



مقایسه تاثیر نبکاهای کویر سیرجان در تثبیت ماسه‌های روان با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

طیبه محمودی^۱، جواد خوشحال^۲، سید حجت موسوی^۳، محسن پور خسروانی^{۴*}

- ۱- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان
- ۲- دانشیار دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان
- ۳- استادیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا و اکوتوریسم، دانشگاه کاشان
- ۴- استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه شهید باهنر کرمان، pourkhosravani@uk.ac.ir

چکیده

شناخت دقیق عوامل محدود کننده برای آشنایی با بحران‌های محیطی هر منطقه لازم و ضروری است. هجوم ماسه‌های روان به مراکز انسانی یکی از مهم‌ترین معضلات کویر سیرجان محسوب می‌گردد، که سالانه خسارت‌های زیادی را به مراکز سکونتگاهی، راه‌های ارتباطی و زمین‌های کشاورزی وارد می‌کند. نبکاهای در مقیاس محلی نشان دهنده قابلیت تثبیت ماسه‌های روان توسط پوشش گیاهی می‌باشند، به عبارتی اکوسیستم‌های ایجاد این چشم‌انداز سعی در تعدیل فشار فرسایش بادی و تثبیت ماسه می‌کند. هدف از این پژوهش ارزیابی مقایسه‌ای نبکاهای کویر نمک سیرجان و معرفی مناسب‌ترین نوع آنها جهت تثبیت ماسه‌های روان، با استفاده از آنالیز پارامترهای مورفومتری نبکا از طریق تحلیل سلسله مراتبی است. بدین منظور ابتدا مهم‌ترین مشخصه‌های مورفومتری، ۳۹۲ نبکا، نظیر حجم نبکا، ارتفاع نبکا، قطر تاج پوشش گیاه، ارتفاع گیاه، قطر قاعده نبکا و شیب نبکا از گونه‌های درختچه گز، اشنان، گل گزی و خارشتر به روش نمونه‌برداری طولی نمونه‌برداری شد. نتایج نشان می‌دهد که نبکای گز با وزن ۰/۶۱۵ بیشترین اهمیت و نبکای اشنان نیز با وزن ۰/۲۴۹ در رده دوم تثبیت ماسه‌های روان قرار می‌گیرند. که در صورت توسعه و اجرای آن بالاترین بهره‌وری را خواهند داشت. نبکای گل گزی و خارشتر نیز به ترتیب با وزن‌های ۰/۰۷۰ و ۰/۰۶۴ کمترین کارایی را داشته و توسعه چشم‌انداز آنها پیشنهاد نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی:

مورفومتری نبکا، گز، اشنان، گل گزی، خارشتر



Quarterly Journal of
Environmental Erosion Researches
No. 11, Autumn 2013, pp: 65-79
www.magazine.hormozgan.ac.ir

Comparative Assessment of the Effect of Sirjan Salt Playa Nebkhas on Quicksand Stabilization Using AHP Method

Taybeh mahmoodi¹, Javad khoshhal², Syed Hojat Mousavi³, Mohsen pourkhosravani^{4*}

- 1- PhD Candidate, College of Geographical Science and Planning, University of Isfahan
- 2- Associate professor, College of Geographical Science and Planning, University of Isfahan
- 3- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan
- 4- Assistant Professor, Department of Geography, Shahid Bahonar University, Kerman, pourkhosravani@uk.ac.ir

Abstract

The exact identification of the limiting factors is necessary for recognition of environmental crisis in every region. The invasion of quicksand into human centers is considered one of the important problems of the Sirjan salt playa. Each year the Mobility of quicksand entered damage to settlements, roads and farmland. Nebkas, in local scale, are representing potential of quicksand stabilization by vegetation, in the other word, ecosystem is trying to adjust the pressure of windy erosion and stabilize quicksand by creating this feature. The aim of this study is comparative assessment of Nebkas of Sirjan salt playa and introduction of appropriate type for quicksand stabilization, using analysis of nebka morphometric parameters via Analytical Hierarchy Process model. First morphometric parameters such as volume of nebka, nebka elevation, vegetation canopy cover, plant height, nebka diameter and nebka slope, 392 nebkas for species *Tamarix mascatensis*, *Reaumaria Turcestanica*, *Alhagi manifera* and *Seidlitzia florida* was sampled with transect method. The results show that *Tamarix Macatensis* Nebka, with weight of 0.615, has the highest importance in stabilization of quicksand. *Seidlitzia Florida* Nebka, with weight of 0.249, has secondary order. If that is developed and implemented, will have the highest productivity. *Reaumuria turcestanica* and *Alhagi mannifera* Nebkas, respectively with weights of 0.070 and 0.064, have the lowest efficiency and their development is not suggested in any way

Keywords:

Sirjan's playa, AHP model, Nebka, Quicksand

۱. مقدمه

در حال حاضر ۳۶ درصد سطح خشکی های زمین را مناطق خشک و نیمه خشک در بر گرفته اند که ۱۹ درصد این سطوح، کاملاً خشک و در پاره ای موارد فاقد پوشش گیاهی هستند. این اراضی به دلیل شرایط خاص محیطی از قبیل بارندگی کمتر از ۱۵۰ میلی متر، کمبود پوشش گیاهی وزش بادهایی با سرعت و شدت بالا شرایط را برای وقوع فرسایش بادی فراهم کرده است (نگارش و لطیفی، ۱۳۸۷). ۶۵ درصد از فلات ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار گرفته و در حدود ۸۰ میلیون هکتار از مساحت آن را مناطق کویری با تپه های ماسه ای متحرک و پوشش گیاهی ناچیز در بر گرفته اند. از این وسعت حدود ۱۲ میلیون هکتار را ماسه های روان اشغال کرده که در حدود ۶ میلیون هکتار آن، تپه های ماسه ای فعال هستند (رفاهی، ۱۳۸۳). فرسایش بادی مهم ترین فرآیند تخریب در مناطق بیابانی ایران محسوب می شود، به علت کاهش تراکم پوشش گیاهی، باد موجب تخریب و حمل مواد و ایجاد ناهمواری های ماسه ای می شود به طوری که در شرایط کنونی، سطحی حدود ۳۰ میلیون هکتار از اراضی کشور تحت تاثیر اعمال فرسایش بادی قرار دارند (احمدی و فیض نیا، ۱۳۷۸). هجوم ماسه های روان به تاسیسات زیربنایی، یکی از مهم ترین مشکلات بخشی از مناطق ایران و از جمله منطقه کویر سیرجان محسوب می گردد. پویایی ماسه های بادی در قالب اشکال مختلف باعث می شود سالانه هزاران تن ماسه روان، اراضی کشاورزی و مراکز سکونتگاهی و همچنین راه های دسترسی را در خود فرو برده و باعث نابودی آنها و در نتیجه مهاجرت روستاییان و خسارات اقتصادی فراوان شود. این مسائل باعث عدم اجرای طرح های محرومیت زدایی نظیر ساخت راه های ارتباطی، طرح های عمرانی و کشاورزی شده و فقر مضاعف اقتصادی را در بین ساکنان منطقه فراهم آورده و مهاجرت آنها را به مناطق دیگر سبب می گردد. در همین راستا تجزیه و تحلیل علمی فرصت ها و محدودیت ها و کشف راهکارهایی جهت استفاده از فرصت ها برای مقابله با محدودیت ها وظیفه مراکز علمی و پژوهشی بوده که کمک شایانی به مدیران و مسئولان جهت نیل به برنامه ریزی برای توسعه پایدار می باشد.

در مناطق خشک و نیمه خشک که فرسایش مکانیکی فرآیند غالب تغییرات چهره زمین است و باد نقش سایش و رفت و روب را بر عهده دارد، پوشش گیاهی یک پدیده ژئومورفیک جالب و زیبایی را به نام نمکا بوجود می آورد که می تواند بعنوان یک عامل مهم در مطالعات مربوط به توسعه این مناطق به حساب آید. مهم ترین نقش پوشش گیاهی در هر منطقه تبدیل شرایط اقلیمی (افزایش بارندگی، کاهش تغییرات دما، کاهش سرعت باد) و تثبیت عوارض زمین (جلوگیری از شست و شو و رفت و روب) و یا کند کردن تغییرات آن است.

نمکها از اشکال تراکمی فرسایش بادی هستند که نتیجه ترسیب رسوبات بادی توسط گیاهان می باشند. این عوارض عموماً در سطح همواری که ماسه آن متوسط و سطح آب زیرزمینی بالا یا رطوبت موجود برای حیات گیاه کافی است ظاهر می شوند. عناصر آنها شامل ماسه، لای، رس و سیلت است (حسین زاده، ۱۳۸۶). شکل نمکا تابعی از اندازه، تراکم و میزان رشد گیاه میزبان نظیر دسته ای از گرامینه ها، درختچه های تاغ و گز می باشد. نمکهای چندین ساله و دائمی در تغییر سطح سفره آب زیرزمینی، هرز آب ها، تبخیر، تعرق و کنترل رسوبات بادی در منطقه نقش اساسی دارند (کردوانی، ۱۳۵۰). علاوه بر عوامل مربوط به پوشش گیاهی، عوامل دیگری نظیر زمان، فرم تعادلی، اندازه و دانه بندی رسوبات، آب و هوا و منبع تامین کننده رسوبات روی مورفولوژی تپه ها نمکایی تاثیر دارد. به این معنا که آنها در تعادل با باد و رسوبات بادی هستند و شکل فضایی آنها در یک دوره طولانی ثابت می شود (Cooke et al, 1993). نمکها در مقیاس محلی، نظیر حوزه های انتهایی که رطوبت رشد پوشش گیاهی را تسهیل کرده و برای ایجاد تلماسه های حقیقی ماسه کافی وجود ندارد نشان دهنده قابلیت تحرک ماسه می باشند زیرا ماسه تشکیل دهنده آن به طرق مختلفی انباشته می شود (تریکار^۱، ۱۳۶۹). بنابراین گسترش آنها می تواند از هجوم ماسه های روان به مناطق مسکونی و تاسیسات زیربنایی جلوگیری کند. در نتیجه شناخت سازگارترین نوع و گونه نمکا با توجه به شرایط طبیعی و مورفولوژی آن در اجرای طرح های تثبیت ماسه های روان از طریق توسعه سیستم نمکای منطقه از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود.

^۱ Tricart

مطالعات متعددی بر روی نیکاهای صورت گرفته به طوری که Nikling & wolf, 1994 با بررسی نیکاهای مالی^۱ در غرب آفریقا بیان نمودند که نیکاهای به واسطه آشفتگی چشم انداز بادی تشکیل می شوند و مورفولوژی نیکا تا حد زیادی به وسیله الگوهای رویشی گونه های گیاهی تشکیل دهنده آن کنترل می شود. Ardon et al., 2009 تاثیر نیکا بر تثبیت ماسه های روان برخان های فلسطین را بررسی و بیان نمودند که تفاوت معناداری بین میزان فرسایش و رسوب نیکاهای مستقر شده در سه بخش برخان وجود دارد. Tengberg & Chen, 1995 با مطالعه نیکاهای بورکینافاسو^۲، ایجاد نیکاهای را متأثر از فعالیت های کاهنده پتانسیلی محیط در مناطقی که پوشش گیاهی استقرار دارد گزارش کرده اند. همچنین از نیکا به عنوان یک شاخص مناسب برای ارزیابی فرسایش بادی و تخریب اراضی یاد می کنند. Jianhui et al., 2010 توزیع فضایی نیکاهای را در ارتباط با جریان هوا، تعادل بین فرسایش و رسوب، خصوصیات زیست محیطی و فیزیولوژیکی پوشش گیاهی، مشخصه های بارش و آب های زیرزمینی در مناطق خشک شمال چین مطالعه نموده و بیان کردند که برای حفظ و ترمیم محیط زیست مناطق خشک و نیمه خشک، توسعه نیکاهای و تنوع پوشش گیاهی نقش اساسی دارد. Khalaf et al., 1995 ضمن مطالعه در دشت های شمال کویت گزارش کرده اند که مورفولوژی نیکا به مقدار زیادی بوسیله الگوهای رویشی گونه های گیاهی کنترل می شود به طوری که ارتفاع نیکا با ارتفاع تاج بوته و طول نیکا به مجموع ارتفاع گیاه بستگی دارد. Hesp & Maklachlan, 2000 ضمن بررسی مورفولوژی و اکولوژی نیکاهای در سواحل جنوبی آفریقای جنوبی گزارش کرده اند که فرم و رشد گونه های گیاهی به صورت زیادی منعکس کننده مورفولوژی نیکا و اقلیم و اکولوژی محل رشد آن می باشد. Dougilland Thomas, 2002 با بررسی مورفولوژی نیکاهای بوتسوانا^۳ در جنوب آفریقا بیان نموده اند که مورفولوژی نیکا تحت تاثیر حرکت رسوب در طول زمان و تراکم کم پوشش گیاهی در مناطق بین تپه های ماسه ای قرار دارد. Wang et al., 2010 بیان کردند که تشکیل و تکامل ژئومورفولوژیکی نیکاهای گز در فلات آلاشان در چین توسط آب های زیرزمینی کنترل می گردد. غریب و معتمد (۱۳۸۳) با مطالعه تپه های ماسه ای سیستان و بلوچستان بیان داشته اند در مناطقی که ذخیره رسوبی، آورد رسوب، ویژگی های اقلیمی و فضایی منطقه اجازه دهد، این تپه ها ایجاد شده و توسعه می یابند و همچنین تشکیل نیکاهای این مناطق را حاصل تغییر شکل تپه های ماسه ای به خصوص برخان ها در اثر افزایش پوشش گیاهی بر سطح آنها می دانند. مقصدی (۱۳۸۵) ضمن مطالعه فرآیندهای موثر بر تحول عوارض ماسه ای چاله سیرجان، توسعه نیکا را حاصل وجود گیاهان خشکی پسند و عناصر ریزدانه در مناطق مختلف می داند.

هدف از این مطالعه تعیین مناسب ترین گیاه بوجود آورنده نیکا در کویر نمک سیرجان و معرفی آن به دست اندرکاران مبارزه با حرکت ماسه های روان برای تثبیت آنهاست. به عبارت دیگر این پژوهش سعی دارد تا با استفاده از آنالیز پارامترهای مورفومتری نیکا از طریق روش تحلیل سلسله مراتبی، نیکاهای کویر سیرجان را مقایسه کرده و مهم ترین و سازگارترین نوع نیکا با ویژگی های محیطی را جهت عملیات های تثبیت ماسه های روان از طریق توسعه نیکازارهای منطقه، شناسایی و معرفی کند.

۲. مواد و روش

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در این پژوهش کویر سیرجان است. مساحت آن برابر ۱۶۲۵ کیلومتر مربع بوده و یکی از بزرگترین کویرهای آبخیز اصفهان می باشد. آبخیز اصفهان در یک فرورفتگی جوان، بین سنگهای رسوبی چین خورده در امتداد دامنه های شمال شرقی سلسله جبال زاگرس و رشته کوه های آتشفشانی زون ساندج-سیرجان قرار گرفته است (کلینسلی^۴، ۱۳۸۱). کویر نمک سیرجان در چاله اصفهان-سیرجان قرار داشته و در محدوده ای به عرض ۲۸

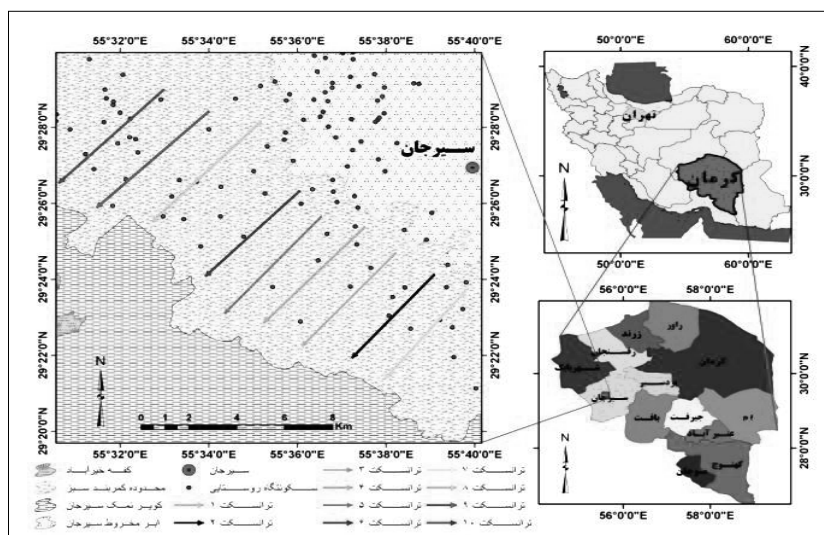
^۱ Mali

^۲ Burkina Faso

^۳ Botswana

^۴ Klinsley

درجه و ۴۶ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و طول ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی گسترده شده است (شکل ۱). با توجه به آمارهای هواشناسی، حداکثر میانگین بارندگی ماهانه مربوط به دی‌ماه به میزان ۳۴/۴ میلی‌متر و حداقل میانگین آن مربوط به ماه‌های خرداد و تیر به میزان ۰/۵ میلی‌متر می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه برابر با ۱۶۱/۳ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۷/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همچنین باد غالب در منطقه در طول سال عمدتاً از جهت جنوب غرب می‌وزد که به طور متوسط ۲۲/۵ بار در طول سال اتفاق می‌افتد و سرعت متوسط آن ۵ متر بر ثانیه است.



شکل ۱. موقعیت ریاضی و سیاسی محدوده مطالعاتی

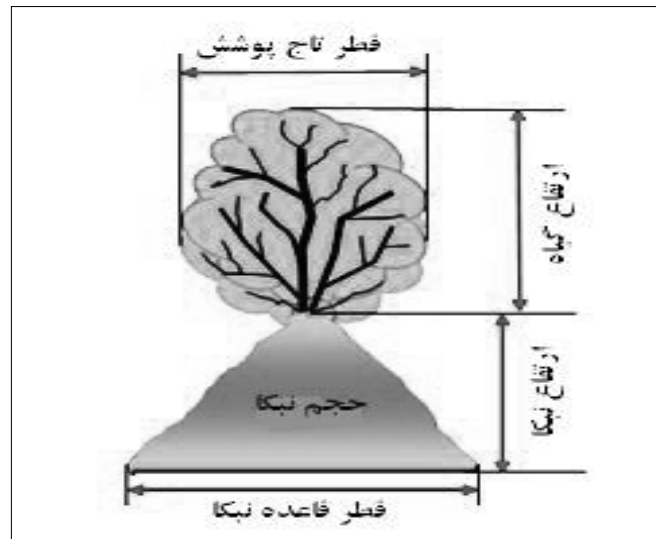
روش کار

در این پژوهش برای شناسایی و تعیین بهترین و سازگارترین نوع نیکا جهت تثبیت ماسه‌های روان در منطقه مطالعاتی از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. این روش بر اساس تجزیه مسائل پیچیده به صورت سلسله مراتبی که در رأس آن هدف کلی قرار دارد، انجام می‌گیرد. در مرحله بعد معیارها و زیر معیارها قرار می‌گیرند و در پایین‌ترین رده‌ی سلسله مراتب گزینه‌ها قرار دارند. بعد از تجزیه و تحلیل مسئله به سلسله مراتب، عناصر سطوح مختلف به صورت دوتایی با هم مقایسه می‌شوند و سپس بر اساس میزان ارجحیت معیارها، ارزش‌گذاری صورت گرفته و بهترین جواب انتخاب می‌گردد. در نهایت نیز برای اطمینان از جواب نهایی، سازگاری و ناسازگاری آن مورد آزمون قرار می‌گیرد (Chen, 2001).

در همین راستا ابتدا به کمک تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارتس^۱ محدوده مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفت و جهت نیل به اهداف، مراحل زیر طی گردید. در مرحله بعد با مراجعات مکرر به منطقه و تعیین قلمرو توسعه نیکاه‌ها، مبادرت به نمونه‌برداری و اندازه‌گیری از مولفه‌های مورفومتری و مورفولوژی نیکاه‌های منتخب گردید. روش نمونه‌برداری در این پژوهش بر اساس روش تک‌بعدی و واحد نمونه‌برداری بصورت طولی انجام گرفته است. این روش امکان نمونه‌برداری تصادفی نیکاه‌ها را در کل محدوده مطالعاتی فراهم می‌سازد. بنابراین برای پوشش کامل منطقه مطالعاتی، ترانسکت‌هایی (با استفاده از دستگاه GPS) در نظر گرفته شد و تنها نیکاهایی که با ترانسکت‌های مزبور برخورد کرده‌اند، مورد مطالعه و اندازه‌گیری میدانی قرار گرفته‌اند. به طور کلی نمونه‌برداری در امتداد ۱۰ ترانسکت ۱۰۰۰ متری صورت گرفت. جهت تعیین نقطه شروع هر امتداد، ترانسکت‌ها طوری انتخاب شدند که به صورت عرضی در کمربند سبز کویر قرار گیرند. سپس جهت شروع نمونه‌برداری نقاطی به وسیله GPS به عنوان شاخص به فواصل مساوی از شروع چشم‌انداز نیکاه‌ها در محدوده کمربند سبز کویر طوری انتخاب شدند که ترانسکت‌های ۱۰۰۰ متری تقریباً در مرکز کمربند سبز قرار گیرند. حجم نمونه مطالعاتی به موقعیت نیکاه‌ها نسبت به محل ترانسکت‌های

^۱ Google Earth

مستقر شده بستگی دارد. در مجموع ۳۹۲ نیکا از گونه های مختلف مورد اندازه گیری و ارزیابی قرار گرفت. از این تعداد ۱۴۳ نیکا مربوط به گونه گز، ۱۵۷ نیکا مربوط به گونه گل گزی، ۶۱ نیکا مربوط به گونه خارشتر و ۳۱ نیکا مربوط به گونه اشنان بودند.



شکل ۲. توضیح تصویری مولفه های مورفومتری و مورفولوژی نیکا

شکل شماره ۲ مبنای اندازه گیری خصوصیات مورفومتریکی نیکا و مولفه های مورفولوژی آن بوده است. این تصویر انواع پارامترهای مورفومتری نیکا و نحوه اندازه گیری آنها را نشان می دهد. در این پژوهش تأکید بیشتر بر روی مشخصه های حجم نیکا، ارتفاع نیکا، قطر تاج پوشش گیاه، ارتفاع گیاه و قطر قاعده نیکا است. حجم نیکا از طریق رابطه (۱) محاسبه گردید (Dougill and Thomas, 2002):

$$V = 0.15 (0.33\pi R^2 H)$$

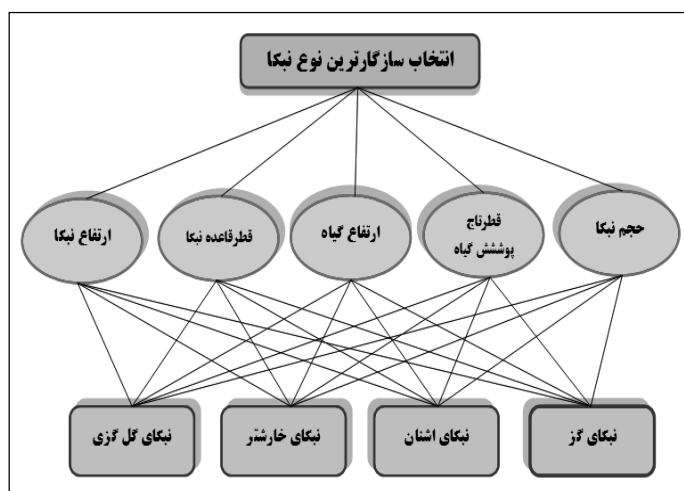
مبانی نظری فرایند تحلیل سلسله مراتبی و نحوه اجرای آن:

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از کارآمدترین تکنیک های تصمیم گیری است که اولین بار توسط توماس ال ساعتی^۱ (۱۹۸۰) ارائه گردید. این روش بر اساس مقایسه های زوجی عوامل بنا نهاده شده امکان بررسی سناریوهای مختلف را به تصمیم گیران می دهد و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارد. این فرایند گزینه های مختلف را در تصمیم گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. علاوه بر این نحوه قضاوتها و محاسبات را تسهیل کرده و میزان سازگاری و ناسازگاری فرایند تصمیم گیری را نشان می دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک است. به علاوه از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار بوده و بر اساس اصول بدیهی بنا نهاده شده است (ساعتی، ۱۹۸۶، ۱۹۹۴).

این پژوهش سعی دارد تا از بین چهار نوع نیکا (گز، اشنان، گل گزی و خارشتر) یکی را بر اساس معیارهای مورفومتری نیکا (حجم نیکا، ارتفاع نیکا، قطر تاج پوشش گیاه، ارتفاع گیاه و قطر قاعده نیکا) جهت توسعه سیستم نیکازارهای منطقه برای تثبیت ماسه های روان انتخاب کند. جهت رسیدن به این هدف با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی مراحل زیر طی گردید:

الف) ساختن ساختار سلسله مراتبی برای انتخاب بهترین و سازگارترین نوع نیکا.

^۱Saaty, T.I. (1980)



شکل ۳. ساختار سلسله مراتبی انتخاب بهترین و سازگارترین نوع نیبکا در منطقه مطالعاتی

ساختار سلسله مراتبی یک نمایش گرافیکی از مساله پیچیده واقعی می‌باشد که در راس آن هدف کلی مساله و در سطوح بعدی معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها قرار دارند (شکل ۳). در این قسمت با تجزیه مسائل مشکل و پیچیده، می‌توان آنها را به شکلی ساده که با ذهن و طبیعت انسان مطابقت داشته باشد، تبدیل نمود. تدوین ساختار سلسله مراتب به صورت یکی از موارد زیر است (Dyer & Forman, 1991- Mau et al 2005- Bowen, 1990):

۱- هدف، معیار، زیر معیار و گزینه.

۲- هدف، معیار، عامل، زیر عامل و گزینه.

ساختار سلسله مراتب انتخاب بهترین و سازگارترین نیبکا بر اساس پارامترهای مورفومتریک و مورفولوژی گیاهی آن در منطقه کویر نمک سیرجان شامل سه سطح زیر است (شکل ۳):

سطح ۱: این سطح در راس سلسله مراتب قرار گرفته و هدف کلی که همان انتخاب بهترین و سازگارترین نیبکا است را شامل می‌شود.

سطح ۲: این سطح معیارها را در بر گرفته و شامل مولفه‌های مورفومتریک نیبکا و مورفولوژی گیاهی آن است.

سطح ۳: این سطح گزینه‌ها را در بر گرفته و شامل نوع گونه‌های نیبکا در منطقه مطالعاتی است.

(ب) وزن‌دهی به مولفه‌های مورفومتری نیبکا و مورفولوژی گیاهی آن و تهیه ماتریس مقایسه زوجی (A) معیارها و گزینه‌ها در فرایند تحلیل سلسله مراتبی بیشترین وزن به لایه‌ای تعلق می‌گیرد که بیشترین تاثیر را در تعیین هدف دارد. به عبارت دیگر معیار وزن‌دهی هر واحد اطلاعاتی نیز بر اساس بیشترین نقشی است که در داخل آن لایه دارد (Lopez & Zink, 1991). (جدول ۱).

جدول ۱. نحوه وزن دهی به لایه‌ها بر اساس ارجحیت (قدسی پور، ۱۳۸۷).

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

از آنجایی که هدف این پژوهش انتخاب بهترین و سازگارترین نیبکا برای تثبیت ماسه‌های روان می‌باشد، نوع نیبکا و حجم ماسه تثبیت شده توسط آن می‌تواند به عنوان مهم‌ترین عامل در نظر گرفته شود. بنابراین برای مولفه حجم نیبکا باید بالاترین

ارجحیت و وزن دهی را در نظر گرفت. وزن دهی به سایر مولفه ها می تواند بر اساس نوع و میزان تاثیرات آنها در حجم نیکا صورت گیرد. به عبارت دیگر بیشترین تاثیر مولفه های مورد نظر در حجم نیکا با بیشترین وزن دهی برابر خواهد بود.

ج) روش تهیه ماتریس نرمالیزه (R) و محاسبه بردار وزن (W) معیارها و گزینه ها برای این منظور در ابتدا باید مقادیر هر یک از ستونهای ماتریس مقایسه زوجی با هم جمع شده و مقدار هر عنصر در ماتریس مقایسه زوجی به جمع ستون خودش تقسیم گردد تا ماتریس مقایسه زوجی نرمالیزه شود (رابطه ۲). سپس میانگین عناصر در هر سطر از ماتریس نرمالیزه را محاسبه نموده که در نتیجه آن بردار وزن پارامترهای نیکال ایجاد می شود (رابطه ۳).

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}} \quad (2)$$

$$W_i = \frac{\sum_{i=1}^n r_{ij}}{n} \quad (3)$$

و) تعیین امتیاز نهایی نیکاهای (اولویت و ارجحیتها) و انتخاب بهترین گونه برای این کار از اصل ترکیب سلسله مراتبی که منجر به بردار اولویت با در نظر گرفتن همه قضاوتها در تمامی سطوح سلسله مراتبی می شود، استفاده می گردد (Moreno-Jimenez et al, 2005 - Bertolini & Braglia, 2006). به عبارت دیگر امتیاز نهایی هر یک از نیکاهای حاصل جمع تلفیق ضرایب نوع نیکاهای و پارامترهای موفقیت یک آنها تعیین می شود (رابطه ۴).

$$V_H = \sum_{k=1}^n W_k (g_{ij}) \quad (4)$$

د) محاسبه سازگاری و ناسازگاری سیستم نیکا برای محاسبه نرخ سازگاری باید ماتریس مقایسه زوجی (A) را در بردار وزن (W) ضرب گردد تا تخمین مناسبی از $\lambda \max$ بدست آید، به عبارتی $A \times W = \lambda \max W$ باشد. با تقسیم مقدار $\lambda \max W$ بر W مربوطه مقدار $\lambda \max$ محاسبه می شود. سپس متوسط $\lambda \max$ را محاسبه کرده و مقدار شاخص ناسازگاری را از طریق رابطه (۵) می توان محاسبه نمود (قدسی پور، ۱۳۸۷):

$$I. I. = \frac{\lambda \max - n}{n-1} \quad (5)$$

نرخ ناسازگاری نیز از طریق رابطه (۶) محاسبه می شود

$$I. R. = \frac{I.I.}{I.I.R.} \quad (6)$$

مقدار I.I.R. نیز از جدول (۲) استخراج می شود.

جدول ۲. مقادیر I.I.R. ماتریس های تصادفی

n	۱	۲	۳	۴	۵
I.I.R.	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲

اگر نرخ ناسازگاری کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد سازگاری سیستم قابل قبول است و اگر بیشتر از ۰/۱ باشد بهتر است تصمیم گیرنده در قضاوت های خود تجدید نظر کند (Dey & Ramcharen, 2000).

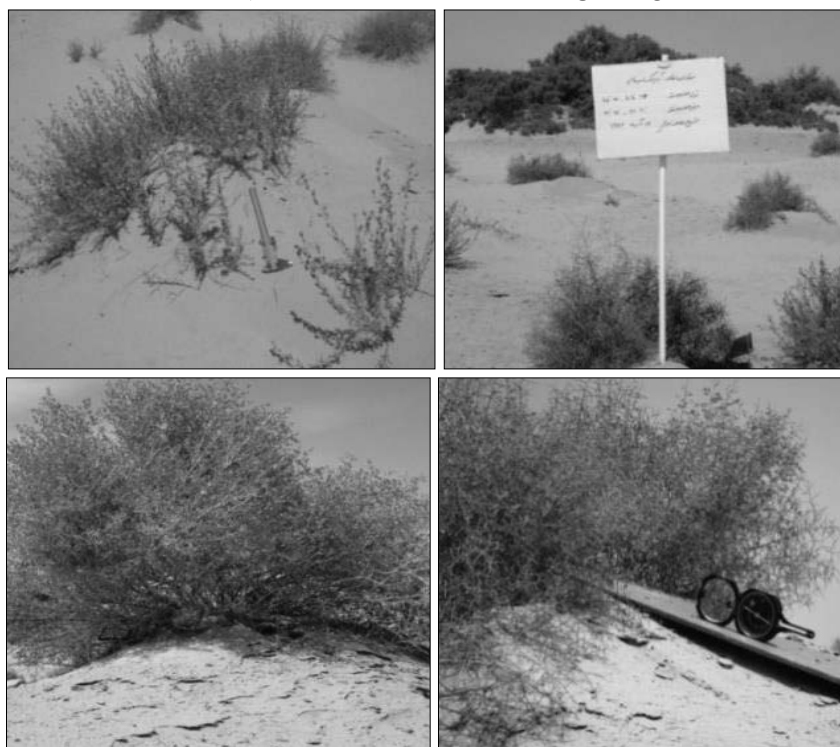
۳. نتایج و بحث

در محدوده مطالعاتی، نیکاهای متعددی می توان مشاهده نمود که تقریباً اکثر آنها، با توجه به گونه گیاهی همسان، اندازه و شکل مشابهی دارند (شکل ۴). به طور کلی نیکاهای این منطقه دارای اشکال و مشخصه های مورفومتریک متعددی هستند که آمار توصیفی پارامترهای مورفومتریک نیکاهای مطالعاتی و مورفولوژی گیاهی آنها به شرح جدول (۳) می باشد.

جدول ۳. آمار توصیفی مولفه‌های مورفومتریک نیکاهای منطقه مطالعاتی

گونه	تعداد	مولفه *	میانگین	حداقل	حداکثر	چولگی	انحراف معیار
گز	۱۴۳	حجم نیکا	۱/۹۹	۰/۷۸	۱/۴۳	۲/۴۱	۲/۷۳
		تاج پوشش	۴/۲۸	۰/۶۰	۱۲	۰/۹۴	۱/۸۳
		ارتفاع گیاه	۱/۳۳	۰/۳۶	۲/۶	۰/۵۰	۴/۸۱
		قاعده نیکا	۰/۴۲	۰/۱۰	۱/۲	۱/۳۶	۰/۰۲
		ارتفاع نیکا	۰/۹۲	۰/۱۳	۲/۳۱	۰/۶۸	۴/۴۷
اشنان	۳۱	حجم نیکا	۰/۳۸	۰/۲۱	۱/۹۲	۱/۴۸	۵/۵۴
		تاج پوشش	۰/۱۲	۰/۰۳	۲/۹۰	۰/۸۷	۸/۷۳
		ارتفاع گیاه	۰/۳۸	۰/۱۲	۱/۲۳	۲/۱۸	۲/۱۵
		قاعده نیکا	۰/۰۱	۰/۲۵	۲/۵۵	۰/۵۰	۷/۸۳
		ارتفاع نیکا	۰/۲۶	۰/۰۷	۰/۵۸	۰/۷۲	۱/۴۵
خارشر	۶۱	حجم نیکا	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۱۷	۱/۱۳	۳/۳۷
		تاج پوشش	۰/۵۳	۰/۳۳	۰/۹۰	۱/۵۹	۱/۲۶
		ارتفاع گیاه	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۳۹	۰/۵۳	۷/۲۹
		قاعده نیکا	۰/۵۱	۰/۳۰	۱/۲۷	۰/۳۹	۱/۹۹
		ارتفاع نیکا	۰/۱۹	۰/۰۶	۰/۵۵	۱/۳۰	۱/۱۴
گل گزی	۱۵۷	حجم نیکا	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۸۲	۰/۰۹
		تاج پوشش	۰/۸۳	۰/۲۲	۳/۲۵	۰/۱۴	۰/۳۷
		ارتفاع گیاه	۰/۲۸	۰/۰۶	۰/۵۷	۰/۱۱	۰/۰۱
		قاعده نیکا	۰/۵۵	۰/۱۵	۱/۳	۰/۵۸	۰/۰۲
		ارتفاع نیکا	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۴۶	۰/۹۲	۰/۹۶

*- واحد ارتفاع، قطر تاج پوشش و قطر قاعده به متر و واحد حجم به متر مکعب است.



شکل ۴. تصویر نیکاهای گونه‌های مختلف گیاهی در منطقه مطالعاتی



نتایج حاصل از محاسبه وزن نسبی بکاهها از نظر انواع پارامترهای مورفومتری و مورفولوژی، ماتریسهای مقایسه زوجی و ماتریسهای نرمالیزه آنها به شرح جداول (۴) تا (۱۵) و اشکال (۵) تا (۷) می باشد.

جدول ۵. ماتریس نرمالیزه و بردار وزن بکاهها نسبت به حجم بکها

حجم بکها	گل گزی	خارشر	اشنان	گز
گل گزی	۰/۴۵۰	۰/۴۸۴	۰/۷۵۹	۰/۶۷۲
خارشر	۰/۴۰۰	۰/۴۲۴	۰/۱۸۹	۰/۱۶۸
اشنان	۰/۱۰۰	۰/۰۶۰	۰/۰۲۷	۰/۰۸۴
گز	۰/۰۵۰	۰/۰۳۰	۰/۰۲۳	۰/۰۷۴
جمع	۱	۱	۱	۱

نرخ ناسازگاری: ۰/۰۱۷۱ (سازگاری ماتریس قابل قبول است)

جدول ۴. ماتریس مقایسه زوجی بکاهها نسبت به حجم بکها

حجم بکها	گل گزی	خارشر	اشنان	گز
گل گزی	۹	۸	۴	۱
خارشر	۸	۷	۱	۰/۲۵
اشنان	۲	۱	۰/۱۴۳	۰/۱۲۵
گز	۱	۰/۵	۰/۱۲۵	۰/۱۱۱
جمع	۲۰	۱۶/۵	۵/۲۶۷	۱/۴۸۶

جدول ۶. ماتریس مقایسه زوجی بکاهها نسبت به قطر تاج پوشش

تاج پوشش	گل گزی	خارشر	اشنان	گز
گل گزی	۰/۶۲۳	۰/۶۴۰	۰/۵۶۲	۰/۶۳۷
خارشر	۰/۲۳۰	۰/۲۴۰	۰/۲۵۰	۰/۲۱۸
اشنان	۰/۰۵۷	۰/۰۴۰	۰/۰۶۲	۰/۰۷۱
گز	۰/۰۸۹	۰/۰۸۰	۰/۱۲۵	۰/۰۷۲
جمع	۱	۱	۱	۱

نرخ ناسازگاری: ۰/۰۰۲۲ (سازگاری ماتریس قابل قبول است)

تاج پوشش	گل گزی	خارشر	اشنان	گز
گل گزی	۸	۹	۳	۱
خارشر	۳	۴	۱	۰/۳۳۳
اشنان	۰/۵	۱	۰/۲۵	۰/۱۱۱
گز	۱	۲	۰/۳۳۳	۰/۱۲۵
جمع	۱۲/۵	۱۶	۴/۵۸۳	۱/۵۶۹

جدول ۹. ماتریس نرمالیزه و بردار وزن بکاهها نسبت به ارتفاع گیاه

ارتفاع گیاه	گل گزی	خارشر	اشنان	گز
گل گزی	۰/۷۰۳	۰/۶۹۵	۰/۶۰۰	۰/۷۲۵
خارشر	۰/۱۴۸	۰/۱۷۳	۰/۲۰۰	۰/۱۱۳
اشنان	۰/۰۵۷	۰/۰۴۳	۰/۰۶۶	۰/۰۳۷
گز	۰/۰۹۲	۰/۰۸۷	۰/۱۳۳	۰/۰۵۶
جمع	۱	۱	۱	۱

نرخ ناسازگاری: ۰/۰۰۱۶ (سازگاری ماتریس قابل قبول است)

جدول ۸. ماتریس مقایسه زوجی بکاهها نسبت به ارتفاع گیاه

ارتفاع گیاه	گل گزی	خارشر	اشنان	گز
گل گزی	۸	۹	۷	۱
خارشر	۲	۳	۱	۰/۱۴۲
اشنان	۰/۵	۱	۰/۳۳۳	۰/۱۱۱
گز	۱	۲	۰/۵	۰/۱۲۵
جمع	۱۱/۵	۱۵	۸/۸۳۳	۱/۳۷۹

جدول ۱۰. ماتریس مقایسه زوجی بکاهها نسبت به قطر قاعده بکها

قطر قاعده	گل گزی	خارشر	اشنان	گز
گل گزی	۰/۵۷۴	۰/۵۸۸	۰/۵	۰/۵۸۸
خارشر	۰/۲۲۲	۰/۲۳۵	۰/۲۵۰	۰/۱۹۶
اشنان	۰/۰۷۷	۰/۰۵۸	۰/۰۸۳	۰/۰۶۹
گز	۰/۱۲۶	۰/۱۱۷	۰/۱۶۶	۰/۱۱۷
جمع	۱	۱	۱	۱

نرخ ناسازگاری: ۰/۰۰۰۸ (سازگاری ماتریس قابل قبول است)

قطر قاعده	گل گزی	خارشر	اشنان	گز
گل گزی	۵	۶	۳	۱
خارشر	۲	۳	۱	۰/۳۳۳
اشنان	۰/۵	۱	۰/۳۳۳	۰/۱۶۶
گز	۱	۲	۰/۵	۰/۲۰۰
جمع	۸	۱۲	۴/۸۳۳	۱/۷

جدول ۱۲. ماتریس مقایسه زوجی نیکاهان نسبت به ارتفاع نیکا

ارتفاع نیکا	گل گزی	خارشر	اشنان	گز
گل گزی	۱	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷
خارشر	۰/۱۶۷	۱	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷
اشنان	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۱	۰/۱۶۷
گز	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۱
جمع	۹/۵	۱۳	۶/۸۳	۱/۵۱

جدول ۱۳. ماتریس نرمالیزه و بردار وزن نیکاهان نسبت به ارتفاع نیکا

ارتفاع نیکا	گل گزی	خارشر	اشنان	گز
گل گزی	۱	۰/۱۱۱	۰/۱۱۱	۰/۱۱۱
خارشر	۰/۱۱۱	۱	۰/۱۱۱	۰/۱۱۱
اشنان	۰/۱۱۱	۰/۱۱۱	۱	۰/۱۱۱
گز	۰/۱۱۱	۰/۱۱۱	۰/۱۱۱	۱
جمع	۰/۱۱۱	۰/۱۱۱	۰/۱۱۱	۰/۱۱۱
نرخ ناسازگاری:	۰/۰۰۲۹ (سازگاری ماتریس قابل قبول است)			

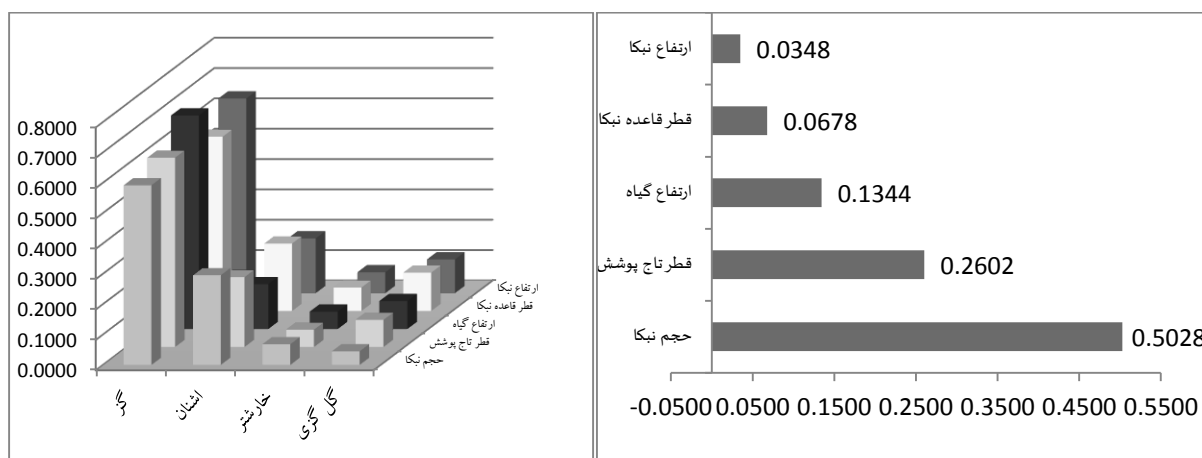
جدول ۱۴. ماتریس مقایسه زوجی پارامترهای مورفومتری نیکاهان

معیارها	ارتفاع نیکا	قاعده نیکا	ارتفاع گیاه	تاج پوشش	حجم نیکا
ارتفاع نیکا	۱	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳
قاعده نیکا	۰/۳۳۳	۱	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳
ارتفاع گیاه	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۱	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳
تاج پوشش	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۱	۰/۳۳۳
حجم نیکا	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۱
جمع	۱۶/۳۳۳	۹/۵۳۳	۴/۶۷۶	۱/۷۸۷	۲۵

جدول ۱۵. ماتریس نرمالیزه و بردار وزن پارامترهای مورفومتری نیکاهان

معیارها	ارتفاع نیکا	قاعده نیکا	ارتفاع گیاه	تاج پوشش	حجم نیکا
ارتفاع نیکا	۱	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰
قاعده نیکا	۰/۳۶۰	۱	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰
ارتفاع گیاه	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰	۱	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰
تاج پوشش	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰	۱	۰/۳۶۰
حجم نیکا	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰	۱
جمع	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰	۰/۳۶۰

نرخ ناسازگاری: ۰/۰۰۲۴ (سازگاری ماتریس قابل قبول است)



شکل (۵): وزن نیکاهان نسبت به مولفه‌های مورفومتری آنها

شکل (۶): وزن نهایی مولفه‌های مورفومتری نیکاهان

وزن نهایی هر نیکا در فرایند سلسله مراتبی آن از مجموع حاصل ضرب وزن پارامترهای مورفومتری و مورفولوژی (معیارها) در وزن نوع نیکاهای (گزینه‌ها) بدست می‌آید که نتایج حاصل از محاسبه وزن نهایی نیکاهای مطالعاتی به شرح روابط (۷) تا (۱۰) و شکل (۵) می‌باشد.

وزن گز:

(۷)

$$(0/591 \times 0/502) + (0/623 \times 0/260) + (0/703 \times 0/134) + (0/574 \times 0/067) + (0/641 \times 0/034) = 0/615$$

وزن اشنان:

(۸)

$$(0/295 \times 0/502) + (0/230 \times 0/260) + (0/148 \times 0/134) + (0/222 \times 0/067) + (0/180 \times 0/034) = 0/249$$

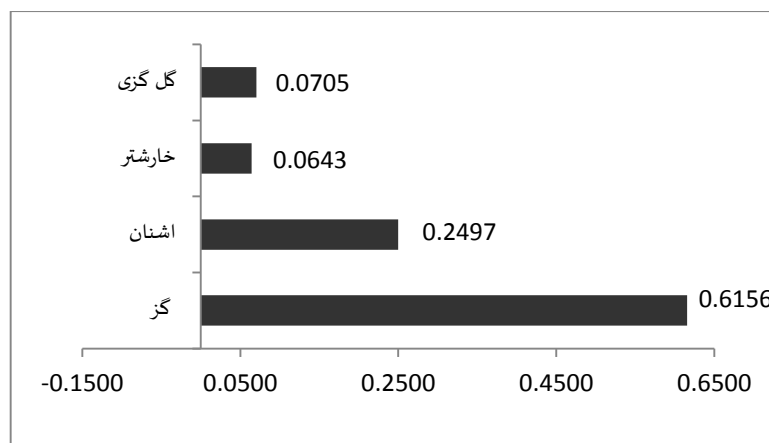
وزن خارشتر:

(۹)

$$(0/064 \times 0/502) + (0/057 \times 0/260) + (0/057 \times 0/134) + (0/077 \times 0/067) + (0/068 \times 0/034) = 0/064$$

وزن گل‌گری:

$$(0/044 \times 0/502) + (0/089 \times 0/260) + (0/092 \times 0/134) + (0/126 \times 0/067) + (0/111 \times 0/034) = 0/070$$



شکل ۷. وزن نهایی هر یک از نیکاهای

۴. نتیجه‌گیری

روش تحلیل سلسله مراتبی، روش ساده محاسباتی روی ماتریس‌ها است که با ایجاد سلسله مراتب مناسب و ساخت ماتریس‌های مقایسه‌ای در سطوح مختلف سلسله مراتب، می‌توان بردار وزن و مقادیر ویژه آن را محاسبه نمود و با ترکیب بردارها ضرایب وزنی گزینه‌های مختلف را برآورد کرد (Jimfeng yue, 2002). این مدل با شناسایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود. این عناصر شامل اهداف، معیارها و گزینه‌های احتمالی هستند که در تصمیم‌گیری بکار می‌روند. مزیت اصلی روش تحلیل سلسله مراتبی آن است که به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا یک مسئله پیچیده را به صورت ساختار سلسله مراتبی طراحی کرده و سپس به حل آن بپردازند (Shaw, 1985). ماهیت تحلیل سلسله مراتبی منطقی شفاف و واضح برای انتخاب گزینه‌های مختلف به وجود می‌آورد (Vernes, 1984). در نتیجه فرایند تحلیل سلسله مراتبی می‌تواند به عنوان یک روش کاربردی و مناسب برای رسیدن به هدف در این پژوهش مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان گفت که کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی در ژئومورفولوژی از اهمیت بسزایی برخوردار بوده و به ژئومورفولوژیست‌ها

کمک می‌کند تا یک مسئله پیچیده طبیعی را به صورت ساختار سلسله مراتبی طراحی کرده و سپس با سرعت و دقت کافی به حل آن بپردازند. استفاده از این روش، علم ژئومورفولوژی را به صورت کاربردی‌تر و موفق‌تر از پیش در زمینه برنامه‌ریزی و مدیریت ریسک بحران‌های محیطی مطرح می‌سازد. در نتیجه استفاده و بهره‌گیری از این روش در مدیریت محیط به ژئومورفولوژیست‌ها و دیگر برنامه‌ریزان پیشنهاد می‌گردد. کاربرد این روش در علم ژئومورفولوژی نیز مستلزم صرف وقت و هزینه خواهد بود ولی در عوض امکان بهره‌وری از مزایای آن را برای محققین فراهم می‌کند.

نیکاهای عموماً در مناطق خشک و نیمه‌خشک و در حاشیه پلایاها (کمر بند سبز) که میزان ماسه آن متوسط و سطح آب زیرزمینی تا حدودی بالا بوده و یا رطوبت کافی برای حیات پوشش گیاهی موجود باشد، ظاهر می‌شوند. شکل نیکا تابعی از اندازه، تراکم و میزان رشد گیاه میزبان است (احمدی، ۱۳۸۷). در مجموع نیکا یک عکس‌العمل طبیعی سیستم در مقابل تنش فرسایش بادی است و سیستم با ایجاد این عارضه سعی در تعدیل چشم‌انداز بادی کرده است. به عبارت دیگر سیستم با اتخاذ راهکارهای پس‌خوراند منفی سعی در خنثی کردن تنش فرسایش بادی داشته است که نتیجه آن ایجاد چشم‌انداز نیکا می‌باشد (پورخسروانی، ۱۳۸۸). بنابراین بهترین و سازگارترین روش برای تثبیت ماسه‌های روان در منطقه مطالعاتی توسعه سیستم نیکا می‌باشد. در این باره باید مواردی نظیر حداکثر بهره‌وری، حداکثر سازگاری با محیط، حداکثر تثبیت ماسه، هزینه‌های اقتصادی جهت اجرا و حفاظت از طرح و دیگر جنبه‌های زیست محیطی آنرا نیز مدنظر قرار داد و برای توسعه سیستم چشم‌انداز نیکا جهت تثبیت ماسه‌های روان باید بهترین نوع نیکا را شناسایی و انتخاب کرد. این مهم جز از طریق مطالعه دقیق و بررسی علمی پدیده نیکا امکان‌پذیر نخواهد بود. روش‌های علمی جدید نظیر فرایند تحلیل سلسله مراتبی امکان تصمیم‌گیری سریع، دقیق و کم‌هزینه را برای محققان در این زمینه فراهم می‌سازد. تاکنون پژوهش‌های مختلفی در مورد تاثیر گونه‌های گیاهی بر کنترل فرسایش بادی با روش‌های گوناگون صورت گرفته است. به طور مثال اکبریان و بی‌نیاز (۱۳۹۰) در پژوهشی مشابه ضمن ارزیابی گونه‌های گیاهی مورد استفاده در کنترل فرسایش بادی در شهرستان جاسک با استفاده از روش آماری بیان می‌کنند که با توجه به پارامترهای اندازه‌گیری شده مانند درصد بقاء، خزان و تاج پوشش، گونه گیاهی سمر از نظر گستره و دوام تاج پوشش مناسب‌ترین گونه جهت کنترل فرسایش بادی در آن منطقه می‌باشد. همچنین تیموریان مطلق و همکاران (۱۳۹۲) جهت بررسی نقش نیکاهای گونه گیاهی اورمک در کنترل فرسایش بادی با استفاده از روش‌های آماری ضمن اندازه‌گیری پارامترهای حجم، ارتفاع، طول و عرض نیکا، حجم رسوبات قابل تثبیت توسط نیکاهای این گونه را ۱۱/۵۲ متر مکعب برآورد می‌کنند.

در راستای همین تحقیقات نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که از بین چهار نوع نیکای مطالعاتی، نیکای گز با وزن ۰/۶۱۵ بیشترین اهمیت و ارجحیت را برای طرح تثبیت ماسه‌های روان دارد. نیکای اشنان نیز با وزن ۰/۲۴۹ نسبت به نیکای گز از اهمیت کمتر و نسبت به نیکاهای خارشتر و گل‌گزی از ارجحیت بیشتری برخوردار است. بنابراین برای اجرای طرح تثبیت ماسه‌های متحرک در منطقه مطالعاتی، در درجه اول توسعه سیستم نیکاهای درختچه‌گزی و در مرحله دوم توسعه سیستم نیکاهای اشنان بیشترین اهمیت را دارند و در صورت توسعه و اجرای آن بالاترین بهره‌وری را خواهند داشت. در مقابل نیکاهای خارشتر و گل‌گزی به ترتیب با وزن‌های ۰/۰۶۴ و ۰/۰۷۰ کمترین ارجحیت و بهره‌وری را داشته و توسعه چشم‌انداز آنها به هیچ عنوان پیشنهاد نمی‌شود.

۵. مراجع

۱. احمدی، ح.، ۱۳۷۸. ژئومورفولوژی کاربردی (بیابان - فرسایش بادی). جلد دوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم.
۲. احمدی، ح.، و س. فیض‌نیا، ۱۳۷۸. سازندهای دوره کواترنر (مبانی نظری و کاربردی آن در منابع طبیعی). انتشارات دانشگاه تهران.
۳. اکبریان، م.، و م. بی‌نیاز، ۱۳۹۰. ارزیابی گونه‌های گیاهی مورد استفاده در کنترل فرسایش بادی (مطالعه موردی: شهرستان جاسک در استان هرمزگان). دانشگاه هرمزگان، مجله پژوهش‌های فرسایش محیطی، شماره ۲.
۴. پورخسروانی، م.، ۱۳۸۸. تحلیل رابطه آماری بین مولفه‌های مورفولوژی گیاهی و مورفومتری نیکاهای (مطالعه موردی: نیکاهای کویر نمک سیرجان). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، مرداد ماه.
۵. تریکار، ژ.، ۱۳۶۹. اشکال ناهمواری در مناطق خشک. ترجمه: مهدی صدیقی و محسن پورکرمانی، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی.
۶. تیموریان مطلق، س.، ا. مصلح آرانی، و ح.ر. عظیم‌زاده، ۱۳۹۲. بررسی نقش نیکاهای گونه گیاهی اورمک در کنترل فرسایش بادی (مطالعه موردی: حاشیه جاده یزد- ابرکوه)، همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار، دانشگاه یزد، ۲۵ و ۲۶ دی ماه.
۷. رفاهی، ح.، ۱۳۸۳. فرسایش بادی و کنترل آن. تهران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم.
۸. کردوانی، پ.، ۱۳۵۰. گزارش‌های جغرافیایی شهداد تا ده سلم. نشریه موسسه جغرافیایی دانشگاه تهران، شماره ۱۲.
۹. حسین‌زاده، م.، ۱۳۸۶. ژئوپارک و ظرفیت‌های مرتبط با آن در ایران. مجله رشد آموزش جغرافیا، دوره بیست و دوم، شماره ۱.
۱۰. غریب، م.ر.، و ا. معتمد، ۱۳۸۳. بررسی تغییرات تپه‌های ماسه‌ای ساحلی استان سیستان و بلوچستان (از سال ۱۳۴۶ تا ۱۳۷۲)، پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تهران.
۱۱. قدسی‌پور، ح.، ۱۳۷۸. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، چاپ پنجم.
۱۲. کلینسلی، د.، ۱۳۷۸. کویرهای ایران و خصوصیات ژئومورفولوژیکی و پالئوکلیماتولوژی آن. ترجمه: عباس پاشایی، تهران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، چاپ اول.
۱۳. نگارش، ح.، و ل. لطیفی، ۱۳۸۷. تحلیل ژئومورفولوژیک روند پیشروی تپه‌های ماسه‌ای شرق دشت سیستان در خشکسالی‌های اخیر. دانشگاه سیستان و بلوچستان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص ۴۳-۶۰.
۱۴. مقصودی، م.، ۱۳۸۵. شناخت فرآیندهای موثر بر توسعه و تحول عوارض ماسه‌ای (مطالعه موردی: عوارض ماسه‌ای چاله سیرجان). مجله پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تهران، شماره ۵۶.
13. Ardon, K., H. Tsoar., and 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.
14. Bowen, W.M., 1990. Subjective judgments and data environment analysis in site selection, *Computer, Environment and Urban Systems*, Vol. 14, pp.133-144.
15. Bertolini, M., and M. Braglia., 2006. Application of the AHP methodology in making a proposal for a public work contract, 17 January.
16. Chen, Y. W., 2001. Implementing Hierarchy Process by Fuzzy integral, *International Journal of Fuzzy System*, Vol. 3.
17. Cooke, R., U. warren., and A. Goudie., 1993. Desert geomorphology. Ucl. Press, London: 25, Pp 7.
18. Dey, P.K., and E.K. Ramcharan., 2000. Analytic hierarchy process helps select site for limestone quarry expansion in Barbados. *Journal of Environmental Management*.
19. Dyer, R.F., and E.H. Forman., 1991. An analytical approach to marketing decisions. Prentice Hall, USA.
20. Dougill, A.J., and 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. 413-426.
21. Hesp, P., and A. MacLauchlan., 2000. Morphology, dynamics, ecology and fauna of Arc Totheca populifolia and Azania regions nebkha dunes. *Journal of arid environments*, No. 44, Pp.155-172.
22. Jinfeng. Y., (2002). Generating Ranking Groups in Analytical Hierarchy Process. Precision sciences institute, Annual meeting proceedings.
23. Jianhui, D., Y. Ping., and D. Yuxiang., 2010. The progress and prospects of nebkhas in arid areas, *Journal of Geography Science*: Vol. 20 (5), Pp. 712-728.