

ارائه راهکارهای عملی جهت افزایش بازده استخراج مس در مجتمع مس سرچشمه با نگرشی بر عملیات انفجاری

نویسنده: دکتر محمد قاسم آیت*، دکتر جعفر سرقینی* و علی مظفری*

Investigations into technical aspects of the Sarcheshmeh Copper Complex of Iran, with emphasis on the blasting operations

By: Dr.M.G.Ayat*, Dr.J.Sarghaini* and A. Mozaffari*

چکیده

نظریه اهمیت فراوان صنایع مس در کشورهای پیشرفته صنعتی، روش های بهینه سازی روند استخراج و افزایش بازده تولید مورد توجه ویژه مدیران و مهندسان مربوطه قرار گرفته است. روند رو به رشد صنایع گوناگون در جهان از یک سو، و نیاز روز افزون به فلز استراتژیک مس از سوی دیگر، سبب گردیده است تا تولید کنندگان اصلی این فلز، افزایش بازده استخراجی را مدنظر داشته و فعالیت های چشمگیری در این راستا بعمل آورند. در این راستا کشورهای با ذخایر بزرگ مس همانند آمریکا، شیلی، روسیه و... عملیات فنی ویژه ای را برای افزایش بازده تولید بکار می گیرند. شک نیست که ذخایر مس سرچشمه در ایران نیز از جمله معادن بزرگ دنیا محسوب گردیده است، و لذا عنایت ویژه به افزایش بازده تولید می تواند امکان رقابت بیشتر در بازار جهانی مس را برای این معدن فراهم نماید.

یکی از روشهایی که هم اکنون بعنوان متدی مطمئن برای افزایش بازده استخراج بکار گرفته می شود، بازنگری و اصلاح سیستم های حفاری و آتشیاری و بهینه سازی عملیات انفجاری است. این روش در معدن مس سرچشمه نیز مورد توجه قرار گرفته و اقداماتی جهت بهینه سازی متدهای انفجاری صورت پذیرفته است. در این مقاله ضمن بررسی استخراج معدن سرچشمه، اقدام به محاسبه پارامترهای پر اهمیت طراحی عملیات انفجاری نموده و براساس آنها راهکارهای عملی جهت افزایش بازده تولید در این مجتمع را ارائه نموده است.

واژه های کلیدی: مس، عملیات انفجاری، معدن سرچشمه، ایران

Abstract

Sarcheshmeh Copper Mine is the largest copper producer in the country, and one of the major producers in the world market. The mine covers an area of 2300 x 1612m, and is located in 160 km of Kerman, a southern province in Iran.

About 80,000 tons of mineralized rocks are produced everyday by blasting operations, out of which 40,000 tons are copper sulfide. The rocks are transferred to a concentrator where the useful minerals are recovered and concentrated.

This paper presents not only a thorough technical investigation of the present situation of the Sarcheshmeh Copper Complex, but also the results obtained from blasting operations in the mine, calculated with many different methods. Major problems related to the blasting operations are identified, and various approaches to solving them suggested. It is believed that applying the blasting recommendations made in this paper could cause significant improvements in the production level of this mine.

Keywords: Copper, blasting operation, Sarcheshmeh mine, Iran

مقدمه

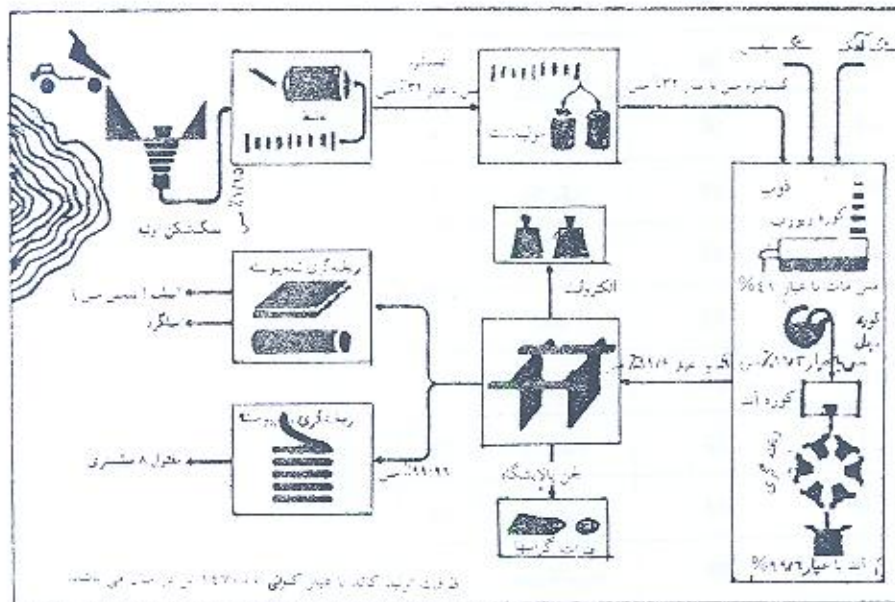
تولیدی می باشد. به عبارت دیگر در معدن مس سرچشمه روزانه ۴۰۰۰۰ تن سنگ باطله (که بیشتر سنگ مس اکسید شده می باشد)، و ۴۰۰۰۰ تن ماده معدنی مفید (سنگ مس سولفور) تولید می گردد [1]. سنگ مس تولیدی به کارخانه فرآوری انتقال پیدا نموده و پس از تغلیظ به پالایشگاه جهت تصفیه نهایی و تبدیل آن به شمش مس منتقل می گردد. میزان محصول نهایی قابل فروش مس کاتدی (با درجه خلوص ۹۹/۹۹ درصد) ۱۴۷،۰۰۰ تن در سال گزارش گردیده است [2]. میزان مولیدن تولیدی در مجتمع مس سرچشمه حدود ۶ الی ۷ تن در روز می باشد. میزان تولید و قیمت هر یک از محصولات تولیدی در مجتمع سرچشمه، به همراه جایگاه مس ایران در میان تولید کنندگان جهانی، و میزان مصارف عمده مس در صنایع گوناگون در جدول های ۱ تا ۵ آورده شده است. ذکر این نکته نیز ضروری است که در سنگ مس موجود در منطقه مس سرچشمه حدود ۵۰ عنصر با عیارهای متفاوت بافت می شود که استحصال بیشتر آنها توجیح اقتصادی ندارد.

استخراج مواد معدنی در این معدن مانند بسیاری از معادن دیگر به وسیله عملیات حفاری و انفجاری صورت می پذیرد. از آنجا که نوع و ترکیب بافت منطقه دارای تنوع زیاد می باشد، لذا امکان انتخاب یک نوع الگوی آنتشاری برای کلیه نقاط معدن امکان پذیر نمی باشد. در نتیجه ضروری است در جبهه کارهای مختلف تغییرات زیادی در طراحی فعالیت های آنتشاری اعمال نمود. از سوی دیگر میزان متوسط بارندگی در منطقه سرچشمه حدود ۳۶۰mm در سال گزارش گردیده است، از اینرو بررسی

مجتمع مس سرچشمه در ۱۶۰ کیلومتر جنوب استان کرمان و در ناحیه مرکزی رشته کوه زاگرس قرار گرفته است، و یکی از بزرگترین مجتمع های صنعتی معدنی جهان محسوب می گردد. معدن مس سرچشمه از دیدگاه زمین شناسی بر روی کمر بند جهانی مس قرار داشته و پهنه گسترش آن از جنوب خاوری تا شمال باختری به صورت یک محدوده بیضوی با ابعاد ۲۳۰۰m x ۱۲۰۰m و ژرفای ۱۶۱۲ m می باشد. [1]. ساختار معدنی در این منطقه بصورت چندبافتی (پروفیری) بوده و نوع سنگ منطقه از نوع گرانودیوریت و زمان تشکیل آن حدود ۲۵ میلیون سال پیش می باشد [1].

اصولا سنگ های معدنی در ایران متنوع بوده و شامل کربنات بازی مس مانند مالاکیت $[(CuCO_3-Cu(OH)_2)]$ ، سولفیدی مانند کالکوپیت (Cu_2S) ، اکسیدی مانند کوپریت (Cu_2O) می باشد. ماده معدنی مس سرچشمه از نوع سولفیدی (Cu_2O) بوده و عیار متوسط آن ۰/۶۹٪ برآورد گردیده است [1] (منظور از عیار متوسط میانگین طیف تغییرات عیار در مناطق مختلف معدن می باشد). میزان ذخایر قطعی، احتمالی و ممکن این معدن با آخرین اصلاحات حدود ۱،۲۰۶،۰۰۰،۰۰۰ تن برآورد گردیده است [2].

تولید روزانه سنگ مس از معدن سرچشمه ۸۰۰۰۰ تن گزارش گردیده است [2] که نسبت به $1 = \frac{W}{O}$ (نسبت مواد باطله تولیدی به مواد معدنی مفید



شکل شماره ۱- فلوچارت (Flow Chart) کلی تولید مس در مجتمع مس سرچشمه [1]



جدول شماره ۱ - میزان تولید و ارزش جهانی هر یک از محصولات تولیدی در مجتمع مس سرچشمه [2][4]

ردیف	نام محصولات	میزان تولید سالیانه در مجتمع سرچشمه (ton)	ارزش در بازارهای جهانی (\$)
۱	مس	۱۴۷۰۰۰ (مس کاند)	1600 \$/ton
۲	مولیدنیت	۲۰۰۰ - ۲۱۹۰	3000 \$/ton
۳	طلا	۰.۵۱	266 \$/oz
۴	نقره	۱.۴	4.45 \$/oz

جدول شماره ۲: ذخایر قطعی مس جهان و جایگاه ایران در آن [6][5]

ردیف	نام کشور	ذخیره قطعی مس (M ton)	درصد از کل %
۱	جهان	650	100
۲	شیلی	160	24.6
۳	آمریکا	90	13.9
۴	برزیل	40	6.1
۵	چین	37	5.7
۶	لهستان	36	5.5
۷	زامبیا	34	5.2
۸	روسیه	30	4.6
۹	مکزیک	27	4.2
۱۰	اندونزی	25	3.9
۱۱	کانادا	23	3.5
۱۲	استرالیا	23	3.5
۱۳	فراقتان	20	3.1
۱۴	ایران	13	2.0
۱۵	سایر کشورها	92	14.2



جدول شماره ۳: جایگاه ایران در میان تولیدکنندگان معدنی مس

در جهان در سال ۱۹۹۸ [6][5]

ردیف	نام کشور	میزان تولید معدنی در سال ۹۸ (M ton)	درصد از کل %
۱	شیلی	3.689	30
۲	امریکا	1.860	15
۳	اندونزی	0.809	7
۴	کانادا	0.705	6
۵	استرالیا	0.607	5
۶-۱۶	سایر کشورها	-	-
۱۷	ایران	0.117	0.1

جدول شماره ۴: جایگاه ایران در میان تولیدکنندگان عمده شمش مس

(اندولبیستر) در سال ۱۹۹۸ [6][5]

ردیف	نام کشور	میزان تولید شمش مس (M ton)	درصد از کل
۱	امریکا	1.710	15
۲	شیلی	1.403	13
۳	ژاپن	1.303	12
۴	چین	0.667	6
۵	روسیه	0.630	>6
۶-۲۰	سایر کشورها	5.218	47
۲۱	ایران	0.124	1
۲۲	جهان	11.103	100

جدول شماره ۵: مصارف عمده مس در صنایع گوناگون [6][5]

ردیف	مصارف صنعتی	درصد مصرف
۱	صنایع ساختمانی	42
۲	صنایع الکتریکی و الکترونیکی	25
۳	تجهیزات حمل و نقل	13
۴	تجهیزات و ماشین آلات صنعتی	11
۵	محصولات عمومی و مصرفی	9

جالهای حفاری از نظر میزان تولید، چگالی سنگ و میزان آبخیزی سینه کار می تواند در عملیات استخراج از اهمیت ویژه ای برخوردار باشد. بدیهی است افزایش بازده تولید بستگی مستقیم به بسیاری از پارامترهای یاد شده و الگوهای مناسب حفاری و آتشیاری دارد. بررسی این پارامترها و در صورت امکان بهینه سازی آنها براساس روش های انفجاری در سطوح بین المللی در خصوص مجتمع مس سرچشمه صورت گرفته است که موضوع اصلی این بررسی ها می باشد.

بررسی عملیات حفاری، آتشیاری و استخراج در معدن مس سرچشمه

استخراج مواد معدنی در این مجتمع به کمک حفاری و انفجار صورت می پذیرد. چرخه کلی تولید بدین گونه است که پس از تعیین سینه کار مشخصی جهت استخراج، عملیات حفاری جالهای انفجاری به کمک دریل واگن حفاری در پهنه سینه کار آغاز می گردد. بدیهی است که ویژگیهای جال های انفجاری مانند طول جال، فاصله جال ها از یکدیگر (Spacing) فاصله جال ها از سطح آزاد (Burden) (پهنه های پوشنده طبقات رویی) و... از پیش تعیین و در هنگام حفاری اعمال گشته و سپس اقدام به پر کردن جال ها بوسیله مواد منفجره (خرج گذاری) می گردد. در این مرحله نیز بسیاری از پارامترهای مهم آتشیاری از جمله نوع ماده منفجره، میزان خرج ته جال، میزان خرج ستون جال، نوع چاشنی، میزان گل گذاری (Stemming) ... از قبل مشخص گردیده و در هنگام خرج گذاری سعی در رعایت آنها می شود. سپس عملیات انفجار جال ها صورت گرفته و سنگ معدن شکسته شده به کمک ماشین آلات معدنی به محل سنگ شکن اولیه (سنگ شکن زیراتوری) هدایت شده و پس از خردایش اولیه برای انجام سایر عملیات به کارخانه فرآوری حمل می گردد. همانگونه که قبلا ذکر گردید تولید سنگ باطله و ماده معدنی از معدن مس سرچشمه روزانه ۸۰،۰۰۰ تن می باشد که طبق استانداردهای تعریف شده خوراک کارخانه فرآوری سنگ سولفور مس با عیار حدود یک درصد است. در مناطقی که سنگ های اکسیدی با عیار مس بین ۰/۲۵-۰/۱۵ درصد موجود است، این سنگ ها به طرف مناطق آبشویی (Leaching) هدایت گردیده و به وسیله فرآیند آب شویی باکتریو (Bactrio leaching) مس موجود در آنها بدست می آید می گردد. جزئیات فرآیندهای مختلف فرآوری، آبشویی و بالایش سنگ مس هدف این مقاله نیست و بنابراین از تکرار آنها خوداری می گردد.

همان گونه که آشکار است بسیاری از پارامترهای عملیات حفاری و انفجار می توانند تأثیر مستقیم بر روی نه تنها کیفیت سنگ تولیدی داشته باشند، بلکه بر کمیت آن نیز باید اثر گذار باشند. بعنوان مثال چنانچه عملیات آتشیاری با موفقیت صورت گیرد، ابعاد محصولات تولیدی مناسب برای واحد خردایش بوده و عملا بازدهی این واحد را که بدون پر مصرف ترین واحد انرژی بر مجتمع می باشد افزایش می دهد. ابعاد مناسب سنگ تولیدی می تواند بازدهی واحد های دیگر از جمله بارگیری و باربری را نیز بطور چشمگیری کاهش دهد. از سوی دیگر چنانچه عملیات انفجار با موفقیت انجام نگیرد امکان ایجاد عقب نشینی (Back break) (منظور شکستگی های ناخواسته ای است که در پشت آخرین ردیف چال های انفجاری ایجاد می گردد) نموده که در این صورت نیاز به آتشیاری ثانویه خواهد بود. ایجاد مشکلاتی از قبیل ایجاد پاشنه و یا تولید قطعات بسیار بزرگ و... به طور عملی بر کمیت سنگ تولیدی و به دنبال آن کاربرد سایر واحدهای مجتمع اثر گذار خواهد بود [3].

مطالب یاد شده اهمیت طراحی صحیح عملیات انفجاری را تا حدود زیادی تبیین مینماید. در راستای بهینه سازی عملیات حفاری و آتشیاری در معدن مس سرچشمه، اقدامات سودمندی در طی دو دهه گذشته صورت پذیرفته است که عملا بازدهی تولید را بطور چشمگیری افزایش داده است. با این وجود و نظر به تنوع ساختاری سنگ مس موجود در منطقه، چنین به نظر می رسد که می توان اقدامات بیشتری در جهت بهینه سازی فعالیت های انفجاری انجام داد که سبب افزایش بازدهی تولید، کاهش هزینه های تولید و در نهایت افزایش بهره وری این مجموعه عظیم صنعتی - معدنی خواهد گردید.

پارامترهای مهم طراحی در عملیات آتشیاری در معدن مس سرچشمه

استخراج مواد معدنی در معدن مس سرچشمه به کمک عملیات حفاری و انفجاری صورت می پذیرد. همانگونه که قبلا اشاره گردیده، نظر به تنوع زیاد در ساختار زمین شناسی منطقه، امکان انتخاب یک الگوی مشخص آتشیاری برای کلیه نقاط این منطقه اصولی نبوده، بلکه باید با توجه به شرایط و ویژگیهای بافتی هر منطقه اقدام به طراحی الگوی آتشیاری نمود. در طراحی عملیات انفجاری موفق چندین پارامتر موثر باید مورد توجه ویژه قرار گیرد. این پارامترها بطور عمده عبارتند از:

محاسبه بالایی برخوردار خواهند گردید، چرا که عامل تعیین کننده در تعیین این پارامترها همان اندازه لایه های پوشنده می باشد. محاسبات صورت گرفته بر روی سایر پارامترها با روابط مختلف حاکی از ارتباط مستقیم این پارامتر با سایر پارامترها می باشد.

ماده منفجره اصلی که تا چندی پیش در معدن سرچشمه مورد استفاده قرار می گرفت ANFO (Ammanium Nitrate/Fuel Oil) به همراه دینامیت بود. پس از احداث کارخانه مواد منفجره تیرونوبل در منطقه، خرج مصرفی از آنفو به آمولان (Amulan) تغییر یافت. آمولان از مواد منفجره امولسیونی است که در گروه انفجاری بسالا (High Explosive) قرار می گیرد. آمولان یا آمولایت (Amolite) از ترکیب نیترات آمونیوم و هیدرو کربن سوختی به همراه ماتریکس آمالایت (Amalite) ساخته شده است. نسبت این ترکیبات در آمولان برابر با ۸۰٪ آمولایت و ۲۰٪ آنفو است [1]. چگالی آمولان در حدود 1.37-1.38gr/cm³ بوده و میزان انرژی تولیدی آن معادل با 3-3.3 مگاژول بر کیلوگرم می باشد. سرعت انفجار در حدود 5000 m/s بوده و به وسیله کامیونهای مخصوص در چال ها خرج گذاری شده در داخل چال ها توسط عامل فعال کننده ای به نام گزینک (Gesinc) فعال می گردد.

از مزایای آمولان می توان به ایمنی بالا در هنگام خرج گذاری (بدلیل فعال شدن خرج در داخل چال)، مقاومت بالا در مقابل آب، سرعت و قدرت انفجار مناسب، امکان تغییر چگالی ماده منفجره با ایجاد حباب در شبکه آمالایت در چال یا توجه به قدرت مورد نیاز (لازم به توضیح است که چگالی ماده منفجره آمولان در چال بوسیله حباب هوا به حدود 1.2gr/cm³ تقلیل می یابد)، خرج گذاری آسان، قیمت مناسب، و غیره نام

جدول شماره ۶: فاکتورهای مهم طراحی عملیات حفاری و انفجار در مجتمع مس سرچشمه [2]

توضیحات	پارامترهای اصلی طراحی حفاری و آتشیاری در مجتمع سرچشمه										
	ارتفاع پله K (m)	طول چال H (m)	تعداد چال D (num)	Spacing S (m)	Subd Rilling U (m)	Birden B (m)	نوع ماده منفجره R	خرج ویژه m gr/ton	Stming G (m)	وزن برابر N (kg)	وزن خرج اصلی W (kg)
تغییرات Spacing اضافه حفاری وزن برابر و وزن خرج اصلی بر حسب شرایط نقاط مختلف متفاوت	12	15	200	8.5-10	3.35	7.5	Amulan	0.15 - 0.18	7-7.5	1-2.5	330-400

* لازم به توضیح است که در عملیات انفجار در معدن مس سرچشمه، جهت تاخیر بین ردیف چالها از چاشنی های میله نایبه ای با تاخیر 15-20 میلی نایبه استفاده می گردد جهت انتقال آتش از فیله کورتکس (CORTEX) با سرعت 6,000 m/s استفاده می گردد [1].

برد. [7]

علاوه بر مشکلات کلی یاد شده که بسیاری از آنها در زمانهای مختلف در معدن مس سرچشمه مشاهده گردیده است، محاسبات بعمل آمده در خصوص بعضی از پارامترهای مهم طراحی سیستم های حفاری و آتشباری جاری این معدن نیز انجام گرفته است که می تواند به افزایش راندمان تولید کمک نماید.

از آنجا که پارامتر طبقات رویی یکی از مهمترین و اساسی ترین فاکتور های طراحی استخراجی در معادن روباز محسوب می گردد، و با توجه به این که اصول طراحی و پارامترهای آتشباری را این فاکتور تعیین می نماید، لذا تعیین اندازه بهینه آن و محاسبه سایر پارامترها با روابط متعارف می تواند کمک موثری در اجرای یک طراحی موفق نماید. در محاسبات آتی تعیین اندازه طبقات رویی با روابط متعارف صورت گرفته و نمودار مقایسه ای بین آنها ترسیم گردیده است.

1- ضریب سفتی (Stiffness Ratio) یا نسبت ارتفاع پله (K) به طبقات رویی (B). این نسبت در معدن مس سرچشمه در حدود 1/6 می باشد (رجوع شود به جدول شماره 6). در شرایط مطلوب تر این نسبت در حدود 3 تا 4 در نظر گرفته می شود.

II- طبقات رویی محاسبه شده براساس روابط متداول بدین طریق است (رجوع به جدول 6):

$$(1) \text{ - رابطه نیترونوبل [8]} \dots\dots\dots B=45 D/1000$$

از رابطه (1) میزان طبقات رویی برابر است با:

$$B=45 \times 250 / 1000 = 11.25m$$

$$(2) \text{ - رابطه Konya [9]} \dots\dots\dots \left(\frac{S_{Ge}}{S_{Gr}} \right)^{1/3} \dots\dots\dots B=0.038D$$

در رابطه 2، SGr، SGe به ترتیب عبارتنند از وزن مخصوص ماده منفجره و سنگ

از رابطه (2) میزان طبقات رویی برابر است با

$$B=0.038 \times 250 (1.25/4.2)^{1/3} = 6.30$$

$$(3) \text{ - رابطه Ash [8]} \dots\dots\dots B = \left[\left(\frac{2S_{Ge}}{S_{Gr}} + 1.5 \right) D \right] \dots\dots\dots$$

از رابطه (3) میزان طبقات رویی برابر است با:

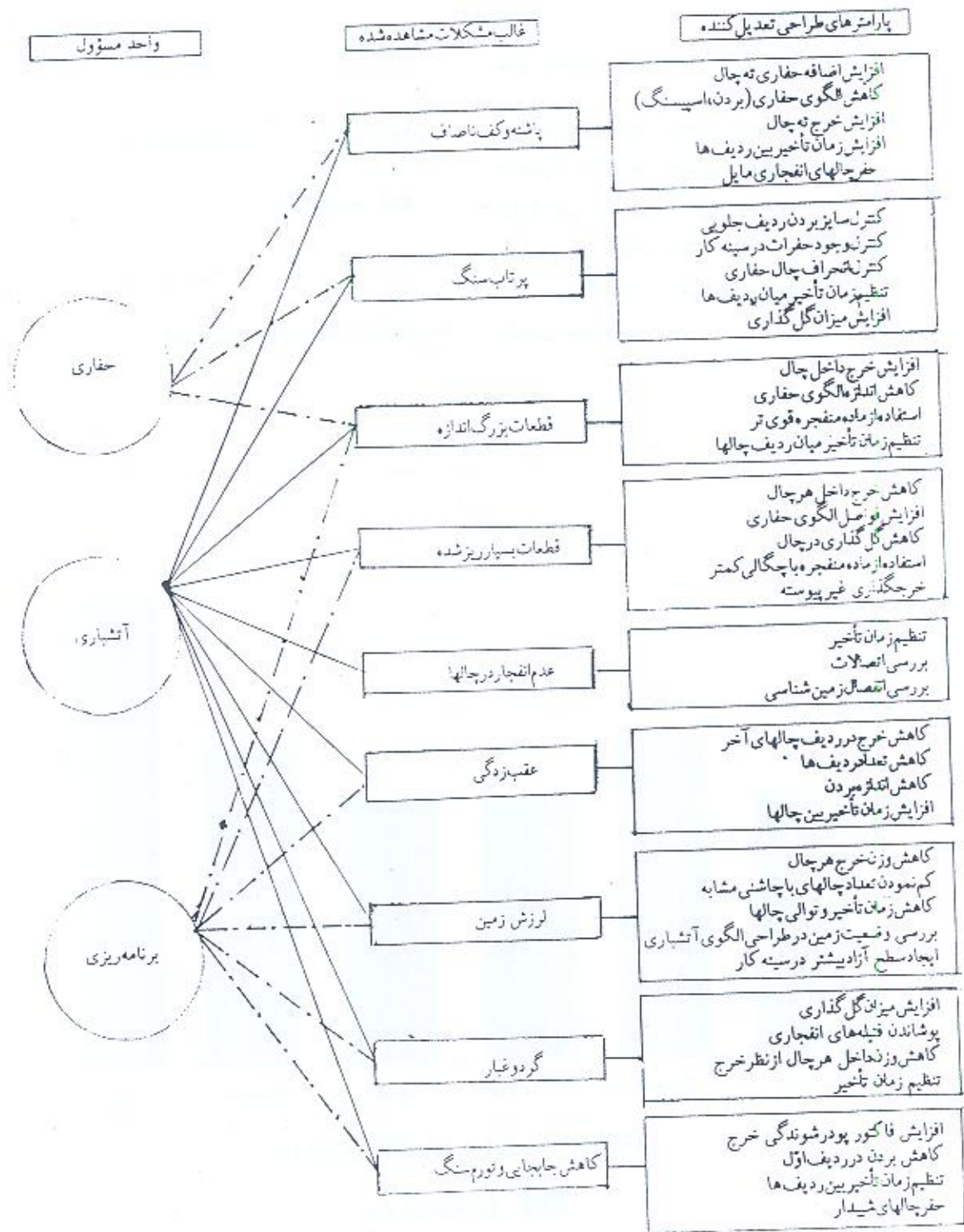
$$B = (2 \times 1.25 / 4.2 + 1.5) (250 / 10 \times 0.394^*) = 20.669 \text{ ft} = 6.3m$$

از مشکلاتی که در کنار با آمولان در سرچشمه وجود دارد عدم دسترسی و استفاده از ماده منفجره مناسب بعنوان بوستر در چال ها میباشد، چرا که به علت سرعت انفجاری بالای آمولان، عملاً دینامیت (سرعت انفجار در حدود 2,000m/s) نمی تواند بعنوان بوستری مناسب مورد استفاده قرار گیرد. در نتیجه چال های انفجاری در سرچشمه در حال حاضر بدون بوستر منفجر می گردند که این، با توجه به طول زیاد چال می تواند تاثیر منفی بر بازدهی تولید گذارد.

ارزیابی مشکلات موجود در عملیات انفجاری معدن مس سرچشمه و ارائه راهکارهای عملی جهت بهبود وضعیت آتشباری

اگر چه تغییرات انجام شده در سیستم انفجاری معدن سرچشمه بسیاری از مشکلات عمده عملیات حفاری و آتشباری را در این مجتمع کاهش داده و سبب بهینه سازی بازدهی استخراج گردیده است، لیکن بررسی های بعمل آمده نشان می دهد که اقدامات دیگری نیز می تواند به روند استخراجی بهینه در این معدن کمک نماید. با توجه به طرح توسعه معدن مس سرچشمه که میزان تولید مس را برای سال 1381 معادل 280,000 تن برآورد می کند (میزان تولید در سال 1379 معادل 147,000 تن گزارش گردیده است)، ارزیابی مشکلات عمده در عملیات حفاری و انفجار و در نهایت تولید سنگ مس از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد.

عمده مشکلاتی که در ارتباط با عملیات حفاری و انفجار در معدن مس سرچشمه (با هر معدن بزرگ دیگری) ممکن است پدید آید بصورتی چال طبقه بندی شده و واحدهای سازمانی مجتمع سرچشمه که بصورت مستقیم وظیفه رفع مشکل را بعهده دارند مشخص گردیده است (شکل 2) [8]. همان گونه که در شکل مشاهده می گردد واحدهائی که مستقیماً مسئولیت حفاری و آتشباری و رفع نقائص موجود را دارند سه واحد حفاری، آتشباری، و برنامه ریزی می باشند. غالب مشکلاتی که در عملیات حفاری، آتشباری، و تولید مشاهده می شوند در بخش میانی تشکیلات (شکل 2) آورده شده است. این مشکلات بطور عمده به سه گروه کلی تقسیم گشته اند. در نهایت، در بخش پایانی این تشکیلات، راه حل های گوناگون برای رفع این معضلات پیشنهاد گردیده است. ارتباط مستقیم هر یک از مسائل مشاهده شده با بخش مربوطه (بخش مسئول) با خطوط کامل و ارتباط غیر مستقیم با بخش های دیگر با خطوط منقطع نمایش داده شده است.



شکل شماره (۲) - مشکلات عمده عملیات حفاری و انفجار و راهکارهای پیشنهادی جهت رفع معضلات طراحی بصورت شماتیکی [8]

میزان طبقات رویی فعلی معدن مس سرچشمه در حال حاضر ۷/۵m می باشد.

تبدیل سانتیمتر به اینچ (1Cm=0.394 inch)

این محاسبات بصورت نمودار میله ای در شکل ۳ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که انتخاب میزان طبقات رویی مناسب می تواند کمک قابل توجهی به افزایش بازدهی تولید نماید، چرا که معمولاً کاهش میزان طبقات رویی و افزایش Spacing (S در جدول شماره ۶) سبب کاهش میزان خرج گذاری، افزایش ضریب سفتی (Stiffness Ratio) و افزایش بازدهی استخراج می گردد.

$$B=(D.K)^{1/2} \dots\dots\dots [4] \text{ رابطه Anderson}$$

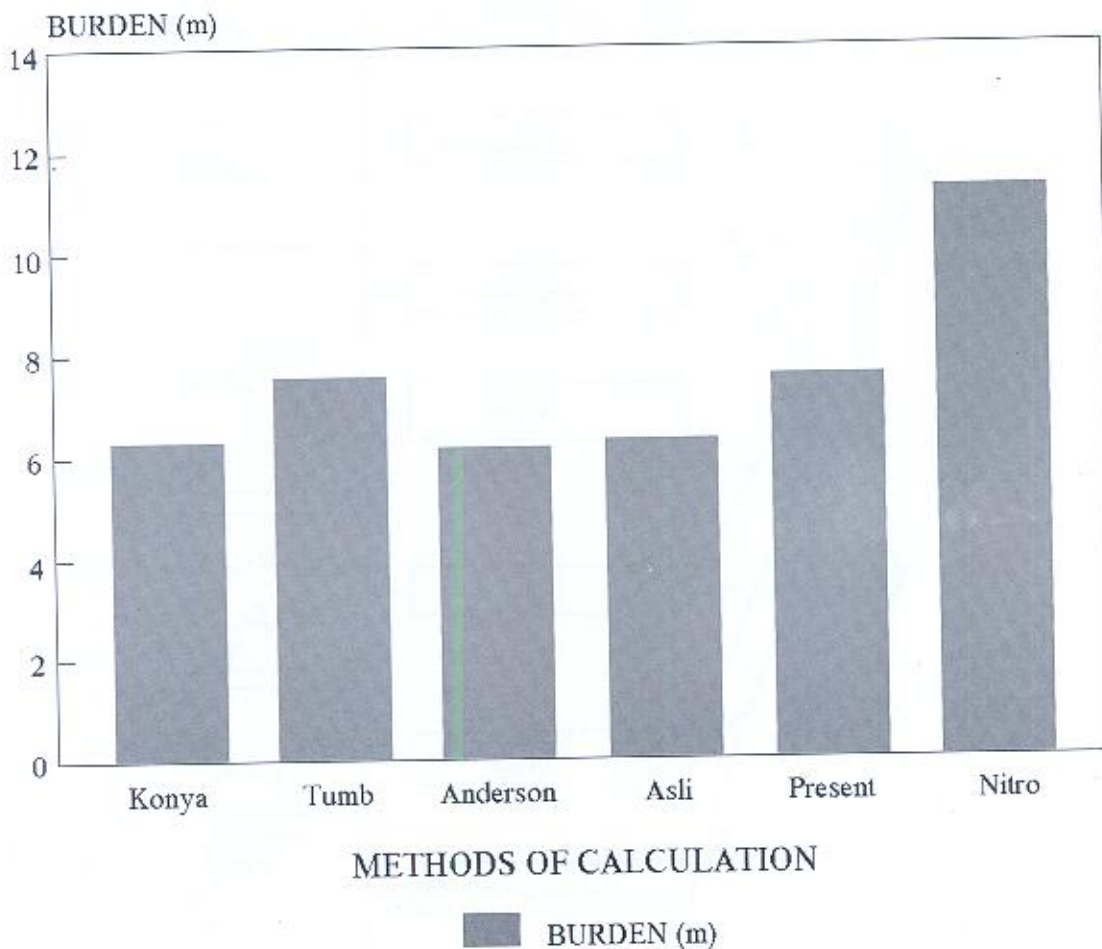
از رابطه (4) میزان طبقات رویی برابر است با:

$$B=(9.875 \times 12.5)^{1/2} = 20.12 \text{ ft} = 6.13 \text{ m}$$

$$B=(25 \text{ to } 35)D/12 \dots\dots\dots [8] \text{ رابطه Tumb}$$

از رابطه (5) میزان طبقات رویی برابر است با:

$$B=30 \times 9.875 / 12 = 24.688 \text{ ft} = 7.5 \text{ m}$$



شکل شماره ۳- محاسبه بردن (Burden) به روش های گوناگون برای معدن سرچشمه

نتیجه گیری

داده شد. راهکارهای عملی جهت برطرف نمودن معضلات فعلی و مشکلاتی که در آینده ممکن است در عملیات استخراجی این معدن است پدید آید ارائه گردید. این راهکارها بطور عمده در خصوص ایجاد تغییراتی در الگوی حفاری، محاسبه پارامترهای طراحی در عملیات آتشیاری، و بهینه سازی مواد منفجره مورد استفاده و سیستم های آتشیاری است. بدیهی است که در صورت بکارگیری این راهکارها، امکان کاهش هزینه های تمام شده محصولات این مجتمع و در نتیجه افزایش قدرت رقابت بیشتر در بازارهای جهانی، و رشد و توسعه معدن سرچشمه را در پی خواهد داشت.

در این مقاله معدن مس سرچشمه و عملیات حفاری و انفجاری و تولید سنگ استخراجی و راه کارهای عملی جهت افزایش بازدهی تولید مورد بررسی دقیق قرار گرفته است. مشکلات اصلی این معدن که در ارتباط با عملیات حفاری و آتشیاری می باشد شناسایی گردیده اند. این مشکلات بطور عمده وجود آب در پله های استخراجی، گهگاه ریزش بعضی پله ها، عقب زدگی (Back Break)، تولید سنگهای کوچکتر از اندازه های مطلوب و گاهی افزایش هزینه های تولید و کاهش بازدهی تولید تشخیص

کتابنگاری

- آیت. محمدقاسم، ۱۳۷۸ - جزوه علمی درس حفاری و انفجاری پیشرفته، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جنوب تهران
اینترنت، ۱۳۸۰ - سیاست اقتصادی B.B.C قیمت فلزات در بازار لندن
گزارش های موجود در معدن مس سرچشمه، سرچشمه کرمان تا پاییز ۱۳۷۹.
مظفری. علی، ۱۳۷۸ - جزوه علمی درس حفاری و انفجار پیشرفته، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جنوب تهران.

References

- Calvin J. Konya and Edward, J. Walter 1985- Book, "ROCK, A. A> Balkema, 1995.
Carlos Lopezjimeno 1995- Drilling and Blasting of Rocks, A.A. Balkema, 1995
Dupomt denemt denemours. Co 1987- Inc, Blaster's Handbook, 16th Edition.
Mineral Commodity Summaries, 1999.
Nitro Noblel Company 1998 - Catalog New charges.
World Metal statistics, 1999.

* وزارت صنایع و معادن، ایران

* Ministry of Industries and Mines, Iran