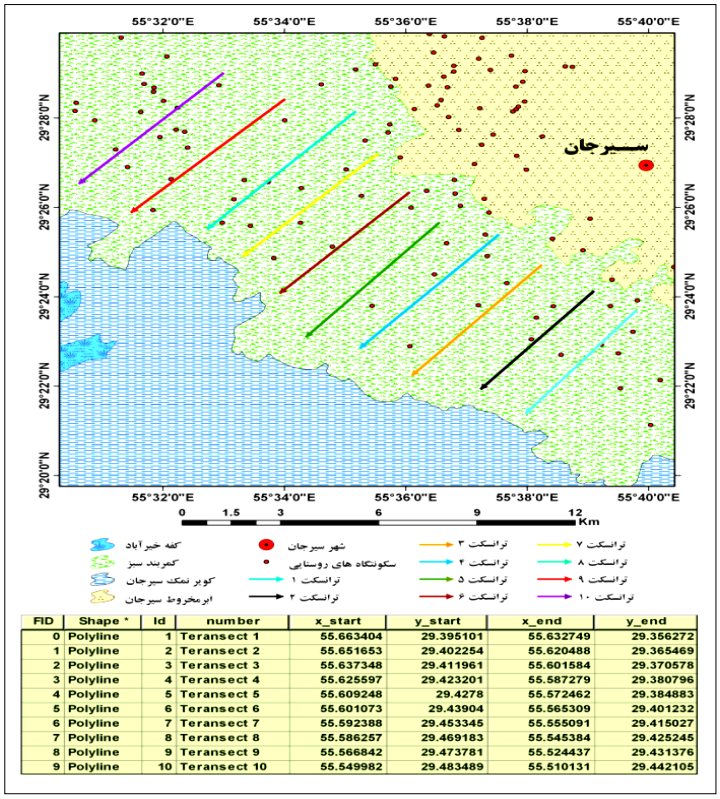
ابتدا به کمک تصاویر ماهوارهای گوگل ارث و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ محدوده‌ی مطالعاتی، مورد بررسی قرار گرفته و تعیین حدود گردید. سپس جهت نیل به اهداف، مراحل زیر طی گردید.

۴ ـ ۱ ـ اندازه‌گیری مولفه‌های مورفومتری نبکا

پس از شناسایی منطقه مطالعاتی و تعیین قلمرو توسعه نبکاها، با مراجعه‌ی میدانی، مبادرت به نمونه‌برداری و اندازه‌گیری از مؤلفه‌های مورفومتری نبکاهای مطالعاتی گردید. روش نمونه‌برداری در این پژوهش براساس روش تک بعدی و واحد نمونه برداری طولی صورت گرفته است. این روش امکان نمونه برداری تصادفی نبکاها را در کل محدوده مطالعاتی فراهم می‌آورد، بنابراین برای پوشش کامل منطقه مطالعاتی، ترانسکت‌هایی با استفاده از دستگاه GPS مشخص گردید و تنها نبکاهایی که با ترانسکت‌های مزبور برخورد کردند، مورد مطالعه و اندازه‌گیری میدانی قرار گرفته‌اند. به طور کلی نمونه برداری در امتداد ۱۰ ترانسکت ۱۰۰۰ متری صورت گرفت. جهت تعیین نقطه شروع هر ترانسکت و شروع نمونه برداری ترانسکت‌ها طوری انتخاب شدند که به صورت عرضی در کمربند سبز شمال‌شرق کویر سیرجان قرار گیرند. سپس جهت شروع نمونه برداری نقاطی به وسیله GPS به عنوان شاخص به فواصل مساوی از شروع چشم‌انداز نبکاها در محدوده کمربند سبز کویر به‌گونه‌ای انتخاب شدند که ترانسکت‌های ۱۰۰۰ متری تقریباً در مرکز کمربند سبز قرار گیرند (شکل ۲).

www.SID.ir

Archive of SID



FID	Shape *	Id	number	x_start	y_start	x_end	y_end
0	Polyline	1	Teransect 1	55.663404	29.395101	55.632749	29.356272
1	Polyline	2	Teransect 2	55.651653	29.402254	55.620488	29.365469
2	Polyline	3	Teransect 3	55.637348	29.411961	55.601584	29.370578
3	Polyline	4	Teransect 4	55.625597	29.423201	55.587279	29.380796
4	Polyline	5	Teransect 5	55.609248	29.4278	55.572462	29.384883
5	Polyline	6	Teransect 6	55.601073	29.43904	55.565309	29.401232
6	Polyline	7	Teransect 7	55.592388	29.453345	55.555091	29.415027
7	Polyline	8	Teransect 8	55.586257	29.469183	55.545384	29.425245
8	Polyline	9	Teransect 9	55.566842	29.473781	55.524437	29.431376
9	Polyline	10	Teransect 10	55.549982	29.483489	55.510131	29.442105

شکل (۲): روش نمونه‌برداری و موقعیت ترانسک‌های مزبور

حجم نمونه‌ی مطالعاتی به موقعیت نبکاها، نسبت به محل ترانسکت‌های مستقر شده بستگی دارد. در مجموع ۳۹۲ نبکا از گونه‌های مختلف مورد اندازه‌گیری و ارزیابی قرار گرفت. از این تعداد ۱۴۳ نبکا مربوط به گونه درختچه گز، ۱۵۷ نبکا مربوط به گونه بوته‌ای گل‌گزی، ۶۱ نبکا مربوط به گونه فورب خارشتر و ۳۱ نبکا مربوط به گونه بوته‌ای اشنان می‌باشد. مشخصات گیاه‌شناسی گونه‌های گیاهی منطقه مطالعاتی به شرح جدول(۱) است.

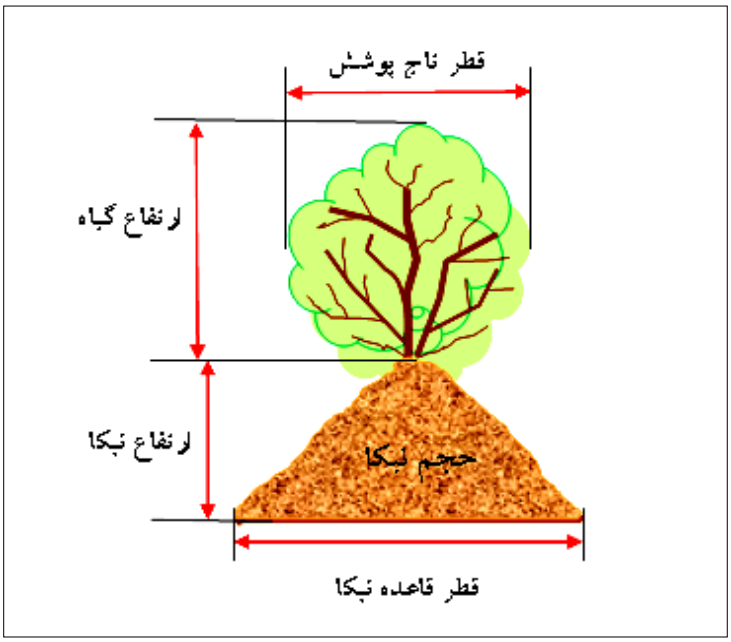
جدول(۱): مشخصات گونه‌های گیاهی تشکیل دهنده نبکاها در منطقه مطالعاتی (مظفریان، ۱۳۸۲: ۲۶۷)

اسم علمی	اسم فارسی	خانواده	فرم حیاتی	فرم رویشی
Tamarix macatensis	گز	Tamaricaceae	درختچه ای	فانروفیت
Seidlitzia florida	اشنان	Tamaricaceae	بوته ای	فانروفیت
Reaumuria Turcestanica	گل گزی	Tamaricaceae	بوته ای	کاموفیت
Alhagi mannifera	خارشتر	Fabaceae	فورب چند ساله	همی کریپتوفیت

مبنای اندازه‌گیری خصوصیات مورفومتری نبکاها شکل (۳) است. در این پژوهش تأکید بیش‌تر بر روی مشخصه‌های حجم نبکا، ارتفاع نبکا، قطر تاج پوشش گیاه، ارتفاع گیاه، قطر قاعده نبکا است (شکل ۳).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۳): توضیح تصویری مؤلفه‌های مورفومتری نبکاهای مطالعاتی

حجم نبکا از طریق رابطه (۱) محاسبه گردید (Dougill & Thomas, 2002: 415):

رابطه (۱): $V = ۰/۵ (۰/۳۳ \ R\pi^{۲} H)$

در این رابطه

V: حجم مخروط نبکا به متر مکعب،

H : ارتفاع مخروط نبکا به متر و

R : شعاع قاعده مخروط نبکا به متر است.

۴ ـ۲ ـ مبانی نظری الگوریتم TOPSIS

امروزه یکی از کاربردی‌ترین روش‌های مدیریت و برنامه‌ریزی محیطی، استفاده از تکنیک‌هایی است که بتوان از طریق آن‌ها، با توجه به معیارهای کمی و کیفی متعدد، به انتخاب به‌ترین گزینه دست یافت. از مهم‌ترین این تکنیک‌ها می‌توان به مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره[1] اشاره نمود. مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به دو دسته تقسیم می‌گردند:۱) مدل‌های چند هدفه و ۲) مدل‌های چند شاخصه.

مدل‌های چندشاخصه شامل دو روش جبرانی و غیرجبرانی می‌باشند. روش‌های غیرجبرانی شامل روش‌هایی هستند که در آن‌ها مبادله بین شاخص‌ها مجاز نیست. بدین معنی که نقطه ضعف موجود در یک شاخص توسط مزیت شاخص دیگر جبران نمی‌شود. مدل‌های جبرانی شامل روش‌هایی هستند که در آن‌ها مبادله بین شاخص‌ها مجاز می‌باشد (توکلی و علی‌احمدی،۱۳۸۴: ۴). در این پژوهش جهت نیل به اهدف از الگوریتم TOPSIS استفاده شده است. این مدل برای اولین بار در سال ۱۹۸۱ توسط یون و هوآنگ[2] ارائه گردید (Opricovic & Tzeng, 2004: 448)، که جزو مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه و از نوع جبرانی و

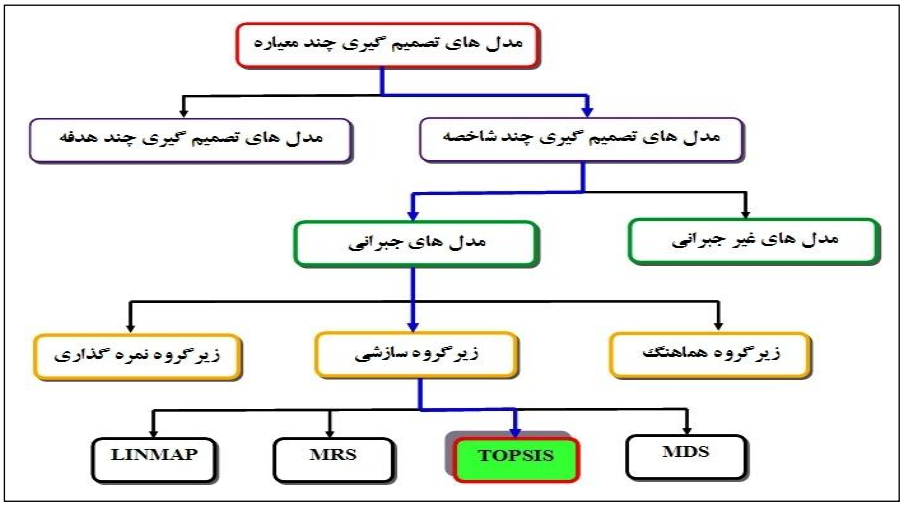
[1]- Multiple Criteria Decision Making (MCDM)
[2] - Yoon & Hwang

www.SID.ir

Archive of SID

زیرگروه سازشی می‌باشد (شکل ۴) و به دلیل همپوشانی شاخص‌ها در نقاط قوت و ضعف خود، توانایی بالایی در حل مسائل چندگزینه‌ای دارد (کهنسال و رفیعی، ۱۳۸۷: ۹۳). این الگوریتم یک تکنیک تصمیم‌گیری چند شاخصه جبرانی بسیار قوی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها از طریق شبیه نمودن آن‌ها به جواب ایده‌آل است که به تکنیک وزن‌دهی، حساسیت بسیار کمی دارد (طاهرخانی، ۱۳۸۶: ۶۳؛ نسترن و همکاران، ۱۳۸۹: ۹۰). از مهم‌ترین مزایای این روش می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱ ـ معیارهای کمی و کیفی را تواماً در مباحث اولویت‌بندی و تصمیم‌گیری به کار می‌گیرد.
۲ ـ خروجی مدل می‌تواند ترتیب اولویت گزینه‌ها را مشخص سازد.
۳ ـ این مدل تضاد و مطابقت بین گزینه‌ها را در نظر می‌گیرد.
۴ ـ نتایج حاصله از این مدل کاملاً منطبق با روش‌های تجربی است.
۵ ـ معیارها و شاخص‌های مدل ضرایب وزنی اولیه را پذیرا هستند.
۶ ـ روش کار این مدل ساده و سرعت آن نیز مناسب است (شانیان، ۱۳۸۵: ۳).



شکل (۴): جایگاه الگوریتم TOPSIS در بین مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

مراحل حل مسئله توسط الگوریتم TOPSIS شامل ۸ مورد است و جهت بهره‌گیری از این مدل، مراحل زیر باید طی گردد (Opricovic & Tzeng, 2004: 448; Olson, 2004: 721؛ طاهرخانی، ۱۳۸۶: ۶۴؛ کهنسال و رفیعی، ۱۳۸۷: ۹۴؛ نسترن و همکاران، ۱۳۸۹: ۹۰):

۴ ـ ۲ ـ ۱ ـ تشکیل ماتریس داده‌ها براساس n آلترناتیو و k شاخص

به‌طور کلی در مدل TOPSIS، ماتریس n×m که دارای m گزینه و n معیار می‌باشد، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این الگوریتم، فرض می‌شود هر شاخص و معیار در ماتریس تصمیم‌گیری دارای مطلوبیت افزایشی و یا کاهشی یکنواخت است.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ . & . & & . \\ . & . & & . \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

www.SID.ir

Archive of SID

۴ـ۲ـ۲ـ استاندارد کردن داده‌ها و تهیه ماتریس نرمالیزه (R)

به دلیل آنکه احتمال قوی وجود دارد که مقادیر کمّی تعلق گرفته به معیارها و شاخص‌ها، دارای یک واحد نباشد بایستی ابعاد و واحد آن‌ها را از بین برده و این مقادیر کمی را به ارقام بی‌بعد تبدیل نمود. این عمل از طریق رابطه (۲) صورت می‌گیرد و نتیجه آن ماتریس نرمالیزه (R) است.

رابطه (۲):

$$R_{IJ} = \frac{aij}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} aij^2}}$$

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ . & . & & . \\ . & . & & . \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

۴ـ۲ـ۳ـ تعیین وزن هر یک از شاخص‌ها (Wj) براساس رابطه (۳) و تعدیل Wj محاسبه شده از طریق رابطه (۴)

در این مرحله، وزن هر یک از شاخص‌ها را براساس رویکردها و نظریه‌های کارشناسانه، نظیر روش Linmap، مدل AHP، مدل Antropi و نیز براساس اهمیت هر معیار، محاسبه می‌گردد. باید در نظر داشت که مجموع وزن معیارها بایستی برابر با یک باشد. در این پژوهش برای محاسبه مقادیر Wj از مدل AHP استفاده شده است.

رابطه (۳):

$$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$$

رابطه (۴):

$$\text{وزن تعدیل شده } w'_j = \frac{\lambda_j . w_j}{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j . w_j}$$

۴ـ۲ـ۴ـ ایجاد ماتریس نرمالیزه وزین (V) با اعمال Wj به عنوان ورودی به الگوریتم

جهت هم ارزش نمودن مقادیر درایه‌های ماتریس نرمالیزه، تک‌تک اوزان پارامترها باید به صورت نظیر به نظیر در ستون‌های این ماتریس ضرب گردد. ماتریس به دست آمده از این فرایند ماتریس نرمالیزه و وزن‌دهی شده است که آن را با علامت V نشان می دهند.

$$V_{ij} = R_{ij} . W_{n\times n} = \begin{bmatrix} v_{11}, \dots & v_{1j}, \dots & v_{1n} \\ . & . & . \\ . & . & . \\ v_{m1}, \dots & v_{mj}, \dots & v_{mn} \end{bmatrix}$$

۴ـ۲ـ۵ـ مشخص نمودن ایده‌آل مثبت (A^+) و ایده‌آل منفی (A^-) به ترتیب از طریق رابطه‌های (۵) و (۶)

رابطه (۵):

$$A^+ = \left\{ \left(\max V_{ij} \,|\, j \in J \right), \left(\min V_{ij} \,|\, j \in J' \right) \,|\, i = 1,2, \dots m \right\} = \left\{ V_1^+, V_2^+, \dots, V_j^+, \dots, V_n^+ \right\}$$

رابطه (۶):

$$A^- = \left\{ \left(\min V_{ij} \,|\, j \in J \right), \left(\max V_{ij} \,|\, j \in J' \right) \,|\, i = 1,2, \dots m \right\} = \left\{ V_1^-, V_2^-, \dots, V_j^-, \dots, V_n^- \right\}$$

۴ـ۲ـ۶ـ محاسبه اندازه جدایی گزینه iام با ایده‌آل‌ها، با استفاده از روش اقلیدوسی، از طریق روابط (۷) و (۸)

رابطه (۷):

$$\text{فاصله گزینه } i\text{ام از ایده‌آل مثبت } d_{i+} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(V_{ij} - V^+_j \right)^2} \; ; \; i = 1, 2, \dots, m$$

www.SID.ir

Archive of SID

رابطه (۸):
$$d_{i-} = \text{فاصله گزینه‌ام از ایده‌آل منفی} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(V_{ij} - V^{-}_{j}\right)^2}\ ;\ i = 1,2,\dots,m$$

۴ ـ۲ ـ۷ ـ محاسبه نزدیکی نسبی گزینه i (Ai) به راه‌حل ایده‌آل با استفاده از رابطه (۹)

رابطه (۹):
$$cl_{i+} = \frac{d_{i-}}{d_{i+}+d_{i-}}\ ;\ 0 \le cl_{i+} \le 1\ ;\ i = 1,2,\dots,m$$

در این مرحله چنانچه Ai=A+ باشد، آنگاه di+=0 بوده و cli =1 و در صورتی که Ai=A- باشد، آنگاه di-=0 بوده و cli-=1 واهد شد. بنابراین هر اندازه گزینه‌ی Ai به راه‌حل ایده‌آل نزدیکتر باشد، ارزش cli+ به واحد نزدیکتر خواهد بود.

۴ ـ۲ ـ۸ ـ رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس ترتیب نزولی cli+

این میزان بین صفر و یک در نوسان است. در این راستا cli+=1 نشان‌دهنده بالاترین رتبه و cli+=0 نیز نشان‌دهنده کم‌ترین رتبه است.

۵ ـ یافته‌های تحقیق

در محدوده‌ی مطالعاتی، نبکاهای متعددی می‌توان مشاهده نمود که تقریباً اکثر آن‌ها، با توجه به گونه‌های گیاهی، اشکال متنوعی دارند (شکل ۵). به‌طور کلی نبکاهای این منطقه دارای اشکال و مشخصه‌های مورفومتری متعددی هستند. آمار توصیفی پارامترهای مورفومتری نبکاهای منطقه به شرح جدول (۲) می‌باشد.

شکل (۵): تصویری از نبکاهای منطقه مورد مطالعه

جدول (۲): آمار توصیفی مولفه‌های مورفومتری نبکاهای مطالعاتی

نوع نبکا	تعدادنمونه	مولفه *	میانگین	حداقل	حداکثر	چولگی	انحراف معیار
گز	۱۴۳	حجم نبکا	۱/۹۹۹	۰/۷۷۷	۱/۴۳	۲/۴۰۷	۲/۷۳۵
		قطر تاج پوشش	۴/۲۸	۰/۶۰	۱۲	۰/۹۴۴	۱/۸۳۳
		ارتفاع گیاه	۱/۳۳	۰/۳۶	۲/۶	۰/۵۰۱	۴/۸۰۶
		فطر قاعده نبکا	۰/۴۲	۰/۱۰	۱/۲	۱/۳۶۳	۰/۰۲۲

www.SID.ir

Archive of SID

نوع نبکا	تعدادنمونه	مولفه *	میانگین	حداقل	حداکثر	چولگی	انحراف معیار
		ارتفاع نبکا	۰/۹۲	۰/۱۳	۲/۳۱	۰/۶۸۳	۴/۴۷
اشنان	۳۱	حجم نبکا	۰/۳۷۹	۰/۲۰۷	۱/۹۲	۱/۴۷۷	۵/۵۴۲
		قطر تاج پوشش	۰/۱۲	۰/۰۳	۲/۹۰	۰/۸۷۲	۸/۷۳۱
		ارتفاع گیاه	۰/۳۸	۰/۱۲	۱/۲۳	۲/۱۷۶	۲/۱۵۳
		فطر قاعده نبکا	۰/۰۱۱	۰/۲۵	۲/۵۵	۰/۵۰۱	۷/۸۳۳
		ارتفاع نبکا	۰/۲۶	۰/۰۷	۰/۵۸	۰/۷۱۹	۱/۴۵۳
خارشتر	۶۱	حجم نبکا	۰/۰۱۷	۰/۰۰۵۶	۰/۱۷۲	۱/۱۳۴	۳/۳۶۷
		قطر تاج پوشش	۰/۵۳	۰/۳۳	۰/۹۰	۱/۵۸۹	۱/۲۶
		ارتفاع گیاه	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۳۹	۰/۵۳۱	۷/۲۸۷
		فطر قاعده نبکا	۰/۵۱	۰/۳۰	۱/۲۷	۰/۳۹۵	۱/۹۸۷
		ارتفاع نبکا	۰/۱۹	۰/۰۶	۰/۵۵	۱/۳۰	۱/۱۴۲
گل گزی	۱۵۷	حجم نبکا	۰/۰۱۱۸	۰/۰۰۱۵	۰/۰۳	۰/۸۲	۰/۰۹
		قطر تاج پوشش	۰/۸۳	۰/۲۲	۳/۲۵	۰/۱۴	۰/۳۷
		ارتفاع گیاه	۰/۲۸	۰/۰۶	۰/۵۷	۰/۱۱	۰/۰۱
		فطر قاعده نبکا	۰/۵۵	۰/۱۵	۱/۳	۰/۵۸	۰/۰۲۴
		ارتفاع نبکا	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۴۶	۰/۹۲	۰/۹۶

* ـ واحد ارتفاع گیاه، ارتفاع نبکا، قطر تاج پوشش و قطر قاعده به متر و واحد حجم به متر مکعب است.

همان‌طور که در مباحث پیشین تشریح گردید، نبکاها اشکال تراکمی بادرفتی هستند که در سیستم فرسایش بادی و در مناطق ماسه‌ای متوسط و خشک و نیمه‌خشک ظاهر می‌شوند (Nickling & Wolfe, 1994: 16; Tengberg & Chen, 1998: 182; Wang et al., 2010: 697). این عارضه و نحوه تشکیل و تحول آن از شرایط آب‌وهوایی، اندازه و نوع مواد بادرفتی، پوشش گیاهی، نیرو و ظرفیت انتقال باد و منبع تامین رسوبات بادی تأثیر می‌پذیرد (Hugenholtz & Wolf, 2005a: 45)، به‌طوری‌که که نوع پوشش گیاهی و تراکم آن باعث تثبیت و کاهش انتقال رسوبات سیستم بادی شده و منبع تامین ماسه را محدود می‌کند(Lancaster & Baas, 1998: 80). در این میان گونه‌های گیاهی مختلف زمانی که تحت تأثیر عمل تدفین توسط رسوبات قرار می‌گیرند، مقاومت‌های متفاوتی از خود نشان داده و می‌توانند بر حمل و تثبیت مواد بادرفتی تأثیر گذارند (Maun & Perumal, 1999: 14; Van der Stoel et al., 2002: 979). بنابراین شناسایی نوع نبکاها جهت توسعه سیستم نبکازارها و حداکثر تثبیت ماسه توسط آن‌ها می‌تواند به عنوان مهم‌ترین عامل بازدارنده در سیستم‌های بادی مخرب مدّ نظر قرار گیرد. برای این مهم بایست در ابتدا انواع مختلف نبکاهای منطقه مطالعاتی شناسایی و سپس اولویت‌بندی گردد. جهت حصول به نتایج بهینه مهم‌ترین شاخص‌های مورفومتری نبکا تعریف و مورد اندازه‌گیری میدانی قرار گرفت (جدول ۲). نتیجه حاصل از شناسایی نبکاها و اندازه‌گیری مؤلفه‌های مورفومتری آن‌ها به صورت ماتریس داده‌ها با مرتبه ۲۰ در مدل TOPSIS می‌باشد (جدول ۳). پارامترهای مورفومتری مذکور در ماتریس داده‌ها به عنوان مهم‌ترین شاخص‌های مورفولوژی اولویت‌بندی

www.SID.ir

Archive of SID

نبکاها در نظر گرفته شده‌اند. دیگر نتایج حاصل از محاسبه وزن نسبی نبکاها از نظر انواع پارامترهای مورفومتری با استفاده از الگوریتم TOPSIS به شرح جداول (۳) تا (۱۰) و شکل (۶) می‌باشد.

جدول (۳): مهم‌ترین نوع نبکاهای مطالعاتی و پارامترهای مورفومتری آن‌ها (ماتریس A در مدل TOPSIS)

پارامتر / گونه	قطر تاج پوشش	ارتفاع گیاه	حجم نبکا	ارتفاع نبکا	قطر قائده نبکا
گز	۴/۲۸۷	۱/۳۳۲	۱/۹۹۹	۰/۹۲۳	۴/۲۰۳
اشنان	۱/۲۵۹	۰/۳۸۰	۰/۳۸۰	۰/۲۶۳	۱/۱۴۹
خارشتر	۰/۵۳۹	۰/۲۱۹	۰/۰۱۷	۰/۱۹۲	۰/۵۱۵
گل گزی	۰/۸۳۱	۰/۲۸۳	۰/۰۱۱	۰/۲۰۵	۰/۵۵۳

به دلیل هم مقیاس نبودن مقادیر پارامترهای مورفومتری نبکاهای مطالعاتی و جهت از بین بردن این مقیاس، مقادیر پارامترها بایستی نرمالیزه گردد. این عملیات از طریق تقسیم تک‌تک درایه‌های ماتریس داده‌ها بر مجذور مجموع ستونی توان‌دو درایه‌ها صورت می‌گیرد (رابطه ۲). نتیجه حاصله به شرح ماتریس نرمالیزه پارامترها است (جدول ۴).

جدول (۴): ماتریس نرمالیزه پارامترهای مورفومتری نبکاهای مطالعاتی (ماتریس R در مدل TOPSIS)

پارامتر / گونه	قطر تاج پوشش	ارتفاع گیاه	حجم نبکا	ارتفاع نبکا	قطر قائده نبکا
گز	۰/۹۵۱	۰/۸۷۰	۰/۸۸۹	۰/۷۷۲	۰/۹۵۳
اشنان	۰/۲۷۹	۰/۲۴۹	۰/۱۶۹	۰/۲۲۰	۰/۲۶۰
خارشتر	۰/۱۱۹	۰/۱۴۳	۰/۰۰۸	۰/۱۶۰	۰/۱۱۷
گل گزی	۰/۱۸۴	۰/۱۸۵	۰/۰۰۵	۰/۱۷۲	۰/۱۲۵

جهت هم ارزش نمودن مقادیر درایه‌های ماتریس نرمالیزه (جدول ۴)، مجموع اوزان مقایس‌های پارامترهای مورفومتری نبکا نسبت به یکدیگر لازم است. در این پژوهش وزن هر یک از پارامترها براساس اهمیت هر معیار به صورت مقایسه زوجی آن‌ها از طریق نظریات کارشناسی متخصصان در مدل AHP محاسبه گردید. (جدول ۵). سپس مقادیر اوزان پارامترها به صورت نظیر به نظیر در ستون‌های ماتریس نرمالیزه ضرب شده، نتیجه حاصله به شرح ماتریس نرمالیزه و وزن‌دهی شده پارامترها است (جدول ۶).

جدول (۵): ماتریس مقایسه زوجی پارامترهای مورفومتری نبکا و محاسبه Wj آن‌ها از طریق مدل AHP

پارامتر	قطر تاج پوشش	ارتفاع گیاه	حجم نبکا	ارتفاع نبکا	قطر قائده نبکا	مقادیر Wj
قطر تاج پوشش	۱	۳	۵	۷	۹	۰/۵۰۲۸
ارتفاع گیاه	۰/۳۳۳	۱	۳	۵	۷	۰/۲۶۰۲
حجم نبکا	۰/۲۰۰	۰/۳۳۳	۱	۳	۵	۰/۱۳۴۴
ارتفاع نبکا	۰/۱۴۳	۰/۲۰۰	۰/۳۳۳	۱	۳	۰/۰۶۷۸

www.SID.ir

Archive of SID

مقادیر Wj	قطر قائده نبکا	ارتفاع نبکا	حجم نبکا	ارتفاع گیاه	قطر تاج پوشش	پارامتر
۰/۰۳۴۸	۱	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۰/۱۴۳	۰/۱۱۱	قطر قائده نبکا
نرخ ناسازگاری: ۰/۰۰۲۴ (ماتریس سازگار است)						

جدول (۶): ماتریس نرمالیزه وزین پارامترهای مورفومتری نبکاهای مطالعاتی (ماتریس V در مدل TOPSIS)

پارامتر / گونه	قطر تاج پوشش	ارتفاع گیاه	حجم نبکا	ارتفاع نبکا	قطر قائده نبکا
گز	۰/۲۴۷	۰/۱۱۶	۰/۴۴۷	۰/۰۵۲	۰/۰۳۳
اشنان	۰/۰۷۳	۰/۰۳۳	۰/۰۸۵	۰/۰۱۵	۰/۰۰۹
خارشتر	۰/۰۳۱	۰/۰۱۹	۰/۰۰۴	۰/۰۱۱	۰/۰۰۴
گل گزی	۰/۰۴۸	۰/۰۲۵	۰/۰۰۳	۰/۰۱۲	۰/۰۰۴

با توجه به این‌که در این پژوهش گروه‌بندی و اولویت‌بندی نبکاها براساس حداکثر تثبیت ماسه‌ی روان مدّ نظر می‌باشد و این اصل که هر اندازه مقادیر پارامترهای مورفومتری نبکا نظیر قطر تاج پوشش، ارتفاع گیاه و ... بیش‌تر باشد، نبکا قادر خواهد بود ماسه بیش‌تری را تثبیت کند، در نتیجه حداکثر مقادیر پارامترها به عنوان ایده‌آل مثبت و حداقل آن‌ها به عنوان ایده‌آل منفی مطرح است (جدول ۷) و به تبع آن بیش‌ترین ارزش را گزین‌های دارد که کم‌ترین فاصله اقلیدوسی را تا ایده‌آل مثبت و بیش‌ترین فاصله را تا ایده‌آل منفی داشته باشد. محاسبه فاصله اقلیدوسی نبکاها نسبت به ایده‌آل‌ها از طریق رابطه‌های (۷) و (۸) صورت گرفته و نتیجه حاصل به شرح جدول (۸) می‌باشد.

جدول (۷): مقادیر ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی پارامترهای مورفومتری نبکاهای مطالعاتی

پارامتر	قطر تاج پوشش	ارتفاع گیاه	حجم نبکا	ارتفاع نبکا	قطر قائده نبکا
A+	۰/۲۴۷	۰/۱۱۷	۰/۴۴۸	۰/۰۵۲	۰/۰۳۳
A-	۰/۰۳۱	۰/۰۱۹	۰/۰۰۳	۰/۰۱۱	۰/۰۰۴

جدول (۸): فاصله اقلیدوسی نبکاها از ایده‌آل‌های مثبت و منفی

نبکا	گز	اشنان	خارشتر	گل گزی
D_i^+	۰	۰/۴۱۳	۰/۵۰۵	۰/۴۹۸
^-D_i	۰/۵۰۶	۰/۰۸۳	۰/۰۰۱	۰/۰۱۸

فاصله نسبی نبکاهای مطالعاتی به راه حل ایده‌آل از طریق تقسیم فاصله اقلیدوسی از ایده‌آل منفی بر مجموع فاصله اقلیدوسی از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی محاسبه می‌گردد (رابطه ۹)، نتایج حاصل از آن به شرح جدول (۹) است. هر اندازه این مقدار به راه حل ایده‌آل و واحد نزدیکتر باشد نبکای مورد نظر ارزش رجحانی بالاتری داشته و در اولویت بالاتری قرار می‌گیرد. بنابراین می‌توان نبکاهای موجود از مسئله مفروض را براساس فاصله نسبی آن‌ها به راه حل ایده‌آل اولویت‌بندی نمود. نتایج حاصل از رتبه‌بندی وزنی نبکاهای مطالعاتی نیز به شرح جدول (۱۰) و شکل (۶) است. این نتایج نشان می‌دهد که نبکای گونه گز از نظر

www.SID.ir

Archive of SID

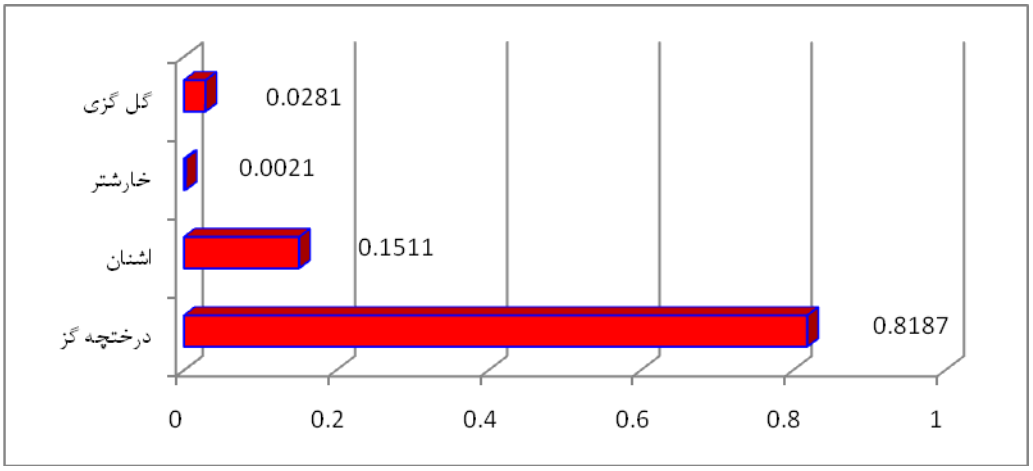
مؤلفه‌های مورفومتری کم‌ترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل و بیش‌ترین وزن را دارا می‌باشد. در مقابل نبکای خارشتر بیش‌ترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل و کم‌ترین وزن را دارد.

جدول (۹): فاصله نسبی نبکاهای مطالعاتی به راه‌حل ایده‌آل

گل گزی	خارشتر	اشنان	گز	Cl_i
۰/۰۳۴	۰/۰۰۲	۰/۱۸۴	۱	مقدار

جدول (۱۰): امتیاز و رتبه بندی نبکاهای مطالعاتی

گل گزی	خارشتر	اشنان	گز	نبکا
۰/۰۲۸۱	۰/۰۰۲۱	۰/۱۵۱۱	۰/۸۱۸۷	امتیاز (منطق فازی)
سوم	چهارم	دوم	اول	رتبه



شکل (۶): امتیاز هر یک از نبکاهای مطالعاتی

۶ ـ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

مدل‌های تصمیم‌گیری و بهینه‌سازی از دوران نهضت صنعتی در جهان و بخصوص از زمان جنگ جهانی دوم همواره مورد توجه ریاضیدانان و برنامه‌ریزان بوده و اساس کار آن‌ها داشتن یک معیار قابل سنجش بوده است (آسایش و استعلاجی،۱۳۸۲: ۴۱). در دهه‌های اخیر توجه محققین برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده به سوی مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره سوق یافته است. در این مدل‌ها به جای استفاده از یک معیار مطلوب از چندین معیار سنجش استفاده می‌شود (طاهرخانی، ۱۳۸۶: ۶۲). امروزه موضوع اولویت‌بندی و انتخاب گزینه‌ها و جانشین‌های مطلوب از میان عوامل مختلف و تصمیم‌گیری در مورد آن‌ها در مدیریت و برنامه‌ریزی محیطی از اهمیت فراوانی برخوردار می‌باشد. به عبارت دیگر به منظور دست‌یابی به نتایج بهتر، بهره‌گیری از روش‌های مناسب که توانایی ترکیب شاخص‌های متعدد را داشته باشند ضروری به نظر می‌رسد تا در این حالت بتوان آمایش مناسبی جهت مدیریت و برنامه‌ریزی محیط انجام داد. با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان گفت که کاربرد مدل TOPSIS در برنامه‌ریزی محیطی از اهمیت بسزایی برخودار است. استفاده از این روش، علوم مدیریت و برنامه‌ریزی محیطی را به صورت کاربردی‌تر و موفق‌تر از همیشه در زمینه مدیریت

www.SID.ir

Archive of SID

بحران‌های محیطی مطرح می‌سازد. در نتیجه استفاده و بهره‌گیری از این مدل در مدیریت محیط به ژئومورفولوژیست‌ها و دیگر برنامه‌ریزان محیطی پیشنهاد می‌گردد.

با توجه به ویژگی‌های گیاه‌شناختی، هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی، اقلیمی و ژئومورفولوژیکی منطقه مطالعاتی و اهداف طرح‌ریزی شده در پژوهش، می‌توان گفت که نوع نبکا و پارامترهای مورفومتری آن متعدد و متفاوت است. اما این پژوهش سعی نموده تا مهم‌ترین نوع نبکا و موثرترین مؤلفه‌های مورفومتری آن‌ها را مدّنظر قرار دهد. نتیجه حاصله به صورت معرفی مهم‌ترین نبکا و پارامترهای مورفومتری آن‌ها به صورت شاخص‌ها و گزینه‌ها در جداول ماتریسی پژوهش حاضر ارائه شده است.

نتایج پژوهش حاضر نمایانگر تمایز چهار نوع نبکای متفاوت با پارامترهای گوناگون مورفومتری است. به‌طوری‌که دامنه متفاوت امتیازات نبکاها از حداکثر ۰/۸۱۸ برای گونه گز و حداقل ۰/۰۰۲ برای گونه خارشتر مبین این ادعا است و ابعاد متفاوت نوع نبکا و گونه گیاهی آن را نشان می‌دهد زیرا نبکای گز با ابعاد بزرگتر خود توانسته است مانند مانعی در برابر جریان باد مقاومت کرده و با کاهش سرعت و شدت باد، ماسه بیش‌تری را به دام اندازد. دامنه امتیازت به‌گونه‌ای است که اختلاف بین آن‌ها زیاد بوده و نمی‌توان براساس مشخصه‌های مورفومتری تعریف شده در این پژوهش آن‌ها را به صورت گروه‌های گیاه‌شناختی معمول درختچه‌ای، بوته‌ای و فورب تقسیم نمود. این حاکی از عملکرد متفاوت بین پارامترهای مورفومتری و نوع نبکا است. بنابراین سیستم نبکا با توجه به گونه‌ی گیاهی، سرشت اکولوژیکی و ژئومورفولوژیکی خود عملکرد متفاوتی در برابر سیتم فرسایش بادی بروز می‌دهد. پارامترهای اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد که نبکای گز با دارا بودن بیش‌ترین قطرتاج پوشش و ارتفاع گیاه، حداکثر حجم و تثبت ماسه را به خود اختصاص داده است. اما مقایسه نبکاهای خارشتر و گل‌گزی نشان می‌دهد که نبکای گل‌گزی با داشتن قطر تاج پوشش و ارتفاع گیاه بیش‌تر از خارشتر حجم کمتری نسبت به آن دارد، این حاکی از کارکرد متفاوت نوع تاج پوشش، آیرودینامیک گیاه و مانع شدن متفاوت آن در برابر سرعت و شدت باد مسلح به ماسه است. با این وجود ارزیابی مقادیر پارامترهای مورفومتری و گروه‌بندی مقایس‌های نبکاهای مطالعاتی از طریق مدل TOPSIS مبین چهار گروه با اولویت‌بندی متفاوت از مدل‌های اکولوژیکی و گیاه‌شناختی است. در این میان نبکای گز بیش‌ترین مقادیر پارامترهای مورفومتری را به خود اختصاص داده است. با توجه به نظرات کارشناسی و مقایسه زوجی پارامترهای مورفومتری با مدل AHP، مؤلفه‌های قطر تاج پوشش و ارتفاع گیاه به ترتیب با اوزان ۰/۵۰۲۸ و ۰/۲۶۰۲ بیش‌ترین اهمیت را در گروه‌بندی نبکاهای مطالعاتی دارند. بنابراین نبکای گز با توجه به موارد فوق‌الذکر کم‌ترین فاصله اقلیدوسی با ایده‌آل مثبت (۰)، بیش‌ترین فاصله اقلیدوسی با ایده‌آل منفی (۰/۵۰۶) و کم‌ترین فاصله نسبی با راه‌حل ایده‌آل (۱) را دراد، در نتیجه بیش‌ترین وزن (۰/۸۱۸) و بالاترین اولویت (اول) را به خود اختصاص داده است. سایر نتایج به شرح جداول (۳) تا (۱۰) و شکل (۶) می‌باشد.

در مجموع می‌توان گفت که از بین چهار نوع نبکای مطالعاتی، نبکای گز با وزن ۰/۸۱۸ بیش‌ترین اهمیت و ارجحیت را برای طرح تثبیت ماسه‌های روان دارد. نبکای اشنان نیز با وزن ۰/۱۵۱ نسبت به نبکای گز از اهمیت کمتر و نسبت به نبکاهای خارشتر و گل‌گزی از ارجحیت بیش‌تری برخوردار است. بنابراین برای اجرای طرح تثبیت ماسه‌های متحرک در منطقه مطالعاتی، در درجه اول توسعه سیستم نبکای گز و در مرحله دوم توسعه سیستم نبکای اشنان بیش‌ترین اهمیت را دارند و در صورت توسعه و اجرای آن بالاترین بهره‌وری را

www.SID.ir

Archive of SID

خواهند داشت. در مقابل نبکاهای گل‌گزی و خارشتر، به ترتیب با وزن‌های ۰/۰۲۸ و ۰/۰۰۲، کم‌ترین ارجحیت و بهره‌وری را داشته و توسعه چشم‌انداز آن‌ها به هیچ عنوان پیشنهاد نمی‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

۷- فهرست منابع

- آسایش، حسین و علیرضا استعلاجی (۱۳۸۲)، **اصول و روش‌های برنامه‌ریزی ناحیه‌ای (مدل‌ها، روش‌ها و فنون)**، دانشگاه آزاد شهر ری، تهران.
- احمدی، حسن (۱۳۸۷)، **ژئومورفولوژی کاربردی (بیابان ـ فرسایش بادی)**، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- تریکار، ژان (۱۳۶۹)، **اشکال ناهمواری در مناطق خشک**، ترجمه مهدی صدیقی و محسن پورکرمانی، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.
- توکلی، علیرضا و علیرضا علی‌احمدی (۱۳۸۴)، **مدل انتخاب و اولویت‌بندی روش‌های انتقال تکنولوژی**، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، تهران.
- حسین‌زاده، مهدی (۱۳۸۶)، **ژئوپارک و ظرفیت‌های مرتبط با آن در ایران**، مجله رشد آموزش جغرافیا، دوره بیست و دوم، شماره ۱.
- رفاهی، حسینقلی (۱۳۸۳)، **فرسایش بادی و کنترل آن**، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- شانیان، علی (۱۳۸۵)، **کاربرد تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در انتخاب راهبرد مناسب جهت اجرای پروژه فناوری اطلاعات**، سازمان مدیریت صنعتی ایران، تهران.
- طاهرخانی، مهدی (۱۳۸۶)، **کاربرد تکنیک TOPSIS در اولویت‌بندی استقرار صنایع تبدیلی کشاورزی در مناطق روستایی**، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال ششم، شماره سوم، صص ۵۹ – ۷۱.
- علایی طالقانی، محمود (۱۳۸۴)، **ژئومورفولوژی ایران**، چاپ سوم، انتشارات قومس، تهران.
- غریب‌رضا، محمدرضا و احمد معتمد (۱۳۸۲)، **بررسی تغییرات تپّه‌های ماسه‌ای ساحلی استان سیستان و بلوچستان (از سال ۱۳۴۶ تا ۱۳۷۲)**. پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تهران، شماره ۵۰، صص ۳۵ـ۴۸.
- کردوانی، پرویز (۱۳۵۰)، **گزارش‌های جغرافیایی شهداد تا ده سلم**، نشریه موسسه جغرافیایی دانشگاه تهران، شماره ۱۲.
- کلینسلی، دانیل (۱۳۸۱)، **کویرهای ایران و خصوصیات ژئومورفولوژیکی و پالئوکلیماتولوژی آن‌ها**، ترجمه عباس پاشایی، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تهران.
- کهنسال، رضا و هادی رفیعی (۱۳۸۷)، **انتخاب و رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری بارانی و سنتی در استان خراسان رضوی**، مجله علوم و صنایع کشاورزی، شماره ۱، صص ۹۱ ـ ۱۰۴.
- محمودی، فرج الله (۱۳۸۳)، **ژئومورفولوژی دینامیک**، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ ششم، تهران.
- مظفریان، ولی‌الله (۱۳۸۲)، **فرهنگ نام‌های گیاهان ایران**، انتشارات فرهنگ معاصر، تهران.
- مقصودی، مهران (۱۳۸۵)، **شناخت فرآیندهای موثر بر توسعه و تحول عوارض ماسه‌ای (مطالعه موردی: عوارض ماسه‌ای چاله سیرجان)**، مجله پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تهران، شماره ۵۶، صص ۱۴۹ ـ۱۶۰.

www.SID.ir

Archive of SID

- نسترن، مهین؛ ابوالحسنی، فرحناز و ملیحه ایـزدی (۱۳۸۹)، **کاربرد تکنیک تاپسیس در تحلیل و اولویت-بندی توسعه پایدار مناطق شهری (مطالعه موردی: مناطق شهری اصفهان)**، مجله جغرافیا و برنامـه‌ریـزی محیطی، سال بیست و یکم، شماره ۳۸، صص ۸۳ ـ ۱۰۰.
- نگارش، حسین و لیلا لطیفـی (۱۳۸۷)، **تحلیل ژئومورفولوژیکی روند پیشروی تپه‌هـای ماسـه‌ای شـرق دشت سیستان در خشک‌سالی‌های اخیر**، دانشگاه سیستان و بلوچستان، مجله جغرافیا و توسـعه، شـماره ۱۲، صص ۴۳ ـ ۶۰.
- Ardon, K., Tsoar, H., & Blumberg, D.G., (2009). **Dynamics of nebkhas superimposed on a parabolic dune and their effect on the dune dynamics**. Journal of Arid Environments, No. 73, Pp. 1014–1022.
- Baas, A.C.W., (2007), **Complex systems in Geomorphology**, Journal of Geomorphology, No. 91, Pp. 311 -331.
- Bing, L., Wenzhi, Z., & Rong Y., (2008). **Characteristics and spatial heterogeneity of Tamarix ramosissima Nebkhas in desert -oasis ecotones**. Journal of Acta Ecologica Sinica: 28(4), Pp. 1446 -1455.
- Cooke, R., warren, U., & Goudie, A., (1993), **Desert geomorphology**. Ucl. Press, London, 25, Pp 7.
- Dougill, A.J, & 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, No. 50 , Pp. 413 -424.
- El -Bana, M.I., Nijs, I., Kockelbergh, F., (2002). **Micro environmental and vegetational heterogeneity induced by phytogenic nebkhas in an arid coastal ecosystem**. Plant and Soil, No. 247, Pp. 283–293.
- Hesp, P., & Maclachlan, A., (2000), **Morphology, dynamics, ecology and fauna of Arc Totheca populifolia and Azania regions nebkha dunes**, Journal of Arid Environment, No. 44, Pp. 155 -172.
- Hugenholtz, C.H., Wolfe, S.A., (2005a), **Biogeomorphic Model of Dunefield Activation and Stabilization on the Northern Great Plains**, Journal of Geomorphology, No. 70, Pp. 53–70.
- Jianhui, D., Ping, Y., & Yuxiang, D., (2010). **The progress and prospects of nebkhas in arid areas**. Journal of Geography Science: 20 (5), Pp. 712 -728.
- Khalaf, f.I., MISKA, R., & Al -Douseri, A., (1995). **Sedimentolongical and Morphological characteristics of some nebkha deposits in the northern coastal plain of Kuwait, Arabia**. Journal of Arid Environment, No. 29, Pp. 267 -292.
- Lancaster, N., Baas, A.C.W., (1998), **Influence of Vegetation Cover on Sand Transport by Wind: Field Studies at Owens Lake, California**, Journal of Earth Surface Processes and Landforms, No. 23, Pp. 69–82.
- Maun, M.A., Perumal J., (1999), **Zonation of Vegetation on Lacustrine Coastal Dunes: Effects of Burial by Sand**, Journal of Ecology Letters, No 2, Pp. 14–18.
- Nickling, W.G., & Wolfe, S.A., (1994), **The morphology and origin of Nebkhas, region of Mopti, Mali, West Africa,** Journal of Arid Environments, No. 28, Pp. 13 -30.
- Olson, D.L. (2004), **Comparison of Weights in TOPSIS Models**; Journal of Mathematical and Computer Modeling, No. 40, Pp. 721 -727.
- Opricovic, S., & Gwo –Hshiung Tzeng, (2004), **Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS**, European Journal of Operational Research, No. 156, Pp. 445 -455.
- Tengberg, A., (1995). **Nebkha dunes as indicators of wind erosion and land degradation in the Sahel zone of Burkina Faso**, Journal of Arid Environments, No. 30: Pp. 265–282.

www.SID.ir

Archive of SID

- Tengberg, A., & Chen, D., (1995), **A comparative analysis of nebkha in central Tunisia and northern Burkina Faso,** Journal of Geomorphology, No. 22, Pp. 181 -192.
- Van der Stoel, C.D., Van der Putten, W.H., Duyts, H., (2002), **Development of a Negative Plant–soil Feedback in the Expansion Zone of the Clonalgrass Ammophila Arenaria Following Root Formation and Nematode Colonization**, Journal of Ecology: 90 (6), Pp. 978–988.
- Wang, X., Wang, T., Dong, Z., Liu, X., Qian, G., (2006). **Nebkha development and its significance to wind erosion and land degradation in semi -arid northern China**. Journal of Arid Environments, No. 65, Pp. 129–141.
- 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, Palaeoclimatology, Palaeoecology, No. 297, Pp. 697–706.

www.SID.ir