

## انتخاب و اولویت‌بندی گونه‌های گیاهی مناسب برای احیای زمین معدنی به روش شباهت به گزینه ایده‌آل فازی (مطالعه موردی: معدن سنگ آهن چادرملو بافق یزد)

ایرج علوی<sup>۱\*</sup> و مهدیه مسلمی<sup>۲</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد مهندسی معدن، گروه مهندسی معدن، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران  
پست الکترونیک: iraj\_alavi@yahoo.com

۲- کارشناس مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه غیرانتفاعی شمال، آمل

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۲۶

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۴/۱۲

### چکیده

گیاهان به‌عنوان یکی از اجزای مهم در بخش زنده اکوسیستمهای مرتعی روابط تنگاتنگی با دیگر اجزای آنها دارند. حفاظت، احیاء و توسعه پایدار در بخش منابع طبیعی مستلزم شناخت هرچه بیشتر این روابط می‌باشد. انتخاب گونه‌های گیاهی برای منطقه معدنی در مناطق خشک، از روشهای مناسب احیای زمین معدن و پیرامون آن و حفظ محیط‌زیست طبیعی است. معدن سنگ آهن چادرملو در ناحیه کویری شهر بافق از استان یزد قرار دارد. برای انتخاب گیاهان مناسب برای بازسازی معدن و کاشت گیاهان در این منطقه، ابتدا بر اساس سازگاری گیاهان با شرایط اقلیمی و آب و هوا و خاک ناحیه، چند گونه گیاهی انتخاب شده و معیارهای مختلف در نظر گرفته شد که چشم‌انداز منطقه، مقاومت در برابر بیماری و حشرات، قدرت و نحوه رشد، دسترسی به گونه گیاهی، بازدهی اقتصادی، حفاظت از خاک و ذخیره آب، جلوگیری از انواع آلودگیها می‌باشند و بعد با مقایسه بین معیارها و گزینه‌ها با کمک قضاوت‌های شفاهی کارشناسان با روش شباهت به گزینه ایده‌آل فازی، امتیازات مشخص شده و اولویت‌بندی بین گونه‌های گیاهی انجام شد. در نهایت به‌ترتیب درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*)، انواع بوته‌های شور (*Halophyte plant*)، گیاه سالسولای یزدی (*Salsola yazdiana*) (رندوک) و درختچه چیچ (*Zygophyllum eurypterum*)، بیشترین سازگاری را با شرایط موجود داشتند.

واژه‌های کلیدی: انتخاب گونه‌های گیاهی، معدن سنگ آهن چادرملو، روش شباهت به گزینه ایده‌آل فازی، درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*)

### مقدمه

اکوسیستمهای مرتعی روابط تنگاتنگی با دیگر اجزای آنها دارند. گیاهان، نقش عمده‌ای در زندگی موجودات زنده، حفظ طبیعت و تعادل اکوسیستم ایفا می‌نمایند. هرچند عوامل متعددی در تشکیل بیابان دخالت دارند، ولی نقش پوشش گیاهی به لحاظ انعکاس شرایط محیط طبیعی، در شناسایی و تفکیک مناطق بیابانی به خوبی آشکار است. اولین موردی که در رابطه با بیابان به ذهن متبادر می‌شود، نبود یا کمبود آب یا رطوبت و همچنین نبود یا کمبود پوشش گیاهیست. به‌طوری‌که Goudie (۱۹۸۵) پوشش

بازسازی معادن، هم از نظر کاهش آلاینده‌گی و ایجاد زمین‌های هموار و مناسب برای رشد و پرورش گونه‌های گیاهی و جانوری و هم از نظر ایجاد چشم‌انداز و منظره مناسب در منطقه مهم می‌باشد. جهت بازسازی یک معدن، به‌منظور هر نوع استفاده بعدی از زمینهای تحت تأثیر و حفاظت از محیط‌زیست منطقه، انتخاب و کاشت گونه‌های گیاهی یکی از مراحل مهم است (Xia & Zhen, 2009). گیاهان به‌عنوان یکی از اجزای مهم در بخش زنده

همکاران (۱۳۷۹، ۱۳۸۰) در ۳ پژوهش مختلف در مورد گونه‌های گیاهی ناحیه آباءه، اردکان- میبد و یزد را جداگانه تحقیق کردند. Ghadery و همکاران (۲۰۰۳) پوشش گیاهی طبس و Reyhan و Amiraslani (۲۰۰۶) رابطه بین پوشش گیاهی و مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در طبس را بررسی کردند. Carrick و Kruger (۲۰۰۷) عامل‌های رشد گیاهان روی خاک معدن‌کاری شده را ارزیابی کردند. Soltanmohammadi و همکاران (۲۰۱۰) از روش‌های تصمیم‌گیری AHP و TOPSIS برای انتخاب نوع استفاده مجدد از زمین معدن‌کاری شده استفاده کردند. Osanloo و Bangian (۲۰۰۷) گونه‌های گیاهی برتر، برای بازسازی و گیاه‌کاری در زمین معدن مس سونگون در استان آذربایجان شرقی را انتخاب کردند. علوی و همکاران (۱۳۸۹) بهترین گونه‌های گیاهی برای بازسازی معدن مس سرچشمه را به روش AHP فازی انتخاب کردند. همچنین علوی و همکاران (۱۳۹۰) گیاهان قابل رشد در منطقه بیابانی معدنی بافق در حوالی معدن سنگ آهن چغارت را بررسی کردند.

## مواد و روشها

### منطقه مورد مطالعه

چادرملو ترکیبی مختصر شده از سه لغت چاه، دره و ملون می‌باشد که ملون در زبان فارسی به معنی نوعی گربه وحشی است. کانسار آهن چادرملو، بزرگترین کانسار آهن در ایران است که در منطقه آهن‌خیز بافق - ساغند قرار دارد و دارای مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی می‌باشد. این کانسار در استان یزد و در فاصله ۱۸۰ کیلومتری شرق و شمال شرق شهر یزد و ۶۵ کیلومتری شمال شهرستان بافق و ۵۰ کیلومتری شمال معدن چغارت قرار دارد. معدن چادرملو در دامنه شرقی رشته‌کوه‌هایی که در امتداد شمال‌غربی - جنوب‌شرقی، فروافتادگی بافق را همراهی می‌کنند، واقع شده و در جهت شمال به کویر ساغند و در سمت شمال شرقی به کویر نمک محدود

گیاهی کم یا فقدان پوشش گیاهی زمین را به‌عنوان معیاری جهت ترسیم قلمرو بیابان بیان کرده است، درحالی‌که Nir (۱۹۷۴) شناسایی قلمرو مناطق خشک را در گرو تحقیق در موارد مختلف همانند خاکشناسی و گیاهشناسی دانسته است. در بعضی موارد حتی ژئومورفولوژیستها که برای شناسایی و تفکیک بیابان تنها به شکل زمین توجه دارند، از شاخص پوشش گیاهی برای این کار استفاده کرده‌اند. در این زمینه مناطقی که پوشش گیاهی تنک دارند و ضریب پوشش آن کمتر از ۵ تا ۱۰ درصد است، جزء بیابان واقعی محسوب شده است (Shant, 1956).

در مناطق بیابانی ایران، استقرار و پراکنش پوشش گیاهی مناطق بیابانی متناسب با مؤلفه‌های میزان و پراکنش بارندگی، نوسانهای درجه حرارت، رطوبت، منابع آب سطحی و زیرزمینی، شرایط توپوگرافی و فیزیوگرافی، سازندهای زمین‌شناسی، بافت و ساختمان خاک است. تراکم و تنوع گونه‌های گیاهی اعم از بوته‌ای، درختچه‌ای و درختی، نقش حیاتی در ساختار اجتماعی - اقتصادی مناطق بیابانی ایفا می‌کند. علوفه دام و سایر بهره‌برداریه‌ها از مراتع، تأمین چوب و سایر فراورده‌های جنگلی، تثبیت ماسه‌های روان، جلوگیری از هدررفت آب و خاک، بستر حیات وحش، همه حکایت از اهمیت و جایگاه پوشش گیاهی در منابع طبیعی و ساختارهای اجتماعی - اقتصادی و زیست محیطی مناطق بیابانی ایران دارد. اغلب گیاهان طبیعی مناطق بیابانی ایران خشکی‌زی، شورزی، ماسه‌زی، گچ‌زی و آهک‌زی بوده و به عبارت دیگر نوع پوشش گیاهی تا حد بسیار زیادی تابع نوع بستر و بخصوص ویژگیهای خاص خاکهای چنین مناطقی است. هدف از این پژوهش، انتخاب گونه‌های برتر سازگار با شرایط مختلف منطقه خشک معدن سنگ آهن چادرملو است که به کمک روش تصمیم‌گیری شباهت به گزینه ایده‌آل فازی، معیارها و گزینه‌ها با یکدیگر مقایسه شده و رتبه‌بندی گونه‌های گیاهی بدست می‌آیند.

ابوالقاسمی و همکاران (۱۳۸۴) پوشش گیاهی منطقه راور - بهاباد از استان یزد را بررسی کردند. دشتکیان و

عامل اصلی دوم که شرایط اقلیمی منطقه می‌باشد بررسی می‌شوند. کیفیت خاک منطقه نیز به‌عنوان عامل سوم برای عوامل اصلی، از میان گونه‌های منتخب براساس عامل‌های اول و دوم، برخی از گزینه‌ها را مردود می‌نماید. جنس خاک محل مورد نظر با توجه به اسیدی یا قلیایی بودن، شوری، وجود فلزات و مواد آلی، مورد بررسی قرار می‌گیرد که در این منطقه میزان آهن، گوگرد و فسفر و نمک در خاک منطقه زیاد است. در پایان، گیاهان سالسولای یزدی، قیچ، درمنه دشتی و مجموعه‌ای از گیاهان شور، با توجه به عوامل اولیه اصلی انتخاب شدند.

عوامل ثانویه عبارتند از: چشم‌انداز، مقاومت در برابر بیماری و حشرات، نحوه و قدرت رشد، دسترسی به گونه گیاهی، بازدهی اقتصادی، حفاظت از خاک و ذخیره آب و جلوگیری از آلودگیها. در این مرحله، ابتدا پرسشنامه اهمیت معیارها پر شده و وزن معیارها بدست می‌آید. سپس پرسشنامه اهمیت گزینه‌ها نسبت به همه معیارها تکمیل می‌شود. همه این پرسشنامه‌ها بر اساس قضاوت‌های شفاهی و کیفی کارشناسان تکمیل و با کمک جدول ۱، تبدیل به ماتریس تصمیم‌گیری اعداد قطعی فازی شده و بعد با روش TOP SIS فازی، امتیازات گونه‌های گیاهی بدست می‌آیند.

#### روش شباهت به گزینه ایده‌آل فازی (TOPSIS فازی)

نظریه فازی زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط مبهم فراهم می‌آورد و قضاوت‌های کیفی را به نتایج کمی تبدیل می‌کند. این روش ابتدا توسط یون و هوانگ ارائه شده است. مفهوم اساسی این روش این است که باید گزینه انتخابی کوتاهترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل مثبت و دورترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل منفی را داشته باشد. Chen (۲۰۰۰)، TOPSIS را در محیط فازی گسترش داد. این الگوریتم از این روش بشرح زیر است (علوی و همکاران، ۱۳۹۰).

۱ - ماتریس تصمیم‌گیری تشکیل شد. با استفاده از پرسشنامه‌ها، ماتریس تصمیم‌گیری گزینه‌ها به معیارها

می‌شود (بداغ آبادی و عطایی، ۱۳۸۳). در غرب این رشته‌کوهها، کویر کور یا کویر بافق و در شرق آن دشت بهاباد که دشتی نسبتاً پرآب و حاصلخیز است، با مرکزیت بهاباد قرار گرفته است. مهمترین رودخانه این منطقه، رودخانه شور است که ۵ تا ۱۰ روز در سال آب دارد. منطقه دارای آب و هوای گرم و خشک بیابانی می‌باشد. زمستان با دمای حداقل مطلق منفی ۱۸ درجه و تابستانهای طولانی با حداکثر مطلق درجه حرارت ۴۷/۶ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بسیار پایین در اغلب ایام سال، مشخصه آب و هوای این منطقه است. پوشش گیاهی منطقه بسیار اندک است و تنها در پاره‌ای از نقاط، گیاهان مقاوم در مقابل خشکی و گرما و شوری، قابل رشد هستند (ابوالقاسمی و همکاران، ۱۳۸۴).

#### روش تحقیق

عوامل مؤثر بر انتخاب گونه‌های گیاهی به دو گروه تقسیم می‌شوند. عوامل اصلی آن دسته از عواملی هستند که گونه‌های گیاهی منتخب قطعاً باید دارای تناسب و هماهنگی لازم با آنها باشند و شرایط منطقه را شامل می‌شوند. اما بر اساس عوامل ثانویه (معیارها)، گونه‌های گیاهی منتخب، نسبت به یکدیگر اولویت‌بندی خواهند شد (اصانلو، ۱۳۸۰).

عوامل اولیه (اصلی) عبارتند از: نوع استفاده مجدد از زمین، شرایط اقلیمی منطقه و طبیعت خاک. برای استفاده مجدد از زمینهای معدنی چند مورد در نظر گرفته شده است که با توجه به شرایط، یکی از آنها انتخاب می‌گردد که عبارتند از: کشتزار، مراتع و چراگاه، نهالستان، دریاچه و آبگیر، زمین ورزشی، جنگلکاری، مجتمع مسکونی، پارک و فضای آزاد، استفاده تجاری، کاربرد صنعتی، زیستگاه حیوانات وحشی، استفاده آموزشی (Soltanmohammadi *et al.*, 2010). در این مرحله، فقط گونه‌هایی که با نوع استفاده مجدد از زمین، که در این پژوهش گیاهکاری انتخاب گردیده است، هماهنگی دارند و به مرحله بعد راه می‌یابند. در مرحله بعد گونه‌های گلچین شده نسبت به

[۷و۵و۳]، زیاد [۹و۷و۵] و خیلی زیاد [۹و۷و۹] هستند.  
 ۲ - وزن معیارها مشخص شد: بردار وزن (۰ تا ۱) از نرمالایز کردن ضریب اهمیتها بدست آمد که از تقسیم اعداد فازی کمی اهمیتها بر مجموع آنها حساب شد که در زیر مشاهده می شود. [۱=۰.۳۷، ۲=۰.۰۷۴، ۳=۰.۱۱۱، ۵=۰.۱۸۵، ۷=۰.۲۵۹، ۹=۰.۳۳۳]

۳ - بدون بعد کردن ماتریس تصمیم: در هر ستون بیشترین عدد انتخاب شده، سپس همه درایه ها بر آن تقسیم می شوند.

$$r_{ij}^* = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) \quad c_j^* = \max_j c_{ij}$$

۴ - تشکیل ماتریس بدون وزن دار شده (۲)  $\tilde{V}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{W}_{ij}$

۵ - تعیین حل ایده آل فازی و ضد ایده آل فازی (FPIS و FNIS): حل ایده آل، حداکثر مؤلفه سوم و برای معیار منفی، حداقل مؤلفه سوم، در هر ستون بدست می آید.

$$VJ^+ = \max_i \{ \tilde{v}_{ij} \} \quad (3) \quad VJ^- = \min_i \{ \tilde{v}_{ij} \} \quad (4)$$

۶ - تعیین فاصله از حل ایده آل و ضد ایده آل

$$d_i^- = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{j=1}^n (\tilde{v}_{ij} - v_j^-)^2} \quad (6) \quad d_i^+ = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{j=1}^n (\tilde{v}_{ij} - v_j^+)^2} \quad (5)$$

$$CC = \frac{d^-}{d^- + d^+} \quad (7) \quad \text{تعیین شاخص شباهت (ضریب نزدیکی)}$$

۸ - اولویت بندی گزینه ها: بر اساس بزرگی شاخص شباهت انجام شد.

## نتایج

فازی مثلثی تبدیل می شوند (جدول ۲). وزن معیارها نیز از پرسشنامه اول که در آن اهمیت معیارها مشخص شد از همین جدول بدست آمد. پرسشنامه معیارها در جدول ۲ و ماتریس تصمیم در جدول ۳ آمده است.

جدول ۱- تبدیل اهمیت کیفی فازی به کمی قطعی (علوی و همکاران، ۱۳۹۰).

|         |           |
|---------|-----------|
| ۱، ۲، ۳ | خیلی کم   |
| ۲، ۳، ۵ | کم        |
| ۳، ۵، ۷ | متوسط     |
| ۵، ۷، ۹ | زیاد      |
| ۷، ۹، ۹ | خیلی زیاد |

بدست آمد. با توجه به عوامل ذکر شده و نظرات کارشناسان، پرسشنامه هایی آماده شد که به طور نمونه، پرسشنامه اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر در جدول ۲ و ماتریس تصمیم مقایسه گزینه ها و معیارها، در جدول ۳ آمده است. در زیر، ضریب اهمیتهای پرسشنامه ها به صورت کمی و کیفی بیان شده است. اهمیتهای کمی، جایگزین توصیفهای کیفی شد. اعداد فازی برای بیان متغیرهای زبانی در ماتریس تصمیم گیری (۱ تا ۹) تعریف شده که خیلی کم [۱ و ۳]، کم [۲ و ۳ و ۵]، متوسط

با در نظر گرفتن عوامل اصلی و تطابق گونه های مختلف گیاهان با این شرایط موجود در محدوده مجتمع سنگ آهن چادرمولو، ۴ گونه گیاهی برتر و سازگار با این شرایط انتخاب شدند که عبارتند از: سالسولای یزدی، قیچ، درمنه دشتی و مجموعه ای از گیاهان شورپسند. سپس با توجه به ۷ معیار چشم انداز، مقاومت در برابر بیماری و حشرات، نحوه و قدرت رشد، دسترسی به گونه گیاهی، بازدهی اقتصادی، حفاظت از خاک و ذخیره آب، جلوگیری از آلودگیها، مناسبترین گزینه با روش شباهت به گزینه ایده آل فازی انتخاب گردید. روش بدست آوردن اعداد از متغیرهای زبانی، بر این اساس است که با استفاده از جدول ۱، جایگزینی صورت می گیرد و به اعداد قطعی

جدول ۲- پرسشنامه اهمیت معیارها نسبت به هدف

|                     |                   |                |                      |                 |                               |           |
|---------------------|-------------------|----------------|----------------------|-----------------|-------------------------------|-----------|
| ۳،۵،۷               | ۷،۹،۹             | ۳،۵،۷          | ۳،۵،۷                | ۷،۹،۹           | ۷،۹،۹                         | ۲،۳،۵     |
| متوسط               | خیلی زیاد         | متوسط          | متوسط                | خیلی زیاد       | خیلی زیاد                     | کم        |
| جلوگیری از آلودگیها | حفاظت از خاک و آب | بازدهی اقتصادی | دسترسی به گونه گیاهی | نحوه و قدرت رشد | مقاومت در برابر بیماری، حشرات | چشم‌انداز |

ضریب اهمیتها را نرمالایز کرده و وزنهاى هر معیار بدست‌آمد.

$$C1 = 0.074, 0.111, 0.185 \text{ و } C2 = 0.259, 0.333, 0.333 \text{ و } C3 = 0.259, 0.333, 0.333$$

$$C4 = 0.111, 0.185, 0.259 \text{ و } C5 = 0.111, 0.185, 0.259 \text{ و } C6 = 0.259, 0.333, 0.333$$

$$C7 = 0.111, 0.185, 0.259$$

جدول ۳- ماتریس تصمیم‌گیری مقایسه‌ای بین گزینه‌ها و معیارها

| گونه          | چشم‌انداز منطقه | مقاومت در برابر بیماری، حشرات | قدرت و نحوه رشد | دسترسی به گونه گیاهی | بازدهی اقتصادی | حفظ آب و خاک | جلوگیری از آلودگی |
|---------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|----------------------|----------------|--------------|-------------------|
| درمنه دشتی    | ۲،۳،۵           | ۷،۹،۹                         | ۷،۹،۹           | ۷،۹،۹                | ۳،۵،۷          | ۷،۹،۹        | ۳،۵،۷             |
| قیچ           | ۳،۵،۷           | ۲،۳،۵                         | ۳،۵،۷           | ۲،۳،۵                | ۳،۵،۷          | ۷،۹،۹        | ۳،۵،۷             |
| سالسولای یزدی | ۲،۳،۵           | ۷،۹،۹                         | ۷،۹،۹           | ۳،۵،۷                | ۳،۵،۷          | ۵،۷،۹        | ۳،۵،۷             |
| انواع شور     | ۲،۳،۵           | ۷،۹،۹                         | ۷،۹،۹           | ۳،۵،۷                | ۳،۵،۷          | ۵،۷،۹        | ۳،۵،۷             |

چادرملو است و به ترتیب انواع گیاهان شور (شورپسند)، سالسولای یزدی (رندوک) و قیچ دارای اهمیت کمتری هستند که درصد اهمیت گونه‌های گیاهی برای کاشت، در شکل ۱ نشان داده شده است.

وزنها در ماتریس بی بعد ضرب شده و ماتریس بدون بعد وزن‌دار شده بدست‌آمد. سپس فاصله‌ها تعیین و ضریب نزدیکی (شاخص شباهت) محاسبه شد. نتایج حکایت از آن دارد که بوته درمنه دشتی، دارای بالاترین امتیاز برای کاشت در منطقه گرم و خشک معدنی آهن‌دار



شکل ۱- امتیازبندی گونه‌های گیاهی نسبت به هم با هدف کاشت در منطقه معدنی چادرملو

## بحث

برای آنکه نقش عملیات معدن چادرملو در آلوده کردن محیط زیست و راههای پیشگیری از آن مشخصتر گردد، باید توجه کرد که چه مراحل در طی این عملیات استخراجی مورد استفاده قرار می‌گیرند تا کانه آهن از معدن استخراج شود و بعد در مورد عملیات استخراجی، تأثیر آن را بر روی محیط زیست منطقه چادرملو بافق مورد تحلیل و بررسی قرار داد و راهکارهای جلوگیری از پیشرفت آلودگیها ارائه شوند و برنامه‌های کنترلی منابع آب، فرسایش خاک، آلودگیهای زیست محیطی و کنترل پوشش گیاهی منطقه چادرملو اجرا شوند. گیاهان منطقه بافق، دارای خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی خاصی هستند که باعث می‌شوند از حداقل ذخیره رطوبتی در خاک و هوا استفاده کنند و اندوخته رطوبتی گیاه نیز کمتر از حد معمول تلف شود. عمیقترین سیستم ریشه‌ای برای جذب آب از اعماق پایتتر خاک، خاردار شدن ساقه‌ها و کوچک شدن سطح برگها، برای کاهش میزان تبخیر، وجود پوششی مومی و چرب در سطح برگها، افزایش اندامهای ذخیره کننده رطوبت، گوستی و آبدار شدن ساقه و نمونه‌ای از این تغییرات مورفولوژیکی در منطقه بافق هستند. از نظر ساختار درونی و فیزیولوژیکی نیز، در گیاهان یادشده، هورمونهای تنظیم کننده خاص با توجه به خشکی اقلیم منطقه و کمبود رطوبت ترشح می‌شوند و فرایند تعرق گیاه از سازوکار ویژه‌ای تبعیت می‌کند. گیاهان بر اساس خواشهای اکولوژیکی خود، مختص کاشت و رویش در مناطق خشک و کم‌آب و به‌ویژه اراضی شور هستند، که عمدتاً اراضی و آبهای جاری در مناطق خشک و بیابانی به دلیل تبخیر زیاد شور هستند. به این گیاهان اصطلاحاً شورپسند می‌گویند. ارقام و گونه‌های مختلفی از گیاهان شورپسند (انواع بوته تا درختچه‌ها و درختان) در نقاط خشک منطقه معدنی چادرملو، رشد و نمو دارند که دارای کاربردهای بالقوه فراوانی نیز در مصارف مختلف هستند. گیاهانی که در این مناطق مورد بررسی رشد می‌کنند، علاوه بر

جلوگیری از فرسایش و حفظ خاک، نمادی از استقامت در گرمای کویر هستند. فقدان یا کمبود شدید بارندگی و منابع آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک بافق و اقلیم زیستی خاص این نواحی، سازگارهای ویژه‌ای در گیاهان بومی این مناطق خشک بوجود آورده است تا امکان ادامه حیات را در شرایط تنش رطوبتی یا کیفیت نامناسب آب و خاک داشته باشند. بخش عمده‌ای از اراضی بافق که عمدتاً در مناطق بیابانی قرار دارند را مراتع فقیر تشکیل می‌دهند که بهره‌برداری از آنها به‌عنوان چراگاه، فاقد توجیه فنی و اقتصادی است. پوشش گیاهی غالب این مناطق خشک و بیابانی را بوته‌ایها، درختچه‌های کوتاه‌قامت و علفی‌های یکساله با پوشش پراکنده و غیرمترکم تشکیل می‌دهند. در بعضی نقاط فقط یک فرم رویشی پوشش منطقه را تشکیل می‌دهد و در برخی نواحی چند تیپ گیاهی در کنار هم می‌رویند. از دلایل انتخاب و اولویت‌بندی گیاهان منطقه معدنی چادرملو، این است که فقدان پوشش گیاهی در سطح خاک، باعث وقوع سیلاب، خشکسالی، طوفان شن، کاهش حجم مخازن سدها، کاهش در تولید کشاورزی، درآمد و اشتغال شده و باعث فقر و مهاجرت می‌شود و فشارهای زیادی را به جامعه وارد می‌نماید. در تحقیقات گذشته در این منطقه، فقط کل گونه‌های موجود، آماربرداری و بررسی شد و همچنین در تحقیق مشابه در منطقه معدنی مس سرچشمه، اولویت‌بندی گیاهان با روش AHP فازی که روشی پیچیده‌تر و زمانبرتر است، انجام شد (علوی و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به توضیحاتی که در مورد گیاهان منطقه بیابانی چادرملو ارائه شد، ۴ گونه از گونه‌های موجود در بررسیهای گذشته و حال منطقه، با توجه به شرایط منطقه، انتخاب و بعد با توجه به معیارهای قابل اهمیت برای گیاهان، اولویت‌بندی شدند. همان‌طور که حضور فراوان گونه درمنه دشتی در منطقه نمایان بود، این گیاه در این تحقیق، اولویت کاشت در خاک بازپروری شده و خنثی و تقویت شده منطقه معدنی چادرملو را بدست آورد. نتایج بررسی مشخصات گونه‌های انتخابی برای بازسازی و

۱۵۰ میلی‌متر است. دامنه ارتفاعی رویشگاه قیچ در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریاست (دشتکیان و خسروشاهی، ۱۳۸۱).

انواع گیاهان شورپسند (Halophyte Plant) که تیپهای گیاهی متنوعی تشکیل می‌دهند، شامل سیاه‌شور ( *Suada fruticosa* )، اشنان ( *Seidlitzia rosmarinus* )، شورگز ( *Tamarix hispida* )، علف شور الوان ( *Salsa crassa* )، بهوشور یا شور بیابانی ( *Salsola tomentosa* )، قره‌داغ ( *Nitraria schoberi* ) و گل شورزار ( *Halanthium raiflorum* ) می‌باشند که در مقابل شرایط سخت شوری بیابان، بهترین مقاومت را دارند.

### سپاسگزاری

در پایان، از آقایان وحید محمدی، محمد ابوالقاسمی و کاظم دشتکیان که در تهیه داده‌های اولیه، من را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌کنم.

### منابع مورد استفاده

- ابوالقاسمی، م.، میرحسینی، م. و دشتکیان، ک.، ۱۳۸۴. شناخت مناطق اکولوژیک پوشش گیاهی منطقه بهاباد (شیت‌راور). انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۸۶ صفحه.
- اصانلو، م.، ۱۳۸۰. بازسازی معادن. مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ص ۵۷-۸۷، ۱۱۴.
- بداغ آبادی، س. و عطایی، م.، ۱۳۸۳. تعیین شیب پایدار دیواره‌های معدن سنگ آهن چادرملو. کنفرانس مهندسی معدن ایران، دانشگاه تربیت مدرس، صفحه ۲.
- دشتکیان، ک.، اختصاصی، م. ر. و راد، م. ه.، ۱۳۷۹. پوشش گیاهی منطقه اردکان - مید. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۹۳ صفحه.
- دشتکیان، ک.، راد، م. ه. و ابوالقاسمی، م.، ۱۳۸۰. پوشش گیاهی منطقه آباده. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۱۱۵ صفحه.

احیای پوشش گیاهی در حوالی معدن سنگ آهن چادرملو بشرح زیر است.

درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) به گویش بیابان نشینان این منطقه، به ترخ معروف است. این گیاه بوته‌ای بسیار معطر، عنصر اصلی و غالب اجتماعات گیاهی در استپهای خشک و نیمه‌خشک این حوالی محسوب می‌شود. ارتفاع این بوته بین ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر بوده و در خطوط همباران ۱۰۰ میلی‌متر به بالا به راحتی استقرار یافته‌است و توسط گوسفندان مورد چرا قرار می‌گیرد. درمنه دشتی از جمله بوته‌های بسیار سازگار به شرایط سخت منطقه بیابانی معدنی چادرملو محسوب می‌شود که علاوه بر مصارف علوفه‌ای، بوته‌ای، بسیار مقاوم در مقابل فرسایش بادی و نقش ارزنده‌ای را در حفاظت خاک این نقاط بر عهده دارد. این گروه از تیپهای گیاهی دارای بیشترین وسعت و پراکندگی در میان گروههای گیاهی این نواحی است که ۲۸ تیپ گیاهی دارد. دامنه گسترش این تیپها بسیار وسیع و از ارتفاع ۱۳۵۰ متر تا ۲۲۱۰۰ متر پراکنش دارند (دشتکیان و خسروشاهی، ۱۳۸۱).

گیاه سالسولای یزدی (*Salsola yazdiana*) (رندوک) از جمله گیاهان شورروی است که در بافق دارای پراکنش قابل توجهی است و مورد چرای شتر نیز قرار می‌گیرد. به صورت ۵ تیپ گیاهی (رندوک - پرنده، رندوک - اشنان، رندوک - اسکمبیل، رندوک - درمنه دشتی، رندوک - إفدرا) می‌روید و همه آنها معرف مناطق بیابانی هستند. اقلیم در این محدوده‌ها بیشتر از نوع فراهشک معتدل و متوسط بارندگی سالیانه ۷۵ تا ۱۰۰ میلی‌متر است (دشتکیان و خسروشاهی، ۱۳۸۱).

درختچه قیچ (*Zygophyllum eurypterum*) از جمله گیاهان بیابانیست که در بافق از پراکنش قابل توجهی برخوردار است. این گروه دارای ۶ تیپ گیاهیست که به صورت پراکنده در جوامع گیاهی درمنه دشتی مشاهده می‌شود. قیچ گیاه بومی مناطق خشک و نیمه‌خشک در خاکهای شور و قلیایی است. ارتفاع متوسط این درختچه تا ۲/۵ متر می‌رسد. قیچ معمولاً در خطوط همباران ۱۰۰ تا

- قادری، ق.، توکلی، ح. و یوسفی، م.، ۱۳۸۲. پوشش گیاهی منطقه طبس. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، شماره ۳۱۹، صفحه ۹۹.
- مومنی، م.، ۱۳۸۷. مباحث نوین تحقیق در عملیات. انتشارات دانشگاه تهران، ص ۱-۶۳، ص ۱۸۷-۲۳۱.
- Bangian, A.H. and Osanloo, M., 2008. Multi Attribute Decision Model for Plant Species Selection in Mine Reclamation Plans: Case Study SUNGUN Copper Mine. Post-Mining, February 6-8, Nancy, France, 1-11.
- Carrick, P.J. and Kruger, R., 2007. Restoring degraded landscapes in lowland Namaqualand: Lessons from the mining experience and from regional ecological dynamics. *Journal of Arid Environments*, 32: 52-67.
- Chen, C.T., 2000. Extensions of the TOPSIS for group decision making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets Syst*, 114:1-9
- Goudie, A., 1985. *Encyclopedia dictionary of physical geography*. Blackwell, Oxford, 528 pp.
- Nir, D., 1974. *The semi arid world*. London, 461 pp.
- Reyhan, M.K. and Amiraslani F., 2006. Studying the relationship between vegetation and physicochemical properties of soil. case study: Tabas region, Iran. *Pakistan Journal of nutrition*, 5 (2): 169-171.
- Shant, H.L., 1956. History & problems of arid lands development. In White, G.F. (ed) *the future of arid lands*. American society for the advancement of science Publication, 43 pp.
- Soltanmohammadi, H., Osanlou, M. and Aghajani, A.B., 2010. An analytical approach with a reliable logic and a ranking policy for post-mining land-use determination. *Land Use Policy*, Vol 27, 364-372.
- Xia, LU. and Zhen, HU., 2007. Vegetation Growth Monitoring Under Coal Exploitation Stress by Remote Sensing in the Bulianta Coal Mining Area. *Institute of Land Reclamation and Ecological Restoration, China University of Mining & Technology, Beijing 100083*, 17(4): 0479 - 0483.
- دشتکیان، ک.، باغستانی، ن.، راد، م.ه. و ابوالقاسمی، م.، ۱۳۸۰. تپه‌های گیاهی منطقه یزد. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۱۲۵ صفحه.
- دشتکیان، ک. و خسروشاهی، م.، ۱۳۸۱. شناسایی و معرفی تپه‌های گیاهی بیومهای بیابانی استان یزد. فصلنامه پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۱، شماره ۴، ۳۸۳-۴۰۹.
- علوی، ای.، اکبری، ا. و پارسایی، م.، ۱۳۸۹. انتخاب گونه گیاهی مناسب برای بازسازی معدن مس سرچشمه به روش AHP فازی. انجمن علمی مهندسی معدن دانشگاه صنعتی امیرکبیر، فصلنامه علمی تخصصی مهندسی معدن، بلور، سال پانزدهم، شماره ۲۹، ۱۰-۱۷.
- علوی، ای.، اکبری، ا.، عطایی، م. و کیادلیری، ه.، ۱۳۹۰. مقایسه روشهای TOPSIS فازی و AHP فازی، برای انتخاب و کاشت درختچه های بومی (مطالعه موردی: منطقه معدنی مس سرچشمه). مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی رویکردهای نوین در منابع پایدار منابع طبیعی، تهران، ۲۶ آبان، ۸۲.
- علوی، ا.، صادقزاده، م. و عطایی، م.، ۱۳۹۰. بررسی گیاهان قابل رشد در منطقه بیابانی معدنی بافق (مطالعه موردی: معدن سنگ آهن چغارت). مجموعه مقالات هشتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی معدن، تهران، ۸-۱۰ آذر، ۸ صفحه.



## Selection and prioritization of suitable plant species for mine land reclamation using fuzzy TOPSIS method

### Case study: Chadormaloo Iron Ore Mine, Bafgh, Yazd Province

Alavi, I.<sup>1\*</sup> and Moslemi, M.<sup>2</sup>

1\*- Corresponding Author, M.Sc. in Mine Engineering, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran, Email: iraj\_alavi@yahoo.com

2- B.Sc. of Natural Resources and Environment Engineering-Shomal Non Profit University, Amol, Iran.

Received: 03.07.2011

Accepted: 15.02.2012

#### Abstract

Plant species are considered as one of the important biotic components of rangeland ecosystems, having close relationship with other components. Protection, rehabilitation and sustainable development of natural resources require further understanding of these relationships. The selection of plant species for mining area in arid regions is a suitable method for mine land reclamation and its surroundings to protect the natural environment. Chadormaloo Iron Ore Mine is located in a desert area of Bafgh city of Yazd province. Plant species were selected on the basis of plant adaptation to climate and soil conditions and different criteria were considered including regional perspective, disease and insect resistance, strength and growth, availability of plant species, economic efficiency, soil and water preservation, and prevention of pollutants. And then, scores were identified using fuzzy TOPSIS method through comparing the criteria and options with the aid of experts' verbal judgments. According to the results, *Artemisia sieberi*, halophytes, *Salsola yazdiana*, and *Zygophyllum eurypterum* showed maximum adaptation to current conditions.

**Key words:** Selection of plant species, Chadormaloo iron ore mine, fuzzy TOPSIS method, *Artemisia sieberi*