محیط شناسی، سال سی و هشتم، شمارهٔ ۶۱، بهار ۹۱، صفحهٔ ۱۰۵-۱۱۶

انتخاب مناسب‌ترین نوع گونهٔ گیاهی نبکا برای تثبیت ماسه‌های روان با استفاده از مدل AHP (مطالعهٔ موردی: ریگ نجارآباد، شمال‌شرق طرود)

سیدحجت موسوی[1*]، مسعود معیری[2]، عبداله سیف[3]، عباسعلی ولی[4]

۱- دانشجوی دکترای ژئومرفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه اصفهان.

۲- دانشیار ژئومرفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه اصفهان. m_moayeri_2008@yahoo.com

۳- استادیار ژئومرفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه اصفهان. abdsafe@yahoo.com

٤- استادیار ژئومرفولوژی، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه کاشان. abvali@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۲۹

چکیده

رخداد مسائل زیست محیطی و اتلاف منابع طبیعی از جمله علل ایجاد راهکارهای مدیریت ریسک و بحران محیط زیست هستند. یکی از مهمترین مشکلات زیست محیطی شمال شرق طرود، هجوم ماسه‌های روان به مراکز سکونتی، راههای ارتباطی و تأسیسات زیربنایی است. سیستم محیطی در مقابل تنش ماسه‌های متحرک، واکنش نشان داده و با ایجاد اکوسیستم نبکا سعی در تعدیل فشار فرسایش بادی می‌کند. بنابراین توسعه چشم‌انداز نبکا می‌تواند به عنوان عاملی به‌منظور حفظ هماهنگی بین نیروهای عمل‌کنندهٔ زیست محیطی و کاهش آثار تخریبی ماسه‌های روان بر سیستم‌های انسانی عمل کند. در این راستا شناسایی سازگارترین گونهٔ گیاهی نبکا از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف از این پژوهش ارزیابی مقایسه‌ای نبکاهای شمال شرق طرود با استفاده از مدل AHP و معرفی مناسب‌ترین گونهٔ گیاهی نبکا برای تثبیت ماسه‌های روان از طریق تحلیل مؤلفه‌های مورفومتری آن است. به این منظور ابتدا مهمترین مشخصه‌های مورفومتری ۶۷ نبکا، نظیر حجم نبکا، ارتفاع نبکا، قطر تاج پوشش گیاه، ارتفاع گیاه، قطر قاعده نبکا و شیب نبکا، از گونه‌های تاغ، گز، اشنان و خارشتر به روش نمونه‌برداری طولی اندازه‌گیری میدانی شد. سپس با ارزیابی مقایسه‌ای آنها از طریق مدل AHP، مبادرت به اولویت‌بندی نبکاهای مطالعاتی شد. نتایج نشان می‌دهد که نبکای گونهٔ تاغ با وزن ۰/۵۰۵ بیشترین ارجحیت و بهره‌وری را برای تثبیت ماسه‌های روان دارد. نبکای گونه گز نیز با وزن ۰/۳۰۲ نسبت به نبکای گونه تاغ از اهمیت کمتر و نسبت به نبکاهای گونه اشنان و خارشتر از ارجحیت بیشتری برخوردار است.

کلید واژه

ریگ نجارآباد، طرود، نبکا، مدل AHP، تثبیت ماسه.

سرآغاز

حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی به عنوان بستر توسعه و زیربنای سازندگی، برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار، از اهمیت بسزایی برخوردار است (حسینی، ۱۳۸۲). هم‌اکنون بحران‌های زیست محیطی و هدر رفت منابع طبیعی را می‌توان به عنوان دلایل مهم ایجاد سیستم‌های مدیریت محیط زیست مطرح کرد (جوزی و صفاریان، ۱۳۹۰). مدیریت بهینهٔ منابع طبیعی که ماهیتی دینامیک دارند، نیازمند ارزیابی و طبقه‌بندی توان‌های اکولوژیکی و محیطی وابسته به آنهاست. از این طریق می‌توان توانایی‌ها و محدودیت‌های کنونی منابع محیطی را به تفکیک عوامل و متغیرهای مؤثر شناسایی کرد و به‌منظور بهره‌وری بهینه با انجام عملیات اصلاح، توسعه و ترویج، بتدریج محدودیت‌ها را کاهش، توانایی‌ها را افزایش و توان آیندهٔ آنها را پیش‌بینی کرد (نجیب‌زاده و همکاران، ۱۳۸۷). بنابراین به فراخور شرایط محیطی حال به منظور نیل به سطحی از توسعه پایدار، روشی مناسب با درجه اطمینان بالا برای ارزیابی و مدیریت منابع طبیعی مورد نیاز است (مخدوم، ۱۳۷۸). برای شناخت و پی بردن به معضلات زیست محیطی هر منطقه، به منظور برنامه‌ریزی و مدیریت اصولی برای رفع مشکلات حاکم بر وضع اقتصادی و اجتماعی مراکز سکونتگاهی؛ شناسایی دقیق عوامل محدودکننده بسیار لازم و ضروری است و تجزیه و تحلیل علمی

نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۹۶۷۰۲۸۱۳ E-Mail: hmousavi15@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

آنها برای نیل به اهداف توسعه پایدار کمک شایانی به مراکز علمی و پژوهشی می‌کند. پویایی ماسه‌های بادی به عنوان مخاطرهٔ زیست محیطی در نواحی خشک و نیمه خشک، باعث می‌شود سالانه هزاران تن ماسه روان، اراضی کشاورزی، مراکز سکونتگاهی و راههای دسترسی را در کام خود فرو برده و سبب نابودی آنها، مهاجرت روستاییان و زیانهای اقتصادی بیشماری شود. این مسائل باعث عدم اجرای طرحهای محرومیت‌زدایی نظیر ساخت راههای ارتباطی، اجرای طرحهای عمرانی و کشاورزی شده و باعث ایجاد فقر مضاعف اقتصادی در بین ساکنان منطقه و مهاجرت آنها به مناطق دیگر می‌شود. با وجود این شناخت و بررسی دقیق و آماری نبکاهای منطقه مطالعاتی و تحلیل علمی خصوصیات آنها به عنوان عامل بازدارنده ماسه‌های متحرک می‌تواند در مدیریت محیط منطقه و استفاده بهینه از منابع طبیعی آن بسیار مفید و ارزنده واقع باشد.

بین سیستم‌های بادی که از لحاظ مقدار بار رسوب فقیر و غنی هستند، تشکیلات متفاوتی از تپه‌های ماسه‌ای می‌توان مشاهده کرد (Hersen, 2004) که عوارض نبکایی یکی از آنهاست. نبکا حاصل تعامل فرسایش بادی، رطوبت و پوشش گیاهی منطقه است (احمدی، ۱۳۸۷). بدین صورت که وجود گیاه در مسیر حمل و ترانزیت ماسه‌های روان ممانعت ایجاد کرده و باعث تجمع ماسه در پای گیاه می‌شود، که به مرور زمان انباشته‌ای از ماسه همراه با خزانه‌های گیاهی تشکیل می‌شود (Langford, 2000)، به این عارضه نبکا، یا تل نباتی می‌گویند (محمودی، ۱۳۸۳). در حقیقت نبکا انعکاسی از حضور حیات در بیابان است که به صورت تجمع رسوبات بادی در اطراف گیاهان مناطق خشک ظاهر می‌شود (احمدی، ۱۳۸۷). نبکاها به واسطهٔ آشفتگی چشم‌اندازهای بیابانی تشکیل می‌شوند و مرفولوژی آنها از طریق الگوهای رویشی گونهٔ گیاهی تشکیل‌دهندهٔ آنها کنترل می‌شود (Khalaf et al., 1995). به عبارتی، شکل نبکا تابعی از اندازه، تراکم و میزان رشد گیاه میزبان است (Nikling and Wolf, 1994).

ساختار و عملکرد اکوسیستم نبکا را ارتباطات درونی و بیرونی بین مؤلفه‌های مرفولوژی گیاهی، مشخصه‌های فرسایش بادی و ویژگی‌های محیط طبیعی تعیین می‌کند (پورخسروانی و همکاران، ۱۳۸۸). به عبارت دیگر اکوسیستم نبکا یک سیستم باز قلمداد می‌شود که از روابط بین نیروهای عمل کننده، فرایندهای بادی، نحوه رسوبگذاری و پوشش گیاهی نشأت می‌گیرد (ولی و پورخسروانی، ۱۳۸۸) و مرفولوژی آن از فرسایش و تراکم رسوب در طول زمان، نسبت به پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه خشک ناشی می‌شود (Dougill and Thomas, 2002). بنابراین می‌توان گفت در مدیریت محیط، حفظ هماهنگی بین نیروهای عمل کنندهٔ چشم‌انداز نبکا به منظور کاهش آثار تحمیلی بر محیط و سیستم‌های زراعی و سکونتگاهی همجوار بسیار لازم و ضروری است.

محققان متعددی به بررسی خصوصیات مرفولوژی گونه‌های گیاهی و ویژگی‌های نبکا با روش‌های گوناگون پرداخته‌اند، به طوری که Tengberg and Chen (1995) با مطالعه نبکاهای بورکینافاسو، ایجاد نبکاها را متأثر از فعالیت‌های کاهندهٔ نیروی محیط در مناطقی که پوشش گیاهی استقرار دارد گزارش کرده و از نبکا به عنوان شاخصی مناسب برای ارزیابی فرسایش بادی و تخریب اراضی یاد می‌کنند. Khalaf و همکاران (1995) ضمن مطالعهٔ عوارض ماسه‌ای در دشت‌های شمال کویت گزارش کرده‌اند که مرفولوژی نبکاها با الگوهای رویشی گونه‌های گیاهی کنترل می‌شود، به طوری‌که ارتفاع نبکا با ارتفاع تاج بوته و طول نبکا با ارتفاع گیاه رابطه معنی‌داری دارد. Hesp and Mclachlan (2000) ضمن بررسی مرفولوژی و اکولوژی نبکاها در سواحل جنوبی آفریقای جنوبی گزارش کرده‌اند که فرم و رشد گونه‌های گیاهی منعکس‌کننده مرفولوژی نبکا، شرایط اقلیمی و اکولوژی محل رشد آن است. Bing و همکاران (2008) خصوصیات مرفولوژی و روابط بین مشخصه‌های مورفومتری، الگوی مکانی و عدم تجانس فضایی نبکای گز در صحرا و واحه اکوتونس چین را مورد ارزیابی قرار داده و معتقدند 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 گیاهی حالتی معکوس دارد. Ardon و همکاران (2009) تأثیر نبکا در تثبیت ماسه‌های روان برخان‌های فلسطین را بررسی و بیان کردند که تفاوت معنی‌داری بین میزان فرسایش و رسوب نبکاهای مستقر شده در سه بخش برخان وجود دارد. Wang و همکاران (2010) نحوهٔ شکل‌گیری، تغییرات زیست محیطی و تکامل ژئومرفولوژیکی نبکاهای گز فلات آلاشان در چین را در ارتباط با سازوکار تکامل بیابان گبی در طول زمان بررسی کرده و بیان داشته‌اند که تشکیل نبکای گز در این منطقه توسط آبهای زیرزمینی کنترل می‌شود زیرا در بسیاری از دوره‌ها، سطح آبهای زیرزمینی که عامل بقای گونه گیاهی گز است، بالا بوده است. Jianhui و همکاران (2010) سازوکار تشکیل، جایگزینی و توزیع فضایی نبکاها در ارتباط با

Archive of SID

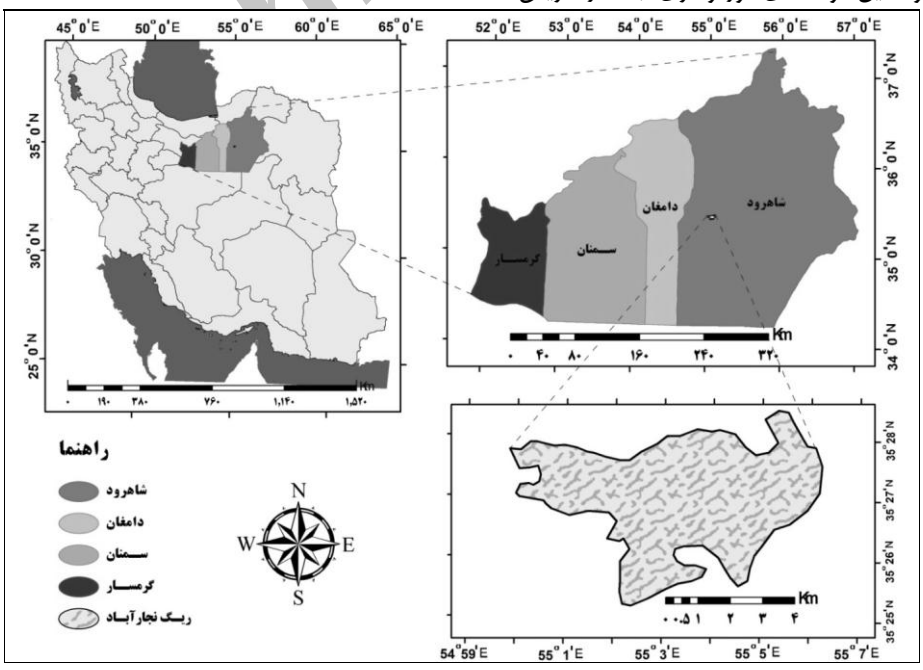
www.SID.ir

خصوصیات جریان هوا، تعادل بین فرسایش و رسوب، خصوصیات زیست محیطی و فیزیولوژیکی پوشش گیاهی، مشخصه‌های بارش و آبهای زیرزمینی مناطق خشک شمال چین را مورد مطالعه قرار داده و بیان داشته‌اند که برای حفظ و ترمیم محیط زیست مناطق خشک و نیمه خشک، توسعه نبکاها و تنوع پوشش گیاهی نقش مثبتی دارد. غریب‌رضا و معتمد (۱۳۸۳) با مطالعه تپه‌های ماسه‌ای سیستان و بلوچستان به این نتیجه رسیدند که در مناطقی که ذخیره رسوبی، آورد رسوب، اقلیم و فضای کافی اجازه دهد، این تپه‌ها ایجاد شده و توسعه می‌یابند و همچنین تشکیل نبکاهای این مناطق را حاصل تغییر شکل تپه‌های ماسه‌ای، بویژه برخان‌ها در اثر افزایش پوشش گیاهی بر روی آنها می‌دانند. پورخسروانی (۱۳۸۸) به بررسی خصوصیات مورفومتری نبکا و مرفولوژی گیاهی آن با استفاده از روشهای آماری در کویر سیرجان پرداخته و با تعیین ارتباط آماری بین مشخصه‌های مورفومتری نبکا و مرفولوژی گیاهی آن، سازگارترین گونه گیاهی نبکا را در این منطقه شناسایی کرده است.

هدف از این پژوهش گروه‌بندی مقایسه‌ای و شناسایی مناسبترین گونه گیاهی نبکاهای شمال شرق طرود با استفاده از تحلیل مهمترین مشخصه‌های مورفومتری نبکا از طریق روش تحلیل سلسله مراتبی است. به عبارت دیگر این پژوهش سعی دارد تا با استفاده از تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های مورفومتری نبکا از طریق روش تحلیل سلسله مراتبی، مناسب‌ترین و سازگارترین گونهٔ گیاهی نبکا با ویژگی‌های زیست محیطی را برای عملیات‌های تثبیت ماسه‌های روان از طریق توسعهٔ نبکازارهای منطقهٔ مطالعاتی، شناسایی و معرفی کند. نتایج حاصل از این پژوهش در مدیریت محیط مناطق بیابانی و ریگزارهای روان منطقه مطالعاتی از اهمیت چشمگیری برخوردار خواهد بود.

منطقهٔ مطالعاتی

منطقهٔ 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 پوشش گیاهی و ریزش‌های جوی در اطراف این کویر، سیستم‌های شکل‌زایی بادی بر دیگر فرایندها حاکمیت دارند و می‌توان انواع رخساره های فرسایش بادی را در این منطقه مشاهده کرد. ریگ نجارآباد با وسعت ۲۸۶۴/۸۸۶ هکتار یکی از ریگ های موجود در حاشیه شمالی کویر بزرگ مرکزی است که به صورت نامنظم در امتداد غربی- شرقی در طول ۸ کیلومتر کشیده شده است. این ریگ در محدوده‌ای بین ´۲۵ °۳۵ تا ´۲۹ °۳۵ عرض شمالی و ´۵۹ °۵۴ تا ´۷ °۵۵ طول شرقی واقع شده است (شکل شمارهٔ ۱).



شکل شمارهٔ (۱): موقعیت جغرافیایی محدودهٔ مطالعاتی (منبع: نگارندگان)

www.SID.ir

مواد و روشها

نخستین گام در انجام این پـژوهش؛ بررسـی، تعیـین حـدود و آشـنایی بـا ویژگـی‌هـای محیطـی محـدودهٔ مطالعـاتی بـا وسـعت ۲۸۶۴/۸۸۶ هکتار، از طریق نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و بازدیدهای میدانی است. گام بعدی مراجعات میدانی به منطقه، تعیین موقعیت نبکاها و انـدازه‌گیـری مؤلفـه‌هـای مورفومتری آنها است. مهمترین مشخصـه‌هـای انـدازه‌گیـری شـده عبارتند از: حجم نبکا، ارتفاع نبکا، قطر تاج پوشش گیاه، ارتفاع گیاه، قطر قاعده نبکا و شیب نبکا. روش نمونه‌برداری در این پژوهش بـر اساس روش تک‌بعدی و واحد نمونه‌بـرداری طـولی صـورت گرفتـه است. ایـن روش امکـان نمونـه‌بـرداری تصـافی نبکاهـا را در کـل محدودهٔ مطالعاتی فراهم می‌آورد.

بنابراین برای پوشش کامل منطقه مطالعاتی، ۸ ترانسکت یـک کیلومتری با استفاده از دستگاه GPS درنظر گرفته شد. بـدین گونـه کـه ابتـدا در قسـمت جنـوبی محـدوده مطالعـاتی نقـاط ابتـدایی ترانسکت‌ها بـا GPS تعیـین و سـپس در جهـت شـمال جغرافیـایی مسیری به طول یـک کیلـومتر طـی شـد و در امتـداد آن نبکاهـای برخورد کرده با مسیر، اندازه‌گیری شد.

حجم نمونه مطالعـاتی بـه موقعیـت نبکاهـا نسـبت بـه محـل ترانسکت‌های مستقر شده بستگی دارد. در مجمـوع تعـداد ۶۷ نبکـا مورد اندازه‌گیری و ارزیابی قرار گرفت. از این تعداد، ۱۶ عدد نبکـای گونه تاغ، ۱۸ عدد نبکای گونهٔ گز، ۲۱ عدد نبکای گونه اشنان و ۱۲ عدد نبکای گونه خارشتر را شامل می‌شود.

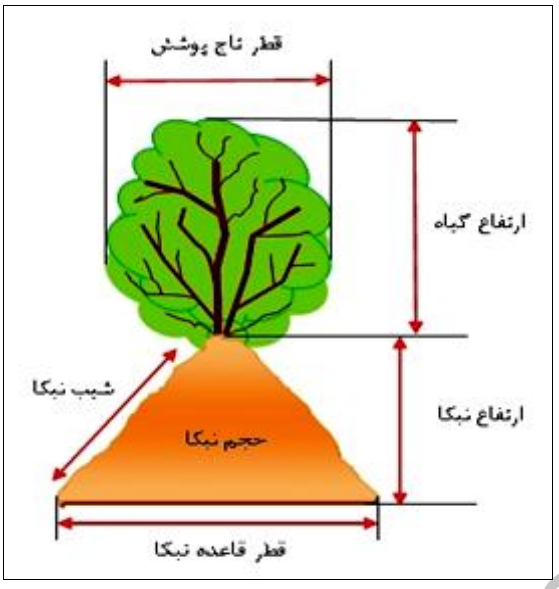
مبنای اندازه‌گیری مؤلفه‌های مورفومتری نبکا شکل شمارهٔ (۲) اسـت کـه انـواع مشخصـه‌هـای قابـل انـدازه‌گیـری نبکـا و نحـوه نمونه‌برداری آنها را نشان مـی‌دهـد (موسـوی و همکـاران، ۱۳۸۹). اندازه گیری مؤلفه‌های مورفومتری نبکا نیز از طریق متر نواری و به شرح موارد زیر انجام شد:

بـرای محاسـبهٔ قطـر تـاج پوشـش گیـاه میـانگین دو قطـر اندازه‌گیری شده تاج گیاه؛ برای اندازه‌گیـری ارتفـاع گیـاه بلنـدترین شاخه گیاه تا قله نبکا؛ به منظور اندازه‌گیری ارتفاع نبکا، ارتفـاع قلـه نبکا تا سطح قاعده آن و برای قطر قاعده نبکـا، انـدازه گیـری قطـر متوسط قاعده به وسیله متر نواری ملاک عمل قرار گرفت.

شیب مخروط نبکا از طریق دستگاه شیب‌سنج و حجم مخروط نبکا نیز از طریق رابطهٔ (۱) محاسبه شد (Dougill and Thomas, 2002).

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

در این رابطه V: حجم مخروط نبکا به متر مکعـب، H: ارتفـاع مخروط نبکا به متر و R: شعاع قاعده مخروط نبکا به متر است.



شکل شمارهٔ (۲): توضیح تصویری مؤلفه‌های مورفومتری نبکا

(منبع: موسوی و همکاران، ۱۳۸۹)

مبانی نظری

در این پژوهش برای ارزیابی مقایسه‌ای و تعیین مناسـب‌تـرین نوع گونه گیاهی نبکا از روش تحلیل سلسله مراتبـی اسـتفاده شـده است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از کارامدترین تکنیـک‌هـای تصمیم‌گیری چند معیاره است که اولـین بـار توسـط Thomas L. Saaty در دهۀ ۱۹۷۰ ارائه شد. این روش بر اساس مقایسـهٔ زوجـی مشخصه‌ها بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را بـه مدیران می‌دهد. این فرایند گزینه‌های کمـی و کیفـی مختلـف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسـیت روی معیارهـا و زیرمعیارها را دارد، و از یک مبنای نظری قوی برخـوردار بـوده و بـر اساس اصول بدیهی بنا نهاده شده است (Saaty, 1986; 1994).

فرایند تحلیل سلسله مراتبـی روش سـادهٔ محاسـباتی بـر روی ماتریس‌ها است کـه بـا ایجـاد سلسـله مراتـب مناسـب و پـردازش گام‌به‌گام مراحل آن، می‌توان ماتریس‌های مقایسه‌ای و استاندارد در سطوح مختلف سلسله مراتب ایجاد کرد، سپس بـردار وزن و مقـادیر ویژه معیارها و زیرمعیارها را نیز محاسبه و با ترکیب بردارها، ضرایب وزنی گزینه‌های مختلف را برآورد کرد (Yue et al., 2006; Chen,

Archive of SID

www.SID.ir

2001). در پایان برای اطمینان از جواب نهایی، سازگاری و ناسازگاری آن را نیز مورد آزمون قرار داد (قدسی‌پور، ۱۳۸۸).

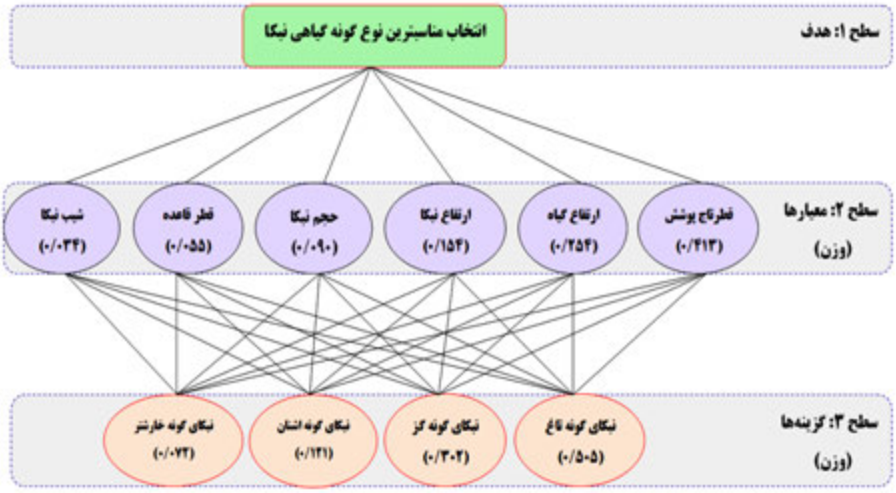
ساختار سلسله مراتبی اولویت‌بندی نبکا و انتخاب مناسب‌ترین گونه

ساختار سلسله مراتب انتخاب مناسبترین نوع گونهٔ گیاهی نبکا براساس مشخصه‌های مورفومتری در ریگ نجارآباد شامل سطوح زیر است (شکل شمارهٔ ۳):

سطح ۱: شامل هدف کلی بوده و انتخاب مناسب‌ترین نوع گونه گیاهی نبکا را در بر می‌گیرد.

سطح ۲: این سطح معیارها را در برگرفته و شامل مؤلفه‌های مورفومتری نبکا است.

سطح ۳: این سطح گزینه‌ها را در برگرفته و شامل انواع گونه‌های گیاهی نبکا در منطقهٔ مطالعاتی است.



شکل شمارهٔ (۳): ساختار سلسله مراتبی انتخاب مناسب‌ترین نوع گونه گیاهی نبکا در منطقهٔ مطالعاتی (منبع: نگارندگان)

وزن‌دهی به مؤلفه‌های مورفومتری نبکا و تهیه ماتریس مقایسه زوجی معیارها و گزینه‌ها

در فرایند تحلیل سلسله مراتبی بیشترین وزن به لایه‌ای تعلق می‌گیرد که بیشترین تأثیر را در تعیین هدف دارد (قدسی‌پور، ۱۳۸۸). به عبارت دیگر معیار وزن‌دهی هر واحد اطلاعاتی نیز براساس بیشترین نقشی است که آن در داخل لایه دارد (Lopez and Zink, 1991) (جدول شمارهٔ ۱).

جدول شمارهٔ (۱): نحوه وزن‌دهی به لایه‌ها بر اساس ارجحیت (قدسی پور، ۱۳۸۷)

ترجیحات (قضاوت شفاهی)	مقدار عددی
کاملاً مرجح، یا کاملاً مهم، یا کاملاً مطلوب	۹
ترجیح با اهمیت یا رضامندی خیلی قوی	۷
ترجیح با اهمیت یا رضامندی قوی	۵
کمی مرجح، یا کمی مهمتر یا کمی مطلوب	۳
ترجیح، یا اهمیت یا رضامندی یکسان	۱
ترجیحات بین فواصل قوی	۸،۶،۴،۲

تهیهٔ ماتریس استاندارد (R) و محاسبه بردار وزن (W) معیارها و گزینه‌ها

برای این منظور ابتدا باید مقادیر هر یک از ستون‌های ماتریس مقایسهٔ زوجی با هم جمع و مقدار هر عنصر به جمع ستونی خود تقسیم شود تا ماتریس مقایسهٔ زوجی، استاندارد شود (رابطهٔ ۲). سپس میانگین عناصر در هر سطر از ماتریس استاندارد را محاسبه کرده که در نتیجهٔ آن بردار وزن مشخصه‌های نبکا ایجاد می‌شود (رابطهٔ ۳).

رابطهٔ (۲):
$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}}$$

رابطهٔ (۳):
$$W_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} r_{ij}}{n}$$

در این روابط m: تعداد ستون، n: تعداد سطر، a_{ij}: درایه‌های ماتریس مقایسه زوجی و r_{ij}: درایه‌های ماتریس استاندارد به ازای گزینه i ام و شاخص jام، و W_i: وزن گزینه i ام است.

Archive
www.SID.ir

تعیین امتیاز نهایی نبکاها و انتخاب بهترین گونه گیاهی

برای این مهم از اصل ترکیب سلسله مراتبی که منجر به بردار اولویت با در نظر گرفتن همه قضاوت‌ها در تمامی سطوح سلسله مراتب می‌شود، استفاده می‌شود (Moreno - Jimenez et al., 2005; Bertolini et al., 2006). به عبارت دیگر امتیاز نهایی هر یک از نبکاها از حاصل جمع تلفیق ضرایب نوع نبکاها و مشخصه‌های مورفومتری آنها محاسبه می‌شود (رابطهٔ ۴).

رابطه (۴):

$$V_H = \sum_{k=1}^{n} W_k(g_{ij})$$

در این رابطه V_H: امتیاز نهایی گزینه j (نبکا)، W_K: وزن هر معیار و g_{ij}: وزن گزینه‌ها (نبکاها) در ارتباط با معیارها (مؤلفه‌های مورفومتری) است.

محاسبهٔ نرخ ناسازگاری سیستم نبکا

نرخ ناسازگاری معیاری است جهت تشخیص معنی‌داری ماتریس‌های مقایسه زوجی و مقدار آن باید کمتر از ۰/۱ باشد. برای این منظور، ابتدا باید ماتریس مقایسه زوجی (A) در بردار وزن (W) ضرب شود تا تخمین مناسبی از $\lambda\ max$ W به‌دست آید. با تقسیم مقدار $\lambda\ max$ W بر W مربوطه مقدار $\lambda\ max$ محاسبه می‌شود. سپس متوسط $\lambda\ max$ را محاسبه کرده و مقدار شاخص ناسازگاری را از طریق رابطه (۵) می‌توان محاسبه کرد (قدسی پور، ۱۳۸۸):

رابطهٔ (۵):

$$I.I. = \frac{\lambda \max - n}{n-1}$$

نرخ ناسازگاری نیز از طریق رابطهٔ (۶) محاسبه می‌شود که در آن مقدار $I.I.R$ نیز از جدول شمارهٔ (۲) استخراج می‌شود:

رابطهٔ (۶):

$$I.R. = \frac{I.I.}{I.I.R}$$

جدول شمارهٔ (۲): مقادیر $I.I.R$ ماتریس‌های تصادفی

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	...
I.I.R	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	...

اگر نرخ ناسازگاری کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد سازگاری سیستم قابل قبول است، و در صورتی که بیشتر از ۰/۱ باشد بهتر است تصمیم گیرنده در قضاوت‌های خود تجدید نظر کند (Dey and Ramcharen, 2008). نرخ ناسازگاری برای ماتریس‌های عوامل موثر با استفاده از روش تقریبی میانگین‌گیری حسابی محاسبه و مقادیر آن در سطر نهایی هر ماتریس گزارش شده است.

یافته‌های تحقیق

نحوهٔ تشکیل و تحول نبکا از شرایط آب‌وهوایی، منبع تأمین رسوب، اندازه و نوع مواد بادرفتی، پوشش گیاهی، نیرو و ظرفیت انتقال باد تأثیر می‌پذیرد، به طوری‌که نوع پوشش گیاهی و تراکم آن باعث تثبیت و کاهش انتقال رسوبات بادی شده و منبع تأمین ماسه را محدود می‌کند. در منطقهٔ مطالعاتی نبکاهای متنوعی می‌توان مشاهده کرد که با توجه به گونه‌های گیاهی، اشکال متنوعی دارند (شکل شمارهٔ ۴).

مشخصات آمار توصیفی مشخصه‌های مورفومتری نبکاهای مطالعاتی به شرح جدول شمارهٔ (۳) است. با توجه به هدف پژوهش، نوع نبکا و حجم ماسه‌ی تثبیت شده به‌وسیلهٔ آن می‌تواند به عنوان مهمترین عامل ارزیابی سنجش تثبیت ماسه باشد. بنابراین برای مؤلفه‌های قطر تاج پوشش و ارتفاع گیاه باید بالاترین وزن را درنظر گرفت. وزن‌دهی به سایر مؤلفه‌ها می‌تواند براساس نوع و میزان تأثیرات آنها در حجم ماسه تثبیت شده صورت گیرد. به عبارت دیگر بیشترین تأثیر مؤلفه‌های مورد نظر در حجم نبکا با بیشترین وزن‌دهی برابر خواهد بود. نتایج حاصل از محاسبه وزن نسبی نبکاها از نظر انواع مشخصه‌های مورفومتری، ماتریس‌های مقایسه زوجی و ماتریس‌های استاندارد آنها به شرح جداول شمارهٔ (۴ تا ۱۱) و اشکال شمارهٔ (۵ تا ۷) است.

شکل شمارهٔ (۴): نبکاهایی از گونهٔ گز در منطقهٔ مطالعاتی

(منبع: نگارندگان)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شمارهٔ (۳): آمار توصیفی مؤلفه‌های مورفومتری نبکاهای مطالعاتی

گونه گیاهی / مشخصه	نوع گونه	تاغ	گز	اشنان	خارشتر
	تعداد نمونه	۱۶	۱۸	۲۱	۱۲
حجم نبکا (متر مکعب)	میانگین	۱۸/۹۱۴	۱۵/۳۲۵	۲/۸۳۶	۱/۸۶۱
	انحراف معیار	۶/۵۸۷	۴/۹۵۱	۱/۶۴۹	۱/۸۴۳
ارتفاع گیاه (متر)	میانگین	۳/۳۲۲	۲/۹۸۳	۰/۷۹۸	۰/۵۰۸
	انحراف معیار	۴/۰۵۹	۳/۸۷۳	۱/۳۵۷	۱/۳۱۹
قطر تاج پوشش (متر)	میانگین	۴/۸۷۷	۴/۱۳۷	۱/۲۲۳	۰/۸۰۳
	انحراف معیار	۷/۵۵۷	۷/۱۰۷	۳/۸۹۷	۲/۳۲۱
ارتفاع نبکا (متر)	میانگین	۴/۱۴۷	۲/۵۴۱	۰/۸۷۵	۰/۵۱۳
	انحراف معیار	۸/۹۴۶	۸/۹۲۶	۲/۶۵۴	۲/۳۵۷
قطر قاعدهٔ نبکا (متر)	میانگین	۱۱/۱۸۲	۹/۸۶۴	۱/۵۶۱	۰/۹۱۸
	انحراف معیار	۱۰/۱۵۳	۷/۵۴۵	۴/۱۱۲	۲/۲۵۸
شیب نبکا (درصد)	میانگین	۳۶/۳۰۸	۳۵/۷۵۸	۴۱/۶۵۶	۳۲/۴۱۹
	انحراف معیار	۱۴/۴.۵	۱۶/۱۶۸	۱۸/۳۵۷	۱۵/۴۹۸

جدول شمارهٔ (۴): ماتریس مقایسه زوجی، ماتریس استاندارد و بردار وزن نبکاهای مطالعاتی نسبت به حجم نبکا

بردار وزن	ماتریس استاندارد				ماتریس مقایسه زوجی				حجم
	خارشتر	اشنان	گز	تاغ	خارشتر	اشنان	گز	تاغ	
۰/۵۹۲	۰/۴۵۰	۰/۶۱۸	۰/۶۷۰	۰/۶۳۰	۹	۷	۳	۱	تاغ
۰/۲۶۲	۰/۳۵۰	۰/۲۶۵	۰/۲۲۳	۰/۲۱۰	۷	۳	۱	۰/۳۳۳	گز
۰/۱۰۱	۰/۱۵۰	۰/۰۸۸	۰/۰۷۴	۰/۰۹۰	۳	۱	۰/۳۳۳	۰/۱۴۳	اشنان
۰/۰۴۵	۰/۰۵۰	۰/۰۲۹	۰/۰۳۲	۰/۰۷۰	۱	۰/۳۳۳	۰/۱۴۳	۰/۱۱۱	خارشتر
۱	۱	۱	۱	۱	۲۰	۱۱/۳۳۳	۴/۴۷۶	۱/۵۸۷	جمع
نرخ ناسازگاری: ۰/۰۰۳۲									

جدول شمارهٔ (۵): ماتریس مقایسه زوجی، ماتریس استاندارد و بردار وزن نبکاهای مطالعاتی نسبت به قطر تاج پوشش

بردار وزن	ماتریس استاندارد				ماتریس مقایسه زوجی				قطر تاج پوشش
	خارشتر	اشنان	گز	تاغ	خارشتر	اشنان	گز	تاغ	
۰/۴۹۹	۰/۴۱۷	۰/۵۳۳	۰/۵۳۳	۰/۵۱۳	۵	۴	۲	۱	تاغ
۰/۲۸۱	۰/۳۳۳	۰/۲۶۷	۰/۲۶۷	۰/۲۵۶	۴	۲	۱	۰/۵۰۰	گز
۰/۱۴۰	۰/۱۶۷	۰/۱۳۳	۰/۱۳۳	۰/۱۲۸	۲	۱	۰/۵۰۰	۰/۲۵۰	اشنان
۰/۰۸۰	۰/۰۸۳	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۱۰۳	۱	۰/۵۰۰	۰/۲۵۰	۰/۲۰۰	خارشتر
۱	۱	۱	۱	۱	۱۲	۷/۵	۳/۷۵	۱/۹۵	جمع
نرخ ناسازگاری: ۰/۰۰۱۸									

جدول شمارهٔ (۶): ماتریس مقایسه زوجی، ماتریس استاندارد و بردار وزن نبکاهای مطالعاتی نسبت به ارتفاع گیاه

بردار وزن	ماتریس استاندارد				ماتریس مقایسه زوجی				ارتفاع گیاه
	خارشتر	اشنان	گز	تاغ	خارشتر	اشنان	گز	تاغ	
۰/۵۲۳	۰/۴۲۹	۰/۵۸۸	۰/۵۴۱	۰/۵۳۶	۶	۵	۲	۱	تاغ
۰/۲۸۳	۰/۳۵۷	۰/۲۳۵	۰/۲۷۰	۰/۲۶۸	۵	۲	۱	۰/۵۰۰	گز
۰/۱۲۶	۰/۱۴۳	۰/۱۱۸	۰/۱۳۵	۰/۱۰۷	۲	۱	۰/۵۰۰	۰/۲۰۰	اشنان
۰/۰۶۸	۰/۰۷۱	۰/۰۵۹	۰/۰۵۴	۰/۰۸۹	۱	۰/۵۰۰	۰/۲۰۰	۰/۱۶۷	خارشتر
۱	۱	۱	۱	۱	۱۴	۸/۵	۳/۷	۱/۸۶۷	جمع
نرخ ناسازگاری: ۰/۰۰۴۳									

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شمارهٔ (۷): ماتریس مقایسه زوجی، ماتریس استاندارد و بردار وزن نبکاهای مطالعاتی نبکا نسبت به ارتفاع نبکا

بردار وزن	ماتریس استاندارد				ماتریس مقایسه زوجی				ارتفاع نبکا
	خارشتر	اشنان	گز	تاغ	خارشتر	اشنان	گز	تاغ	
۰/۵۲۴	۰/۴۴۴	۰/۴۸۳	۰/۶۰۴	۰/۵۶۶	۸	۷	۲	۱	تاغ
۰/۳۴۷	۰/۳۸۹	۰/۴۱۴	۰/۳۰۲	۰/۲۸۳	۷	۶	۱	۵	گز
۰/۰۷۸	۰/۱۱۱	۰/۰۶۹	/۰۵۰	۰/۰۸۱	۲	۱	۰/۱۶۷	۰/۱۴۳	اشنان
۰/۰۵۱	۰/۰۵۶	۰/۰۳۴	۰/۰۴۳	۰/۰۷۱	۱	۰/۵۰۰	۰/۱۴۳	۰/۱۲۵	خارشتر
۱	۱	۱	۱	۱	۱۸	۱۴/۵	۳/۳۱۰	۱/۷۶۸	جمع
نرخ ناسازگاری: ۰/۰۰۷۱									

جدول شمارهٔ (۸): ماتریس مقایسه زوجی، ماتریس استاندارد و بردار وزن نبکاهای مطالعاتی نسبت به قطر قاعده نبکا

بردار وزن	ماتریس استاندارد				ماتریس مقایسه زوجی				قطر قاعده نبکا
	خارشتر	اشنان	گز	تاغ	خارشتر	اشنان	گز	تاغ	
۰/۵۴۰	۰/۴۷۴	۰/۵۱۹	۰/۵۹۸	۰/۵۷۰	۹	۷	۲	۱	تاغ
۰/۳۳۱	۰/۳۶۸	۰/۳۷۰	۰/۲۹۹	۰/۲۸۵	۷	۵	۱	۰/۵۰۰	گز
۰/۰۸۰	۰/۱۰۵	۰/۰۷۴	۰/۰۶۰	۰/۰۸۱	۲	۱	۰/۲۰۰	۰/۱۴۳	اشنان
۰/۰۴۹	۰/۰۵۳	۰/۰۳۷	۰/۰۴۳	۰/۰۶۳	۱	۰/۵۰۰	۰/۱۴۳	۰/۱۱۱	خارشتر
۱	۱	۱	۱	۱	۱۹	۱۳/۵	۳/۳۴۳	۱/۱۷۵	جمع
نرخ ناسازگاری: ۰/۰۲۹									

جدول شمارهٔ (۹): ماتریس مقایسه زوجی، ماتریس استاندارد و بردار وزن نبکاهای مطالعاتی نسبت به شیب نبکا

بردار وزن	ماتریس استاندارد				ماتریس مقایسه زوجی				شیب نبکا
	خارشتر	اشنان	گز	تاغ	خارشتر	اشنان	گز	تاغ	
۰/۴۶۶	۰/۴۰۰	۰/۴۶۲	۰/۵۲۲	۰/۴۸۰	۴	۳	۲	۱	تاغ
۰/۲۷۷	۰/۳۰۰	۰/۳۰۸	۰/۲۶۱	۰/۲۴۰	۳	۲	۱	۰/۵۰۰	گز
۰/۱۶۱	۰/۲۰۰	۰/۱۵۴	۰/۱۳۰	۰/۱۶۰	۲	۱	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	اشنان
۰/۰۹۶	۰/۱۰۰	۰/۰۷۷	۰/۰۸۷	۰/۱۲۰	۱	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	۰/۲۵۰	خارشتر
۱	۱	۱	۱	۱	۱۰	۶/۵	۳/۸۳۳	۲/۰۸۳	جمع
نرخ ناسازگاری: ۰/۰۰۹۳									

جدول شمارهٔ (۱۰): ماتریس مقایسه زوجی مشخصه‌های مورفومتری نبکاهای مطالعاتی نسبت به یکدیگر

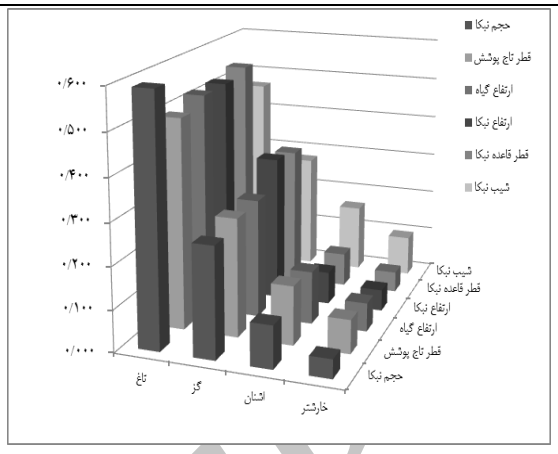
شیب نبکا	قطر قاعده نبکا	حجم نبکا	ارتفاع نبکا	ارتفاع گیاه	قطر تاج پوشش	معیارها
۹	۷	۵	۳	۲	۱	قطر تاج پوشش
۷	۵	۳	۲	۱	۰/۵۰۰	ارتفاع گیاه
۵	۳	۲	۱	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	ارتفاع نبکا
۳	۲	۱	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	حجم نبکا
۲	۱	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۰/۱۴۳	قطر قاعده نبکا
۱	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۰/۱۴۳	۰/۱۱۱	شیب نبکا
۲۷	۱۸/۵	۱۱/۸۳۳	۷/۰۳۳	۴/۱۷۶	۲/۲۸۷	جمع

جدول شمارهٔ (۱۱): ماتریس استاندارد و بردار وزن مشخصه‌های مورفومتری نبکاهای مطالعاتی نسبت به یکدیگر

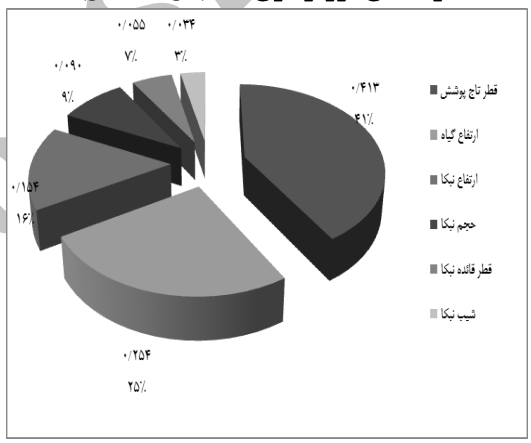
بردار وزن	شیب نبکا	قطر قاعده نبکا	حجم نبکا	ارتفاع نبکا	ارتفاع گیاه	قطر تاج پوشش	معیارها
۰/۴۱۳	۰/۳۳۳	۰/۳۷۸	۰/۴۲۳	۰/۴۲۷	۰/۴۷۹	۰/۴۳۷	قطر تاج پوشش
۰/۲۵۴	۰/۲۵۹	۰/۲۷۰	۰/۲۵۴	۰/۲۸۴	۰/۲۳۹	۰/۲۱۹	ارتفاع گیاه
۰/۱۵۴	۰/۱۸۵	۰/۱۶۲	۰/۱۶۹	۰/۱۴۲	۰/۱۲۰	۰/۱۴۶	ارتفاع نبکا
۰/۰۹۰	۰/۱۱۱	۰/۱۰۸	۰/۰۸۵	۰/۰۷۱	۰/۰۸۰	۰/۰۸۷	حجم نبکا
۰/۰۵۵	۰/۰۷۴	/۰۵۴	۰/۰۴۲	۰/۰۴۷	۰/۰۴۸	۰/۰۶۲	قطر قاعده نبکا
۰/۰۳۴	۰/۰۳۷	۰/۰۲۷	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۳۴	۰/۰۴۹	شیب نبکا
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	جمع
نرخ ناسازگاری: ۰/۰۸۷							

Archive of SID

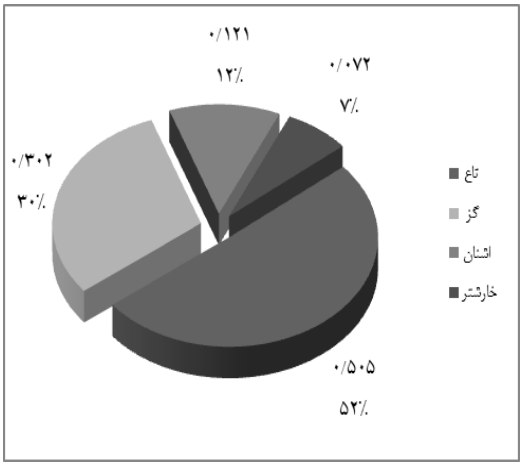
www.SID.ir



شکل شمارهٔ (۵): وزن نبکاهای مطالعاتی نسبت به مؤلفه‌های مورفومتری آنها (منبع: نگارندگان)



شکل شمارهٔ (۶): وزن نهایی هر یک از مؤلفه‌های مورفومتری نبکاهای مطالعاتی (منبع: نگارندگان)



شکل شمارهٔ (۷): وزن نهایی هر یک از نبکاهای مطالعاتی

(منبع: نگارندگان)

وزن نهایی هر نبکا در فرایند سلسله مراتبی آن از مجموع حاصلضرب وزن مشخصه‌های مورفومتری (معیارها) در وزن نوع نبکاها (گزینه‌ها) به‌دست می‌آید. نتایج حاصل از محاسبهٔ وزن نهایی نبکاهای مطالعاتی به شرح روابط (۷) تا (۱۱) و شکل شمارهٔ (۷) است.

رابطهٔ (۷): وزن نبکای گونه تاغ:

(۰/۴۶۶×۰/۴۱۳) + (۰/۵۴۰×۰/۲۵۴) + (۰/۵۲۴×۰/۱۵۴) +
(۰/۵۲۳×۰/۰۹۰) + (۰/۴۹۹×۰/۰۵۵) + (۰/۵۹۲×۰/۰۳۴)
= ۰/۵۰۵

رابطهٔ (۸): وزن نبکای گونه گز:

(۰/۲۷۷×۰/۴۱۳) + (۰/۳۳۱×۰/۲۵۴) + (۰/۳۴۷×۰/۱۵۴) +
(۰/۲۸۳×۰/۰۹۰) + (۰/۲۸۱×۰/۰۵۵) + (۰/۲۶۲×۰/۰۳۴)
= ۰/۳۰۲

رابطهٔ (۹): وزن نبکای گونه اشنان:

(۰/۱۶۱×۰/۴۱۳) + (۰/۰۸۰×۰/۲۵۴) + (۰/۰۷۸×۰/۱۵۴) +
(۰/۱۲۶×۰/۰۹۰) + (۰/۱۴۰×۰/۰۵۵) + (۰/۱۰۱×۰/۰۳۴)
= ۰/۱۲۱

رابطهٔ (۱۰): وزن نبکای گونه خارشتر:

(۰/۰۹۶×۰/۴۱۳) + (۰/۰۴۹×۰/۲۵۴) + (۰/۰۵۱×۰/۱۵۴) +
(۰/۰۶۸×۰/۰۹۰) + (۰/۰۸۰×۰/۰۵۵) + (۰/۰۴۵×۰/۰۳۴)
= ۰/۰۷۲

نتیجه‌گیری

چشم‌انداز نبکا عکس‌العمل طبیعی اکوسیستم در مقابل تنش فرسایش بادی بوده و اکوسیستم با ایجاد این عارضه سعی در تعدیل فشار باد مسلح به رسوب می‌کند. به عبارت دیگر سیستم محیطی با اتخاذ راهکارهای پسخوارند منفی سعی در خنثی کردن تنش فرسایش بادی کرده که نتیجهٔ آن ایجاد چشم‌انداز نبکاست. بنابراین گسترش نبکاها می‌تواند از تنش محیطی مناطق خشک و هجوم ماسه‌های روان به مناطق مسکونی و تأسیسات زیربنایی جلوگیری کند. در نتیجه شناسایی و معرفی سازگارترین گونه گیاهی نبکا با توجه به شرایط طبیعی و مرفولوژی آن در اجرای طرحهای تثبیت ماسه‌های روان از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود.

نتایج نشان می‌دهد که از بین چهار نوع نبکای مطالعاتی، نبکای گونهٔ تاغ با وزن ۰/۵۰۵ بیشترین اهمیت و ارجحیت را برای طرح تثبیت ماسه‌های روان دارد. نبکای گونهٔ گز نیز با وزن ۰/۳۰۲، نسبت به نبکای گونه تاغ از اهمیت کمتر و نسبت به نبکاهای گونهٔ اشنان و خارشتر از ارجحیت بیشتری برخوردار است. بنابراین برای اجرای طرح تثبیت ماسه‌های متحرک در منطقهٔ مطالعاتی، در درجهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

اول توسعه نبکای گونه تاغ و در مرحلهٔ دوم نبکای گونهٔ گز بیشترین اهمیت را دارند و در صورت توسعه و اجرای آن بالاترین بهره‌وری را خواهند داشت. در مقابل نبکای گونه‌های اشنان و خارشتر، به ترتیب با وزن‌های ۰/۱۲۱ و ۰/۰۷۲، کمترین ارجحیت و بهره‌وری را داشته و توسعه چشم‌انداز آنها به هیچ عنوان پیشنهاد نمی‌شود. دراین‌باره باید مواردی نظیر حداکثر بهره‌وری، حداکثر سازگاری، حداکثر تثبیت ماسه، هزینه‌های اقتصادی برای اجرا و حفاظت از طرح و دیگر جنبه‌های زیست محیطی آن را نیز مدنظر قرار گیرد.

در مجموع نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهندهٔ تمایز چهار نوع نبکای متفاوت با مشخصه‌های گوناگون مورفومتری است. به‌طوری‌که دامنهٔ متفاوت امتیاز نبکاها از حداکثر ۰/۵۰۵ برای گونه تاغ و حداقل ۰/۰۷۲ برای گونه خارشتر مبین این ادعاست و ابعاد متفاوت نوع نبکا و گونه گیاهی آن را نشان می‌دهد، زیرا نبکاهای گونهٔ تاغ و گز با ابعاد بزرگتر خود توانسته‌اند مانند مانعی در برابر جریان باد مقاومت کرده و با کاهش سرعت و شدت باد، ماسه بیشتری را به دام اندازند. دامنه امتیازت به گونه‌ای است که اختلاف بین نبکاها زیاد بوده و این حاکی از عملکرد متفاوت مشخصه‌های مورفومتری و نوع گونه گیاهی نبکاست. بنابراین اکوسیستم نبکا با توجه به گونهٔ گیاهی، سرشت اکولوژیکی و ژئومرفولوژیکی خود عملکرد متفاوتی در برابر فرسایش بادی بروز می‌دهد. مشخصه‌های اندازه‌گیری شده نیز نشان می‌دهد که نبکای گونه تاغ با دارا بودن بیشترین قطر تاج پوشش و ارتفاع گیاه، حداکثر حجم ماسه تثبت شده را به خود اختصاص داده است. این مبین کارکرد متفاوت نوع تاج پوشش، آیرودینامیک گیاه و مانع شدن متفاوت آن در برابر سرعت و شدت باد مسلح به ماسه است. با وجود این ارزیابی مقادیر مشخصه‌های مورفومتری نبکاهای مطالعاتی از طریق مدل AHP مبین چهار گروه با اولویت‌بندی متفاوت است. با توجه به مقایسه زوجی مشخصه‌های مورفومتری نبکا، مؤلفه‌های قطر تاج پوشش، ارتفاع گیاه و ارتفاع نبکا به ترتیب با اوزان۰/۴۱۳، ۰/۲۵۴ و ۰/۱۴۵ بیشترین اهمیت را در تثبیت ماسه بر عهده دارند.

بنابراین نبکای گونهٔ تاغ با توجه به موارد سابق‌الذکر، حداکثر قطر تاج پوشش (میانگین= ۴/۸۸ متر)، ارتفاع گیاه (میانگین= ۳/۳۲ متر) و ارتفاع نبکا (میانگین= ۴/۱۵ متر) را دارد، در نتیجه بیشترین وزن (۰/۵۰۵) و بالاترین اولویت (اوّل) را به خود اختصاص داده است.

منابع مورد استفاده

احمدی، ح. ۱۳۸۷. ژئومرفولوژی کاربردی (بیابان- فرسایش بادی)، جلد دوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم.

پورخسروانی، م. ۱۳۸۸. تحلیل رابطه آماری بین مؤلفه‌های مرفولوژی گیاهی و مورفومتری نبکاها (مطالعهٔ موردی: نبکاهای کویر نمک سیرجان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، مرداد ماه.

پورخسروانی، م.؛ ولی، ع.ع. و معیری، م. ۱۳۸۸. بررسی ارتباط مرفولوژی گیاهی با خصوصیات مورفومتری نبکاهای گونه روماریا تورکستانیکا، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شمارهٔ ۶۹، صص ۹۹ تا ۱۱۳.

جوزی، س.ع. و صفاریان، ش. ۱۳۹۰. تجزیه و تحلیل محیط زیستی نیروگاه گازی آبادان با استفاده از روش TOPSIS، محیط شناسی، شمارهٔ ۵۸، صص ۵۳ تا ۶۶.

حسینی، س. م. ۱۳۸۲. امکان سنجی ایجاد سازمان‌های غیر دولتی حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی، محیط شناسی، شمارهٔ ۳۱، صص ۱۰۵ تا ۱۱۴.

غریب رضا، م. ر. و معتمد، ا. ۱۳۸۲. بررسی تغییرات تپّه‌های ماسه‌ای ساحلی استان سیستان و بلوچستان (از سال ۱۳۴۶ تا ۱۳۷۲)، پژوهش‌های جغرافیایی، شمارهٔ ۵۰، صص ۳۵ تا ۴۸.

قدسی پور، ح. ۱۳۸۸. فرایند تحلیل سلسله مراتبی، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، چاپ ششم.

محمودی، ف. ا. ۱۳۸۳. ژئومرفولوژی دینامیک، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ ششم.

Archive of SID

www.SID.ir

مخدوم، م. ۱۳۷۸. شالودهٔ آمایش سرزمین، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم.

موسوی، س. ح.؛ پورخسروانی، م. و محمودی محمدآبادی، ط. ۱۳۸۹. گروه‌بندی مقایسه‌ای نبکاهای شمال شرق کویر سیرجان با استفاده از الگوریتم TOPSIS، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، شمارهٔ اول، صص ۸۷ تا ۱۰۵.

نجیب زاده، م.ر. و همکاران.۱۳۸۷. ارزیابی توانایی اکولوژیک برای کاربری مرتع با استفاده از ERAMS و GIS (مطالعهٔ موردی: حوزهٔ یکه چنار مراوه تپه)، فصلنامهٔ تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۵، شمارهٔ ۲، صص ۲۰۰ تا ۲۱۴.

ولی، ع.ع. و پورخسروانی، م. ۱۳۸۸. تحلیل مقایسه‌ای ارتباطات بین مؤلفه‌های مورفومتری نبکا و مرفولوژی گیاهی گونه‌های تاماریکس، رومریا و آل هاقی مانیفریا در کفه خیرآباد سیرجان، مجلهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شمارهٔ ۳۵، صص ۱۱۹ تا ۱۳۴.

Ardon,K., H.,Tsoar, D.G.,Blumberg .2009. Dynamics of nebkhas superimposed on a parabolic dune and their effect on the dune dynamics, Journal of Arid Environments: Vol. 73, Pp. 1014–1022.

Bertolini,M., M.,Braglia, G.,Carmignani .2006. Application of the AHP methodology in making a proposal for a public work contract, International Journal of Project Management: Vol. 24, Pp. 422–430.

Bing,L,Z.,Wenzhi, Y.,Rong .2008. Characteristics and spatial heterogeneity of Tamarix ramosissima Nebkhas in desert-oasis ecotones, Journal of Acta Ecologica Sinica: Vol. 28(4), Pp. 1446-1455.

Chen,Y.W. 2001. Implementing an Analyses Hierarchy Process by Fuzzy integral, International Journal of Fuzzy Systems. Vol. 3(3), Pp. 493-502.

Dey,P.K., E.K.,Ramcharan .2000. Analytic hierarchy process helps select site for limestone quarry expansion in Barbados, Journal of Environmental Management: Vol. 88, Pp. 1384–1395.

Dougill,A.J, A.D.,Thomas .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. 413-423.

Hersen,P. 2004. On the crescentic shape of barchan dunes, The European Physical Journal B: Vol. 37, Pp. 507–514.

Hesp,P., A.,Mclachlan .2000. Morphology, dynamics, ecology and fauna of Arc Totheca populifolia and Azania regions nebkha dunes, Journal of arid environments, No. 44, Pp.155-172.

Jianhui,D., Y.,Ping, D.,Yuxiang .2010. The progress and prospects of nebkhas in arid areas, Journal of Geography Scince: Vol. 20(5), Pp. 712-728.

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

Langford,R.P. 2000. Nabkha (Coppice Dune) Fields of South-central New Mexico, U S A. Journal of Arid Environments, Vol. 46, Pp. 25-41.

Lopez,H.J., J.A.,Zink .1991. GIS-assisted modelling of soil-induced mass movement hazards: a case study of the upper Coello river basin, Tolima, Colombia. ITC Journal: Vol. 4, Pp. 202–220.

Archive of SID

www.SID.ir

Moreno-Jiminez,J.M., et al .2005. A spreadsheet module for consistent consensus building in AHP decision making, Journal of Group Decision and Negotiation, vol. 14, Pp. 89–108.

Nickling,W.G., S.A.,Wolfe .1994. The morphology and origin of Nebkhas, region of Mopti, Mali, West Africa, Journal of Arid Environments, No. 28, Pp. 13-30.

Saaty,T.L. 1986. Axiomatic foundation of analytical hierarchy process, Journal of Management science, Vol. 31, No. 7, Pp. 841-855.

Saaty,T.L. 1994. Highlights and critical points in the theory and application of the analytical hierarchy process, European Journal of operational research: Vol. 74, Pp. 426-447.

Tengberg,A., D.,Chen .1995. A comparative analysis of nebkha in central Tunisia and northern Burkina Faso, Journal of Geomorphology, No. 22, Pp. 181-192.

Wang,X., et al .2010. Nebkha formation: Implications for reconstructing environmental changes over the past several centuries in the Ala Shan Plateau, China. Journal of Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology: Vol. 297, Pp. 697–706.

Yue,J., B.,Chen, M.C.,Wang .2006. Generating ranking groups in The Analytic Hierarchy Process, Journal of the Operational Research Society, Vol. 57, No 2, Pp. 190-201.

Archive of SID

www.SID.ir