

انتخاب پوشش گیاهی برای احیای محیط زیست معدن مس سونگون، به روش شباهت به گزینه ایده آل فازی

ایرج علوی^{*۱}

iraj_alavi@yahoo.com

ناصر پیروزیانیا^۲

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۶

تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۱۰

چکیده

زمینه و هدف: همه مراحل پروژه معدن معمولاً وضعیت اولیه محیط زیست را در طی استخراج بر هم می‌زند. بنابراین از زمان اکتشاف تا پایان استخراج و بعد از بسته شدن معدن، یک برنامه بازسازی جامع از زمین معدن‌کاری شده باید اجرا شود. کاشتن گونه‌های گیاهی مناسب در هر مرحله از طرح بازسازی در این منطقه، هدف از این پژوهش است. در همه نوع از استفاده مجدد از زمین معدن‌کاری شده از قبیل کشاورزی، چراگاه، جنگل کاری، جذب توریست، ایجاد حیات وحش، انتخاب و کاشت گونه‌های گیاهی مناسب، یکی از ضروری‌ترین نیازها برای اجرای موفق طرح بازسازی زمین معدن‌کاری شده است.

روش بررسی: روش بررسی در این تحقیق، انتخاب گونه‌های گیاهی بر اساس فاکتورهای اولیه که نوع استفاده مجدد از زمین معدن‌کاری، شرایط اقلیمی منطقه مورد بررسی، جنس و طبیعت خاک می‌باشند، است. بعد از آن، اولویت بین گونه‌های انتخاب شده بر حسب فاکتورهای ثانویه (چشم انداز منطقه، مقاومت در برابر بیماری‌ها و حشرات، قدرت و چگونگی رشد، در دسترس بودن گیاه، بازدهی اقتصادی، حفاظت از خاک و ذخیره سازی آب، جلوگیری از انواع آلودگی‌ها) با یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره تعیین شده است. این مدل با روش شباهت به گزینه ایده آل فازی و در معدن مس سونگون ایران اجرا شده است. تصمیم بر اساس قضاوت‌های شفاهی و کارشناسی گروهی در مطالعه موردی گرفته شد.

بحث و نتیجه گیری: نتایج به ترتیب عبارت بودند از درخت افرا، ون (زبان گنجشک)، زرشک، سیاه تلو، بلوط، آلوچه وحشی که تمام گونه‌ها، بومی منطقه هستند. در قسمت‌هایی که تخریب صورت گرفته و همچنین محل‌های دامپ باطله، از گونه‌های پیش‌قراول مانند افرا، سیاه تلو و آلوچه وحشی که قدرت تشبیت بالا و سازگاری بیشتری دارند باید استفاده شوند تا محل را برای کاشت بقیه گونه‌های گیاهی آماده کنند.

واژه‌های کلیدی: بازسازی، گونه‌های گیاهی، تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش شباهت به گزینه ایده آل فازی، معدن مس سونگون، افرا.

۱- کارشناس ارشد مهندسی معدن، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی معدن، تهران، ایران. * (مسئول مکاتبات)

۲- کارشناس ارشد سیستم‌ها و حفاظت از محیط زیست، شرکت ملی صنایع مس ایران، مجتمع مس سونگون.

Plant Type Selection for Sungun Copper Mine Environment Reclamation by Fuzzy TOPSIS Method

Iraj Alavi^{1*}*(Corresponding Author)*

iraj_alavi@yahoo.com

Naser pirooznia²

Abstract:

Background and Objective: all steps of a mining project generally disturb the environment's original condition during execution. Therefore from exploration until end of the exploitation and after mining closure, there should be an exhaustive applied reclamation plan of the mined land. Planting the suitable plant species in each step of any reclamation plan in this area is the goal of this research. In all type of post mining land use such as Agriculture, Pasture, Forestry, Tourist attraction, Wild life creation, selection and planting the appropriate plant species are the most essential requirements to implement a successful mined land reclamation plan.

Method: The Research methodology is selecting the plant species that is carried out on the basis of the primary factors which include type of Post mining land use, Climate, Nature of soil. The priority is defined between the selected species, based on of the secondary factors (Perspective of the region, resistance against disease and insects, strength and method of growth, availability to plant Species, Economic efficiency, Protection of soil and storing water, prevention from pollution) by a MCDM model. This model is implemented by FUZZY TOPSIS method. The mentioned procedure was applied in the Sungun Copper Mine in Iran. Decision making was executed on the basis of oral judgments and experts group opinions in the case study.

Discussion and Conclusion: The results have been consisted of maple, Ash, Barberry, Paliurus Spina –Christi, Oak, and Sloe respectively. All species are native. In parts that ground is damaged and also waste dump sites, are used Maple and Paliurus Spina –Christi and Sloe are stabilizers and compatible till field is prepared for planting residuary of plants.

Keywords: plant species, MCDM, FUZZY TOPSIS method, Sungun Copper Mine, maple.

1- MS.C graduate, Department of Mining Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- MS.C graduate, Systems and Environment Protection Engineering, Sungun Complex

مقدمه

معدنی را بررسی کردند که کشتزار، باغ، چراگاه و مرتع، قلمستان، تولید الوار، جنگل و بوته‌زار و درختچه‌های بومی، فضای سبز، ساخت و ساز عنوان شده اند. (۵) *Bangian and Osanloo (2008)*، گونه‌های گیاهی مناسب برای احیای زمین معدن مس سونگون را به روش *AHP* سنتی انتخاب کردند (۶). علوی و همکاران (۱۳۸۹) بهترین گونه های گیاهی برای بازسازی معدن مس سرچشمه را به روش *AHP* فازی انتخاب کردند (۷). به منظور رفع عدم قطعیت برخی داده‌ها، پروفیسور عسگر لطفی‌زاده برای اولین بار در سال ۱۹۶۵ تئوری مجموعه‌های فازی را معرفی کرد. در تحقیق حاضر، اعداد فازی مثلثی (*l, m, u*) استفاده شد. پارامترهای *l, m, u*، به ترتیب کوچکترین مقدار ممکن، ارزش نویدبخش و بزرگترین مقدار ممکن را نشان می‌دهند (۸). روش *TOPSIS* ابتدا توسط یون و هوانگ در سال ۱۹۸۱ ارائه شده است (۹). مفهوم اساسی این روش این است که باید گزینه انتخابی کوتاه ترین فاصله از راه حل ایده آل مثبت و دورترین فاصله از راه حل ایده آل منفی را داشته باشد. چن (*Chen., 2000*)، *TOPSIS* را در محیط فازی گسترش داد (۱۰). تاکنون حدود ۳۳ گونه گیاهی خاص رویش ارسباران از قبیل بلوط، ممرز، کرب، کرکو، زرشک، آردوج، سیاه تلو، سرخدار، بارانک، آلوچه وحشی، ملج، ون، ذغال اخته، هفت کول و افرا و غیره شناسایی شدند. اهداف این پژوهش، انتخاب گونه گیاهی مناسب برای بازسازی زمین معدن و طراحی فضای سبز مجتمع مس سونگون، 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 هستند که با روش نوین تصمیم‌گیری چندمعیاره *TOPSIS* فازی، بهترین گونه های گیاهی بومی به ترتیب اهمیت، اولویت بندی شدند. گیاهان بومی یک منطقه، بهترین نمونه ها جهت توسعه پوشش گیاهی بوده و دلیل این امر، بردباری و هماهنگی با شرایط اقلیمی و جغرافیایی منطقه در طی سالیان گذشته و آینده است.

در مناطقی که معادن جدید کشف و استخراج می‌شوند، اثرات زیست محیطی وجود خواهند داشت. بازسازی معدن یکی از مراحل مهم در اجرای هر طرح معدنی است. برنامه ریزی اولیه برای بازسازی معدن در زمان مطالعات امکان سنجی طرح انجام شده و اجرای آن نیز همراه با عملیات اکتشاف معدن شروع می شود. این برنامه تنها بخشی از یک طرح معدنی است که اجرای آن از زمان شروع تا پایان طرح و حتی پس از بسته شدن معدن نیز برای مدتی نامحدود ادامه پیدا خواهد کرد. در نتیجه یک برنامه موفق بازسازی در تمام طول عمر معدن، باید در حال بازنگری، اصلاح و به روز شدن از نظر فنی و اقتصادی باشد. به طور کلی، محل معدن باید اصلاح شود، به طوری که در نهایت استفاده مجدد از زمین و ساختارشناسی سایت معدن یا محیط زیست سایت باید باهم سازگار باشند (۱). بازسازی معادن، هم از نظر کاهش آلاینده‌گی و ایجاد زمین های هموار و مناسب برای رشد و پرورش گونه‌های گیاهی و جانوری و هم از نظر ایجاد چشم انداز و منظره مناسب در منطقه مهم می باشد. 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 (۲). گیاهان به عنوان 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 هر چه بیشتر این روابط می‌باشد. گیاهان، نقش عمده ای در زندگی موجودات زنده، حفظ طبیعت و تعادل اکوسیستم ایفا می‌نمایند. درک ارتباط گیاهان با عوامل اکولوژیک و چگونگی بهره برداری بهینه، به عنوان اطلاعات پایه‌ای است که بر پایداری و استمرار حیات آنها در عرصه‌های منابع طبیعی تاثیر می‌گذارد. تاثیرات مفید گیاهکاری در زمین معدنکاری شده توسط *Alexander (1996)* و *Paschke (2003)* به دست آمدند (۴،۳). *Akbari et al., (2007)*، روش های *Soltanmohammadi et al., (2010)*، روش های تصمیم گیری، استفاده های ممکن از زمین‌های استخراج شده

مواد و روش ها

- منطقه مورد بررسی

معدن مس سونگون با ۳۸۸ میلیون تن سنگ معدن و عیار متوسط ۰/۶ درصد در استان آذربایجان شرقی، در ۱۳۰ کیلومتری شمال تبریز و ۷۰ کیلومتری شهرستان اهر و ۲۵ کیلومتری شهرستان ورزقان، در یک ناحیه کوهستانی واقع شده است. ارتفاع در بلندترین نقطه معدن ۲۴۶۰ و در پست ترین نقطه ۱۷۰۰ متر از سطح دریای آزاد می باشد، در نتیجه با اختلاف ارتفاعی در حدود ۷۵۰ متر، توپوگرافی و دامنه هایی پرشیب پدیدار شده است. پوشش گیاهی منطقه به علت وجود آب و هوایی کوهستانی، معتدل تا سرد، نسبتاً مرطوب و جریان های جوی ناشی از دریای سیاه، متنوع و نسبتاً متراکم است. میانگین بارندگی سالانه در ایستگاه هواشناسی مجتمع مس سونگون، ۳۷۶/۲۶ میلی متر و متوسط سالانه رطوبت، ۷۰/۲ درصد و میانگین سرعت باد، ۳/۱۴ متر بر ثانیه و غرب به شرق است. دمای این منطقه از ۱۵/۵- تا ۲۹/۳ درجه سانتیگراد متغیر است. پوشش گیاهی منطقه معدنی سونگون، اکثراً ترکیبی از گونه های گیاهی ارسبارانی و آذربایجان می باشند. در اکثر نقاط منطقه ارسباران، سنگ مادری بیرون زده است و اسیدپته نسبتاً اسیدی و با افزایش تراکم جنگلی، اسیدپته بیشتر می شود. عمده ترین خاک های منطقه، شامل قهوه ای جنگلی و قهوه ای آهکی می باشند (۶).

- روش بررسی

در تحقیقی با عنوان "انتخاب مورد استفاده مجدد زمینهای استخراج شده با روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مطالعه موردی در معدن مس سونگون"، جنگل کاری به عنوان گزینه مناسب برای استفاده مجدد زمین های استخراج شده در این معدن انتخاب و پیشنهاد شده است (۵). پیشنهاد مذکور براساس عوامل موثر بر انتخاب مورد استفاده مجدد زمین های استخراج شده که شامل دو گروه به شرح ذیل می باشند، انجام شده است. عوامل گوناگون برای انتخاب گونه های گیاهی در طرح بازسازی معادن، به دو گروه تقسیم می شوند. عوامل اولیه آن دسته از عواملی هستند که گونه های گیاهی سازگارتر با شرایط

منطقه، از میان گیاهان مختلف، انتخاب شده که حتماً باید دارای تناسب و هماهنگی لازم با آنها باشند. این عوامل برای گلچین کردن گونه های گیاهی اولیه بر اساس شرایط خاص منطقه مورد مطالعه، برای آسان شدن عملیات انتخاب در مرحله بعدی هستند. عوامل ثانویه، معیارهایی هستند که اهمیت گونه های گیاهی منتخب از عوامل اولیه، بر اساس آنها، در منطقه مشخص می گردند و گونه های گیاهی منتخب نسبت به یکدیگر اولویت بندی می شوند (۱۱).

الف) عوامل اولیه: نوع استفاده مجدد از زمین معدن، زمین شناسی و اقلیم منطقه، پارامترهای خاک شناسی منطقه انتخاب اولیه از گونه های گیاهی مطالعه شده مربوط برای بازسازی معدن، متناسب با عوامل اولیه انجام شد. استفاده های بعدی از زمین معدن کاری شده عبارتند از: برگرداندن زمین به حالت اولیه - فعالیت های کشاورزی - حیات وحش و تبدیل کردن به جنگل - زیبا سازی و ایجاد جاذبه های توریستی، ساختمان های آموزشی، تجاری، صنعتی و مسکونی، مرتع (۵). در نتیجه در این مرحله، تنها گونه هایی از کل گونه های گیاهی موجود در منطقه رویشی ارسباران که با جنگل کاری در این منطقه، هماهنگ هستند، به مرحله بعدی راه یافتند. در مرحله دوم، از بین گونه های انتخاب شده در مرحله اول، گونه هایی انتخاب شدند که برای انواع زمین شناسی و شرایط اقلیمی محلی مناسباند و گزینه های دیگر رد شدند. زمین شناسی و اقلیم منطقه عبارتند از: شیب و نوع زمین، روشنایی و نور خورشید، آب و هوا، رطوبت، دما، باد، باران، آلاینده های هوا. گیاهان مورد نظر باید سازگار با شرایط آب و هوایی منطقه باشند. کیفیت خاک و پارامترهای خاک شناسی منطقه نیز سومین عنصر برای عوامل اولیه است که از گونه های انتخاب شده بر اساس عوامل اول و دوم، برخی از گزینه ها رد شدند. نوع خاک بر اساس اسید یا قلیایی بودن، شوری، فلزات سنگین، مواد آلی سنجیده می شوند (۱۱). گیاهان افرا = A1، بلوط = A2، ون = A3، زرشک = A4، سیاه تلو = A5، آلوچه وحشی = A6، انتخاب شدند.

اصلی درختان در مناطق خشک)، (C7) جلوگیری از انواع آلودگی‌ها (جهت تلطیف هوای منطقه آلوده معدنی) (۷).

– انتخاب گونه های گیاهی بر اساس عوامل ثانویه با استفاده از روش شباهت به گزینه ایده آل فازی

ابتدا با قضاوت شفاهی کارشناسان مربوطه، ۸ پرسشنامه به دست آمدند که پرسشنامه اول برای مقایسه اهمیت معیارها با ملاحظه هدف است که بردار وزن ها از این ماتریس به وجود می آیند. ماتریس تصمیم گیری نیز از هفت پرسشنامه گزینه ها نسبت به هفت معیار، به وجود آمدند. در ادامه در جداول ۱ و ۲، دو پرسشنامه برای نمونه آورده شده اند.

ب) عوامل ثانویه: با مشورت از اساتید دکترای جنگلداری، کارشناسان منابع طبیعی و مهندسان معدن منطقه، هفت معیار اصلی که همه عوامل را در بر می گیرند، انتخاب شدند که عبارتند از: C1 (چشم انداز منطقه، C2) مقاومت در برابر بیماری‌ها و حشرات (بر اساس طول عمر درخت و پایداری سرمایه گذاری طرح)، C3) قدرت و چگونگی رشد (بر اساس اهمیت پوشش سریع و نرخ رشد در طرح جنگل کاری)، C4) در دسترس بودن گیاه (حمل و نقل آسان)، C5) بازدهی اقتصادی (به منظور کسب درآمد و ایجاد اشتغال برای ساکنین)، C6) حفاظت از خاک و ذخیره سازی آب (وظیفه

جدول ۱- پرسشنامه اهمیت معیارها نسبت به هدف

معیار / اهمیت کیفی	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
چشم انداز منطقه					
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					

جدول ۲- پرسشنامه اهمیت گزینه‌ها نسبت به معیار حفاظت از خاک و آب

گزینه / اهمیت در C6	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
افرا					
بلوط					
ون					
زرشک					
سیاه تلو					
آلوچه وحشی					

گیری (۹ تا ۱) تعریف شده که خیلی کم [۳ و ۲]، کم [۵ و ۳]، متوسط [۷ و ۵]، زیاد [۹ و ۷]، خیلی زیاد [۹ و ۷] هستند.

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

منفی، مینیمم مولفه اول و ماکزیمم مولفه اول، در هر ستون، بدست می‌آید.

$$V_j^+ = \max_i \{\tilde{v}_{ij3}\} \quad (3)$$

$$V_j^- = \min_i \{\tilde{v}_{ij1}\} \quad (4)$$

که: $V_j^+ =$ ایده‌آل ترین هر ستون، $V_j^- =$ غیرایده‌آل

ترین هر ستون

$$A^+ = (\tilde{V}_1^+, \tilde{V}_2^+, \dots, \tilde{V}_n^+) \quad (5)$$

$$A^- = (\tilde{V}_1^-, \tilde{V}_2^-, \dots, \tilde{V}_n^-) \quad (6)$$

که: A^- حل ضد ایده‌آل، A^+ حل ایده‌آل، \tilde{V}_1^+ عنصر

ایده‌آل ماتریس بی بعد موزون، $\tilde{V}_n^- =$ عنصر ضد ایده‌آل

ماتریس بی بعد موزون

۶- تعیین فاصله از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل: که در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است.

$$d_i^+ = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{j=1}^n (\tilde{V}_{ij} - V_j^+)^2} \quad (7)$$

$$d_i^- = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{j=1}^n (\tilde{V}_{ij} - V_j^-)^2} \quad (8)$$

که: $d_i^- =$ فاصله از حل ضد ایده‌آل، $d_i^+ =$ فاصله از حل

ایده‌آل

۷- تعیین شاخص شباهت

$$CC = \frac{d^-}{d^- + d^+} \quad (9)$$

که: $CC =$ نزدیکی نسبی (شاخص شباهت)

یافته‌ها

چندین گونه گیاهی که در حوالی معدن مس سونگون توانایی رویش دارند، به عنوان گزینه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. یک پرسشنامه معیارها به هدف و هفت پرسشنامه گزینه‌ها به معیارها، باتوجه به اعمال نظر اساتید دکترای جنگل‌داری، کارشناسان منابع طبیعی و مهندسان معدن و محیط زیست منطقه تکمیل گردیدند که ماتریس تصمیم روش TOPSIS فازی در جدول ۳ به دست آمدند. در طی مراحل کار،

مراحل روش شباهت به گزینه ایده‌آل فازی به شرح زیر است(۱۲):

۱- ماتریس تصمیم گیری تشکیل می‌شود. با استفاده از پرسشنامه‌ها، ماتریس تصمیم گیری گزینه‌ها به معیارها بدست آمده شد.

با توجه به عوامل ذکر شده و نظرات کارشناسان، پرسشنامه‌هایی آماده شد که به طور نمونه، پرسشنامه اهمیت معیارها در جدول ۱ و پرسشنامه مقایسه گزینه‌ها با توجه به معیار هفتم (جلوگیری از آلودگی‌ها) در جدول ۲ آمده‌اند. ماتریس تصمیم گیری در جدول ۳ آمده است.

۲- وزن معیارها مشخص می‌شود.

برداروزن (۱ تا ۰) از نرمالایز کردن ضریب اهمیت‌ها بدست آمد که از تقسیم اعداد فازی کمی اهمیت‌ها بر مجموع آنها حساب شد که در زیر مشاهده می‌شود. $[1=0.37, 2=0.74, 3=0.11, 4=0.185, 5=0.259, 6=0.333]$.

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. (با این نکته که در مخرج، جای کران پایین و کران بالا عوض می‌شوند). چون در این تحقیق، همه معیارها مثبت است، فرمول‌ها بر اساس معیار مثبت است.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right), \quad c_j^+ = \max_j c_{ij}$$

که: $\tilde{r}_{ij} =$ عنصر ماتریس سلول بی مقیاس، $a_{ij} =$ مولفه اول،

$c_j^+ =$ ماکزیمم مولفه‌های هر ستون

۴- تشکیل ماتریس بدون بعد وزن دار شده

$$\tilde{w}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_{ij} \quad (2)$$

که: $\tilde{w}_{ij} =$ عنصر بی مقیاس بی‌بعد، $\tilde{w}_{ij} =$ بردار وزن

۵- تعیین حل ضد ایده‌آل و ایده‌آل: 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

فاصله های گزینه ها از حل ایده ال و ضد ایده ال در جداول ۴ و ۵ آمده اند. با توجه به روش TOPSIS فازی، بهترین گزینه درخت افرا است و نتایج رتبه بندی گزینه ها در شکل ۱ به صورت شماتیک، آورده شده است که عبارتند از $A1 > A3 > A4 > A5 > A2 > A6$:

جدول ۳- ماتریس تصمیم گیری گزینه ها نسبت به معیارها

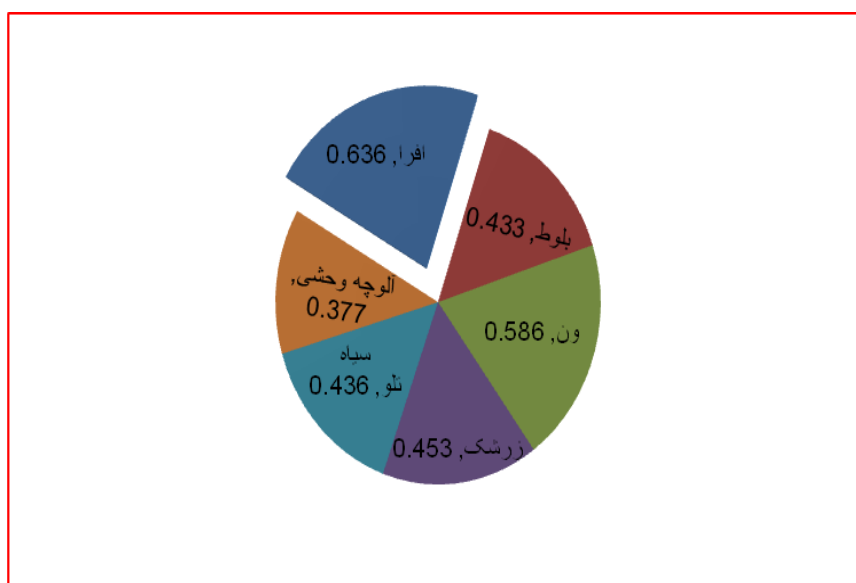
چشم انداز منطقه	مقاومت در برابر بیماری	نحوه رشد	دسترسی به گونه گیاهی	اقتصاد	ذخیره خاک و آب	جلوگیری از آلودگی ها
افرا	۷،۹،۹	۷،۹،۹	۷،۹،۹	۷،۹،۹	۷،۹،۹	۷،۹،۹
بلوط	۵،۷،۹	۵،۷،۹	۳،۵،۷	۳،۵،۷	۳،۵،۷	۲،۳،۵
ون	۷،۹،۹	۷،۹،۹	۳،۵،۷	۵،۷،۹	۵،۷،۹	۵،۷،۹
زرشک	۵،۷،۹	۵،۷،۹	۲،۳،۵	۵،۷،۹	۲،۳،۵	۲،۳،۵
سیاه تلو	۵،۷،۹	۵،۷،۹	۲،۳،۵	۷،۹،۹	۲،۳،۵	۲،۳،۵
آلوچه وحشی	۳،۵،۷	۳،۵،۷	۲،۳،۵	۳،۵،۷	۲،۳،۵	۳،۵،۷

جدول ۴- فواصل گزینه ها از حل ایده آل

فاصله	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	جمع
d(A1,A+)	۰/۰۷۶	۰/۱۱۷	۰/۰۸۵	۰/۱۰۸	۰/۰۸۵	۰/۱۱۷	۰/۱۱۷	۰/۷۰۶
d(A2,A+)	۰/۱۱۷	۰/۱۵۳	۰/۱۱۹	۰/۱۶۰	۰/۱۱۹	۰/۱۹۶	۰/۲۳۷	۱/۱۰۱
d(A3,A+)	۰/۰۷۶	۰/۱۱۷	۰/۱۱۹	۰/۱۳۲	۰/۱۰۱	۰/۱۱۷	۰/۱۵۳	۰/۸۱۵
d(A4,A+)	۰/۱۱۷	۰/۱۵۳	۰/۱۳۸	۰/۱۳۲	۰/۱۳۸	۰/۲۳۷	۰/۱۵۳	۱/۰۶۸
d(A5,A+)	۰/۱۱۷	۰/۱۵۳	۰/۱۳۸	۰/۱۰۸	۰/۱۳۸	۰/۲۳۷	۰/۱۹۶	۱/۰۸۷
d(A6,A+)	۰/۱۷۱	۰/۱۹۶	۰/۱۳۸	۰/۱۶۰	۰/۱۳۸	۰/۱۹۶	۰/۱۹۶	۱/۱۹۵

جدول ۵- فواصل گزینه ها از حل ضد ایده آل

فاصله	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	جمع
d(A1,A-)	۰/۲۱۲	۰/۱۹۹	۰/۱۱۴	۰/۱۵۷	۰/۱۱۴	۰/۲۱۹	۰/۲۱۹	۱/۲۳۴
d(A2,A-)	۰/۱۷۷	۰/۱۷۸	۰/۰۷۹	۰/۱۰۲	۰/۰۷۹	۰/۱۴۰	۰/۰۸۷	۰/۸۴۱
d(A3,A-)	۰/۲۱۲	۰/۱۹۹	۰/۰۷۹	۰/۱۴۳	۰/۱۰۷	۰/۲۱۹	۰/۱۹۶	۱/۱۵۴
d(A4,A-)	۰/۱۷۷	۰/۱۷۸	۰/۰۵۲	۰/۱۴۳	۰/۰۵۲	۰/۰۸۷	۰/۱۹۶	۰/۸۸۴
d(A5,A-)	۰/۱۷۷	۰/۱۷۸	۰/۰۵۲	۰/۱۵۷	۰/۰۵۲	۰/۰۸۷	۰/۱۴۰	۰/۸۴۱
d(A6,A-)	۰/۱۱۵	۰/۱۲۳	۰/۰۵۲	۰/۱۰۲	۰/۰۵۲	۰/۱۴۰	۰/۱۴۰	۰/۷۲۳



شکل ۱- امتیازات گونه های گیاهی برای کاشت گیاهان برتر در معدن سونگون به روش TOP SIS فاز

بحث و نتیجه گیری

می شوند که با توجه به ارتفاع و تراکم درختان به وضوح اتمام حدود رویشی دیده می شود. کمربندهای ارتفاعی، جهت شیب ها، میزان تابش درون دره ها، منابع تامین کننده رطوبت همانند رودخانه های دائمی و جنس خاک، عامل اصلی این تغییر چهره پوشش گیاهی هستند. پس به راحتی بسیاری از گیاهان دره شمالی معدن سونگون به فاصله کمتر از ۲ کیلومتر، توان توسعه در درون سایت را نخواهند داشت. در این میان از نقش تخریبی توسعه انسانی نباید چشم پوشی کرد که به واسطه توسعه کشاورزی، چرای دام، برداشت چوب و حتی عملیات عمرانی و معدنی حدود رویشی را مختل ساخته و در بسیاری از نقاط که در گذشته مه چندان دور جنگل وجود داشته، توان رویش مجدد کاملاً از بین رفته است. نمونه واضح این امر، در شرق یا جنوب منطقه ارسباران دیده می شود که در اثر تداخلات انسانی، پیشرفت مجدد جنگل به شکل طبیعی دور از ذهن به نظر می رسد. گونه های افرا، سیاه تلو، ون، زرشک، آلوجه وحشی، بلوط، به علت بومی بودن و سابقه سازگاری با محیط، بیشتر مورد تایید هستند که در صورت کاشت، منطقه معدنی را کاملاً پوشش می دهند. علیرغم مغایرت با اصول جنگل کاری علمی در قسمت هایی از سایت،

در این تحقیق، روش شباهت به گزینه ایده آل فاز که روش های جدید است، برای انتخاب گونه های گیاهی مناسب برای طرح بازسازی معدن مس سونگون، استفاده شد. از طریق این روش، از تصمیم گیرنده ها و کارشناسان برای قضاوت درباره هر یک از اهمیت های نسبی گزینه ها به معیارها، سوال پرسیده شد. پتاسیم و فسفر و عناصر ریزمغذی در بخش معدن و آزمایشگاه، کمتر از حد بحرانی است و نیاز به کوددهی، قطعاً نیاز است. پوشش گیاهی منطقه سونگون، اکثراً ترکیبی از گونه های ارسبارانی و آذربایجان می باشند. هدایت الکتریکی مطلوب خاک، دلیل بر غیرشور بودن دارد و قلیائیت در خاک معدن ضعیف تا متوسط نشان داده است. در کنار محدودیت های شناسایی و تدوین مختصات اکولوژیکی گیاهان منطقه، وجود خرد اقلیم های متعدد از همه سمت، موجب گشته تا به فاصله بسیار کمی از منطقه ارسباران، بسیاری از گیاهان برای رویش طبیعی از خود، بردباری نشان ندهند و کمربندها و حدود رویشی آنها به یکباره قطع شوند. بهترین شاهد این امر، فقدان پوشش گیاهی متنوع ارسبارانی در سایت معدنی سونگون است. با وجود امتداد لکه های مرتعی تا درون سایت، تنها منطقه رویشی بلوط و چند نوع گونه محدود در شمال و شرق دیده

5. Akbari D, A.; Osanloo, M.; Hamidian, H., 2007. Selecting post mining land use through analytical hierarchy processing method: case study in Sungun copper open pit mine of Iran, pp5.
6. Bangian, A.H & M. Osanloo., 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.
۷. علوی، ای؛ اکبری، ا؛ پارسایی، م؛ 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، زمستان ۱۳۸۹، سال پانزدهم، شماره ۲۹، ۱۰-۱۷.
8. Zadeh, L.A., 1965, Fuzzy sets. Inf Control 8:338-353.
9. Hwang CL, Yoon K, 1981, multiple attributes decision making methods and applications. Springer, Berlin, 22, 12-19.
10. Chen CT, 2000, Extensions of the TOPSIS for group decision making under fuzzy environment. Fuzzy Sets Syst 114:1-9.
۱۱. اصانلو، م؛ بازسازی معدن، چاپ اول، تهران، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران، سال ۱۳۸۰، ص ۵۷-۸۷، ۱۱۴.
۱۲. مومنی، م؛ مباحث نوین تحقیق در عملیات، چاپ دوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، پاییز ۱۳۸۷، ص ۱-۶۳، ۱۸۷-۲۳۱.
- مانند ساختمان های اداری و کارخانه می توان از گونه های سوزنی برگ که دارای تیپ مناسب استفاده نمود. در قسمت هایی که تخریب صورت گرفته و همچنین محل های دامپ باطله، از گونه های پیش قراول مانند سیاه تلو و آلوچه وحشی و افرا که قدرت تثبیت بالا و سازگاری بیشتری دارند باید استفاده شوند تا محل را برای کاشت بقیه گونه های گیاهی آماده کنند.

منابع

1. Soltanmohammadi, H. M.Osanloo & A.B. Aghajani., 2010, An analytical approach with a reliabl logic and a ranking policy for post-mining land-use determination, Land Use Policy, vol 27, 364-372.
2. Xia, LU & HU. Zhen., 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, , 17(4): 0479 – 0483.
3. Alexander, M.J., 1996. The effectiveness of small-scale irrigated agriculture in the reclamation of mine land soils on the Jos plateau of Nigeri, Land Degradation and Development, 7, 77-85.
4. Paschke, M.W, Redente, E.F.; Brown, S.L., 2003. Biology and establishment of mountain shrubs on mining disturbances in the rocky mountains, USA. Land Degradation and Development, 14, 459-480.