



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



بررسی تأثیر کیفیت خردشدگی سنگ پله انفجاری بر بهبود زمان سیکل بارگیری شاول در معدن مس سرچشمه

مهدی عباسی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معدن، سرپرست واحد نمونه
برداری معدن مس سرچشمه، abbasi_mah@nicico.com

حسین ثمره، استادیار دانشکده مهندسی معدن دانشگاه آزاد سیرجان، مدیر گروه
مهندسی معدن

hossain.samareh@yahoo.com

سید عباس حسینی، کارشناس ارشد، رئیس واحد مهندسی معدن مس سرچشمه
hoseini_ab@nicico.com

چکیده

در این پژوهش شرایط زمان سیکل بارگیری در باطله مرکزی معدن سرچشمه و عوامل مؤثر بر آن بررسی گردید و در نهایت به تأثیر زمان سیکل بارگیری در تولید معدن بعنوان هدف نهایی از این تحقیق پرداخته شد. با کار بر روی 16 الگوی حفاری در مناطقی با ساختار زمین شناسی و مقاومت یکسان و دستگاه بارگیری شاول TZ، با حجم جام 12 متر مکعب و با کامیون مدل بلاز 135 تنی و در شرایط مهارت اپراتور برابر با برداشت 967 زمان سیکل بارگیری اندازه گیری شد و عواملی مانند کیفیت خردشدگی، الگوی انفجار، میزان خرج ویژه، شرایط بارگیری (زاویه چرخش) به عنوان متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج ثبت شده، زمان بارگیری کامیونها 135 تنی با شاول های TZ در شرایط مناسب خردایش، تقریباً 3 دقیقه و 30 ثانیه بوده و این زمان در باطله مرکزی که در این تحقیق اندازه گیری شده برابر با 5 دقیقه و 30 ثانیه میباشد. اگر بهطور فرض، زمان بارگیری مناسب را 4 دقیقه در نظر بگیریم در حالیکه زمان کارکرد مفید شاول در 24 ساعت شبانه روز 10 ساعت می باشد، با کاهش 1 دقیقه و 30 ثانیه براساس محاسبات انجام گرفته 37 درصد تولید شاول افزوده شد و به عبارتی به تعداد حداقل چهار کامیون تولید شاول در ساعت افزایش یافت. میانگین مدت زمان حمل یک کامیون باطله در معدن برابر با 44 دقیقه است. نتایج این پژوهش نشان میدهد که اگر زمان حمل بار باطله از 44 دقیقه به 43 دقیقه کاهش یابد هر کامیون در یک سال تقریباً 197 بار باطله بیشتر حمل میکند.

واژگان کلیدی: شاول، سیکل بارگیری، آنالیز تصویر، خردایش، افزایش تولید



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



1- مقدمه

هزینه‌های حمل و نقل یکی از مؤثرترین عوامل در سودآوری پروژه‌های معدنی می‌باشند. بنابراین عوامل و پارامترهای مهمی نقش عمده‌ای در مدیریت ناوگان، حمل و نقل و سایر ماشین آلات معدنی دارند. برخی از این عوامل مانند زمین شناسی، ژئوتکنیکی، خدمات فنی که تأثیر گذاری آن‌ها به طور مستقیم می‌باشد و برخی دیگر از عوامل مانند خردایش، تأثیر مواد منفجره، زمان سیکل عملیات بارگیری و باربری مواد معدنی نقش مؤثر و مستقیمی در پارامترهای فنی و اقتصادی ایفا می‌کنند.

از آنجا که راندمان عملیاتی یا بازدهی کار شاولها از نسبت زمان واقعی انجام عملیات به زمان در اختیار عملیات محاسبه می‌شود، لذا هر چه تعداد و زمان تأخیرهای متغیر در یک شیفت کاری کمتر باشند، راندمان عملیاتی شاول بیشتر خواهد بود. زمان سیکل بارگیری شاول یکی از شاخصهای مهم و قابل اندازه‌گیری است که بر راندمان عملیاتی آن تأثیرگذار می‌باشد. زمان یک سیکل کاری بارکننده از لحظه تماس جام بارکننده با مواد تا پایان زمان تخلیه آنها و بازگشت به حالت اولیه در نظر گرفته می‌شود.

یکی از اهداف عملیات آتشکاری، خردایش مناسب می‌باشد، در صورتی که ابعاد سنگ پس از انفجار بزرگتر از ابعاد ورودی سنگ شکن اولیه باشد، هزینه‌های اضافی جهت خردایش ثانویه در پی خواهد داشت و اگر ابعاد حاصله کمتر باشد هزینه‌های اضافی در مرحله چالزتی و انفجار صرف شده است، اگر خردایش مطلوب باشد، بازدهی سیستم بارگیری و حمل و در نتیجه تولید معدن افزایش می‌یابد.

انفجار نامناسب باعث کاهش عمر کابل بالابر جام، خوردگی جام شاول، سایش بیش از حد ناخنهای جام، پارگی کابل دیپرتریپ، خستگی و ترک خوردگی دسته جام، کاهش عمر کابل‌های نگه‌دارنده و فشار روی درام هویست می‌شود. این آسیبها علاوه بر افزایش هزینه‌های تعمیر و نگهداری سیستمهای بارگیری باعث ازکار افتادن ماشین، کاهش راندمان و توان تولیدی آن نیز می‌شود.

انفجار نامناسب باعث بجا گذاشتن پاشنه، لرزش زمین، عقبزدگی، قفل شدگی سنگهای شکسته شده در دیواره پلهها، نامناسب بودن ارتفاع کویه و افزایش زمان سیکل بارگیری و سایر پدیدههای نامطلوب می‌شود. با توجه به اهمیت و تأثیر زمان سیکل بارگیری در تولید دستگاه بارگیری در معادن و نظر به اینکه بیشترین زمان سیکل بارگیری در معدن مس سرچشمه مربوط به باطله و به خصوص دایک مرکزی نتیجه گرفته شد. تأثیر الگوی انفجاری بخصوص فاکتور خرج ویژه در ایجاد پاشنه کار بجا مانده و خردایش دیواره انفجاری در باطله مرکزی معدن مورد مطالعه قرار گرفت و میزان تأثیر وضعیت انفجار بر آمادگی شاول. عبارت دیگر میزان خرابی شاول در اثر سختی جبهه‌کار و میزان تأثیر آن بر تولید معدن بررسی گردید. تحقیقات پیشین که مرتبط با تحقیق پیش رو می‌باشند در جدول شماره (1) آورده شدند.



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



جدول 1: پیشینه تحقیقات انجام شده

ردیف	نام نویسنده	سال انتشار	عنوان و نتایج تحقیق
1	مومنی روق آبادی	1400	با عنوان بهینه سازی الگوی انفجار در معدن مس سرچشمه، نتیجه اینکه الگوی طراحی شده برای قطر 78/9 اینچ با خرج ویژه 250 گرم بر تن خردایش یکنواخت تری می دهد.
2	خوشسلیقه	1393	بررسی تأثیر نتایج آتشکاری و خردایش کانسنگ معدنی در راندمان سیستم حمل و نقل معدن سنگ آهن سنگان خواف. نتیجه گرفت با افزایش ظرفیت جام سیستم بارگیری، اگر چه زمان پر کردن جام افزایش پیدا میکند ولی تولید ساعتی سیستم به صورت چشمگیری بیشتر میشود.
3	نیکخواه و همکاران	1396	بررسی تأثیرات خردشدگی ناشی از عملیات انفجار بر روی کارایی ماشین آلات در معدن مس سرچشمه نشان داد که یک سیکل بارگیری جام شاول بیشتر متأثر از خردشدگی حاصل از انفجار و ابعاد بلوک انفجاری است.
4	بابایان و همکاران	2019	تحت عنوان یک چارچوب جدید برای ارزیابی خردایش سنگ در معادن روباز نتیجه اینکه هیچ مدل بالغی برای پیش بینی توزیع تجزیه تا به امروز وجود ندارد که بتواند در معادن مختلف روباز مورد استفاده قرار گیرد
5	سگارا و همکاران	2010	مدلی را برای پیشبینی توان تولید سیستمهای بارگیری بر مبنای خصوصیات مقاومتی سنگ، ظرفیت اسمی جام سیستم و میزان خرج ویژه مواد منفجره و ارائه مدلی با دقت 90 درصد با توجه به خصوصیات مقاومتی توده سنگ، مشخصات انفجاری و ظرفیت جام سیستم بارگیری، توان تولیدی آن را به صورت مترمکعب در ساعت پیشبینی کند.
6	الورانتا	1995	عملکرد و توان تولید دستگاههای بارکننده و هزینههای فرآوری با توجه به خردایش حاصل از انفجار بیان کرد که با افزایش 15 درصدی خرج ویژه در چالهای انفجاری، بهرهوری دستگاههای بارکننده نظیر شاول تا 5 درصد افزایش پیدا میکند و هزینههای خردایش فرآوری کمتر میشود که در مجموع باعث کاهش هزینههای کلی عملیات میشود.

خردایش سنگ پس از انفجار برای رسانیدن سنگ به ابعاد قابل حمل و جابجایی مهمترین خروجی عملیات آتشکاری میباشد. اولین مرحله جهت پیدا کردن تأثیر ابعاد سنگ بر تولید سیستم بارگیری و باربری تأثیر توزیع ابعادی سنگ پس از انفجار در چرخه بارگیری و مدت زمان بارگیری میباشد. به همین منظور با بررسی چرخه مدت زمان بارگیری و همچنین با آنالیز تصویر، خردشدگی پله انفجاری با کمک نرم افزار Clemax توزیع دانهبندی در هنگام بارگیری توسط شاول اندازهگیری شد.

برای رسیدن به یک نتیجه جامعتر علاوه بر فاکتور پخشوندگی و سیکل بارگیری بارکننده که متأثر از نتایج انفجار هستند و در تولید بارکننده نقش مؤثری دارند، تأثیر عواملی مانند مهارت اپراتور بارکننده و باربر، کیفیت سنگ، شکل سنگ و مدیریت ماشینآلات باید مورد بررسی قرار گیرد.

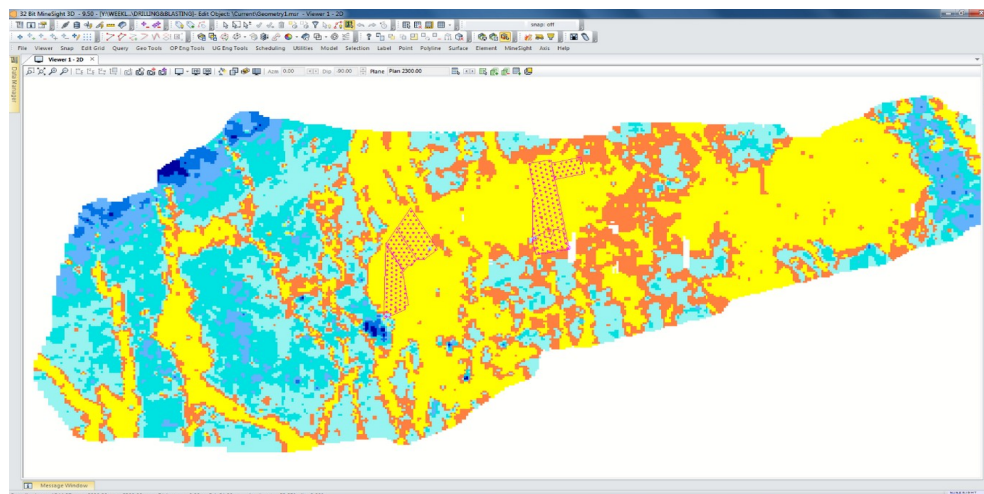
2- روشکار

معدن مس سرچشمه یک اندیس فلزی است که حوالی شهر رفسنجان در استان کرمان قرار دارد و فلز اصلی با ارزش موجود در آن، مس است. در این معدن علاوه بر مس، عناصر باارزش مولیبدن و طلا نیز وجود دارد. روش استخراج در معدن مس سرچشمه روباز پلکانی است. بالاترین ارتفاع 2900 متر و در پایان عمر معدن پایین ترین افق 5/1837 متر خواهد بود. هم اکنون تولید روزانه معدن حدود 80000 تا 130000 تن ماده معدنی با عیار 62/0 درصد است. در این تحقیق با توجه به اینکه مناطقی با شرایط زمین شناسی یکسان و در پله های ارتفاع 2300 و 5/2287 در نظر گرفته شده لذا تأثیر وضعیت ساختاری و مقاومت سنگها یکسان در نظر گرفته شده است. در شکل 1 و 2 بلاست های مورد مطالعه بر روی نقشه معدن در پله های 5/2287 و 2300 نشان داده شده است (مرکز اسناد معدن مس سرچشمه، 1375).

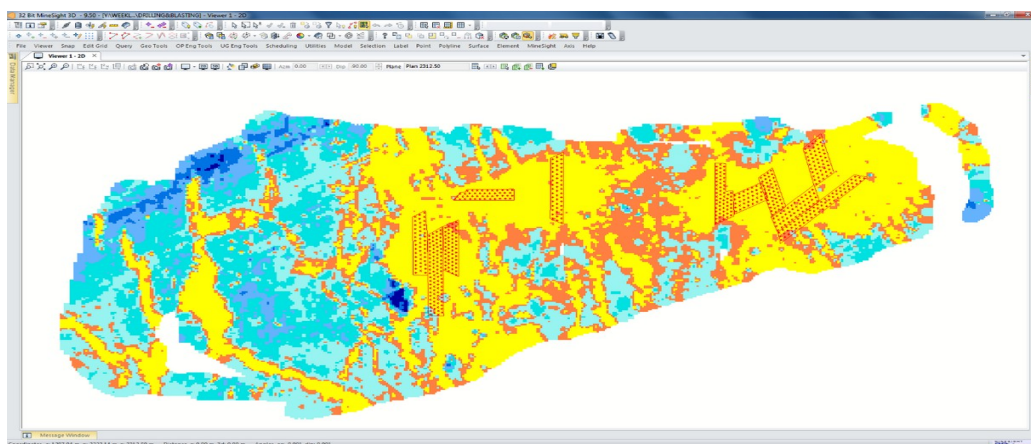


دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



شکل 1: بلاست‌های مورد بررسی در پله 5/2287 در معدن مس سرچشمه



شکل 2: بلاست‌های مورد بررسی در پله 2300 در معدن مس سرچشمه

یکی از مهمترین پارامترهای تاثیر گذار جهت کاهش هزینه های معدنکاری و افزایش کارایی سیستم بارگیری و باربری، کاهش زمان انتظار تجهیزات و سیکل بارگیری و باربری می باشد. از طرفی تعداد تراک لازم در طول زمان با پیشروی استخراج و طولانی تر شدن راه ها و یا تغییر شرایط بارکننده ها تغییر خواهد کرد. لذا اختصاص مناسب تعداد تراک مورد نیاز برای دستیابی به تولید مورد نیاز با افزایش بهره وری مسئله ای است که باید بررسی گردد. به این منظور پژوهش-های گوناگونی انجام گرفته و از ابزارهای گوناگونی استفاده شده است که از آن جمله می توان به تئوری صف، سیستم-های آگاه و مدل سازی ریاضی اشاره کرد.

برداشت زمان های سیکل بارگیری، با توجه به اینکه عوامل متعددی مانند مهارت اپراتور، زاویه چرخش بارکننده در زمان بارگیری و نوع دستگاه بارکننده و قدرت بارگیری در مدت زمان سیکل بارگیری مؤثر می باشند لذا در برداشت های انجام گرفته شرایط یکسان موارد مذکور لحاظ گردیده است. در این تحقیق شاول چینی TZ با حجم پاکت 12 متر مکعب با زاویه قرارگیری 90 درجه و کامیون بلاز 136 تنی همچنین سه اپراتور مشخص با تجربه حداقل 9 ساله در نظر گرفته شده است. نمونه ای از این اندازه گیری ها و نتایج حاصله در جدول (2) ارائه شده است.

جدول 1: وضعیت سیکل بارگیری در برخی از بلاستهای مورد مطالعه



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



شماره بلاست	زاویه چرخش (درجه)	زمان کردن جام (ثانیه)	زمان چرخش بارکننده با جام پر (ثانیه)	زمان کردن خالی (ثانیه)	زمان چرخش بارکننده با جام خالی	زمان کامل سیکل بارگیری (ثانیه)
O8	90	26	8	6	7	47
O13	90	24	7	6	6	43
133	90	26	7	6	7	46
O5	90	26	7	5	6	44
105	90	26	8	5	5	44
119	90	28	8	6	7	49
139	90	27	7	6	7	48
59	90	26	7	5	6	44
67	90	29	8	6	7	50
143	90	32	8	6	7	53

با بررسی تاثیر ابعاد سنگ بر عملکرد شاول در زون باطله معدن مس سرچشمه مشخص شده سنگ های با ابعاد بزرگتر از 40 سانتیمتر تولید بار کننده را بطور چشم گیری کاهش می دهند لذا اندازه بهینه سنگ های با قطر کمتر از 20 سانتیمتر در نظر گرفته شد، از طرف دیگر بارگیری سنگ های کمتر از ۲۰ سانتی متر تاثیری بر راندمان بارگیری ندارد و بار کننده زمان یکسانی را در محدوده ابعادی کمتر از ۲۰ سانتی متر صرف بارگیری می نماید، بنابراین طراحی انفجار در زون باطله باید طوری صورت گیرد که سنگ هایی تا ابعاد 3۰ سانتیمتر ایجاد کند. جدول (2) بخشی از مشخصات، بلاستهای مورد مطالعه را در انفجارهای مختلف نشان می دهد. این داده ها در شرایط ثابت زون باطله، قطر چال عمده 78/9 اینچ، طول گل گذاری 5/7 متر برداشت شدند و در ادامه جهت بررسی هر کدام از این عوامل و تاثیر آنها بر روی سیکل بارگیری در بلاستهای مربوطه انجام گرفت. شکل (3) وضعیت کار بلدوز کاری بر روی پاشنه و جزایر باقیمانده که ناشی از انفجار نامناسب و جبهه کاریهای سخت بوده و شکل (4) وضعیت بارگیری شاول در زاویه نامناسب و بیش از 90 درجه، همچنین شکل (5) حفاری مجدد بر روی بولدرهای بجا مانده بعد از انفجار را به نمایش گذاشته است.



شکل 3: انجام بلدورزکاری بر روی پاشنه ها و جزایر باقی مانده بعد از برداشت جبهه کاری



شکل 4: نمایی از زاویه بیش از 90 درجه در شاول T2 با کامیون 135 تنی بلاز



شکل 5: انجام بلدورزکاری بر روی پاشنه ها و جزایر باقی مانده بعد از برداشت جبهه کاری

جدول 2: بخشی از اطلاعات مربوط به بلاست‌های مورد مطالعه

بلاست	تعداد چال	ارتفاع پاشنه (m)	خرج ویژه gr/ton	سیکل بارگیری (s)	D50	D80
-------	--------------	------------------------	--------------------	---------------------	-----	-----



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



34/2	19/8	47	264	0/4	54	O8
36/4	19/9	43	264	0/4	45	O13
35/5	21/3	46	260	0/5	50	133
36/1	21/5	44	253	0/5	76	O5
35/8	22/2	44	247	0/9	90	105
37/8	25/3	49	239	0/8	66	119
37/1	25/7	48	239	0/9	44	139
37/2	23/1	44	211	1/1	30	59
39/9	27/3	50	210	1/1	57	67
41/8	27/3	53	205	1	98	143
39/8	29/3	57	198	0/7	22	55
40/1	28/9	56	193	1/2	51	o80
40/2	29/9	51	191	1/4	46	112
44/3	30/2	58	185	1/4	45	58
46/5	31/2	57	184	1/3	93	34
49/8	33/4	58	180	1/5	48	129

3- بحث و نتایج

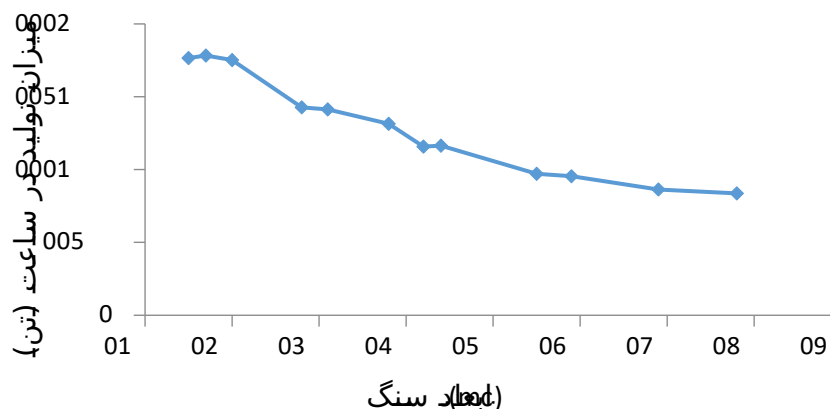
3-1- تاثیر زمان پر کردن جام بر میزان تولید

کیفیت سنگ و شرایط نفوذ و برداشتن آن و یا به عبارتی دیگر شکل سنگ پس از انفجار و میزان خردایش آن در مقدار زمان بارگیری مؤثر است. هر چه سنگ سخت تر و شرایط نفوذ در سینه کار دشوارتر باشد، زمان فرو بردن جام به داخل سینه کار و پر کردن جام افزایش یافته و در نتیجه زمان سیکل کاری افزایش خواهد یافت. عوامل متعددی بر تغییرات راندمان عملیات تاثیر می گذارند که نتیجه انفجار نیز یکی از آنهاست. عدم جابجایی سنگ، ایجاد پاشنه و قلوه سنگ های بزرگ باعث تأخیر در بارگیری می شوند. شکل (6) تغییرات تولید ساعتی بار کننده در معدن مس سرچشمه را نشان می دهد. روند نمودار بیانگر کاهش میزان تولید ساعتی بارکننده با توجه به افزایش ابعاد سنگ است. با توجه به نمودار حاصل شده دامنه ابعادی کمتر از 20 سانتی متر تأثیری بر تولید ساعتی بارکننده ندارد ولی با تغییر آن به سمت 50 سانتی متر میزان تولید ساعتی بار کننده بطور چشم گیری کاهش می یابد.



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



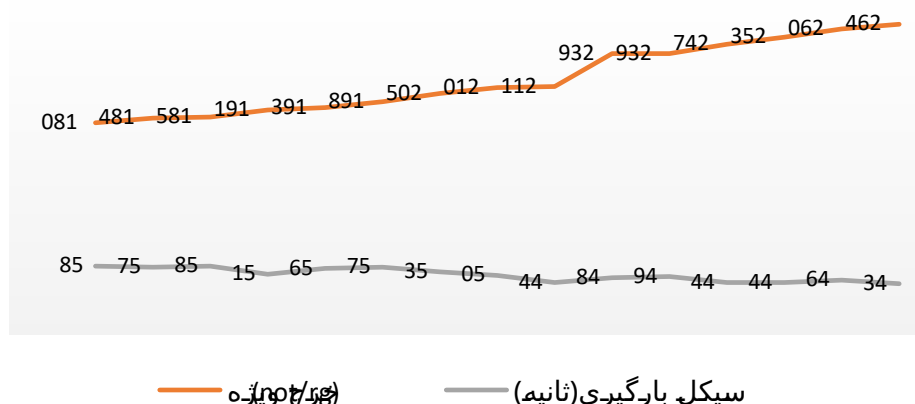
شکل 6: تغییرات میزان تولید ساعتی بارکننده با توجه به دانه بندی سنگ

2-3- تاثیر زاویه چرخش بر میزان تولید

در این پژوهش، زمان چرخش بارکننده با جام پر و خالی و همچنین زاویه چرخش بارکننده اندازه گیری شد. زمان چرخش شاول بسته به روش استخراجی می تواند بین ۲۰ تا ۱۸۰ درجه متغیر باشد. واضح است که زاویه چرخش و زمان چرخش بارکننده بر راندمان تاثیر می گذارد. به طوری که تغییرات زاویه چرخش، می تواند زمان چرخش بارکننده ۳۰ درصد افزایش و یا کاهش دهد. با اضافه شدن هر ۹ درجه به زاویه چرخش ۹۰ درجه، یک ثانیه بر زمان سیکل کاری بارکننده اضافه می شود. زاویه چرخش بهینه برای بارکننده ۹۰ درجه است. برای دستیابی به این زاویه، علاوه بر قرارگیری درست بارکننده در جبهه کار، اپراتور بارکننده و باربر هم باید از مهارت کافی برخوردار باشند که شرایط مناسب را در دو طرف بارکننده برای بارگیری تراک ها آماده سازد.

3-3- تاثیر خرج ویژه بر سیکل بارگیری

شکل (7) تاثیر خرج ویژه بر سیکل بارگیری را نشان می دهد. نتایج نشان داد که با افزایش میزان خرج ویژه اندازه دانه بندی و خردایش ریزتر و همچنین با ریزتر شدن محدوده انفجاری زمان سیکل بارگیری کاهش می یابد. مطابق شکل با کاهش میزان خرج ویژه سیکل بارگیری شاول افزایش می یابد. زمان مناسب یک سیکل بارگیری برای یک جام 35 ثانیه در نظر گرفته شده است.





دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023

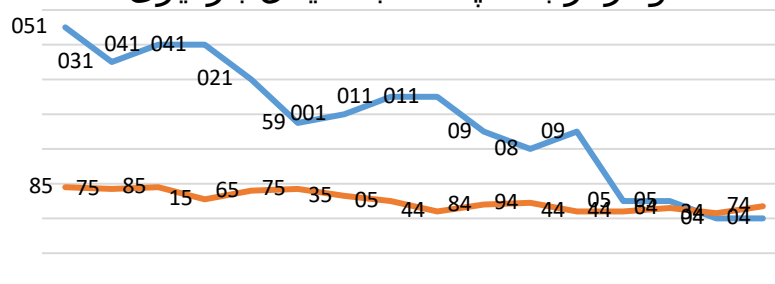


شکل 7: تاثیر خرج ویژه بر سیکل بارگیری

3-4- تاثیر پاشنه بر سیکل بارگیری

شکل (8) نمایی از تاثیر وضعیت پاشنه بر روی سیکل بارگیری شاول را نشان می دهد. نتایج حاصل از بررسی وضعیت پاشنه بجا مانده در جبهه کاری های مورد مطالعه که متأثر از الگوهای انفجاری می باشد بیانگر این است که هر چقدر پاشنه بجا مانده در جبهه کاری ها بیشتر و سخت تر باشد علاوه بر بالا رفتن هزینه های بولدوز کاری و اتلاف زمان، هزینه های تحمیلی به دستگاه بارگیری و برخی مواقع حفاری و انفجار مجدد اثر مستقیم در سیکل بارگیری بارکننده داشته و باعث بالا رفتن زمان سیکل می شود. براساس شواهد و تجربیات اپراتورهای شاول TZ این توانایی وجود دارد که تا ارتفاع پاشنه تقریباً 40 سانتی متر مواد جمع آوری شود. افزایش پاشنه بیشتر از 40 سانتی متر باعث کندی در روند کار یعنی افزایش زمان سیکل بارگیری می شود.

نمودار ارتباط پاشنه با سیکل بارگیری



سیکل بارگیری هر پلاکت (orange line) پاشنه (blue line)

شکل 8: نمایی از تاثیر وضعیت پاشنه بر روی سیکل بارگیری شاول



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



3-6- تاثیر زمان در سیکل حمل و نقل

ساعت کارکرد هر کامیون در 24 ساعت در معدن سرچشمه در سه شیفت کاری روز، عصر و شب تقسیم بندی می شود. ساعت کارکرد در نظر گرفته شده برای شیفت روز 7 ساعت، عصر 6 ساعت و شب 5 ساعت می باشد که در مجموع 18 ساعت کارکرد برای هر کامیون در نظر گرفته می شود. از آنجا که ایام تعطیل در طول یک سال در معدن سرچشمه تقریباً 52 روز در سال و بدون شیفت شب در معدن می باشد؛ بنابراین میانگین کارکرد هر کامیون در سال برای یک شبانه روز و هر شیفت برابر خواهد بود با:

$$\text{میانگین کارکرد هر کامیون در یک روز} = 17/2 = 365 / ((13 \times 52) + (18 \times 313))$$

$$\text{میانگین شیفت های کاری در سال} = 2/86 = 365 / ((2 \times 52) + (3 \times 313))$$

$$\text{میانگین ساعت کار مفید در هر شیفت} = 6/01 = 86/2 \div 2/17$$

با توجه به اینکه طول مسیر حمل مواد از محل بارگیری تا دامپ باطله به طور میانگین 5/4 کیلومتر می باشد. همچنین زمان یک سیکل کامل بارگیری و باربری شامل زمان مصرفی در محل بارگیری و تخلیه، زمان مسیر رفت مواد از محل بارگیری تا دامپ باطله و بالعکس براساس گزارشات 44 دقیقه ثبت شده است. بنابراین با در نظر گرفتن ساعت کار مفید در هر شیفت (01/6 ساعت)، یک کامیون 19/8 بار باطله حمل می کند. حال اگر یک دقیقه از زمان سیکل کامل بارگیری و باربری کاهش یابد می توان گفت که هر کامیون در هر شیفت 1/19 بار کار حمل مواد را بیشتر انجام دهد.

$$01/6 \times 60 = 6/360$$

$$6/360 \div 44 = 19/8$$

$$6/360 \div 43 = 38/8$$

$$38/8 - 19/8 = 0/19$$

$$19/0 \times 86/2 = 54/0 = \times 365 = 197$$

دقیقه در شیفت

حمل تعداد بار در 44 دقیقه در شیفت

حمل تعداد بار در 44 دقیقه در شیفت

افزایش بار در هر شیفت برای هر کامیون

افزایش بار در هر شیفت برای هر کامیون

3-7- تأثیر زمان بارگیری در راندمان تولید شاول

با توجه به نتایج مطالعات و گزارشات واحد دیسپاچینگ معدن سرچشمه زمان بارگیری یک کامیون 135 تنی با خردایش مناسب که معمولاً در مناطق عیاردار در معدن سرچشمه می باشد تقریباً 3/5 دقیقه می باشد. شاول میانگین کلی زمان بارگیری هر کامیون در بلاست های مورد مطالعه (باطله میانی معدن) برابر با 5/5 دقیقه می باشد که اختلاف آن در مقایسه با سیکل بارگیری شاول در مناطق با خردایش مناسب (عموماً سولفور) 2 دقیقه می باشد.

اگر زمان کارکرد مفید شاول در شبانه روز 10 ساعت و زمان یک سیکل بارگیری کامیون در شرایط مناسب را 4 دقیقه و زمان تولید شاول در باطله را 5/5 دقیقه در نظر بگیریم میزان اختلاف تولید شاول مورد بررسی قرار گرفت.

اگر n تعداد کامیون بارگیری شده توسط شاول، t میانگین زمان کارکرد شاول در شبانه روز، زمان بارگیری فعلی شاول $t_s = 330s$ ، زمان بارگیری جدید (مناسب) شاول $t'_s = 240s$ و d اختلاف تعداد کامیون بارگیری شده در دو زمان باشد آنگاه:

$$\text{ثانیه کارکرد شاول در شبانه روز} = 10 \times 3600 = 36000$$

$$\text{ثانیه زمان بارگیری یک کامیون برای 5/5 دقیقه} = 5/5 \times 60 = 330$$

$$\text{ثانیه زمان بارگیری یک کامیون برای 4 دقیقه} = 4 \times 60 = 240$$

$$n_{old} = t/t_s = (36000/330) \times 10 = 109 \text{ روز شبانه}$$

$$n_{new} = t/t'_s = (36000/240) \times 10 = 150 \text{ روز شبانه}$$

$$\text{اختلاف تعداد کامیون بارگیری شده در شبانه روز} = 150 - 109 = 41$$

$$N_{old}(1+p) = N_{new}$$

$$109(1+p) = 150 \quad p = (150/109) - 1 = 37/0$$

$$\text{درصد تغییرات توان تولید شاول در دو زمان متفاوت} = 37/0100 = 37\%$$



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



4- نتیجه

نتایج مطالعات نشان می‌دهد که ابعاد سنگ باطله بر عملکرد شاول‌ها در زون باطله معدن مس سرچشمه تاثیرگذار می‌باشد به طوری که ابعاد بزرگتر از 40 سانتی‌متر بطور چشم‌گیری باعث افزایش بارگیری می‌شود. همچنین زمان یک سیکل بارگیری در معدن مس سرچشمه به طور میانگین بین 30 تا 35 ثانیه گزارش شده است اما در این پژوهش زمان یک سیکل بارگیری در دایک مرکزی معدن سرچشمه برابر با 47 ثانیه اندازه‌گیری شده است. تاثیر میزان خرج ویژه بر اندازه ذرات و تاثیر آن بر عملکرد زمان بارگیری نشان داد که با افزایش میزان خرج ویژه در الگوهای انفجاری سیکل بارگیری کاهش یافته بطوری که با کاهش خرج ویژه به کمتر از 200 گرم بر تن تاثیر بسزایی در افزایش زمان سیکل بارگیری به بیشتر از 50 ثانیه دارد. با کاهش زمان حمل یک کامیون در مسیر حمل باطله در معدن به میزان یک دقیقه در هر شیفت کاری، با محاسبه کارکرد آن مشخص می‌شود که 197 بار برای هر کامیون در تولید سالانه افزوده می‌شود. با کاهش زمان سیکل بارگیری از 5/5 دقیقه به 4 دقیقه کارکرد شاول 37 درصد در شبانه روز افزایش می‌یابد و به عبارتی تولید شاول به تعداد 41 کامیون در شبانه روز بیشتر خواهد شد.

مراجع

- [1] دهقان بنادکی، محمد، مجدی، عباس؛ تعیین خردشدگی سنگ با استفاده از روش عکسبرداری، مجموعه مقالات دومین کنفرانس معادن روباز ایران، دانشگاه باهنر کرمان، 1380
- [2] ذبیحی عراقی. ب.؛ پیشبینی خردایش ناشی از انفجار در معادن روباز با استفاده از تئوری فازی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، 1390
- [3] مومنی روق آبادی، حسن.، منصوری، حمید؛ بهینه سازی الگوی انفجار در معدن مس سرچشمه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، 1400
- [4] مرکز اسناد معدن مس سرچشمه؛ گزارشات زمین‌شناسی، دفتر فنی، بخش زمین‌شناسی، 1375
- [5] Rot, S. k., Bhattacharyya, M. M. & Nikan V. N. A., "Maintainability and reliability analysis of a fleet of shovels"; Instn. Min. Metall., sect. A :Min. technol.; pp.110,2001
- [6] Priya, P., Ramamoorthy, B, "The influence of component inclination on surface finish evaluation using digital image processing", International Journal of machine tools&Manufacture., 2006

