



## تهیه نرم افزار به منظور انتخاب روش استخراج - مطالعه موردی کانسار مس چهارگنبد

مهدی یاوری<sup>۱\*</sup> و محمدرضا کیومرثی<sup>۲</sup>

۱- عضو هیئت علمی دانشکده فنی، گروه مهندسی معدن، دانشگاه تهران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد استخراج معدن، دانشکده فنی، گروه مهندسی معدن، دانشگاه تهران

Email: mkiyoumars@yahoo.com

### چکیده

انتخاب یک روش استخراج مناسب، تصمیم گیری پیچیده ای است که نیازمند ملاحظه فاکتورهای فنی، اقتصادی و محیطی است. برای یک ذخیره مفروض امکان استفاده از دو یا چند روش استخراج وجود دارد. هر روش مشکلات مخصوص به خود را دارد در نتیجه روشی مناسب است که دارای کمترین مشکلات باشد. سیستم های عددی برای ارزیابی یک روش استخراج مناسب برای یک کانسار ویژه کاربرد دارند. این سیستم ها بر امتیازدهی به پارامترهای محدودی چون پارامترهای هندسی، زمین شناسی و ژئومکانیکی برای رسیدن به رتبه بندی روش های مختلف استخراج استوار هستند. روش های استخراج با امتیاز بالاتر مناسب تر هستند. تنها شیوه ای که بر اساس روش های عددی به ارزیابی روش های معدنکاری می پردازد روش نیکلاس است. این شیوه با اعمال تغییراتی توسط روش UBC اصلاح گردید. در این مقاله ضمن بررسی کلی شیوه های کمی نیکلاس و UBC در انتخاب روش استخراج و با توجه به نرم افزار تهیه شده بر اساس این دو روش که به زبان برنامه نویسی ویژوال بیسیک نوشته شده است، به تعیین روش استخراج کانسار مس چهارگنبد پرداخته می شود.

واژگان کلیدی: انتخاب روش استخراج، نیکلاس، معدن مس چهارگنبد

### مقدمه

وظیفه اصلی در بهره برداری از معدن، انتخاب آن روش استخراجی است که بیشترین و بهترین انطباق را با مشخصات خاص کانسار کانی (ژئومکانیکی، زمین شناسی، زیست محیطی و غیره) که باید استخراج شود، با رعایت محدودیت های ایمنی، فنی و اقتصادی به نحوی که کمترین هزینه و بیشترین سود را به بار آورد، داشته باشد. [1]

\* دانشگاه تهران، دانشکده فنی، گروه مهندسی معدن



به منظور تعیین امکان کاربرد یک روش استخراج به مقایسه شرایط روش و کانسار نیاز داریم. روش یا روش های در نظر گرفته شده برای استخراج کانسار، ابتدا از نظر تکنیکی و فنی و سپس از نظر اقتصادی بررسی می شوند. در صورتی که یک طبقه بندی تکنیکی و فنی بر روی تمام روش های استخراج زیرزمینی صورت بگیرد (مانند روش های بدون نگهداری، همراه با نگهداری و تخریبی)، تمام روش ها و تنوع موجود، نشان دهنده این حقیقت هستند که هر کانسار، روش استخراج بهینه مخصوص به خود را طلب می کند. از این جهت، معدنکاری زیرزمینی را می توان یک هنر اجرائی نامید. تعیین مشخصات خاص هر کانسار و استفاده صحیح از اصول مهندسی برای طراحی سیستم استخراج بهینه باعث انتخاب یک روش صحیح برای استخراج کانسار می شود. تعیین این مشخصات ویژه هر کانسار به معنی پایان کار نیست، چرا که عملیات بعدی که حتماً باید انجام شود اعمال اصلاحات و تغییرات است. [2]

در گذشته شیوه های بسیاری برای ارزیابی روش های استخراج مناسب برای یک ذخیره معدنی و بر اساس مشخصات فیزیکی ذخیره از قبیل شکل، عیار و مشخصات ژئومکانیکی سنگ توسعه داده شدند. اما احتمالاً رضایت بخش ترین آنها شیوه ارائه شده توسط نیکلاس (۱۹۸۱) می باشد [1]. این روش یکی از شیوه هایی است که با روش های عددی و بر اساس پارامترهای ویژه ورودی، روش های مختلف معدنکاری را رتبه بندی می کند. رتبه عددی هر روش استخراج با جمع این امتیازات بدست می آید. [3]

به طور کلی برای تشخیص روش های معدنکاری عملی مناسب، به مقایسه مشخصات کانسار با مشخصات روش های استخراجی نیاز داریم. در مرحله بعد بهترین روش های مناسب استخراج از نظر اقتصادی ارزیابی می شوند. دو پارامتر مهم در تعیین روش معدنکاری عبارتند از: [4]

- خصوصیات فیزیکی و زمین شناسی کانسار
- شرایط کمربالا، کمر پایین و ماده معدنی

تکنیک های انتخاب روش فقط کوششی در جهت ارزیابی روش های معدنی است که معدنکار بر اساس تجربه های قبلی و درک مستقیم خود مشخص کرده است که همگی شبیه و درعین حال متفاوت هستند و هدف از ارائه این طرح های انتخابی بحث درباره بهترین روش معدنکاری شامل سطحی، زیرزمینی، هیدرولیک و یا سایر روش های موجود است. فرآیند انتخاب روش باید اول تعیین کند که کانسار باید به روش سطحی یا زیرزمینی یا ترکیبی از آنها استخراج شود و در مرحله بعد در صورت رد روش های قدیمی معدنکاری از نظر تکنیکی یا اقتصادی، روش های جدید استخراج را بررسی کند. [4]



## انتخاب روش استخراج به شیوه نیکلاس

معادن بر اساس ویژگی های هر کانسار و سنگ درون گیرشان با روشی خاص استخراج می‌شوند. معمولاً ویژگی های کانسار به نحوی هستند که در یک راستا عمل نکرده و همگی یک روش استخراج زیرزمینی را تجویز نمی نمایند. بلکه در اکثر قریب به اتفاق موارد، مشخصه‌های کانسار در جهات مختلف عمل کرده و تصمیم گیرنده را دچار تردید می‌کنند. [5]

اولین بار در سال ۱۹۸۱ میلادی یک روش عددی به وسیله نیکلاس مطرح گردید که راهی نو برای انتخاب روش استخراج معادن بود. این روش برای پروژه‌هایی مناسب است که حفاری اکتشافی، ذخیره معدنی را مشخص و معین کرده باشد ولی حفاریات اکتشافی، یا کلاً انجام نشده باشد و یا بسیار کم صورت گرفته باشد. [7]

انتخاب روش استخراج با استفاده از این روش در دو مرحله انجام می‌شود. در مرحله اول ذخیره کانسار بر حسب شکل هندسی و توزیع عیار و خواص مکانیکی سنگ توضیح داده می‌شود. هدف اصلی در این مرحله انتخاب روش هایی است که بتوان آنها را با تفصیل بیشتر مورد بررسی قرار داد و ساده‌ترین روش برای رسیدن به این هدف تعیین پارامترهای خاص هر کدام از روش ها و سپس بررسی تطابق و مناسبت خواص کانسار مورد نظر با پارامترهای مورد نظر می‌باشد. بنابراین در مرحله اول، روش های مختلف استخراج با در نظر گرفتن عوامل و مشخصه‌های مختلف امتیازبندی و بر اساس حداکثر امتیاز مرتب می‌شوند. در مرحله دوم به منظور کاهش تعداد روش های مناسب و محدود کردن دامنه انتخابات، با مطالعات تفصیلی بر اساس هزینه معدنکاری، سرمایه‌گذاری مورد نیاز، مقدار استخراج، در دسترس بودن نیروی کار، ملاحظات زیست محیطی و سایر خواص ویژه محلی مناسب‌ترین روش استخراج مشخص و ارزیابی می‌شود. روش هایی که در مرحله قبل در اولویت قرار گرفته‌اند، مورد بررسی قرار گرفته تا روش مناسب انتخاب شود. لازم به توضیح است که در طول این روند روش هایی که امکان استفاده از آنها برای کانسار مورد بررسی وجود ندارد و یا استفاده از آنها منطقی نباشد، حذف خواهند شد. [7]

به عقیده نیکلاس، مشخصات مکانیک سنگی کانسار می‌تواند در طی انتخاب روش استخراج بصورت بحرانی مطرح شوند که می‌تواند با عناوینی چون مقاومت ذاتی سنگ (با تقسیم بندی ضعیف، متوسط و قوی) و فاصله شکستگی (با تقسیم بندی نزدیک، باز و خیلی باز) شناخته شود. بعد از مشخصات کانسار مهمترین مرحله در فرآیند انتخاب روش نیکلاس، قابلیت اجرای هر روش استخراج برای کانسار، با اختصاص امتیازات معین (وزن ها) برای روش های استخراج، ارزیابی می‌شود. امتیازهای تخصیصی به روش ها، بطور متناسبی بر اساس شایستگی مشخصات کانسار با روش، افزایش یا کاهش می‌یابد. برای این هدف مشخصات ماده معدنی برای هر روش استخراج، از هندسه ماده معدنی تا شکل مرزها بررسی و ارزیابی می‌شوند. اگر بررسی مشخصات ماده معدنی، برای کانسار مفروض روش استخراج قابل اجراتری را موجب شود، امتیاز بالاتری به



روش داده می شود و برعکس. بنابراین اگر برای روش استخراج مشخصه ای مرجح باشد امتیاز ۳ یا ۴ اختصاص می یابد. اگر روش استخراجی بتواند با مشخصه معلوم بدون هیچ مشکلی بکار رود، امتیاز ۱ یا ۲ اختصاص می یابد. اگر کاربرد روش استخراج با مشخصه معلوم غیر محتمل باشد اما روش بطور کامل رد نشود، امتیاز ۰ داده می شود. اگر مشخصه بطور کامل رد شود، به روش امتیاز ۴۹- داده می شود. بنابراین بر طبق این منطق، شایستگی کانسار برای هر روش ارزیابی می شود و بعد از فرآیند رتبه بندی عددی یکی از روش های امکان پذیر می تواند بر اساس کل امتیازهای حاصله برای هر روش، انتخاب شود. [6]

امتیازدهی پارامترها بر اساس روش نیکلاس برای هر روش استخراج بصورت جداول ۱ تا ۴ می باشند.



جدول ۱- امتیاز دهی بر اساس شکل هندسی و توزیع عیار کانسار [۱]

روش استخراج	شکل کانسار			ضخامت (متر)				شیب (درجه)			توزیع عیار		
	توده ای	رگه ای	بی شکل	نازک	متوسط	ضخیم	خیلی ضخیم	کم	متوسط	تند	یکنواخت	تغییرات تدریجی	مغشوش
				۱-۷	۳۰-۱۰	۱۰۰-۳۰	۱۰۰۰	۲۰	۵۵-۲۰	۵۵			
روباز	۳	۲	۳	۲	۳	۴	۴	۲	۲	۴	۳	۳	۳
تخریب توده ای	۴	۲	۰	-۴۹	۰	۲	۴	۳	۲	۴	۴	۲	۰
استخراج از طبقات	۲	۲	۱	۱	۲	۴	۳	۲	۱	۴	۳	۴	۱
تخریب در طبقات فرعی	۳	۴	۱	-۴۹	۰	۴	۴	۱	۱	۴	۴	۲	۰
جبهه کار طولانی	-۴۹	۴	-۴۹	۴	۰	-۴۹	-۴۹	۴	۰	-۴۹	۴	۲	۰
اتاق و پایه	۰	۴	۲	۴	۲	-۴۹	-۴۹	۴	۱	۰	۳	۳	۳
انباره ای	۲	۲	۱	۱	۲	۴	۲	۲	۲	۴	۲	۲	۱
کند و آکند	۰	۴	۲	۴	۴	۰	۰	۰	۰	۴	۳	۳	۳
برش از بالا به پایین	۳	۳	۰	-۴۹	۰	۳	۴	۴	۴	۲	۴	۲	۰
کرسی چینی	۰	۲	۴	۴	۴	۱	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۳

جدول ۲- امتیاز دهی بر اساس مقاومت ذاتی سنگ

(نسبت مقاومت فشاری تک محوری بر فشار روباره) [۱]

روش استخراج	ماده معدنی			کمر بالا			کمر پایین		
	ضعیف	متوسط	محکم	ضعیف	متوسط	محکم	ضعیف	متوسط	محکم
	۸۷	۱۵-۸	۱۵	۸۷	۱۵-۸	۱۵	۸۷	۱۵-۸	۱۵
روباز	۲	۴	۴	۳	۴	۴	۲	۴	۴
تخریب توده ای	۴	۱	۱	۴	۲	۱	۲	۳	۳
استخراج از طبقات	-۴۹	۳	۴	-۴۹	۳	۴	۰	۲	۴
تخریب در طبقات فرعی	۰	۳	۳	۳	۲	۱	۲	۲	۴
جبهه کار طولانی	۴	۱	۰	۴	۲	۰	۲	۳	۳
اتاق و پایه	۰	۳	۴	۰	۲	۴	۰	۲	۴
انباره ای	۱	۳	۴	۴	۲	۱	۲	۳	۳
کند و آکند	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۴	۲	۲
برش از بالا به پایین	۲	۳	۳	۴	۲	۱	۲	۳	۳
کرسی چینی	۴	۱	۱	۳	۲	۲	۴	۲	۲



جدول ۳- امتیاز دهی بر اساس تعداد درزه (در هر متر) [۱]

ماده معدنی				کمر بالا			کمر پایین			روش استخراج	
خیلی نزدیک	نزدیکی	باز	خیلی باز	خیلی نزدیک	نزدیکی	باز	خیلی نزدیک	نزدیکی	باز		خیلی باز
۱۶-۱۰	۱۰-۳	۳	۱۶-۱۰	۱۶-۱۰	۱۰-۳	۳	۱۶-۱۰	۱۰-۳	۳		۱۶-۱۰
%RQD			%RQD			%RQD					
۲۰-۱۰	۴۰-۲۰	۷۰-۴۰	۱۰۰-۷۰	۲۰-۱۰	۴۰-۲۰	۷۰-۴۰	۱۰۰-۷۰	۲۰-۱۰	۴۰-۲۰	۷۰-۴۰	
۲	۳	۴	۲	۲	۳	۴	۲	۲	۳	۴	
۴	۴	۰	۴	۳	۴	۰	۴	۳	۳	۲	
۰	۰	۱	۴	۰	۱	۴	-۴۹	۰	۰	۲	
۰	۲	۴	۴	۳	۴	۲	۱	۰	۱	۴	
۴	۴	۰	۴	۴	۳	۰	۳	۴	۲	۲	
۰	۱	۲	۴	۰	۱	۲	۲	۰	۱	۲	
۰	۱	۲	۴	۴	۳	۲	۲	۲	۳	۲	
۳	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۲	۲	
۱	۱	۲	۴	۱	۲	۳	۳	۱	۳	۳	
۴	۴	۲	۱	۳	۳	۲	۲	۴	۲	۲	

جدول ۴- امتیاز دهی بر اساس مقاومت برشی درزه [۱]

ماده معدنی			کمر بالا			کمر پایین			روش استخراج
ضعیف	متوسط	محکم	ضعیف	متوسط	محکم	ضعیف	متوسط	محکم	
۲	۳	۴	۲	۳	۴	۲	۳	۴	
۴	۳	۰	۴	۲	۰	۱	۳	۲	
۰	۲	۴	۰	۲	۴	۰	۱	۴	
۰	۲	۲	۴	۲	۰	۰	۲	۴	
۴	۳	۰	۴	۲	۰	۱	۲	۲	
۰	۲	۴	۰	۲	۴	۰	۲	۲	
۰	۲	۴	۰	۲	۴	۲	۲	۳	
۱	۲	۴	۰	۲	۴	۱	۲	۲	
۴	۳	۲	۴	۳	۲	۴	۴	۲	



### انتخاب روش استخراج به شیوه UBC (University of British Columbia)

با توجه به معایب روش نیکلاس، در سال ۱۹۹۵ میلر و همکاران همه مشخصات و امتیازات روش نیکلاس را بر اساس عملیات تجربی معدنکاری در کانادا اصلاح کردند. این روش تمامی امتیازات و مشخصات روش نیکلاس بجز توزیع عیار و شیب را تغییر داد. این شیوه به روش های استخراج کارگاهی بیش از روش های استخراج انبوه مانند روش های تخریبی تأکید دارد. علت آن این است که بیشتر معادن زیرزمینی کانادا روش های بدون نگهداری، اتاق و پایه و کند و آکند را به کار می برند. این روش فاکتور عمق را برای حذف و یا محدود کردن معدنکاری روباز به کار می برد در نتیجه با در نظر گرفتن این فاکتور توانایی روش روباز برای کانسارهای عمیق تر کاهش می یابد. همچنین در این روش پارامترهای ژئومکانیکی به دو بخش تقسیم می شوند: یعنی طبقه بندی RMR و مقاومت ذاتی سنگ ((Rock Substance Strength (RSS)) و برای کانسنگ و سنگ های فراگیر بر اساس این دو پارامتر امتیازاتی تعلق می گیرد. همچنین مقوله خیلی ضعیف برای تقسیم بندی بیشتر مقاومت توده سنگ اضافه شد. در نهایت از شعاع هیدرولیکی در بخش مکانیک سنگی این روش استفاده شد. [8]

امتیاز دهی پارامترها بر اساس روش UBC برای هر روش استخراج بصورت جداول ۵ تا ۷ می باشند.

جدول ۵- امتیاز دهی بر اساس شکل هندسی و توزیع عیار کانسار [۲]

روش استخراج	شکل کانسار			ضخامت (متر)					شیب (درجه)			توزیع عیار			عمق (متر)		
	توده ای	رگه ای	شکل بی	خیلی نازک	نازک	متوسط	ضخیم	خیلی ضخیم	کم	متوسط	تند	یکپوختی	تغییرات تدریجی	مغشوش	کم عمق	متوسط	عمیق
رو باز	۴	۲	۲	۱	۲	۳	۴	۴	۳	۲	۱	۳	۲	۲	۴	۰	-۴۹
تخریب توده ای	۴	۲	۰	-۴۹	-۴۹	۰	۳	۴	۳	۲	۴	۳	۲	۲	۲	۳	۳
استخراج از طبقات فرعی	۳	۴	۱	-۱۰	۱	۳	۴	۳	۲	۱	۴	۴	۳	۳	۴	۲	۲
تخریب در طبقات فرعی	۳	۴	۱	-۴۹	-۴۹	۰	۳	۴	۴	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
جبهه کار طولانی	-۴۹	۴	-۴۹	۴	۴	۰	-۴۹	-۴۹	۰	۳	۴	۴	۱	۰	۲	۲	۳
اتاق و پایه	۰	۴	۲	۴	۳	۱	-۴۹	-۴۹	۰	۳	۴	۴	۰	۲	۳	۳	۲
انباره ای	۰	۴	۲	۴	۴	۰	-۴۹	-۴۹	۰	۳	۴	۴	۰	۲	۳	۳	۲
کند و آکند	۱	۴	۴	۳	۴	۴	۰	۱	۴	۳	۱	۲	۳	۲	۲	۳	۴
برش از بالا به پایین	۱	۲	۰	۱	۱	۰	۲	۱	۰	۲	۴	۲	۱	۱	۲	۱	۱
کرسی چینی	۰	۱	۴	۴	۳	۲	۰	۰	۲	۳	۲	۰	۱	۱	۱	۱	۲



جدول ۶- امتیاز دهی بر اساس RMR [۲]

روش استخراج	ماده معدنی				کمر بالا				کمر پایین				
	خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	محکم	خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	محکم	خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	محکم	خیلی محکم
	۲۰-۰	۴۰-۲۰	۶۰-۴۰	۸۰-۶۰	۱۰۰-۸۰	۲۰-۰	۴۰-۲۰	۶۰-۴۰	۸۰-۶۰	۱۰۰-۸۰	۲۰-۰	۴۰-۲۰	۶۰-۴۰
روپاز	۲	۳	۳	۳	۴	۲	۳	۳	۳	۴	۲	۳	۳
تخریب توده ای	۴	۳	۲	۰	-۴۹	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
استخراج از طبقات فرعی	۱	۲	۴	۴	۴	۰	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
تخریب در طبقات فرعی	۲	۴	۳	۱	۰	۴	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
جبهه کار طولانی	۶	۶	۴	۲	۲	۶	۵	۴	۳	۳	۳	۳	۳
اتاق و پایه	-۴۹	۰	۳	۵	۶	-۴۹	۰	۳	۵	۶	۵	۴	۴
انباره ای	۰	۱	۳	۳	۳	۰	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
کند و آکند	۰	۱	۲	۳	۳	۰	۵	۴	۳	۳	۳	۳	۳
برش از بالا به پایین	۳	۲	۱	۱	۰	۰	۰	۲	۲	۲	۲	۲	۲
کرسی چینی	۴	۴	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

جدول ۷- امتیاز دهی بر اساس مقاومت ذاتی سنگ

(نسبت مقاومت فشاری تک محوری بر تنش اصلی برجا) [۲]

روش استخراج	ماده معدنی				کمر بالا				کمر پایین			
	خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	محکم	خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	محکم	خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	محکم
	۵۷	۱۰۵	۱۵۱-۱۰	۱۵۷	۵۷	۱۰۵	۱۵۱-۱۰	۱۵۷	۵۷	۱۰۵	۱۵۱-۱۰	۱۵۷
روپاز	۴	۳	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
تخریب توده ای	۴	۲	۱	۰	۴	۳	۲	۰	۴	۳	۲	۱
استخراج از طبقات فرعی	۰	۲	۴	۴	۰	۱	۴	۵	۰	۱	۳	۳
تخریب در طبقات فرعی	۲	۳	۳	۲	۴	۳	۲	۱	۲	۲	۲	۲
جبهه کار طولانی	۶	۵	۲	۱	۶	۵	۲	۲	۲	۲	۲	۲
اتاق و پایه	۰	۰	۳	۶	۰	۰	۲	۶	۰	۰	۲	۲
انباره ای	۰	۱	۳	۴	۰	۱	۳	۴	۰	۲	۲	۲
کند و آکند	۰	۱	۳	۳	۰	۳	۴	۵	۱	۳	۳	۳
برش از بالا به پایین	۳	۲	۱	۰	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
کرسی چینی	۴	۳	۱	۰	۴	۲	۱	۰	۳	۲	۲	۲





## مطالعه موردی

معدن مس چهارگنبد در جنوب غربی کرمان و شمال شرقی شهر سیرجان واقع شده است. کانی سازی در محل تلاقی دو گسل چهارگنبد و مضطر صورت گرفته است. کانی سازی مس به صورت کالکوپیریت همراه با پیریت به صورت رگچه ای می باشد. با توجه به مشخصات کانسنگ و سنگ های فراگیر که در جدول ۸ آمده است و با استفاده از نرم افزاری که به منظور تعیین روش استخراج زیرزمینی بر اساس روش های نیکلاس و UBC تهیه شده است، ورودی های مورد نیاز از طریق صفحه اصلی که در شکل ۱ مشاهده می گردد به نرم افزار داده شد و روش استخراج زیرزمینی در این معدن با دو نوع سنگ کمرپایین و با روش UBC تعیین شد که بر اساس نتایج بدست آمده از نرم افزار که در شکل های ۲ و ۳ مشاهده می گردد، دو روش استخراج انباره ای و کند و آکند دارای بالاترین امتیاز بودند.

جدول ۸- مشخصات کانسار و کمرها [9]

مشخصات عمومی	توضیحات
شکل کانسار	رگه ای نامنظم
ضخامت کانسار	۲ الی ۱۵ متر (میانگین ۸,۵ متر)
شیب کانسار	۷۰ درجه در امتداد گسل چهارگنبد ۶۰ درجه در امتداد گسل مضطر
توزیع عیار عمق	نامنظم (مغشوش) کم عمق (زیر ۱۰۰ متر)
شرایط تر یا خشک بودن	تر
کمر بالا	توضیحات
UCS	۹۲
RSS	۱۵/۶۳
RMR	٪۷۰
کمر پایین	توضیحات



	حالت اول:
۵۰	UCS
۹/۱۰	RSS
%۵۰	RMR
	حالت دوم:
۳۴	UCS
۶/۱۹	RSS
زیر %۲۰	RMR

شکل ۱- صفحه ورودی نرم افزار تعیین روش استخراج زیرزمینی به شیوه UBC

Method	Value
Open Pit	33
Block Caving	-33
Sublevel Stopping	32
Sublevel Caving	-28
Longwall Mining	-85
Room and Pillar	-19
Shrinkage Stopping	34
Cut and Fill Stopping	34
Top Slicing	13
Square Set Stopping	15

شکل ۲- تعیین روش استخراج زیرزمینی به شیوه UBC به کمک نرم افزار در حالت اول

### نتیجه گیری

انتخاب روش استخراج از جمله بحرانی ترین و غامض ترین موضوعات در مهندسی معدن است. انتخاب یک روش مناسب برای یک کانسار مفروض از لحاظ اقتصادی، ایمنی و بازدهی معدنکاری خیلی مهم است [6]. در این مقاله ضمن بررسی اجمالی شیوه های انتخاب روش استخراج نیکلاس و UBC، بعد از تهیه اطلاعات ورودی مورد نیاز از معدن، با نرم افزار تهیه شده بر اساس این دو روش که به زبان برنامه نویسی ویژوال بیسیک نوشته شده است، روش استخراج معدن مس چهارگنبد تعیین گردید. بر اساس نتایج کسب شده از نرم افزار، مشاهده شد که دو روش استخراج انباره ای و کند و آکند بعنوان مناسب ترین روش های استخراج زیرزمینی در این معدن هستند.

Method	Value
Open Pit	31
Block Caving	-33
Sublevel Stopping	30
Sublevel Caving	-31
Longwall Mining	-85
Room and Pillar	-19
Shrinkage Stopping	32
Cut and Fill Stopping	35
Top Slicing	12
Square Set Stopping	18

شکل ۳- تعیین روش استخراج زیرزمینی به شیوه UBC به کمک نرم افزار در حالت دوم



## منابع

- [۱] هوارد ال. هارتمن، (۱۳۸۱)، "اصول مهندسی معدن"، ترجمه مهدی یآوری، انتشارات دانشگاه صنایع و معادن ایران.
- [۲] قاسم پور بروجنی، عبدا...، (۱۳۸۰)، "شیوه های انتخاب روش های استخراج معادن زیرزمینی"، سمینار کارشناسی ارشد، دانشگاه امیرکبیر.
- [3] Clayton, C. et al., (2004), "A Knowledge-base System for Selecting a Mining Method", web site: [www.mining.ubc.ca/ipmm/Papers/Clayton.pdf](http://www.mining.ubc.ca/ipmm/Papers/Clayton.pdf)
- [۴] حیدری، محسن، (۱۳۸۰)، "انتخاب روش استخراج مناسب و مدل سازی کیفی و کمی"، سمینار درسی روش های استخراج زیرزمینی پیشرفته، دانشگاه امیرکبیر.
- [۵] حیدری، محسن، (۱۳۸۱)، "امکان پذیری استخراج آنومالی شماره ۳ معدن سنگ آهن گل گهر سیرجان به روش روباز"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه امیرکبیر.
- [6] Guray, C. et al., (2003), "Ore-age: a hybrid system for assisting and teaching mining method selection", Expert System with Applications 24 (2003), P261-271.
- [7] Nicholas, D. E., (1992), "Selection Procedure", SME Mining Engineering Handbook, Chapter 23-4, P2090-2106.
- [8] Miller, L. et al., (1995), "UBC Mining Method Selection", Mine Planning & Equipment Selection, P163-168.
- [۹] مالکی القلندیس، اصغر، (۱۳۷۹)، "تعیین حد روباز - زیرزمینی کانسار مس چهارگنبد"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه باهنر کرمان.