مجله نخبگان علوم و مهندسی
Journal of Science and Engineering Elites
ISSN 2538-581X
جلد ۲- شماره ۱- سال ۱۳۹۶
www.ElitesJournal.ir

انتخاب گونه گیاهی برتر در منطقه بیابانی معدنی به روش TOP SIS فازی (مطالعه موردی: معدن سنگ آهن چغارت)

علیرضا افرادی[۱]، ایرج علوی[۲]، هادی حمیدیان [۳]

۱- دانشجوی دکترای تخصصی مهندسی معدن، واحد قایمشهر،دانشگاه آزاد اسلامی،قایمشهر، ایران

۲- دانشجوی دکترای تخصصی مهندسی معدن، واحد قایمشهر،دانشگاه آزاد اسلامی، قایمشهر ،ایران

۳- استادیار گروه معدن و زمین شناسی، واحد قایمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قایمشهر ، ایران

alirezaparsi804@yahoo.com

ارسال: اسفند ماه ۹۵ پذیرش: اردیبهشت ماه ۹۶

خلاصه

عملیات معدن‌کاری به‌عنوان یک فعالیت در تغییرات زیست محیطی نقش دارد که با استفاده از فناوریهای نوین می توان ضمن بهره برداری اصولی از آنها، ضرر و زیان وارده بر محیط زیست را کاهش و به حداقل رساند. بازسازی معدن مهمترین طرح برای بازگرداندن زمین‌های معدن‌کاری شده به حالت اولیه و سپس احیای منطقه به روش‌های مختلف است. یکی از ضروری ترین عملیات بازسازی، گیاه‌کاری است. معدن سنگ آهن چغارت در ناحیه کویری شهر بافق از استان یزد قرار دارد. برای انتخاب گیاهان مناسب برای کاشت در این منطقه، معیارهای مختلف در نظر گرفته شد که بر اساس آن چند گونه گیاهی سازگار با شرایط اقلیمی و آب و هوا و خاک ناحیه انتخاب شده و سپس با روش TOP SIS فازی، اولویت بندی بین گونه‌های گیاهی انجام شد و بهترین پوشش گیاهی، گز ونخل انتخاب شدند. گونه‌های اوکالیپتوس و کاج هم شرایط مناسبی دارند.

کلمات کلیدی: بازسازی معدن، گیاه‌کاری، معدن سنگ آهن چغارت، روش TOP SIS فازی، گز، نخل.

۱. مقدمه

خصوصیات اقلیمی حاکم بر مناطق خشک و نیمه خشک، شرایط حساس و شکننده ای را در بین این مناطق از فلات ایران، ایجاد کرده است. در این مناطق، فرسایش خاک و کویری شدن، از جمله فرایندهایی است که منابع آب و خاک را به صورت مستقیم و غیر مستقیم به شدت تهدید می کند. هر چند این دو پدیده طبیعی هستند و جلوگیری از آنها امکان پذیر نیست، ولی کاهش سرعت و شدت غیر طبیعی آنها، ضروری است. احیای پوشش گیاهی در اراضی تخریب یافته می‌تواند تاثیر شگرفی بر کاهش فرسایش و تخریب اراضی داشته باشد. اثری که گیاهان بر خاک زیر کشت خود می گذارند، سبب تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود [۱]. به طور کلی می‌توان گفت حفظ خصوصیات و ذخایر مواد غذایی در خاک، به شدت وابسته به پوشش گیاهی است [۲] . عملیات معدن‌کاری به‌عنوان یک فعالیت در تغییرات زیست محیطی نقش دارد که با

استفاده از فناوریهای نوین می توان ضمن بهره برداری اصولی از آنها ضرر و زیان وارده بر محیط زیست را کاهش و به حداقل رساند.عملیات مراحل پیش باطله برداری و استخراج یا به طور مستقیم موجب تخریب و انهدام پوشش گیاهی می شوند و یا اینکه با گسترش و پخش گرد و غبار تاثیرات غیر مستقیمی برپوشش گیاهی می گذارند، زیرا نشستن گرد و غبار بر روی برگ گیاهان باعث مسدود شدن منافذ برگ شده و تبادلات گازی را مختل می‌سازد. به‌علاوه زهاب‌های اسیدی مواد باطله دپو شده، باعث افزایش نقش آلایندگی فلزات در خاک و تمرکز بیش از حد یون هیدروژن و غیر فعال کردن آنزیمهای گیاهی می گردد. غیرفعال شدن آنزیم‌ها، راه‌های تنفسی گیاهان را مسدود و جذب آب از سوی ریشه را با مشکل مواجه می‌سازد. بازسازی معادن هم از نظر کاهش آلایندگی و ایجاد زمین‌های هموار و مناسب برای رشد و پرورش گونه‌های گیاهی و جانوری و هم از نظر ایجاد چشم انداز و منظره مناسب در منطقه مهم می‌باشد. جهت بازسازی یک معدن، به منظور هر نوع استفاده بعدی از زمین‌های تحت تاثیر و حفاظت از محیط زیست منطقه، انتخاب و کاشت گونه‌های گیاهی یکی از مراحل مهم است [۳]. گیاهان انتخابی، باید در مقابل شرایط نامساعد خاک منطقه معدن‌کاری شده و باطله معدنی، مقاوم باشند که نقش اساسی در بازسازی خاک معدن‌کاری شده دارند [۴]. اسیدیته مناسب برای رشد گیاهان ۶.۵ تا ۷.۵ است (۵) گونه های گیاهی بومی بهترین سازگاری را با شرایط اقلیمی منطقه دارند و در صورت اضافه شدن کود و تقویت کننده، شرایط رشد بهتر می‌شوند (۶). فاکتورهای محدود کننده رشد گیاهان روی خاک معدن‌کاری شده توسط Coppin and Bradshaw(1982) و Carrick and Kruger(2007) ارزیابی شدند [۸و۷] .تاثیر گیاه‌کاری در خاک زمین معدن-کاری شده توسط Alexander (1996) و Paschke (2003) بررسی شد (۱۰و۹). همچنین Akbari et al. (2007) و Soltanmohammadi et al.(2010) با روش‌های تصمیم‌گیری، استفاده‌های ممکن از زمین‌های استخراج شده معدنی را بررسی کردند [۱۲و۱۱]. Bangian and Osanloo (2008) انتخاب گونه گیاهی برای بازسازی معدن مس سونگون در شمال غرب ایران را به روش تحلیل سلسله مراتبی انجام دادند [۱۳]. علوی و همکاران در سال ۱۳۸۹، بهترین گونه های گیاهی برای بازسازی معدن مس سرچشمه را به روش ahp فازی انتخاب کردند [۱۴]. Mishra et al (2003) اثرات کشت اوکالیپتوس را بر خاک، طی دوره های ۳، ۶ و ۹ سال بررسی کردند و دریافتند که در اثر کشت این گونه، اسیدیته و هدایت الکتریکی کاهش و مواد آلی،ازت کل، فسفر در دسترس،یون‌های کلسیم، منیزیم و پتاسیم قابل تبادل در خاک‌ها افزایش یافت. همچنین خلل و فرج و ظرفیت نگهداشت آب خاک و اثر مثبت درختان بر خاک با افزایش سن درختان افزایش یافت [۱۵]. رسولی گزارش کرد که در حاشیه مسیر بزرگراه تهران- قم، کشت شورگز موجب افزایش مقدار نیتروژن، فسفر، پتاسیم و هدایت الکتریکی خاک شد. این پژوهش با هدف بررسی و انتخاب گونه های قابل رشد برای بازسازی معدن سنگ آهن چغارت و احیای پوشش گیاهی و خاک منطقه اطراف آن به روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

ناحیه مورد بررسی در شهر بافق در فاصله ۱۲۰ کیلومتری جنوب شرقی یزد و در ارتفاع ۹۲۷ متر از سطح دریا قرار دارد. کانسار آهن آپاتیت چغارت در کمربند آهن خیز انارک – بافق – کرمان در شرق ایران مرکزی واقع است. معدن چغارت در ۱۲ کیلومتری شمال شرقی شهر بافق و در ۱۲۵ کیلومتری جنوب شرقی شهر یزد و ۷۵ کیلومتری جنوب غربی شهر بهاباد و در حاشیه کویر دره أنجیر قرار دارد. این معدن دارای ذخیره زمین شناسی ۲۰۷ میلیون تن است و ارتفاع اولیه آن از سطح دریا ۱۲۸۶ متر می‌باشد. ذخیره قابل استخراج این معدن ۱۷۷/۲ میلیون تن برآورد شده که از این میزان ۹۵/۶ میلیون تن آن به دلیل عیار بالای آهن و فسفر پایین، پس از خردایش به صورت مستقیم قابل مصرف در کارخانجات فولاد می باشد و مابقی باید جهت پرعیارسازی به کارخانه فرآوری ارسال گردد. چغارت تنها معدن تامین کننده خوراک کارخانه ذوب آهن اصفهان است و نسبت به ذخائر دیگر منطقه از عیار آهن بالاتری برخوردار است. در این کانسار، مگنتیت کانه اصلی می باشد و آپاتیت کانی

مزاحم به حساب می آید. عملیات استخراج در این معدن به روش روباز و با استفاده از شاول های الکتریکی با حجم جام ۷ متر مکعب و کامیون هایی با ظرفیت ۳۲ و ۶۵ تنی صورت می گیرد. میزان آهن،گوگرد و فسفر در خاک منطقه زیاد است [۱۶].

شکل ۱- معدن سنگ آهن چغارت

در بازسازی معدن، به منظور استفاده مجدد از زمین استخراج شده، گیاه‌کاری و ایجاد فضای سبز برای منطقه، مرحله‌ای ضروری است. در نتیجه انتخاب گونه های گیاهی، یکی از مراحل اصلی در رسیدن به اهداف طرح بازسازی می‌باشد. انتخاب گونه گیاهی برتر در هر برنامه بازسازی فواید متعددی چون حفظ سلامت و احیای محیط زیست، چشم انداز منطقه، سود اقتصادی، رفاه زندگی برای مردم منطقه، کاهش آلودگی خاک و آب و هوا، ذخیره آب زیرزمینی، جلوگیری از فرسایش خاک، دارد [۱۴]. عوامل موثر بر انتخاب گونه‌های گیاهی به دو گروه تقسیم می شوند. عوامل اولیه آن دسته از عواملی هستند که گونه‌های گیاهی منتخب قطعاً باید دارای تناسب و هماهنگی لازم با آنها باشند و شرایط منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شوند. ولیکن عوامل ثانویه که همان معیارها هستند و بر اساس آنها گونه‌های گیاهی منتخب، نسبت به یکدیگر اولویت‌بندی خواهند شد [۱۷].

عوامل اولیه عبارتند از: نوع استفاده مجدد از زمین، شرایط اقلیمی منطقه، طبیعت خاک. برای استفاده مجدد از زمین‌های معدنی چند مورد در نظر گرفته شده است که بسته 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[۱۲]. در این مرحله، فقط گونه هایی که با نوع استفاده مجدد از زمین، که در این تحقیق گیاه‌کاری انتخاب گردیده است، هماهنگی دارند، به مرحله بعد راه می‌یابند. در مرحله بعد گونه های موجود نسبت به عامل اولیه دوم مورد بررسی قرار می‌گیرند. منطقه معدنی چغارت، دارای اقلیم خشک بیابانی و آب و هوای بسیار گرم کویری و رطوبت خیلی کم است. شهر بافق با متوسط بارندگی سالیانه ۵۳ میلیمتر، از خشک ترین شهرهای استان یزد است. کیفیت خاک منطقه نیز به عنوان فاکتور سوم برای عوامل اولیه، از میان گونه های منتخب بر اساس فاکتورهای اول و دوم برخی از گزینه‌ها را مردود می‌نماید. در این منطقه میزان آهن،گوگرد و فسفر و نمک در خاک منطقه زیاد است. گیاهان اوکالیپتوس، نخل، کاج، گز با توجه به عوامل اولیه، انتخاب شدند.

عوامل ثانویه عبارتند از: چشم‌انداز منطقه، مقاومت در برابر بیماری، تعدّی توسط انسان، قدرت و نحوه رشد، سازگاری با سایر گونه‌ها در منطقه، بازدهی اقتصادی، مقاومت در برابر حشرات، حفاظت از خاک، ذخیره آب، جلوگیری از انواع آلودگی‌ها، دسترسی به گونه گیاهی. در این مرحله، ابتدا پرسشنامه اهمیت معیارها پر شده و وزن معیارها به دست 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 اعداد قطعی فازی شده (علوی و همکاران، ۱۳۸۹) و سپس با روش TOP SIS فازی، امتیازات گونه‌های گیاهی به دست می‌آیند.

جدول ۱- تبدیل اهمیت کیفی زبانی به کمی قطعی [۱۴]

مقادیر کیفی قضاوت	مقادیر اعداد فازی
خیلی کم	۱،۲،۳
کم	۲،۳،۵
متوسط	۳،۵،۷
زیاد	۵،۷،۹
خیلی زیاد	۷،۹،۹

۱.۲. روش شباهت به گزینه ایده آل فازی (TOPSIS فازی)

نظریه فازی زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط مبهم فراهم می‌آورد و قضاوت های کیفی را به اعداد 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 راه حل ایده آل مثبت و دورترین فاصله از راه حل ایده آل منفی را داشته باشد. [۱۸]، روش TOPSISرا در محیط فازی گسترش داد. این الگوریتم [۱۹] از این روش به شرح زیر است:

۱- ماتریس تصمیم‌گیری تشکیل می‌شود. با استفاده از پرسشنامه‌ها، ماتریس تصمیم‌گیری گزینه‌ها به معیارها بدست آمد. با توجه به عوامل ذکر شده و نظرات کارشناسان، پرسشنامه‌هایی آماده شد که به طور نمونه، پرسشنامه اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر در جدول ۲ و ماتریس تصمیم مقایسه گزینه‌ها و معیارها، در جدول۳ آمده اند. در زیر، ضریب اهمیت‌های پرسشنامه‌ها به صورت کیفی و کمی آمده است. اهمیت‌های کمی، جایگزین توصیف‌های کیفی شد. اعداد فازی برای بیان متغیر های زبانی در ماتریس تصمیم گیری (۱تا۹) تعریف شده که خیلی کم (۱و۲و۳) , کم (۲و۳و۵) , متوسط (۳و۵و۷) , زیاد (۵و۷و۹) , خیلی زیاد (۷و۹و۹) هستند.

۲- وزن معیارها مشخص می‌شود: برداروزن (۰تا۱) از نرمالایز کردن ضریب اهمیت ها بدست آمد که از تقسیم اعداد فازی کمی اهمیت‌ها بر مجموع آنها حساب شد که در زیر مشاهده می‌شود. (۱=۰.۰۳۷ ، ۲=۰.۰۷۴ ، ۳=۰.۱۱۱ ، ۵=۰.۱۸۵ ، ۷=۰.۲۵۹ ، ۹=۰.۳۳۳)

۳- بدون بعد کردن ماتریس تصمیم: برای معیار مثبت، در هر ستون بیشترین عدد انتخاب شده، سپس همه درایه‌ها بر آن تقسیم می‌شوند. برای معیار منفی، کمترین عدد برای هر ستون انتخاب شده و بر همه درایه‌ها تقسیم می‌شوند. چون در این تحقیق، همه معیارها مثبت است، فرمول‌ها بر اساس معیار مثبت است.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_{j^*}}, \frac{b_{ij}}{c_{j^*}}, \frac{c_{ij}}{c_{j^*}}\right) \quad (۱)$$

r_{ij}ماتریس تصمیم نرمال است.

۴- تشکیل ماتریس بدون بعد وزن دار شده

$$\tilde{V}_{ij} = \tilde{r}_{ij\,(.)}\tilde{W}_{ij} \quad (۲)$$

که مطابق با عبارت زیر است:

ماتریس نرمال وزین= ماتریس تصمیم نرمال . وزن مر بوطه

۵- تعیین حل ایده آل فازی و ضد ایده آل فازی (FPIS و FNIS): حل ایده‌آل برای معیار مثبت، ماکزیمم مولفه سوم و برای معیار منفی، مینیمم مولفه سوم، در هر ستون بدست می‌آید. حل ضد ایده‌آل برای معیار منفی، مینیمم مولفه اول و ماکزیمم مولفه اول، در هر ستون، بدست می‌آید.

(۳) راه حل ایده ال مثبت /بهترین راه حل $Vj^+ = \max_i\{\tilde{v}_{ij3}\}$

(۴) راه حل ایده ال منفی/بدترین راه حل $Vj^- = \min_i\{\tilde{v}_{ij1}\}$

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

(۵) فاصله مثبت/فاصله از حد ایده‌آل $d_i^+ = \sqrt{\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}(\tilde{V}_{ij} - V_j^+)^2}$

(۶) فاصله منفی/فاصله از حد ضد ایده‌آل $d_i^- = \sqrt{\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}(\tilde{V}_{ij} - V_j^-)^2}$

۷- تعیین شاخص شباهت(ضریب نزدیکی)

(۷) $$CC = \frac{d^-}{d^- + d^+}$$

که CC ضریب نزدیکی است.

۸- اولویت بندی گزینه ها: بر اساس بزرگی شاخص شباهت(ضریب نزدیکی) انجام شد.

۳. نتایج

با در نظر گرفتن عوامل اصلی و تطابق گونه‌های مختلف گیاهان با این شرایط موجود در محدوده مجتمع سنگ آهن چغارت، ۴ گونه گیاهی برتر و سازگار با این شرایط انتخاب شدند که عبارتند از: اوکالیپتوس، نخل، کاج و گز. سپس با توجه به ۷ معیار چشم‌انداز، 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. طریقه به دست آمدن اعداد از متغیرهای زبانی، بر این اساس است که با استفاده از جدول ۱، جایگزینی صورت می‌گیرد و به اعداد قطعی فازی مثلثی تبدیل می‌شوند(جدول۲). وزن معیارها نیز از پرسشنامه اول که در آن اهمیت معیارها مشخص شد از همین جدول به دست آمد که ضریب اهمیت ها را نرمالایز کرده و وزن‌های هر معیار به دست آمد. پرسشنامه معیارها در جدول ۲ و ماتریس تصمیم در جدول۳، آمده است.

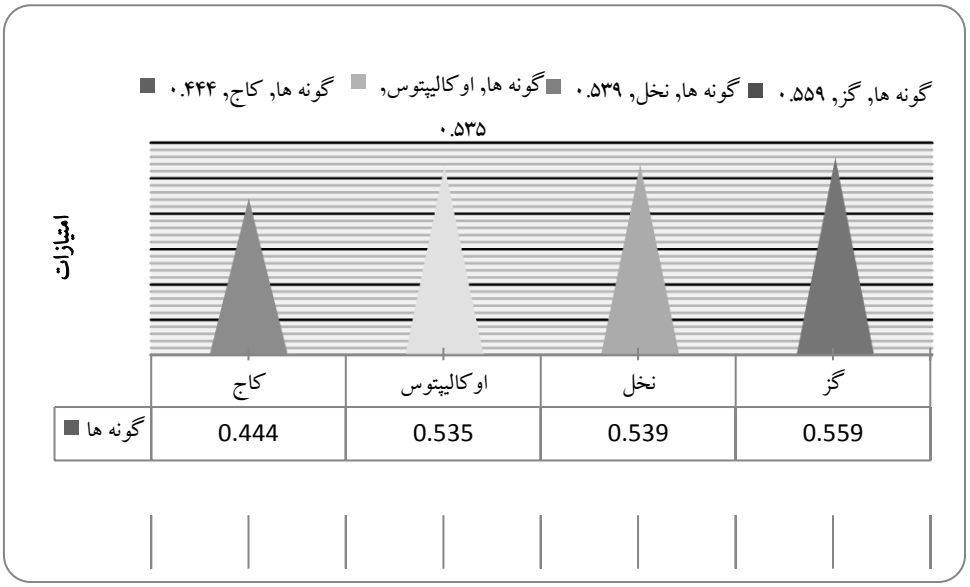
جدول۲- پرسشنامه اهمیت معیارها نسبت به هدف

۵،۷،۹	۷،۹،۹	۷،۹،۹	۳،۵،۷	۲،۳،۵	۷،۹،۹	۷،۹،۹
زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	کم	خیلی زیاد	خیلی زیاد
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7

جدول۳- ماتریس مقایسه‌ای بین گزینه‌ها و معیارها

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	۷،۹،۹	۵،۷،۹	۳،۵،۷	۳،۵،۷	۵،۷،۹	۳،۵،۷	**۷،۹،۹**
A2	۷،۹،۹	۳،۵،۷	۵،۷،۹	۵،۷،۹	۷،۹،۹	۵،۷،۹	**۳،۵،۷**
A3	۵،۷،۹	۵،۷،۹	۲،۳،۵	۳،۵،۷	۲،۳،۵	۳،۵،۷	**۵،۷،۹**
A4	۳،۵،۷	۵،۷،۹	۷،۹،۹	۷،۹،۹	۲،۳،۵	۵،۷،۹	**۵،۷،۹**

وزن‌ها در ماتریس بی بعد ضرب شده و ماتریس بدون بعد وزن‌دار شده به دست آمد. سپس فاصله‌ها تعیین و ضریب نزدیکی(شاخص شباهت) محاسبه شد. نتایج حاکی از آن است که بوته گز، دارای بالاترین امتیاز برای کاشت در منطقه گرم و خشک معدنی آهن‌دار چغارت است و به ترتیب درخت نخل، اوکالیپتوس و کاج دارای اهمیت کمتری هستند که امتیازات و اهمیت گونه‌های گیاهی برای کاشت، در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- امتیازات برتری گونه‌های گیاهی نسبت به هم

۴. نتیجه‌گیری

امروزه به هیچ وجه نمی‌توان مسائل مربوط به مهندسی معدن را از موضوع حفاظت زیست محیطی جدا دانست و هر مهندسی که در معدن کار می‌کند، باید نه تنها به روش‌های پیشرفته در جهت ازدیاد تولید توجه کامل داشته باشد، بلکه همواره در کلیه شرایط عملیات استخراجی و همچنین پایان کار معدن، مساله حفاظت از محیط زیست را نیز سرلوحه کار خود قرار دهد. برای آنکه نقش عملیات معدنی در آلوده کردن محیط زیست و راه‌های پیشگیری از آن مشخص‌تر گردد، باید در نظر داشت که چه مراحلی در طی یک عملیات استخراجی مورد استفاده قرار می‌گیرند تا کانه از معدن استخراج شود و سپس در مورد هر یک از عملیات استخراجی، تأثیر آن را بر روی محیط زیست مورد تحلیل و بررسی قرار داد و راه‌کارهای جلوگیری از پیشرفت آلودگی‌ها ارائه شوند و برنامه های کنترلی منابع آب، فرسایش خاک، آلودگی‌های زیست محیطی و کنترل پوشش گیاهی منطقه اجرا شوند. اصولاً مناطق کویری بدلیل گرمای زیاد و کمبود آب و وجود خاک شور دارای پوشش گیاهی منحصر بفردی می باشند. گیاهانی که در این مناطق رشد می‌کنند، گیاهانی مقاوم و شور پسند هستند که 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 نیمه

خشک و اقلیم زیستی خاص این نواحی، سازگاری‌های ویژه ای در گیاهان بومی مناطق خشک به وجود آورده است تا امکان ادامه حیات در شرایط تنش رطوبتی یا کیفیت نامناسب آب و خاک داشته باشند. گیاهان این مناطق دارای خصوصیات فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی خاصی هستند که باعث می‌شود از حداقل ذخیره رطوبتی در خاک و هوا استفاده کنند و اندوخته رطوبتی گیاه نیز کمتر از حد معمول تلف شود. عمیق ترین سیستم ریشه‌ای برای جذب آب از اعماق پایین تر خاک، خاردارشدن ساقه‌ها و کوچک شدن سطح برگ‌ها برای کاهش میزان تبخیر، وجود پوششی مومی و چرب در سطح برگ‌ها ، افزایش اندام‌های ذخیره کننده رطوبت، گوشتی و آبدارشدن ساقه، نمونه‌ای از این تغییرات مرفولوژیکی است. از نظر ساختار درونی و فیزیولوژیکی نیز در گیاهان هورمونهای تنظیم کننده خاص با توجه به خشکی اقلیم منطقه و کمبود رطوبت ترشح می-شود و فرآیند تعرق گیاه از ساز و کار ویژه ای تبعیت می‌کند. کاشت گونه‌های گیاهی در مناطق کویری فواید متعددی دارد. به عنوان مثال، افزایش معنی دار مقادیر کربن، نسبت کربن به نیتروژن، مواد آلی خاک و در پی آن افزایش عناصر حاصل‌خیزی مانند پتاسیم و واکنش خاک و بهتر شدن چشم‌انداز منطقه و حفظ آب و خاک، از نتایج مثبت کشت گز در منطقه است و همچنین بقیه گیاهان تاثیر مثبتی در حفظ محیط زیست منطقه و حفظ ذخیره آب و تثبیت خاک دارند. در بسیاری از کویرها، مخازن بزرگی از آب‌های شور وجود دارد که حاوی مقادیر زیادی نمک است. چنانچه بتوان به شکلی از آب‌های شور این منطقه برای آبیاری استفاده کرد، اراضی کویری بیشتری به زیر کشت می‌رود و آب‌های غیر شوری که صرف آبیاری می‌شود را می توان به مصرف شرب انسان‌ها رساند. یافته‌های جدید علوم خاک و فیزیولوژی گیاهی و تکنیک‌های جدید آبیاری نشان می‌دهد که با مدیریت دقیق می‌توان از آب شور برای کاشت گونه‌های متفاوتی از گیاهان عادی و شور پسند که خود نقش مهمی در تثبیت شن‌های روان و جلوگیری از بیان‌زائی دارند استفاده کرد.

۵. مراجع

۱. طویلی. ع، ۱۳۸۹. بررسی تاثیر گونه های گز، تاغ و اشنان بر خاک در منطقه چاه افضل یزد، مجله جنگل ایران، سال دوم، (۴)، ۳۵۷-۳۶۵.

2. Belsky, A.J. & C.D. Canham. 1994. Forest gaps and isolated savanna trees, An application of patch dynamics in two ecosystems, Bioscience, 44:77-84.

3. Xia LU, HU Zhen-qi, LIU Wei-jie, HUANG Xiao-yan. 2007. Vegetation Growth Monitoring Under Coal Exploitation Stress by Remote Sensing in the Bulianta Coal Mining Area, Insitute of Land Reclamation and Ecological Restoration, China University of Mining & Technology, Beijing 100083,China, J China Univ Mining & Technol, 17(4): 0479 – 0483.

4. Haque, N, J.R. Peralta-Videa , M. Duarte-Gardea , J.L. Gardea-Torresdey .2009. Differential effect of metals/metalloids on the growth and element uptake of mesquite plants obtained from plants grown at a copper mine tailing and commercial seeds, Bioresource Technology 100, 6177–6182.

۵. رسولی. ب، ۱۳۸۳. بررسی تاثیر کشت گونه‌های تاغ، آتریپکس و گز بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه تربیت مدرس، ص ۱۶۲.

6. Redente, E. F., Baker, D. A. 1996 . Direct revegetation of mine tailings- A case study In Colorado. In Planning, Rehabilitation and Treatment of Disturbed Lands. Billings Symposium,183-191.

7. Carrick, P.J., 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.

8. Coppin, N.J., Bradshaw, A.D. 1982. QuarryReclamation: The Establishment of Vegetation in Quarries and Open Pit Non-metal Mines. Mining Journal Books Ltd, London, England, 18–25.

9. Paschke, M.W., Redente, E.F., & Brown, S.L.2003. Biology and establishment of Degradation and Development, 14, 459–480.

10. Alexander, M.J. 1996. The effectiveness small-scale irrigated agriculture in the reclamation of mine land soils on the Jos plateau of Nigeria. Land Degradation and Development, 7, 77–85.

11. Akbari, A, D., M. Osanloo & H. Hamidian. 2007.Selecting post mining land use through analytical hierarchy processing method: case study in Sungun copper open pit mine of Iran.pp5.

12. Soltanmohammadi, H., Osanloo, M. &Aghajani, A.B. 2010 . An analytical approach with a reliable logic and a ranking policy for post-mining land-use determination. Land Use Policy, 27, 364– 372.

13. Bangian, A.H., 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, France,1-11.

۱۴. علوی. ای، ا. اکبری، و م. پارسایی، زمستان ۱۳۸۹، انتخاب گونه گیاهی مناسب برای بازسازی معدن مس سرچشمه به روشAHP فازی، انجمن علمی مهندسی معدن دانشگاه صنعتی امیرکبیر، فصلنامه علمی تخصصی مهندسی معدن، بلور، سال پانزدهم، (۲۹)، ۱۰-۱۷.

15. Mishra, A., S.D. Sharma & G.H. Khan و2003.Improvement in physical and chemical properties of sodic soil by 3,6 and 9 years old plantation of Eucalyptus tereticornis, journal of Forest Ecology and Management, Article in press.

16. Kasmaee, S.; Gholamnejad, J.; Yarahmadi, A.; Mojtahedzadeh, H.;. "Reserve estimation of the high phosphorous stockpile at the Choghart iron mine of Iran usinggeostatistical modeling", Mining Science and Technology, Department of Mining and Metallurgical Engineering, Yazd University,Yazd, Iran , 20 , 0855–0860, 2010.

۱۷.اصانلو. م؛ چاپ اول سال ۱۳۸۰ ، *بازسازی معادن*، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران ، ص ۵۷-۸۷ ، ۱۱۴.

18. Chen, C.T. 2000. Extensions of the TOPSIS for group decision making under fuzzy environment. Fuzzy Sets Syst 114:1–9.

۱۹. مومنی، م؛ چاپ دوم پاییز۱۳۸۷، مباحث نوین تحقیق در عملیات، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۱-۶۳، ص ۱۸۷-۲۳۱.