

## استفاده از روش AHP فازی برای انتخاب گونه‌های گیاهی در طرح بازسازی معدن مس سونگون منطقه ارسباران

ایرج علوی<sup>1\*</sup>، مهدیه مسلمی<sup>2</sup>، ناصر پیروزی<sup>3</sup>

تاریخ دریافت: 91/2/20 تاریخ پذیرش: 93/9/3

1- کارشناس ارشد مهندسی معدن، گروه مهندسی معدن، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

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

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

\*مسئول مکاتبه Email: [Iraj\\_alavi@yahoo.com](mailto:Iraj_alavi@yahoo.com)

### چکیده:

همه مراحل پروژه معدنکاری، شرایط اولیه محیط زیست را بر هم می زنند. از این رو از مرحله اکتشاف تا پایان استخراج و بعد از بسته شدن معدن، باید برنامه بازسازی جامعی اجرا شود. کاشت گونه های گیاهی مناسب در هر مرحله از برنامه بازسازی معدن از ضروریات است. انتخاب گونه های گیاهی بر اساس عوامل اولیه طرح بازسازی که نوع استفاده مجدد از زمین معدنکاری شده، شرایط اقلیمی ناحیه و طبیعت خاک هستند، صورت گرفته است. سپس ماتریسهای مقایسه زوجی بر اساس پرسشنامه ها که توسط کارشناسان تکمیل گردیده است، بدست آمدند و گونه های گیاهی با روش تحلیل سلسله مراتبی فازی بر اساس عوامل ثانویه شامل چشم انداز منطقه، مقاومت در برابر بیماری ها و حشرات، قدرت و چگونگی رشد، در دسترس بودن گیاه، بازدهی اقتصادی، حفاظت از خاک و ذخیره سازی آب، جلوگیری از انواع آلودگی ها، اولویت بندی شدند. روش بالا توسط تصمیم گیرندگان بر اساس قضاوت شفاهی گروه کارشناسی در معدن مس سونگون در ایران اجرا شد. نتایج حاصل به ترتیب گونه های افرا، ون، بلوط، زرشک، سیاه تلو، آلوچه وحشی را جهت بازسازی معدن مناسب تشخیص داد.

واژه های کلیدی: افرا، بازسازی معدن، روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، گونه های گیاهی، معدن مس سونگون

## Using AHP Fuzzy Method for Plant Species Selection in Mine Reclamation Plan: Case Study Sungun Copper Mine, Arasbaran Region

Iraj Alavi<sup>1\*</sup>, Mahdieh Moslemi<sup>2</sup>, Naser Pirouznia<sup>1</sup>

Received: May 9, 2012 Accepted: December 21, 2014

1-Dept. of Mining Engineering Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2-Environment and Natural Resources Expert, Shomal Non-Profit University, Amol, Iran.

3-MSc, System and Protection of Environment, National Factory of Iran Copper Industry.

\*Corresponding Author: Email: [Iraj\\_alavi@yahoo.com](mailto:Iraj_alavi@yahoo.com)

### Abstract

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 mine closure, should be implemented an exhaustive mine reclamation plan of the mined land. Planting the suitable plant species in each step of any reclamation plan and each area is one of the necessities in this respect. plant types were selected based on reclamation plan primary criteria that are: Type of post mining land use, Climate, Nature of soil. Then, comparison matrixes based on questionnaires that were completed by experts were obtained and plant types were prioritized by Fuzzy AHP method based on secondary criteria that are: Perspective of the region, Resistance against disease and insects, Strength and method of growth, Availability of plant type, Economic efficiency, Protection of soil and storing water, Prevention from pollution. The mentioned procedure was applied regards Sungun open pit copper mine in Iran as a case study on Arasbaran region. Decision making was executed on the basis of oral judgments and group expertise in the case study. The outcome results have been consisted of *Acer monspesulanum*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus macranthera*, *Berberis vulgaris*, *Paliurus spina -Christi*, *Prunus divaricata ledeb*, respectively by reason of maximum priorities that are recognized for mine reclamation.

**Keywords:** Fuzzy AHP, Mine Reclamation, Plant Species Selection, Sungun Open Pit Copper Mine

### مقدمه

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

در مناطقی که معادن جدید کشف و استخراج می شوند، اثرات زیست محیطی وجود خواهند داشت. بازسازی معدن یکی از مراحل مهم در اجرای هر طرح

(2011) بهترین گونه های گیاهی برای بازسازی معدن مس سرچشمه و معدن سنگ آهن چغارت را به روش AHP فازی انتخاب کردند. همچنین ابراهیم آبادی و علوی (2013) در معدن مس سرچشمه تحقیق انتخاب گونه گیاهی AHP را با روش شباهت به گزینه ایده ال فازی، تکمیل کردند. به منظور رفع عدم قطعیت برخی داده‌ها، عسگر لطفی‌زاده برای اولین بار در سال 1965 تئوری مجموعه‌های فازی را معرفی کرد. در تحقیق حاضر، اعداد فازی مثلثی ( $l, m, u$ ) استفاده شد. پارامترهای  $l, m$  و  $u$ ، به ترتیب کوچکترین مقدار ممکن، ارزش نویدبخش و بزرگترین مقدار ممکن را نشان می‌دهند (زاده 1965). برای اولین بار فرایند تحلیلی سلسله مراتبی ( $AHP^1$ ) توسط توماس ال ساعتی، ارائه شده است که به طور گسترده‌ای در تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره استفاده می‌شود که ساختار سلسله مراتبی دارد و شامل هدف، معیارها، و گزینه‌ها می‌باشد. در این مطالعه AHP فازی توسعه‌ای ( $EA^2$ ) استفاده شده است، که در اصل توسط چانگ (1996) مطرح شد. تاکنون حدود 33 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 محیط زیست و زیباسازی مناطق اطراف این معدن هستند که با روش نوین تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP فازی، بهترین گونه های گیاهی بومی 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 است. البته ساختار زینتی بسیاری از گیاهان بومی، به گونه ای است که شرایط تکثیر و نیز رسیدن به اقسام اهلی و تزئینی آنها بسیار دشوار است.

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 با هم سازگار باشند (سلطان محمدی و همکاران 2010). 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 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 (ژیا و ژن 2008). 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 هرچه 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 الکساندر (1996) و پاسکه (2003) به دست آمدند. اکبری و همکاران (2007) و سلطان محمدی و همکاران (2010) با روش های تصمیم گیری، استفاده های ممکن از زمین‌های استخراج شده 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. بانگیان و اصائلو (2008) گونه‌های گیاهی مناسب برای احیای زمین معدن مس سونگون را به روش AHP سنتی انتخاب کردند. علوی و همکاران

<sup>1</sup> Analytical Hierarchical Process

<sup>2</sup> Extent Analysis Method

## مواد و روش‌ها

## منطقه مورد بررسی

معدن مس سونگون با 388 میلیون تن سنگ معدن و عیار متوسط 0/6 درصد در استان آذربایجان شرقی، در 130 کیلومتری شمال تبریز و 70 کیلومتری شهرستان اهر و 25 کیلومتری شهرستان ورزقان، در یک ناحیه کوهستانی واقع شده است. ارتفاع در بلندترین نقطه معدن 2460 و در پست ترین نقطه 1700 متر از سطح دریای آزاد می باشد، در نتیجه با اختلاف ارتفاعی در حدود 750 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، 376/26 میلیمتر و متوسط سالانه رطوبت، 70/2 درصد و میانگین سرعت باد، 3/14 متر بر ثانیه و جهت غرب به شرق است. دمای این منطقه از 15/5- تا 29/3 درجه سانتیگراد متغیر است. پوشش گیاهی منطقه معدنی سونگون، اکثراً ترکیبی از گونه های گیاهی ارسبارانی می باشند. در اکثر نقاط منطقه ارسباران، سنگ مادری بیرون زده است و اسیدیته نسبتاً اسیدی و با افزایش تراکم جنگلی، اسیدیته بیشتر می شود. عمده ترین خاک های منطقه، شامل قهوه ای جنگلی و قهوه ای آهکی می باشند (بانگیان و اصائلو 2008).

## عوامل مؤثر در انتخاب گونه های گیاهی

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 (اکبری و همکاران 2007). پیشنهاد مذکور براساس عوامل مؤثر بر انتخاب مورد استفاده مجدد زمینهای 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 (اصائلو 2001).

الف) عوامل اولیه: نوع استفاده مجدد از زمین معدن، زمین شناسی و اقلیم منطقه، پارامترهای خاکشناسی منطقه

انتخاب اولیه از گونه های گیاهی مطالعه شده 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 (اکبری و همکاران 2007). 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 مناسب اند 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، باران، آلاینده های هوا. گیاهان مورد نظر باید سازگار با شرایط آب و هوایی منطقه باشند. کیفیت خاک و پارامترهای خاکشناسی منطقه نیز سومین عنصر برای عوامل اولیه است که از

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 جنگل‌کاری)، 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 اصلی درختان در مناطق خشک)، C7) جلوگیری از انواع آلودگی‌ها ( جهت تلطیف هوای منطقه آلوده معدنی) (علوی و همکاران 2011).

ابتدا با قضاوت شفاهی کارشناسان مربوطه، 8 پرسشنامه به دست آمدند که در ادامه در جداول 1 و 2، دو پرسشنامه برای نمونه آورده شده اند.

گونه‌های انتخاب شده بر اساس عوامل اول و دوم، برخی از گزینه‌ها رد شدند. نوع خاک بر اساس اسید یا قلیایی بودن، شوری، فلزات سنگین، مواد آلی سنجیده می‌شوند (اصانلو 2001).

گیاهان افرا  $A1 = (Acer\ monspesulanum)$   
 بلوط  $A2 = (Quercus\ macranthera)$   
 ون  $A3 = (Fraxinus\ excelsior)$   
 زرشک  $A4 = (Berberis\ vulgaris)$   
 سیاه‌تلو  $A5 = (Paliurus\ spina-christi)$   
 آلوچه وحشی  $A6 = (Prunus\ divaricate\ ledeb)$   
 انتخاب شدند.

ب) عوامل ثانویه: با مشورت از اساتید جنگل‌داری، کارشناسان منابع طبیعی و مهندسان معدن منطقه، هفت معیار اصلی که همه عوامل را در بر می‌گیرند، انتخاب

جدول 1- پرسشنامه اهمیت معیارها نسبت به هدف

معیار / اهمیت کیفی	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
چشم انداز منطقه					g
مقاومت در برابر بیماری و حشرات					g
نحوه و قدرت رشد			g		
دسترسی به گونه گیاهی				g	
بازدهی اقتصادی					g
حفاظت از خاک و ذخیره آب					g
جلوگیری از آلودگی‌ها					g

جدول 2- پرسشنامه اهمیت گزینه‌ها نسبت به معیار حفاظت از خاک و آب.

گزینه/ اهمیت در C6	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
افرا					۵۵
بلوط				۵۵	
ون					۵۵
زرشک			۵۵		
سیاه تلو					۵۵
آلوچه وحشی					۵۵

جدول 3- تبدیل اهمیت کیفی زبانی به اهمیت کمی قطعی (علوی و همکاران 2011).

مقادیر کیفی قضاوت	مقادیر اعداد فازی
خیلی کم	1,2,3
کم	2,3,5
متوسط	3,5,7
زیاد	5,7,9
خیلی زیاد	7,9,9

S)  $M_1$  به  $M_2$  (اول)  $V(M_2 \geq M_1)$  = درجه بزرگی

دوم

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad [3]$$

$d'(A_i)$  = وزن نرمال نشده (مینیمم اعداد هر سطر) ،

[4]

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T$$

4- تعیین وزن نهایی هر گزینه و اولویت بندی

$$A1 = (A1 \text{ to } C1 \times C1 \text{ to } GOAL) + (A1 \text{ to } C2 \times C2 \text{ to } GOAL) + (A1 \text{ to } C3 \times C3 \text{ to } GOAL) \dots [5]$$

### نتایج

چندین گونه گیاهی که در حوالی معدن مس سونگون توانایی رویش دارند، به عنوان گزینه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. فرم پرسشنامه با توجه به اعمال نظر از اساتید جنگلداری، کارشناسان منابع طبیعی و مهندسان معدن و محیط زیست منطقه که 5 عضو تصمیم‌گیرنده در رابطه با این تحقیق بودند تکمیل گردید که امتیازاتشان در مورد هر معیار یا گزینه را به طور میانگین بیان کردند و 8 پرسشنامه مشترک ارائه دادند. در نتیجه از تقسیم ارزش اهمیت‌ها بر همدیگر، ماتریس‌های مقایسه زوجی به وجود آمدند که دو ماتریس به صورت نمونه در جداول 4 و 5 نشان داده شده‌اند. تصمیم‌گیرندگان، یک پرسشنامه معیارها به هدف و هفت پرسشنامه گزینه‌ها به معیارها را تشکیل دادند. در این تحقیق، تعداد 301 مقایسه زوجی انجام شد و به عنوان قضاوت‌های سازگار پذیرفته شدند. با توجه به ترکیبی از وزن معیارها و گزینه‌های مختلف، و تلفیق این وزن‌ها، ارزش نهایی هر گزینه به دست آمد که

با توجه به هفت معیار، هفت پرسشنامه گزینه‌ها نسبت به معیارها وجود دارند. ضریب اهمیت پرسشنامه‌های اولیه در جدول 3 مشخص است که متغیر زبانی به اعداد فازی ریاضی تبدیل شده و بر اساس آن، با تقسیم اهمیت‌ها بر هم، ماتریس‌های مقایسه زوجی به وجود آمدند.

انتخاب گونه گیاهی بر اساس مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM<sup>3</sup>) الگوریتم این روش به شرح زیر است (علوی و همکاران 2011):

الف- فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی ( $F. AHP$ )<sup>4</sup>

- 1- رسم ساختار سلسله مراتبی
- 2- تشکیل ماتریس مقایسه زوجی نسبی (در جداول 4 و 5 به طور نمونه آورده شده‌اند).
- 3- تعیین وزن‌های نسبی که به ترتیب در فرمول‌های بعدی مشاهده می‌شود.

4-

$$S_i = \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$$

[1]،  $\otimes$  = ضرب فازی

$$\text{جمع ستونی جمع فازی اعداد} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j$$

$$\text{سطر، جمع فازی اعداد در هر سطر} = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \quad [2]$$

$$\begin{cases} 1 & \text{IF } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{IF } L_1 \geq U_2 \\ \frac{L_1 - U_2}{(m_2 - U_2) - (m_1 - L_1)} & \text{OTHERWISE} \end{cases}$$

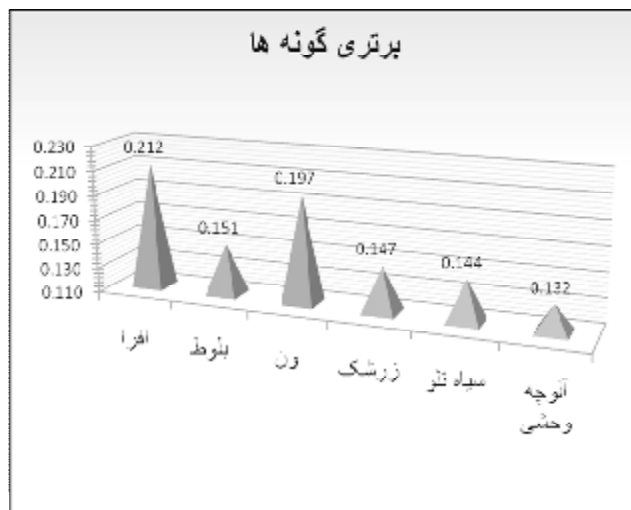
<sup>3</sup> Multi Criteria Decision Making

<sup>4</sup> Fuzzy Analytic Hierarchy Process

ارزشها و مقایسه زوجی با دیگر ارزشها در روش AHP فازی، بهترین گزینه در این تحقیق، درخت افرا است و نتایج رتبه بندی گزینه‌ها در شکل 1 به صورت نموداری، آورده شده است که عبارتند از:

$A1 > A3 > A2 > A4 > A5 > A6$  :

بهترین گزینه با سازگاری خوب، تعیین شد. قابل ذکر است که در این مقاله از نرم افزار خاصی استفاده نشده و همه فرمولهای مربوط به روش به صورت دستی و در نرم افزار excel وارد شده و نتایج آن با دقت بالایی به دست آمده‌اند. با توجه به مراحل امتیازبندی و تحلیل



شکل 1- نمودار امتیازات گونه های گیاهی برای کاشت گیاهان برتر در معدن سونگون به روش AHP فازی

جدول 4- ماتریس مقایسه زوجی بین معیارها نسبت به هدف

هدف	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	وزن
C1	1	0/778	1/4	1	1/4	0/778	0/778	0/198
	1	1/285	3	1/8	3	1/285	1/285	
	1	1/8	4/5	3	4/5	1/8	1/8	
C2	0/556	1	1	0/714	1	1	1	0/169
	0/788	1	2/333	1/4	2/333	1	1	
	1/285	1	4/5	3	4/5	1	1	
C3	0/222	0/222	1	0/285	1	0/222	0/222	0/081
	0/333	0/428	1	0/6	1	0/428	0/428	
	0/714	1	1	1/667	1	1	1	
C4	0/333	0/333	0/6	1	0/6	0/333	0/333	0/140
	0/556	0/714	1/667	1	1/667	0/714	0/714	
	1	1/4	3/5	1	3/5	1/4	1/4	
C5	0/222	0/222	1	0/285	1	0/222	0/222	0/081
	0/333	0/428	1	0/6	1	0/428	0/428	
	0/714	1	1	1/667	1	1	1	
C6	0/556	1	1	0/714	1	1	1	0/169
	0/788	1	2/333	1/4	2/333	1	1	
	1/285	1	4/5	3	4/5	1	1	
C7	0/556	1	1	0/714	1	1	1	0/169
	0/788	1	2/333	1/4	2/333	1	1	
	1/285	1	4/5	3	4/5	1	1	

جدول 5- ماتریس های مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به همدیگر، برای معیار حفاظت خاک و آب

C6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	وزن
افرا	1	1	1	1/4	1/4	1	0/229
	1	1/8	1	3	3	1/8	
	1	3	1	4/5	4/5	3	
بلوط	0/333	1	0/333	0/6	0/6	1	0/165
	0/556	1	0/556	1/667	1/667	1	
	1	1	1	3/5	3/5	1	
ون	1	1	1	1/4	1/4	1	0/229
	1	1/8	1	3	3	1/8	
	1	3	1	4/5	4/5	3	
زرشک	0/222	0/285	0/222	1	1	0/285	0/105
	0/333	0/6	0/333	1	1	0/6	
	0/714	1/667	0/714	1	1	1/667	
سیاه تلو	0/222	0/285	0/222	1	1	0/285	0/105
	0/333	0/6	0/333	1	1	0/6	
	0/714	1/667	0/714	1	1	1/667	
آلوچه وحشی	0/333	1	0/333	0/6	0/6	1	0/165
	0/556	1	0/556	1/667	1/667	1	
	1	1	1	3/5	3/5	1	

### بحث و نتیجه گیری

برای جلوگیری از این ریسک، سعی شد که معیارها و گونه‌های گیاهی با تعداد کمتر، ولی از دقت و ترجیح بیشتر انتخاب شده و همه شرایط را پوشش دهند. در بررسی های انجام شده در منطقه، مشخص شد که پتاسیم و فسفر و عناصر ریزمغذی در بخش معدن و آزمایشگاه، کمتر از حد بحرانی هستند و نیاز به کوددهی، قطعاً لازم است. پوشش گیاهی منطقه سونگون، اکثراً ترکیبی از گونه های ارسبارانی می باشند. هدایت الکتریکی مطلوب خاک، نیز دلیل بر غیرشور بودن آن دارد و قلیابیت در خاک معدن ضعیف تا متوسط نشان داده شده 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

روش تحلیل سلسله مراتبی کلاسیک نمی‌تواند طرز فکر بشر را به درستی نشان دهد. این روش سنتی اغلب به خاطر استفاده از مقیاس‌های بدون توازن قضاوت‌ها و ناتوانی آنها در مدیریت مناسب عدم قطعیت داده‌ها و عدم صراحت در فرایند مقایسه زوجی، مورد انتقاد قرار می‌گیرد. بنابراین در این تحقیق، روش *AHP* فازی که روش‌های جدید و کامل است، برای انتخاب گونه های گیاهی مناسب برای طرح بازسازی معدن مس سونگون، مناسب تشخیص داده شد. از طریق روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، از تصمیم گیرنده‌ها و کارشناسان برای قضاوت درباره هر یک از اهمیت‌های نسبی یک معیار در مقابل دیگری یا برتری یک گزینه نسبت به گزینه دیگر در حیطه هر معیار، سوال پرسیده شد. به هر حال زمانی که تعداد گزینه‌ها و معیارها زیاد شوند، فرایند مقایسه زوجی، دست و پا گیر شده و ریسک تناقض و ناسازگاری بالا می‌رود.



از بین رفته است. نمونه واضح این امر، در شرق یا جنوب منطقه ارسباران دیده می شود که در اثر دخالت انسانی، پیشرفت مجدد جنگل به شکل طبیعی دور از ذهن به نظر می رسد. گونه های افرا، سیاه تلو، ون، زرشک، آلوچه 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 قسمتهایی از سایت، مانند ساختمانهای اداری و کارخانه می توان از گونه های سوزنی برگ که دارای تیپ مناسب هستند، استفاده نمود. در قسمتهایی 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.

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 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 2 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 نه چندان دور جنگل وجود داشته، توان رویش مجدد کاملاً

#### منابع مورد استفاده

- Akbari D A, Osanloo M and Hamidian, H, 2007. Selecting Post mining land use through analytical hierarchy processing method: Case study in Sungun copper open pit mine of Iran, pp5.
- Alavi I, Akbari A and Parsaei M, 2011. Plant type Selection for Sarcheshmeh Copper Mine reclamation by Fuzzy-AHP method, BLOUR Science and Expertism Magazine, Amirkabir University of Technology, 29,10-17.
- Alavi I, Alinejad, RH and Sadegh zadeh, M, 2011. Prioritizing Crescive Plant Species in Choghart Iron Mine Desert Region (Used method: Fuzzy AHP). Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(12): 1075-1078.
- Alexander MJ, 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.
- Bangian AH 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.
- Chang DY, 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP, 95: 649-655.
- Ebrahimabadi A and Alavi I, 2013. Plant Type Selection for Reclamation of Sarcheshmeh Copper Mine Using Fuzzy-TOPSIS Approach, Archives of Mining Sciences journal. <http://mining.archives.pl>, Vol. 58, No 3, p. 953-968.

- Osanloo M, 2001. Mine Reclamation, Amirkabir University of Technology, 183-193.
- Paschke MW, Redente EF and Brown SL, 2003. Biology and establishment of mountain shrubs on mining disturbances in the rocky mountains, USA. *Land Degradation and Development*, 14: 459–480.
- Soltanmohammadi H, Osanloo 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*, 27: 364–372.
- Xia L and Zhen H, 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.
- Zadeh L.A, 1965. Fuzzy sets. *Information Control*, 8: 338–353.