



### بررسی آتشیاری کنترل شده و احتمال ریزش دیواره ها و وضعیت پایداری شیب در معدن سنگ آهن چادرملو

مهدی اسلام زاده(۱)، امین حسین مرشدی(۲)، مجید قرانی تفتی(۳)

۱- عضو هیئت علمی و مدیر گروه مهندسی معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافق

۲- دانشجو کارشناسی ارشد کشف معدن - پردیس دانشکده های فنی - دانشگاه تهران

۳- کارشناس استخراج معدن، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافق

[Meslamzadeh@gmail.com](mailto:Meslamzadeh@gmail.com)

[Morshedy82@gmail.com](mailto:Morshedy82@gmail.com)

[Mghorai@yahoo.com](mailto:Mghorai@yahoo.com)

#### چکیده:

در این مقاله با توجه به بررسی های انجام شده در خصوص وضعیت زمین شناسی و سستی دیوارهای معدن چادرملو، و با توجه به فعالیت استخراجی انجام شده که در چندین سال گذشته در این معدن آغاز گردیده، ضمن بررسی روش آتشیاری مناسبی که تاثیر منفی بر پایداری دیواره ها نداشته و از ریزش دیواره های معدن جلوگیری کند، می توان با ارائه طرحهای مختلف آتشیاری کنترل شده و بررسی آنها چنین نتیجه گرفت که در صورت استفاده از روش آتشیاری کنترل شده پری اسپلیت، با توجه به ماشین آلات موجود و امکانات خرج گذاری این روش با توجه به داده های موجود و با استفاده از روش سعی و خطا و خرید تجهیزات لازم به نتایج دلخواهی دست یافت. که در این خصوص می بایست ضمن بررسی مشخصات کلی و عمومی کانسار چادرملو، کلیات آتشیاری و روش های متداول آتشیاری کنترل شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و احتمال ریزش و وضعیت پایداری شیب و پهنه بندی خطر نیز آنالیز شده و آتشیاری کنترل شده به روش پری اسپلیت در بلوکهای انفجار شده مورد ارزیابی قرار گیرد. تا بر اساس اتفاق تلخی که در معدن انگوران رخ داد و ریزش معدن باعث ایجاد خسارات مالی و اقتصادی فراوانی گردید و هرچند که با تلاش و یش بینی های لازم خوشبختانه این حادثه با تخلیه به موقع تجهیزات و نفرات معدن تلفات جانی به همراه نداشت در آینده در معدن سنگ آهن چادرملو اتفاق نیافتد.

کلمات کلیدی: آتشیاری کنترل شده، احتمال ریزش، پایداری شیب، دیواره های معدن، معدن سنگ آهن چادرملو.

### Investigations of control blasting and probabilities of collapse of the walls and constant slope position in chadermallor mine.

Mehdi eslamzadeh; Magid ghoraii tafti

#### ABSTRACT:

In this paper according to the investigations geological position of the land and the weak walls of the chadermallos mine, the excavation and after the through in vestigation the work was started in this mine suitable blasting caused the walls of the mine to be firm and stables and prevented it from collapsing. in this case different plans were presented for control blasting, on the basis of these plans the conclusion reached was that, regarding the machinerics, facilities and data available the method of pre-splitting would be use, and this method was successful.

Thus in this essay apart from the particularities of chadermalloor mine the particularities of the common control blasting methods, the probability of the collapse, constant position of the slope, related dangers, the control blasting according to the pre-split method and the explosion blocks have been investigated. the last year the drastic event which happened in the mine of angoran and the collapse of the mine caused great economical and financial loss though by the hard word and necessary predictments the place was vacated on time and there was no human life loss.

**Keyword:** Control blasting, probabilities, collapse, walls, constant slope position, chadermallor mine



### مقدمه :

نوشتار حاضر در مورد بررسی آتشفشانی کنترل شده و احتمال ریزش دیواره ها و وضعیت پایداری شیب در معدن سنگ آهن چادرملو بوده که به منظور میل به این هدف مطالب در چهار بخش کلی بصورت ذیل آورده شده اند که شامل مشخصات کلی و عمومی در مورد کانسار چادرملو، کلیات آتشفشانی و روش های متداول آتشفشانی کنترل شده، بررسی احتمال ریزش و وضعیت پایداری شیب و پهنه بندی خطرو ناپاینا آتشفشانی کنترل شده به روش پری اسپلیت و بلوک های انفجار شده در معدن سنگ آهن چادرملو مورد بررسی قرار گرفته است.

### نقشه پهنه بندی خطر:

نقشه پهنه بندی خطر در شکل ۱ (ضمیمه) ارائه شده و میزان خطر نیز در سطوح پایین، متوسط، بالا و شدید تقسیم بندی شده است. با توجه به اینکه برخی دیواره های قبلاً به حد نهایی رسیده اند و برخی در وضعیت فعلی حالت ناپایدار دارند و همچنین عدم اجرای صحیح دیواره های نهایی با روش پری اسپلیت، عدم استفاده از آتشفشانی های کنترل شده در مناطق پر ریسک و شرایط پیچیده زمین شناسی، سطح خطر در تمامی محدوده های معدن متوسط در نظر گرفته می شود.

عمده ترین خطر ژئوفیزیکی موجود، ناشی از طبیعت سست بلوکی سینه کار است که این امر عمدتاً از وضعیت تکتونیک منطقه، آتشفشانی و تمیز کردن سینه کار پس آن و همچنین عدم لقی گیری ناشی می شود.

سایر خطرات از شرایط بد زمین که شامل ساختارهای نامناسب و در خطر زوال و مستعد تخریب است، ناشی می شود.

ناحیه ۱ مستعد گسیختگی شیب در رویه ابرفتی بالایی است که مشخصاً علایمی از هوازدهی را نشان می دهد و امتداد فرسایش تدریجی را تا حداقل عمق ۳۰ متر، دارا است. این امر ممکن است لغزش های کوچک مقیاس پیوسته را در پی داشته باشد. این حالت برای سایر قسمت های هوازده بخصوص در نزدیک سطح نیز صادق است.

در سراسر شیب های پایین تر ناحیه ۱ و در سایر نواحی اطراف پیت و در سنگ های شکننده تر، گسیختگی و ریزش توسط ساختارها کنترل می شود و به عنوان خطر متوسط تا بالا در نظر گرفته شده است.

بخشی از شیب های واقع در نواحی ۲ و ۳ تا دیواره هایی نهایی استخراج شده اند و باید برای سال های زیادی دوام بیاورند. در اینجا گسل ها در معرض عوامل طبیعی قرار دارند و احتمالاً با گذشت زمان فرسایش می یابند که این امر به عنوان خطر متوسط تا بالا در نظر گرفته می شود.

نواحی ۲، ۴ و ۵ عموماً در ناحیه با خطر متوسط قرار می گیرند اما لیتولوژی های مستعد و همچنین نواحی برشی و گسلی به عنوان مناطق با خطر بالاتر در نظر گرفته می شوند.

به غیر از خطرات مرتبط با مسائل ژئوفیزیکی خطر عمده دیگر مربوط به رمپ ها و سینه کارها است که غیر از نیروی کار ماشین آلات و تجهیزات نیز در آن قرار دارند. این نواحی نیز در پهنه بندی خطر جزو نواحی متوسط تا بالا در نظر گرفته می شود. [۱]

### وضعیت فعلی :

با توجه به موقعیت جاده و دیوهای باطله نسبت به دیواره های غربی معدن که فشار استاتیکی و دینامیکی به دیواره ها وارد می کنند خطر ریزش در این منطقه بالا است و برای ایمن سازی این منطقه باید موارد ذکر شده اصلاح شوند به همین منظور از طرح عقب نشینی و اصلاح دیواره های این بخش و موقعیت جاده و دیو ها و محدوده های ایمنی در دست بررسی می باشد و نهایی شده آن منوط به ارائه طرح پیت ۵۰ ساله می باشد.

بخش جنوبی و جنوب غربی معدن، با توجه به ارتفاع زیاد دیواره های معدن و عدم وجود برم در این قسمت، مستعد ریزش است و علی رغم اجرای طرح (پوش یک) که در بخش جنوب غربی در حال اقدام می باشد و برم ۴۰ متری که بر روی افق ۱۴۲۰ در نظر گرفته شده همچنانکه مشکلات وجود دارد و با نصب ابزار میزان و جهت جابجایی را می توان مورد بررسی قرار داد. در بخش جنوبی با توجه به وزن آنومالی جنوبی و فشاری که به دیواره ها وارد میکند و ترک های کششی که بالای دیواره بوجود آمده احتمال ریزش زیاد می باشد علی رغم اینکه که در برداشته های مستمر این ترک ها تغییر محسوسی در روند بازشدگی آنها مشاهده نشده ولی با



توجه به حساسیت این پله‌ها و ترک‌ها نسبت به ریزش‌های جوی (باران و برف) امکان بازشدگی و ریزش‌های کوچک مقیاس و فعالیت دیواره و ترک‌ها وجود دارد. با توجه به لیتولوژی بخش شرقی معدن، شیب زیاد تک پله‌ها و شیب کلی دیواره و اینکه در مناطقی تک پله‌ها به دو پله تبدیل شده- که منتج به ایجا پله‌ها ۳۰ متری شده امکان ریزش زیاد می‌باشد (شایان ذکر است که تمامی پله‌های این منطقه به صورت تک پله‌ای و با شیب کاری ۵۵ درجه و شیب کلی ۳۹ درجه طراحی شده است).

نکته مهم دیگر توجه به ۳۰ متر ابتدایی در هر دیواره (مواد هوازده نزدیک سطح) است .

اکثر ریزش‌ها در پله‌های بالای ۱۵ متر زمانی رخ می‌دهد که انفجار به صورت کنترل شده نبوده و ساختارها، تکتونیک و موارد ژئومکانیکی در نظر گرفته نشود. در این صورت ناپیوستگی‌های این مناطق بر اثر انفجار فعال شده و سبب ناپایداری و ریزش‌های ساختاری می‌شود. همچنین می‌تواند باعث سست شدن دیواره و بوجود آمدن بلوک‌های ناپایدار جلوگیری کرد. علاوه بر مسائل ذکر شده واضح است که مشکلات ناپایداری با وجود آب در ترک‌های کششی پشت هر پله تشدید می‌شود.

کلیه دیواره‌های معدن در صورت افزایش ارتفاع آنها و عمیق‌تر شدن معدن، شرایط مناسبی ندارند و در کوتاهترین زمان باید با طرح عقب نشینی، اجرای آتشیاری‌های کنترل شده، رعایت شیب تک پله‌ها، شیب کلی، برم‌های تک پله و گیرانداز به شرایط مطلوب دست یافت. نقشه پهنه بندی خطر با توجه به وضعیت فعلی در شکل ۲ (ضمیمه) ارائه شده است. [۵]

### نتیجه گیری طرح‌های اجرایی :

بنابراین می‌توان نتیجه گیری کرد که کلیه دیواره‌های معدن دارای خطر متوسط تا زیاد بوده و دیواره‌های غربی، جنوب غربی، جنوب، جنوب شرق و شرق در پهنه‌بندی خطر، جزو محدوده‌های پرریسک و با خطر زیاد طبقه‌بندی می‌شود.

### در دیواره غربی با توجه به اینکه:

۱- جاده حمل و نقل بدون فاصله ایمنی بر روی دیواره وجود دارد که این خود بار دینامیکی زیادی به دیواره وارد کرده و با توجه به ساختار و گسل‌های منطقه، باعث فعال شدن ناپیوستگی‌ها و ناپایداری دیواره می‌شود.

۲- وجود دامپ باطله در کنار جاده خود دو چندان باعث افزایش فعالیت و عدم پایداری دیواره می‌گردد. زیرا که محدوده ایمنی برای دامپ از دیواره‌ها در نظر گرفته نشده و پس از بار دینامیکی که جاده به دیواره وارد می‌کند، بار استاتیکی دامپ‌ها نیز در نوع خود اثر گذار می‌باشد

۳- عدم رعایت هندسه شیب (شیب تک پله، برم‌ها و شیب کلی) در این دیواره نیز خود از عوامل ناپایداری محسوب می‌گردد.

### دیواره جنوب غرب :

۱- در این دیواره لیتولوژی ضعیف، ساختارهای پیچیده و گسل‌های فراوان باعث خرد شده محدوده شده است.

۲- عدم رعایت هندسه شیب ( شیب تک پله، برم‌ها، و شیب کلی) در این دیواره نیز خود از عوامل ناپایداری محسوب می‌گردد.

به صورتی که در این دیواره‌ها علیرغم باقی گذاشتن ۴۰ متری بر روی افق ۱۴۲۰ و اجرای پوش‌یک، دیواره‌ای بدون هیچگونه برم و برم ایمنی به ارتفاع ۹۰ متر ایجاد شده است.

### دیواره جنوبی :

۱- وجود بار زیاد استاتیکی ناشی از وزن آنومالی جنوبی باعث ایجاد جابجایی و حرکت در این دیواره شده که نتیجه آن ترک‌های کششی است که در پشت دیواره مشاهده می‌شود. با آغاز فصل بارندگی و نفوذ آب در این ترک‌ها، فعالیت دیواره‌ها و ترک‌ها دو چندان خواهد شد. شایان ذکر است آنومالی جنوبی سنگ آهن با وزن مخصوص بالای خود در حال فشار آوردن بر روی دیواره‌های خرد شده با وزن مخصوص کمتر می‌باشد که نتیجه آن حرکت و جابجایی دیواره تا رسیدن به حد تعادل می‌باشد.

۲- عدم رعایت هندسه شیب ( شیب تک پله، برم، و شیب کلی) در این دیواره نیز خود از عوامل ناپایداری محسوب می‌گردد.

به صورتی که در این دیواره علیرغم باقی گذاشتن برم ۴۰ متری بر روی افق ۱۴۲۰ و دیواره‌ای بدون هیچ گونه برم و برم ایمنی به ارتفاع ۹۰ متر ایجاد شده است.





### دیواره شرقی:

۱- عدم رعایت هندسه شیب (شیب تک پله، برمها، و شیب کلی) در این دیواره نیز خود از عوامل ناپایداری محسوب می‌گردد. به صورتی که با عدم رعایت شیب تک پله و تبدیل آن به دو پله ناپایداری در این منطقه مشاهده می‌شود. در نواحی ارتفاع این دیواره بیش از ۴۰ متر شده است که با توجه به لیتولوژی منطقه و قرار گرفتن ابرفت بر روی سنگ‌های متاسوماتیتی اثره و به شدت خرد شده، مستعد گسیختگی شیب در رویه ابرفتی بالایی است و ممکن است لغزش‌های کوچک مقیاس پیوسته را در پی داشته باشد. در این دیواره رعایت هندسه شیب بسیار ضروری می‌باشد.

۲- در اثر جابجایی و حرکات توده‌ای زیرین در دیواره شرقی، در پشت این دیواره ترک‌هایی تا حدود ۵۰ متری لبه پله مشاهده شده است که این ترک‌ها فعال می‌باشند. با توجه به توضیحات ذکر شده برای هر دیواره این مناطق جزو مناطق با ریسک زیاد می‌باشد که باید با در نظر گرفتن تمهیداتی چون پوشش یک دیواره‌ها، رعایت شیب پله، شیب کلی، برمها، باقی گذاردن در هر دو پله تغییر مسیر جاده و رعایت محدوده ایمنی دامپها و سایر فعالیت‌ها از لبه پله از عوامل ناپایداری کاست.

با عنایت به این موضوع، ریسک بالا و در اولویت بودن تمامی دیواره‌های ذکر شده، پیشنهاد میگردد دیواره شرقی عقب نشینی کرده تا حداقل ۲ برم ۳۵ متری برای پله‌های بالایی در آن ایجاد گردد و تک پله‌ها نیز در صورت امکان توسط بلدوزر با شیب مطلوب ایجاد شود و همچنین اثر جابجایی و حرکات توده‌ای زیرین که در سطح به صورت ترک در آمده از بین رود. در مورد دیواره‌های جنوبی و غربی نیز ضروری است طرح پوشش یک اجرا شود که با داشتن حدود و مرزهای پیت ۵۰ ساله که در آن عوامل ژئومکانیکی، ساختاری و جانیایی مربوطه در نظر گرفته شده باشد طرح این مهم آماده خواهد شد. شایان ذکر است عقب نشینی دیواره غربی و رعایت حریم‌های جاده و دامپ نیز در دست طراحی می‌باشد که این طرح نیز برای عدم دوباره کاری و متحمل شدن هزینه مجدد نیاز به بررسی و هماهنگ شدن با طرح پیت ۵۰ ساله دارد. در نتیجه، با داشتن طرح پیت ۵۰ ساله و حد نهایی معدن و طراحی‌های ذکر شده در دیواره‌های غربی و جنوبی، همزمان سه دیواره پر ریسک معدن قابل کار خواهد بود تا سریعاً ناپایداری‌های به کمینه مطلوب برسد. [۴]

### توضیحات در مورد کلیات کار و بررسی بلوک اول:

در سال ۱۳۸۵ در بلوک اول چال‌های پری‌اسپلیت توسط دستگاه حفاری موجود (شرام) با شیب ۷۰ درجه و قطر ۱۶۵ میلیمتر با فاصله ۱/۵ متر حفر گردید لازم بذکر است قطر خرج در این بلوک ۴۰ میلیمتر بود و برای خرج گذاری آن از بودر آذر و خاک اره در داخل لوله پولیکا استفاده گردید بدین ترتیب که ابتدا چال پری اسپلیت حفر و انفجار می‌شد و سپس سایر چال را به ترتیب حفر و انفجاری شدند با توجه به اینکه این اولین تجربه در این امر در معدن چادرملو بود و منطقه از نظر زمین‌شناسی متغیر می‌باشد نیاز به انجام آزمایشات گوناگون تا رسیدن به نتیجه‌ی مطلوب می‌باشد به همین دلیل در بلوک اول بر اساس شکل و به خاطر اینکه چالهای بافر به هم نزدیک بودند اثر چال‌ها بر روی دیواره مشخص نگردید. در ضمن به بعضی از دلایل استفاده از خاک اره در خرج داخل چال نیز ممتنع گردید.

### طرح حفاری و انفجار دومین بلوک پیش برشی:

در راستای اجرای طرح پوشش یک دیواره جنوب غربی طرح حفاری و انفجار دومین بلوک پیش برشی انجام پذیرفت. خرج گذاری، حفاری و انفجار در این بلوک در دو مرحله انجام گرفت مطابق شکل ۳ (ضمیمه) ابتدا چال‌های پیش برشی و سپس چال‌های تولید وزون ضربه گیر حفاری و انفجار شدند. چال‌های پیش برشی با فواصل ۱/۵ متری با ۱/۵ متر اضافه حفاری و طول ۱۷/۵ متر و شیب ۷۰ درجه و با استفاده از ۱۵ کیلوگرم بودر آذر در هر چال انفجار صورت گرفت، با توجه به اهداف انفجارهای پیش برشی که سالم ماندن دیواره نهایی می‌باشد طرح حفاری و انفجار بلوک به صورتی انجام می‌گیرد که کمترین صدمه به دیواره پدید آید و برای رسیدن به طرح مناسب باید حداقل چند بلوک به صورت سعی و خطا با پارامترهای مختلف انفجار شود تا در نهایت به یک طرح بهینه برسیم در مرحله دوم و پس از انفجار چال‌های پیش برشی بلوک، چال‌های تولید طراحی - حفاری و



انفجار گردیدند در رابطه با این بلوک لازم به ذکر است با توجه به محدودیت‌های موجود برای سالم ماندن دیواره نهایی باید خرج ویژه کمتری نسبت به شرایط معمولی برای بلوک در نظر گرفته شود که به استفاده از شبکه بازر ۹\*۷ منجر گردید. با توجه به این که سنگ حاصل از انفجار باید به سمت چپ بلوک هدایت شود عملاً سطح آزاد بلوک کم بوده و خردایش کمتری حاصل می‌شود. [۱]

### نتایج انفجار دومین بلوک پیش برشی:

در رابطه با انفجار دومین بلوک پیش برشی تعداد ۱۰ چال دیگر در این بلوک با در نظر گرفتن فاصله مناسب از دیواره حفاری شد و انفجار گردید. شکل ۴ (ضمیمه). این چال‌ها بیشتر در جلوی بلوک و در دایک دیوریتی حفر شدند که سنگ جلوی این بلوک را تشکیل می‌داد و سنگ بسیار سختی بود و به دلیل جوان بودن نسبت به سنگ‌های منطقه کمتر تحت تأثیر عوامل فرسایش و تکتونیک منطقه قرار گرفته و برای سهولت بارگیری نیاز به انفجار مجدد داشت. پس از انفجار، بار جلوی بلوک با حفظ حریم ۵/۵ متری، جلوی سطح پیش برشی برداشت گردید. که در قسمتی از بلوک، که بار آن تقریباً به طور کامل برداشت گردید اثر قسمتی از چال‌های پیش برشی مشخص گردید و می‌توان الگوی حفاری و انفجار چال‌های پیش برشی را برای این نوع از سنگ نسبتاً مناسب دانست.

در این بلوک فاصله درزه‌ها نسبتاً زیاد بوده و فاصله داری آنها در حدود ۲ متر بوده است و با توجه به الگوی حفاری ۹\*۷ که با توجه به محدودیت در قطر چال و نوع مواد ناریه انتخاب گردید بولدرهایی در این بلوک به جای ماند که این امر اجتناب ناپذیر است. با برداشت بار جلوی بلوک اثر چال عمل نکرده و کرتکس سالم نیز در قسمت‌هایی که در مرحله اول، چال‌های تولید در آن قسمت حفاری و انفجار شد مشخص گردید که این امر خود می‌تواند از دلایل خردایش نامناسب اولین مرحله چال‌های تولید این بلوک باشد. لازم به ذکر است با توجه به کارهای انجام شده در بلوک دوم، مشاهده می‌شود واحدهای سنگی و پدیده‌های زمین شناسی در سطح بوجود آمده به ترتیب سنی از قدیم به جدید شامل آهک، متاسوماتیت، آلبیتایت گسل و دیوریت می‌باشد، آلبیتایت در این دیواره به شدت دگرسان و کائولینیتیزه است، در سوی دیگر منطقه دیوریتی مشاهده نمی‌شود.

با قبول طبیعت نفوذی سنگ مادر آلبیتایت‌ها، تمامی عوامل لازم زمین شناسی برای تضعیف مقاومت و در هم شکستن مجموعه سنگ‌های دیواره فراهم است. دگرسان بودن آلبیتایت‌ها و رسوب ثانوی سازنده‌های رسی آن در داخل شکستگی‌ها به میزان زیادی از مقادیر نفوذپذیری کاسته است، مقاومت فشاری سنگ‌ها در آزمایش‌های صحرایی بسیار متغیر و از ۵ تا ۱۰ مگاپاسکال تعیین شده است. با توجه به موقعیت، هوازدگی در این قسمت نیز شدید است.

قطعات آهکی توسط نفوذی‌های یاد شده در این محل قرار گرفته‌اند، تمامی موارد یاد شده که ضعف بنیادی جبهه کار را نمایش می‌دهد مانع ایجاد دیواره‌ی صاف- یکپارچه و بدون تغییر امتداد و شیب در حالی که نیمه چال پیش شکافی را در بردارد نشده است.

قابل توجه است که با برداشت محل چال‌های پیش برشی در این بلوک بر روی لبه و پاشنه، میزان انحراف چال‌ها در هنگام حفاری مشخص گردید حفاری بعضی از چال مناسب و برقی با انحراف زیادی صورت گرفته است که میانگین انحراف در چال‌های حفر شده ۰/۳۵ متر می‌باشد که علت آن خطای اپراتور حفاری است که با دقت بیشتر برطرف می‌گردد.

لازم به ذکر است که در این بلوک اثر چال‌ها به خوبی بر روی دیواره نمایان گردید که نشان از موفقیت طرح داشت.

### طرح و اجرای سومین بلوک پیش برشی :

با توجه به نتایج دومین بلوک پیش برشی طراحی سومین بلوک انجام گرفت، با توجه به نتایج مناسب چال‌های پیش برشی دومین بلوک در طراحی چال‌های پیش برشی بلوک جدید به غیر از اضافه کردن ۳ کیلوگرم خرج ته چال تغییری صورت نگرفت، در چال‌های تولید تغییراتی اعمال گردید تا علیرغم کنترل ضریب ناشی از انفجار به دیواره خردایش مناسبی نیز حاصل گردد. طراحی سومین بلوک در تراز ۱۵۲۵ انجام گرفت که در شکل ۵ (ضمیمه) نتیجه انفجار این بلوک پس از انفجار چال‌های تولید مشخص



است که در نتیجه‌ی آن خریدایش مناسبی حاصل گردید. پس از بارگیری اثر چال‌های بر روی دیواره نمایان شد که نشان از موفقیت انفجار در این بلوک را دارد. [۱]

همانطور که قبلاً دیدیم چال‌های ۱۶۵ میلی‌متری مناسب چال‌های پیش‌برشی نیستند و باید قطر چال‌ها کاهش یابد که با امکانات موجود قابل اجرا نیست ولی با اضافه شدن دستگاه حفاری جدید به مجموعه این مل برطرف خواهد گردید و طرح حفاری و خرج‌گذاری انفجارهای پیش‌برشی پس از اجرای ۳ بلوک تقریباً مشخص شده است و فقط با استفاده از امکانات جدید و اعمال تغییرات لازم باید به شرایط ایده‌آل برسیم. همانطور که بررسی شد اثر چال بر روی متاسوماتیت به شدت هوازده و سست نیز باقی مانده است که این امر نشان می‌دهد که انفجارهای پیش‌برشی در سنگ‌های سست نیز نتیجه‌بخش است. در دو چال از چال‌های پیش‌برشی کرتکس سالم مشاهده شد که به دلیل قطع آن بوده و سنگ پاشنه در این قسمت جا به جا نشده است که برای رفع این مشکل در بلوک‌های بعدی از دو رشته کرتکس استفاده خواهد شد.

سنگ‌های شناسایی شده در سطح دیواره حاصل شامل آلبیتایت، آهک، دیوریت و متاسوماتیت است، در بخش آهکی گسستگی مشاهده می‌شود و در امتداد آن خرد شدگی کمی وجود دارد. این گسستگی می‌تواند سطح لایه‌بندی یا درزه گسلی کوچک باشد که حرکت نسبی و کم دو سوی آن در اثر فشار اندکی باعث خردشدگی جزئی شده است، از آنجا که تمام واحدهای سنگی یاد شده علاوه بر اینکه به شدت دگرسان شده‌اند، نابرجا و رانده شده است این ناپیوستگی در هر حالت یکی از نقاط ضعف توده سنگ است و رانده‌شدگی در این بخش به سوی غرب است و به خوبی در سمت‌گیری سازندهای سنگی دیده می‌شود. علاوه بر خردشدگی و مقاومت پائین تا متوسط دیواره در این بلوک، دیواره‌ای صاف و یکپارچه و بدون تغییر امتداد و شیب در حالیکه نیمه چال‌های پیش‌شکافی را نیز در بردارد ایجاد شده است. باید دقت داشت لب پدیده‌گی دیواره حاصل می‌تواند ناشی از لرزش‌های دستگاه و رادحفاری در شروع کار، خرد و گشاد کردن دهانه چال‌ها یا اثر اضافه حفاری آتشفشاری‌های قبل باشد. لازم بذکر است با برداشت محل چال‌ها پیش‌برشی در این بلوک بر روی لبه و پاشنه میزان خطای مختصاتی و میزان انحراف چال‌های پیش‌برشی در این بلوک بر روی لبه و پاشنه میزان خطای مختصاتی و میزان انحراف چال‌ها در هنگام حفاری بدست آمده حفاری بعضی از چال‌ها مناسب صورت گرفته و در بعضی با انحراف همراه است. میانگین خطای مختصاتی در چال‌های حفر شده ۰/۲۵ متر است که دلیل اصلی آن خطای ابراطور است خطای انحراف چال نسبت به بلوک قبل مقداری کاهش یافته است اما برای کسب نتایج بهتر می‌بایست میزان انحراف چال‌ها در حدود ۱٪ باشد که در حال حاضر به طور میانگین در حدود ۲٪ است. [۴]

### مقایسه نتیجه انفجار پیش‌برش و انفجار معمولی:

در شکل ۶ (ضمیمه) دیواره حاصل، اختلاف بین انفجارهای پیش‌برشی و معمولی در اجرای دیواره نهایی نشان داده شده است تفاوت بین دو منطقه مشخص شده نشان دهنده لزوم استفاده از انفجارهای پیش‌برشی در اجرای دیواره نهایی معدن را نشان می‌دهد، این دو بخش از نظر زمین‌شناسی و تکتونیکی دارد شرایط یکسان است که محدوده ۱ به علت عدم استفاده از انفجارهای پیش‌برشی در اجرای دیواره نهایی و با گذشت زمان به این شکل درآمده است.

### حفاری، انفجار و نتایج دو بلوک پیش‌برشی انجام شده:

در مسیر جدید عملیات حفاری و با استفاده از دستگاه حفاری تایتون که جدیداً خریداری شد مطابق شکل ۷ (ضمیمه) و چال‌ها با شیب ۷۵ درجه و قطر ۱۶۵ میلی‌متری حفر شده‌اند و قطر خرج در این بلوک‌ها نظیر قبل ۴۰ میلی‌متر و خرج مورد استفاده پودر آذر می‌باشد پس از انجام عملیات انفجار و بارگیری دو بلوک پیش‌برشی به پایان رسیده و نتایج حاصل مشخص گردید، حفاری و انفجار چال‌های پیش‌برشی و تولید دو بلوک، در دو مرحله انجام گردید، ابتدا چال‌های پیش‌برشی حفاری و انفجار شدند و سپس چال‌های بافر و تولید، حفاری و انفجار گردیدند. [۱]

نتایج این دو بلوک قابل قبول بوده و اگر در ظاهر، اثر چال‌ها بر روی دیوار همانند بلوک‌های قبل نیست به دلیل تکتونیزه بودن سنگ این قسمت است. در عملیات اجرایی به عنوان یک معیار سرانگشتی - تمیز سنگ از خاک با توانایی حفاری بولدزر ۳۵۵ اسب بخار در آنها سنجیده می‌شود.





با توجه به اینکه نیمه غربی دیواره بدون استفاده از انفجار و به وسیله بلدوزر ایجاد شده است و تشابه آن با نیمه شرقی دیواره می‌توان ویژگی‌های خاک را به تمام دیواره تعمیم داد. دیواره ایجاد شده در راستا و شیب کاملاً صاف و مستقیم درآمده است و نیمه چال‌ها بر روی آن مشاهده می‌گردد به علاوه هیچ گونه لپ‌پدیدی در لبه و پاشنه در پای دیوار وجود ندارد. الگوی حفاری و خرج‌گذاری در بلوک پیش‌برشی در شکل ۸ (ضمیمه) دیده می‌شود.

دقت حفاری این دو بلوک با بررسی اثر چال‌ها بر روی دیواره نسبتاً قابل قبول است، اثر چال‌ها بر روی دیواره به کمک نقشه برداری برداشت شده است. یک بلوک آزمایشی پیش‌شکافی در قسمت انتهایی برم ۱۵۱۰ و برری افق ۱۵۲۵ حفاری و انفجار گردید در این بلوک چال‌های پیش‌شکافی و تولید در یک مرحله انفجار شدند. نتیجه انفجار این بلوک مناسب بوده و می‌توان از این پس برای تسریع در عملیات چال‌های پیش‌شکافی و تولید را در یک مرحله انفجار نمود. که این امر به خوبی جواب داده و در حال حاضر این روش در حال اجرا است و برای رسیدن به نتایج ایده‌آل لازم، نیاز به تغییر قطر چال‌های پری‌اسپلتهی از ۱۶۵ به ۱۴۰ میلیمتر است که این سرمته‌ها خریداری شده و در طرح‌های سال آینده از آن استفاده خواهد گردید. [۴]

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها:

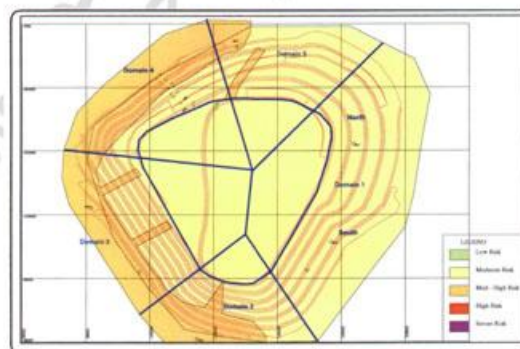
براساس بررسی انجام شده در معدن چادرملو و با توجه به وضعیت دیواره‌ها و احتمال ریزش در این معدن کنترل دیواره‌ها به طور مکرر مورد نیاز می‌باشد و همچنین استفاده از روش‌های آتشیاری کنترل شده نیز به حفظ دیواره در معدن کمک خواهد کرد تا معدن چادرملو با برنامه و جلوگیری از ریزش به استخراج خود ادامه دهد.

### تقدیر و تشکر:

مراتب تقدیر و تشکر ویژه خود را از مسئولین محترم مجمع معدنی سنگ آهن چادرملو بخاطر همکاری‌های صمیمانه ابراز می‌داریم.

### منابع و مأخذ:

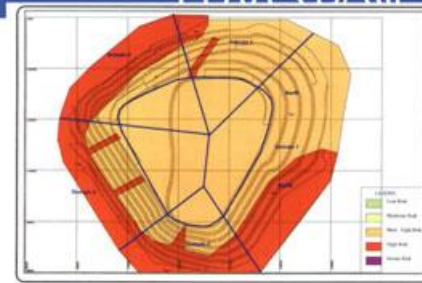
- ۱- قرانی، مجید، بررسی استخراج در معدن چادرملو دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافق، کارآموزی، ۱۳۸۶
- ۲- استوار، رحمتا...، آتشیاری در معادن، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر، جلد اول، ۱۳۷۳
- ۳- استوار، رحمتا...، آتشیاری در معادن، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر، جلد دوم، ۱۳۷۳
- ۴- حاجی باقرپور، علی، مدلسازی نحوه انتشار ترک اطراف چالهای انفجاری در آتشیاری کنترل شده، دانشکده مهندسی معدن دانشگاه یزد، پایان نامه، ۱۳۸۵
- ۵- نعیمی، محسن، بررسی وضعیت پایداری شیب و پهنه‌بندی خطر، شرکت کانی کاوان شرق، مجتمع صنعتی و معدنی چادرملو، گزارش علمی، ۱۳۸۶



شکل ۱: نقشه پهنه‌بندی خطر [۵]



اسفند ۱۳۸۸



شکل ۲: نقشه پهنه‌بندی خطر (وضعیت فعلی) |۵|



شکل ۳: خرجگذاری در دومین بلوک پیش‌برشی |۱|



شکل ۴: بلوک پیش‌برشی پس از انفجار |۸|





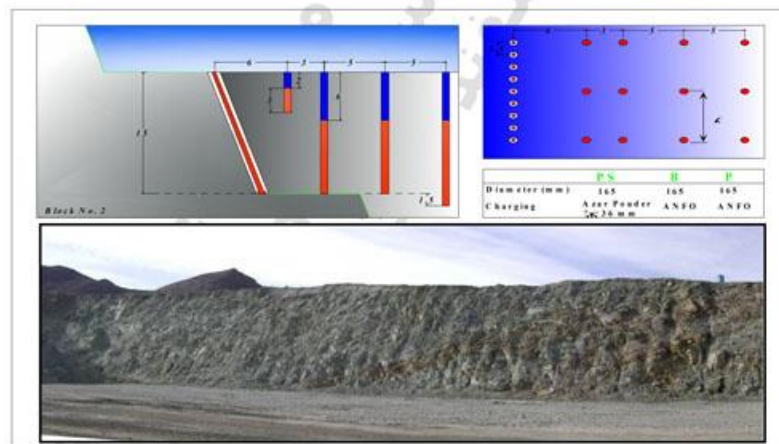
شکل ۵: سومین بلوک پیش برشی قبل و بعد از انفجار چال‌های تولید [۱]



شکل ۶: دیواره حاصل از سومین بلوک پیش برشی [۱]



شکل ۷: دریل جدید در حال حفاری چال‌های پیش‌برشی (۱)



شکل ۸: الگوی حفاری و خرجگذاری بلوک دوم پیش‌برشی و دیواره ایجاد شده آن



اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

اسفند ۱۳۸۸



دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد طبس

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته  
دانشگاه آزاد اسلامی  
اسفند ۱۳۸۸  
واحد طبس

استان یزد، شهرستان طبس، میدان دانشگاه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد طبس، دبیرخانه همایش  
تلفن: ۳۲-۴۲۳۶۱۲۹ (۰۳۵۳) دورنگار: ۴۲۳۶۱۳۳ (۰۳۵۳)  
وب سایت همایش: [www.hamayesh-tabas.ir](http://www.hamayesh-tabas.ir)