

## مبانی مدل سازی سه بعدی ذخایر سنگ تزئینی بمنظور افزایش بهره وری و کاهش ضایعات استخراجی

(با بررسی موردی بر روی پنج ذخیره استان آذربایجانغربی)

جعفر عبداله‌هی شریف<sup>۱</sup>، سعید یاورزاده<sup>۲</sup>

۱- عضو هیئت علمی گروه مهندسی معدن، دانشگاه ارومیه، jasharif42@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد استخراج معدن، دانشگاه ارومیه، syavarzadeh@gmail.com

### چکیده

در حال حاضر در کشور های پیشرفته کامپیوتر از ضروری ترین ابزار کار برای پژوهشگران علوم وابسته به زمین بشمار می رود و به گونه ای گسترده در مدل سازی سه بعدی ذخایر معدنی و ذخایر سنگ تزئینی مورد استفاده قرار می گیرد. دسترسی به اطلاعات پایه ای دقیق، مهندسیین طراح را در مسیری هدایت می کند تا با کمترین هزینه و به تبع آن کمترین ضایعات معدنی طرح های استخراجی را تهیه و تدوین نمایند. در مقاله حاضر ضمن تاکید بر اهمیت راهبردی دیدگاههای کارشناسی، شیوه نامه مدل سازی کامپیوتری ذخایر سنگ تزئینی از مرحله تهیه فایل های اطلاعاتی مورد نیاز تا ساخت مدل نهایی مورد بررسی قرار خواهد گرفت و سرانجام برخی از کاربرد های مدل بدست آمده دراموری همانند تعیین ذخیره بخشهای مختلف کانسنگ استخراجی که حاوی ساخت و بافت متنوعی هستند، بلوک بندی، مطالعات زمین شناسی مهندسی و طراحی روشهای استخراج بر روی یک کانسار مینا مورد بررسی قرار خواهد گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده از اجرای این پژوهش که بر روی پنج معدن استان آذربایجان غربی انجام گرفته است، صرفه جوییهای قابل توجهی در هزینه های عملیاتی معدن بوجود آمده و با استفاده از مدل های تهیه شده پیش از مبادرت به آغاز عملیات استخراجی بخشهای نامرغوب و فاقد ساخت و بافت مناسب از محدوده طراحی حذف شده اند.

کلمات کلیدی: داده اکتشافی، مدل زمین شناسی، ابعاد بلوک، ارزش بلوک، برنامه ریزی تولید، سطوح برش

## 3-D Modeling Of Decorative Stone Resources In Order To Optimize And Lessen The Extraction Wastes.

(Studied On Samples Of Five Resources In West Azerbaijan)

J.Abdollahe Sharif, S.Yavarzadeh

### Abstract

For the present, computer is considered as the most essential device for resources of geological science in developed countries and also used vastly in 3-D modeling of mineral and decorative stone resources.

According to the basic information, engineers can provide extraction projects with the least costs and wastes. In This essay, while emphasizing the importance of proficiency points of view, modeling decorative stone resources with computer from providing the required data files till producing the ultimate model will be discussed. Finally it's about the applications of the model in some affairs like assigning the several sections of extracted ore that have got a various texture and structure, block modeling, geological engineering studies and mine planning on a base ore.

Based on the ultimate results, mine operating costs has been saved a lot while executing this on five selected mines in West Azerbaijan and thanks to the provided model, undesirable sections and which haven't got an appropriate structure omitted from the designing area.

**Keywords:** Exploration data, Geological model, Block size, Production planning, and cutting faces

در گستره استان آذربایجان غربی ذخایر بسیار با ارزشی از نهشته های کربناتی آراگونیتی که محصول فعالیت چشمه های آبگرم هستند در اطراف شهرستان های مهاباد، میاندوآب و شوط شناسایی شده اند که در مواردی ذخایر منحصراً به فردی را تشکیل می دهند. این ذخایر عموماً دارای ارزش اقتصادی بسیار بالایی بوده و در بازار سنگ ایران تحت عنوان مرمر های رنگی شناخته شده اند و اغلب کیفیت کانسنگ تولیدی از این معادن چنان بوده که تمامی یا بخش عمده ای از تولیدات آن ها به خارج از کشور صادر شده اند.

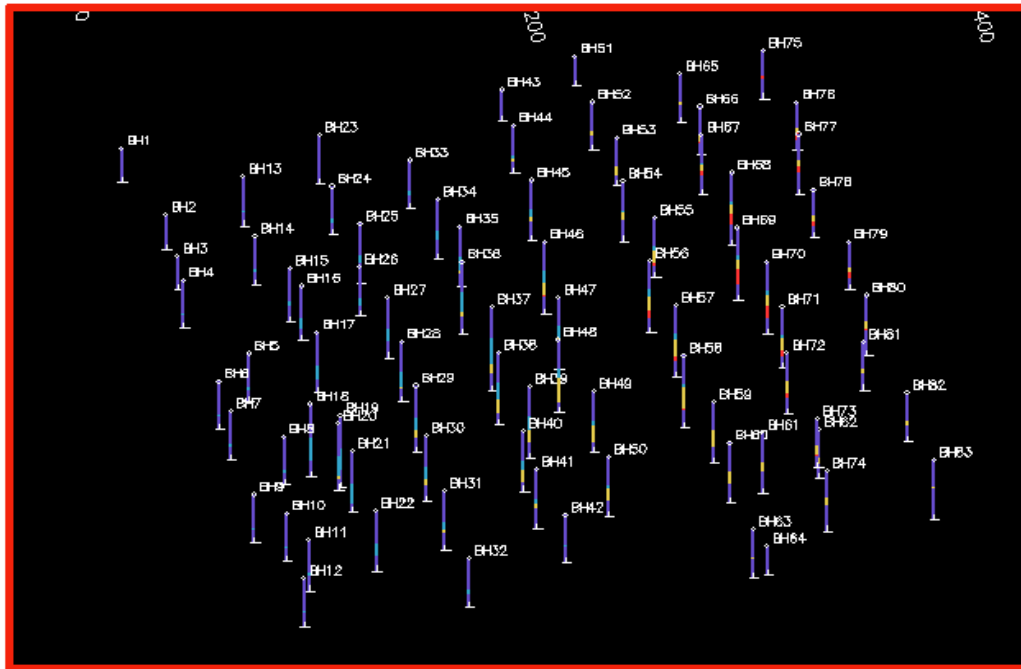
واضح است وقتی که با چنین ذخایر با ارزشی سروکار داریم هر گونه بی توجهی و عدم دقت در انتخاب شیوه استخراج آنها، موجب افت ماده معدنی و افزایش ضایعات استخراجی شده و خسارات جبران ناپذیری بر اقتصاد معدن در گام نخست و در گامهای بعدی سرمایه های ملی خواهد زد. از این قبیل ذخایر تا کنون معادن قشلاق ۲۱ (مرمر سبز، سفید و قرمز) و معدن قیز ممسی (مرمر صورتی) استخراج شده و هم اکنون در گستره آنها فعالیت اکتشافی جهت شناسایی و برنامه ریزی تولید ذخایر مشابه ادامه دارد. با توجه به اهمیت اقتصادی و ارزش بسیار بالای این مواد معدنی و با مطالعه ویژگیهای ژنتیکی و نیز جمع آوری اطلاعات اکتشافی و اطلاعات استخراجی محدوده های مجاور این ذخایر بر آن شدیم تا بمنظور جلوگیری از افت استخراجی و عدم انباشته شدن حجم زیاد لاشه در کنار، معادن جدیدی که از این گروه راه اندازی خواهند شد، ضمن بررسی امکان مدل سازی این ذخایر با روشهای نوین کامپیوتری، یافته های حاصل از مطالعات اکتشافی و نیز استخراجی ذخایر این مناطق را با هم تلفیق نموده و روش جدیدی را برای پی جویی، مدل سازی و برنامه ریزی تولید آنها ارائه دهیم.

## ۲- نوع و حجم داده های اکتشافی ذخایر مورد بررسی

با بررسی سوابق و پیشینه مطالعات اکتشافی و استخراجی انجام شده در گستره ذخایر قشلاق ۲۱ و قیز ممسی داده های اکتشافی با ارزشی که با استناد به آنها بتوان مدلسازی ذخایر تحت بررسی را انجام داد یافت نشد. فعالیت های اکتشافی انجام گرفته در برخی از این ذخایر بسیار محدود و سطحی بود. یگانه ذخیره معدنی که تا حدودی به علت مدیریت صحیح، یافته های با ارزشی از گسترش های سطحی و عمقی و نیز تغییر کیفیت و ساخت و بافت کانسنگ در آن قابل دسترس بود، معدن قشلاق شماره ۱ واقع در کیلومتر ۸۰ جاده مهاباد است. به منظور سامان دادن به اطلاعات پراکنده موجود و نیز برداشت و جمع آوری داده های جدید، انجام یک مرحله پیمایش صحرایی از ذخایر تحت مطالعه برنامه ریزی و به مرحله اجرا در آمد. در این فاز مطالعاتی ضمن پیمایش پروفیل هایی به فواصل ۳۰ الی ۴۰ متر و تطبیق داده های موجود با شواهد محلی در نهایت ۱۷ نقطه اطلاعاتی انتخاب و مختصات دقیق آنها با GPS برداشت گردید. داده های اکتشافی موجود شامل: ضخامت باطله رویی، ساخت و بافت، رنگ و نیز ضخامت ماده معدنی بود. بخش عمده اطلاعات بازسازی شده مربوط به ذخیره معدنی قشلاق شماره ۱ است. چنانچه پیشتر نیز اشاره گردید این ذخیره با ملاحظات فنی و توسط تیم کارشناسی قوی مورد بهره برداری قرار گرفته است و داده های با ارزشی از اکتشافات در حین استخراج از این معدن قابل دسترس بود. پس از جمع آوری داده های اولیه و پردازش آنها فایل های کامپیوتری مورد نیاز، جهت تهیه مدل های بلوکی و زمین شناسی تهیه شدند. شاید مهمترین فایل ساخته شده از میان چهار فایل کلیدی در این پژوهش فایل مربوط به لاگ زمین شناسی این ذخایر بود. برای تهیه این فایل ها علاوه بر مختصات نقطه آغاز و پایان کانسنگ معدنی، مرز تغییرات ساختی و بافتی و رنگ که در اغلب آنها وجود داشت با دقت تعیین گردید. در نهایت با تلفیق تمامی اطلاعات حاصل از چاهک های حفر شده، چالهای که برای تعیین ضخامت ماده معدنی حفر شده بود، برداشت های صحرایی جدید، بررسی شواهد استخراجی به جا مانده در گستره معادن و.. تعداد نقاط داده ای اولیه به ۸۳ نقطه اطلاعاتی تقلیل داده شد و فایل های مورد نیاز جهت ادامه فرآیند مدل سازی تهیه گردید.

## ۳- مشخصات شبکه اکتشافی

پس از تدقیق و تلفیق داده ها در نهایت شبکه اکتشافی مستطیلی با ابعاد تقریبی ۳۰×۴۰ متر حاصل شد. با توجه به گسترش ذخایر معدنی محور طولی شبکه اکتشافی در راستای N42W قرار گرفت و در نهایت توزیع نقاط اطلاعاتی و گسترش های عمقی آنها به شرح شکل شماره ۱ حاصل شد.



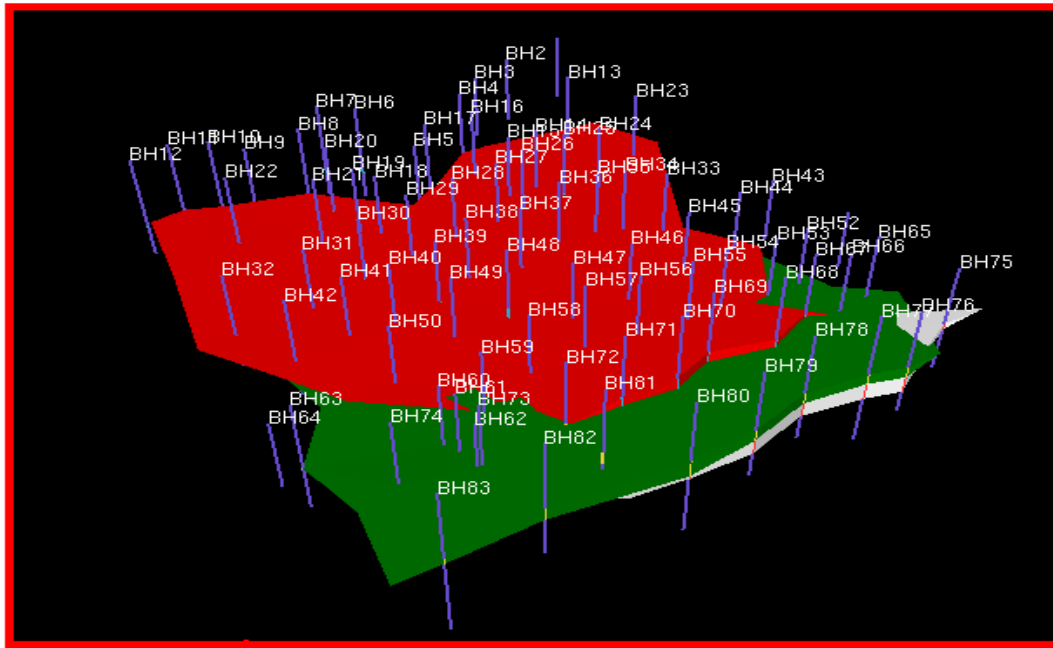
شکل شماره ۱- موقعیت مکانی نقاط اکتشافی و گسترش طولی آنها (15x z)

#### ۴- مدل زمین شناسی ذخایر تحت بررسی

پس از تهیه فایل های اولیه، شامل کنتور فایل ها و استرینگ فایلها، مدل زمین شناسی ذخایر تحت بررسی پس از یک ماه کار دفتری مداوم ساخته شد. در این مدل بدنه ماده معدنی که کانسنگ مرمر را تشکیل می داد متناسب با ویژگی های ساختی و بافتی و بخصوص رنگ به سه زیر مدل تقسیم و طول گسترش هر کدام از آنها توسط مدل های ساخته شده تعیین گردید. در شکل شماره ۲ مدل سه بعدی ساخته شده از ذخایر تحت بررسی ارائه شده است. بطوریکه در شکل نیز مشهود است سطح فوقانی ذخیره معدنی را باطله تشکیل می دهد. که ضخامت متوسط آن حدود ۳ متر بوده و بطور عمده از آلومین و آبرفتهای رسی تشکیل شده است. طبقات رنگی مرمری که به یکدیگر جوش خورده اند. بلافاصله در زیر این افق باطله قرار می گیرد. ضخامت لایه مرمر از ۱۰ سانتی متر تا ۲/۵ متر متغیر است در بخش هایی که ذخیره معدنی ضخامت کمی دارد بطور معمول تغییر رنگ و یا ساخت و بافت مشاهده نمی شود ولی در بخش های ضخیم گاه "سه نمونه مرمر سبز، سفید و قرمز مشاهده می شود که با یک زون تغییر تدریجی به ضخامت حدود ۲۰ سانتی متر از یکدیگر به طور کامل قابل تفکیک هستند. عدم شناخت از مرز تغییر رنگ کانسنگ معدنی منجر به استخراج کوپهایی با رنگ های متفاوت می شود که در بازار از محبوبیت کمتری برخوردار است. در واقع هدف اصلی از این مدل سازی ارائه اطلاعاتی به بهره برداران جهت بهینه سازی فرآیند استخراج و عرضه کوپهایی با ساخت و بافت یکسان و یکنواخت است.

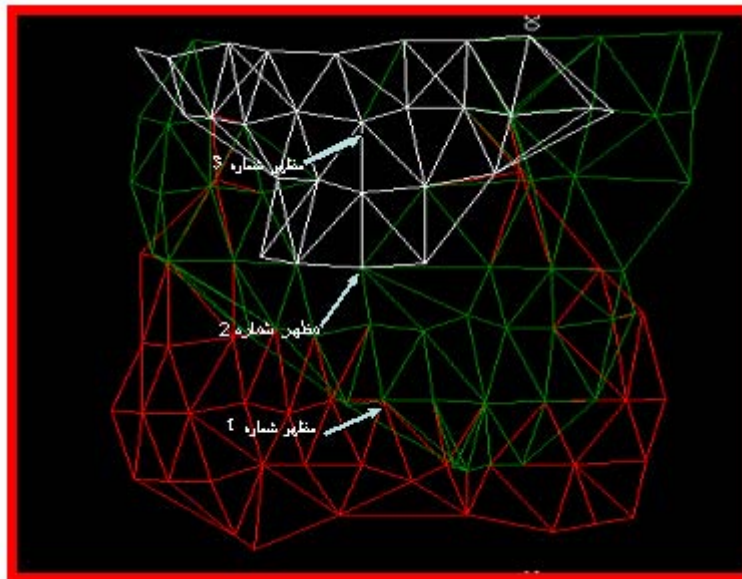
#### ۵- نتایج حاصل از ارزیابی و بررسی تفصیلی مدل زمین شناسی

مطالعه تفصیلی مدل زمین شناسی و نیز تلفیق یافته های حاصل از مدل با شواهد صحرایی داده های با ارزشی از ژنز این قبیل ذخایر را بدست می دهد. داده های قبلی این ذخایر را محصول فعالیت چشمه های آبگرم معرفی نمودند ولی اطلاعاتی در مورد گسترش عمقی و طولی و نیز شرایط فیزیکی شیمیایی تشکیل آنها را ارائه نمی دهند. بررسی تفصیلی مدل شواهد بسیار جالبی از نحوه تشکیل این ذخایر را ارائه می دهد. در این بررسی ها مشخص گردید که هر ذخیره محصول فعالیت چندین چشمه آب گرم بوده که در راستای یک زون گسله واقع شده اند و تغییرات مربوط به ساخت و بافت و رنگ کانسنگ به علت تغییر در موقعیت مکانی این چشمه ها و نیز جنس طبقات و واحدهای سنگی موجود در مسیر آنهاست. بررسی دقیقتر افقهای تحتانی مدل حتی موقعیت تقریبی مظهر چشمه ها را که از آنها محلولهای گرم آهک دار به سطح راه یافته اند را به خوبی نمایش می دهد. (شکل شماره ۳). با بررسی های بیشتر



شکل شماره ۲- مدل سه بعدی ساخته شده از ذخایر تحت بررسی (15x z)

و با تلفیق شواهد اکتشافی حاصل از ذخایر قشلاق ۱ و ۲ و معدن قیز ممسی ملاحظه شد که این ذخایر روند مشخصی را نشان می دهند و مطالعات زمین شناسی مهندسی موقعیت تقریبی گسل شرقی غربی را مشخص نمود که این گسل از گستره تمامی این ذخایر عبور کرده و به دریاچه ارومیه منتهی می شود. یافته های حاصل نتایج بسیار امیدوار کننده ای مبنی بر امکان وجود ذخایر با ارزش دیگری در این زون را ارائه می دهند. کنترل یکی از نقاط امید بخش و حفاری چند چاهک اکتشافی در آن صحت یافته های حاصل را تأیید نموده و با استفاده از این یافته ها کانسار جدیدی شناسایی شد که هم اکنون در مرحله اکتشاف قرار دارد.



شکل شماره ۳- راستای تقریبی مظهر چشمه های سازنده واحد های آراگونیتی

### ۶- تهیه مدل بلوکی ذخایر مورد بررسی

در فرایند بلوک بندی، پیکره ماده ی معدنی به قطعات کوچکی تقسیم می شوند [1]. اندازه این قطعات که اصطلاحاً بلوک نامیده می شود متغیر بوده ولی ابعاد مرسوم که در بیشتر پروژه ها مورد استفاده قرار می گیرد بلوکهای مکعبی با ابعاد  $10 \times 10 \times 10$  متر است [2], [3]. واضح است که ابعاد بلوک ها شدیداً متأثر از هندسه کانسار بوده و بعنوان مثال برای ذخیره قشلاق که ضخامت متوسط آن حدود  $0.5$  متر است بلوکهایی با ابعاد پیش گفته نمی توانند مورد استفاده قرار گیرند.

ابعاد بلوک ها را شاخصه های زمین آماری و شاخصه های استخراجی کنترل می کنند [4]. بر اساس شاخصه های زمین آماری ابعاد بلوک ها بایستی برابر نصف میانگین فاصله برشهای اکتشافی باشد. برای مثال در کانسار قشلاق که گمانه های اکتشافی در شبکه ای منظم با ابعاد  $30 \times 40$  متر حفر شده اند ابعاد بلوکها بایستی برابر  $15$  متر انتخاب شود از سوی دیگر ابعاد بلوکها شدیداً متأثر از شاخصه های استخراجی نظیر ارتفاع پله های استخراجی، هندسه کانسار، محدودیت های تکنولوژیکی، برنامه تولید روزانه، تعداد سینه کار و... است [5].

با توجه به تجارب نگارنده در پروژه های متعدد اجرا شده فزون بر موارد فوق بهتر است ابعاد بلوک ها بگونه ای انتخاب شود تا حجم هر بلوک از  $25$  درصد ظرفیت استخراجی روزانه معدن فراتر نرود. در پژوهش انجام شده مهمترین بخش از مطالعات را تهیه مدل بلوکی ذخیره معدنی تشکیل می دهد. چرا که این مدل مبنای استخراج و برنامه ریزی تولید معدن قرار خواهد گرفت و چنانکه در این مدل مرز کوپهای استخراجی به درستی انتخاب شوند به هدف اصلی پژوهش که کاهش ضایعات استخراجی و ارائه روشی برای بهره برداری بهینه از این ذخایر بوده، دست خواهیم یافت. به همین علت این بخش از پژوهش با دقت و حساسیت خاصی دنبال شد. تهیه مدل بلوکی برای ذخایر سنگ تزئینی اختلاف زیادی با تهیه مدل برای سایر ذخایر معدنی دارد [6]. در ادامه ضمن بیان این اختلاف ها رهیافت های حاصله به منظور تهیه مدل بلوکی بهینه ذخایر مرمری تحت مطالعه، مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

### ۶-۱ روشهای تهیه مدل بلوکی ذخایر سنگ تزئینی

دو روش اصلی برای بلوک بندی ذخایر معدنی ابداع شده است. این روش ها تحت عنوان « روش فاکتور » و « روش ریز بلوک ها » نامگذاری شده اند [6]. در ادامه ویژگیها و محدودیت های کاربردی هر روش مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

#### ۶-۱-۱ روش فاکتور

در این روش متناسب با گستردگی ماده معدنی و باطله در بلوکهای اکتشافی، فاکتور یا شناسه ای بین عدد صفر و یک به آن نسبت داده می شود. به این ترتیب به بلوک هایی که در ماده معدنی قرار می گیرند عدد یک و بلوک هایی که در باطله قرار گیرند عدد صفر و به بلوک های حاشیه ای که در مرز ماده معدنی قرار دارند شناسه بین صفر و یک نسبت داده می شود [6].

#### ۶-۱-۲ روش ریز بلوک ها

در این روش، بلوک های اکتشافی بخصوص بلوک های حاشیه ای متناسب با پیچیدگی های ساختاری و شکل توده معدنی به ریز بلوک هایی تقسیم می شوند [4]. در حالت اخیر برای هر ریز بلوک نوع سنگ مرمر موجود در آن تعیین و سپس حجم و تناژ ماده معدنی موجود در آن محاسبه می شود. شایان ذکر است در صورت استفاده از این روش به علت انطباق نتایج با واقعیت های ژنتیکی کانسار، نتایج دقیق تری حاصل می شود.

#### ۶-۱-۳ ابعاد بلوک ها

در پژوهش حاضر با توجه به ضخامت متوسط ماده معدنی (حدود  $0.5$  متر) ابعاد بلوک های معدنی  $0.5 \times 0.5 \times 0.5$  متر انتخاب می شود و برای تعیین دقیق مرز تیپ های مختلف مرمر با یکدیگر و باطله همراه، ابعاد ریز بلوکها متناسب با نتایج داده های اکتشافی  $10$  سانتیمتر انتخاب گردید.

بطوریکه در ادامه اشاره خواهد شد استخراج کوپه‌هایی که ضخامت آن ۱۰ سانتی متر باشد به هیچ وجه توجیه اقتصادی نخواهد داشت بهمین علت تهیه مدل بلوکی ذخایر سنگ تزئینی در دو مرحله انجام می‌گیرد. در مرحله نخست به منظور تعیین دقیق مرز ماده معدنی و باطله و نیز مرز تیپ‌های مختلف کانسنگ (مرمر با رنگ‌های مختلف) از روش ریز بلوک استفاده خواهد شد و در مرحله بعد مدل بلوکی تهیه شده با توجه به ضخامت حد که تقریباً تعریفی مشابه عیار حد (cut off grade) دارد اصلاح خواهد شد در مراحل بعد این مدل اصلاح شده مبنای برنامه ریزی تولید و استخراج قرار خواهد گرفت.

### ۳-۶ ارزش گذاری بلوک‌ها در مدل سازی بلوکی ذخایر سنگ تزئینی

برای اطلاع از موقعیت و گستردگی زونهای تغییر تدریجی رنگ در مرمرها، فرآیند ارزش گذاری بلوک‌ها بشرح زیر تدوین شد.

- برای بلوک‌های واقع در گستره مرمر قرمز ارزش ۵ انتخاب شد.

- برای بلوک‌های واقع در گستره مرمر سبز ارزش ۱۰ انتخاب شد.

- برای بلوک‌های واقع در گستره مرمر سفید ارزش ۱۵ انتخاب شد.

با شیوه انتخاب شده، بلوک‌هایی که در مدل بلوکی ارزش آنها در حد فاصل ۵ و ۱۰ و نیز ۱۰ و ۱۵ قرار خواهند داشت بلوک‌های واقع در زون تغییر تدریجی و یا به عبارت دیگر زون باطله ماده معدنی را تشکیل می‌دهند. شایان ذکر است چنانکه در گستره مدل زمین شناسی بخش‌های حاوی مرمر قرمز و سفید شناسایی می‌شد، روش ارزش گذاری فوق قابل استفاده نبود. در مدل تهیه شده بلوک‌های با ارزش ۷/۵ و ۱۲/۵ بطور کامل در باطله قرار می‌گیرند. بمنظور کاهش گستره زون تغییر تدریجی رنگ در ذخایر مورد بحث، بلوک‌هایی که ارزش آنها در حد فاصل ۱۱/۵ تا ۱۳/۵ و نیز ۶/۵ تا ۸/۵ قرار دارند بعنوان بلوک‌های باطله منظور شدند با این مکانیزم بیشینه ضخامت زون باطله که سطوح برش را تشکیل خواهند داد از ۲۰ سانتی متر فراتر نخواهد رفت. این زون انطباق خوبی با مبانی استخراجی و بهره برداری از این ذخایر دارد. شایان ذکر است که میتوان با کوچک کردن بازه ارزش گذاری و تبدیل آن به ۱۳ تا ۱۴ و ۷ تا ۸، مرز دقیق تری برای باطله انتخاب نمود. ولی در حالت اخیر برش مرز تعیین شده که حداکثر ضخامت معادل ۱۰ سانتی متر خواهد داشت بسیار مشکل و نیازمند بهره گیری از روش‌های مدرن استخراجی است.

### ۴-۶ اصلاح مدل بلوکی و برنامه ریزی تولید ذخایر سنگ تزئینی

پس از تهیه مدل بلوکی و تعیین موقعیت قرار گیری بلوک‌های واقع در زون تغییر تدریجی رنگ، موقعیت مرزهای برش کانسار تعیین می‌شوند در مرحله بعد با توجه به موقعیت قرار گیری این مرزها زون‌های قابل برداشت و گستردگی آنها تعیین می‌گردند. در این مرحله مدل بلوکی قبلی اصلاح و در ضمن تجمیع ریز بلوک‌ها، بلوک‌های بزرگ ماده معدنی که در بازار سنگ از ارزش اقتصادی بالاتری برخوردار هستند ساخته و مبنای برنامه ریزی تولید قرار می‌گیرند. در اصلاح مدل با توجه به حداقل ضخامت قابل قبول در بازار، بلوک‌های با ضخامت کمتر از این حد از مدل بلوکی و برنامه ریزی تولید حذف می‌شوند. برای تجمیع بلوکها و تعیین مرز بلوک‌های استخراجی می‌توان از روش‌های دستی و یا الگوریتم‌های کامپیوتری بهره جست. یکی از الگوریتم‌های توانا در این زمینه «تحت عنوان الگوریتم هوشمند کمترین برش» که توسط تیم پژوهشی در دانشگاه ارومیه تدوین شده قادر است در ابتدا با تجمیع بلوک‌ها و تعیین مرز تک کوپه‌های استخراجی، موقعیت این بلوک‌ها را برای استخراج تعیین و متناسب با دیدگاههای مهندسیین طراح و تقاضای بازار، در کاتاگوری‌های مختلف موقعیت کوپه‌های استخراجی جهت برش را تعیین و اعلام نماید.

## ۷- نتیجه گیری

نتایج حاصل از پژوهش را می توان به شرح زیر خلاصه نمود:

بالجراى این پژوهش روش نوینی برای تعیین دقیق مرزهای تغییر تدریجی رنگ، و نیز گستره های کم ضخامت ماده معدنی تدوین و با بهره گیری از آن امکان متمرکز نمودن فعالیت استخراجی در بخشهایی از ذخیره، که استخراج آنها توجیه اقتصادی دارند، فراهم می شود.

با اجرای این پژوهش امکان تعیین دقیق مرز باطله و ماده معدنی فراهم شد. با بهره گیری از موقعیت دقیق این مرز، مهندسین طراح قادر خواهند بود شیوه های استخراجی مناسب (شیوه های مدرن یا سنتی) را برای بخشهای مختلف ذخیره معدنی با دیدگاه کمینه کردن افت استخراجی انتخاب نمایند.

با توجه به دسترسی به داده های رقومی ذخیره معدنی، می توان برنامه ریزی تولید را متناسب با نیاز بازار تنظیم کرد. با توجه به دسترسی به داده های رقومی ذخیره معدنی، امکان فیلتر نمودن داده ها و تعیین بخش های کم ضخامت و پر ضخامت و گستره های دارای ارزش استخراجی و.. فراهم می شود.

تهیه مدل بلوکی زمینه مناسبی برای تعیین ذخیره دقیق تیپ های مختلف کانسنگ را فراهم می آورد.

با توجه به داده های با ارزشی که از مدل های بلوکی قابل دسترسی است ظرفیت استخراجی معادن قابل افزایش بوده و در عین حال تولید لاشه به علت عدم اطلاع از گسترش های سطحی و عمقی ذخایر به حداقل مقدار خود خواهد رسید.

## ۸- مراجع

- [1] Y. Lizotte; *Computerized mine planning*; McGill University. Department of mining and Metallurgical Engineering.
- [2] N.N.Shatagin, J.A.Sharif; 2006; "3 dimensional computerized model of RUBTCOFCKA deposit" 7<sup>th</sup> international conference of new ideas in earth dependence sciences; Moscow; Russia.
- [3] J.M.Berlanga, R. Gardona and M.A.Ibarra; 1988; "Recursive formula for the floating cone algorithm" International symposium on mine planning and equipment selection; Calgary 3-4; U.S.A [4] J.A.Sharif; 2005; "periodic control of final limit of open pits, based on floating cone algorithms"; Annual conference of mine engineering; Moscow; Russian
- [5] Y. Lizotte; 1988; "Economic and technical relation between open pit design and equipment selection"; International symposium on mine planning And Equipment selection; Calgary 3-4; U.S.A
- [6] J.A.Sharif; 2005; "3 dimensional modeling of deposits, based on floating cone algorithms"; 3th international science conference of young scientists; Moscow; Russian