Archive of SID

Journal of Economic Geology
2010, No. 1 (Vol. 2)
ISSN 2008 7306

مجله زمین شناسی اقتصادی
سال ۱۳۸۹، شماره ۱، (جلد ۲)
صفحه :۵۱ تا ۵۹

جایگاه مدل‌سازی سه‌بعدی ذخایر معدنی در بررسی‌های زمین‌شناسی اقتصادی، تعیین ذخیره و ژنز آنها
(با بررسی موردی بر روی گروهی از ذخایر سنگ تزیینی استان آذربایجان‌غربی)

جعفر عبدالهی شریف[۱]، علی امامعلی‌پور[۱]، عارف علی‌پور[۲]، مجتبی مختاریان‌اصل[۲]

۱- گروه مهندسی معدن، دانشگاه ارومیه
۲- گروه مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی ارومیه

دریافت مقاله : ۱۳۸۸/۱۱/۲۸، نسخه نهایی :۱۳۸۹/۱/۲۷

چکیده

در حال حاضر در کشورهای پیشرفته کامپیوتر از ضروری ترین ابزار کار برای پژوهشگران علوم وابسته به زمین بشمار می‌رود و به گونه‌ای گسترده در مدل‌سازی سه بعدی ذخایر معدنی وذخایرسنگ تزئینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از مدلسازی سه بعدی ذخایر معدنی و جزئیات خیره کننده‌ای که توسط این مدلها در اختیار تیم‌های پژوهشی و اکتشافی قرار می‌گیرد, جنبه‌های نا پیدا و جالبی از ساختار ژنتیکی و سرگذشت زمین‌شناسی این ذخایر هویدا می شود. در نوشتار حاضر که حاصل پژوهش انجام شده بر روی گروهی از نهشته‌های آرگونیتی استان آذربایجان غربی است, مدلسازی نهشته‌های تحت بررسی و رهیافتهای ژنتیکی حاصل از مطالعه مدل منجربه اکتشاف ذخایر دیگری از این تیپ کانسنگ که در بازار سنگ تزیینی ایران از مقبولیت بالایی برخوردار هستند, شده‌است. در جریان مدلسازی این ذخایر که محصول فعالیت چشمه های آب گرم هستند توسط مدل تهیه شده مظهر چشمه‌های آهک ساز و راستای قرار گیری آنها بر روی یکی از شکستگیهای پنهان منطقه تعیین و محل تقریبی ذخایر جدید جهت اکتشاف‌های بعدی تعیین شد. در محلهای تعیین شده هم اکنون ذخایر جدیدی در حال اکتشاف و بهره‌برداری هستند.

واژه‌های کلیدی : *مدل‌سازی ذخایر معدنی، ساختار ژنتیکی، چشمه‌های آب گرم، سنگ تزیینی.*

مقدمه

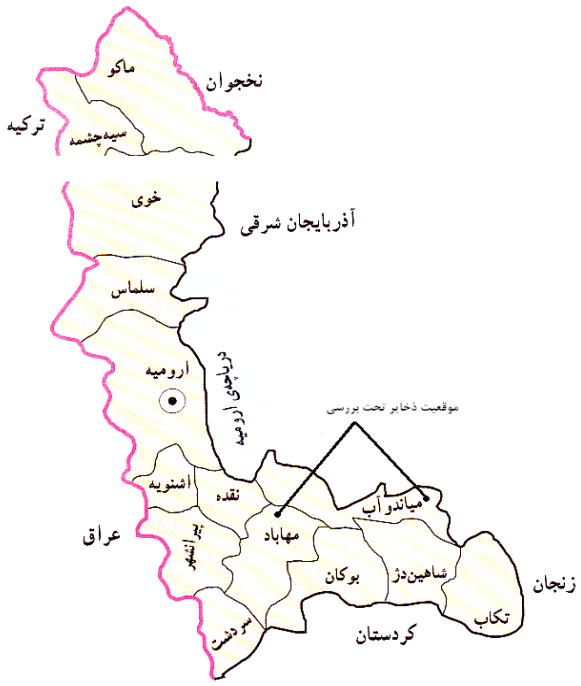
کشور باستانی ایران جزو پنج کشور برتر تولیدکننده سنگ تزیینی در دنیاست. علی‌رغم جایگاه مناسب کشورمان در میان سایر کشورهای تولید کننده و تنوع خیره کننده ذخایر سنگ تزیینی در این گستره پهناور، سهم کشورمان از صادرات جهانی سنگ بسیار ناچیز و رقم مایوس کننده زیر یک درصد است. این درحالی است که حدود ۱۱/۵درصد از تولید جهانی سنگ به ایران اختصاص دارد[۱]. در گستره استان آذربایجان غربی ذخایر بسیار با ارزشی از نهشته‌های کربناتی آراگونیتی که محصول فعالیت چشمه‌های آبگرم هستند در اطراف شهرستان‌های مهاباد، میاندوآب وشوط شناسایی شده‌اند که در مواردی ذخایرمنحصر به فردی را تشکیل می‌دهند (شکل شماره ۱). این ذخایر عموماً دارای ارزش اقتصادی بسیار بالایی بوده و در بازار سنگ ایران تحت عنوان مرمرهای رنگی شناخته شده‌اند.کیفیت کانسنگ تولیدی از این معادن چنان است که تمام یا بخش عمده ای از تولیدات آنها به خارج از کشور صادر شده‌اند.

واضح است در ارتباط باچنین ذخایر باارزشی هرگونه بی‌توجهی و عدم دقت در انتخاب شیوه اکتشاف و استخراج آنها، موجب افت ماده معدنی و افزایش ضایعات استخراجی شده و خسارات جبران‌ناپذیری در گام نخست بر اقتصاد معدن و در گامهای بعدی بر سرمایه‌های ملی خواهد زد. از این قبیل ذخایر تاکنون معادن قشلاق۱و۲ (مرمر سبز ، سفید و قرمز) و معدن

[۱] مسؤول مکاتبات a_imamalipour@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱.موقعیت ذخایر تحت بررسی.

قیز ممسی (مرمر صورتی) استخراج شده است. با توجه به اهمیت اقتصادی و ارزش بسیار بالای این مواد معدنی و با مطالعه ویژگیهای ژنتیکی و نیز جمع‌آوری اطلاعات اکتشافی و اطلاعات استخراجی محدوده‌های مجاور این ذخایر، بر آن شدیم تا به‌منظور جلوگیری از افت استخراجی و عدم انباشته شدن حجم زیاد لاشه در کنار معادن جدیدی که از این گروه راه‌اندازی خواهندشد، ضمن بررسی امکان مدل‌سازی این ذخایر با روشهای نوین رایانه‌ای، یافته‌های حاصل از مطالعات اکتشافی و نیز استخراجی ذخایر این مناطق را با هم تلفیق نموده و روش جدیدی را برای پی‌جویی، معرفی مناطق امید بخش، مدل‌سازی و برنامه‌ریزی تولید آنها ارائه دهیم.

مروری برپژوهشهای انجام‌شده قبلی

معدن‌کاری ذخایر سنگ تزیینی که به‌منظور استخراج سنگهای نما انجام می‌گیرد از دیر باز مورد توجه محققان مختلف بوده است. معدن‌کاری این قبیل ذخایر شامل شناسایی و برنامه‌ریزی برای استخراج بلوکهایی از سنگهای گرانیتی، گنیس،گابرو، دیاباز، مرمر ، سنگ آهک، ماسه سنگ و اسلیت است.[۲]. این سنگها حاوی ویژگیهای جذاب و منحصر به‌فردی در رنگ، بافت ساب و غیره هستند[۳]. در زمینه استخراج این سنگها و استفاده از سیم برش و تاثیر ابعاد سیم و نیروی کشش آن پژوهشهای متعددی انجام‌شده‌است. درسال ۲۰۰۵ [۴] به نقش نگاشته‌های الماسی بر روی سیم و کشش کافی آن در افزایش بازدهی اشاره می‌کنند. در پژوهش دیگری در همین سال[۵] به تأثیر بافت و کانی شناسی و نیز شکستگیهای موجود در سنگهای گرانیتی در بازدهی برش سنگها اشاره دارد. گرچه استفاده از مدل‌سازی بر روی ذخایر معدنی مختلف در بین پژوهشگران عرصه علوم زمین در دهه هشتاد آغاز شده بود، پژوهشهای کاربردی بر روی ذخایر سنگ تزیینی با کمی تاخیر و عملاً در اواخر دهه ۹۰ و اوایل هزاره سوم انجام شده‌است. نخستین گامها در تهیه مدلهای سه بعدی از این گونه ذخایر با استفاده از برنامه‌های سه بعدیCAD برداشته شد. در سال ۱۹۹۹ [۷] از روش چند متغیره در مدل‌سازی این ذخایر بر اساس بررسیها و مشاهدات خود بهره جسته‌است.

در سال ۲۰۰۰ [۸] در خلال یک پژوهش کاربردی، فرآیند

www.SID.ir

Archive of SID

تکراری را که برای مدل‌سازی زمین‌شناسی سنگهای تزیینی مورد نیاز است را بدقت مورد بررسی و تدوین قراردادند. درسال ۲۰۰۰ [۹] کار مشابهی را بر روی ذخایر آندزیتی انجام‌داده و با استفاده از روش کریجینگ پیش‌بینی‌هایی را بر روی کیفیت بلوک‌های معدنی سنگ تزیینی انجام دادند. در پژوهشهای تکمیلی متخصصین به دنبال تهیه مدلهایی نه تنها برای ارائه ویژگیهای زمین‌شناسی بلکه معرفی ویژگیهای اقتصادی سنگ تزیینی بودند. در این خصوص در سال ۲۰۰۴ [۱۰] بر روی یک ذخیره اسلیتی مدل توام زمین‌شناسی و اقتصادی را تهیه‌کردند. به‌تدریج مدلهای تهیه‌شده از ذخایر سنگ تزیینی توسعه و گسترش یافت و کم‌کم حاوی قابلیتهای اجرایی بیشتری شدند در سال ۲۰۰۶ نرم‌افزاری را برای تجزیه و تحلیل و کاربردی کردن نتایج حاصل از مدل‌سازی زمین‌شناسی و اقتصادی برای برنامه‌ریزی تولید ذخایر سنگ تزیینی ارائه نمودند [۱۱]. نخستین گامها در استفاده از مدلهای رایانه‌ای برای پیش‌بینی منشأ ذخایر معدنی توسط محققان روسی برداشته‌شد. در سال ۲۰۰۵[۱۲] با استفاده از یافته‌های حاصل از مدل‌سازی سه بعدی ذخایر معدنی مدل ژئوشیمیایی نهشته‌های ماسیوسولفاید منطقه آلتای روسیه را ارائه و با پژوهش خود افق جدیدی را برای اکتشاف ذخایر بعدی در این منطقه بازکردند. با افزایش کارایی‌های مدلهای رایانه‌ای با استفاده از این مدلها در عرصه سنگهای ساختمانی [۱۳] در سال ۲۰۰۹ الگوریتم هوشمندی را برای برنامه‌ریزی تولید این ذخایر تدوین و ارائه نمودند ولی تاکنون پژوهشی برای استفاده ژنتیکی از این مدلها بر روی ذخایر سنگ تزیینی منتشر نشده‌است.

مدل‌سازی ذخایر تحت بررسی

نوع و حجم داده‌های اکتشافی واستخراجی

با بررسی پیشینه مطالعات اکتشافی و استخراجی انجام‌شده در گستره ذخایر قشلاق۱و۲ و قیز ممسی که موقعیت آنها در شکل شماره ۱ نشان‌داده شده‌است، داده‌های اکتشافی با ارزشی که با استناد به آنها بتوان مدل‌سازی ذخایر تحت بررسی را انجام داد یافت نشد. فعالیتهای اکتشافی انجام‌گرفته در برخی از این ذخایر بسیار محدود و سطحی بود.

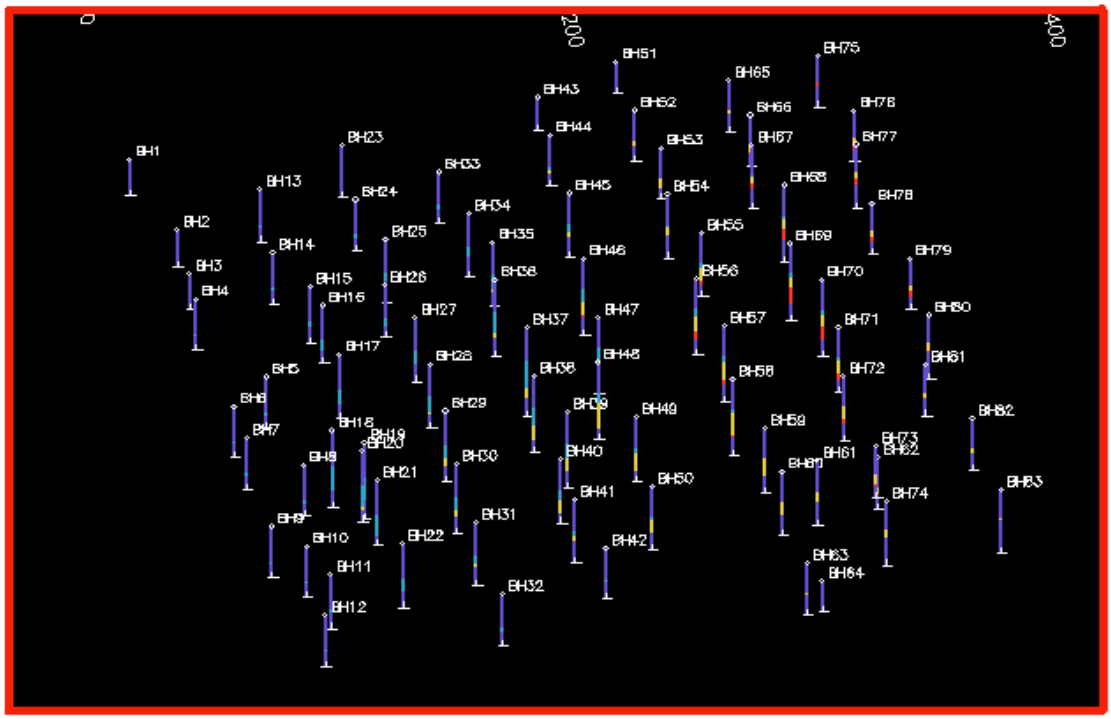
یگانه ذخیره معدنی که تا حدودی به علت مدیریت صحیح، یافته‌های با ارزشی از گسترشهای سطحی و عمقی ونیز تغییر کیفیت و ساخت و بافت کانسنگ در آن قابل دسترس بود، معدن قشلاق شماره ۱ واقع در کیلومتر۸۰ جاده مهاباد است. به منظور سامان دادن به اطلاعات پراکنده موجود ونیز برداشت وجمع‌آوری داده‌های جدید، انجام یک مرحله پیمایش صحرایی از ذخایر تحت مطالعه برنامه‌ریزی و به مرحله اجرا در آمد.در این فاز مطالعاتی ضمن پیمایش پروفیل‌هایی به فواصل ۳۰ تا۴۰ متر و تطبیق داده‌های موجود با شواهد محلی در نهایت ۱۱۷نقطه اطلاعاتی انتخاب و مختصات دقیق آنها با GPSبرداشت گردید. داده‌های اکتشافی موجود شامل: ضخامت باطله رویی، ساخت وبافت،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 بهره‌برداری قرارگرفته و داده‌های با ارزشی از اکتشافات در حین استخراج از این معدن در دسترس است.

پس از جمع‌آوری داده‌های اولیه و پردازش آنها فایل‌های رایانه‌ای مورد نیاز, جهت تهیه مدل‌های بلوکی و زمین‌شناسی تهیه‌شدند. شاید مهمترین فایل ساخته‌شده از میان چهار فایل کلیدی در این پژوهش فایل مربوط به لاگ زمین‌شناسی این ذخایر بود. برای تهیه این فایل‌ها علاوه بر مختصات نقطه آغاز وپایان کانسنگ معدنی، مرز تغییرات ساختی و بافتی و رنگ که در اغلب آنها وجود داشت با دقت تعیین‌گردید.

در نهایت با تلفیق تمامی اطلاعات حاصل از چاهکهای حفر شده، چالهایی که برای تعیین ضخامت ماده معدنی حفر شده بود، برداشتهای صحرایی جدید، بررسی شواهد استخراجی به جا مانده در گستره معادن و تعداد نقاط داده‌ای اولیه به ۸۳ نقطه اطلاعاتی تقلیل داده‌شد و فایلهای مورد نیاز جهت ادامه فرآیند مدل‌سازی تهیه‌گردید. پس از تدقیق و تلفیق داده‌ها 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 قرارگرفت و در نهایت توزیع نقاط اطلاعاتی و گسترشهای عمقی آنها به شرح شکل شماره ۲ حاصل شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. موقعیت مکانی نقاط اکتشافی وگسترش طولی آنها(Z×).

مدل زمین‌شناسی ذخایر تحت بررسی

پس از تهیه فایل‌های اولیه، شامل کنتور فایل‌ها و استرینگ فایلها, مدل زمین‌شناسی ذخایر تحت بررسی ساخته‌شد. در این مدل بدنه ماده معدنی که کانسنگ مرمر را تشکیل می‌داد متناسب با ویژگیهای ساختی وبافتی و به‌خصوص رنگ به سه زیر مدل تقسیم و طول گسترش هر کدام از آنها توسط مدلهای ساخته‌شده تعیین‌گردید.

در شکل شماره ۳ مدل سه بعدی ساخته‌شده از ذخایر تحت بررسی ارائه شده‌است.به‌طوری‌که در شکل نیز مشهود است سطح فوقانی ذخیره معدنی را باطله تشکیل می‌دهد.که ضخامت متوسط آن حدود ۳متر بوده و به‌طورعمده از آلوویم و آبرفتهای رسی تشکیل شده است. طبقات رنگی مرمری که به یکدیگر جوش خورده‌اند بلافاصله در زیر این افق باطله قرار می‌گیرد. ضخامت لایه مرمر از ۱۰سانتی‌متر تا۲/۵متر متغیر است. در بخشهایی که ذخیره معدنی ضخامت کمی دارد به‌طور معمول تغییر رنگ و یا ساخت و بافت مشاهده نمی‌شود ولی در بخشهای ضخیم گاهی سه نمونه مرمر سبز، سفید و قرمز مشاهده می‌شود که با یک زون تغییر تدریجی به ضخامت حدود ۲۰سانتی متر از یکدیگر به طور کامل قابل تفکیک هستند.

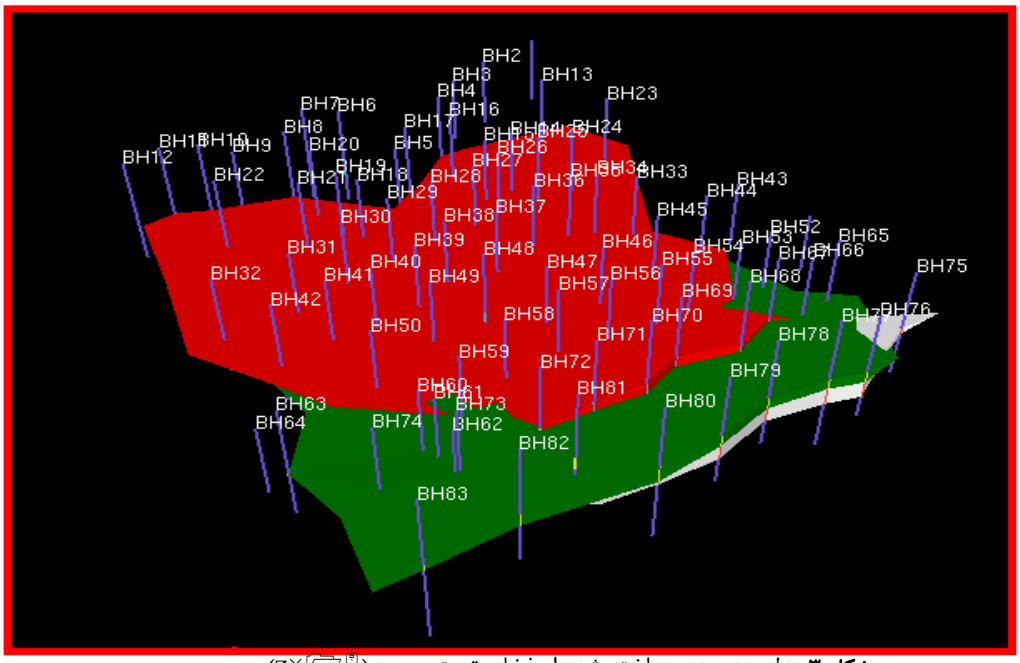
عدم شناخت از مرز تغییر رنگ کانسنگ معدنی منجر به استخراج کوپهایی با رنگهای متفاوت می‌شود که در بازار از محبوبیت کمتری برخورداراست. یکی از اهداف جنبی این مدل‌سازی ارائه اطلاعاتی به بهره‌برداران برای بهینه‌سازی فرآیند استخراج و عرضه کوپهایی با ساخت و بافت یکسان و یکنواخت است.

مدل بلوکی ذخایر مورد بررسی

در فرآیند بلوک‌بندی، پیکره مادهٔ معدنی به قطعات کوچکی تقسیم می‌شوند. اندازه این قطعات که اصطلاحاً بلوک نامیده می‌شود متغیر بوده ولی ابعاد مرسوم که در بیشتر پروژه‌ها مورد استفاده قرارمی‌گیرد بلوکهای مکعبی با ابعاد ۱۰× ۱۰ × ۱۰ متر است [۱۲]. واضح است که ابعاد بلوک‌ها شدیداً متاثر از هندسه کانسار است و به‌عنوان مثال برای ذخیره قشلاق که ضخامت

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳.مدل سه بعدی ساخته شده از ذخایر تحت بررسی(Z×).

متوسط آن حدود ۰/۵ متر است، بلوکهایی با ابعاد پیش‌گفته می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

ابعـــاد بلوکها را شاخصه‌های زمین آماری و شاخصـه‌های استـــخراجی کنتـرل می‌کـنند. بر اسـاس شاخصه‌های زمین آماری ابعاد بلوکها باید برابر نصف میانگین فاصله برشهای اکتشافی باشد. برای مثال در کانسار قشلاق که گمانه‌های اکتشافی در شبکه‌ای منظم با ابعاد ۴۰×۳۰ متر حفر شده‌اند ابعاد بلوکها باید برابر ۱۵ متر انتخاب شود، از سوی دیگر ابعاد بلوکها شدیداً متاثر از شاخصه‌های استخراجی نظیر ارتفاع پله‌های استخراجی، هندسه کانسار، محدودیتهای تکنولوژیکی، برنامه تولید روزانه، تعداد سینه‌کار و... است [۱۳].

با توجه به تجارب نگارنده در پروژه‌های متعدد اجرا شده، افزون بر موارد فوق بهتر است ابعاد بلوکها به‌گونه ای انتخاب شود تا حجم هر بلوک از ۲۵ درصد ظرفیت استخراجی روزانه معدن فراتر نرود. تهیه مدل بلوکی برای ذخایر سنگ تزیینی اختلاف زیادی با تهیه مدل برای سایر ذخایر معدنی دارد. در ادامه ضمن بیان این اختلافها رهیافتهای حاصله به منظور تهیه مدل بلوکی بهینه ذخایر مرمری تحت مطالعه، بررسی می‌شود.

روشهای تهیه مدل بلوکی ذخایر سنگ تزیینی

دو رهیافت اصلی برای بلوک‌بندی ذخایر معدنی وجود دارد. این رهیافتها تحـــت عنوان «روش فاکتور» و «روش ریز بلوک‌ها» نام‌گذاری شده‌اند. در ادامه ویژگیها و محدودیتهای کاربردی هر روش مورد بررسی قرارخواهدگرفت.

روش فاکتور

دراین روش متناسب با گستردگی ماده معدنی و باطله در بلوکهای اکتشافی، فاکتور یاشناسه‌ای بین عدد صفر ویک به آن نسبت داده‌می‌شود. به این ترتیب به بلوکهایی که در ماده معدنی قرارمی‌گیرند عدد یک وبه بلوکهایی که در باطله قرارگیرند عدد صفر و به بلوکهای حاشیه‌ای که در مرز ماده معدنی قراردارند شناسه بین صفر و یک نسبت داده‌می شود.

روش ریز بلوکها

دراین روش، بلوکهای اکتشافی به‌خصوص بلوکهای حاشیه‌ای متناسب با پیچیدگیهای ساختاری و شکل توده معدنی به ریز بلوک‌هایی تقسیم می‌شوند. در حالت اخیر برای هر ریز بلوک نوع سنگ مرمر موجود در آن تعیین و سپس حجم و ذخیره ماده معدنی موجود در آن محاسبه می‌شود. شایان ذکر

www.SID.ir

Archive of SID

است در صورت استفاده از این روش به علت انطباق نتایج با واقعیتهای ژنتیکی کانسار،نتایج دقیق‌تری حاصل می‌شود.

تعیین ابعاد بلوکها

در پژوهش حاضر با توجه به ضخامت متوسط ماده معدنی (حدود ۰/۵ متر) ابعاد بلوکهای معدنی ۰/۵×۰/۵×۰/۵ متر انتخاب شد و برای تعیین دقیق مرز تیپ‌های مختلف مرمر با یکدیگر و باطله همراه ، ابعاد ریز بلوکها متناسب با نتایج داده‌های اکتشافی ۱۰ سانتی‌متر انتخاب گردید.

به‌طوری‌که در ادامه اشاره خواهدشد استخراج کوپهایی که ضخامت آن ۱۰ سانتی متر باشد به هیچ وجه توجیه اقتصادی نخواهدداشت، به‌همین علت تهیه مدل بلوکی ذخایر سنگ تزیینی 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 خواهدشد و در مرحله بعد مدل بلوکی تهیه‌شده با توجه به ضخامت حد که تقریباً تعریفی مشابه عیار حد (cut off grade) دارد اصلاح خواهدشد. در مراحل بعد این مدل اصلاح شده مبنای برنامه‌ریزی تولید و استخراج قرارخواهدگرفت.

ارزش‌گذاری بلوکها

برای اطلاع از موقعیت و گستردگی زونهای تغییر تدریجی رنگ در مرمرها، فرآیند ارزش‌گذاری بلوکها به‌شرح 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 و۱۰ و نیز ۱۰و۱۵ قرار خواهندداشت بلوکهای واقع در زون تغییر تدریجی و یا به عبارت دیگر زون باطله ماده معدنی را تشکیل می‌دهند. شایان ذکر است چنانچه در گستره مدل زمین‌شناسی بخشهای حاوی مرمر قرمز وسفید شناسایی می‌شد، روش ارزش‌گذاری فوق قابل استفاده نبود. در مدل تهیه شده بلوکهای با ارزش ۷/۵ و۱۲/۵به‌طور کامل در باطله قرار می‌گیرند. به‌منظور 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 به‌عنوان بلوکهای باطله منظور شدند. با این سازوکار بیشینه ضخامت زون باطله که سطوح برش را تشکیل می‌دهند، از ۲۰ سانتی‌متر فراتر نخواهد رفت. این زون انطباق خوبی با مبانی استخراجی و بهره‌برداری از این ذخایر دارد. یادآوری می‌شود که می‌توان با کوچک کردن بازه ارزش‌گذاری و تبدیل آن به ۱۳تا۱۴ و ۷ تا۸ ، مرز دقیق‌تری برای باطله انتخاب نمود. ولی در حالت اخیر برش مرز تعیین شده که حداکثر ضخامتی معادل ۱۰ سانتی‌متر خواهدداشت، بسیار مشکل و نیازمند بهره‌گیری از روشهای مدرن استخراجی است.

اصلاح مدل بلوکی و برنامه‌ریزی تولید ذخایر سنگ تزیینی

پس از تهیه مدل بلوکی و تعیین موقعیت قرارگیری بلوکهای واقع در زون تغییر تدریجی رنگ، موقعیت مرزهای برش کانسار تعیین می‌شوند. در مرحله بعد با توجه به موقعیت قرارگیری این مرزها زون‌های قابل برداشت و گستردگی آنها تعیین می‌گردند.

در این مرحله مدل بلوکی قبلی اصلاح و ضمن تجمیع ریز بلوکها، بلوکهای بزرگ ماده معدنی که در بازار سنگ از ارزش اقتصادی بالاتری برخوردار هستند ساخته و مبنای برنامه‌ریزی تولید قرار می‌گیرند. در اصلاح مدل با توجه به کمترین ضخامت قابل قبول در بازار، بلوکهای با ضخامت کمتر از این حد از مدل بلوکی و برنامه‌ریزی تولید حذف می‌شوند. برای تجمیع بلوکها و تعیین مرز بلوکهای استخراجی می‌توان از روشهای دستی و یا الگورتیم‌های یارانه‌ای بهره جست.

بحث وبررسی

تعیین ذخیره کانسارهای تحت بررسی

مدل بلوکی و مدل زمین‌شناسی ساخته شده اطلاعات بسیار دقیق و تفصیلی را از نحوه گسترش تیپ‌های ذخیره مرمری در افقهای مختلف ارائه می‌دهند. با استفاده از این مدلها که احجامی به ابعاد ۱۰ ×۱۰ ×۱۰ سانتی‌متر از ماده معدنی را شامل می‌شود، امکان تعیین ذخیره با دیدگاههای مختلف وجود دارد. برای مثال می‌توان ذخیره را برای افقهای

www.SID.ir

Archive of SID

استخراجی به تفکیک رنگ و بافت و یا حتی ذخیره زون تغییر تدریجی رنگ مرمر را با دقت بسیار بالا تعیین و بهره‌برداری کرد. ساخت مدل بلوکی به‌خصوص با رهیافت ریز بلوکها این امکان را به مهندسان طراح پروژه‌های اکتشافی و استخراجی می‌دهد که ضمن مشاهده سه‌بعدی تمامی بخشهای ذخیره ویژگیهای کمی و کیفی آنها را نیز به دقت مورد بررسی قراردهند. به‌عنوان مثال در معدن قشلاق ۱ که داده‌های مربوط به مدل‌سازی آن در شکلهای شماره ۲ و ۳ ارائه شده‌است، ذخیره مرمر سفید ۱۳۶۲۰ تن ، مرمر سبز ۳۱۹۱۰ و مرمر قرمز ۳۲۲۴۰ تن با استفاده از رهیافت روشن فاکتورها تعیین شده‌است. چنانچه تعیین ذخیره با دقت بالاتری مد نظر باشد می‌توان از رهیافت ریز بلوک بهره جست و ذخیره را با دقت یک تن نیز برآورد کرد.

یافته‌های ژنتیکی حاصل از مدلهای تهیه شده

مطالعه تفصیلی مدل زمین‌شناسی و نیز تلفیق یافته‌های حاصل از مدل با شواهد صحرایی داده‌های با ارزشی از منشأ این‌گونه ذخایر را به‌دست می‌دهد. مطالعات قبلی این ذخایر را محصول فعالیت چشمه‌های آبگرم معرفی نمودند ولی اطلاعاتی درمورد گسترش عمقی و طولی و نیز شرایط فیزیکوشیمیایی تشکیل آنها ارائه نمی‌دهند. بررسی تفصیلی مدل شواهد بسیار جالبی از نحوه تشکیل این ذخایر را ارائه می‌دهد. در این بررسیها مشخص گردید که هر ذخیره محصول فعالیت چندین چشمه آب گرم بوده که در راستای یک زون گسله واقع شده‌اند 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 چشمه‌ها را که از آنها محلولهای گرم آهک‌دار به سطح راه‌یافته‌اند، به خوبی نمایش می‌دهد (شکل شماره ۴). با بررسیهای بیشتر و با تلفیق شواهد اکتشافی حاصل از ذخایر قشلاق ۱و۲ وبررسی موقعیت مکانی مظهر چشمه‌های آنها ملاحظه شد که این ذخایر روند مشخصی را نشان می‌دهند و مطالعات زمین‌شناسی مهندسی موقعیت تقریبی گسل شمال شرقی-جنوب غربی را مشخص نمود که این گسل از گستره این ذخایر عبور کرده و به دریاچه ارومیه منتهی می‌شود. یافته‌های حاصل نتایج بسیار امیدوار کننده‌ای مبنی بر امکان وجود ذخایر با ارزش دیگری در این زون را ارائه می‌دهند. بر این اساس گستره مناطق امیدبخش برای یافتن ذخایر جدید به‌شرح شکل شماره ۵ تعیین گردید. کنترل یکی از نقاط امیدبخش و حفاری چند چاهک اکتشافی در آن درستی یافته‌های حاصل را تأییدنموده و با استفاده از این یافته‌ها کانسار جدیدی شناسایی شد که هم اکنون در مرحله اکتشاف تکمیلی و استخراج قراردارد.

نتیجه‌گیری

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

امروزه تهیه مدلهای سه‌بعدی رایانه‌ای برای انجام پژوهشهای زمین‌شناسی امری ضروری است

با تهیه مدلهای سه‌بعدی از کانسارهای سنگ تزیینی می‌توان موقعیت زونهای تغییر رنگ تدریجی ذخیره معدنی را که در بازار فروش از مقبولیت کمی برخوردارهستند به دقت تعیین کرد.

امکان تعیین ذخیره تیپ‌های مختلف کانسنگ تزیینی که دارای ساخت و بافت متفاوتی هستند با انجام مدل‌سازی رایانه‌ای آنها فراهم می‌گردد.

در صورت تهیه مدل بلوکی و زمین‌شناسی دقیق می‌توان پیش‌بینی‌هایی را در خصوص منشأ ماده معدنی و نحوه گسترش آن به‌دست آورد.

اطلاعات ژنتیکی حاصل از بررسیهای مدل سه‌بعدی ذخایر معدنی، الگوی روشنی برای اکتشاف ذخایر مشابه را فرا روی محققان قرار می‌دهد.

با بهره‌گیری از جزئیات ساختاری که توسط مدلهای سه‌بعدی آشکار می‌گردند امکان برنامه‌ریزی تولید دقیق ذخایر معدنی فراهم می‌گردد.

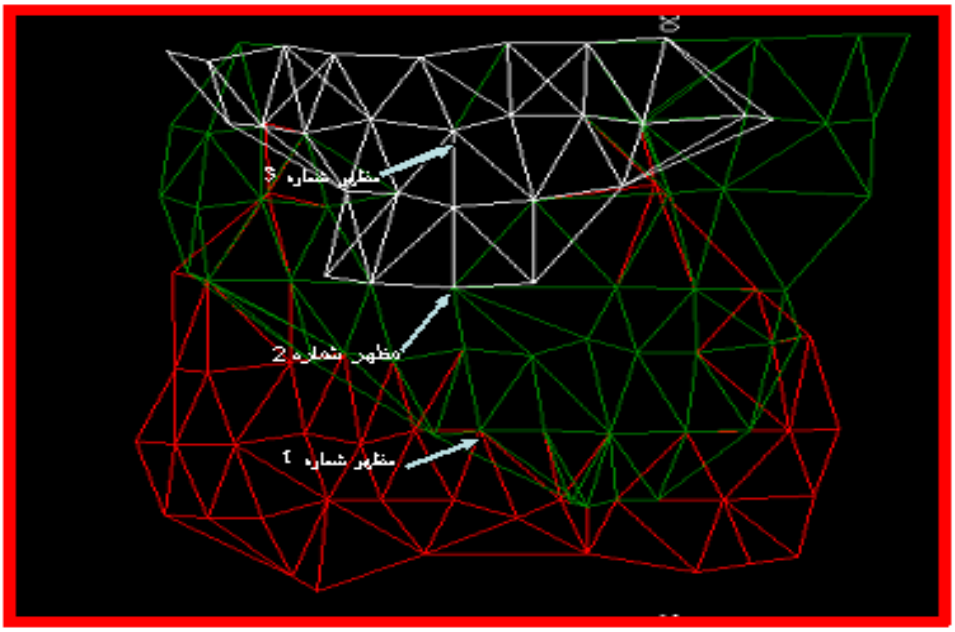
با توجه به دسترسی به داده‌های رقومی ذخیره معدنی، امکان فیلتر نمودن داده‌ها و تعیین بخشهای کم ضخامت و پر ضخامت و گستره‌های دارای ارزش استخراجی فراهم می‌شود.

با عنایت به داده‌های با ارزشی که از مدل‌های بلوکی قابل دسترسی است ظرفیت استخراجی معادن قابل افزایش بوده و در عین حال تولید لاشه به علت عدم اطلاع از گسترشهای سطحی و عمقی ذخایر به کمترین مقدار خود خواهد رسید.

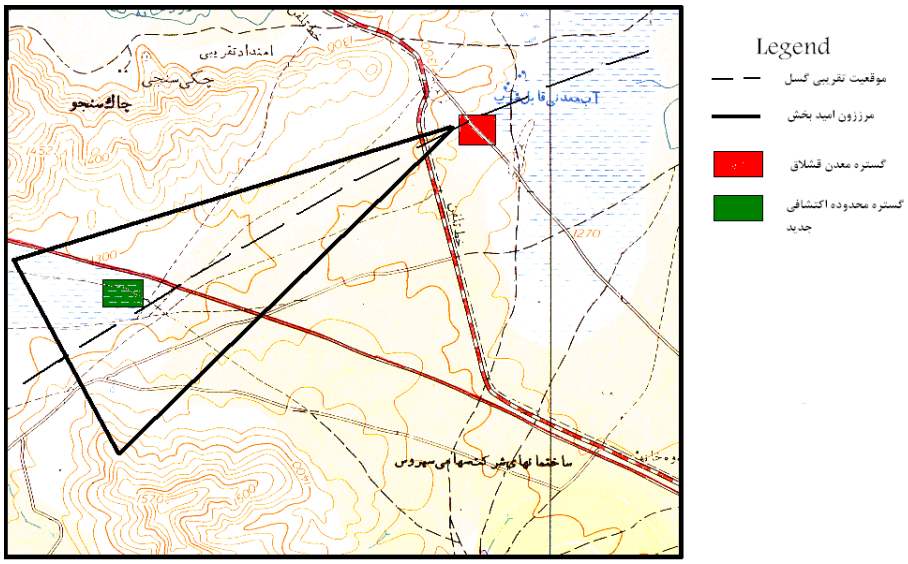
www.SID.ir

Archive of SID

انجام بررسیهای ژئواستاتیستیکی و واریوگرافی به‌علت دسترسی به داده‌های رقومی بخشهای مختلف ذخیره در خلال مدل‌سازی سه‌بعدی ذخایر به‌راحتی امکان پذیراست.



شکل ۴. راستای تقریبی مظهر چشمه‌های سازنده واحدهای آراگونیتی.



شکل ۵. موقعیت زون امید بخش و محدوده جدید کشف شده.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

[1] Bassir S. H., "*Equipment selection in the Iranian marble quarries (dimension-stone industry): Procedures and problems. Proceedings of Mine Planning and Equipment Selection, Singhal et al. (eds)*", Balkema, Rotterdam, (1995) 357-361.

[2]Luodes H., Selonen O., Paakkonen K., *"Evaluation of dimension stone in gneissic rocks Ð a case history from southern Finland",* Engineering Geology(2000) 52, 209-223.

[3] Rathore S. S., Bhandari S., *" Study on controlled blasting techniques in dimensional stone quarrying*", IE(I) Journal−MN 86,(2006) 46-49.

[4]de Oliveira H.C.P., Cabral S.C., Guimarães R.S., Bobrovnitchii G.S., Filgueira M. Prof., "*Processing and characterization of a cobalt based alloy for use in diamond cutting tools*",(2005).

[5]Sanchez Delgado N., Rodriguez-Rey A., Suarez del Rio L. M., Diez Sarria I., Calleja L., Ruiz de Argandona V. G., "*The influence of rock microhardness on the sawability Porrino granite (Spain)*", Technical note, International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences. (2005) 42, 161–166.

[6] Koppe J. C., Zingano A. C., Costa J. F. C. L., "*Three dimensional modeling in planning ornamental stone quarries. Mine Planning and Equipment Selection, Singhal et al., (eds) Balkema, Rotterdam*",(1995)117-120.

[7] Taboad J., Vaamonde A., Saavedra A., "*Evaluation of the quality of a granite quarry",* Engineering Geology.(1999.) 53, 1–11.

[8] Caranassios A., De Tomi G., Senhorinho N., *"Geological modeling and mine planning for dimension stone quarries".*(2000)

[9] Tercan A. E., Ozcelik Y., "*Geostatistical evaluation of dimension-stone quarries",* Engineering Geology (2000) 58, 25–33.

[10] Bastante F. G., Taboada J., Ordonez C., "*Design and planning for slate mining using optimisation algorithms",* Engineering Geology.(2004) 73, 93–103.

[11]Latham J. P., Meulen J. V., Dupray S., "*Prediction of in-situ block size distributions with reference to armourstone for breakwaters",* Engineering Geology.(2006) 86, 18–36.

[12].ShataginJ.A.Sharif, "*dimensional computerized model of RUBTCOFCKA deposite",*7th international conference of new ideas in earth dependence sciences; Moscow; Russia. (2006).

[13]Sharif J.,Bakhtavar E., "*An intelligent algorithm of minimum cutting plane to find the optimal size of extractable-blocks in dimension stone quarres*"., Arch. Min. Sci., (2009), No 4.

www.SID.ir