

## تحلیل چشم‌انداز نبکا در دشت نگار بردسیر

محسن پورخسروانی<sup>۱\*</sup>، سید حجت موسوی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۳۱

### چکیده

گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک با کاهش سرعت باد و تثبیت ماسه‌های روان، موجب شکل‌گیری ژئوسیستم نبکا می‌شوند که نقش مهمی را در بیابان‌زدایی و حفاظت از محیط‌زیست ایفا می‌کند. در نتیجه شناسایی گونه‌های گیاهی سازگار با شرایط محیطی در قالب تحلیل چشم‌انداز نبکا جهت تثبیت ماسه‌های روان از اهمیت بسزایی برخوردار است. لذا پژوهش حاضر سعی دارد با استفاده از مدل‌های AHP و TOPSIS به ارزیابی مقایسه‌ای کارایی نیکاهای دشت نگار بردسیر در برابر رسوبات بادی بپردازد تا بتوان به شناختی مطلوب جهت انتخاب مناسب‌ترین گونه گیاهی برای تثبیت ماسه‌های روان دست یافت. در این راستا ابتدا مهم‌ترین مؤلفه‌های مورفومتری ۲۴۱ نبکا از گونه‌های گیاهی گز، اسکنبیل و خارشتر که شامل ارتفاع، قطر قاعده، شیب و حجم نبکا، و قطر تاج‌پوشش و ارتفاع گیاه می‌باشد، به روش طولی نمونه‌برداری میدانی شد. سپس با استفاده از مدل‌های AHP و TOPSIS مبادرت به ارزیابی مقایسه‌ای مؤلفه‌های ژئومورفومتری نبکا و اولویت‌بندی آن‌ها گردید. نتایج نشان داد که نیکای درختچه گز و اسکنبیل به ترتیب با وزن‌های ۰/۶۷۶ و ۰/۲۶۹ در مدل AHP و امتیازهای ۱ و ۰/۵ در نزدیکی نسبت به راه حل ایدئال مثبت در مدل TOPSIS دارای بالاترین ارجحیت در تثبیت ماسه‌های روان هستند. در مقابل نیکای گونه خارشتر با وزن ۰/۰۵۳ در مدل AHP و نزدیکی نسبی صفر به راه حل ایدئال مثبت در مدل TOPSIS کمترین ارجحیت را دارد. به عبارت دیگر هر دو مدل، گونه‌های درختچه گز و اسکنبیل را به‌عنوان مناسب‌ترین و خارشتر را به‌عنوان گونه نامناسب معرفی می‌کند. لذا در مرحله نخست توسعه ژئوسیستم نیکای گونه گز و سپس توسعه ژئوسیستم نیکای گونه اسکنبیل بهترین کارایی را در تثبیت ماسه‌های روان دارند.

کلمات کلیدی: نبکا، ماسه‌های روان، ارزیابی کارایی، AHP، TOPSIS، دشت نگار.

۱. استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران / نویسنده مسئول Email: mohsen\_pourkhosravani\_2007@yahoo.com

۲. استادیار گروه جغرافیا و اکوتوریسم، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران Email: hmousavi15@kashanu.ac.ir

## مقدمه

در مناطق فرسایش خیز و به‌طور کلی غنای پتانسیل‌های زیست‌محیطی مناطق خشک و نیمه‌خشک گردد (براون و پرمبسکی<sup>۳</sup>، ۱۹۹۸). در مقیاس محلی، نبکا نشان‌دهنده قابلیت تثبیت ماسه توسط پوشش گیاهی است. نوع گونه گیاهی تأثیر زیادی بر اندازه رسوبات هریک از نبکاها دارد، به‌طوری‌که در سطح یک منطقه که وزش باد و رسوبات مشترک زیادی دارد، ویژگی‌های رسوبی نبکاها با توجه به نوع گونه گیاهی با یکدیگر متفاوت است (مقصودی و همکاران، ۲۰۱۱). مورفولوژی نبکا وابستگی زیادی به نوع گونه گیاهی دارد، به‌طوری‌که سازگاری زیاد گونه‌هایی نظیر تاغ، گز، اسکنبیل، اشنان، خارشتر و... باعث مقاومت بالا نسبت به مدفون شدن گونه در زیر ماسه‌های روان شده و سبب رشد این گونه، تجمع رسوبات بادی در اطراف آن و تشکیل نبکا در سطح وسیع می‌شود (بینگ<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین توزیع گیاهان نخستین فاکتوری است که حداکثر اندازه تپه‌های ماسه‌ای و میزان ماسه انباشته‌شده در یک ژئوسیستم نبکا را کنترل می‌کند (دوران و موره<sup>۵</sup>، ۲۰۱۳).

مطالعات گسترده‌ای درخصوص ژئوسیستم نبکا صورت گرفته است، به‌طوری‌که آردون<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر نبکا در تثبیت ماسه‌های روان را در فلسطین مورد بررسی قرار داده و بیان نمودند که تفاوت معنی‌داری بین میزان فرسایش و رسوب نبکاها مستقر در سه بخش تپه ماسه‌ای وجود دارد. وانگ<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۰) نحوه شکل‌گیری، تغییرات محیط زیستی و تکامل ژئومورفولوژیکی نبکاهای فلات آلاشان در چین را در ارتباط با مکانیسم تکامل بیابان گبی بررسی کرده و بیان نمودند که تشکیل نبکای گز در این منطقه توسط آب‌های زیرزمینی کنترل می‌شود. جیان‌هویی<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۱۰) مکانیسم تشکیل، جان‌شینی و توزیع فضایی نبکاهای شمال چین را مطالعه نموده و بیان کردند که برای حفظ و ترمیم محیط‌زیست مناطق خشک و نیمه‌خشک، توسعه نبکا نقش مثبتی دارد. ژائو<sup>۹</sup> و همکاران

فرسایش بادی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین فرایندهای تخریب محیط‌زیست و بیابان‌زایی در نقاط مختلف کره زمین به‌شمار می‌رود. بنابراین حفاظت از محیط‌زیست و منابع طبیعی به‌عنوان بستر توسعه و زیربنای سازندگی، برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار ملی و منطقه‌ای از اهمیت بسزایی برخوردار است (حسینی، ۲۰۰۳). ایجاد و توسعه پوشش گیاهی در ماسه‌زارها، مناسب‌ترین روش در کاهش سرعت باد، تثبیت ماسه‌های روان و به‌طور کلی حفظ منابع زیست‌محیطی در مناطق بیابانی است. به عبارتی پوشش گیاهی به‌طور مؤثری حرکت ماسه‌های روان را کاهش داده و با به حداقل رساندن تحرکات ماسه‌ای در سطح زمین، باعث تثبیت ماسه‌زارها می‌شود (هی<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۹۷). از آنجایی‌که گیاهان نسبت به رطوبت پایاترند، نقش مؤثری در تنظیم حرکت مواد به‌وسیله باد ایفا می‌کنند. مهم‌ترین نقش پوشش گیاهی در کاهش فرسایش بادی، ایجاد ناهمواری است که گیاه توسط آن سرعت باد را در نزدیکی سطح زمین کاهش می‌دهد (رفاهی، ۲۰۱۰). در این خصوص برای کنترل فرسایش بادی و حفظ منابع محیط زیستی، گونه‌های گیاهی مؤثرتر هستند که می‌توانند پوشش متراکم‌تر و مقدار زیست‌توده بیشتری را در زمانی از سال که زمین حساس به فرسایش بادی است، تولید کنند (فریریر<sup>۲</sup>، ۱۹۹۵). به‌طور کلی گونه‌های گیاهی مختلف در مقابل تنش‌های محیطی واکنش‌های متفاوتی از خود بروز می‌دهند. آن‌ها در مقابله با تنش شوری، با ایجاد پشته‌های گیاهی سعی در تعدیل شرایط محیط دارند؛ در مقابله با تنش‌های کم‌آبی سعی در کاهش سطح تبخیر و تعرق اندام‌های هوایی و در مقابله با تنش‌های تدفینی سعی در ایجاد اختلاف ارتفاع با سطح اساس منطقه می‌کنند که منجر به ایجاد ژئوسیستم نبکا می‌شود (ولی و قضاوی، ۲۰۰۳). در مجموع نبکاها تجمعات رسوبات بادی هستند که موقعیت و وضعیت آن‌ها به‌وسیله وجود پوشش گیاهی تثبیت شده است. این رخساره ژئومورفیکی می‌تواند باعث تنوع گونه‌ای، تثبیت و نگهداری حجم زیادی از ماسه‌های روان، شناسایی گونه‌های سازگار و بردبار به‌منظور تولید و تکثیر آن‌ها

3. Brown and Porembski  
4. Bing  
5. Durán and Moore  
6. Ardon  
7. Wang  
8. Jianhui  
9. Zhao

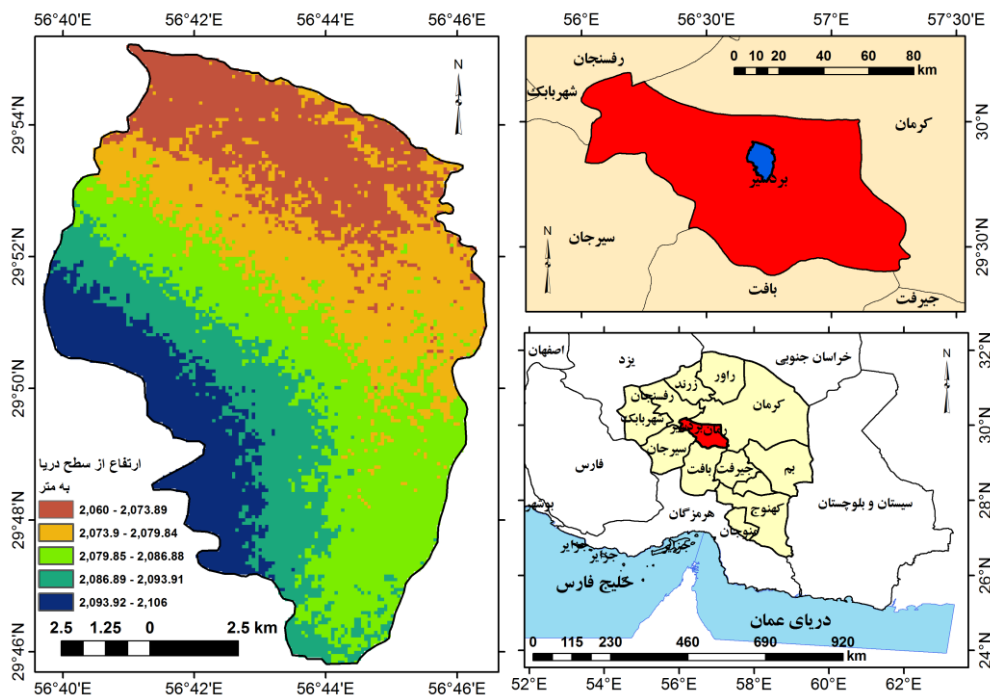
1. He  
2. Fryrear

مناطق به‌شمار می‌رود. مطالعات انجام‌شده در مناطق بیابانی ایران نشان داده است که بهترین راه مبارزه با فرسایش بادی، روش مبارزه بیولوژیک است (صفایی قهنویه و همکاران، ۲۰۱۱). در اکوسیستم‌های مناطق بیابانی، گیاهان چوبی و چندساله از مهم‌ترین عوامل کاهنده سرعت باد و از عوامل رسوب‌گذاری ماسه‌های بادی محسوب می‌شوند. گیاهان بدین وسیله نه تنها باعث تثبیت ماسه بلکه مانع فرسایش خاک شده و نقش مهمی در بیابان‌زدایی ایفا می‌کنند (مصلح آرانی و همکاران، ۲۰۱۱). در این خصوص پژوهش حاضر سعی دارد با استفاده از مدل‌های AHP و TOPSIS در قالب تحلیل مقایسه‌ای پارامترهای مورفومتری ژئوسیستم نبکا به بررسی کارایی نیکاهای گونه‌های مختلف گیاهی در دشت نگار بردسیر جهت تثبیت ماسه‌های روان پرداخته و با توجه به ویژگی‌های محیط طبیعی در منطقه مطالعاتی مناسب‌ترین نوع گونه گیاهی را جهت مبارزه با فرسایش بادی و کنترل رسوبات بادرفتی شناسایی و معرفی کند. نتایج حاصل از این پژوهش در کنترل فرسایش بادی، جلوگیری از حرکت ماسه‌های روان، حفظ پتانسیل‌های زیست‌محیطی مناطق ناپایدار بیابانی و به‌طور کلی مدیریت محیط مناطق خشک و نیمه‌خشک اهمیت بسزایی دارد.

### مواد و روش‌ها

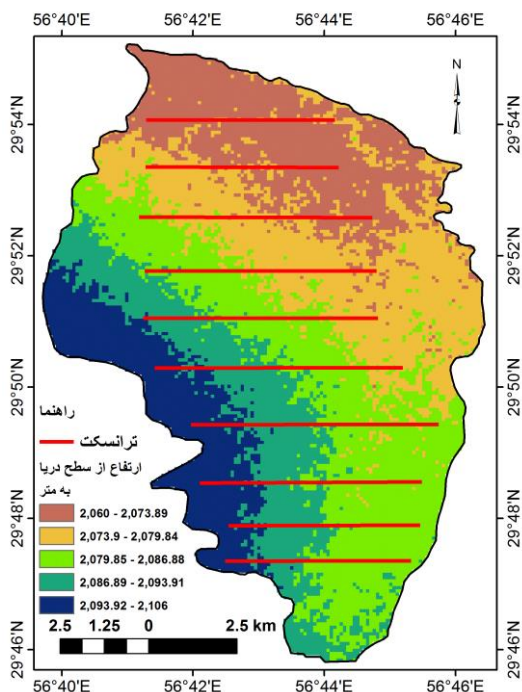
محدوده مطالعاتی موسوم به دشت نگار با وسعت ۳۲۱۸۷ هکتار و با متوسط بارش سالیانه ۱۵۰ میلیمتر در جنوب شرقی شهرستان بردسیر، در مختصات جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۶ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). این منطقه دارای دو رشته کوه محلی است که رشته کوه کله گاوی با روند شمال غربی - جنوب شرقی در بخش شمالی قرار دارد. رشته کوه‌های آهورک، سنگ صیاد و بیدخوان با همان روند نیز نیمه جنوبی را فراگرفته‌اند. فاصله این دو رشته کوه را دشت گستره نگار بردسیر تشکیل می‌دهد که پایین‌ترین نقطه آن دارای ارتفاعی در حدود ۲۰۰۰ متر از سطح دریاست.

گزارش کردند که استمرار تشکیل نبکا در یک اکوسیستم به تعادل دینامیک بین شرایط آب و منبع تأمین ماسه وابسته است. رفعت حسن<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۴) ضمن بررسی شرایط حفظ سکونتگاه‌های بیابانی در شمال کویت گزارش نمودند که اثرات انسانی مهم‌ترین تهدید سلامت نیکاهای، فرسایش خاک و از بین رفتن گونه‌های گیاهی است. موسوی و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از مدل TOPSIS به گروه‌بندی مقایسه‌ای نیکاهای شمال‌شرق کویر سیرجان پرداخته و بیان کردند که نیکای گز با وزن ۰/۸۱۸ بیشترین تأثیر را در تثبیت ماسه‌های روان دارد و همچنین نیکای اشنان نیز با وزن ۰/۱۵۱ نسبت به نیکای گز از اهمیت کمتر و نسبت به نیکاهای خارشتر و گل‌گری از ارجحیت بیشتری برخوردار است. اکبری‌ان و بی‌نیاز (۲۰۱۱) با بررسی گونه‌های گیاهی مورد استفاده در کنترل فرسایش بادی در استان هرمزگان بیان کرد که گونه سمر از نظر گستره و دوام تاج‌پوشش مطلوب‌ترین گونه برای کنترل فرسایش بادی در این منطقه است. موسوی و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از مدل AHP به شناسایی مناسب‌ترین نوع گونه گیاهی نبکا جهت تثبیت ماسه‌های روان در منطقه شمال شرق طرود پرداخته و بیان کردند که نیکای گونه‌های تاغ و گز به ترتیب با اوزان ۰/۵۰۵ و ۰/۳۰۲ بیشترین اهمیت را جهت تثبیت ماسه‌های روان دارند. نگهبان و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی تأثیر پوشش گیاهی بر مورفولوژی نیکاهای حاشیه غربی دشت لوت گزارش کردند که ارتفاع و تاج پوشش گونه گیاهی نقش بسیار اساسی در ارتفاع تپه‌های نیکایی دارد، زیرا هرچه گونه گیاهی بلندتر و حجیم‌تر باشد می‌تواند ماسه‌های بیشتری را به دام انداخته و در نتیجه تپه‌های ماسه‌ای مرتفع‌تری ایجاد کند. ایمان‌طلب و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی آثار زیست‌محیطی نیکاهای گونه کلیر در منطقه جاسک گزارش کردند که هر گیاه از این گونه می‌تواند به‌طور متوسط ۱۳ مترمکعب رسوب را در اطراف خود ترسیب کند. با توجه به اینکه مناطق خشک و نیمه‌خشک بیش از دوسوم مساحت ایران را فراگرفته‌اند، فرسایش بادی به‌عنوان عاملی مؤثر در تخریب منابع طبیعی، بیابان‌زایی و ایجاد خسارت در این



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی

نیکاهایی که با ترانسکت‌های مزبور برخورد کردند، مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.



شکل (۲): موقعیت ترانسکت‌های نمونه‌برداری در دشت نگار بردسیر

برای محاسبه قطر تاج‌پوشش گیاه میانگین دو قطر عمود به یکدیگر اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری مؤلفه ارتفاع گیاه

پژوهش حاضر از نوع کاربردی می‌باشد و روش تحقیق آن تلفیقی از نمونه‌برداری‌های میدانی و تجزیه و تحلیل‌های آماری-ریاضی است. همچنین جهت ارزیابی مقایسه‌ای نیکاهای از مدل‌های AHP و TOPSIS بهره‌گیری شد. در این خصوص برای دستیابی به اهداف ابتدا به کمک تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ محدوده مطالعاتی مورد بررسی و تعیین حدود قرار گرفت. در مرحله بعد با مراجعات میدانی به منطقه، قلمرو توسعه نیکاهای مشخص و مبادرت به نمونه‌برداری از مؤلفه‌های ژئومورفومتری نیکاهای گردید. نمونه‌برداری از نیکاهای براساس روش تک‌بعدی و واحد نمونه‌برداری طولی به‌صورت ترانسکتی انجام گرفت. بدین ترتیب که برای پوشش کامل منطقه مطالعاتی، با استفاده از دستگاه سیستم موقعیت‌یاب جهانی ترانسکت‌هایی به‌صورت عرضی و با روند غربی-شرقی با فاصله تقریبی ۵۰۰ متر تعیین و در عرصه مستقر شد (شکل ۲). بعد از تعیین موقعیت ترانسکت‌ها، مؤلفه‌های ژئومورفومتری مخروط نیکا شامل ارتفاع نیکا، قطر قاعده نیکا، شیب نیکا، و همچنین مؤلفه‌های مورفولوژی گیاهی آن شامل قطر تاج‌پوشش و ارتفاع گیاه

روش در سال ۱۹۹۲ توسط چن و هوانگ<sup>۵</sup> با ارجاع به هوانگ و یون<sup>۶</sup> (۱۹۸۱) مطرح شد (اوپریکویک و تزنک<sup>۷</sup>، ۲۰۰۴). این مدل یک تکنیک تصمیم‌گیری چندشاخصه جبرانی بسیار قوی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها از طریق شبیه ساختن آن‌ها به جواب ایدئال است که به تکنیک وزن‌دهی، حساسیت بسیار کمی دارد. در این مدل گزینه انتخاب‌شده می‌بایست بیشترین فاصله را از ناکارآمدترین جواب داشته باشد. از محاسن این مدل نسبت به سایر تکنیک‌های اولویت‌بندی می‌توان به مواردی نظیر دخالت توامان معیارهای کمی و کیفی در اولویت‌بندی گزینه‌ها به صورت کمی، در نظر گرفتن تضاد و تطابق بین شاخص‌ها، روش کار ساده، سرعت مناسب آن، پذیرا بودن ضرایب وزنی اولیه و انطباق کامل نتایج حاصل از این مدل با روش‌های تجربی اشاره کرد (شانیان و همکاران، ۲۰۰۴، طاهرخانی، ۲۰۰۷).

### یافته‌ها

چشم‌اندازهای نبکایی عکس‌العمل طبیعی اکوسیستم در مقابل تنش بادرستی جهت کاهش ناپایداری و ایجاد تعادل در نواحی متغیر بیابانی می‌باشند. به عبارت دیگر تعادل بیولوژیک در ژئوسیستم نبکا نتیجه همزیستی پوشش گیاهی و سیستم بادرستی است که نقشی اساسی در کنترل ماسه‌های روان و فرسایش بادی دارد. بدین معنی که گیاهان با ترسیب ماسه‌های روان و کاهش اثرات فرسایش بادی چشم‌اندازهای نبکایی را شکل می‌دهند. پوشش گیاهی تنها عاملی است که انسان قادر خواهد بود به وسیله آن فرسایش بادی را به صورت بیولوژیک کنترل نموده و مدیریت مطلوبی در جهت حفظ محیط‌زیست مناطق بیابانی اعمال کند. بنابراین بهترین و سازگارترین روش برای تثبیت ماسه‌های روان توسعه ژئوسیستم نبکا می‌باشد. در منطقه نگار بردسیر گونه‌های گیاهی مختلفی وجود دارد که با توجه به مورفولوژی گیاهی متنوع، نبکاهای متعددی را تشکیل داده‌اند (شکل ۳). مشخصات گیاه‌شناسی گونه‌های گیاهی نبکاهای منطقه مطالعاتی به صورت جدول (۱) است.

فاصله بلندترین شاخه تا قله نبکا، مؤلفه ارتفاع نبکا ارتفاع قله نبکا تا قاعده آن و برای محاسبه قطر قاعده نبکا قطر متوسط قاعده به وسیله متر نواری ملاک عمل قرار گرفت. شیب دامنه نبکا با استفاده از دستگاه شیب‌سنج و حجم نبکا با استفاده از رابطه (۱) (دوگیل و توماس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۲) محاسبه شد که در این رابطه،  $V$  حجم مخروط نبکا به مترمکعب،  $h$  ارتفاع مخروط نبکا به متر و  $I$  شعاع قاعده مخروط نبکا به متر است.

$$V = 0.5(0.33\pi r^2 h) \quad (1)$$

شایان ذکر است که حجم نمونه مطالعاتی به موقعیت نبکاهای نسبت به محل ترانسکت‌های مستقرشده بستگی دارد. بر این اساس در مجموع ۲۴۱ نبکا از گونه‌های مختلف، مورد اندازه‌گیری و ارزیابی قرار گرفت. از این تعداد ۱۰۳ نبکا مربوط به گونه گز، ۸۱ نبکا مربوط به گونه اسکنبیل و ۵۷ نبکا مربوط به گونه خارشتر است.

در پایان بعد از اندازه‌گیری مؤلفه‌های ژئومورفومتری نبکا و مورفولوژی گیاهی آن، برای ارزیابی مقایسه‌ای جهت تعیین مناسب‌ترین گونه گیاهی برای تثبیت ماسه‌های روان در منطقه نگار بردسیر از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره<sup>۲</sup> استفاده شد. در این پژوهش مدل‌های AHP و TOPSIS برای ارزیابی مقایسه‌ای عملکرد گونه گیاهی نبکا مورد بهره‌گیری قرار گرفت. مدل AHP یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری است که اولین بار توسط توماس ال ساعتی<sup>۳</sup> (۱۹۸۰) ارائه شد. این روش براساس مقایسه زوجی عوامل بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به تصمیم‌گیران می‌دهد و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارد. این فرایند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد. علاوه بر این نحوه قضاوت‌ها و محاسبات را تسهیل کرده و میزان سازگاری و ناسازگاری فرایند تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد (ساعتی<sup>۴</sup>، ۱۹۹۴). مدل TOPSIS به عنوان یک روش تصمیم‌گیری چندشاخصه، روشی ساده و کارآمد در اولویت‌بندی محسوب می‌شود. این

5. Chen and Huang  
6. Huang and Yoon  
7. Opricovic and Tzeng

1. Dougill and Thomas  
2. Multiple Criteria Decision Making (MCDM)  
3. Thomas L. Saaty  
4. Saaty



شکل (۳): تصویری از نیکاهای منطقه نگار بردسیر

جدول (۱): مشخصات گونه‌های گیاهی تشکیل‌دهنده نیکا در منطقه نگار بردسیر

| اسم علمی           | اسم فارسی | خانواده      | فرم حیاتی     | فرم رویشی     |
|--------------------|-----------|--------------|---------------|---------------|
| Tamarix macatensis | گز        | Tamaricaceae | درختچه        | فانروفیت      |
| Calligonum comosum | اسکنبیل   | Polygonaceae | درختچه        | فانروفیت      |
| Alhagi mannifera   | خارشتر    | Fabaceae     | فورب چند ساله | همی کریپتوفیت |

| ارتفاع نیکا | حجم نیکا | تاج پوشش | ارتفاع گیاه | قاعده نیکا | ارتفاع نیکا |
|-------------|----------|----------|-------------|------------|-------------|
| ۰/۹۷        | ۰/۰۶     | ۰/۱۴     | ۰/۱۲        | ۰/۱۴       | ۰/۱۲        |
| ۰/۴۲        | ۰/۰۶     | ۰/۱۴     | ۰/۱۲        | ۰/۱۴       | ۰/۱۲        |
| ۲/۵         | ۰/۲۸     | ۰/۹۵     | ۰/۶۵        | ۱          | ۰/۶         |
| ۰/۵         | ۰/۰۱     | ۰/۳۵     | ۰/۱۸        | ۰/۳۸       | ۰/۱         |
| ۱/۳۱        | ۰/۰۷     | ۰/۵۶     | ۰/۳۱        | ۰/۵۷       | ۰/۲۳        |
| ۳/۳۲        | ۰/۰۷     | ۰/۵۶     | ۰/۳۱        | ۰/۵۷       | ۰/۲۳        |

\* واحد ارتفاع، قطر تاج پوشش و قطر قاعده به متر و واحد حجم به مترمکعب است.

ساختار سلسله‌مراتبی انتخاب مناسب‌ترین نوع نیکا براساس پارامترهای ژئومورفومتری نیکا و مورفولوژی گیاهی آن در منطقه نگار بردسیر شامل سه سطح هدف کلی که در رأس سلسله‌مراتب قرار گرفته و همان انتخاب سازگارترین نیکاست، سطح معیارها که شامل مؤلفه‌های ژئومورفومتری نیکا و مورفولوژی گیاهی است و سطح گزینه‌ها را که شامل نوع

به‌طور کلی نیکاهای منطقه نگار بردسیر دارای اشکال و مشخصه‌های مورفومتری متعددی هستند که آمار توصیفی پارامترهای ژئومورفومتری نیکاهای مطالعاتی و مورفولوژی گیاهی آن‌ها به‌صورت جدول (۲) می‌باشد.

جدول (۲): آمار توصیفی مؤلفه‌های ژئومورفومتری نیکا و مورفولوژی

گیاهی آن‌ها در منطقه نگار بردسیر

| گونه    | تعداد | مؤلفه *     | میانگین | حد اقل | حداکثر | انحراف معیار |
|---------|-------|-------------|---------|--------|--------|--------------|
| نیکا    | ۵۷    | حجم نیکا    | ۶/۲۴    | ۱/۲۹   | ۱۶/۵۷  | ۳/۶۳         |
|         |       | تاج پوشش    | ۵/۴۱    | ۲/۸    | ۸/۵    | ۱/۳۹         |
|         |       | ارتفاع گیاه | ۱/۶۹    | ۰/۸    | ۳      | ۰/۵۲         |
|         |       | قاعده نیکا  | ۶/۴۴    | ۳/۸۵   | ۱۰     | ۱/۴۲         |
|         |       | ارتفاع نیکا | ۱/۷     | ۰/۶۵   | ۳/۲    | ۰/۶۴         |
| اسکنبیل | ۸۱    | حجم نیکا    | ۲/۴۶    | ۰/۳۸   | ۷/۱۲   | ۱/۴۵         |
|         |       | تاج پوشش    | ۳/۴     | ۱/۸    | ۵/۵    | ۰/۹۲         |
|         |       | ارتفاع گیاه | ۰/۸۸    | ۰/۳    | ۱/۸    | ۰/۳۵         |

مأسه تثبیت‌شده صورت گیرد. به عبارت دیگر بیشترین تأثیر مؤلفه‌های مورد نظر در حجم نیکا با بالاترین وزن برابر خواهد بود. نتایج حاصل از مقایسه زوجی و محاسبه بردار وزن مؤلفه‌های ژئومورفومتری نیکا و مورفولوژی گیاهی آن نسبت به یکدیگر به صورت جدول (۳) می‌باشد.

جدول (۳): بردار وزن مؤلفه‌های مورفومتری نیکا و مورفولوژی آن نسبت به نوع نیکا

| مؤلفه گونه | تاج پوشش | ارتفاع گیاه | حجم نیکا | ارتفاع نیکا | قاعده نیکا |
|------------|----------|-------------|----------|-------------|------------|
| گز         | ۰/۶۳۹    | ۰/۷۱۹       | ۰/۶۹۳    | ۰/۶۳۹       | ۰/۶۹۳      |
| اسکنبیل    | ۰/۳۰۶    | ۰/۲۲۷       | ۰/۲۵۳    | ۰/۳۰۶       | ۰/۲۵۳      |
| خارشتر     | ۰/۰۵۵    | ۰/۰۵۳       | ۰/۰۵۴    | ۰/۰۵۵       | ۰/۰۵۴      |
| جمع        | ۱        | ۱           | ۱        | ۱           | ۱          |

وزن نهایی هر نیکا در فرایند سلسله‌مراتبی آن از مجموع حاصل ضرب وزن پارامترهای ژئومورفومتری و مورفولوژی گیاهی (معیارها) در وزن نوع نیکاها (گزینه‌ها) به دست می‌آید که نتایج حاصل از محاسبه وزن نهایی نیکاهای مطالعاتی به صورت روابط (۲) تا (۴) و شکل (۵) است.

$$\text{رابطه (۲) وزن گونه گز: } (0/639 \times 0/719) + (0/693 \times 0/639) + (0/693 \times 0/502) + (0/639 \times 0/26) = 0/676$$

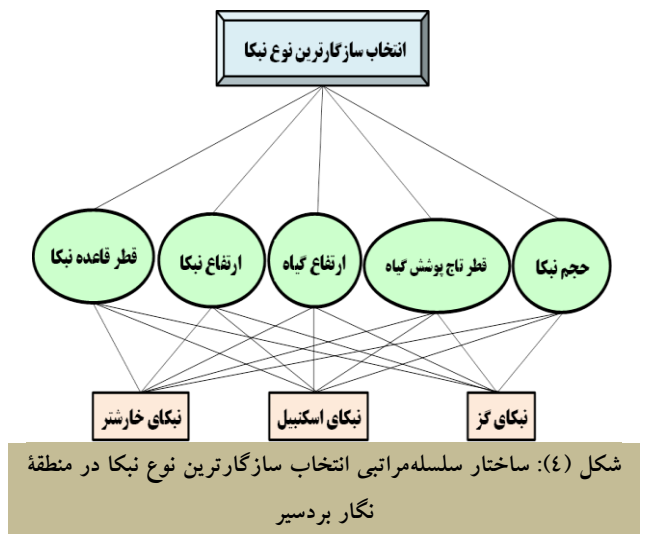
$$\text{رابطه (۳) وزن گونه اسکنبیل: } (0/306 \times 0/227) + (0/253 \times 0/306) + (0/253 \times 0/502) + (0/306 \times 0/26) = 0/269$$

$$\text{رابطه (۴) وزن گونه خارشتر: } (0/055 \times 0/053) + (0/054 \times 0/055) + (0/054 \times 0/502) + (0/055 \times 0/26) = 0/053$$

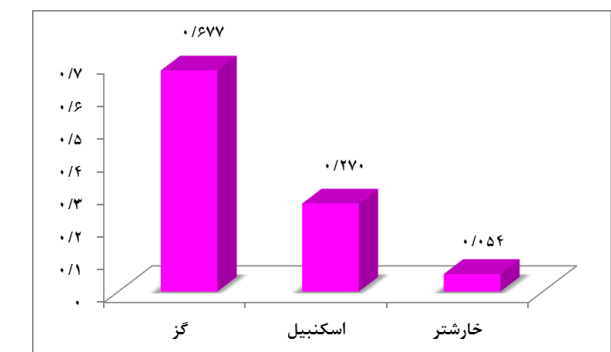
برای کنترل رسوبات بادی در منطقه نگار بردسیر است. گونه اسکنبیل نیز با وزن ۰/۲۶۹ در اولویت دوم ترسیب رسوبات بادی در این منطقه قرار دارد. از طرفی گونه خارشتر با مقدار ۰/۰۵۳ کمترین وزن را داشته و استفاده از آن برای ترسیب رسوبات بادی در منطقه به هیچ وجه توصیه نمی‌شود.

نتایج حاصل از محاسبه وزن نسبی نیکاها از نظر انواع پارامترهای ژئومورفومتری نیکا و مورفولوژی گیاهی آن و همچنین ایدئال‌های آن‌ها در منطقه نگار بردسیر براساس مدل TOPSIS به صورت جداول (۴) و (۵) و شکل (۶) می‌باشد.

گونه‌های نیکا در منطقه نگار بردسیر است، شامل می‌شود (شکل ۴).



متناسب با ساختار سلسله‌مراتبی، نوع نیکا و حجم ماسه تثبیت‌شده توسط آن می‌تواند به عنوان مهم‌ترین ملاک عمل در نظر گرفته شود. بنابراین برای مؤلفه تاج پوشش و حجم گیاه باید بالاترین ارجحیت و وزن را در نظر گرفت. وزن‌دهی به سایر پارامترها می‌تواند بر اساس نوع و میزان اثرگذاری آن‌ها در حجم



شکل (۵): وزن نهایی نیکاهای مطالعاتی براساس مدل AHP

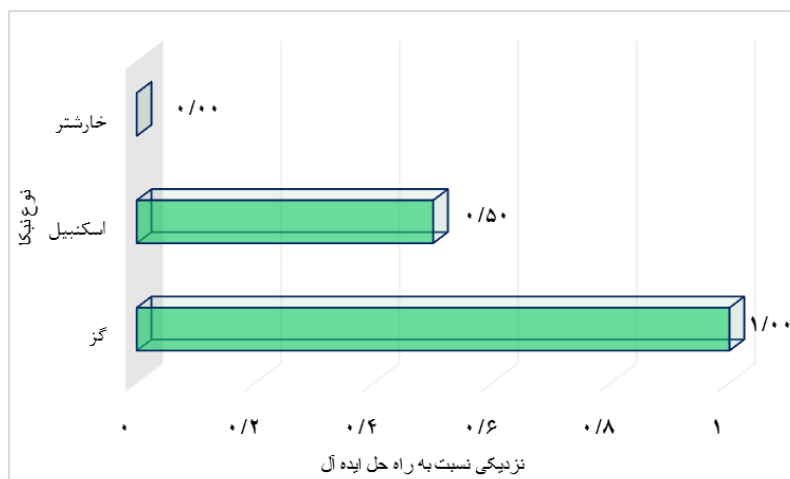
همان‌گونه که روابط (۲) تا (۴) و شکل (۵) نشان می‌دهند در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی گونه درختچه گز با مقدار ۰/۶۷۶ بیشترین وزن را در بین گونه‌های دیگر دارد و بهترین نوع نیکا

جدول (۴) مقادیر استاندارد وزن مؤلفه‌های نیکا و ایدئال‌های آن‌ها در منطقه نگار بردسیر

| گونه             | پارامتر | قطر تاج پوشش | ارتفاع گیاه | حجم نیکا | ارتفاع نیکا | قطر قاعده نیکا | میانگین شیب |
|------------------|---------|--------------|-------------|----------|-------------|----------------|-------------|
| گز               | ۰/۰۸۶۵۶ | ۰/۱۴۰۴۸      | ۰/۳۵۲۶۴     | ۰/۰۵۱۶۶  | ۰/۲۲۰۷۲     | ۰/۰۲۱۵۴        |             |
| اسکنبیل          | ۰/۰۵۴۰۶ | ۰/۰۷۳۰۹      | ۰/۱۳۹۷۸     | ۰/۰۳۹۶۳  | ۰/۱۱۳۲۲     | ۰/۰۲۶۲۸        |             |
| خارشتر           | ۰/۰۰۸۹۳ | ۰/۰۲۵۷۳      | ۰/۰۰۴۳۸     | ۰/۰۰۷۱۱  | ۰/۰۱۹۴۹     | ۰/۰۲۷۰۸        |             |
| ایدئال مثبت (A+) | ۰/۰۸۶۵۶ | ۰/۱۴۰۴۸      | ۰/۳۵۲۶۴     | ۰/۰۵۱۶۶  | ۰/۲۲۰۷۲     | ۰/۰۲۱۵۴        |             |
| ایدئال منفی (A-) | ۰/۰۰۸۹۳ | ۰/۰۲۵۷۳      | ۰/۰۰۴۳۸     | ۰/۰۰۷۱۱  | ۰/۰۱۹۴۹     | ۰/۰۲۷۰۸        |             |

جدول (۵) نزدیکی نگاه‌های مطالعاتی نسبت به راه حل ایدئال و رتبه بندی آن‌ها در منطقه نگار بردسیر

| گونه    | پارامتر     | فاصله تا ایدئال مثبت | فاصله تا ایدئال منفی | امتیاز (C <sub>i+</sub> ) | اولویت |
|---------|-------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------|
| گز      | ۰           | ۰/۴۲۷۷۲۲۵۲           | ۱                    | اول                       |        |
| اسکنبیل | ۰/۱۸۰۱۵۹۷۴۴ | ۰/۱۸۰۱۵۹۷۴۴          | ۰/۵                  | دوم                       |        |
| خارشتر  | ۰/۰۴۳۸۷۰۳۲۹ | ۰                    | ۰                    | سوم                       |        |



شکل (۶): امتیاز نهایی نگاه‌های منطقه نگار بردسیر براساس مدل TOPSIS

## نتیجه گیری

هستند (ماندال<sup>۱</sup>، ۱۹۸۹)، به طوری که کاستن از میزان ناپایداری محیطی، پتانسیل محیط را برای مقابله با اختلافات گسترده‌ای که امکان پیش‌بینی و مدیریت آن‌ها اندک است، ارتقا می‌بخشد (پوند و باری<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳). روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در مطالعات زیست‌محیطی از اهمیت بسزایی برخوردار بوده و به متخصصان کمک می‌کند تا یک مسئله پیچیده را به صورت ساختار قابل حل طراحی نموده و سپس با سرعت و دقت کافی

ارزیابی پتانسیل‌ها و محدودیت‌های محیطی به عنوان یکی از ابعاد توسعه پایدار از مهم‌ترین مسائلی است که در تمام برنامه‌های توسعه ناحیه‌ای مورد توجه و تأکید می‌باشد، به گونه‌ای که هر بحث جدیدی درباره توسعه بدون توجه به مسئله پایداری ناتمام تلقی می‌شود (بدری و رکن الدین افتخاری، ۲۰۰۳). توان‌ها و محدودیت‌های طبیعی هر ناحیه مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده نوع فعالیت‌های اقتصادی و همچنین توزیع جمعیت در آن ناحیه

1. Mandal
2. Pound and Barry



به حل آن پردازند. استفاده از این روش‌ها، علوم محیطی را به صورت کاربردی‌تر و موفق‌تر از پیش در زمینه برنامه‌ریزی و مدیریت ریسک بحران‌های محیطی مطرح می‌سازد.

با توجه به شرایط محیطی منطقه نگار بردسیر بهترین و سازگارترین روش برای تثبیت ماسه‌های روان، توسعه ژئوسیستم نبکاست. در این باره بایستی مواردی نظیر حداکثر بهره‌وری، حداکثر سازگاری با محیط، حداکثر تثبیت ماسه، حداقل هزینه‌های اقتصادی جهت اجرا و حفاظت از طرح و دیگر جنبه‌های زیست‌محیطی آن را نیز مدنظر قرار داد و بهترین نوع نبکا را شناسایی و انتخاب کرد. از آنجایی که مبارزه بیولوژیکی مناسب‌ترین روش برای مبارزه با فرسایش بادی و تخریب محیط‌زیست است، در همین زمینه نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که براساس مدل AHP، از بین سه نوع نبکای مطالعاتی، نبکای گز با وزن ۰/۶۷۶ بیشترین اهمیت و ارجحیت را برای طرح تثبیت ماسه‌های روان دارد. نبکای اسکنیبل نیز با وزن ۰/۲۶۹ نسبت به نبکای گز از اهمیت کمتر و نسبت به نبکاهای خارشتر از ارجحیت بیشتری برخوردار است. نبکا خارشتر با وزن ۰/۰۵۳ کمترین ارجحیت و بهره‌وری را داشته و توسعه چشم‌انداز آن‌ها به هیچ عنوان پیشنهاد نمی‌گردد. در همین راستا نتایج حاصل از محاسبه وزن نسبی نبکاها از نظر انواع پارامترهای ژئومورفومتری با استفاده از مدل TOPSIS نشان می‌دهد که با توجه به معیار فاصله تا ایدئال‌های مثبت و منفی، گونه درختچه گز با امتیاز یک در نزدیکی نسبت به راه حل ایدئال مثبت دارای بیشترین ارجحیت در تثبیت ماسه‌های روان می‌باشد. همچنین بعد از گونه درختچه گز، گونه اسکنیبل با امتیاز ۰/۵ نسبت به راه حل ایدئال مثبت بیشترین ارجحیت را دارد. در مقابل گونه خارشتر با امتیاز صفر جهت تثبیت ماسه‌های روان به هیچ وجه توصیه نمی‌شود. در مجموع نتایج نشان می‌دهد که هر دو مدل، گونه درختچه گز را به‌عنوان مناسب‌ترین گونه جهت تثبیت ماسه‌های روان معرفی می‌کند. علاوه بر این، گونه اسکنیبل نیز با توجه به خصوصیات گیاه‌شناسی می‌تواند به‌عنوان یک گونه مناسب در درجه دوم اهمیت جهت تثبیت ماسه‌های روان در منطقه نگار بردسیر معرفی گردد.

## منابع

1. Akbariyan, M., Biniiaz, M., 2011. Evaluation of plant species used in wind erosion control (Case Study Jask city, Hormozgan province). *Environmental Erosion Research Journal*. 1(2): 29-42.
2. 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*. 73: 1014-1022.
3. Badri, S.A., Roknoddin Eftekhari, A., 2003. Sustainability Assessment: Concept and Methode. *Geographical Research*, 18(2): 9-34.
4. Bing, L., Wenzhi, Z., Rong, Y., 2008. Characteristics and spatial heterogeneity of Tamarix Ramosissima Nebkhas in desert- Oasis Ecotones. *Acta Ecologica Sinica Journal*. 28(4): 1446-1455.
5. Brown, G., Porembski, S., 1997. The maintenance of species diversity by miniature dunes in a sanddepleted Haloxylon salicornicum community in Kuwait. *J. Arid Environ*. (37): 461-473.
6. 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*, 50: 413-424.
7. Durán, O., Moore, L.J., 2013. Vegetation controls on the maximum size of coastal dunes, *Proc Natl Acad Sci USA*. 110(43): 17217-17222.
8. Fryrear, D.W., 1995. Soil losses by wind erosion, *Soil Sicience*. (59): 668-672.
9. He, Z., Li, Sh., Harazono, Y., 1997. Wind-Sandy Environment and the effects of Vegetation on Wind Breaking and Dune Fixation in Horqin Sandy Land, China. In *Proceedings of Wind Erosion: An International Symposium/ Workshop*. USDA Agricultural Research Service, Wind Erosion Laboratory, Manhattan, KS. 7 pp. <http://www.weru.ksu.edu/symposium/proceedings/he.pdf> (accessed 7/5/01).
10. Hosaini, S.M., 2003, Feasibility of creation non-governmental organizations to protect the environment and natural resources, *Journal of Environmental Studies*. (31): 105-114.
11. Imantalab, N., Mosleh Arani, A., Ekhtesasi, H., Sepahvand, A., 2013, Study of some environmental impacts of capparid decidua nebka in Jask area, *Environmental researches*. 4(8): 131-138.
12. Jianhui, D., Ping, Y., Yuxiang, D., 2010. The progress and prospects of Nebkhas in arid areas, *Journal of Geography Science*. 20 (5): 712-728.
13. Maghsoudi, M., Negahban, S., Bagheri said-Shokeri, S., Chezgheh, S., 2011. Comparative and Analysis of Nebkas Geomorphologic Features Four Plant Species in West of Lut (East of Shahdad - Takab Plain), *Physical Geography Research Quarterly*. (79): 55-76.
14. Mandal, R.B., 1989. *Systems of Rural Settlements in Developing Countries*, Concept Publishing Company, New Delhi, India. Pp. 125-142.
15. Mosleh Arani, A., Azim Zadeh, H., Ekhtesasi, M., 2011, Investigation of dune plant application in measuring at least wind erosion, *The Second National Confereance of Wind Erosion and Dust Storms*, Yazd, Iran.
16. Mousavi, S.H., Moayeri, M., Vali, A.A., 2012. Selecting the Most Suitable Nebka Species Type for Quicksand Stabilization Using AHP Model (Case Study: Najjar Abad Erg, Northeast of Toroud). *Journal of Environmental Studies*. 38(61): 105-116.
17. Mousavi, S.H., Pourkhosravani, M., Mahmoodi Mohammad Abadi, T., 2010. Comparative grouping of Nebkas in the Eastern North of Sirjan Playa using TOPSIS algorithm, *Journal of Arid Regions Geographics Studies*. 1(1): 87-105.
18. Negahban, S., Yamani, M., Maqsoudi, M., Azizi, Gh., 2013, The survey of density, geomorphology and nebkhass height Zoning in Western edge of Lut plain. *Journal of Quantitative Geomorphological Researches*. (4): 17-42.
19. Opricovic, S., Tzeng, G.H., (2004), Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS, *European Journal of Operational Research*. (156): 445-455.
20. Pound, M., Barry, T., 2003. *Managing Natural Resources for Sustainable Livelihoods: Uniting Science and Participation*. Earthscan Publications Ltd., IDRC, Canada, Pp. 70-98.
21. Raafat Hassan El-W., Ahmad Rashed Al-R., Yousef Al-H., 2014. Conservation condition of Haloxylon salicornicum (Moq.) Bunge ex Boiss. In degraded desert habitats of northern Kuwait. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*. 3(10): 310-325.
22. Refahi, H.Gh., 2010, *Wind Erosion and Conservation*, University of Tehran press., Tehran. Iran.
23. Saaty, T.L., 1994. Highlights and critical points in the theory and application of the analytical hierarchy process. *European Journal of Operational Research*. (74): 426-447.

24. Safaei Ghojnoueyeh, A., Babakhani, S., Karim Zadeh, H., 2011, Introduction of plant species effective in controlling wind erosion. The Second National Conference of Wind Erosion and Dust Storms, Yazd, Iran.
25. Shaniyan, A., Saa'di Nezhad, s., Dadash Zadeh, M., 2004. Application of multi-criteria decision making models to choose appropriate strategies for implementation of IT project. *Iranian Journal of Construction Manager*, 7(15): 102-116.
26. Taherkhani, M., 2007. Application of TOPSIS in Prioritizing the Locations for Establishing Rural Agro- based Industries. *Quarterly Journal of The Economic Reseach (Sustainable Growth and Development)* 7(3): 59-73.
27. Vali, A.A., Ghazavi, Gh.R., 2003, Study the relationship between the density of plant species and soil salinity in Korsyah playa in Darab. *Desert*. 8(2): 236-249.
28. 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*. (297): 697-706.
29. Zhao, Y.J., Li, X.F., Xia, X.C., Wang, X.Y., 2011. C and N contents in organic matter of tamarix dune sedimentary veins and environmental change in Lop Nur region. *Journal of Arid Land Resources and Environment*. 25(4): 149-154.

## Analysis of Nebka landscape in Negar plain of Bardsir

Mohsen Pourkhosravani<sup>1\*</sup>, Seyed Hojjat Mousavi<sup>2</sup>

Received: 14/2/2016

Accepted: 20/6/2016

### Abstract

Plants, in arid and semi-arid regions, are leading to form the Nebka geosystem using the decrease of wind speed and the stabilization of quicksand, which they play an important role in desert greening and protection of the environment and natural resources. Therefore, identification of plant species adapted to the environmental conditions in format of Nebka efficiency assessment is very important for stabilizing the quicksand. Hence, this study tries to assess the Nebka efficiency in Negar plain of Bardsir using AHP and TOPSIS models comparatively, till we can be achieving an optimal recognition for the selection of the most suitable plant species to stabilize the quicksand. In this regard, at first the most important morphometric parameters of 241 Nebkas from *Tamarix macatensis*, *Calligonum comosum* and *Alhagi mannifera* species, including the height, base diameter, slope, and volume of Nebka and canopy cover and height of plant, were sampled via transect method. Then, Nebka morphometric parameters were assessed and prioritized using TOPSIS and AHP models. The results show that based on the AHP model, *Tamarix mascatensis* Nebka with the weight of 0.676, has the most importance and priority to the stabilization of sands. Also, *Calligonum comosum* with the weight of 0.269 has less importance than the *Tamarix mascatensis* and more importance than *Alhagi mannifera*. The results of TOPSIS model show that *Tamarix mascatensis* species, with relative proximity 1 to the ideal, have the highest priority in stabilizing the quicksand. Also *Calligonum comosum* species with relative proximity 0.5 to the ideal is the most preferable after *Tamarix mascatensis* species. However, according to the results of the two models, *Tamarix mascatensis* and *Calligonum comosum* species can be suggested as a suitable species for stabilizing the quicksand via the development of Nebka geosystem in the study area.

**Keywords:** Nebka, Quicksand, Efficiency Assessment, TOPSIS, AHP, Negar Plain.

1 - Assistant Professor of Geomorphology, Department of Geography, University of Kerman Shahid Bahonar, Kerman, Iran.

\* Corresponding Author mohsen\_pourkhosravani\_2007@yahoo.com +989133470729

2 - Assistant Professor of Geomorphology, Department of Geography and Ecotourism, Faculty of Natural Resources and Geo Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran. hmousavi15@kashanu.ac.ir +989196702813