

# ماهنامه ممرادکو

شماره ۲۸ - اردیبهشت ۱۴۰۱

شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه

جابجایی سنگ شکن معدن هوتک به معدن سراسیاب و راه اندازی خط دوم خردایش معدن سنگ آهک سراسیاب کرمان



خداوند در قرآن سوره نجم آیه ۳۹ می فرماید:

وَأَن كَيْسٌ لِلنَّاسِ إِن لَّمَّا سَعَى (۳۹) و اینکه برای انسان جز حاصل تلاش او نیست (۳۹)

## فهرست مطالب

- ۳,۴,۵,۶,۷ بهینه سازی عیار حد کانسارهای چند فلزی
- ۸,۹ راه اندازی خط دوم خردایش معدن آهک سرآسیاب کرمان
- ۱۰ همکاری گروه حامیان محیط زیست مجتمع مرادکو در روستای گردشگری خرو
- ۱۱ معرفی و نحوه کار دستگاه فیلتر پرس
- ۱۲,۱۳ اخبار طبس
- ۱۴ اخبار آهک و دولومیت و چاه موسی
- ۱۵ Why are minerals our set key to defense?



### نشریه داخلی شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه (مرادکو)

سال سوم - اردیبهشت ۱۴۰۱ - شماره ۲۸

مدیرمسئول: آقای مهندس الیاس ایران نژاد

مدیراجرایی: معصومه قطب الدینی

همکاران این شماره:

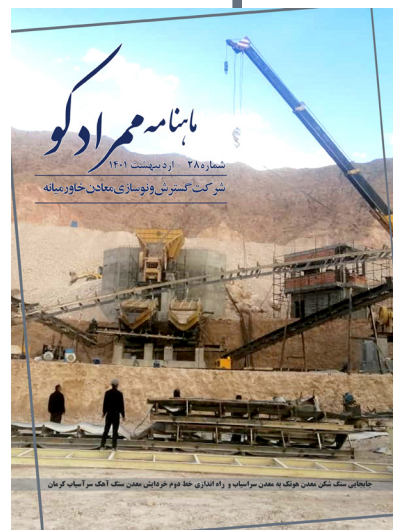
ستاد تهران - مجتمع آهک و دولومیت کرمان - مجتمع زغالسنگ طبس،

مجتمع مس چاه موسی

شماره تماس: ۸۸۵۷۳۸۷۴ (۲۱) ۹۸+

نشانی: تهران - شهرک غرب - تقاطع بلوار خوردین و خیابان ایران زمین شمالی -

ساختمان های دوبرال - برج آرمینه - طبقه اول - واحد ۱۰۳







## بهینه سازی عیار حد کانسارهای چند فلزی با استفاده از الگوریتم های ژنتیک، روش جستجوی نسبت طلایی و الگوریتم بهینه سازی تراکم ذرات با استفاده از نرم افزار Matlab

رامین شفیعی، رئیس بخش معدن  
مجتمع مس چاه موسی

ارزش خالص فعلی به دلیل در نظر گرفتن ارزش زمانی پول نتایج بهتر و دقیق تری به دست می دهد.

### مدل لین

براساس نظریه ی لین عملیات معدنکاری از سه مرحله تشکیل می شود که هر مرحله هزینه خاص خود و از ظرفیت ویژه برخوردار است و این سه مرحله عبارتند از:

- استخراج، تغلیظ و پالایش

### پارامترهای تعریف شده در مدل لین عبارتند از:

M - ظرفیت سالانه استخراج معدن - اعم از

کانسنگ یا باطله یا هر دو بر حسب تن

C - ظرفیت سالانه کارخانه پر عیارسازی بر

حسب تن

R - ظرفیت سالانه کارخانه ذوب و پالایش بر

حسب کیلوگرم

m - هزینه استخراج یک تن مواد بر حسب

ریال یا تومان بر تن

k - هزینه پر عیارسازی (تغلیظ) یک تن

کانسنگ بر حسب ریال

r - معرف هزینه های ذوب و پالایش و بسته

بندی و حمل محصول نهایی به بازار و بیمه

و حق بازاریابی و ... می شود و بر حسب واحد

پول به ازای هر کیلوگرم از محصول نهایی

f - هزینه های ثابت برای یک دوره زمانی

خاص مثلاً یک سال یا عمر معدن در نظر

گرفته می شود و شامل هزینه های اجاره ای،

تعمیر جاده، ساختمان سازی و ... می شود

که مستقل از یک تن سنگ در نظر گرفته

می شود و تا زمانی که معدن تعطیل نشده

است این هزینه ها جریان دارند و این هزینه ها

شامل هزینه های استهلاک نمی شود.

S - معرف قیمت فروش محصول نهایی

معدن است و بر حسب واحد پول به ازای هر

کیلوگرم محصول نهایی معدن در نظر گرفته

می شود.

Y - میزان بازاریابی کلی است که شامل مرحله

پر عیارسازی و ذوب و پالایش می شود.

T - طول دوره مشخص

Qm - مقدار موادی که باید در یک دوره

زمانی خاص استخراج شود بر حسب تن

Qc - مقدار کانسنگی که باید طی یک دوره

زمانی خاص به کارخانه پری عیارسازی ارسال

شود بر حسب تن

Qr - مقدار محصول نهایی که در طول یک

دوره زمانی خاص باید تولید شود بر حسب

در سال پایانی برای هر سه فلز ۰ و ارزش خالص فعلی کلی با استفاده از این الگوریتم ۷۸۸،۰۸۳،۱۰۰ دلار حاصل شده است.

همچنین نتایج به دست آمده در حالت سه

فلزی با استفاده از الگوریتم بهینه سازی

تراکم ذرات برای فلزهای طلا، روی و

سرب در سال اول به ترتیب ۰/۰۰۴٪،

۰/۰۰۴۳٪ و ۰/۰۰۴٪ و در سال پایانی

برای هر سه فلز ۰ و ارزش خالص فعلی

کلی ۷۷۶،۵۴۱،۲۴۰ دلار حاصل شده

است. عیار ده های به دست آمده در کلیه

حالات نشان دهنده ی روند کلی نزولی در

طول عمر معدن است.

نتایج به دست آمده نشان از عملکرد خوب

هر سه الگوریتم در زمینه ی بهینه سازی

عیار حد است و این نوع نگرش نسبت به

نگرش سنتی عیار حد ثابت سالیانه باعث

افزایش ارزش خالص فعلی می شود.

**کلمات کلیدی:** عیار حد بهینه، ارزش خالص

فعلی، الگوریتم ژنتیک، روش جستجوی

نسبت طلایی، الگوریتم بهینه سازی تراکم

ذرات (PSO)، کانسارهای چند فلزی.

### مقدمه:

عیار حد عیاری است که تنها هزینه های

استخراج، فرآوری و پالایش را پوشش

می دهد. یعنی عیاری که به ازای آن هزینه ها

و درآمدها سر به سر می شود. همچنین عیار

حد معیاری است که مقصد مواد استخراج

شده را مشخص می کند که دامپ باطله یا

کارخانه پری عیارسازی است. روش های مختلفی

برای محاسبه عیار حد وجود دارد که این

روش ها عبارتند از مدل سر به سری، مدل های

برنامه نویسی ریاضی، محاسبه عیار حد با در

نظر گرفتن پوشش یک ها، مدل های تصادفی و

مدل لین Lane.

رایج ترین و بهترین روش از میان روش های

ذکر شده مدل لین است. بر مبنای مدل پایه

لین محاسبه عیار حد بهینه برای ظرفیت های

استخراج، فرآوری و پالایش برای کانسارهای

تک فلزی امکان پذیر است اما این مدل برای

کانسارهای چند فلزی امکان پذیر نیست.

تعمیم هایی به مدل پایه لین داده شده است

که عبارتند از محاسبه عیار حد با هدف

بیشینه کردن سود و محاسبه عیار حد با

هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی که

روش محاسبه عیار حد با هدف بیشینه کردن

در سال های اخیر محققان بسیاری بر روی بهینه سازی عیار حد با هدف بیشینه سازی ارزش خالص فعلی کار کرده اند. یکی از

بهترین و رایج ترین روش های استفاده شده

در این تحقیقات الگوریتم لین است.

براساس مدل پایه لین محاسبه عیار حد

برای ظرفیت های استخراج، فرآوری و

پالایش برای کانسارهای تک فلزی با

عیارهای مختلف امکان پذیر است اما این

الگوریتم برای کانسارهای چند فلزی قابل

استفاده نیست.

زیرا در کانسارهای تک فلزی تنها شش نقطه

کاندید عیار حد بهینه است در حالی که در

کانسارهای چند فلزی بی نهایت نقطه برای

عیار حد بهینه کاندید می شوند. به همین

دلیل برای یافتن عیار حد بهینه نیاز به

استفاده از الگوریتم های بهینه سازی است.

در این تحقیق در ابتدا عیارهای حد

بهینه ی یک معدن فرضی مس - مولیبدین

و همچنین یک معدن فرضی روی - سرب -

طلا با استفاده از الگوریتم های ژنتیک،

روش جستجوی نسبت طلایی و الگوریتم

بهینه سازی تراکم ذرات محاسبه شده و

نتایج به دست آمده از الگوریتم ها با هم

مقایسه شده اند.

در حالت دو فلزی با روش جستجوی

نسبت طلایی در کانسار مس و مولیبدین

فرضی عیار حد فلز مس و مولیبدین در

سال اول به ترتیب ۰/۳۴۴۱٪ و ۰/۲۵۴۴٪

٪ و در سال پایانی ۰/۰۶۲۲٪ و ۰/۰۰۰۷٪

٪ به دست آمده و همچنین ارزش خالص

فعلی کل ۳۰،۸۴۲،۹۰۰ دلار به دست آمده

است. با استفاده از الگوریتم ژنتیک در سال

اول به ترتیب ۰/۳۴۰۲٪ و ۰/۰۲۶۷٪ و

در سال پایانی ۰/۰۵۹۶٪ و ۰ و ارزش

خالص فعلی کل ۳۰،۷۹۹،۶۰۰ دلار حاصل

شده است و در انتها با استفاده از الگوریتم

بهینه سازی تراکم ذرات در سال اول به

ترتیب ۰/۳۲۸۹٪ و ۰/۰۰۳٪ و در سال

پایانی ۰/۰۰۶٪ و ۰/۰۰۰۳٪ و ارزش خالص

فعلی کلی ۳۰،۸۰۸،۶۰۰ دلار به دست

آمده است.

همچنین در حالت سه فلزی با استفاده

از الگوریتم ژنتیک عیار حد فلزهای طلا

و روی و سرب در سال اول به ترتیب

۰/۰۰۳۷٪ و ۰/۳۰۱۵٪ و ۰/۰۰۰۷٪ و

کیلوگرم

g - عیار متوسط

کل هزینه‌ها برابر است با:

$$Tc = mQm + kQc + rQr + fT$$

درآمد حاصل از فروش محصول نهایی برابر است با:

$$I = SQr$$

مقدار سود برابر است با:

$$P = I - Tc = SQr - (mQm + kQc + rQr + fT)$$

$$P = (S - r)Qr - kQc - mQm - fT$$

در این رابطه  $Qr$  برابر است با:

$$Qr = Qc \times g \times y$$

سوالی که برای آقا لین مطرح شد این بود که آیا این عیار حد (عیار کارخانه پر عیار سازی) و سود به دست آمده بهترین عیار و بیشترین سود است.

### محاسبه عیار حد بر مبنای مدل لین با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی

امروزه هدف بیشتر شرکت‌های معدنی تعیین عیار حد با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی است. دلیل این امر دسترسی سریع به نقدینگی و پرهیز از ادامه سرمایه گذاری برای طولانی مدت و اجتناب از هزینه‌های چنین سرمایه گذاری در معادن است (بهره پول) تا بتوان علاوه بر دسترسی کوتاه مدت به نقدینگی امکان استخراج ذخایر با عیار کم که در مناطق عمیق‌تر قرار گرفته‌اند را فراهم کرد. به عبارت دیگر یک دلاری که امروز در اختیار قرار می‌گیرد از ارزش دلاری که ممکن است در آینده دور در اختیار قرار گیرد و بعضاً هم ممکن است حاصل نشود بیشتر است. مبنای تمایل صاحبان معادن در طراحی محدوده نهایی معدن و عیار حد با هدف منظور کردن ارزش زمانی پول و بیشینه کردن ارزش خالص فعلی است و به جای عیار حد ثابت عیارهای حد بهینه سالانه خواهیم داشت. در این بخش نظریه لین برای تعیین عیارهای حد با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی با احتساب محدودیت‌های ظرفیت تولید معدن و ظرفیت کارخانه پریارسازی و ظرفیت پالایش در ذخایر ساده فلزی پایه مورد بحث قرار خواهد گرفت. سوالی که لین مطرح کرد این بود که آیا امکان افزایش ارزش خالص فعلی با عیارهای حد که در طول عمر معدن متغیر باشند به جای عیار حد ثابت وجود دارد یا خیر و اگر پاسخ مثبت است این عیارهای حد متغیر متناسب با زمان کدام هستند و چگونه محاسبه می‌شوند.

بنابراین اگر اختلاف ارزش فعلی سود حاصل از کل ذخیره در زمان  $t = T$  و  $t = 0$  است را با "تو" نشان دهیم حاصل می‌شود:

$$v = P - VTd$$

$$P = (S - r)Qr - kQc - mQm - fT$$

$$v = (S - r)Qr - kQc - mQm - fT - VTd$$

$$v = (S - r)Qr - kQc - mQm - T(f + Vd)$$

اکنون عیار حد را با فرض اینکه ظرفیت یکی از عملیات‌ها عامل محدود کننده است محاسبه می‌کنیم.

$$g_m = g = k / (S - r)y$$

$$g_c = g = (k + (f + Vd) / C) / (S - r)y$$

$$g_r = g = k / (S - r - (f + Vd) / R)y$$

(ذوب و پالایش)

### عیار حد کانسارهای چند فلزی

در این تحقیق جهت به دست آوردن عیار حد بهینه از معادلات لین با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی استفاده شده است که بهترین و پر کاربردترین روش در بین روشهای موجود است. بر پایه این مدل برای هر عملیات معدنکاری سه مرحله وجود دارد: ۱- عملیات استخراج ۲- عملیات فرآوری و پر عیار سازی ۳- مرحله پالایش که شامل کنسانتره و ذوب و ایجاد محصول نهایی می‌شود. فرض کنید در یک کانسار دو فلزی ماده معدنی به کارخانه فرآوری فرستاده می‌شود و در آنجا دو کنسانتره تولید می‌شود. هر کنسانتره برای ذوب و پالایش نهایی به کارخانه پالایش فرستاده می‌شود که هر مرحله هزینه و محدودیت‌های خودش را دارد. بنابراین معادله سود کلی به صورت زیر می‌باشد:

$$P = (s - r_1)Qr + (s - r_2)Qr - mQm - cQc - fT$$

که در این رابطه  $S_1$  قیمت فروش فلز ۱،  $S_2$  قیمت فروش فلز ۲،  $r_1$  هزینه پالایش فلز ۱،  $r_2$  هزینه پالایش فلز ۲،  $Qr$  میزان فلز ۱ تولید شده،  $Qr_2$  میزان فلز ۲ تولید شده. با توجه به بهینه سازی به منظور بهینه کردن ارزش خالص فعلی و برای هر محدودیت اعم از استخراج، فرآوری و پالایش برای حالت دو فلزی و سه فلزی معادلات هدف به صورت زیر به دست می‌آیند:

$$vm = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qm$$

$$vm = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

$$vc = [(s - r_1)g - y + (s - r_2)g - y - c]Qc - [m + (f + Vd)/M]Qc$$

به دست می‌آید.

### روش جستجوی نسبت طلایی

یکی از سریعترین روش‌ها برای یافتن نقطه بهینه معادلات، روش حذفی است. در مرحله اول این روش، فضای جستجوی مسیله حدس زده می‌شود. در مرحله‌ی بعدی با انتخاب نقاط آزمایشی در فضای جستجو و ارزیابی آنها و مقایسه معادله هدف در این نقاط قسمتی از فضای جستجو حذف می‌شود. این روش کاهشی ادامه پیدا می‌کند تا بازه‌ی فضای جستجو کمتر از مقدار مشخص مثبت E شود که E دقت مورد نظر برای محاسبه عیار حد است. نسبت بازه‌ی باقی‌مانده بعد از هر مرحله حذف به مقدار اولیه نسبت کاهش نامیده می‌شود. روش جستجوی دو بخشی، روش جستجوی فیبوناچی و روش جستجوی طلایی از جمله روش‌های حذفی هستند که از میان این روش‌ها نسبت کاهش روش جستجوی طلایی بهینه است و برابر ۰/۶۱۸ است. شکل ۱ روش جستجوی طلایی را برای یک معادله‌ی یک بعدی نشان می‌دهد.

### الگوریتم ژنتیک

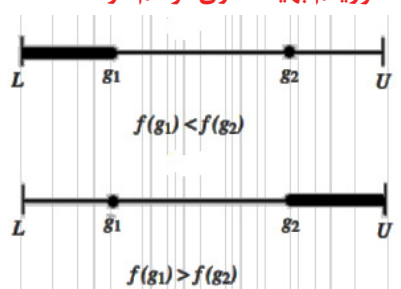
الگوریتم ژنتیک در واقع یک روش جستجو برای یافتن جواب تقریبی مسایل بهینه‌سازی با استفاده از مفاهیم علم زیست‌شناسی مانند وراثت و جهش است.

در این الگوریتم که بر اساس نظریه تکامل داروین بنا نهاده شده است ابتدا متغیرهای مسأله با استفاده از روش دودویی مناسب کدگذاری می‌شوند و سپس با شبیه سازی کامپیوتری قوانین تنازع برای بقا مرتباً رشته‌های مناسب‌تری که در واقع بیانگر جواب‌های بهینه‌تر هستند به دست آورده می‌شوند.

همانند سایر روش‌های بهینه سازی فراابتکاری الگوریتم ژنتیک نیز یک روش مبتنی بر احتمالات است.

یعنی برای حصول اطمینان از به دست آوردن جواب بهینه سراسری باید در هر مسأله بهینه‌سازی معین این الگوریتم را چندین بار اجرا و نتایج را با هم مقایسه کنیم. احتمال یافتن جواب بهینه سراسری توسط الگوریتم ژنتیک در صورت استفاده از مقادیر مناسب برای پارامترهای الگوریتم بسیار بالا است.

### الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات



شکل ۱. نحوه‌ی کاهش فضای جستجو در روش جستجوی نسبت طلایی در معادلات یک بعدی

مقدار بهینه برای حالت دو فلزی و سه فلزی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\max ve = \max[\min(vm, vc, vr_1, vr_2)]$$

$$\max ve = \max[\min(vm, vc, vr_1, vr_2, vr_3)]$$

$$\max ve = \max[\min(vm, vc, vr_1, vr_2, vr_3)]$$

$$\max ve = \max[\min(vm, vc, vr_1, vr_2, vr_3)]$$

$$\max ve = \max[\min(vm, vc, vr_1, vr_2, vr_3)]$$

$$\max ve = \max[\min(vm, vc, vr_1, vr_2, vr_3)]$$

$$\max ve = \max[\min(vm, vc, vr_1, vr_2, vr_3)]$$

$$\max ve = \max[\min(vm, vc, vr_1, vr_2, vr_3)]$$

$$\max ve = \max[\min(vm, vc, vr_1, vr_2, vr_3)]$$

$$\max ve = \max[\min(vm, vc, vr_1, vr_2, vr_3)]$$



استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات محاسبه شده که همانند مراحل قبل نتایج به دست آمده پس از اجرای ۲۹ مرتبه کد و انتخاب بهترین حالت به دست آمده است. با توجه به نتایج ارزش خالص فعلی کلی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات ۷۷۶۵۴۱۲۳۶ دلار به دست آمده است. در ادامه عیار حد این کانسار سه فلزی فرضی با استفاده از الگوریتم ژنتیک نیز محاسبه می‌شود.

با توجه به عیارهای حد به دست آمده با استفاده از الگوریتم ژنتیک پس از ۱۰ بار اجرای الگوریتم ارزش خالص فعلی کل برابر با ۷۸۸۰۸۳۰۶۱ دلار به دست آمده است.

پارامترهای جمعیت اولیه، تعداد نسل‌ها، نرخ

| مقدار تابع هدف (V <sub>e</sub> ) | نقطه آزمایشی    |
|----------------------------------|-----------------|
| 13399193                         | (0/2674,0/0764) |
| 7263816                          | (0/2674,0/1236) |
| 5177782                          | (0/4326,0/0764) |
| 10043006                         | (0/4326,0/1236) |

جدول ۱. مقادیر تابع هدف در چهار نقطه اول آزمایشی

همآوری، نرخ تقاطع و نرخ جهش برای به دست آوردن عیار حد بهینه به ترتیب ۳۵۰، ۱۰۰۰، ۲۰، ۶۵٪ و ۱۵٪ در نظر گرفته شده است.

### نتیجه گیری

از میان این سه روش ارزش خالص فعلی کلی حاصل شده با استفاده از روش جستجوی نسبت طلایی نسبت به الگوریتم ژنتیک ۰/۱۴٪ و نسبت به الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات ۰/۱۱٪ افزایش پیدا کرده است. این اعداد نشان دهنده اختلاف ناچیز بین سه

$$b \cdot 0.0764 = 0.382 \times (0.0/2) + 0 = 1$$

$$b \cdot 0.1236 = 0.618 \times (0.0/2) + 0 = 2$$

بنابراین چهار نقطه امتحانی برای اولین تکرار به صورت زیر است:

$$((0.0/0.1236/2674)(0.0/0.0764/2674))$$

در تکرار اول در هر یک از نقاط بالا اول میزان ماده معدنی، باطله، عیار متوسط هر فلز، مقدار کل ماده معدنی استخراج شده، مقدار ماده معدنی استخراج شده که باید به کارخانه کنسانتره فرستاده شود و مقدار هر یک از فلزهای تولید شده از پالایش ۲۰ محاسبه می‌شود و سپس مقدار توابع  $V_m$ ،  $V_c$ ،  $V_r$  و  $V_e$  برای هر یک از نقاط محاسبه می‌شود.

برای چهار نقطه آزمایشی اول  $V_e$  به صورت زیر محاسبه شده است:

بنابراین بیشترین مقدار تابع هدف نقطه‌ی  $(0.0/0.0764/2674)$  است. بنابراین محدوده‌ی جدید جستجو به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$L_0 = 1U_0/4326 = 1L_0 = 2U_0/1236 = 2$$

این فرآیند تا به دست آوردن عیار حد با دقت مورد نظر ادامه پیدا می‌کند که در این تحقیق دقت ۰/۰۰۱٪ مورد نظر است.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که عملکرد هر سه الگوریتم در بهینه‌سازی عیار حد قابل قبول است.

در این قسمت کانساری سه فلزی روی-سرب-طلا فرضی با ذخیره ۵۰۷۲۸۱۰۰ تن در نظر گرفته شده است که عیار حد بهینه سال‌های عمر معدن با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک و بهینه‌سازی تراکم ذرات محاسبه شده است. عیار حد بهینه این کانسار نیز ابتدا با

بهینه‌سازی تراکم ذرات یکی دیگر از روشهای بهینه‌سازی الهام گرفته از طبیعت است که برای حل مسایل بهینه‌سازی عددی با فضای جستجوی بسیار بزرگ بدون نیاز به اطلاع از گرادین تابع هدف ابداع شده است.

در این الگوریتم که با الهام‌گیری از زندگی گروهی جانوران از جمله حشرات (مورچه‌ها و زنبورها و مورانه‌ها و ...) و پرندگان و ماهی‌ها ابداع شده است، برای حل یک مسأله بهینه‌سازی جمعیتی از جواب‌های کاندید با استفاده از یک فرمول ساده به طور تصادفی در دامنه مسأله به حرکت در می‌آیند و آن را با هدف یافتن جواب بهینه سراسری مورد کاوش قرار می‌دهند.

در الگوریتم PSO هر یک از جوابهای کاندید را یک ذره (particle) می‌نامند و هر ذره به عنوان مثال با یکی از پرندگان موجود در یک دسته پرنده در حال پرواز است.

الگوریتم PSO از این نظر که جمعیتی از جواب‌ها به طور تصادفی توسط الگوریتم تولید شده و با حرکت در دامنه مسأله به دنبال جواب می‌گردند مشابه الگوریتم ژنتیک است. با این حال در این الگوریتم بر خلاف الگوریتم ژنتیک به هر یک از جواب‌های بالقوه‌ی مسأله بهینه‌سازی (یعنی در واقع به هر یک از ذرات) یک سرعت تصادفی نیز نسبت داده می‌شود به طوری که در هر تکرار هر ذره با توجه به مقدار سرعتش در فضای مسأله جابجا می‌شود یا اصطلاحاً پرواز می‌کند. برخلاف الگوریتم ژنتیک در الگوریتم PSO باید بهترین جواب بدست آمده برای مسأله بهینه‌سازی از آغاز اجرای برنامه تا آخرین تکرار توسط هر یک از ذرات نیز ذخیره‌سازی شود. الگوریتم PSO نیز همانند الگوریتم ژنتیک ذاتاً برای حل مسایل بهینه‌سازی بدون قید در حالت پیوسته مناسب است.

### مثال فرضی

در این بخش در ابتدا به محاسبه عیار حد یک کانسار مس-مولیبدین فرضی با ذخیره ۱۵ میلیون تن با استفاده از روش جستجوی نسبت طلایی، الگوریتم ژنتیک و الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات پرداخته شده است. با توجه به پارامترهای فنی و اقتصادی، توزیع تناژ-عیار مس و مولیبدین، عیار متوسط مس برای بازه‌های مختلف مس و مولیبدین و عیار متوسط مولیبدین برای بازه‌های مختلف مس و مولیبدین در این معدن فرضی ابتدا به بهینه‌سازی عیار حد با استفاده از روش جستجوی نسبت طلایی می‌پردازیم. با توجه به توزیع تناژ-عیار بازه‌ی کلی جستجوی عیار حد مس بین ۰ و ۰/۷ و برای مولیبدین بین ۰ و ۰/۲ است.

فضای کلی جستجو به صورت زیر است

$$L_0 = 1U_0/7 = 1L_0 = 2U_2 = 2$$

بنابراین در اولین تکرار فضای جستجو به صورت زیر به دست می‌آید:

$$a \cdot 0.2674 = 0.382 \times (0.0/7) + 0 = 1$$

$$a \cdot 0.4326 = 0.618 \times (0.0/7) + 0 = 2$$

| سال | عیار حد |           | Qm(تن)  | Qc(تن)  | مس(تن) | مولیبدین(تن) |
|-----|---------|-----------|---------|---------|--------|--------------|
|     | مس٪     | مولیبدین٪ |         |         |        |              |
| 1   | 0/3402  | 0/0267    | 2500000 | 1000000 | 5975   | 954          |
| 2   | 0/3424  | 0/0256    | 2491946 | 1000000 | 5986   | 948          |
| 3   | 0/3398  | 0/0268    | 2499035 | 1000000 | 5972   | 955          |
| 4   | 0/3318  | 0/0235    | 2366179 | 1000000 | 5859   | 932          |
| 5   | 0/2607  | 0/0202    | 1925373 | 1000000 | 5260   | 887          |

جدول ۲- عیار حدهای بهینه برای سال‌های مختلف عمر معدن با استفاده از الگوریتم ژنتیک.

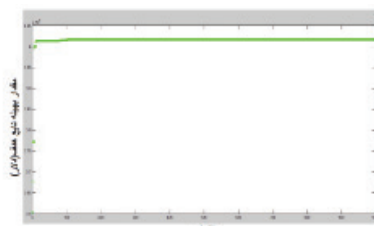
| سال | عیار حد |           | Qm(تن)  | Qc(تن)  | مس(تن) | مولیبدین(تن) | سود(دلار) | سود تنزیل شده (دلار) |
|-----|---------|-----------|---------|---------|--------|--------------|-----------|----------------------|
|     | مس٪     | مولیبدین٪ |         |         |        |              |           |                      |
| 1   | 0/3314  | 0/0305    | 2500000 | 988610  | 5860   | 964          | 8909400   | 7424500              |
| 2   | 0/3438  | 0/0234    | 2453200 | 1000000 | 5978   | 936          | 8921800   | 6195694              |
| 3   | 0/3429  | 0/0218    | 2410200 | 1000000 | 5953   | 925          | 8856500   | 5125289              |
| 4   | 0/3515  | 0/0151    | 2339800 | 1000000 | 5977   | 886          | 8715600   | 4203125              |
| 5   | 0/2600  | 0/0207    | 1930522 | 1000000 | 5260   | 890          | 7990268   | 3211110              |
| 6   | 0/1289  | 0/0164    | 1534691 | 1000000 | 4596   | 840          | 6997621   | 2343489              |
| 7   | 0/0856  | 0/0085    | 1332750 | 1000000 | 4284   | 787          | 6352268   | 1772801              |
| 8   | 0/0600  | 0/0002    | 378658  | 327332  | 1300   | 238          | 1313565   | 345354               |

جدول ۳- عیار حدهای بهینه برای سال‌های مختلف عمر معدن با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات

| سال | عیار حد |           | Qm(تن)  | Qc(تن)  | مس(تن) | مولیبدین(تن) | سود(دلار) | سود تنزیل شده (دلار) |
|-----|---------|-----------|---------|---------|--------|--------------|-----------|----------------------|
|     | مس٪     | مولیبدین٪ |         |         |        |              |           |                      |
| 1   | 0/3441  | 0/0254    | 2500000 | 1000000 | 6000   | 948          | 8988602   | 7490502              |
| 2   | 0/3441  | 0/0254    | 2499465 | 1000000 | 6000   | 948          | 8988602   | 6242085              |
| 3   | 0/3438  | 0/0254    | 2498728 | 1000000 | 6000   | 948          | 8988150   | 5201476              |
| 4   | 0/2672  | 0/0318    | 2193642 | 1000000 | 5431   | 961          | 8452032   | 4079394              |
| 5   | 0/2639  | 0/0209    | 1949950 | 1000000 | 5286   | 892          | 8031032   | 3227492              |
| 6   | 0/1345  | 0/0172    | 1555259 | 1000000 | 4624   | 845          | 7054845   | 2362653              |
| 7   | 0/0874  | 0/0090    | 1344151 | 1000000 | 4304   | 790          | 6393567   | 1750269              |
| 8   | 0/0622  | 0/0007    | 458805  | 392061  | 1567   | 286          | 1750269   | 454941               |

جدول ۴- عیار حدهای بهینه برای سال‌های مختلف عمر معدن با استفاده از روش جستجوی نسبت طلایی

روش و معتبر بودن نتیجه‌ی هر سه روش در بهینه سازی عیار حد این کانسار دو فلزی است. مزیت دیگر روش جستجوی نسبت طلایی نسبت به دو روش دیگر جواب یکتای این الگوریتم است. به عبارت دیگر با اجرای متوالی این الگوریتم جواب یکتایی به دست می‌آید و نیاز به اجرای مکرر این الگوریتم نیست. همچنین زمان اجرای این الگوریتم در مقایسه با دو الگوریتم دیگر بسیار سریع است. اما عیب روش جستجوی نسبت طلایی در مقایسه با دو الگوریتم دیگر پیچیدگی ساختار آن و زمان بر بودن نوشتن کد آن است که معیار بسیار مهمی در دنیای امروز می‌باشد. در بخش دوم، کانسار سه فلزی فرضی در نظر گرفته شد و عیارهای حد بهینه عمر معدن با استفاده از الگوریتم ژنتیک و الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات محاسبه شد. جواب‌های به دست آمده با استفاده از این دو روش در کانساری سه فلزی نیز قابل قبول است و ارزش خالص فعلی کلی به دست آمده با استفاده از الگوریتم ژنتیک به



شکل ۲- فرآیند یافتن نقطه بهینه با استفاده از الگوریتم بهینه سازی تراکم ذرات.



شکل ۳- فرآیند یافتن نقطه بهینه با استفاده از الگوریتم ژنتیک

میزان ۱/۵٪ نسبت به الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات افزایش پیدا کرده است که نشان

دهنده‌ی عملکرد بهتر این الگوریتم، هر چند ناچیز، نسبت به الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات است. با مقایسه عملکرد این دو الگوریتم با توجه به شکل‌های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود که الگوریتم ژنتیک سریعتر نقطه بهینه را می‌یابد و عملکرد بهتری دارد.

منابع:

Ataei, M., Osanloo, M., (۲۰۰۳a). Determination of optimum cut-off grades of multiple metal deposits by using the Golden Section search method. J. South. Afr. Inst. Min. Metall. ۱۰۳ (۸), ۴۹۳-۴۹۹.

Asad, M. W. A., Qureshi, M. A., & Jang, H. (۲۰۱۶). A review of cut-off grade policy models for open pit mining operations. Resources Policy, ۴۹, ۱-۱۵۲.

[۳] اصائلو، م. روشهای استخراج معادن] سطحی. جلد اول، چاپ سوم، انتشارات (دانشگاه صنعتی امیر کبیر) ۱۳۹۲

| سال | عیار حد |        |        | طلا (ت) | نیکل (ت) | مس (ت) | روی (ت) | سرب (ت) | سود (دلار) | سود تنزیل شده (دلار) |
|-----|---------|--------|--------|---------|----------|--------|---------|---------|------------|----------------------|
|     | طلا     | روی    | سرب    |         |          |        |         |         |            |                      |
| 1   | 0.004   | 0.0043 | 0.004  | 4999908 | 791583   | 21     | 9768    | 5000    | 106184113  | 96531012             |
| 2   | 0.004   | 0.0043 | 0.0041 | 4999272 | 791517   | 21     | 9767    | 5000    | 106171571  | 87745100             |
| 3   | 0.0039  | 0.0045 | 0.0039 | 4829374 | 792145   | 21     | 9791    | 5000    | 105487798  | 79254544             |
| 4   | 0.0038  | 0.0042 | 0.0042 | 4450240 | 793328   | 20     | 9844    | 5000    | 103667568  | 70806344             |
| 5   | 0.0036  | 0.0141 | 0.0045 | 4167567 | 794511   | 20     | 9934    | 5000    | 101938877  | 63296022             |
| 6   | 0.0034  | 0.0046 | 0.0061 | 3839212 | 795118   | 20     | 9949    | 5000    | 99680669   | 56267139             |
| 7   | 0.0028  | 0.093  | 0.0139 | 2887490 | 815883   | 18     | 10582   | 5000    | 92131651   | 47278104             |
| 8   | 0.0027  | 0.0357 | 0.0192 | 2633994 | 822616   | 17     | 10393   | 5000    | 90405746   | 42174948             |
| 9   | 0.0025  | 0.0923 | 0.008  | 2481910 | 842278   | 17     | 10828   | 5000    | 89291471   | 37868300             |
| 10  | 0.0026  | 0.0079 | 0.0056 | 2479831 | 837780   | 17     | 10427   | 5000    | 90130627   | 34749258             |
| 11  | 0.0025  | 0.007  | 0.0047 | 2448087 | 840434   | 17     | 10447   | 5000    | 89891232   | 31506328             |
| 12  | 0.0018  | 0.0142 | 0.0103 | 1743849 | 899631   | 15     | 10968   | 5000    | 79384902   | 25294476             |
| 13  | 0.0016  | 0.0306 | 0.026  | 1585091 | 895643   | 14     | 10976   | 5000    | 75619076   | 21904153             |
| 14  | 0.0028  | 0.0339 | 0.019  | 1703511 | 894950   | 15     | 11000   | 4999    | 78046979   | 20552209             |
| 15  | 0.0017  | 0.0316 | 0.0147 | 1581371 | 897485   | 14     | 11000   | 4965    | 75882608   | 18165693             |
| 16  | 0.0015  | 0.0024 | 0.0018 | 1468275 | 910589   | 14     | 11000   | 4951    | 74509232   | 16215380             |
| 17  | 0.0011  | 0.0011 | 0.0011 | 1210776 | 915713   | 12     | 11000   | 4874    | 66810098   | 13218022             |
| 18  | 0.0006  | 0.0006 | 0.0006 | 1060448 | 919842   | 11     | 11000   | 4874    | 61457989   | 11053760             |
| 19  | 0       | 0      | 0      | 157894  | 154778   | 2      | 11000   | 821     | 15029858   | 2660444              |

جدول ۵- عیار حدهای بهینه کانسار سه فلزی برای سال‌های مختلف عمر معدن با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات



off grade and the theory of extraction. Canadian J. Econ. ۱۶۰-۱۴۶, (۱) ۲۱.

Dagdelen, K., (۱۹۹۲). Cut-off grade optimization. In: Proceedings of the ۲۳rd International Symposium on the Application of Computers and Operations Research in the Minerals Industries (APCOM۱۹۹۲), pp. ۱۶۵-۱۵۷.

Dagdelen, K., (۱۹۹۳). An NPV optimization algorithm for open pit mine design, In: Proceedings of the ۲۴th International Symposium on the Application of Computers and Operations Research in .

Operations Research in the Minerals Industries (APCOM۱۹۸۴), London, pp. ۴۹۲-۴۸۵.

Lane, K.F., (۱۹۸۸). The Economic Definition of Ore: Cut-off Grades in Theory and Practice. Mining Journal Books, London, UK.

Mol, O., Gillies, A.D.S., (۱۹۸۴). Cut-off grade determination for mines producing direct-shipping iron ore. Proceedings of the Australasian Institute of Mining and Metallurgy, ۲۸۹, November/December ۱۹۸۴, pp. ۲۸۳-۲۸۷.

Krautkraemer, J.A., (۱۹۸۸). The cut-

Vickers, E.L., (۱۹۶۱). Marginal analysis – its applications in determining cut-off grade. Min. Eng. ۵۸۲-۵۷۹, ۱۳.

Henning, U., (۱۹۶۳). Calculation of cut-off grade. Can. Min. J. ۵۷-۵۴, (۳) ۸۴.

Dowd, P., (۱۹۷۶). Application of dynamic and stochastic programming to optimize cut-off grades and production rates. Trans. Inst. Min. Metall., Sect. A ۳۱-۲۲, ۸۵.

Lane, K.F., (۱۹۸۴). Cut-off grades for two minerals. In: Proceedings of the ۱۸th International Symposium on the Application of Computers and

| سال | عیار حد |         |          | سود (دلار) | سود (دلار) | طلا (ت) | طلا (ت) | سرب (ت) | سود (دلار) | سود (دلار) |
|-----|---------|---------|----------|------------|------------|---------|---------|---------|------------|------------|
|     | طلا (ت) | سرب (ت) | روغن (ت) |            |            |         |         |         |            |            |
| 1   | 0.0037  | 0.2015  | 0.0007   | 4824900    | 797320     | 21      | 10661   | 5000    | 103980000  | 94527273   |
| 2   | 0.0037  | 0.0601  | 0        | 4522000    | 796060     | 20      | 10098   | 5000    | 103830000  | 85809917   |
| 3   | 0.0037  | 0.0117  | 0.0034   | 4426900    | 793910     | 20      | 9885    | 5000    | 103530000  | 77783621   |
| 4   | 0.0037  | 0.0044  | 0        | 4412600    | 795440     | 20      | 9875    | 5000    | 103740000  | 70855816   |
| 5   | 0.0037  | 0.0037  | 0.0014   | 4411300    | 794790     | 20      | 9864    | 5000    | 103650000  | 64358495   |
| 6   | 0.0033  | 0.0015  | 0        | 3643900    | 798950     | 19      | 10014   | 5000    | 98523000   | 55613665   |
| 7   | 0.0028  | 0.0066  | 0        | 2855900    | 819170     | 18      | 10274   | 5000    | 93257000   | 47855587   |
| 8   | 0.0028  | 0.0007  | 0.0007   | 2848800    | 818820     | 18      | 10246   | 5000    | 93205000   | 43480820   |
| 9   | 0.0023  | 0.0037  | 0        | 2192300    | 864950     | 17      | 10647   | 5000    | 87278000   | 37014392   |
| 10  | 0.0023  | 0.0015  | 0        | 2190300    | 864970     | 17      | 10637   | 5000    | 87274000   | 33647905   |
| 11  | 0.0023  | 0.0037  | 0        | 2192300    | 864950     | 17      | 10647   | 5000    | 87278000   | 30590407   |
| 12  | 0.0019  | 0.0015  | 0        | 1763000    | 906620     | 15      | 10990   | 5000    | 8042000    | 25624290   |
| 13  | 0.0019  | 0.0007  | 0.0007   | 1762400    | 906100     | 15      | 10981   | 5000    | 80374000   | 23281485   |
| 14  | 0.0014  | 0.0007  | 0.0007   | 1376300    | 912700     | 13      | 11000   | 4926    | 72180000   | 19007250   |
| 15  | 0.0014  | 0       | 0.0021   | 1377800    | 912940     | 13      | 11000   | 4933    | 72203000   | 17284824   |
| 16  | 0.0014  | 0       | 0.0021   | 1377800    | 912940     | 13      | 11000   | 4933    | 72203000   | 15713476   |
| 17  | 0.0009  | 0.0007  | 0.0014   | 1140800    | 917520     | 12      | 11000   | 4861    | 64230000   | 12707563   |
| 18  | 0.0005  | 0       | 0        | 1020600    | 921350     | 11      | 11000   | 4882    | 59926000   | 10778218   |
| 19  | 0       | 0       | 0        | 924910     | 924910     | 10      | 11000   | 4908    | 55551000   | 9083032    |
| 20  | 0       | 0       | 0        | 924910     | 924910     | 10      | 11000   | 4908    | 55551000   | 8257302    |
| 21  | 0       | 0       | 0        | 538510     | 538510     | 6       | 11000   | 2858    | 35143000   | 4807721    |

جدول ۶- عیار حدهای بهینه کانسار سه فلزی برای سالهای مختلف عمر معدن با استفاده از الگوریتم ژنتیک



**مجید مقامی**  
**مدیر اکتشاف و بهره برداری**  
**از معادن آهک و دولومیت**

#### مقدمه

با توجه به رسالت شرکت ممرادکو در تامین سنگ آهک دانه بندی شده و آهک کلسینه مصرفی صنایع فولاد مجموعه هلدینگ میدکو، برنامه ریزی استخراج و خردایش کلوخه استخراجی در معادن آهک و دولومیت به عنوان سرخط زنجیره تولید مصالح آهکی خام ودانه بندی از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

به گونه ای که تامین بی وقفه سنگ آهک و دولومیت دانه بندی شده مورد نیاز کوره های پخت کارخانه به عنوان بزرگترین و مدرنترین کارخانه تولید آهک و دولومیت در سطح کشور اولویت اول کار امور معدن می باشد .

از طرف دیگر با توجه به تنوع محصولات دانه بندی شده معدن و نیاز بازارهای مصرف در سطح استان کرمان، حضور موثر در بازارهای مذکور و عرضه محصولات رقابتی امری اجتناب ناپذیر است که از یک سو سبب درآمدزائی معدن و از سوی دیگر نقش تعیین کننده مجتمع ممرادکو را در تامین نیازهای بازار به مجموعه های اقتصادی استان معرفی می کند.

با توجه به میزان مصرف روزانه آهک دانه بندی شده مورد نیاز کوره های پخت، ظرفیت محدود خط خردایش موجود در معدن که توسط پیمانکار در حال بهره برداری است، سیاست های کلی مجتمع و بخش معدن در تامین روزانه نیاز کارخانه و تولید مازاد بر نیاز مصرف کوره های پخت آهک جهت ایجاد دیوهای پشتیبان

در معدن و کارخانه به منظور افزایش ضریب اطمینان در تامین بی وقفه مواد موردنیاز خط فراوری آهک و تاکید مقام محترم مدیرعامل شرکت مبنی بر افزایش تولید پایدار سنگ آهک دانه بندی شده آهک ، مقرر گردید خط خردایش دوم کلوخه سنگ آهک در معدن آهک سرآسیاب نصب و راه اندازی شود .

در این راستا و به منظور اجرای هر چه سریعتر پروژه، راهکارهای مختلف چگونگی تهیه، نصب و راه اندازی خط خردایش جدید معدن مورد پایش قرار گرفت.

بعد از بررسی های صورت گرفته توسط تیم فنی امور معدن و ضرورت تسریع در اجرا و تامین تجهیزات خردایش، مقرر شد با توجه به راه اندازی خط تولید معدن کاظم آباد و توقف خط خردایش معدن چترود، خط مذکور به معدن آهک سرآسیاب انتقال یافته و پس از نصب به بهره برداری برسد .

#### مشخصات خط خردایش

مشخصات فنی خط دوم خردایش معدن سرآسیاب به شرح زیر است :

- ۱- هاپر اولیه با ظرفیت ۵۰ تن
- ۲- فیدر تغذیه کننده با ظرفیت باردهی ۲۵۰ تن در ساعت
- ۳- سنگ شکن اولیه با ۹۰×۱۱۰ با ظرفیت ۲۵۰ تن در ساعت
- ۴- سنگ شکن ثانویه ۳۰×۱۲۵ با ظرفیت ۷۰ تن در ساعت (۲ دستگاه)
- ۵- سرند اولیه و سرند ثانویه ۲×۶ متر

۶- نوار نقاله (۱۱۰ متر)

۷- ظرفیت اسمی تولید ۲۰۰ تن کلوخه ورودی سنگ آهک در ساعت.

#### مشخصات اجرایی پروژه

۱- وزن تقریبی تجهیزات : ۶۵ تن

۲- مدت زمان اجرا ۴۸ روز شامل:

-دمونتاژ خط ۴ روز

-عملیات بتن ریزی و ساخت سازه های بتنی در طول پروژه شامل : ۲۹۳ متر مکعب بتن صنعتی و ۹۷ متر مکعب بتن غیر صنعتی

-انتقال تجهیزات از معدن چترود به معدن سرآسیاب ۲ روز

-اورهال و رفع نقص کلیه دستگاهها و تجهیزات ۲۰ روز

-نصب تجهیزات ۱۸ روز .

-راه اندازی و رفع پانچها ۴ روز.

۳-تاریخ شروع پروژه ۱۴۰۰/۱۱/۵ و تاریخ راه اندازی ۱۴۰۰/۱۲/۲۳

۴-نصب خط انتقال نیرو در دو بخش خارجی اتصال به شبکه و برق داخلی معدن به مدت ۴۵ روز که به دلیل مصادف شدن با تعطیلات عید نوروز با تاخیر دوهفته ای به بهره برداری رسید.

با توجه به سیاستهای کلی شرکت در مدیریت و کاهش هزینه تمام شده پروژه ها ، با موافقت مدیر عامل محترم شرکت و مدیر محترم مجتمع تصمیم بر آن شد



جایابی سنگ شکن معدن هوتک به معدن سراسیاب و

# راه اندازی خط دوم خردایش

معدن سنگ آهک سراسیاب کرمان



است.

در پایان لازم می دانم از حمایت‌های بی دریغ مقام محترم مدیر عامل جناب آقای مهندس ایران نژاد و حسن اعتماد ایشان به پرسنل، حمایت همه جانبه و حضور مداوم مدیر محترم مجتمع آقای مهندس زینلی در کلیه مراحل پروژه، همکاران ستاد تهران و کلیه همکاران معدن، واحدهای برق و خدمات فنی، مالی و بازرگانی مجتمع که با همدلی و تلاش در محیطی صمیمی و در قالب یک تیم واحد این پروژه را به پایان رساندند قدردانی کنم.

بخش‌های مختلف دمونتاز، حمل، اورهال دستگاه‌ها و تجهیزات و نصب و راه اندازی اندازی کار با جدیت پی گیری و ظرف مدت ۴۸ روز به انجام رسید.

شایان ذکر است که قیمت تمام شده پروژه در تمامی مراحل پروژه بیش از ۵۵ درصد نسبت به قیمت‌های پیشنهادی پیمانکاری کاهش داشت.

ذکر این نکته نیز ضروری است که بهره برداری از خط مذکور توسط امور معدن آهک سراسیاب با کاهش ۵۰ درصدی قیمت تمام شده خردایش در حال انجام

که نظارت و همچنین اجرای بخشی از کارهای مربوط به مراحل فوق توسط تیم فنی متشکل از مسئولان معدن سراسیاب و چترود، واحدهای برق، خدمات فنی، امور مالی و بازرگانی مجتمع انجام گیرد. در این راستا با حضور موثر کلیه ارکان پروژه و تیم‌های فنی مجتمع و با استفاده از خدمات روز مزد نیروهای کارگری و فنی و همچنین اجاره ساعتی دستگاه‌های باربرداری و بارگیری شامل انواع جرثقیل‌ها، دستگاه‌های حمل و نقل شامل تریلر و کفی و همچنین ابزارآلات مورد نیاز در





## همکاری خلاقانه گروه حامیان محیط زیست مجتمع ممرادکو در روستای گردشگری خرو برای اولین بار در شهرستان طبس

و نگهداری از زمین و طبیعت زیبای خدادادی برای نسل های آینده برداشته باشیم. در این جلسه آقای صادقی دهیار روستا که در پرونده خود تجربه ۶ سال دهیاری روستای خرو را دارد ضمن تشکر و قدردانی از این حرکت زیبا و جدید از آقای مهندس بختیاری بعنوان نماینده شرکت ممرادکو و گروه حامیان محیط زیست تشکر و قدردانی فراوان



در راستای اجرای مسئولیت های اجتماعی این بار گروه حامیان محیط زیست در حرکتی نو و خلاقانه در مورخ ۲۰ اسفند ماه ۱۴۰۰ در روستای گردشگری خرو حاضر و علاوه بر جمع آوری زباله های بستر رودخانه و نظافت محیط، چهار عدد سطل زباله که با استفاده از ضایعات فلزی در کارخانه فرآوری ساخته شده بود در منطقه خرو نصب کردند.

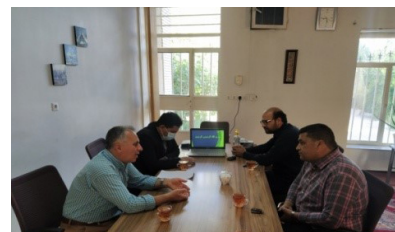
دو عدد از این سطل ها در ورودی رودخانه و دو عدد دیگر در نزدیک چشمه در جایی که بیشترین تعداد گردشگر و مسافر از آن دیدن



می کنند توسط گروه نصب گردید. لازم بذکر است که دهیاری خرو نیز سطل های زباله در جاهای مختلف منجمله پارکینگ و ابتدای رودخانه و چند جای دیگر گذاشته بود ولی به دلیل تعداد کم و جانمایی نامناسب برخی از سطل ها ۴ عدد نیز توسط

بعمل آورد. وی گفت: تاکنون هیچ شرکتی در طبس چنین کمک و همکاری که شرکت ممرادکو و پرسنل ممرادکو در جهت محیط زیست انجام داده اند را نداشته است در ادامه نیز مقرر شد اعضای جلسه برای همکاری بیشتر به اتفاق اعضای دهیاری در محل روستا حاضر و با بررسی میدانی منطقه، راهکار مناسب برای مشکلات و نواقص موجود ارائه نمایند.

آقای مهندس محمدرضا فرحبخش سرپرست HSEC مجتمع و آقای مهندس بختیاری و همچنین آقای مهدی احمدی کارشناس اداری و مسئول روابط عمومی مجتمع که عضو گروه حامیان محیط زیست هستند به صورت پاورپوینت ارائه گردید تا ضمن کمک به رفع مشکلات و ارائه راهکار مناسب گامی کوچک در جهت فرهنگ سازی و ارتقای فرهنگ طبیعت پاک و بدور از زباله و آلودگی



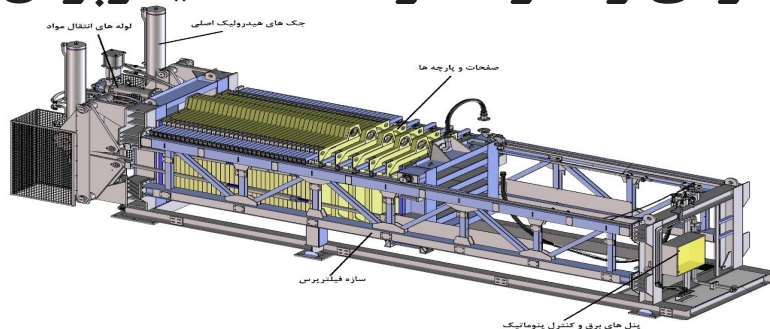
گروه حامیان نصب گردید. همچنین از دهیار روستا آقای صادقی در دفتر شرکت دعوت بعمل آمد تا ضمن همفکری و شنیدن صحبت های ایشان



گزارش تصویری از نواقص و مشکلات موجود توسط آقای مهندس محمد یوسف زاده کارشناس HSEC معدن تهیه و در حضور



# معرفی و نحوه کار دستگاه فیلتر پرس



بهروز رضامنش  
رئیس بخش نگهداری و تعمیرات  
کارخانه فرآوری زغالسنگ

## مقدمه:

فیلتر پرس (Filter press) یکی از قدیمی ترین و قابل اعتماد ترین تجهیزات آگیری است که منشأ آن به حدود اواسط قرن نوزدهم در بریتانیا بر می گردد، که فرم ابتدایی آن برای به دست آوردن روغن نباتی از دانه ها استفاده می شد. با این حال، تا قبل از تحولات عمده در اواسط قرن بیستم بود که مهندسان توانستند اولین فیلتر پرس خودکار افقی در جهان را طراحی و توسعه دهند.

## کاربرد دستگاه فیلتر پرس:

فیلتر پرس تجهیزاتی است که در فرآیند های جداسازی به ویژه برای جداسازی جامدات از

چکه گیر و محافظ کیک نیز بروی فیلتر پرس استفاده کرد. هر فیلتر پرس بر اساس حجم و نوع دوغابی که نیاز به آگیری دارد طراحی می شود.

## مراحل کار فیلتر پرس:

۱- مرحله پر کردن:

دوغاب از طریق پمپ تغذیه وارد محفظه بین صفحات میشود و آنها را پر می کند.

۲- مرحله فیلتراسیون

هنگامی که محفظه ها با دوغاب پر شدند ، با فشار پمپ تغذیه، آب از پارچه ها عبور کرده و از طریق کانال های روی صفحات وارد مجراهای انتقال آب شده و از سیستم خارج می گردد و فقط ذرات جامد بصورت لجن در

محفظه ها باقی می ماند.

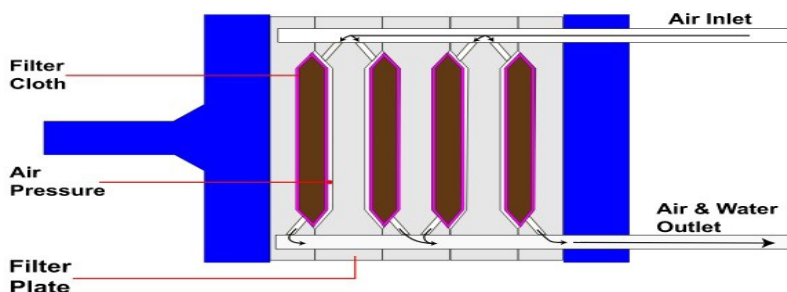
۳- مرحله دمش هوا:

روش دمیدن هوا اجازه می دهد تا مایع آزاد باقیمانده در فیلتر پرس قبل از باز شدن محفظه از فیلتر خارج شود. هوا از طریق یک دریچه فیلتر وارد میشود و مایع باقیمانده با فشار خارج می شود. این عمل باعث آگیری بیشتر از کیک میشود.

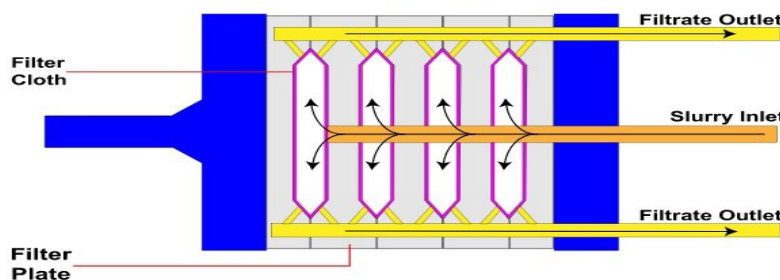
۴- مرحله تخلیه کیک:

در این مرحله صفحات به ترتیب باز و کیک جامد بصورت ثقیلی از فیلتر خارج می گردد و پارچه های در صورت نیاز توسط اپراتور یا بصورت اتوماتیک برای سیکل بعدی فیلتر تمیز و آماده می گردند.

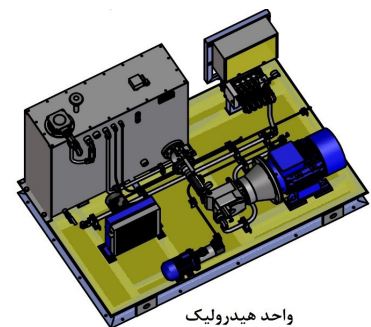
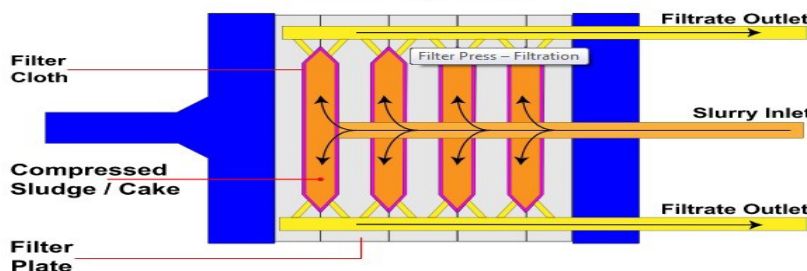
## 3 - Air Blowdown Stage



## 1 - Filling Stage



## 2 - Filtration Stage



مایعات استفاده میشود و این اجازه را می دهد که آب بازیافتی را مجدداً در سیستم حلقه بسته فرایند تولید کارخانه ها، استفاده و از حدر رفت میزان زیادی از آب جلوگیری نمود. فیلتر پرس مایعات و جامدات را با استفاده از فیلتراسیون فشاری از یکدیگر جدا می کند، که در آن دوغاب به داخل فیلتر پرس توسط پمپ های HP پمپ میشود و تحت فشار زیاد آگیری میشود. فیلتر پرس ها به طور وسیعی در صنایع معدنی، تولید مواد غذایی، پالایشگاهی و نیروگاهی استفاده می گردد.

## اجزا دستگاه:

این دستگاه از اجزای بسیار زیاد و مختلفی تشکیل شده است که شامل ۱- سازه ۲- صفحات و پارچه ۳- واحد هیدرولیک و پنوماتیک ۴- لوله های انتقال و پمپ می باشد، به منظور افزایش عملکرد دستگاه می توان از سیستم های اضافی مانند سیستم های شستشوی پارچه، سینی های



## اخبار مجتمع فرآوری زغالسنگ طبس



حضور مدیریت محترم عامل جناب آقای مهندس ایران نژاد به همراه آقای مهندس امانی مدیر دفتر فنی ستاد و آقای مهندس هراتی در مجتمع زغالسنگ طبس و بازدید از معدن ۷ و ۵B و ۵ پروده شرقی امروز دوشنبه مورخ ۲۶ اردیبهشت ماه



جلسه آموزشی ریاست اداره کار طبس آقای مهندس قاسمی زاده با اعضای شورای اسلامی کار مجتمع در خصوص نحوه پاسخگویی به سوالات و ابهامات شهروندان و کارگران در برنامه مردمی سازی و توزیع عادلانه یارانه ها در محل معدن ۵ مورخ ۲۴ اردیبهشت ماه







## به مناسبت هفته کار و کارگر در مجتمع فرآوری زغالسنگ طبس برگزار شد

### مراسم تجلیل از کارگران نمونه مجتمع زغالسنگ طبس



برگزاری مراسم تجلیل از کارگران ممتاز و نمونه مجتمع زغالسنگ طبس ۱۸ اردیبهشت ماه نفقات انتخاب شده: آقایان بیدمشکی و عباس نیا به عنوان کارگر ممتاز، آقایان حسن قربانی از واحد تولید کارخانه، علی ثقفی و علی غلامی از واحد نت کارخانه، محسن رضازاده از واحد مکانیک، محسن صالح پور و آقای ابوالفضل نخعی از واحد پیشروی به عنوان کارگران نمونه و همچنین آقایان عباس جعفرنیا و مهدی بازگی بعنوان کارگر نمونه پیمانکار معرفی شدند.

### برگزاری مسابقه والیبال بین تیم های کارخانه و معدن در زمین والیبال معدن ۵



### برگزاری مسابقه فوتسال بین تیم های معدن و کارخانه در زمین فوتسال کارخانه



برپایی نمایشگاه صنایع دستی و محصولات خانگی کارگران در محل کارخانه فرآوری در تاریخ ۱۸ اردیبهشت ماه





## اخبار مجتمع آهک و دولومیت



مهندس ایران نژاد در تاریخ ۲۰ اردیبهشت ماه ۱۴۰۱ برگزار شد و به کارگر نمونه لوح سپاس و کارت هدیه اهداء شد.

مکانیک کارخانه آهک و دولومیت . این مراسم با حضور مدیرعامل محترم شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه جناب آقای

برگزاری مراسم تجلیل از کارگر ممتاز و نمونه مجتمع آهک و دولومیت آقای رضا محمدی سرخبیدی از واحد



برگزاری مانور اطفاء حریق با هدف: آشنایی پرسنل با انواع خاموش کننده ها و نحوه استفاده از آن ها، آموزش عملی اطفاء حریق برای پرسنل شرکت کننده در مانور، آموزش فرایند خاموش کردن حریق در تابلوهای برق به صورت عملی، فرایند خاموش کردن تابلوهای برق به صورت عملی، افزایش مهارت و آگاهی کارکنان در هنگام مواجهه با حریق و روشهای اطفاء آن.

این مانور در تاریخ ۱۰ اردیبهشت ۱۴۰۱ در محل کارخانه آهک و دولومیت برگزار شد.



## اخبار مجتمع مس چاه موسی

اردیبهشت ماه ۱۴۰۱ برگزار شد و به کارگران نمونه در این مجتمع لوح سپاس و کارت هدیه اهداء شد.

برگزاری مراسم تجلیل از کارگران ممتاز و نمونه مجتمع مس چاه موسی آقایان محسن عامری پور و سید علی موسوی. این مراسم در تاریخ ۲۰





# Why are Minerals our Secret Key to Defense?



Most people know that there are health benefits from certain minerals. In fact, to keep your body functioning, minerals are essential. Magnesium helps convert blood sugar to energy, zinc aids your immune system, and potassium helps keep muscles and your nervous system functioning normally. These and other minerals help in growth and development, and protect your body from illness and disease.

In addition to guarding your health, minerals are also used in military defense and protection of our energy sources.

When it comes to military use, last summer, the National Mining Association published an infographic that included claims that the United States Department of Defense uses up to 750,000 tons of minerals annually in the manufacture of military gear, weapon systems and other defense applications. That number will increase as defense budgets are increased. In fact, during this past spring, the U.S. Department of Defense announced a 160\$ billion boost in defense spending over two years, reversing years of decline.

In Do Minerals Make Our National Defense Tools Stronger? published in our

امیر حسین نوری زاده  
کارشناس فنی امور معادن

sister blog, we discussed how after the minerals are mined, they have to be processed, extracted, melted, formed, and manufactured into that defense equipment, which could include new technology like unmanned aerial vehicles and tankers, advanced integrated air defense radar, and space-based systems. Rare earth elements are used in making night-vision goggles, infrared absorbing glass, and camera lenses. Nickel is used in body armor, silver in aircraft, and copper in communication systems.

The World Bank study, The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future, highlights the critical role that mining and metals will need to play in the global zero carbon transition over this century, with a specific focus on the position and capacity of mineral-resource-rich developing countries to supply these minerals. The study focuses on wind, solar, and energy storage batteries, which play a key role in energy sources offering low/zero Greenhouse Gas (GHG) emission levels. Metals which could see a growing market include aluminum

(including its key constituent, bauxite), cobalt, copper, iron ore, lead, lithium, nickel, manganese, the platinum group of metals, silver, steel, titanium, zinc, and rare earth metals including cadmium, molybdenum, neodymium, and indium. The report maps production and reserve levels of relevant metals globally, focusing on implications for resource-rich developing countries. It concludes by identifying critical research gaps and suggestions for future work. To find all these minerals, mining and exploration companies utilize handheld mineral and rare earth element XRF analyzers. XRF (X-ray fluorescence) is a non-destructive analytical technique used to determine the elemental composition of materials. These analyzers provide rapid, on-site qualitative screening directly in-situ or lab-quality quantitative analysis on prepared samples, bypassing the costly and time-consuming process of sending samples to off-site laboratories and waiting days, or even months, for critical data. With rapid sample analysis, you get real-time geochemical data to guide drilling decisions, enable high-productivity operations, and gain a competitive advantage.





پرسنل مکانیک کارخانه پخت آهک و دولومیت در حال انجام تعمیرات و آپارات بر روی بلت استایپ فید محدوده فعالیت گرند هاپر

عکس: حسین هاوشکی - اردیبهشت ۱۴۰۱