بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين الرحمن الرحيم مالك يوم الدين
اهدنا الصراط المستقيم صراط الذين أنعمت عليهم غير المغضوب عليهم ولا الضالين

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده معدن و ژئوفیزیک

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی استخراج معدن

عنوان

انتخاب سیستم حمل و نقل معدن بوکسیت جاجرم با هدف انتخاب ماشین آلات بارگیری و باربری

اساتید راهنما

دکتر رضا کاکایی

دکتر حمید میر عابدینی

استاد مشاور

مهندس امان الله ملک محمدی

ارائه دهنده

مینا افشار

تابستان ۸۴

تقدیم به

پدر و مادر بزرگوارم

یگانه خواهرم

و

همسر عزیزم

بدینوسیله :

۱-مراتب تقدیر و تشکر خود را از آقایان" دکتر کاکایی" ، "دکتر میر عابدینی" و "مهندس ملک محمدی" که زحمت راهنمایی و مشاوره این پایان نامه را بر عهده داشتند ، اعلام میدارم.

۲- از "کارشناسان شرکت مهندسی مشاور ایتوک" کمال تشکر را دارم.

۳-از همسرم "مهندس دزیانی" که در تهیه و تدوین این پایان نامه مرا یاری نمود،سپاسگزارم.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول – مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- هدف پایان نامه ۳

۱-۳- سازماندهی پایان نامه ۳

فصل دوم – آشنایی کلی با معدن جاجرم ۵

۲-۱- موقعیت جغرافیایی ۵

۲-۲- وضعیت آب و هوایی ۵

۲-۳- مشخصات ساختاری و زمین شناسی ۵

۲-۳-۱- زمین ریخت شناسی ۵

۲-۳-۲- واحد بوکیست ۶

۲-۳-۲-۱- زمین شناسی واحد بوکیست ۶

۲-۳-۲-۲- خصوصیات فیزیکی ماده معدنی ۷

۲-۳-۳- کانی شناسی ماده معدنی ۷

۲-۳-۴- زمین شناسی ساختمانی (تکتونیک) ۱۱

۲-۴- تاریخچه اکتشاف معدن ۱۳

۲-۵- ابعاد کانسار و محاسبه ذخیره ۱۶

۲-۵-۱- محدوده معادن ۱۶

۲-۵-۲- روش محاسبه ذخیره ۱۶

۲-۵-۳- میزان ذخیره ۱۸

۲-۶- مشخصات طرح معدنکاری و روش استخراج ۱۸

۲-۶-۱- راههای دسترسی ۱۹
۲-۶-۱-۱- راه دسترسی به ماده معدنی ۱۹
۲-۶-۱-۲- راه دسترسی به باطله ۱۹
۲-۶-۲- مشخصات پله ها در طراحی پایه ۲۰
۲-۶-۲-۱- ارتفاع پله ها ۲۰
۲-۶-۲-۲- شیب دیواره پله ها ۲۱
۲-۶-۲-۳- عرض پله ها ۲۱
۲-۶-۲-۴- شیب عمومی دیواره ها ۲۱
۲-۶-۳- محل انباشت باطله ۲۲

فصل سوم- عوامل موثر در انتخاب نوع و تعداد ماشین آلات معادن روباز ۲۳

۳-۱- مقدمه ۲۳
۳-۲- معیارهای انتخاب ماشین آلات معادن روباز ۲۳
۳-۲-۱- انتخاب سیستم ترابری در معادن روباز ۲۴
۳-۲-۲- عوامل موثر در انتخاب مدل و تعداد ماشین آلات ۲۵
۳-۳- ماشین باربری ۲۸
۳-۳-۱- عوامل موثر در انتخاب کارخانه سازنده کامیون ۳۱
۳-۳-۲- عوامل موثر در انتخاب اندازه ظرفیت کامیونها ۳۲
۳-۳-۳- عملکرد و عوامل موثر در حرکت کامیون ۳۵
۳-۳-۴- تاثیر ارتفاع در عملکرد موتور ۳۸
۳-۳-۵- نمودار نیروی کشش- سرعت- شیب ۳۸
۳-۳-۶- عملکرد ترمز ۳۹
۳-۳-۷- زمان سیکل عملیاتی ۴۰
۳-۴- ماشین آلات بارگیری ۴۳
۳-۴-۱- سیکل عملیات شاول ۴۵

۳-۴-۲- عوامل موثر در انتخاب نوع بارکننده ۴۶
۳-۴-۲-۱- خصوصیات فیزیکی و مکانیکی سنگ ۴۷
۳-۴-۲-۲- قابلیت دسترسی به ماشین ۴۷
۳-۴-۲-۳- قابلیت بهره وری ماشین ۴۸
۳-۴-۲-۴- وزن بارکننده ۴۹
۳-۴-۲-۵- سازگاری با اندازه کامیون ۴۹
۳-۴-۲-۶- عرض پله ۴۹
۳-۴-۲-۷- حداکثر ابعاد موادی که بارکننده باید بارگیری کند ۴۹
۳-۴-۲-۸- ارتفاع دسترسی جام بارکننده ۵۰
۳-۴-۳- عوامل موثر در ظرفیت تولید ۵۰

فصل چهارم-انتخاب ماشین آلات به روش کلاسیک ۵۴

۴-۱- آشنایی با روشهای انتخاب ماشین آلات به روش کلاسیک ۵۴
۴-۲- روشهای انتخاب نوع و تعداد ماشین آلات باربری ۵۵
۴-۲-۱- روش زمان سیکل باربری ۵۵
۴-۲-۲- روش ظرفیت باربری متوسط، حداکثر و نظری ۵۷
۴-۲-۳- روش اهارا ۵۹
۴-۳- روشهای انتخاب نوع و تعداد ماشین آلات بارگیری ۶۰
۴-۳-۱- محاسبه ظرفیت ساعتی شاول ۶۰
۴-۳-۲- روش اهارا ۶۳

فصل پنجم- انتخاب ماشین آلات بارگیری و باربری جهت انتقال باطله معدن جاجرم به روش کلاسیک ۶۵

۵-۱- مقدمه ۶۵
۵-۲- مراحل مختلف انتخاب تجهیزات بارگیری و حمل باطله معدن جاجرم ۶۵

۵-۲-۱- بررسی جدول برنامه ریزی باطله برداری سالیانه ۶۶
۵-۲-۲- محاسبه ظرفیت بارکننده و باربر و تعداد آنها با استفاده از روابط تجربی اهارا ۶۸
۵-۲-۳- بررسی نتایج بدست آمده از روابط اهارا از نقطه نظر هماهنگی بارکننده و باربر ۷۲
۵-۲-۴- بررسی سازگاری مشخصه های فنی تجهیزات با مشخصه های هندسی کاواک ۷۳
۵-۲-۵- مقایسه با موارد اجرایی مشابه و اعمال نظرات افراد با تجربه ۷۴
۵-۲-۶- محاسبه تعداد ماشین آلات ۷۵
۵-۲-۷- بررسی اقتصادی ۸۴
۵-۲-۸- انتخاب گزینه مناسب تر به عنوان ترکیب نهایی ۸۴

فصل ششم- شبیه سازی و بهینه سازی سیستم حمل و نقل معدن بوکسیت جاجرم با استفاده از نرم افزار TALPAC ۸۷

۶-۱- مقدمه ۸۷
۶-۲- آشنایی با شبیه سازی ۸۷
۶-۳- کاربرد شبیه سازی کامپیوتری در طراحی سیستم بارگیری و باربری معدن ۸۹
۶-۴- مروری بر نرم افزار شبیه ساز TALPAC ۹۲
۶-۴-۱- مقدمه ۹۲
۶-۴-۲- کاربردهای TALPAC ۹۲
۶-۴-۳- اجزای سیکل حمل و نقل ۹۳
۶-۴-۳-۱- سیکل بارگیری و حمل ۹۴
۶-۴-۳-۲- مشخصات نوع مواد ۹۴
۶-۴-۳-۳- مشخصات شیفت کاری یا فهرست شیفت ۹۵
۶-۴-۳-۴- اطلاعات لودر یا دستگاه بارکننده ۹۵
۶-۴-۳-۵- اطلاعات کامیون یا دستگاه باربر ۹۶
۶-۴-۴-محاسبات TALPAC ۹۷
۶-۴-۴-۱- آنالیز بهره وری و تولید ۹۸

۶-۴-۴-۲- اساس محاسبات ۹۹
۶-۴-۴-۳- جدول نتایج ۱۰۰
۶-۵- شبیه سازی سیستم حمل و نقل معدن جاجرم در نرم افزار TALPAC ۱۰۰
۶-۵-۱- داده های مورد نیاز ۱۰۰
۶-۵-۱-۱- سیکل بارگیری و باربری معدن جاجرم ۱۰۰
۶-۵-۱-۲- مشخصات نوع مواد ۱۰۱
۶-۵-۱-۳- مشخصات رژیم کاری ۱۰۱
۶-۵-۱-۴- اطلاعات لودر یا دستگاه بارکننده ۱۰۲
۶-۵-۱-۴-۱- اطلاعات پایه ۱۰۲
۶-۵-۱-۴-۲- اطلاعات اقتصادی ۱۰۲
۶-۵-۱-۴-۳- تعریف نوع توزیع پارامترهای احتمالی لودر ۱۰۳
۶-۵-۱-۵- اطلاعات دستگاه باربری ۱۰۳
۶-۵-۱-۵-۱- اطلاعات پایه کامیونEUCLIDE R-۳۲ ..... ۱۰۳
۶-۵-۱-۵-۲- مشخصات مننی توزیع پارامترهای احتمالی کامیون ۱۰۴
۶-۵-۲- نتایج ۱۰۴
۶-۵-۲-۱- اجرای شبیه سازی ۱۰۴
۶-۵-۲-۲- گرافهای حاصل از اجرای شبیه سازی به تعداد کافی ۱۰۵
۶-۵-۲-۳- نتایج تولید برای شبیه سازی کامل ۱۰۷

فصل هفتم- نتیجه گیری ۱۰۹

فهرست منابع و ماخذ

پیوستها

شکل ۶-۹- مشخصات منحنی توزیع پارامترهای احتمالی کامیون ۱۰۴
شکل ۶-۱۰- جدول نتایج حاصل از هر بار اجرای شبیه سازی ۱۰۴
شکل ۶-۱۱- نمودار تعداد اجرا - زمان حرکت کامیون ۱۰۵
شکل ۶-۱۲- نمودار تعداد اجرا – متوسط زمان سیکل کامیون ۱۰۵
شکل ۶-۱۳- نمودار تعداد اجرا – تولید کامیون (تن) در هر ساعت ۱۰۶
شکل ۶-۱۴- نمودار تعداد اجرا – تولید لودر در هر ساعت ۱۰۶
شکل ۶-۱۵- نمودار تعداد اجرا – میزان تولید ناوگان در هر شیفت ۱۰۷
شکل ۶-۱۶- نمودار تعداد اجرا – تولید سالانه ناوگان ۱۰۷

فصل اول

مقدمه

فصل اول

مقدمه

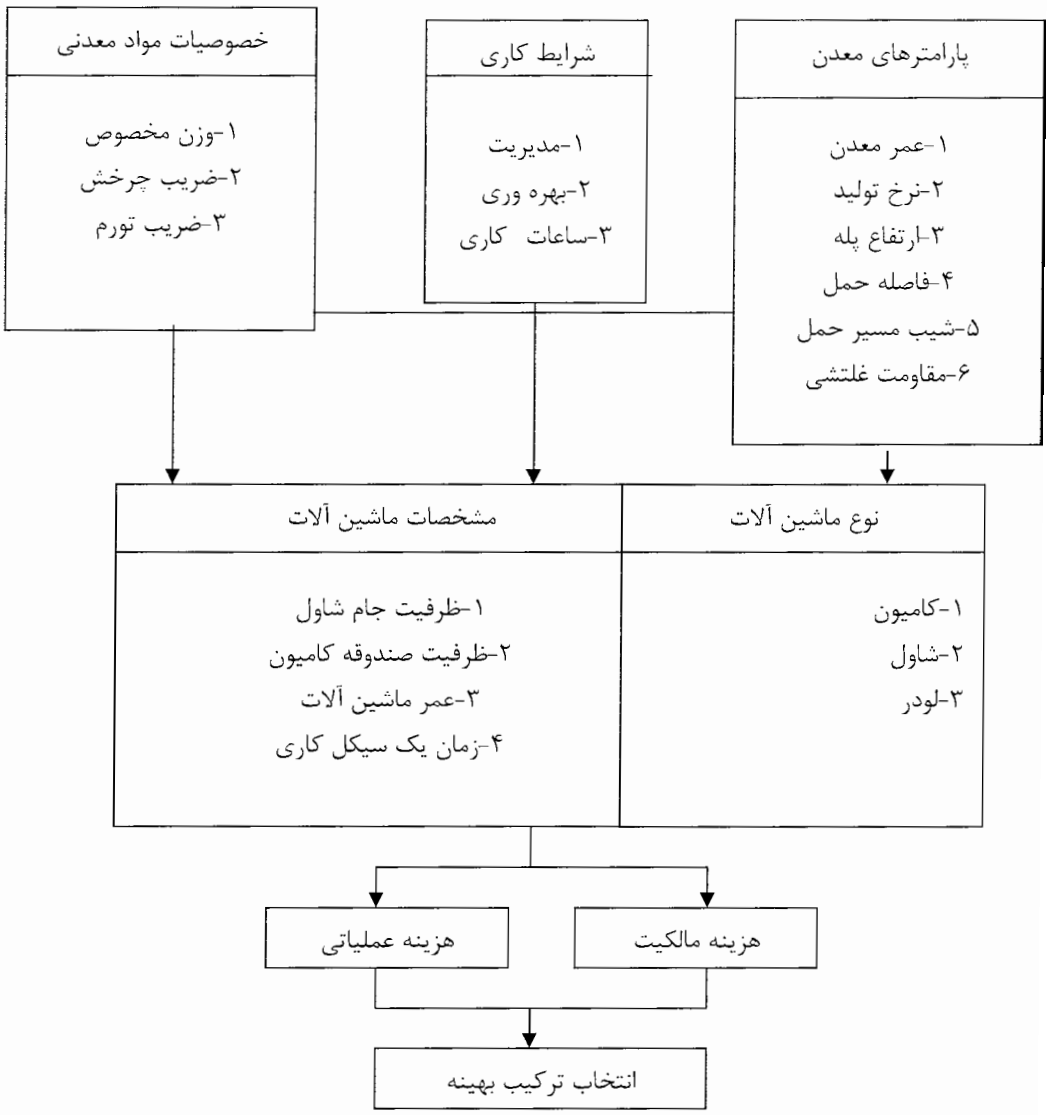
۱-۱- مقدمه

معدنکاری سطحی بطور عموم فعالیتهایی است که در سطح زمین و اغلب در فضای باز بر روی ذخایر معدنی صورت می گیرد. چرخه تولید در اینگونه معادن برای سنگهای سخت شامل چالزنی، آتشباری، بارگیری و باربری است که هدف دو فعالیت اول خرد کردن سنگ و رساندن آن به ابعاد خاص و هدف دو مرحله بعدی، انتقال و جابجایی مواد خرد شده می باشد [۱].

از آنجا که ماشین آلات در معادن روباز حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد کل هزینه معدنکاری را به خود اختصاص می دهند، انتخاب تجهیزات عامل بسیار مهمی است. بطوریکه می تواند یک عملیات معدنی را سودآور یا با شکست مواجه کند. انتخاب نامناسب می تواند ضررهای اقتصادی قابل توجهی را وارد کند. اگر ماشین آلات انتخاب شده برای موقعیت داده شده مناسب نباشند، مشکلات غیر منتظره زیادی در مدیریت معدن رخ خواهد داد[۲].

فاکتورهای فنی نقش زیادی در انتخاب مناسب ماشین آلات ایفا می کنند. اما امروزه با طبیعت رقابتی عملیات معدنکاری، انتخابی را بهینه می گوییم که نه تنها از نظر فنی اولویت دارد بلکه از نظر اقتصادی نیز بایستی در حد بالایی باشد. بر این اساس انتخاب شایسته ماشین آلات را می توان در دو مرحله خلاصه کرد. در مرحله اول انتخاب مقدماتی و مرحله دوم بهینه کردن انتخاب انجام می گیرد. در مرحله اول فاکتورهای زمین شناسی، ژئو مکانیکی، ژئوتکنیکی و پارامترهای فنی بیشتر تاثیر دارد، اما اساس مرحله انتخاب بهینه بر روی فاکتورهای اقتصادی می باشد. به علت پیچیدگی فاکتورهای اقتصادی می توانند به دو گروه تفکیک شوند. فاکتورهای اقتصادی فرعی و فاکتورهای اقتصادی اصلی. نرخ بهره، مالیات، استهلاک و حق سرمایه گذاری از جمله فاکتورهای اقتصادی فرعی و فاکتورهای اقتصادی اصلی شامل هزینه های مالکیت و هزینه های عملیاتی ماشین آلات می باشد. در نتیجه انتخاب نهایی ماشین آلات، بایستی بهترین متعادل سازی بین هر دوی عوامل فنی و اقتصادی باشد[۲].

شکل ۱-۱ یک مدل تحقیقی برای انتخاب ماشین آلات را ارائه می دهد.



شکل ۱-۱- مدل تحقیقی انتخاب ماشین آلات معادن روباز[۳]

یکی از روشهایی که امروزه برای بهینه کردن هزینه ماشین آلات بارگیری و باربری در معادن روباز بکار می رود، افزایش ظرفیت صندوقه ماشین آلات بارگیری و باربری می باشد که باعث افزایش هزینه سرمایه ای و کاهش هزینه عملیاتی می گردد ولی در کل سبب اقتصادی تر بودن عملیات می شود.

۱-۲- هدف پایان نامه

معدن بوکسیت جاجرم بزرگترین معدن بوکسیت در ایران می باشد که در سال ۱۳۴۷ کشف و از سال ۱۳۶۲ عملیات اکتشافی آن توسط طرح تولید آلومینا آغاز شد.

یکی از مهمترین فاکتورهای تاثیرگذار بر سود بخش بودن یک عملیات معدنکاری، هزینه بارگیری و باربری می باشد. عملیات بارگیری و باربری معدن جاجرم در حال حاضر به بخش پیمانکاری واگذار گردیده و در واقع طراحی خاصی جهت انتخاب ترکیب، نوع و تعداد ماشین آلات تاکنون صورت نگرفته است.

هدف از این تحقیق، انتخاب ماشین آلات مناسب بارگیری و باربری جهت انتقال باطله، به روش کلاسیک، تحلیل و بهینه سازی بهره وری بارکننده - باربر با استفاده از نرم افزار TALPAC و بکارگیری تکنیکهای شبیه سازی با هدف کمک به تصمیم گیری برای انتخاب بهترین مقادیر متغیرهای قابل کنترل و ثبت بهترین عملکرد سیستم می باشد.

۱-۳- سازماندهی پایان نامه

مابقی فصول به شرح ذیل سازماندهی شده است:

در فصل دوم به شرح کوتاهی از موقعیت جغرافیایی معدن، زمین شناسی و اکتشافات انجام گرفته، پرداخته می شود.

فصل بعد شامل بررسی کلیه عوامل موثر در انتخاب نوع ماشین آلات اصلی ترابری معادن روباز (شاول، کامیون) می باشد.

انتخاب ماشین آلات بارکننده - باربر به روش سنتی عنوان فصل چهارم می باشد. در این فصل روشهای کلاسیک مختلف انتخاب ماشین آلات ارائه می شود. در فصل پنجم ابتدا انتخاب ماشین آلات معدن جاجرم با استفاده از روشهای سنتی و روابط اهارا صورت گرفته سپس با تحلیل فنی و اقتصادی بارکننده - باربرها بهترین سیستم بارگیری و باربری (از نظر نوع و اندازه) برای استفاده در طرح انتخاب می شود. در نهایت با توجه به برنامه ریزی تولید انجام گرفته و زمانهای عملکردی ماشین آلات، تعداد مورد نیاز هر یک از ماشین آلات اصلی تعیین می شود.

در فصل ششم ابتدا مطالبی جهت آشنایی کلی با نرم افزار شبیه ساز TALPAC ارائه شده و سپس با استفاده از این نرم افزار، تحلیلی از سیستم بارگیری و باربری پیشنهاد شده در این تحقیق و سیستم موجود صورت گرفته و نهایتا در فصل هفتم نتایج و پیشنهادات جهت انجام مناسب تر طرح ارائه شده است.

فصل دوم

آشنائی کلی با معدن جاجرم

فصل دوم

آشنایی کلی با معدن جاجرم

۲-۱- موقعیت جغرافیایی

معدن بوکسیت جاجرم در ۱۹ کیلومتری شمال شرق شهرستان جاجرم قرار دارد. شهرستان جاجرم (در شمال غربی استان خراسان) از طریق جاده آسفالته به شهرستان بجنورد در فاصله ۱۷۵ کیلومتری شمال شرق متصل می شود. راه آهن تهران- مشهد از ۳۵ کیلومتری جنوب جاجرم و از دشت جوین عبور می کند و کارخانه تولید آلومینا از طریق یک خط آهن فرعی به این راه آهن متصل می گردد[۴].

۲-۲- وضعیت آب و هوایی

آب و هوای دشت جاجرم کویری بوده بطوریکه در زمستان هوای منطقه سرد و خشک و در تابستان گرم می باشد. حداقل دمای هوای ۶/۵- و حداکثر آن ۳۶/۵ درجه سانتیگراد است. میزان بارندگی سالیانه منطقه ۱۷۹/۷ میلی متر بوده و میزان رطوبت نسبی منطقه حداکثر ۸۴٪ و حداقل ۴٪ می باشد. جهت وزش بادهای منطقه عمدتاً از سمت غرب؛ شمال غرب و شمال شرق است[۴].

۲-۳- مشخصات ساختاری و زمین شناسی

۲-۳-۱- زمین ریخت شناسی

منطقه معدنی بصورت رشته کوهی است با امتداد شرقی-غربی در شمال کویر جاجرم که ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۱۰۰۰ متر است.

در منطقه مورد مطالعه، سازندهای کربناته الیکا و مبارک با مقاومت بسیار زیاد خود در مقابل فرسایش، ارتفاعات خشن و صعب العبوری را در بخش جنوبی رشته کوه مورد بحث تشکیل داده اند. در میان منطقه، سازند شمشک با تناوبی از شیل و لایه های نرم ذغالی و ماسه سنگ از توان فرسایشی بالایی برخوردار بوده و دره ای شرقی- غربی در کل منطقه بوجود آورده است[۴].

واحد کوارتزیتی نسبتاً ضخیم و مقاومی در بخش میانی سازند شمشک، دامنه شمالی دره مورد بحث را تشکیل می دهد که به صورت تپه ماهورهای کشیده و پشته ای دیده می شود. دره زو با راستای تقریبا شمالی-جنوبی در بخش میانی دره فوق الذکر دشت جاجرم، بجز دو دماغه شرقی و غربی تاقدیس می باشد[۴].

۲-۳-۲- واحد بوکسیت

۲-۳-۲-۱- زمین شناسی واحد بوکسیت

واحدهای بوکسیت در دو بخش زیرین و فوقانی سازند الیکا قرار گرفته و به ترتیب به نامهای واحد بوکسیتی A و B نامگذاری گشته اند.

واحد بوکسیت A بر روی دولومیت های سازند مبارک (کربونیفر) و در زیر سازند سرخ شیل (تریاس زیرین) قرار گرفته است. این واحد اساساً از دو بخش بوکسیت سخت و دیاسپوری و کائولن و سنگ های رسی تشکیل شده است. آنالیز نمونه های بر گرفته از این واحد نشان دهنده تغییرات درصد Al_2O_3 بین ۲۳/۸٪ تا ۵۱/۴٪ و تغییرات SiO_2 بین ۵٪ تا ۳۹/۳٪ می باشد[۴].

درصد Al_2O_3 در بخش عمده ای از نمونه ها بین ۲۵ تا ۴۰ درصد و درصد SiO_2 بیش از ۲۰ ٪ است. این واحد بوکسیت به دلیل حجم اندک و عیار پایین Al_2O_3 از میان ذخایر تشکیل دهنده مواد اولیه کارخانه تولید آلومینا کنار گذاشته شد. واحد بوکسیت B بر روی دولومیت های بخش فوقانی سازند الیکا و در زیر ماسه سنگها و شیل های سازند شمشک قرار گرفته است. این واحد در سمت غرب و جنوب غرب توسط نهشته های آبرفتی پوشیده میشود. ضخامت و کیفیت عیار ماده معدنی در هیچ راستایی یکسان نبوده با این حال بطور کلی واحد بوکسیت B از بخش های زیر تشکیل شده است[۴]:

کائولن و بوکسیت کائولنی زیرین: به رنگ های صورتی، کرم، خاکستری متمایل به زرد و محتوی پیزولیت غنی از آهن که عمده این پیزولیت ها از دیاسپور تشکیل شده اند. بوکسیت نرم یا شیلی دارای لایه بندی بسیار نازک و به رنگ قرمز روشن بوده و بعلت پائین بودن درصد Al_2O_3 آن دارای ارزش معدنی برای تولید آلومینا نیست. درصد Al_2O_3 آن ۲۰ تا ۴۰ درصد و SiO_2 آن بین ۱۵ تا ۳۵ درصد تغییر می کند[۴].

بوکسیت سخت: شامل بوکسیت دیاسپوری است که در سطوح فوقانی آن گاهی کانی شاموزیت افزایش می باید. این بوکسیت به رنگهای سبز تیره، خاکستری و قرمز یا قهوه ای تیره می باشد.

کائولن و بوکسیت کائولنی فوقانی: این لایه مشابه بوکیستهای کائولنی زیرین بوده و به رنگهای متنوع صورتی تا خاکستری مشاهده میشود که با وجود گسترش آن بصورت یک لایه، سطح زیرین آن به دلیل تشکیل در فرورفتگیهای کارستی دولومیت های سازند الیکا حالت عدسی شکل پیدا کرده است. بزرگترین عدسی کشف شده بوکسیت این معدن؛ ضخامت حدود ۷۵ متر داشته و حجم عظیمی از مواد معدنی را درخودجای داده است. کیفیت ماده معدنی ارتباط مستقیمی با ضخامت آن دارد.

۲-۳-۲-۲- خصوصیات فیزیکی ماده معدنی

بوکسیت جاجرم دارای بافتی دانه ریز پیزولیتیک و اوولیتیک می باشد و اندازه دانه کانیهای اصلی آن عمدتا" کمتر از ۱۰ میکرون می باشد که در بین این کانیها، اندازه دانه های سیلیس عمدتا" کمتر از ۰/۱ میکرون است. سطح شکستگی بوکسیت تقریبا صاف و لمس آن زبر تا صابونی است. بدلیل وجود دیاسپور در بوکسیت جاجرم و سختی بالای دیاسپور (بین ۶ تا ۷ در اشل Mohs)، بوکسیت جاجرم از انواع سخت بوکسیت می باشد. تخلخل این بوکسیت بین ۱/۵ تا ۳ درصد بوده و عمدتا" بسیار متراکم و فشرده می باشند[۴].

رنگ بوکسیت قهوه ای تیره تا کرم روشن است. کنترل کننده اصلی رنگ وجود آهن میباشد درحالی که درصد آهن بالا باشد، رنگ بوکسیت بین قهوه ای تیره تا قرمز تغییر می کند و در غیر این صورت به رنگ خاکستری تیره تا روشن می باشد. بوکسیتهای به رنگ کرم روشن، کیفیت بالایی دارند ($Al_2O_3 > ٪۵۵$ و $SiO_2 < ٪۹$). رنگ سبز در بوکیست های جاجرم زمانی مشاهده می شود که کانی شاموزیت در سنگ فراوان باشد[۴].

۲-۳-۳- کانی شناسی ماده معدنی

مباحث این بخش عمدتا" برگرفته از اطلاعاتی است که در طی سالهای اولیه عملیات اکتشافی در معدن بوکسیت جاجرم توسط افراد مختلف جمع آوری شده است. لازم به ذکر است که خصوصا در

رابطه با ژنز و نحوه تشکیل این واحد بوکسیتی هنوز مسایل زیادی مطرح است که نیازمند مطالعات مختلف پتروگرافی و کانی شناسی و..... می باشد[۴].

- اکسید ها و هیدروکسیدهای آلومینوم

- دیاسپور ($AlOOh$): دیاسپور کانی اصلی حاوی آلومینیوم در بوکسیتهای جاجرم بوده و براساس نمونه هایی که برای تست های پایلوت آزمایشگاهی به مجارستان ارسال شده است؛ ۳۹ ٪ Al_2O_3 در کانی دیاسپور تجمع یافته است[۴].

- بوهمیت ($AlOOh$): بوهمیت با سختی ۳/۵، وزن مخصوص ۳/۱ گرم بر سانتی متر مکعب در سیستم اورتوروبیک متبلور می شود در کانسار جاجرم این کانی بندرت مشاهده می شود[۴].

- اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن

- هماتیت (Fe_2o_3): این کانی در سیستم تری گونال متبلور می شود. هماتیت دارای جلای نیمه فلزی بوده و سختی آن ۶/۵ است. کانی اصلی آهن در بوکسیت های جاجرم هماتیت است مطابق جدول شماره ۲-۱، ۱۵ ٪ از مقدار Fe_2o_3 در هماتیت وجود دارد[۴].

- گوتیت ($FeOOh$): گوتیت در سیستم ارتورومبیک متبلور می شود و نوع خاکه ای آن دارای رنگ زرد قهوه ای و نوع متراکم آن به رنگ قرمز قهوه ای است. سختی گوتیت ۵ تا ۵/۵ و وزن مخصوص آن ۴ الی ۴/۵ گرم بر سانتی متر مربع می باشد. درکانسار جاجرم، این کانی از نظر فراوانی دومین کانی آهندار می باشد[۴].

- اکسیدهای تیتان

- رتیل (TiO_2): با سختی ۶/۵ در سیستم تتراگونال متبلور می شود. در کانسار جاجرم؛ این کانی تقریبا در اکثر نمونه های برداشت شده وجود دارد. درصد TiO_2 در کانی رتیل مطابق جدول شماره ۲- ۱، ۱/۱ ٪ می باشد[۴].

- آناتاز (TiO_2): آناتاز فراوانترین کانی تیتان در بوکسیت های کارستی است در کانسار جاجرم نیز تقریبا" در اکثر نمونه ها وجود دارد مطابق جدول شماره ۲-۱؛ در صد TiO_2 در آناتاز ۴/۵٪ می باشد[۴].

- سیلیکاتها

  - شاموزیت: شاموزیت در واقع نوع کانی نبوده و انواع مختلفی دارد که چند نوع از آن تاکنون در بوکسیت های جاجرم شناسایی شده است. به همین دلیل فرمول دقیقی برای آن نمی توان نوشت. رنگ شاموزیت سبز تا سبز تیره و مشکی است و سختی آن بین ۳ تا ۳/۴ است. این کانی در بسیاری از ذخایر بوکسیت کارستی بخصوص بوکسیت دیاسپوری دنیا مشاهده شده است. شاموزیت محصول شرایط احیا بوده و بوکسیت های سبز و سبز مایل به خاکستری حاوی مقادیر بیشتری از آن هستند. شاموزیت در سطح بتدریج تجزیه شده و به کائولونیت، هماتیت و گوتیت تبدیل می شود[۴].
  - هیدرومسکویت: این کانی با سختی ۲ تا ۳ و وزن مخصوص ۲/۷۶ تا ۳/۱ گرم بر سانتی متر مکعب در سیستم منوکلینیک متبلور می شود. مطابق جدول شماره ۲-۱ Al_2O_3 موجود در ایلیت ۱۸ ٪ و SiO_2 موجود در آن ۳/۶ ٪ است[۴].
  - کائولونیت: در سیستم منوکلینیک متبلور می شود و حالت بلورین آن بندرت یافت میشود. اجتماع بلورین آن غالبا پودری یا فلس گونه و ریز دانه است. کائولونیت به صورت ورقه نازک و بی رنگ بوده ولی بصورت متراکم سفیدرنگ می باشد. سختی این کانی حدود ۱ است. در کانسار جاجرم؛ این کانی تقریبا" در تمامی نمونه ها دیده می شود. Al_2O_3 موجود درکائولونیت ۲/۵٪ و SiO_2 موجود در آن ۲/۹٪ اندازه گیری شده است[۴].
  - کوارتز (SiO_2): در کانسار جاجرم در برخی نمونه های بوکسیت کوارتز بصورت آواری و غیر فعال مشاهده می شود[۴].

- کربناتها

  - کلسیت ($CaCo_3$): این کانی در سیستم تری گونال متبلور می شود. سختی بین ۲ تا ۳ و وزن مخصوص آن ۲/۷۲ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد. کلیست در برخی از نمونه های بوکیست جاجرم مشاهده میشود. عمدتا" می توان آن را بصورت پرکننده شکاف گسلها و درزه ها یافت[۴].
  - دولومیت ($CaMg(Co_3)_2$): در برخی نمونه های بوکسیت می توان دولومیت را بصورت آواری مشاهده کرد که مقدار آن خیلی کم است[۴].

- سیدریت ($FeCo_3$): سیدریت نیز در برخی موارد در بوکسیت های جاجرم مشاهده می شود. این کانی معمولا" در حفره ها و شکاف های باریک تجمع یافته است[۴].

- سولفورها

پیریت (FeS_2): از فراوانترین سولفورهای بوکسیت کارستی است و معمولا" با بوکسیت های احیا شده سبز تا خاکستری مشاهده می شود. در کانسار جاجرم پیریت در برخی از نمونه ها مشاهده می شود[۴].

- سولفاتها

- ژیپس ($CaSo_4,۲H_2O$): در کانسار جاجرم در برخی نمونه ها به مقدار اندک مشاهده می شود[۴].

- فسفاتها

- کراندالیت: از کانسار جاجرم تا بحال آپاتیت گزارش نشده ولی در برخی نمونه های بوکسیت می توان کراندالیت را نیز مشاهده نمود[۴].

جدول۲-۱-ترکیب کانی شناسی نمونه های همگن شده از معدن جاجرم[۴]

OXIDE	MINERAL	PRECENT OXIDE IN MINERAL
Al_2O_3	DIASPORE	۳۹,۰
	CHAMOSITE	۳,۵
	ILLITE	۱,۸
	KAOLINIT	۲,۵
	CRANDALITE	۰,۲
	HEMATIT	۰,٤
	TOTAL	٤۷,٤
SiO_2	KAOLONITE	۲,۹
	CHAMOSITE	۳,۵
	ILLITE	۳,٦
	TOTAL	۱۰,۰
TiO_2	ANATASE	٤,۵
	RUTILE	۱,۱
	TOTAL	۵,٦
CaO	CALCITE	۰,٦
	DOLOMITE	TRACES
	CRANDALITE	۰,۱
	ILLITE	TRACES
	TOTAL	۰,۷
MgO	DOLOMITE	TRACES
	CHAMOSITE	۰,٤
	ILLITE	۰,۱
	TOTAL	۰,۵
K_2O	ILLITE	۰,٤
P_2O_5	CRANDALITE	۰,۲
Fe_2O_3	GEOTHITE	۰,۸
	HEMATIT	۱۵,۰
	CHAMOSITE	٦,٤
	ILLITE	۰,۲
	TOTAL	۲۲,٤

۲-۳-۴- زمین شناسی ساختمانی (تکتونیک)

بطور کلی معادن بوکسیت جاجرم با طول حدود ۱۲ کیلومتر دارای یک لایه بوکسیت اصلی است که در فرورفتگی های کارستی سطح دولومیت های الیکا تشکیل شده است. گسل های تراستی متعددی با امتداد شرقی – غربی (حداقل ۴ عدد) سبب تکرار این لایه بوکسیت گشته است. در این معدن گسل های امتداد لغز فراوان و در راستاهای NE-SW و NW-SE سبب جابجایی طبقات حتی تا اندازه های ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر شده اند. با توجه به میزان جابجایی این گسل های امتداد لغز

معدن به دوازه قطعه کاملا" مجزا (معدن) تقسیم شده است. تعداد هشت معدن به نام معدن های گل بینی یک تا هشت و تعداد ۴ معدن به نام معدنهای زو یک تا چهار نامگذاری شده اند. علاوه براین در داخل هر معدن نیز گسل های امتداد لغز کوچک و بزرگ متعددی وجود دارد که میزان جابجایی حاصل از عملکرد آنها بسیار کمتر از گسل های جدا کننده معدن ها می باشد. جهت شیب گسل های تراستی به سمت شمال بوده و همانند لایه بوکسیت و سایر سازندهای دیگر به واسطه گسل های امتداد لغز جابجا شده اند. بعبارت دیگر گسل های امتداد لغز نسبت به گسل های تراستی جوانتر می باشند. جدول ۲-۲ مشخصات کلی گسل های امتداد لغز مابین معدنها را نشان می دهد. لازم به ذکر است که گسل های امتداد لغز ذکر شده در این جدول در شرق معدن مربوط قرار دارند[۴].

گسل های امتداد لغز در داخل معدنها میزان جابجایی بسیار کمتری نسبت به گسل های اصلی بین معدنها داشته ولی امتداد آنها مشابه به گسلهای اصلی در راستاهای NW-SE و NE-SW می باشد[۴].

گسلهای تراستی در معادن بوکسیت جاجرم عمدتا" در راستای شرقی - غربی بوده و تعداد آنها در معدن های مختلف متفاوت می باشد. از آنجا که شدت تنش های وارده درمعدنهای ۱ و ۸ گل بینی بسیار بیشتر بوده، این تنش سبب رانده شدن متعدد لایه ها برروی یکدیگر خصوصا" در معدن گل بینی یک گردیده است و بالعکس در معدنی مشابه معدن سه زو در بعضی قسمتها هیچ گسل تراستی شناسایی نشده است. شدت تنش واره بر منطقه در بخش گل بینی از معادن جاجرم نسبت به بخش زو بیشتر بوده است[۴].

جدول ۲-۲ - مشخصات کلی گسل های امتداد لغز اصلی مابین معدنهای مختلف[۴]

نام معدن	نام گسل	مقدار جابجایی تقریبی(متر)	امتداد	شیب واقعی	جهت شیب	مکانیسم
گل بینی یک	MFG۱	۴۵۰	۱۷۰	۶۵-۷۵	NE	چپگرد
" دو	MFG۲	۲۰۰	۱۶۵	۶۰	NE	راستگرد
" سه	MFG۳	۲۰۰	۱۳۰	۶۵	NE	راستگرد
" چهار	MFG۴	۳۲۰	۱۵۰	۵۰	NE	راستگرد
" پنج	MFG۵	؟	۳۲	۸۰	NW	چپگرد
" شش	MFG۶	۱۱۰	۱۶۵	۶۵	NE	راستگرد
" هفت	MFG۷	۱۵۰	۱۴۵	۶۵	NE	راستگرد
" هشت	MFG۸	۲۰۰	۱۴۰	۵۰	NE	راستگرد
زو یک	MFZ۱	۴۰	۱۸۵	۷۰	NE	راستگرد
" دو	MFZ۲	۷۰	۲۵	۶۰	NW	چپگرد
" سه	MFZ۳	۲۰-۲۵	۱۰	۶۰	NW	چپگرد

۲-۴- تاریخچه اکتشاف معدن

بطور کلی اکتشافات انجام شده تاکنون در معادن بوکسیت جاجرم را می توان به دو مرحله تقسیم کرد[۴]:

اکتشافات مرحله اول در طی سالهای ۱۳۶۵ الی ۱۳۶۷

اکتشافات مرحله دوم در طی سالهای ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۸

حفاریهای انجام شده در خلال اکتشافات مرحله اول مشتمل بر تعداد ۱۸ گمانه و ۱۲ ترانشه در کل معدن و دو تونل اکتشافی آزمایشی درمعدن های یک و دو زو بوده است که علاوه برآن نقشه و مقاطع زمین شناسی منطقه در مقیاس های ۱:۲۵۰۰۰ ، ۱:۲۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰و همچنین عملیات جاده سازی نیز انجام گرفته است[۴].

متراژ کل حفاری - مغزه گیری دراین مرحله ۲۳۶۷۹ متر و متراژ کل تراشه زنی ۹۳۳ متر بوده است. بیشترین متراژ حفاری به مغزه گیری دراین مرحله درمعدن چهار گل بینی و بیشترین متراژ حفر تراشه در معدن دو گل بینی بوده است. اندازه متوسط شبکه حفاری اکتشافات مرحله اول در

معادن گل بینی ۶۵ ×۸۰ و در معادن زو ۷۵× ۹۷ متر بوده است. نمونه برداری از ترانشه ها بصورت شیاری- پیوسته و از مغزه های حفاری در فواصل یک و نیم متری انجام گرفته است[۴].

در خلال سالهای ۷۵ الی ۷۷ براساس داده های بدست آمده از اکتشافات مرحله اول؛ مطالعات مفصلی توسط شرکت مهندسی مشاور ایتوک انجام گرفت که اهم آنها عبارتند از[۴]:

- ارزیابی ویژگیهای آماری، ضخامت Al_2O_3 ، SiO_2 انباشتگی و توزیع فراوان جوامع آماری متغیرهای فوق.
- بررسی همبستگی عناصر سازند بوکسیت و رابطه Al_2O_3 با ضخامت لایه بوکسیت
- مطالعه تغییرات وزن مخصوص نسبت به عیار
- ارزیابی ذخیره ماده معدنی به روش کریجینگ
- بلوک بندی کانسار در ابعاد ۲۰×۲۰ × ۲۵ متر و تهیه نقشه های مربوطه
- تهیه نقشه های مربوط به خطای نسبی تخمین انباشتگی آلومینا
- بررسی خطای تخمین عیار حاصل از روشهای آماری

با استفاده از کلیه داده های خام و کارهای انجام شده در این معدن جهت بالا بردن دقت تخمین، روشن شدن وضعیت زمین شناسی و ساختاری گسترش محدوده ذخیره و تعیین محدوده قابل استخراج و.... مجموعه گمانه هایی به منظور تکمیل اکتشافی برای کل معدن جاجرم پیشهاد گردید که مبنای اکتشافات مرحله دوم را تشکیل داد. از دیگر فعالیت های اکتشافی انجام شده در منطقه می بایستی نقشه های ۵۰۰۰: ۱ و ۱۲ مقطع مربوط در ناحیه تاگویی (ادامه شرقی معادن زو) اشاره نمود که طی عملیات شناسایی و تفکیک واحدهای چینه ای و همچنین بررسی های ساختاری این ناحیه به منظور گسترش محدوده معدن بوکسیت جاجرم انجام گرفت[۴].

طول کل گمانه های پیشنهاد شده به تعداد ۷۲ عدد توسط شرکت مهندسی مشاور ایتوک برای اکتشافات مرحله دوم حدود ۹۷۸۵ متر بر آورد گردیده بود که در این بین بیشترین طول حفاری پیشنهادی مربوط به معدن هفت گل بینی و کمترین طول پیشنهادی در ارتباط با معدن یک گل بینی بوده است. از کل حفاریهای پیشنهادی، تعداد ۴۱ گمانه، به متراژ کل ۵۴۴۳ متر حفر گردیده که حدود ۵۷٪ حفاری پیشنهادی را تشکیل می دهد[۴].

همچنین به منظور بررسی وضعیت تولید برنامه ریزی میان مدت سالیانه، بررسی دقیق وضعیت کانسنگ از لحاظ کمی و کیفی و همچنین بررسی دقیق روند تولید میان مدت جهت تامین ماشین آلات و تجهیزات معدن شرکت مهندسی مشاور ایتوک ایران طی گزارشی باعنوان "طرح اکتشاف شبکه متراکم معادن گل بینی یک و شش" مجموعه کارهایی به متراژ کل ۱۴۶۸ متر انجام شده است. با توجه به تعداد گمانه های شبکه متراکم حفاری شده در معدنهای یک و شش گل بینی از مجموع تعداد گمانه های پیشنهادی در معدن یک گل بینی۶۲٪ و از مجموع این گمانه ها در معدن شش گل بینی ۹۲٪ حفاری انجام گرفته است[۴].

در حین عملیات حفاری اکتشافی مرحله دوم و پس از آن مطالعات گسترده ای بر روی مغزه های بدست آمده انجام گرفته است که بطور خلاصه به شرح زیر می باشد[۴]:

- تهیه لاگ لیتولوژی مغزه های بدست آمده از حفاری
- نمونه برداری از زون بوکسیت سخت هرگمانه، تهیه نیمه مغزه ها و ارسال آنها به آزمایشگاه به منظور بدست آوردن درصد اکسیدهای Al_2O_3 و SiO_2 و...
- مطالعات ژئوتکنیکی بر روی مغزه ها و اندازه گیری مشخصات درزه ها و شکستگی های موجود در آنها.
- نمونه برداری های ژئو تکنیکی از ماسه سنگ ها، سیلتستونها و شیل های سازند شمشک به تعداد ۸۴ عدد به منظور اندازه گیری چسبندگی، زاویه اصطکاک داخلی مقاومت برشی، وزن مخصوص و....
- عکسبرداری بخش عمده ای از مغزه ها
- تصحیح مقاطع زمین شناسی به تعداد ۱۰۹ عدد با استفاده از اطلاعات گمانه های جدید (مرحله دوم).

بطور کلی حفاریهای اکتشافی انجام شده تاکنون در معادن بوکسیت جاجرم شامل ۲۹۱۲۱ متر حفاری ومغزه گیری گمانه های عمیق و نیمه عمیق حفاری ۱۶۶۸ متر گمانه درشبکه متراکم و حفر ترانشه به طول ۹۳۳ متر می باشد[۴].

۲-۵- ابعاد کانسار و محاسبه ذخیره

۲-۵-۱ محدوده معادن

همانطور که قبلا″ ذکر شد معادن بوکسیت جاجرم به دلیل عملکرد گسلهای امتداد لغز تداوم اولیه خود را از دست داده و به ۸ معدن در گل بینی و ۴ معدن در بلوک زو تقسیم شده است.

شکل و گسترش معادن در بخش های شرقی و غربی عمدتا توسط گسلهای امتداد لغز کنترل می‌شود به نحوی که از بخش های سطحی با توجه به شیب و امتداد گسل به سمت عمق محدوده معدن افزایش و یا کاهش می یابد[۵].

محدوده معادن در عمق با فرض گسترش لایه بوکسیت پس از آخرین گمانه اکتشافی با ۵۰ متر برون یابی تعیین گردیده است. در کلیه معادن حداقل سه ردیف اکتشافات مشتمل بر یک ردیف اکتشافات سطحی و دو ردیف اکتشافات عمقی انجام شده است[۵].

۲-۵-۲ روش محاسبه ذخیره

اصولا″ روش محاسبه ذخیره جهت هر معدن می بایست با در نظر گرفتن فاکتورهایی از جمله ژنز کانسار، درجه تغییرپذیری و نامنظم بودن، شکل کانسار، عملکرد گسلها و چگالی داده های اکتشافی، درجه اکتشافات میزان ذخیره، ظرفیت و... انجام شود[۵].

فاکتورهای فوق در معادن جاجرم با توجه به وسعت قابل توجه و رفتارهای متفاوت کاملا″ یکسان نبوده و لذا معادن مختلف را می بایست با ویژگی های خاص خود مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار داد. از نظر ژنز کانسار جاجرم رسوبی است و لذا انتظار می‌رود که تغییرات در بعد قائم و از سطح به کف به مراتب بیشتر از تغییرات در جهات دیگر باشد. بخش عمده کانسار فرم لایه ای دارد و در بخش هایی به دلیل افزایش قابل توجه ضخامت فرم عدسی و حالت توده ای پیدا می‌کند، لذا روش محاسبه ذخیره در بخش لایه ای با بخش توده ای متفاوت می باشد. در بخش های لایه ای، بررسی مدل ریاضی ضخامت و انباشتگی مورد نظر می باشد در حالیکه در بخش توده ای بررسی شکل عدسی و ارزیابی تغییرات ترکیبات مختلف موجود در سنگ بوکسیت در جهات فضائی هدف کار است. چگالی اکتشافات نیز در معادن جاجرم یکسان نیست. در بخشی از معادن ۱ و ۶ گل بینی شبکه اکتشاف تا حد ۲۵ متر متراکم می باشد، لذا امکان بررسی تغییرات با

توجه به تراکم بیشتر اطلاعات میسر و انجام محاسبه ذخیره با روشهای مبتنی به مدلهای ریاضی میسر است. در سایر معادن شبکه اکتشاف از ۶۰ الی ۹۰ متر متغیر است، فاصله گسترده شبکه اکتشاف امکان استفاده از مدلهای ریاضی را محدودتر می نماید. روشهای متکی بر اصل خود همبستگی داده ها در این سری از معادن تنها با استفاده از اطلاعات گرده های حفاری، فرض کارکرد قانون ایستایی برای تمام معادن و استفاده از لگاریتم داده ها میسر است[۵].

در معادن زو اصولا تعداد شکستگی به شدت کم و شرایط برای کرولاسیون داده ها آماده بود لیکن پس از اکتشافات که طرح ریزی آن منطبق بر نیازهای کانسار بود، بخش عمده ای از گسل های پنهان آشکار گردید بطوریکه در محدوده معادن تعداد گسلهای تراستی به ۳ تا ۴ مورد افزایش یافت. گسلهای امتداد لغز نیز به طریق اولی به شدت زیاد گردید[۵].

در این مقاطع به وضوح می توان دید که موقعیت لایه به دلیل اثر و عملکرد گسلها جابجا شده و فاصله گمانه های حفر شده با فاصله واقعی آنها قبل از عملکرد گسلها کاملا" متفاوت است. بدیهی است تهیه مدل ریاضی و بررسی خود همبستگی داده های مقاطع، مستلزم برگرداندن لایه ها به شرایط اولیه است که تقریبا به دلیل گسترش معادن کاری بسیار حجیم و زمان بر است. از طرفی در صورت انجام این کار جهت استفاده از نتایج محاسبات ذخیره و اطلاعات بلوک بندی، می بایست مجددا" وضعیت لایه بندی به شرایط اولیه برگردانده شود. برگرداندن خرده بلوک ها و بخشهای جابجا شده به وضعیت اولیه، موجب تغییر موقعیت بلوک ها در جهات فضائی گردیده و امکان بررسی مجدد موقعیت آنها و لحاظ نمودن در مطالعات مراحل بعد از جمله طرح اختلاط مواد را بعید می نماید. لذا روشهای منبعث از همبستگی داده ها در مطالعات ارزیابی ذخیره و بلوک بندی معادن جاجرم با ابعاد کوچکتر از شبکه اکتشاف، قابلیت اجرائی و کاربردی ندارد. همچنین تهیه بانک اطلاعاتی از داده های بلوک بندی پس از تخمین، تثبیت مجدد موقعیت مکانی داده ها حاصل از تخمین، تهیه مدل سه بعدی حتی با نرم افزارهای بسیار پیشرفته نیز میسر نمی باشد. بنابراین چنانچه برای معادن مختلف از روشهای مبتنی بر خود همبستگی استفاده شود تنها می توان محاسبات ذخیره درجا، تخمین خطای بلوک ها را انجام داد و بلوک بندی حاصل از این روش در برنامه ریزی تولید و طراحی معادن کارکردی نخواهد داشت[۵].

روش محاسبه ذخیره معادن گل بینی بجز معادن گل بینی ۱ و عدسی گل بینی ۶ ترکیبی از روش مقاطع و پلی گون خواهد بود.

استفاده از روش مقاطع به دلیل لایه ای بودن بخش عمده معادن است. سطح بوکسیت سخت با توجه به محدوده بلوک ها در عمق با نرم افزار AutoCad محاسبه، میانگین عیارهای LiO , MgO, CaO, Fe_2O_3, TiO_2, SiO_2, Al_2O_3 بصورت وزنی با استفاده از متوسط ترکیبات فوق در گمانه ها و یا ترانشه ها در محدوده بلوک ها تخمین زده شده است.

در نهایت با در نظر گرفتن شعاع گسترش هر مقطع معادل نصف فاصله دو مقطع مجاور هم، طول گسترش هر مقطع محاسبه شده است. با حاصلضرب سطح در طول گسترش و با احتساب وزن مخصوص معادل ۳ تن بر مترمکعب ذخیره هر بلوک بهمراه متوسط ترکیب فوق محاسبه گردیده است[۵].

۲-۵-۳- میزان ذخیره

نتایج محاسبات ذخایر معدن بوکیست جاجرم به شرح زیر اعلام شده است:

ذخیره بوکیست سخت معادن جاجرم ۲۰/۷ میلیون تن با عیار ۴۳/۶۷ در صد آلومینا و ۱۴,۴۹ درصد سیلیس و بالغ بر ۱۲,۶ میلیون تن با عیار ۴۷,۱۶ درصد آلومینا و ۱۰,۴۸ درصد سیلیس می باشد.

لازم به ذکر است که ذخیره برآورده شده، ذخیره قابل استحصال می باشد.

۲-۶- مشخصات طرح معدنکاری و روش استخراج

استخراج از معادن بوکیست جاجرم به روشهای معادن سطحی(Open Pit) و همچنین روش زیرزمینی انجام می گیرد. عملیات استخراج از ۱۱ معدن واقع در نواحی گل بینی و زو طرح ریزی شده است. عمق استخراج معادن روباز از ۴۰ تا ۱۲۰ متر می باشد[۵].

استخراج زیرزمینی به روش Cut and Fill پیشنهاد شده است. جهت بازگشایی و آماده سازی معادن زیرزمینی حفرتونل از دره زو و همچنین کف معادن روباز مورد نیاز می باشد[۵].

با توجه به طرح استخراج پایه مشخصات معادن روباز که در فصول بعدی در طراحی و انتخاب تجهیزات بارگیری و باربری نیز به کار می آید، در ادامه آورده شده است[۵]:

۲-۶-۱- راههای دسترسی

راههای دسترسی شامل راه دسترسی به پای مادهٔ معدنی و نیز راه دسترسی به دپوی باطله می باشد[۵].

۲-۶-۱-۱- راه دسترسی به ماده معدنی

الف) شیب طولی: این شیب حداکثر ۷ درصد می باشد و در قسمتهایی با محدودیت فضا حداکثر ۱۰٪ می باشد.

ب) زاویهٔ شیب دیواره : برابر ۷۵ درجه انتخاب شده است.

ج) عرض راه: با توجه به اینکه برای حمل ماده معدنی را کامیونهای ۱۶ تنی استفاده می شود، عرض مفید لازم برای این منظور برابر ۱۰ متر می باشد.

د) شعاع قوس: در این مورد نیز حداقل شعاع قوس برابر ۲۰ متر می باشد[۵].

۲-۶-۱-۲- راه دسترسی به باطله

الف) شیب طولی: این شیب حداکثر برابر ۷ درصد می باشد و در قسمتهایی که محدودیت فضا وجود دارد، برای فواصل کوتاه این شیب حداکثر به ۱۰٪ می رسد.

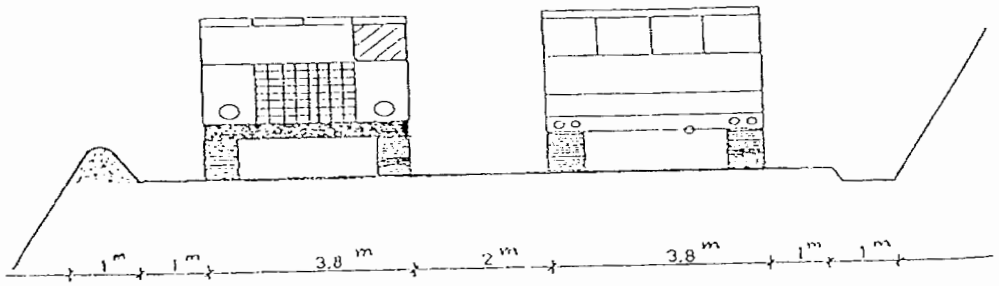
ب) زاویه شیب دیواره: برابر ۷۵ درجه انتخاب شده است.

ج) عرض راه: این عرض علاوه بر تأمین محدودهٔ ایجاد کانال زهکش و نیز خاک ریز ایمنی لبه خارجی، باید حداقل مقدار لازم را داشته باشد تا دو کامیون در جهت خلاف یکدیگر بتوانند از کنار هم عبور نمایند. بنابراین با احتساب عوامل مؤثر، عرض مفید مورد نیاز باید ۱۳/۵ متر باشد.

شکل شماره ۲-۳ نحوهٔ تقسیم این عرض را نشان می دهد[۵].

د) شعاع قوس: حداقل شعاع قوس برابر ۲۰ متر در نظر گرفته شده است.

راههای دسترسی به پای معدنی در بالاترین ارتفاع باید تا مراحل انتهایی استخراج باقی بمانند تا در صورتیکه در هر لحظه به عللی (مثلاً پیدا شدن لنزهایی با توجه به شبکه 100×100 متر موجود) وجود آنها محرز نشده بود و مجبور به عقب نشینی دیواره کمر پایین شدیم، نیاز به ایجاد راه جدید نباشد. رمپهای بین پله ای نیز مشخصات ذکرشده در بالا را دارند. فقط در ۲-۳ پله آخر پیت در صورت محدودیت فضا، برای حمل باطله نیز از کامیونهای ۱۶ تنی استفاده می شود که رمپ های مربوط مشخصات جاده های حمل ماده معدنی را خواهند داشت. شیب طولی رمپ ها عموماً ۸ درصد است.



شکل شماره ۲-۱- نحوه تقسیم عرض جاده حمل باطله [۵]

۲-۶-۲- مشخصات پله ها در طراحی پایه

۲-۶-۲-۱- ارتفاع پله ها

در قسمت کمر بالا ارتفاع پله های بجا مانده در طرح برابر ده متر می باشد. دلایل انتخاب این ارتفاع یکی توجه به ماشین آلات می باشد و دیگر ابعاد پله های موجود در بخشی از معدن که قبلا ایجاد شده و در حال حاضر اجرا می شود. در قسمتهایی از کمر پایین نیاز به احداث پله ایمنی می باشد که ارتفاع پله های مذکور برابر ۱۰ متر خواهد بود. بطور کلی دو مرحله باطله برداری داریم[۵].

الف) باطله برداری اساسی

قسمت اعظم باطله شامل تمام ارتفاع ده متر در یک مرحله برداشت می شود.

ب) باطله برداری استخراجی

در سه مرحله و در هر مرحله به ارتفاع ۴-۳ متر باطله مجاور ماده معدنی برداشت می شود.

۲-۶-۲-۲- شیب دیواره پله ها

در اینجا نیز زاویهٔ شیب دیواره ها ۷۵ درجه در نظر گرفته شده است[۵].

۲-۶-۲-۳- عرض پله ها

الف) پله های کمر بالا

با توجه به شیب عمومی دیواره کمر بالا که برابر ۵۰ درجه است و نیز ارتفاع دیواره پله ها که برابر ۱۰ متر است، عرض پله های مذکور برابر ۸/۴ متر می باشد (عرض مفید ۵/۸ متر)[۵].

ب) پله های کمر پایین

در قسمتهایی که به جهت احداث پله ایمنی زاویه شیب کمر پایین ۵۵ درجه می باشد، عرض پله های مذکور با توجه به ارتفاع ۱۰ متر آنها برابر ۷ متر است (عرض مفید ۴/۴ متر)[۵].

ج) پله های مجاور ماده معدنی

عرض پله های باطله مجاور ماده معدنی با ارتفاع ۴-۳ متر برابر ۳۰ متر در نظر گرفته شد تا امکان کار ماشین آلات به آسانی میسر باشد، اینگونه پله ها موقتی بوده و همراه با استخراج ماده معدنی کلاً برداشته می شوند[۵].

۲-۶-۲-۴- شیب عمومی دیواره ها

بر اساس مطالعات مکانیک سنگ اولیه انجام شده، زاویه شیب عمومی دیواره معادن کمر بالا برابر ۵۰ درجه و در قسمت کمر پایین، این زاویه شیب برابر شیب طبیعی دولومیتها در نظر گرفته شده است[۵].

۲-۶-۳- محل انباشت باطله

در عملیات معدنکاری، بخصوص معادن روباز، حمل و نقل و انباشت باطله بخش عظیمی از هزینه ها را به خود اختصاص می دهد.

بنابراین انتخاب صحیح محل انباشت باطله بخصوص از نقطه نظر فاصله آن تا معدن می تواند از صرف هزینه های اضافی ناشی از محل بکاهد. در معادن مختلف جاجرم پس از تعیین دقیق اولویت های استخراجی در مرحله طراحی تفصیلی این امکان وجود دارد که از فضای خالی ایجاد شده در یک پیت استخراجی بتوان برای انباشت باطله پیت های مجاور استفاده نمود[۵].

فصل سوم

عوامل موثر در انتخاب نوع و تعداد ماشین آلات معادن روباز

فصل سوم

عوامل موثر در انتخاب نوع و تعداد ماشین آلات معادن روباز

۳-۱- مقدمه

در صنعت معدنکاری مشابه هر صنعت دیگر، فعالیتها با رعایت جنبه های فنی حاکم بر آن صنعت و در جهت کسب حداکثر سود یا دستیابی به میزان سود معینی طراحی می شود. برای این منظور مواد معدنی و باطله استخراجی می بایست در کوتاهترین زمان و با کمترین هزینه از معدن خارج گردد. عملیات بارگیری و باربری مواد در سود یا زیان دهی سرمایه گذاری نقش عمده ای دارد. انتخاب تجهیزات و ماشین آلات و متعاقب آن استفاده بهینه از تاسیسات و تجهیزات موجود و در حال کار معادن دو وظیفه عمده در طراحی برنامه ریزی و مدیریت معادن می باشد.

۳-۲- معیارهای انتخاب ماشین آلات معادن روباز

ماشین آلات مورد استفاده در معادن روباز از تنوع بسیار زیادی برخوردار هستند. برای انتخاب آنها معیارهایی لازم است تا براساس آنها مناسب ترین ماشین از نظر نوع، تعداد، کار آیی، تعمیر و نگهداری، خدمات دسترسی به قطعات یدکی و بالاخره توجیه اقتصادی برای معادن روباز انتخاب شوند. آهنگ و ظرفیت تولید اعم از باطله و ماده معدنی، از عوامل مهم در انتخاب نوع ماشین آلات است. بعبارت دیگر برنامه زمان بندی تولید برای دوره های کوتاه و بلند مدت باید با قابلیتهای تولید و کارآیی ماشین آلات انتخابی تناسب لازم را داشته باشند. عوامل اقتصادی از قبیل قیمت ماده معدنی، موقعیت استراتژیکی و نوع ماده معدنی و همچنین مشخصات فیزیکی و مکانیک سنگی و پارامترهای طراحی معدن از قبیل ارتفاع پله، شیب رمپها، عرض پله و غیره... تاثیر زیادی در انتخاب ماشین آلات معدن دارند.

در جدول ۳-۱ مهمترین عوامل موثر در انتخاب نوع، تعداد و ظرفیت ماشین آلات معدنی برآورد شده است.

جدول ۳-۱- عوامل مؤثر در انتخاب نوع، تعداد و ظرفیت ماشین آلات معدنی [۶]

معیار	زیر معیار
پارامترهای معدن	نسبت باطله برداری، ارتفاع پله، نوع و هندسه کانسار، شرایط جوی، اندازه مواد پس از خردشدگی، مسافت حمل، روش استخراج
مشخصات فنی ماشین	نوع، ساخت، ظرفیت و قابلیت تولید ماشین، نیازهای عملیاتی، قابلیت تطابق با دیگر تجهیزات در سیستم تولید، قابلیت مانور
ملاحظات مالی	هزینه سرمایه گذاری و عملیاتی تجهیزات، ارزش ماشین آلات در طول عمر آن، انرژی یا سوخت مصرفی
قابلیت اطمینان	پارامترهای طراحی، قابلیت انعطاف پذیری، سطح تکنولوژی، قوانین کاری، هزینه های اضطراری
قابلیت تعمیر و نگهداری	قابلیت تعمیر، دانش و مهارت کارگران، قابلیت جداسازی قطعات،هزینه تعمیرات، سرویسهای پشتیبانی
عمر معدن	مقدار ذخیره، سرعت تولید و ...
شرایط کاری، ایمنی و محیط کاری	شرایط کاری در معدن، ایمنی و وسایل حفاظتی در مواقع حوادث، سهولت عملیات، نیاز به پیروی از قوانین

۳-۲-۱- انتخاب سیستم ترابری در معادن روباز

انتخاب سیستمهای ترابری در معادن بر مبنای ظرفیت سالانه، میزان خردشدگی سنگها، شرایط کاری و انعطاف پذیری آنها در شرایط مختلف و فاصله حمل سنگ های استخراجی و وزن دهی یا بررسی اهمیت هر کدام از عوامل مذکور صورت می گیرد برای مثال روش انتخاب دستگاههای برداشت و انتقال روباره و رده بندی آنها در روش استخراج کنتوری در جدول ۳-۲ آورده شده است [۷].

۳-۲-۲- عوامل موثر و تعداد در انتخاب مدل ماشین آلات

روش معدنکاری: روش معدنکاری عمدتاً به ابعاد معدن، خصوصیات ژئو مکانیکی، عمق و عیار ذخیره معدن بستگی دارد. ذخایر بزرگ با عیار کم که توسط باطله پوشیده شده باشند، معمولا″ به روش روباز چند پله ای استخراج می شوند بگونه ای که عملیات معدنکاری در کل اقتصادی باشد.

اندازه و ارزش ماده معدنی: هر ماده معدنی برای استخراج باید از نظر اندازه که تاثیر مستقیم بر تولید کانسار و عمر معدن دارد، بررسی گردد. همچنین عامل ارزش ماده معدنی که به نوع ماده و شرایط کاری معدن وابسته است، دراستخراج بسیار قابل توجه می باشد.

اطلاعات مربوط به تولید: این اطلاعات شامل میزان ماده معدنی که به عنوان خوراک به کارخانه کانه آرایی ارسال می شود، چگونگی آمیختن عیارهای مختلف ماده معدنی، چگونگی جداسازی مواد معدنی مختلف درصورتی که مواد معدنی مختلف استخراج شوند، فاصله حمل ماده معدنی، اختلاف ارتفاع بین جبهه یا جبهه های استخراجی ماده معدنی با محل انباشت آنها می باشد.

اطلاعات مربوط به باطله: این اطلاعات میزان روباره برداری قبل از استخراج می باشد.

جدول ۳-۲- انتخاب دستگاه بارگیری و باربری جهت انتقال روباره[۱]

۱= انتخاب اول ۲= انتخاب دوم می تواند انتخاب شود ۳= انتخاب سوم تحت شرایطی انتخاب می شود ۴= انتخاب جهارم تحت شرایط استثنایی انتخاب می شود خیلی خوب = A خوب =B بد = C		اسکریپر	اکسکاواتور	لودر و کامیون	بلدوزر	دراگلاین	شاول و کامیون	فقط لودر
ضخامت روباره	۰-۱۰ متر	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	۱۰-۲۰ متر	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۱
	۲۰-۳۵ متر	۲	۲	۳	۳	۱	۲	۱
	بیش از ۳۵ متر	۳	۲	۴	۴	۱	۳	۲
اندازه سنگهای منفجر شده روباره	درشت	...	...	۳	۳	۳	۱	۱
	نسبتا درشت	۲	...	۲	۲	۲	۱	۱
	خوب	۱	۳	۱	۱	۱	۱	۱
	بسیار ریز	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
شرایط کار و انعطاف پذیری آنها در شرایط مختلف	خوب	A	B	A	A	A	A	A
	متوسط	A	B	A	B	A	B	B
	ضعیف	B	C	B	C	A	C	C
فاصله انتقال سنگهای استخراج شده روباره	تا ۵۰ متر	...	۲	...	۱	۱	...	۱
	۵۰-۱۰۰ متر	...	۱	...	۱	۱	۲	...
	۱۰۰-۱۷۵ متر	۳	۱	۳	۲	۲	۱	...
	۱۷۵-۳۵۰ متر	۱	...	۱	...	...	۱	...
	بیش از ۳۵۰ متر	۱	...	۱	...	...	۱	...

چگونگی ارسال ماه معدنی به سنگ شکن: محل نصب سنگ شکن و تاسیسات جانبی آن به گونه ای انتخاب شود که ضمن داشتن کمترین فاصله با معدن در محدوده نهایی فعلی یا طرح توسعه قرار نگیرد.

شیب مسیرهای اصلی موقت حمل: غالب ماشین آلات وزن معدنی عظیم الجثه اند لذا باید توجه نمود که این ماشین آلات از توان و تحرک کافی برخوردار باشند تا در کوتاهترین مدت بتوان آنها را در شیب جاده ها عبور داد. شیب جاده های معادن روباز بین ۲ تا ۱۲ در صد تغییر می کند[۸]. در مواردی که شیب زیاد انتخاب شود باید توانایی ماشین برای حمل مواد در مسیرهای پرشیب نسبت به وزن و توان آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

انعطاف پذیری ماشین آلات: معادن بزرگ روباز بیش از ۷۵ در صد از شاول و کامیون بدلیل انعطاف پذیری بالای آنها برای بارگیری و باربری ماده معدنی و باطله استفاده می کنند[۹]. همچنین ظرفیت کامیون باید با ۳ تا ۶ صندوقه شاول پر شود[۱۰].

خدمات پس از فروش: یکی از عوامل مهم در انتخاب ماشین آلات جدید برای یک معدن خدمات پس از فروش آنها باشد. این اطمینان باید به وجود آید که بعد از فروش، قطعات یدکی، خدمات فنی و در صورت نیاز آموزش و راهنماییهای لازم قابل دسترسی باشد.

نحوه تعمیرات ونگهداری ماشین آلات: به منظور حفظ و نگهداری ماشین آلات در شرایط ایده آل باید برنامه ای منظم جهت سرویس و تعمیر به موقع ماشین آلات تنظیم نمود. ماشین آلات باید از نظر مقدار نیز در حد کافی برای معدن انتخاب شوند تا در موقعی که نیاز به سرویس و تعمیر اساسی دارند و در تعمیرگاه هستند در میزان تولید خللی به وجود نیابد.

نیروی انسانی ماهر و آموزش دیده: استفاده از نیروی انسانی آموزش دیده و آشنا با محیط و ماشین آلات معدنی می تواند زمانهای تلف شده و هزینه بهره برداری را کاهش دهد.

شرایط جوی: غالبا مناطق کوهستانی و سرد به دلیل فشار و هوا و اکسیژن بر عملکرد موتورهای ماشین آلات و تحرک آنها اثر منفی می گذراند لذا در چنین شرایطی باید از ماشین آلات با توان و تحرک بیشتر و نسبتا سبک استفاده نمود[۱۰].

شرایط حفر یا برداشت: شرایط برداشت یا حفر سنگ بر جا در انتخاب توان ماشین تاثیر خواهد گذاشت. درشرایط دشوار معمولا ماشین باید از قدرت کندن بیشتری نسبت به شرایط معمولی آسان برخوردار باشد.

هزینه سرمایه گذاری: به منظور پایین نگهداشتن میزان سرمایه گذاری در معدن و کاهش هزینه حتی المقدور باید ماشین آلات به نحوی انتخاب شوند که هزینه های سرمایه ای و عملیاتی آنها در مجموع کم باشد. در بعضی موارد هزینه سرمایه ای ماشین آلات معدن گران اما هزینه های عملیاتی به دلیل ظرفیت و توان تولید بالای ماشین کمتر می شود و بالعکس.

قابلیت دسترسی ماشین: قابلیت دسترسی ماشین آلات به ساختار تکنولوژی و قطعات یدکی و معدنی آنها بستگی دارد. هر چه دستگاه پیشرفته تر باشد امکان مواجه شدن به مشکلات سرویس و نگهداری بیشتر خواهد بود. اما بعلت داشتن راندمان بالا، موجب کاهش هزینه عملیات و نهایتاً اقتصادی تر بودن کار می شود[۱۱].

۳-۳- ماشین باربری

سیستمهای باربری مختلفی از قبیل کامیون، لوکوموتیو حتی حمل و نقل پیوسته همچون نوار نقاله و نقاله هوایی در معادن استفاده می شوند. بنابراین برای انتخاب آنها روشهای متفاوتی نظیر شیوه رده بندی ارائه شده در جدول ۳-۳ برای استخراج سطحی زغال و روش ارائه گردیده همچنین برای معادن آهن و مس که به روش روباز استخراج می شوند شکل ۳-۱ پیشنهاد گردیده است.

قبل از جنگ جهانی دوم برای معادن نسبتا کم عمق و مسطح و معادن با گسترش افقی از باربری ریلی استفاده می شد. در حال حاضر نیز برای معادنی که چنین شرایطی را دارند، حمل مواد از طریق قطار می تواند بعنوان یک گزینه مطرح باشد.

همچنین برای باربری در معادن روباز می توان از نوار نقاله و نقاله هوایی برای تولید در فواصل مشخص استفاده کرد. اما در حال حاضر این سیستم نیز مانند سیستم ریلی درمعادن روباز کمتر به کار می رود و بیشتر از کامیون استفاده می کنند. برای این که شرکتها هزینه عملیاتی باربری

با کامیون را کاهش دهند اقدام به افزایش صندوقه کامیونها کرده اند. همچنین افزایش قابلیت حمل بار در مسیرهای با شیب ۱۰٪ توسط کامیونها موجب گردیده که ۷۵٪ معادنی که به روش روباز استخراج می گردند از سیستم کامیون استفاده کنند.

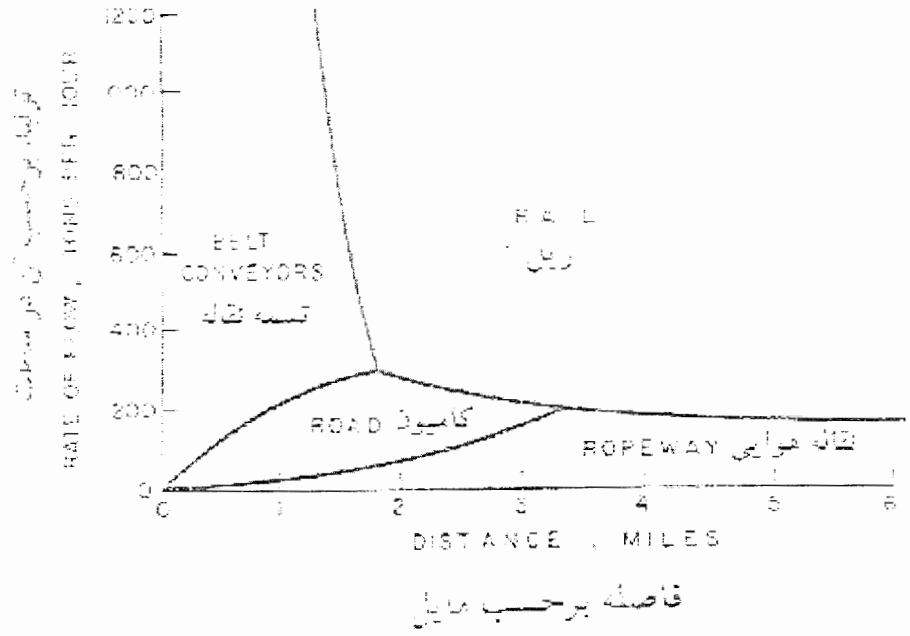
کامیونها موجود را از لحاظ تخلیه نیز می توان در چهار گروه زیر تقسیم بندی کرد:

- تخلیه از عقب معمولی
- تخلیه از عقب نوع تریلر– تراکتور
- تخلیه از پهلو
- تخلیه از کف

عمدتاً بدلیل وجود خصوصیات ایده آل تر، کار برد کامیونهای تخلیه از عقب معمول تر می باشد.

جدول ۳-۳- انتخاب دستگاههای باربری[۱]

۱= انتخاب اول ۲= انتخاب دوم می تواند انتخاب شود ۳= انتخاب سوم تحت شرایطی انتخاب می شود ۴= انتخاب چهارم تحت شرایط استثنایی انتخاب می شود خیلی خوب =A خوب =B بد=C		کامیون	اسکریپر	سیستم نقاله	قطار	خط لوله
دانه بندی مواد سنگی که بایستی حمل شود	کلوخی و بسیار درشت	۱	...	...	۱	...
	۳۵ اینچ	۱	...	۲	۱	...
	۲۴ اینچ	۱	۱	۱	۱	...
	کمتر از ۲۴ اینچ	۱	۱	۱	۱	۴
طول مسیر حمل(متر)	۱۵۰-۱۰۰	۱	۲	۴	...	۴
	۳۰۰-۱۵۰	۱	۱	۴	...	۴
	۴۵۰-۳۰۰	۱	۱	۴	...	۴
	۱۵۰۰-۴۵۰	۱	۱	۳	...	۴
	۳۰۰۰-۱۵۰۰	۱	۳	۲	۲	۳
	۴۵۰۰-۳۰۰۰	۱	...	۱	۱	۳
	بیش از ۴۵۰۰ متر	۱	...	۱	۱	۲
شرایط مسیر حمل	خوب	۱	۱	...	...	...
	صاف و خیس	۱	۳	...	...	...
تولید روزانه	زیاد	۱	۱	۱	۱	۴
	متوسط	۱	۱	۲	۴	۴
	کم	۱	۱	...	...	...
شیب مسیر (درصد)	۳	۱	۱	۱	۱	۱
	۵	۲	۲	۱	۲	۱
	۱۰	۲	۲	۱	...	۲
	۱۵	۳	۲	۱	...	۲
	۲۰	...	۳	۲	...	۳
	بیش از ۲۰	...	۴	۳	...	۳
انعطاف پذیری در شرایط کار	خوب	A	A	B	C	...
	متوسط	A	A	B	C	...
	ضعیف	A	B	C	C	...



شکل ۳-۱- روشهای مختلف حمل مواد در معادن آهن و مس [۱۱]

۳-۳-۱ - عوامل موثر در انتخاب کارخانه سازنده کامیون

کارخانجات بسیاری در کشور های متفاوت در تولید کامیونهای معدنی فعالیت می کنند. انتخاب یک سازنده جهت خرید کامیونهای مورد نیاز از آن جهت مهم است که معدن در طول عمر کاری خود به طور مستمر برای دریافت خدمات پس از فروش باید با آن کارخانجات در ارتباط باشد. به طور معمول، سازنده هایی که سابقه طولانی تری در تولید کامیون دارند، در انتخاب از اهمیت بیشتری برخوردارند. در کل می توان برای انتخاب سازنده کامیون عوامل زیر را در نظر گرفت [۱۱].

۱-قیمت کامیون بر اساس ظرفیت

۲- بررسی قیمت قطعات اصلی ماشین جهت مقایسه

۳- توانایی کارخانه سازنده در ارائه قطعات یدکی

۴- مدت زمانی که طول می کشد تا کارخانه سازنده قطعات یدکی را در معدن کشور خریدار تحویل دهد.

۵- سرویس و ضمانت هایی که از سوی کارخانه پیشنهاد می شود.

۶- اندازه موتور، نوع موتور و مصرف سوخت آن

۷- نوع ترمز و نحوه کنترل سرعت ماشین، بخصوص اگر بخشهایی از مسیر حمل شیبدار باشد.

۸- نسبت قدرت ماشین به وزن کل ماشین

۹- نسبت بین ظرفیت کامیون به وزن کل ماشین، شرایط جوی، شرایط مسیر حمل و کف پله بر این نسبت تاثیر خواهد گذاشت.

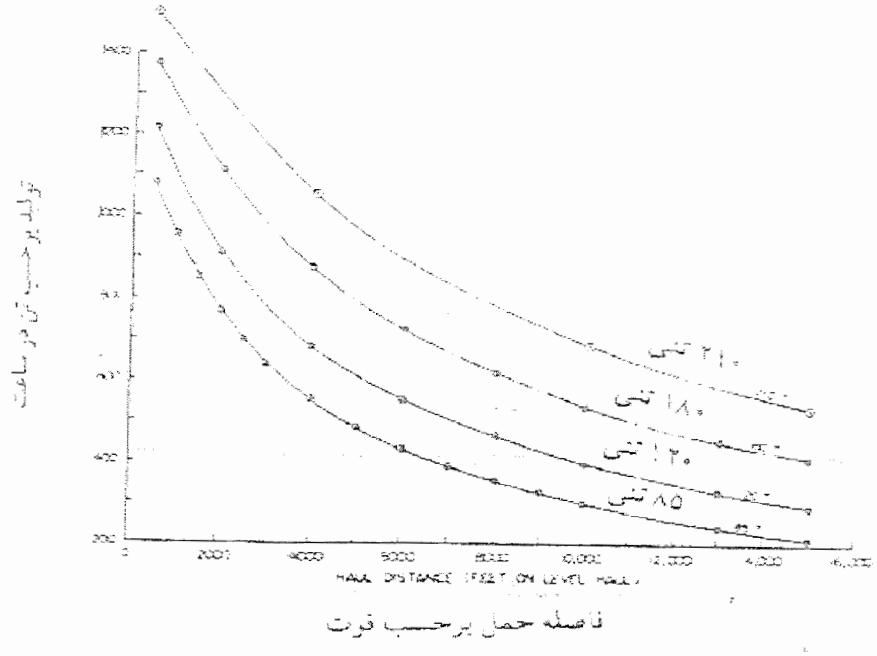
۳-۳-۲- عوامل موثر در انتخاب اندازه ظرفیت کامیونها

الف – ظرفیت سیستم بارگیری: صندوقه کامیون باید با حداقل ۳ تا ۶ جام شاول پر شود[۱۰]. این نسبت به فاصله حمل، زمان مانور کامیون در پای شاول، روش بارگیری توسط شاول و زمانی که اطراف شاول توسط بولدوزر تمیز می شود بستگی دارد.

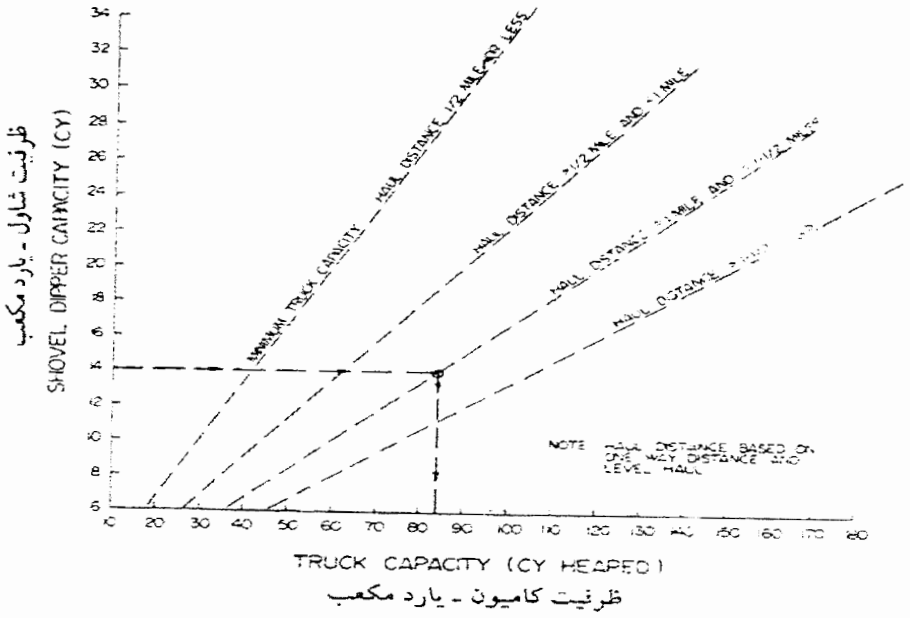
ب- ظرفیت باربری کامیون بر حسب تن در ساعت: در معادن با تولید زیاد، ظرفیت کامیون را باید بالا انتخاب نمود. در ظرفیت باربری کامیون علاوه بر ظرفیت آن، فاصله حمل نیز موثر است. در شکل ۳-۲ تغییرات ظرفیت باربری بر حسب فاصله حمل به ازای ظرفیتهای مختلف کامیون نشان داده شده است[۱۱].

ج- فاصله مسیر حمل: برای مسیرهای طولانی حمل بایستی از کامیونهایی با ظرفیت بالا استفاده نمود چون که انتخاب کامیونهای با ظرفیت بالا برای مسیر های طولانی نه تنها موجب تامین تولید مورد نیاز می شود، بلکه موجب کاهش هزینه های حمل نیز می شود. شکل ۳-۳ ارتباط بین ظرفیت کامیون، ظرفیت شاول و طول مسیر حمل را نشان می دهد. با استفاده از این شکل

می توان ظرفیت کامیونها را با توجه به ظرفیت شاولها انتخاب نمود[۱۱].



شکل ۳-۲- ظرفیت باربری بر حسب فاصله حمل به ازای ظرفیتهای مختلف[۱۱]

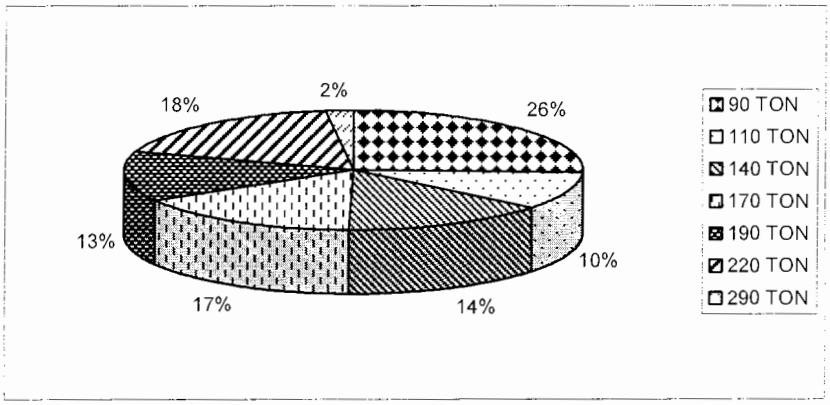


شکل ۳-۳- انتخاب ظرفیت کامیون بر اساس ظرفیت شاول با احتساب طول مسیر حمل [۱۱]

د- رده بندی اندازه: ظرفیت کامیونها معمولاً" به منظور جلوگیری از اضافه بار کردن، بر حسب وزن اندازه گیری می شود. مقادیر اعلام شده بعنوان ظرفیت نیز بر اساس حجم سنگ خرد شده

می باشد. اندازه های استاندارد در میان کارخانه های سازنده متفاوت است و در محدوده رده بندی زیر قرار می گیرد.

کامیونها به دو دسته کلی معمولی (۳۰, ۳۲, ۶۰ , ۵۵ , ۸۵, ۱۰۰, ۱۳۰ تنی) و عظیم الجثه یا بزرگتر (۱۲۰, ۱۷۰, ۲۰۰, ۲۵۰, ۳۰۰, ۳۲۰ تنی) تقسیم می شوند که اندازه های بزرگتر از قیمت های بالاتری برخوردارند[۱۲]. شکل ۳-۴ توزیع ظرفیت صندوقه کامیونهای تولید شده در جهان را نشان می دهد[۱۳].



شکل ۳-۴- توزیع ظرفیت صندوقه کامیونهای تولید شده در جهان [۱۳]

ه- ضریب صندوقه: منظور از ظریب صندوقه، کلیه عواملی است که با صندوقه مرتبط هستند. از جمله این عوامل می توان به پرشوندگی جام، ضریب شکل جام و .. اشاره کرد که مهمترین عامل عبارت از ضریب پرشوندگی است که به درجه خردشوندگی مواد و شرایط کاری بستگی دارد. ضریب صندوقه را می توان مطابق جدول ۳-۴ حدس زد[۱۲].

جدول ۳-۴- تعیین ضریب صندوقه بر حسب شرایط کاری [۱۲]

شرایط بارگیری	مطلوب	متوسط	نامطوب
ضریب صندوقه	۰/۰ ۱۲۰	۰/۰ ۹۰	۰ /۰ ۶۰

۳-۳-۳- عملکرد و عوامل موثر در حرکت کامیون

در حرکت هر وسیله نقلیه ای عوامل و نیروهایی به عنوان نیروی جلو برنده محرک و نیروهایی نیز بعنوان باز دارنده که اغلب در اثر حرکت ماشین ایجاد می شوند وجود دارد[۱۴].

این بیان نیز در مورد کامیونها نیز صادق است. برای بهینه کردن حرکت آنها باید نیروهای زیر مورد بررسی قرار گیرند:

- **نیروی محرکه یا کشش(Rimpull)**: حداکثر نیروی محرکه درهر وسیله نقلیه خاص اولا" به وزن وسیله که بر روی چرخ های محرک عمل می کنند و ضریب چسبندگی بین چرخ و جاده بستگی دارد. این ضریب با توجه به کیفیت مواد سطح جاده و نحوه نگهداری و ساخت جاده و سطح لاستیکهای کامیون از ۹ ٪ تا ۱۲ ٪ متغیر است. با توجه به ضریب چسبندگی بین چرخ و جاده حداکثر مقدار نیروی محرک (T_e) برابر خواهد بود با [۱۵]:

$$T_e = \mu_e M_v g \qquad (۱-۳)$$

M_v: جرم وسیله نقلیه برحسب تن

T_e: نیروی محرکه بر حسب کیلو نیوتن

μ_e: ضریب چسبندگی

g: شتاب جاذبه (متر بر مجذور ثانیه)

هر وسیله نقلیه حداکثر تا این مقدار نیروی محرکه را می تواند اعمال کند و درصورت تجاوز نیروی محرکه از این مقدار غلتش صورت گرفته و در نتیجه حرکت امکان پذیر نبوده و چرخهای محرکه در جا خواهند چرخید. عامل محدود کننده دیگر نیروی محرکه، قدرت موتور وسیله نقلیه است. بین نیروی محرکه و قدرت موتور رابطه (۳-۲) بر قرار است[۱۶].

$$T_e = \frac{P_d \eta}{v} \qquad (۲-۳)$$

P_d: قدرت موتور (کیلو وات)

η: بازدهی انتقال قدرت از موتور بر چرخهای محرکه که در سیستمهای مختلف انتقال محرکه معمولا بین ۷۵ تا ۸۵ درصد تغییر می کند.

v: سرعت وسیله نقلیه

مقاومت در برابر حرکت: عوامل زیادی به مقاومت وسیله نقلیه در برابر حرکت کمک می کنند. برای تعیین حداکثر سرعت وسیله نقلیه در یک وضعیت خاص لازم است که مقاومت کل در برابر حرکت یا نیروی بازدارندگی آن وسیله تعیین شود. این مقاومت از دو جزء مقاومت غلتشی و مقاومت شیبی تشکیل شده است [۱۴]. در این بررسی از مقاومت هوا و باد در مقابل حرکت صرفنظر شده است.

(۳-۳) مقاومت غلتشی + مقاومت شیبی = مقاومت کل

الف- مقاومت غلتشی: مقاومت غلتشی عبارتست از نیرویی که برای حرکت یک چرخ بر روی سطح نگهداری، که در مورد یک لکوموتیو ریلهای راه آهن و در یک کامیون جاده یا زمین است، لازم است. در وسایل نقلیه چرخ دار شرایط کف تاثیر قابل توجهی در مقاومت غلتشی داشته و می تواند به تغییرات زیادی، گاهی متجاوز از ده برابر، در میزان نیروی مقاوم منجر شود.

عامل اساسی مقاومت غلتشی حالت ارتجاعی الاستیک (فرورفتگی) روی زمین که بر آن حرکت می کند، است.

حتی در صورت عدم نفوذ چرخ در کف جاده، مقاومت غلتشی می تواند در اثر انعطاف سطح جاده در زیر بار ناشی از وزن وسیله نقلیه افزایش یابد. در اثر این انعطاف یک موج پیش رونده دایم در جلو چرخ متحرک ایجاد می شود و در عمل وسیله نقلیه به طور دایم در حال حرکت در سربالایی قرار می گیرد. وقتی چرخ در سطح جاده نفوذ کند، مقاومت غلتشی به سرعت افزایش می یابد. یک مقدار مناسب این است که به ازای هر ۲۵ میلیمتر نفوذ لاستیک، ۱۵۰ نیوتن نیروی مقاوم اضافی به مقاومتهای غلتشی افزوده شود. با توجه به این که مقاومت غلتشی وسیله نقلیه چرخ لاستیکی متداول که روی سطح تراز و هموار و سخت حرکت می کند حدود $۴۰\ {}^{lb}/_{ton}$ ($۲۰\ {}^{kg}/_{tonne}$) تعیین شده است، می توان معادله زیر را برای مقاومت غلتشی بیان کرد[۱۴]:

(۴-۳) (ضریب مقاومت غلتشی $= {}^{lb}/_{ton}$) = ۴۰ + ۳۰ × [نفوذ به اینچ]

ب- مقاومت شیبی: مقاوت شیب میزانی از نیروی محرکه است که بر مؤلفه ثقلی وسیله نقلیه در موقع حرکت بر روی یک سطح شیبدار فائق می آید. این مقاومت برای حرکت در مسیرهای سربالایی مثبت بوده و نیروی مورد نیاز برای حرکت را افزایش می دهد، یا در مسیرهای سرازیری

باعث کاهش نیروی لازم گردد. برای محاسبه مقدار این نیرو فرمولهای مختلفی ارائه شده است که برخی از آنها در زیر آورده شده است[۱۵]:

$$R_g = M_v.g.Sin\theta \qquad (۵-۳)$$

M_V: جرم بخشی از وسیله نقلیه است که بر روی مسیر شیب دار قرار دارد

θ: زاویه بین مسیر و سطح افق

R_g: مقاومت شیبی(نیرو بر تن)

$$R_g = M_v.g.\frac{1}{x} \qquad (۶-۳)$$

X: طولی از مسیر است که در ازای آن ۱ متر اختلاف ارتفاع عمودی به وجود می آید.

$$R_g = 98.1\times \text{درصد شیب} \qquad (۷-۳)$$

یک روش بیان دیگر این است که مقاومت شیب بر حسب تن نیرو برای هر یک درصد شیب، برابر ۱ درصد وزن ناخالص وسیله نقلیه است.

$$R_g = 0.01\times GVW \times \text{درصد شیب} \qquad (۸-۳)$$

GVW: وزن ناخالص وسیله نقلیه

ج- مقاومت شتابی یا اینرسی: مقاومت اینرسی، نیروی لازم برای شتاب دادن یا کاستن از سرعت وسیله نقلیه است.

$$R_i = M_v.a \qquad (۹-۳)$$

R_i: مقاومت شتابی

M_V: جرم وسیله نقلیه

a: میزان شتاب وسیله نقلیه

البته آنچه گفته شد در رابطه با شتاب خطی محض است، در صورتیکه معمولا" یک شتاب غیر خطی برای جرمهای مختلف موجود در سیستم، میله های دنده ها، چرخها و ... وجود دارد. این شتابها فقط در صورت معلوم بودن تمام داده های طراحی قابل محاسبه است، ولی بطور معمول افزودن یک مقدار اضافی ۵ درصد به جرم وسیله نقلیه برای پوشش دادن به این مؤلفه های غیر خطی کافی می باشد. بنابراین داریم [۱۵]:

$$R_i = 1.05 \times M_v.a \qquad (۱۰-۳)$$

د-مقاومت کلی: مقاومت کلی در برابر حرکت، عبارت از مجموع مؤلفه های فوق الذکر می باشد [۱۴].

$$R_t = R_r \pm R_g + R_i \qquad (۱۱-۳)$$

۳-۳-۴- تاثیر ارتفاع در عملکرد موتور

تمام موتورهای درونسوز با افزایش ارتفاع محل کار نسبت به سطح تراز دریا به دلیل کاهش چگالی هوا در ارتفاعات بالا توان خود را تاحدی از دست می دهند. در این شرایط، نیروی کشش و سرعت بایستی بطور مناسب تعدیل شود. بطور کلی با افزایش هر هزار فوت ارتفاع از سطح دریا توان موتور سه درصد کاسته می شود. اطلاعات لازم برای تعیین میزان کاهش توان در ارتفاعات مختلف از جداول سازندگان قابل دسترسی است. در صورت در اختیار نبودن این جداول می توان رابطه ۳-۱۲ را با دقت خوبی برای تعیین ضریب کاهش توان موتورهای با مکش طبیعی به کار برد [۸].

$$\text{ضریب کاهش (٪)} = 3 \times \frac{(H - 3000)}{1000} \qquad (۱۲-۳)$$

که در آن:

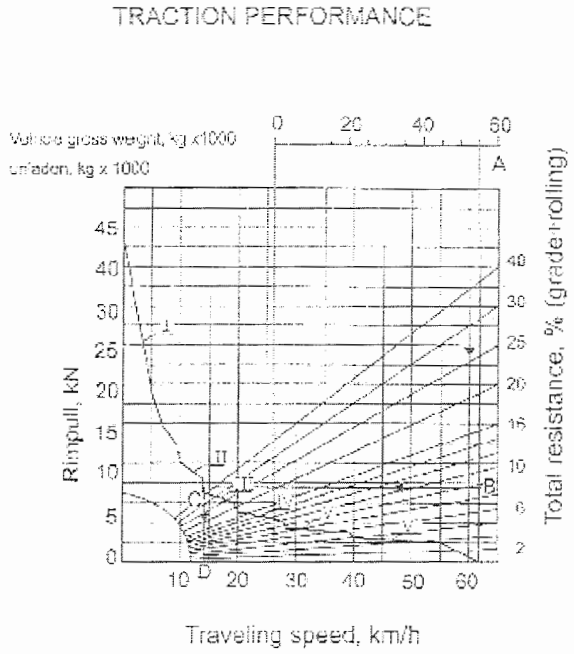
H: ارتفاع

۳-۳-۵- نمودار نیروی کشش- سرعت- شیب

روابط داخلی نیروی کشش، سرعت و شیب پذیری بطور معمول فقط از طریق منابع اطلاعات فنی سازنده ها قابل حل است. این روابط به صورت نمودار عرضه می شوند.

اهمیت این روابط و نمودارها در این است که زمان رفت و برگشت کامیونها که زمان متغیر محسوب می شوند و بستگی به شیب پذیری وسیله نقلیه دارند را می توان از منحنی های شیب پذیری بدست آورد[۱۷]. نمودار نیروی کشش- سرعت- شیب پذیری مربوط به یکی از سازندگان در شکل۳-۵ نشان داده شده است. روش استفاده از این مقدار به این ترتیب است که وزن ناخالص وسیله نقلیه بر روی محور افقی بالای نمودار معین شده و از این نقطه خط قائمی رسم می شود تا

خط نشان دهنده مقاومت کل را قطع کند. از نقطه تقاطع خطی افقی رسم می شود تا منحنی دنده ها را قطع کند. از نقطه تقاطع خط عمودی دیگری رسم می شود تا محور افقی را که نشان دهنده حداکثر سرعت قابل حصول در آن شرایط است را قطع کند. پس از به دست آمدن حداکثر سرعت، زمان سفر به کمک ضریب سرعت و طول قطعه مسیر، قابل محاسبه است[۱۵].



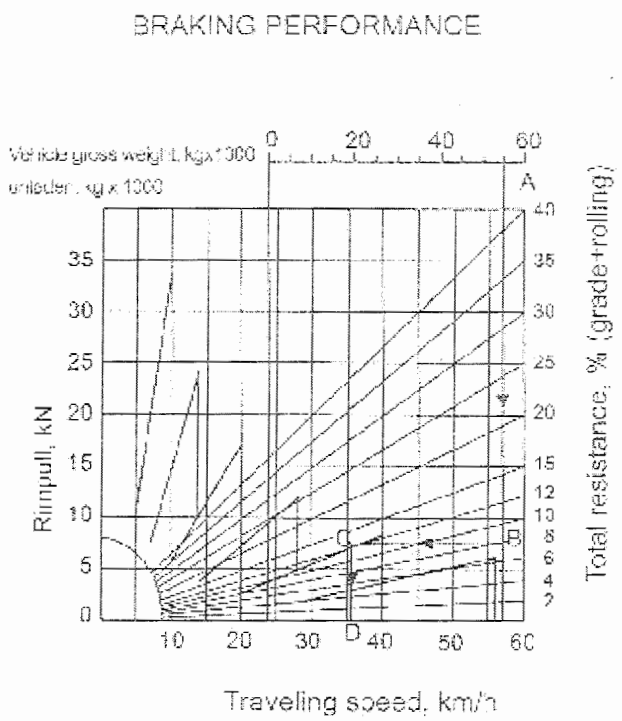
شکل ۳-۵- نمودار نیروی کشش – سرعت- شیب پذیری[۱۸]

۳-۳-۶- عملکرد ترمز

از آنجایی که عملیات کامیون در معادن سطحی با شیب سروکار دارد، ترمز تاثیر قابل توجهی روی کارآیی و ایمنی وسیله نقلیه دارد. تمام وسایل نقلیه با ترمزهای مکانیکی تجهیز شده اند و بیشتر آنها برای کنترل سرعت در شیبهای سرازیری دارای یک سیستم ترمز کمکی موسوم به retarder می باشند که با خط انتقال نیروی محرکه همراه است. برای کاهش نگهداری ترمز مکانیکی استفاده از این سیستم ترمز کمکی ترجیح زیادی دارد.

سازنده های کامیون برای عملکرد سیستم ترمز کمکی نمودارهایی عرضه می کنند که نمونه ای از آن در شکل ۳-۶ نشان داده شده است. نحوه استفاده از این نمودار مشابه نمودار شیب پذیری

است. سرعت به دست آمده از نمودار حداکثر سرعت مجاز وسیله نقلیه در شرایط مورد نظر است که ایمنی لازم را تامین می کند[۱۵].



شکل ۳-۶- نمودار عملکرد ترمز یک کامیون[۱۸]

۳-۳-۷- زمان سیکل عملیاتی

زمان سیکل عملیاتی کامیونها: زمان مورد نیاز برای پر و خالی شدن صندوقه تنها یک کامیون است که شامل استقرار در محل بارگیری، حمل با بار، گردش و تخلیه، بازگشت بدون بار، انتظار و تاخیرهاست. بهره وری یک کامیون در حال کار بستگی به متوسط ظرفیت باربری و زمان سیکل متوسط دارد. تطابق وسیله بارگیری و کامیون برای تامین ظرفیت باربری و زمانهای بارگیری مناسب ضروری است. روش استقرار، بارگیری کامیونها و طرح راه باربری شامل طول شیب، مقاومت غلتشی و قوسها، زمان باربری را تحت تاثیر قرار می دهند. زمانهای رفت و برگشت متناسب با مهارت راننده، چگونگی نگهداری راه و کامیون متفاوت خواهد بود. سرعت یا زمان حرکت کندترین کامیون در ناوگان، طرح ناوگان را معین می کند. شرایط زمین و ماشین آلات

پشتیبانی، زمانهای گردش و تخلیه را تحت تاثیر قرارمی دهد. همچنین شرایط آب و هوایی نامساعد وضعیت نامطلوبی را برای کار ماشین آلات و انجام عملیات بوجود می آورند[۱۹].

الف— زمان استقرار و بارگیری: زمان استقرار، زمان مورد نیاز برای انجام مانور در محل به منظور بارگیری می باشد و زمان بارگیری زمانی است که صندوقه کامیون با تعدادی جام ماشین بارکننده پر می شود.

ب- زمان حرکت: زمان حرکت شامل زمان حمل بار به محل تخلیه و بازگشت بدون بار به محل بارگیری است. زمانهای حرکت به طول مسیر حرکت، شیب و مقطع جاده باربری، محدودیتهای عملیاتی و مهارت متصدی دستگاه بستگی دارد. محدودیتهای عملیاتی شامل محدودیتهای سرعت برای شیبهای رو به پایین، قوسها، پلهای باریک، تقاطعها و نواحی پرترافیک و حتی شرایط جوی نیز می باشد. به دلیل دخالت متغیرهای زیاد در این زمان، بسیاری از شرکتهای معدنی برای تخمین زمان باربری از کامپیوتر استفاده می کنند. روش ساده برای محاسبه زمان حرکت عبارتست از[۱۹]:

$$T_l = \sum_{i=1}^{n} \frac{di}{v_{ai}} \qquad (۱۳-۳)$$

که در آن:

d_i: طول قطعه i ام

v_{ai}: سرعت در این قطعه

(n) مقدار قطعات مختلف تشکیل دهنده طول مسیر است.

v_{ai} از رابطه (۳-۱۴) محاسبه می گردد:

$$v_{ai} = v_{mi} \times ki \qquad (۱۴-۳)$$

که در آن:

v_{mi} : سرعت حداکثر قابل وصول در قطعهi ام

k_i: ضریب سرعت در قطعه مربوطه برای رفت می باشد که از جدول ۳-۵ بدست می آید.

زمان بازگشت را نیز می توان از رابطه های قبلی بدست آورد. این زمان بیش از این که به عملکرد کامیون بستگی داشته باشد به شرایط حمل و ایمنی وابسته است. اگر در مسیر شیبهای تند و یا

خطرات عملیاتی وجود داشته باشد، از ارقام جدول ۳-۶ می توان برای ضریب موجود در رابطه ۳-۱۴ بهره گرفت.

ج- زمان مانور: زمان مانور تخلیه بستگی به نوع و اندازه کامیون، مشخصات مواد، ترتیب تخلیه، فضای در دسترس، شرایط زمین و تجربه کاری دارد.

جدول۳-۵- ضریب سرعت (k_i) برای مسیر رفت کامیون [۱۹]

طول قطعه باربری (متر)	مسیرکوتاه(۱۵۰-۳۰۰متر)	شروع حرکت از حالت سکون	ورود قطعه در حال حرکت
۱۰۰-۰	٪۲۰	۰/۵۰-۰/۲۵	۰/۶۰-۰/۵۰
۲۵۰-۱۰۰	٪۳۰	۰/۶۰-۰/۳۵	۰/۷۵-۰/۶۰
۵۰۰-۲۵۰	٪۴۰	۰/۶۵-۰/۵۰	۰/۸۰-۰/۷۰
۷۵۰-۵۰۰		۰/۷۰-۰/۶۰	۰/۸۰-۰/۷۵
۱۰۰۰-۷۵۰		۰/۷۵-۰/۶۵	۰/۸۵-۰/۸۰
بیش از ۱۰۰۰		۰/۸۵-۰/۷	۰/۹-۰/۸

جدول ۳-۶- ضریب سرعت برای برگشت کامیون [۱۹]

شرایط	مسافت کمتر از ۱۵۰ متر	مسافت بالای ۱۵۰ متر
مطلوب	۰/۶۵	۰/۸۵
متوسط	۰/۶۰	۰/۸۰
نا مطلوب	۰/۵۵	۰/۷۵

د- زمان انتظار: زمان انتظار کامیون شامل زمانهای انتظار برای بارگیری و تخلیه است که ناشی از تخصیص کامیون اضافی برای موقعیت بارگیری، شرایط آب و هوایی و عملکرد راننده یا متصدی دستگاه می باشد.

ه- زمان تاخیرات: زمانهای تاخیر در عملیات که باعث کاهش تولید می شوند بصورت تاخیرهای ثابت یا متغیر طبقه بندی می شوند. تاخیرهای ثابت قابل پیش بینی مربوط به زمانهایی نظیر تغییر شیفت، بازرسی وسایل، ترمزها، سوخت رسانی و آتشباری ثانویه و ... هستند. تأخیرهای

متغیر شامل افتهای زمانی برای نگهداری راه باربری، پاک کردن ناحیه بارگیری، توقف راننده، بارگیری سنگ های بزرگتر از اندازه و ...را در بر می گیرند که در سیکل کامیون در نظر گرفته می شوند.

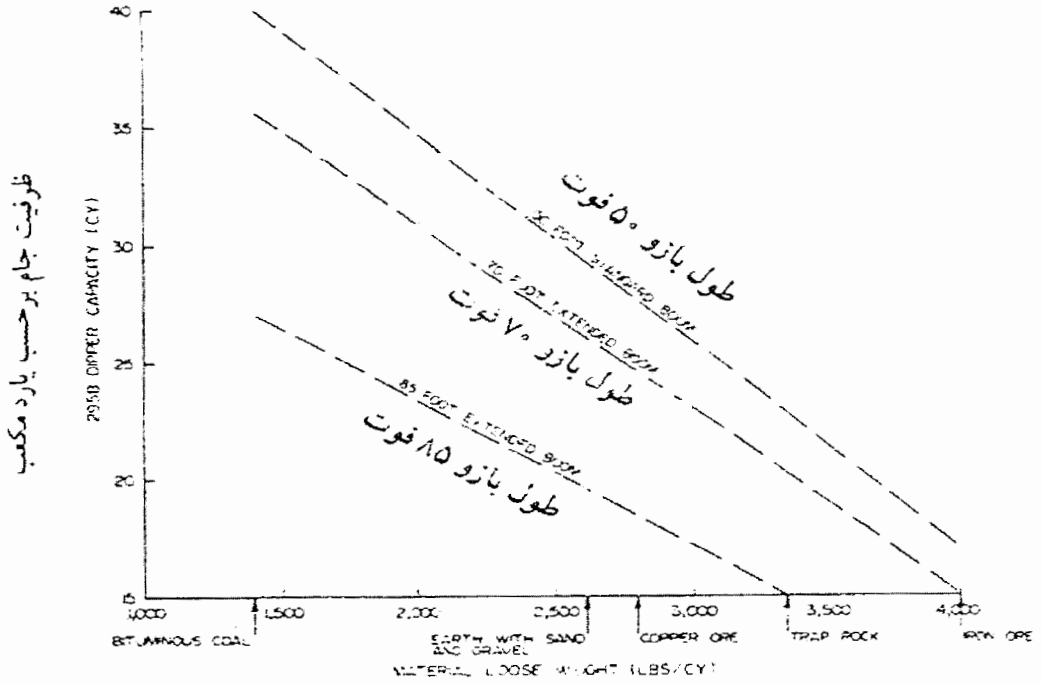
۳-۴- ماشین آلات بارگیری

سیستم های بارگیری مختلفی از قبیل شاول، لودر، دراگلاین، اکسکاواتورهای هیدرولیکی و بکهو (کج بیل) در معادن روباز وجود دارند. انتخاب شایسته ماشین آلات بارگیری نیاز به مطالعه و بررسی های اقتصادی و فنی همه جانبه و بستگی به شرایط عملیات موجود در معدن دارد به گونه ای که انتخاب مذکور، جوابگوی تمام نیازهای عملیاتی باشد. معمول ترین ماشین بار کننده در معادن روباز، شاول می باشد.

شاول اولین بار قبل از سال ۱۸۰۰ میلادی به منظور حفر کانال استفاده گردید. بعدها با اندکی تغییر از آن در جهت ایجاد مسیر راه آهن استفاده شد. اولین بار شاول در سال ۱۹۴۶ در معادن به منظور استخراج استفاده گردید. از این سال به بعد اندازه صندوقه شاولها بطور چشم گیری افزایش یافته و تامین کننده توان ماشین که از طریق موتورهای بخار انجام می گرفت، تبدیل به موتورهای دیزل و در نهایت به موتور الکتریکی تغییر یافته اند. در شرایط فعلی دو نوع شاول در معادن بکار گرفته می‌شوند که شامل شاولهایی که در معادن زغالسنگ به منظور باطله برداری و شاولهایی که برای برداشت مواد معدنی خرد شده (در معادن فلزی) می باشد. شاول نوع دوم بیشتر برای جای کردن مواد پس از آتشباری آنها مورد استفاده قرار می گیرد. با توجه به ظرفیت بارگیری این شاولها که تا ۲۰۰ یارد مکعب است، بیشتر در مواردی از آنها استفاده می شود که اکسکاواتورهای هیدرولیکی یا لودر معمولی جوابگوی عملیات مربوطه نباشند [۹و۲۰].

این دو شاول از نظر ساختار مشابه یکدیگرند و تنها از لحاظ اندازه با هم تفاوت دارند. شاولهایی که در معادن فلزی بکار می روند، کوچکتر از نوع دیگر هستند. ظرفیت جام این نوع شاولها به طور معمول بین ۴۰-۷ مترمکعب است و به نحوی طراحی شده اند که قادرند سنگ یا مواد بارگیری شده را به داخل سیستمهای حمل همچون کامیونها و لوکوموتیو تخلیه نمایند. این نوع شاولها توانایی نفوذ در انواع سنگها اعم از نرم تا سخت را دارند، این توانایی ماشین توام با اسکلت بندی

محکم و داشتن خاصیت محور گردی، این امکان را برای شاول به وجود آورده است تا در قیاس با سایر ماشینهای بارگیری هم اندازه از تولید بالاتر و مستمرتر برخوردار شود. ظرفیت جام شاول به طول بازوی شاول و وزن مخصوص مواد خرد شده بستگی دارد (شکل۳-۷)[۱۱].



شکل ۳-۷-ارتباط بین صندوقه شاول با وزن مخصوص و طول بازوی شاول[۱۱]

افزایش هر یک از دو عامل مذکور موجب کمتر شدن ظرفیت واقعی و انتخاب جام کوچکتر خواهد شد. در میان ماشین آلات بارگیری در معادن روباز حدود ۸۰٪ معادن از شاول جهت بارگیری استفاده می کنند که برخی از دلایل این انتخاب عبارتست از:

نرخ تولید بالا، توانایی در استخراج همه نوع سنگ از نظر سختی، طول عمر زیاد و قابلیت دسترسی زیاد (شاولهای الکتریکی دارای ۴۰۰۰۰ ساعت یا بیشتر، ۱۵ تا ۲۰ سال، و قابلیت دسترسی بین ۷۵ تا ۸۵ درصد می باشند. لذا کاملا با پروژه های معدنی با عمر ۲۰ تا ۲۵ سال سازگاری دارند)، علیرغم بالا بودن قیمت اولیه، هزینه عملیاتی آنها پایین می باشد که در مجموع سبب اقتصادی بودن برای پروژه های بلندمدت است. کارآیی مناسب در کلیه شرایط جوی،

راندمان بالای بارگیری و سازگاری برای کار در پله هایی با ارتفاع حدود ۱۵متر (ارتفاع پله اغلب معادن روباز در همین حدود است)[۹]، آنها را در قیاس با بارکننده های دیگر نظیر دراگلاین و اکسکاواتور بیل چرخش از تحرک بیشتری برای انتقال و جابجایی مواد برخوردار کرده است.

اما در مقابل مزایای بالا، شاولها دارای یک سری معایبی نظیر انعطاف پذیری کم، تحرک کمتر در مقایسه با لودر، بالا بودن قیمت اولیه ماشین (کاربرد آن برای معادن کوچک با تولید کم تا متوسط، از نظر اقتصادی بودن به صرفه نخواهد بود) می باشند[۱۱].

افزایش اندازه جام می تواند مجموعه هزینه های عملیات و سرمایه ای به ازای هر تن را کاهش دهد، زیرا موجب کاهش نیروی کاری، افزایش تولید در واحد زمان، کمتر شدن زمانهای تاخیر تجهیزات و کاهش مجموعه هزینه های مصرفی نظیر سوخت و برق می شود. مناسب ترین شرایط برای بکارگیری شاولها وقتی است که ارتفاع پله ها بین ۹ تا ۱۵ متر بوده و سنگها به خوبی منفجر شده باشند [۲۰].

۳-۴-۱- سیکل عملیات شاول

شاولها توانایی کندن و بارگیری مواد در تراز استقرار ماشین یا بالاتر از آن را دارند. مواد بارگیری شده توسط شاولها به محل انباشت یا وسیله نقلیه دیگر مثل کامیون منتقل و تخلیه می شوند.

بطور کلی چرخه عملیات شاول شامل مراحل زیر می باشد:

الف ـ نفوذ در سینه کار و پرکردن جام با حرکت بازوی جام

ب ـ بالا آوردن جام و جدا کردن آن از سینه کار

ج ـ چرخش به سمت محل تخلیه

د ـ تخلیه جام از طریق باز کردن دریچه جام

ه ـ چرخش مجدد به سمت سینه کار برای شروع عملیات

وـ در صورت نیاز، حرکت به محل بارگیری جدید

کل زمان صرف شده در یک دوره از این عملیات را سیکل بارگیری شاول می نامند که ۲۲ تا ۳۵ ثانیه بسته به زاویه چرخش، وزن شاول، مهارت متصدی دستگاه و شرایط سنگ تغییر می کند و طولانی ترین آنها مربوط به چرخش شاول می باشد.

زمان متوسط چرخش ۹۰ درجه ۱۸ تا ۲۰ ثانیه، زمان بالا بردن یا کندن ۶ تا ۸ ثانیه و زمان تخلیه تقریبا ۲ ثانیه است. زمان سیکل اسمی کار شاول برای مواد سخت (موادی که نیاز به آتشباری دارد) و با یک چرخش ۹۰ درجه ، به میزان ۴/۸ ثانیه و برای حفر در مواد آسان (موادی که نیاز به آتشباری ندارد) به ۲/۴ ثانیه کاهش می یابد. این زمان به ازای افزایش یا کاهش هر ۵ درجه در زاویه چرخش بطور متوسط به میزان ۰/۶ ثانیه افزایش یا کاهش می یابد. بطور کلی زمان نظری چرخه عملیات شاول در جدول ۳-۷ آورده شده است[۷].

جدول ۳-۷- سیکل بارگیری شاول به ثانیه برای حالتهای مختلف[۷]

صندوقه (Yd^3)	سنگ سخت	سنگ شل و بدون آتشباری	حالت کندن		
			متوسط	سختی متوسط	سخت
۴	۳	۱۸	۲۳	۲۸	۳۲
۵	۴	۲۰	۲۵	۲۹	۳۳
۶	۵	۲۱	۲۶	۳۰	۳۴
۷	۵/۵	۲۱	۲۶	۳۰	۳۴
۸	۶	۲۲	۲۷	۳۱	۳۵
۱۰	۸	۲۳	۲۸	۳۲	۳۶
۱۲	۹	۲۴	۲۹	۳۲	۳۷
۱۵	۱۱/۵	۲۶	۳۰	۳۳	۳۸
۲۰	۱۵	۲۷	۳۲	۳۵	۴۰
۲۵	۱۹	۲۹	۳۴	۳۷	۴۲
۴۵	۳۵	۳۰	۳۶	۴۰	۴۵

۳-۴-۲- عوامل موثر در انتخاب نوع بارکننده

عوامل چندی در تعیین نوع بار کننده تاثیر کلیدی و عمده دارند که عبارتند از:

۱- خصوصیات فیزیکی و مکانیکی سنگ

۲- قابلیت دسترسی به ماشین

۳- قابلیت بهره وری ماشین

۴- وزن بارکننده

۵- سازگاری با اندازه کامیون

۶- عرض پله

۷- حداکثر ابعاد موادی که بارکننده باید بارگیری کند

۸- ارتفاع دسترسی جام بارکننده

۳-۴-۲-۱- خصوصیات فیزیکی و مکانیکی سنگ

خصوصیات فیزیکی و مکانیکی سنگ که در انتخاب تجهیزات موثرند را می توان در سه گروه دسته بندی کرد.

الف ـ قابلیت کنده شدن: این عامل ملاکی برای تعیین کار مورد نیاز جهت نفوذ در سنگ (کانسنگ و باطله) و برداشتن آنها از موقعیت بر جا و در نهایت انتقال آنها می باشد. مواد از این جنبه در سه گروه بدون نیاز به آتشباری، مواد قابل شخم زدن و مواد مستلزم آتشباری و چالزنی تقسیم می شوند.

بنا به تحقیقات انجام گرفته توسط pasameh metoglo,et.at در سال ۱۹۸۸ انتخاب بارکننده‌ها را براساس قابلیت کندن سنگها در پنج گروه ارائه کردند. آنها تقسیم بندی خود را با توجه به تاثیر عواملی همچون مقاومت تک محوری، فاصله درزه، تغییرات سرعت، تغییرات آب و هوایی و سختی سنگ برآورد کرده اند[۱۰].

ب ـ وزن مخصوص یا چگالی

۳-۴-۲-۲- قابلیت دسترسی به ماشین

در حمل، امکان مشغول به کار بردن ماشین در تمام لحظات عمر آن وجود ندارد. معمولا″ در هر دوره زمانی معین، ماشین آلات بایستی برای تعمیرات اساسی و تعویض قطعات فرسوده و از کار افتاده در تعمیرگاه به سر ببرند. این دوره معمولا″ از سوی سازندگان ماشین در اختیار استفاده کنندگان قرار می گیرد. ضریب قابلیت دسترسی برابر است با[۱۱]:

$$R_a = \frac{T_t - T_{m\&r}}{T_t} \qquad (۱۵-۳)$$

R_a: ضریب قابلیت دسترسی

T_t: تعداد روزهای کاری در سال

$T_{m\&r}$: تعداد روزهایی از سال که ماشین جهت تعمیرات اساسی و تعویض قطعات یدکی در تعمیرگاه به سر می برد

طبیعی است هر چه ضریب دسترسی ماشین به یک نزدیکتر باشد، ماشین از کارآیی و آماده به کاری بیشتری در سال برخوردار است. در سالهای اولیه ماشین این ضریب بالاتر می باشد و با کار بیشتر و مستهلک شدن مقدار آن کاهش خواهد یافت.

۳-۴-۲-۳- قابلیت بهره وری ماشین

در عمل تنها تعمیر و تعویض قطعات ماشین نیست که مانع عملیات ماشین می شود، بلکه عوامل دیگر از قبیل شرایط جوی، جابجایی ماشین، تعویض شیفت، زمان صرف غذای کارکنان و تاخیرات پرسنلی و مشکلات فنی و امثالهم نیز باعث توقف ماشین می شوند. این ضریب برابر است با:

$$R_u = \frac{(T_t - T_{m\&r}) - T_l}{(T_t - T_{m\&r})} \qquad (۱۶-۳)$$

که در آن:

R_u: ضریب بهره وری

T_l: مجموع روزهایی که ماشین علیرغم در اختیار بودن به دلیل شرایط جوی، جابجایی و زمان توقف و ... فعال نیست.

راندمان نهایی ماشین از حاصلضرب ضریب بهره وری و ضریب دسترسی به دست می آید که برابر است با زمان خالص و مفید کاری ماشین تقسیم بر کل روزهای کاری در سال:

$$R_o = R_a \times R_u = \frac{T_t - (T_{m\&r} + T_l)}{T_t} \qquad (۱۷-۳)$$

که در آن:

R_o: راندمان نهایی عملیات

R_a : ضریب دسترسی

۳-۴-۲-۴- وزن بارکننده

امروزه با بهبود طراحی و استفاده از فولادهای آلیاژی سبک، بارکننده هایی با وزن کمتر و استحکام و مقاومت بیشتر نسبت به گذشته به بازار عرضه گردیده است. بطور کلی نیروی وزن بارکننده ها باید با شرایط ژئومکانیکی حاکم بر پله سازگاری داشته باشد تا عاملی برای ایجاد شکست در پله نگردد[۲۱].

۳-۴-۲-۵- سازگاری با اندازه کامیون

همانطور که بیان شد بارکننده و باربر باید کاملا با هم سازگار باشند. قانون بر این است که صندوق کامیون با ۳ تا ۶ جام شاول پر گردد [۲۲]. بدین منظور ابتدا بارکننده انتخاب و بعد برای سازگاری مورد نظر باربر را انتخاب می کنند.

۳-۴-۲-۶- عرض پله

یکی از عواملی که به کارگیری بارکننده های بزرگ مقیاس را در معادن محدود می کند، عرض پله کاری می باشد. ماشینها باید به گونه ای انتخاب گردند که فضای لازم برای مانور خود، کامیون و محل استقرار کامیون در کنار خود در اختیار داشته باشند.

۳-۴-۲-۷- حداکثر ابعاد موادی که بارکننده باید بارگیری کند

یکی از عواملی که باعث ایجاد فشار زیاد بر دستگاه و صندوقه بارکننده می شود، بزرگی بیش از حد قطعه سنگهای آتشباری شده می باشند[۱۱].

۳-۴-۲-۸- ارتفاع دسترسی جام بارکننده

بارکننده ای که برای بارگیری در پله انتخاب می شود بایستی بتواند از مرتفع ترین ارتفاع انباشت سنگ خرد شده در جلوی پله بارگیری نماید. ارتفاع سنگ خرد شده و انباشته شده روی پله بعد از آتشباری باید در حد دسترسی جام شاولها باشد. همچنین می توان برای تعیین صندوقه شاول بر حسب ارتفاع پله از رابطه ۳-۱۸ استفاده کرد [۲۳].

$$H = 10 + 0/57(C_{bs} - 6) \qquad (۱۸-۳)$$

$$C_{bs} = 1/754H - 11/544 \qquad (۱۹-۳)$$

که در آن:

H: ارتفاع پله (متر)

C_{bs}: ظرفیت جام شاول بر حسب مترمکعب

۳-۴-۳- عوامل موثر در ظرفیت تولید

عوامل این بخش در میزان تولید و نحوه کار دستگاههای بارگیری و باربری تاثیر به سزایی دارد که شامل موارد زیر می باشند:

۱- ضریب تورم و بار

اغلب در برآورد میزان مواد قابل دسترسی، حجم بر جای آنها محاسبه می شود. چرا که هنوز ماده در محل اصلی خود در زمین قرار داشته و استخراج نشده است. بعد از آنکه سنگ در اثر آتشباری خرد گردید، به قطعات کوچکتر تقسیم می شود و در نتیجه فضای خالی بین قطعات خرد شده افزایش می یابد. ضریب تورم بصورت تفاوت حجم خرد شده و اولیه نسبت به حجم اولیه تعریف می شود و برابر است با[۷]:

$$S = \frac{V_b - Vi}{Vi} = \frac{V_b}{V_i} - 1 = \frac{\gamma_i}{\gamma_b} - 1 \qquad (۲۰-۳)$$

که در آن:

V_i: حجم ماده برجا

V_b: حجم همان میزان مواد خرد شده

γ_i: وزن مخصوص برجا

γ_b: وزن مخصوص خرد شده

S: ضریب تورم

فاکتور دیگری برای سنجش ازدیاد حجم ضریب بار می باشد که برابر است با:

$$f_L = \frac{1}{1+s} = \frac{\gamma_b}{\gamma_i} \qquad (۲۱-۳)$$

که در آن:

f_L: ضریب بار

در جدول ۳-۸ چگالی و ضریب بار برخی از مواد آورده شده است.

۲- ضریب پرشوندگی جام

این ضریب نسبت بین حجم واقعی سنگ یا خاک داخل جام به حجم اسمی جام را بیان می کند.

$$B_{ff} = \frac{V_a}{V_N} \qquad (۲۲-۳)$$

که در آن:

B_{ff}: ضریب پرشوندگی جام

V_a: حجم واقعی سنگ یا خاک داخل جام

V_N: حجم اسمی جام که کارخانه سازنده آن را اعلام می کند.

جدول ۳-۸- چگالی و ضریب بار برخی از مواد معدنی[۱۶]

ماده	چگالی	ضریب بار
آندزیت	۲/۹۴	۰/۶
بوکسیت	۲/۲۳	۰/۶۷
بازالت	۲/۹۴	۰/۶۱
برش	۲/۴۱	۰/۷۵
سنگ تجزیه و متلاشی شده		
گرانیت	۲/۶۹	۰/۵۸
گنایس	۲/۷۱	۰/۶
سینیت	۲/۶۴	۰/۶
هماتیت	۵/۰۸	۰/۵۷
سنگ آهک	۵/۶۱	۰/۶۱
لیمونیت	۳/۸	۰/۶۵
منیزیت	۳	۰/۶۷
فسفات	۳/۲۱	۰/۶۷
پورفیری	۲/۷۴	۰/۶
کوارتز	۲/۵۹	۰/۶
کوارتزیت	۲/۶۸	۰/۶
ماسه سنگ	۲/۶۴	۰/۶۲
شیست	۲/۶۴	۰/۶۳
شیل	۲/۶۴	۰/۶۷
سیلت استون	۲/۴۲	۰/۶۲

ضریب پرشوندگی جام به کیفیت سنگ، قابلیت کندن (آسان تا دشوار)، نحوه چالزنی و آتشباری در معدن و شکل بدنه جام بستگی دارد. جدول ۳-۹ مقدار تخمینی ضریب پرشوندگی جام را با احتساب شرایط کندن نشان می دهد.

جدول ۳-۹- مقادیر متوسط ضریب پر شوندگی صندوقه [۷]

نوع مواد	ضریب پرشوندگی
خاک مرطوب و سست،مخلوط سنگ	۱/۲-۱
رس مرطوب	۱/۱-۱
مواد کپه شده ، دانه بندی شده و با قابلیت کنده شدن متوسط	۰/۹۵-۱/۱
خاک بستر طبیعی، مخلوط سنگ	۰/۹۵-۱
کانسنگهای نرم و زغال لایه ای	۰/۸۵-۰/۹۵
کانسنگ خوب شخم زده و مواد با قابلیت کنده شدن سخت	۰/۸۵-۱
رس توده ای سخت یا مرطوب	۰/۷۵-۰/۹
مواد سیمان شده	۰/۷۵-۰/۹
سنگ آتشباری شده با خردشدگی متوسط	۰/۷۵-۰/۹
سنگ آتشباری شده با خردشدگی ضعیف	۰/۶-۰/۷۵

۳- ضریب چرخش

زمان و توان ماشینهای بارگیری محور گرد بالاخص شاول و دراگلاین به زاویه چرخش آنها بستگی دارد. مقدار تاثیر زاویه چرخش نسبت به۹۰ درجه که ضریب آن برابر یک است، ارزیابی می شود. جدول۳-۱۰ ضریب چرخش بر حسب زاویه های متفاوت را نشان می دهد[۷].

جدول ۳-۱۰- ضریب چرخش شاول [۷]

زاویه چرخش(٪)	۴۵	۶۰	۷۵	۹۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۰
ضریب چرخش	۱/۲	۱/۱	۱/۰۵	۱/۰۰	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۷۷

فصل چهارم

انتخاب ماشین آلات به روش کلاسیک

فصل چهارم

انتخاب ماشین آلات به روش کلاسیک

۴-۱- آشنایی با روشهای انتخاب ماشین آلات به روش کلاسیک

مدلهای سنتی در انتخاب ماشین آلات بیشتر از ظرفیت و توان سیستم بارگیری و باربری استفاده می کنند. ضمن اینکه بین این دو عامل و ابعاد فیزیکی ماشین آلات نیز هماهنگی وجود دارد. روال انتخاب به این صورت می باشد که ابتدا ظرفیت ماشین آلات بر اساس میزان تولید مشخص می گردد و در صورتی که از نظر ابعاد وسیله محدودیتی وجود نداشته باشد، امکان انتخاب ماشین آلات با ظرفیت دلخواه وجود خواهد داشت. در طراحی کلاسیک سیستم بارگیری و باربری برای هرشاول تعداد خاصی کامیون در نظرگرفته می شود، در این روش تعداد کامیونها به طریقه تجربی محاسبه شده و در کنار شاولها قرارمی گیرند و هرکامیون پس از پرشدن (بارگیری از شاول) با توجه به نوع بار خود (باطله یا ماده معدنی) به سمت دمپ باطله یا بونکر (سنگ شکن) فرستاده می شود. در این روش کامیونها و شاولها دارای زمان انتظار بوده بنابراین از حداکثر ظرفیت تجهیزات بارگیری و باربری استفاده نمی شود،

بطور کلی ظرفیت، مهمترین عامل در انتخاب بارکننده و توان، مهمترین عامل در انتخاب باربرها می باشد.

این روش در تمام معادن سطحی ایران متداول می باشد. در این روش شیوه های مختلفی برای انتخاب تعداد ماشین آلات بارگیری و حمل و نقل وجود دارد، اساس تمام این شیوه ها به گونه ای است تا تولید سالانه معدن برآورده گردد [۲۴].

در ادامه برخی از روشهای کلاسیک در تعیین تعداد و اندازه ماشین آلات باربری و بارگیری آورده شده است.

۴-۲- روشهای انتخاب نوع و تعداد ماشین آلات باربری

برای تعیین تعداد ماشین آلات باربری مورد نیاز سه روش وجود دارد:

الف ـ روش زمان سیکل باربری

ب ـ روش ظرفیت باربری متوسط، حداکثر و نظری

ج - روش اهارا

۴-۲-۱- روش زمان سیکل باربری

در این روش که ساده ترین روش انتخاب تعداد ماشین آلات حمل و نقل می باشد، باید سیکل کاری سیستم حمل و نقل اندازه گیری و محاسبه شود، سپس براساس آن تعداد ماشین آلات حمل را انتخاب نمود. از عوامل موثر در این روش که می بایست آنها را اندازه گیری نمود عبارتند از: زمان بارگیری شاول، زمان رفت (زمان رسیدن کامیون تا محل تخلیه)، زمان برگشت (زمان برگشت کامیون از محل تخلیه به پای شاول)، زمان تخلیه بار، زمان تاخیرهای ثابت (زمان تعویض شیفت ,...) و تاخیرهای متغیر(زمان انتظارکامیون در پای شاول) [۲۴].

با استفاده از روابط زیر می توان تعداد کامیونهای مورد نیاز برای هر شاول را محاسبه نمود.

زمان سیکل یک دستگاه عبارتست از [۲۵]:

$$L_{CT} = T_{sL} + C_{TT} + T_{SD} + T_L + T_D + T_E + A_D \qquad (۱-۴)$$

که در آن:

L_{CT} = زمان سیکل یک دستگاه باربری $\qquad$ T_L = زمان حرکت با بار

T_{sL} = زمان استقرار در نزدیکی بارکننده $\qquad$ T_{SD} = زمان استقرار درمحل تخلیه

C_{TT} = زمان بارگیری یک دستگاه باربری $\qquad$ T_D = زمان تخلیه

T_E = زمان حرکت بدون بار $\qquad$ A_D = سایر زمانهای تاخیر (متوسط)

$$C_{TT} = \left[\frac{C_{bt}}{C_{bs}}\right] \times C_{TS} \qquad (۲-۴)$$

عدد داخل کروشه به عدد صحیح بالاتر گرد می شود.

که در آن:

C_{bs}: ظرفیت جام سیستم بارکننده (با اعمال ضریب پر شوندگی)

C_{bt} : ظرفیت صندوقه دستگاه باربری

C_{TS} : زمان سیکل بار کننده (با اعمال راندمان)

$$T_L = \frac{HD}{SL} \qquad (۳-۴)$$

$$T_E = \frac{HD}{SE} \qquad (۴-۴)$$

که در آن:

HD: فاصله محل بارگیری تا محل تخلیه

SL: سرعت دستگاه باربری با بار

SE: سرعت دستگاه باربری بدون بار

تعداد دستگاه باربری در رابطه (۴-۵) بدست می آید.

$$N = \left[\frac{L_{CT}}{T_{SL} + C_{TT}}\right] \qquad (۵-۴)$$

عدد داخل کروشه به عدد صحیح بالاتر گرد می شود.

این فرایند را بارسم نمودار گانت (Gantt) تشریح می کنند. در این نمودار حالات دستگاههای بارگیری و باربری بعنوان تابعی از زمان نشان داده می شود.

برای مثال، شکل ۴-۱ نمودار گانت را برای یک بار کننده با دو سه دستگاه باربری نشان می دهد. با برابر قرار دادن زمانهای مربوط به بارکننده دستگاه باربری برای فاصله زمان i در شکل ۴-۱ درحالتی که از دو دستگاه باربری استفاده می شود، زمان انتظار (W) برای یک دستگاه باربری را می توان محاسبه نمود.

$$2(T_{SL} + C_{tt}) + W = T_{SL} + C_{TT} + T_L + T_{SD} + T_D + T_E \qquad (۶-۴)$$

$$W = (T_L + T_{SD} + T_D + T_E) - (T_{SL} + C_{TT})$$

برای دو دستگاه باربری مجموعه زمان انتظار (T_W) برای سیکل باربری عبات از:

$$TW = \left[\frac{n-1}{2}\right]\left[(T_L + T_{SD} + T_D + T_E)\right] - \left[T_{SL} - C_{TT}\right] \qquad (۷-۴)$$

این رابطه می تواند برای N دستگاه کامیون تعمیم داده شود:

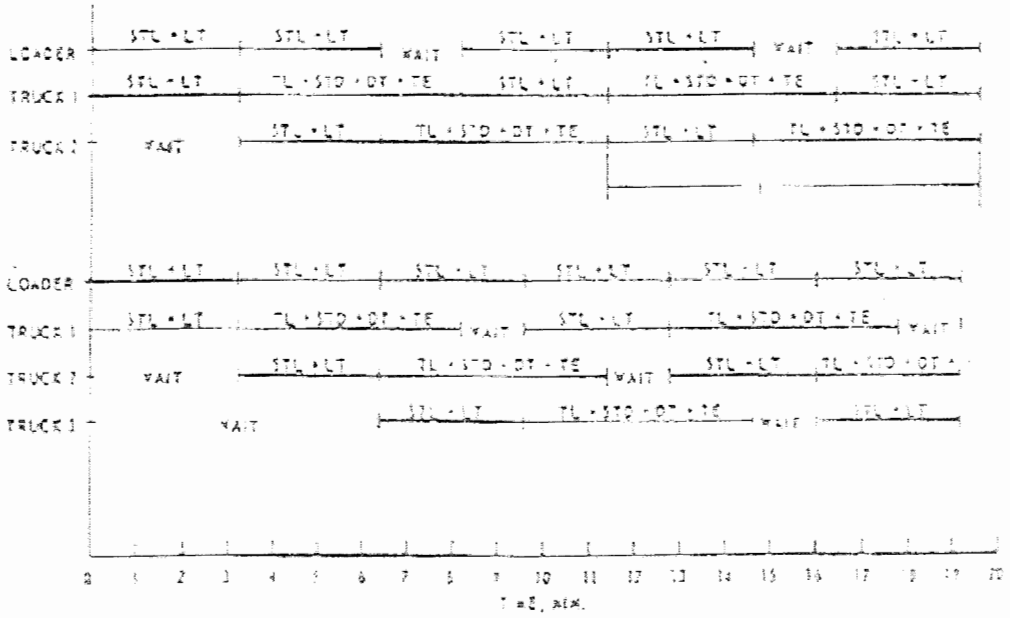
$$W = [T_L + T_{SD} + T_D + T_E] - (N-1)[T_{SL} + C_{TT}] \qquad (۸-۴)$$

با افزایش N، W کاهش می یابد. اگر N به اندازه کافی بزرگ باشد W منفی خواهد شد.

W منفی بدین معنی است که اولین دستگاه باربری قبل از پایان بارگیری کلیه دستگاههای باربری دیگر به محل بارگیری بر می گردد یا سیکلش کامل می شود (کامیون منتظر بارگیری می ماند). پس از تعیین زمانهای مذکور و زمان سیکل باربری، همزمانی بارگیری و باربری وقتی حاصل خواهد شد که:

$$L_{CT} \le N(C_{TT} + T_{SL}) \qquad (۹-۴)$$

N: تعداد کامیون



شکل ۴-۱ - نمودار گانت جهت محاسبه زمان انتظار کامیون[۲۵]

۴-۲-۲- روش ظرفیت باربری متوسط، حداکثر و نظری

تعداد کامیون مورد نیاز برای باربری را علاوه بر روش ذکر گردیده (زمان سیکل باربری) با استفاده از ظرفیت باربری متوسط، حداکثر و نظری نیز می توان محاسبه کرد [۱۱].

الف- روش ظرفیت باربری متوسط کامیون

ظرفیت باربری متوسط و تعداد کامیون محاسبه شده بر مبنای این ظرفیت از رابطه زیر قابل محاسبه می باشد[۲۵]:

$$APH = \frac{(8 - f_d) \times 60 \times f_j}{8 \times T_{cl}} \times C_{bt} \qquad (۱۰-۴)$$

که در آن:

f_j: راندمان عملیاتی

C_{bt}: ظرفیت جام سیستم بارکننده

APH: ظرفیت باربری متوسط کامیون در ساعت

f_{cl}: زمان تاخیرهای ثابت (ساعت)

Q_y: تولید سالانه معدن(تن)

$$N_T = \frac{Q_y}{APH \times W_{hy}} \qquad (۱۱-۴)$$

که در آن:

W_{hy}: ساعت کار مفید سالانه

N_t: تعداد کامیون

ب- روش حداکثر ظرفیت باربری کامیون

در محاسبه حداکثر ظرفیت باربری برحسب تن در ساعت تنها زمان متغیر منظور می شود و از آن برای محاسبه تعداد کامیونی که زمان انتظار شاول را صفر کند، استفاده می شود[۲۵].

$$PPH = \frac{60 \times f_j}{T_{cl}} \times c_{bt} \qquad (۱۲-۴)$$

که در آن:

PPH: حداکثر ظرفیت باربری کامیون (تن درساعت)

$$N_T = \frac{Q_y}{PPH \times W_{hy}} \qquad (۱۳-۴)$$

ج- ظرفیت باربری نظری کامیون

$$TPH = \frac{60}{T_{CL}} \times C_{ht} \times L_F \times F_F \qquad (۱۴-۴)$$

که در آن:

F_F: ضریب پرشوندگی صندوقه

TPH: تولید نظری کامیونی برحسب تن درساعت

L_F: ضریب بار

جهت محاسبه تعداد کامیون مورد نیاز می توان از فرمول زیر استفاده کرد:

$$N_T = \frac{Q_y}{TPH \times W_{hy}} \qquad (۱۵-۴)$$

۴-۲-۳- روش اهارا

در سال ۱۹۹۲ میلادی اهارا فرمولهایی تجربی را بصورت زیر به منظور انتخاب کامیونهای معدنی ارائه نمود [۲۶]:

انتخاب اندازه بهینه کامیون: اندازه بهینه کامیون بر حسب تن کاملا با اندازه جام شاول (S) بر حسب یارد مکعب مرتبط می باشد:

$$\text{اندازه کامیون (تن)} = 9.0S^{1.1} \qquad (۱۶-۴)$$

تعداد کل کامیونها اعم از آنچه مورد نیاز برای ناوگان حمل و کامیونهای اضافی جهت احتمال تعمیر کامیونهای اصلی، توسط فرمول زیر محاسبه می شود[۲۶]:

$$N_t = 0.25 \times \frac{T_p^{0.8}}{t} \qquad (۱۷-۴)$$

که در آن:

T_p: تولید روزانه بر حسب تن کوچک

t: اندازه کامیون(تن)

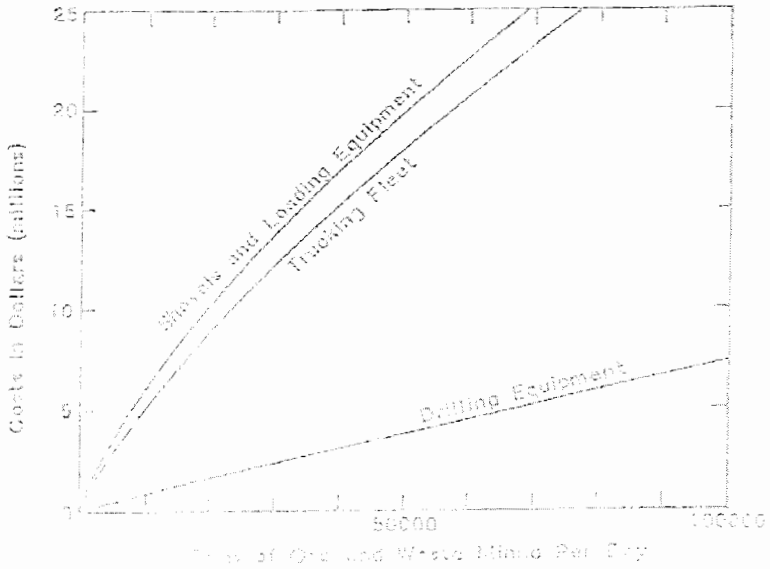
N_t: تعداد کامیون

تعداد کامیون بدست آمده تنها در شرایطی صدق می کند که برای فاصله باربری و شیب ظاهری مقدار میانگینی را در نظر گرفته باشیم. در واقع این فرمول یک تعداد، تحت یک شرایط خاص را می دهد.

هزینه کل ناوگان باربری با فرمول زیر بیان می شود[۲۶]:

$$\text{هزینه کل ناوگان باربری} = N_t \times \$20000 \times t^{0.9} \qquad (۱۸-۴)$$

هزینه های سرمایه گذاری ثابت ناوگان تولید شامل هزینه ماشین آلات حفاری، بارگیری و باربری در شکل (۴-۲) نشان داده شده است:



شکل ۴-۲- هزینه ها برای ماشین آلات معادن روباز[۲۶]

۴-۳- روشهای انتخاب نوع و تعداد ماشین آلات بارگیری

برای انتخاب دستگاه بارگیری از روشهای محاسبه ظرفیت ساعتی شاول، تعداد ماشین بارگیری و روش اهارا استفاده می شود که در زیر توضیح داده خواهد شد.

۴-۳-۱- محاسبه ظرفیت ساعتی شاول

با توجه به عوامل ذکر شده موثر در تولید، ظرفیت ساعتی شاول را می توان به دو روش محاسبه کرد[۱۱].

روش اول- محاسبه ظرفیت تولید ساعتی شاول بر مبنای پارامترهای عملکردی

در این روش، ظرفیت تولید شاول از روابط زیر محاسبه می شود:

$$Q_h = \frac{3600 \times q_n \times f_f \times f_L \times f_s \times R_n \times \gamma_i}{C_{ts}} \quad (۱۹-۴)$$

$$q_n = \frac{Q_y}{N_c} \quad (۲۰-۴)$$

$$N_c = \frac{w_{sy}}{C_{ts}} = \frac{3600 \times T_t \times N_s \times h_s}{C_{ts}} \quad (۲۱-۴)$$

$$N_s = \frac{Q_y}{Q_h \times W_{hy}} \quad (۲۲-۴)$$

که در آن:

Q_h: ظرفیت تولید در ساعت (تن)

f_f: فاکتور پرشوندگی

f_s: ضریب چرخش نسبت به ارتفاع بارگیری

γ_i: وزن مخصوص برجا (تن بر متر مکعب)

Q_y: ظرفیت مورد نیاز سالانه (تن)

w_{sy}: زمان کاری مفید در سال (ثانیه)

N_s: تعداد شیفت در روز

q_n: ظرفیت اسمی صندوقه (متر مکعب)

f_L: ضریب بار

R_n: راندمان واقعی

C_{ts}: زمان بارگیری شاول (ثانیه)

N_c: تعداد سیکل شاول مورد نیاز در سال

T_t: روزهای کاری در سال

h_s: ساعت هر شیفت

N: تعداد ماشین بارگیری موردنیاز

W_{hy}: ساعت کار مفید در یک سال

روش دوم: محاسبه ظرفیت تولید ساعتی شاول بر مبنای ظرفیت کامیون

در این روش، ظرفیت تولید شاول از روابط زیر محاسبه می شود[۱۱]:

$$Q_h = C_{ht} \times N_T \quad (۲۳-۴)$$

$$N_T = \frac{3600}{N_L \times C_{ts} \times T_{w\&s}} \quad (۲۴-۴)$$

$$N_L = \left[\frac{C_{ht}}{C_{bs} \times \gamma_i}\right] \quad (۲۵-۴)$$

به عدد صحیح بزرگتر گرد می شود.

که در آن:

C_{ht}: ظرفیت صندوقه کامیون (تن)

N_L: تعداد جام شاول که صندوقه کامیون را پر می کند

C_{bs}: ظرفیت جام شاول (متر مکعب)

N_T: تعداد کامیون پر شده توسط شاول در هر ساعت

$t_{w\&s}$: زمان استقرار و انتظار (ثانیه)

Q_h: ظرفیت تولیددر ساعت(تن)

C_{ts}: زمان بارگیری بارکننده(ثانیه)

γ_i: وزن مخصوص برجا(تن بر متر مکعب)

با محاسبه تولید ساعتی شاول تعداد شاول لازم برای تولید سالانه محاسبه می گردد:

$$N_{sh} = \frac{Q_h}{Q_h \times W_{hy}} \quad (۲۶-۴)$$

که در آن:

N_{sh}: تعداد شاول

W_{hy}: ساعت مفید در سال

۴-۳-۲ روش اهارا

در سال ۱۹۹۲ میلادی اهارا با جمع آوری اطلاعات سیستم حمل و نقل معادن بزرگ روباز جهان، چگونگی انتخاب شاول را بصورت زیر توصیف کرد [۲۶]:

انتخاب اندازه بهینه شاول: ظرفیت اسمی صندوقه شاول بر حسب یارد مکعب به نسبت تناژ ماده معدنی و باطله ای که روزانه بارگیری می شود (T_p) با فرمول زیر بیان می شود:

$$C_{bs} = 0.145 T_p^{\ 0.4} \qquad (۴-۲۷)$$

C_{bs}: ظرفیت جام شاول (ترکیب)

T_p: تولید روزانه (ماده معدنی و باطله) بر حسب تن کوچک

تعداد شاولها N_s با ظرفیت صندوقه C_{bs} که بایستی مقدار کل T_p تن ماده معدنی و باطله را روزانه جابجا کند، از فرمول زیر قابل محاسبه می شود:

$$N_s = 0.011 \frac{T_p^{\ 0.88}}{C_{bs}} \qquad (۴-۲۸)$$

در عمل، از آنجا که ظرفیت صندوقه شاولها استاندارد می باشد نهایتا" شاولی انتخاب می شود که ظرفیت صندوقه آن در حدود و نزدیک به سایز انتخاب شده توسط معادله (۴-۲۷) باشد. اما تعداد شاول بدست آمده حاصل از فرمول (۴-۲۸) قاعدتا" همیشه یک عدد صحیح نمی باشد که بایستی جهت تعیین تعداد نهایی شاول عدد حاصل به عدد کمتر گرد شود. و در نتیجه برای بارگیری مواد باقیمانده ناشی از کسری تعداد شاول، نیاز به شاولی با اندازه کوچکتر یا لودر به عنوان یک سیستم بارگیری کمکی می باشد که البته شاول کوچکتر یا لودر نیز بصورتی باید انتخاب شوند که قادر به بارگیری کامیونهایی که سایزشان متناسب با شاولهایی با ظرفیت جام C_{bs} می باشند، باشد.

هزینه کل ناوگان بارگیری شامل شاولها به اضافه شاولهای اضافی یا بولدوزرهای کمکی یا لودر، با فرمول تجربی زیر محاسبه می شود:

$$\text{هزینه ماشین آلات بارگیری} = N_s \times \$510000 C_{bs}^{\ 0.8} \qquad (۴-۲۹)$$

روشهای سنتی انتخاب ماشین آلات با توجه به کار برد وسیعی که در معادن دارند ولی قابلیت بهینه سازی عوامل مهم هزینه های عملیاتی را ندارند و همهٔ پارامتر های مؤثر در انتخاب را در نظر نمی گیرند. اکثر روشهای سنتی که در فوق اشاره شد بر مبنای فرمول های ریاضی بنا نهاده

شده اند. فرمولهای ریاضی مطمئناً در بسیاری از موارد به جواب صحیح می رسد ولی در دنیای واقعی انتخاب ماشین آلات با توجه به افزایش تولید روزانه معادن متقابلاً با افزایش حجم مسئله و تعداد متغیرها مواجه می گردیم. لذا روشهای سنتی با افزایش حجم مسئله کارآیی خود را از دست خواهند داد، در واقع ما به دنبال روشی هستیم که با وجود مقداری خطا، روش کار آیی باشد که به اندازه کافی به جواب بهینه نزدیک باشد در حالیکه روشهای سنتی این امکان را ندارند.

فصل پنجم

انتخاب ماشین آلات بارگیری و باربری جهت انتقال باطله معدن جاجرم به روش کلاسیک

فصل پنجم

انتخاب ماشین آلات بارگیری و باربری جهت انتقال باطله معدن جاجرم به روش کلاسیک

۵-۱- مقدمه

در این بخش، با استفاده از جدول برنامه ریزی باطله برداری برای دوره ۲۰ ساله و با بکارگیری روشهای تجربی انتخاب تجهیزات بارگیری و حمل، بررسی های فنی و اقتصادی، ماشین آلات مورد نیاز جهت انتقال باطله به محل دپوهای تعیین شده، انتخاب می شوند.

به منظور انجام این کار ابتدا اطلاعات لازم جمع آوری گردید که شامل مواردی چون برنامه ریزی باطله برداری سالیانه، زمان سنجی از عملکرد ماشین آلات در فعالیتهای مختلف، بانک اطلاعاتی در محدوده زمانی مشخص در رابطه با زمانهای کارکرد، تأخیرات و تعمیرات برای محاسبه ضرایب دسترسی، بهره وری و راندمان ماشین آلات، مشخصات و پارامترهای هندسی کاواک، برآورد هزینه ها اعم از هزینه های عملیاتی و سرمایه گذاری ماشین آلات جهت بررسی های اقتصادی و ... می باشند.

۵-۲- مراحل مختلف انتخاب تجهیزات بارگیری و حمل باطله معدن جاجرم

به منظور انتخاب تجهیزات با استفاده از روشهای کلاسیک و تجربی در این تحقیق روندی به شرح زیر انجام شده است که در ادامه هر یک از این مراحل توضیح داده خواهد شد:

۱- بررسی جدول برنامه ریزی باطله برداری سالیانه

۲- محاسبه ظرفیت بارکننده و باربر و تعداد آنها با استفاده از روابط تجربی اهارا

۳- بررسی نتایج بدست آمده از روابط اهارا از نقطه نظر هماهنگی میان بارکننده و باربر

۴- بررسی سازگاری مشخصات فنی کامیونها و بارکننده ها با مشخصات هندسی و فنی کاواک

۵- مقایسه با موارد اجرایی مشابه موفق و اعمال نظرات افراد با تجربه

۶- محاسبه تعداد ماشین آلات

۷- بررسی اقتصادی

۸- انتخاب گزینه بهینه بعنوان ترکیب نهایی

۵-۲-۱- بررسی جدول برنامه ریزی باطله برداری سالیانه

برنامه ریزی باطله برداری سالیانه توسط شرکت مهندسی مشاور ایتوک ایران برای دوره ۲۰ ساله استخراجی انجام شده که نتایج آن در جدول ۵-۱ آورده شده است.

این جدول مبنای محاسبات برای انتخاب تجهیزات مورد نیاز باطله بردای قرار گرفته است و با بررسی آن یک دید کلی و انتخاب اولیه ای از نظر ظرفیت ماشین آلات بارکننده و باربر را بدست می دهد.

جدول ۵-۱- جدول برنامه ریزی باطله برداری سالیانه معادن بوکیست جاجرم[۲۷]

سال	معدن	باطله(تن)	باطله سالیانه(تن)
۲	G۱	۵۰۹۰۰۰	۱۰۱۳۰۰۰
	G٦	۵۰٤۰۰۰	
۳	G۱	٦٦۲۰۰۰	۲۳٦۹۰۰۰
	G۸	۱۷۰۷۰۰۰	
٤	G٦	۱۳۷۹۰۰۰	۳٦۸۳۰۰۰
	G۷	۲۳۰٤۰۰۰	
۵	G۲	۲۷٤۷۰۰۰	٤۷۸٤۰۰۰
	G۷	۲۰۳۷۰۰۰	
٦	G۷	۲٦٤۷۰۰۰	٤٦٤۲۰۰۰
	G٦	۱۹۹۵۰۰۰	
۷	G۳	۱٦۲۰۰۰	۵۱٤۰۰۰۰
	G٦	۲۷٦۰۰۰	
	G۲	٤۷۰۲۰۰۰	

ادامه جدول ۵-۱- جدول برنامه ریزی باطله برداری سالیانه معادن بوکیست جاجرم[۲۷]

سال	معدن	باطله(تن)	باطله سالیانه(تن)
۸	Z٤	۱۳۲۷۰۰۰	٥۳۲۷۰۰۰
	Z۳	۷۱۱۰۰۰	
	G٦	۱۰۳٤۰۰۰	
	G٤	۲۲٥٥۰۰۰	
۹	Z۳	۲۰٥۷۰۰۰	٤۳۷۹۰۰۰
	Z٤	۱۱۹۳۰۰۰	
	G٤	۱۱۲۹۰۰۰	
۱۰	G٤	۱۱۲۹۰۰۰	٤۲٦۸۰۰۰
	Z۳	۱٥۳۱۰۰۰	
	Z٤	۱٦۰۸۰۰۰	
۱۱	Z٤	۲۰۷۹۰۰۰	٤٦۲۱۰۰۰
	G٤	۲٥٤۲۰۰۰	
۱۲	G٤	٥۷٥۰۰۰۰	٥۷٥۰۰۰۰
۱۳	G٦	۷۸۸۰۰۰	۳۸٥۸۰۰۰
	Z۳	۷۳۰۰۰۰	
	Z۲	۱۸۹۱۰۰۰	
	Z۱	٤٤۹۰۰۰	
۱٤	G۱	۷۳۰۰۰۰	۳۷٥۰۰۰۰
	Z۱	۸۹۸۰۰۰	
	Z۲	۱۲۲۳۰۰۰	
	Z۳	۸۹۹۰۰۰	
۱٥	Z۱	۱۹۸۷۰۰۰	۳۹٤۷۰۰۰
	Z۲	۱۹٦۰۰۰۰	
۱٦	Z۱	۱۸۰٦۰۰۰	۳۹۷۱۰۰۰
	Z۲	۱۷۰۸۰۰۰	
	G٦	٤٥۷۰۰۰	
۱۷	G٦	۱۱۳۷۰۰۰	٤٦۸٤۰۰۰
	Z۱	۳٥٤۷۰۰۰	
۱۸	Z۱	٤۰٦۲۰۰۰	٤۱۹۸۰۰۰
	G٦	۱۳٦۰۰۰	
۱۹	G٦	٤۰۱٥۰۰۰	٤۰۱٥۰۰۰
۲۰	G۷	۲۲۸۲۰۰۰	۲۲۸۲۰۰۰
SUM		۷٦٦۸۱۰۰۰	۷٦٦۸۱۰۰۰

با بررسی جدول فوق، رنج ظرفیت ماشین آلات مورد استفاده جهت حمل و بارگیری باطله با بکارگیری تجربیات و نتایج مختلف در معادن مشابه در حدود کامیونهای ۱۶ تا ۵۵ تنی و لودرهای ۳ تا ۶ مترمکعبی می باشد.

در مراحل بعدی با احتساب موارد دیگر بهترین ترکیب لودر و کامیون انتخاب شده است.

۵-۲-۲- محاسبه ظرفیت بارکننده و باربر و تعداد آنها با استفاده از روابط تجربی اهارا

رابطه اهارا جهت محاسبه ظرفیت و تعداد بارکننده – باربرها در بخش قبلی به تفضیل ارائه و بحث شده است. در این بخش با در نظر گرفتن میران باطله برداری سالانه و با استفاده از این روابط، ماشین آلات مورد نیاز برای دوره ۲۰ ساله عمر معدن محاسبه شده است.

جداول زیر نتایج حاصل از به کار گیری روابط فوق را نشان می دهد.

جدول ۵-۲- انتخاب ظرفیت و تعداد بارکننده با استفاده از روابط اهارا

سال	معدن	باطله(تن)	باطله روزانه(تن)	اندازه بارکننده(متر مکعب)	تعداد بارکننده
۲	G۱	۵۰۹۰۰۰	۱۵۹۱	۲/۱	۲
	G۶	۵۰۴۰۰۰	۱۵۷۵	۲/۱	۲
۳	G۱	۶۶۲۰۰۰	۲۰۶۹	۲/۴	۲
	G۸	۱۷۰۷۰۰۰	۵۳۳۵	۳/۴	۳
۴	G۶	۱۳۷۹۰۰۰	٤۳۱۰	۳/۲	۲
	G۷	۲۳۰۴۰۰۰	۷۲۰۰	۳/۹	۳
۵	G۲	۲۷۴۷۰۰۰	۸۵۸۵	۴/۲	۳
	G۷	۲۰۳۷۰۰۰	٦۳٦٦	۳/۷	۳
۶	G۷	۲۶۴۷۰۰۰	۸۲۷۲	۴/۱	۳
	G۶	۱۹۹۵۰۰۰	٦۲۳۵	۳/۷	۳
۷	G۳	۱۶۲۰۰۰	۵۰۷	۱/۳	۱
	G۶	۲۷۶۰۰۰	۸٦۳	۱/۷	۱
	G۲	۴۷۰۲۰۰۰	۱٤٦۹٤	۵/۲	۴

ادامه جدول ۵-۲- انتخاب ظرفیت و تعداد بارکننده با استفاده از روابط اهارا

تعداد بارکننده	اندازه بارکننده(متر مکعب)	باطله روزانه(تن)	باطله(تن)	معدن	سال
۲	۳/۱	۴۱۴۷	۱۳۲۷۰۰۰	Z۴	۸
۲	۲/۴	۲۲۲۲	۷۱۱۰۰۰	Z۳	
۲	۲/۸	۳۲۳۲	۱۰۳۴۰۰۰	G۶	
۳	۳/۸	۷۰۴۷	۲۲۵۵۰۰۰	G۴	
۳	۳/۷	۶۴۲۹	۲۰۵۷۰۰۰	Z۳	۹
۲	۳	۳۷۲۹	۱۱۹۳۰۰۰	Z۴	
۲	۲/۹	۳۵۲۹	۱۱۲۹۰۰۰	G۴	
۲	۲/۹	۳۵۲۹	۱۱۲۹۰۰۰	G۴	۱۰
۳	۳/۳	۴۷۸۵	۱۵۳۱۰۰۰	Z۳	
۳	۳/۴	۵۰۲۵	۱۶۰۸۰۰۰	Z۴	
۳	۳/۷	۶۴۹۷	۲۰۷۹۰۰۰	Z۴	۱۱
۳	۴	۷۹۴۴	۲۵۴۲۰۰۰	G۴	
۴	۵/۶	۱۷۹۶۹	۵۷۵۰۰۰۰	G۴	۱۲
۲	۲/۵	۲۴۶۳	۷۸۸۰۰۰	G۶	۱۳
۲	۲/۵	۲۲۸۲	۷۳۰۰۰۰	Z۳	
۳	۳/۶	۵۹۱۰	۱۸۹۱۰۰۰	Z۲	
۲	۲	۱۴۰۴	۴۴۹۰۰۰	Z۱	
۲	۲/۵	۲۲۸۲	۷۳۰۰۰۰	G۱	۱۴
۲	۲/۷	۲۸۰۷	۸۹۸۰۰۰	Z۱	
۲	۳	۳۸۲۲	۱۲۲۳۰۰۰	Z۲	
۲	۲/۷	۲۸۱۰	۸۹۹۰۰۰	Z۳	
۳	۳/۷	۶۲۱۰	۱۹۸۷۰۰۰	Z۱	۱۵
۳	۳/۶	۶۱۲۵	۱۹۶۰۰۰۰	Z۲	
۳	۳/۵	۵۶۴۴	۱۸۰۶۰۰۰	Z۱	۱۶
۳	۳/۴	۵۳۳۸	۱۷۰۸۰۰۰	Z۲	
۲	۲	۱۴۲۹	۴۵۷۰۰۰	G۶	

ادامه جدول ۵-۲- انتخاب ظرفیت و تعداد بارکننده با استفاده از روابط اهارا

تعداد بارکننده	اندازه بارکننده(متر مکعب)	باطله روزانه(تن)	باطله(تن)	معدن	سال
۲	۲/۹	۳۵۵٤	۱۱۳۷۰۰۰	G٦	۱۷
۳	۴/۶	۱۱۰۸۵	۳۵٤۷۰۰۰	Z۱	
۴	۴/۹	۱۲٦۹٤	٤۰٦۲۰۰۰	Z۱	۱۸
۱	۱/۳	٤۲۵	۱۳٦۰۰۰	G٦	
۴	۴/۸	۱۲۵٤۷	٤۰۱۵۰۰۰	G٦	۱۹
۳	۳/۹	۷۱۳۲	۲۲۸۲۰۰۰	G۷	۲۰

جدول ۵-۳- انتخاب ظرفیت و تعداد باربر با استفاده از روابط اهارا

تعداد کامیون	اندازه کامیون (تن)	باطله روزانه(تن)	باطله(تن)	معدن	سال
۴	۲۴/۸	۱۵۹۱	۵۰۹۰۰۰	G۱	۲
۴	۲۴/۸	۱۵۷۵	۵۰۴۰۰۰	G۶	
۴	۲۸/۷	۲۰٦۹	۶۶۲۰۰۰	G۱	۳
۵	۲۴/۱	۵۳۳۵	۱۷۰۷۰۰۰	G۸	
۵	۳۹/۴	٤۳۱۰	۱۳۷۹۰۰۰	G۶	۴
۶	۴۹	۷۲۰۰	۲۳۰۴۰۰۰	G۷	
۶	۵۳/۲	۸۵۸۵	۲۷۴۷۰۰۰	G۲	۵
۶	۴۶/۳	٦۳٦٦	۲۰۳۷۰۰۰	G۷	
۶	۵۱/۸	۸۲۷۲	۲۶۴۷۰۰۰	G۷	۶
۶	۴۶/۳	٦۲۳۵	۱۹۹۵۰۰۰	G۶	
۲	۱۴/۶	۵۰۷	۱۶۲۰۰۰	G۳	۷
۳	۱۹/۷	۸٦۳	۲۷۶۰۰۰	G۶	
۸	۶۷/۳	۱٤٦۹٤	۴۷۰۲۰۰۰	G۲	
۵	۳۸/۱	٤۱٤۷	۱۳۲۷۰۰۰	Z۴	۸
۴	۲۸/۷	۲۲۲۲	۷۱۱۰۰۰	Z۳	
۵	۳۴	۳۲۳۲	۱۰۳۴۰۰۰	G۶	
۶	۴۷/۶	۷۰٤۷	۲۲۵۵۰۰۰	G۴	

ادامه جدول ۵-۳- انتخاب ظرفیت و تعداد باربر با استفاده از روابط اهارا

تعداد کامیون	اندازه کامیون (تن)	باطله روزانه(تن)	باطله(تن)	معدن	سال
۶	۴۶/۳	۶۴۲۹	۲۰۵۷۰۰۰	Z۳	۹
۵	۳۶/۷	۳۷۲۹	۱۱۹۳۰۰۰	Z۴	
۵	۳۵/۴	۳۵۲۹	۱۱۲۹۰۰۰	G۴	
۵	۳۵/۴	۳۵۲۹	۱۱۲۹۰۰۰	G۴	۱۰
۵	۴۰/۸	۴۷۸۵	۱۵۳۱۰۰۰	Z۳	
۵	۴۲/۱	۵۰۲۵	۱۶۰۸۰۰۰	Z۴	
۶	۴۶/۳	۶۴۹۷	۲۰۷۹۰۰۰	Z۴	۱۱
۶	۵۰/۴	۷۹۴۴	۲۵۴۲۰۰۰	G۴	
۸	۷۳	۱۷۹۶۹	۵۷۵۰۰۰۰	G۴	۱۲
۴	۳۰/۱	۲۴۶۳	۷۸۸۰۰۰	G۶	۱۳
۴	۳۰/۱	۲۲۸۲	۷۳۰۰۰۰	Z۳	
۵	۴۴/۹	۵۹۱۰	۱۸۹۱۰۰۰	Z۲	
۳	۲۳/۵	۱۴۰۴	۴۴۹۰۰۰	Z۱	
۴	۳۰/۱	۲۲۸۲	۷۳۰۰۰۰	G۱	۱۴
۴	۳۲/۷	۲۸۰۷	۸۹۸۰۰۰	Z۱	
۵	۳۶/۷	۳۸۲۲	۱۲۲۳۰۰۰	Z۲	
۴	۳۲/۷	۲۸۱۰	۸۹۹۰۰۰	Z۳	
۶	۴۶/۳	۶۲۱۰	۱۹۸۷۰۰۰	Z۱	۱۵
۶	۴۴/۹	۶۱۲۵	۱۹۶۰۰۰۰	Z۲	
۵	۴۳/۵	۵۶۴۴	۱۸۰۶۰۰۰	Z۱	۱۶
۵	۴۲/۱	۵۳۳۸	۱۷۰۸۰۰۰	Z۲	
۳	۲۳/۵	۱۴۲۹	۴۵۷۰۰۰	G۶	
۵	۳۵/۴	۳۵۵۴	۱۱۳۷۰۰۰	G۶	۱۷
۷	۵۸/۸	۱۱۰۸۵	۳۵۴۷۰۰۰	Z۱	
۷	۶۳	۱۲۶۹۴	۴۰۶۲۰۰۰	Z۱	۱۸
۲	۱۴/۶	۴۲۵	۱۳۶۰۰۰	G۶	
۷	۶۱/۶	۱۲۵۴۷	۴۰۱۵۰۰۰	G۶	۱۹
۶	۴۹	۷۱۳۲	۲۲۸۲۰۰۰	G۷	۲۰

با بررسی جداول فوق مشخص می شود که کامیون، از ظرفیت ۱۶ تا ۶۷ تن و ظرفیت لودرها از ۱/۳ تا ۶/۵ متر مکعب تغییر می کند.

۵-۲-۳- بررسی نتایج بدست آمده از روابط اهارا از نقطه نظر هماهنگی بارکننده و باربر

وسایل باربری اگر با واحدهای بارگیری مناسب همراه نباشند، از نظر اقتصادی به صرفه نمی باشد. یکی از مواردی که هماهنگی میان بارکننده و باربر را نشان می دهد این است که در باربریهای کمتر از ۱/۶ کیلومتر (یک مایل) کامیون ترجیحاً بایستی با ۳ تا ۶ صندوقه بارکننده پر شود. بنابراین تمام نتایج حاصل از روابط اهارا را با در نظر گرفتن این عامل مورد بررسی قرار می گیرد. برای محاسبه تعداد صندوقه های بارکننده که کامیون را پر می کند از رابطه زیر استفاده می شود[۱۵]:

$$n_b = \frac{C_t}{C_s \times F_b} \qquad (۱-۵)$$

که در آن :

F_b: ضریب صندوقه بارکننده که حاصلضرب ضریب پرشوندگی،ضریب شکل و ... می باشد.

C_t: حجم کامیون در حالت بارشدگی کپه ای

C_S: ظرفیت صندوقه بارکننده

n_b: تعداد صندوقه های بارکننده که کامیون را پر می کند.

با در نظر گرفتن این عامل تعدادی از آلترناتیوهای حاصل از مراحل قبلی که در این شرایط صدق نکرده و با یکدیگر سازگاری ندارند بایستی حذف شوند.

برای اعمال این شرط، شرایط فوق را اعمال کرده و نهایتاً ترکیباتی از بارکننده – باربرها که در شرط محدود کننده فوق نیز صدق می کنند، تعیین می شوند.

از دیگر موارد مؤثر در هماهنگی بارکننده و باربر در نظر گرفتن حداکثر ارتفاعی است که بارکننده می تواند جامش را بالا ببرد تا بارش داخل کامیون بریزد و حداکثر ارتفاعی که می توان بار را داخل کامیون ریخت.

نتایج حاصل از مرحله قبل، از این نظر نیز بررسی شد و از آنجا که تمامی گزینه های مرحله قبلی از این نظر سازگاری داشتند، در این مرحله گزینه ای حذف نشد.

۵-۲-۴- بررسی سازگاری مشخصه های فنی تجهیزات با مشخصه های هندسی کاواک

یکی از مهمترین پارامترهای هندسی که در انتخاب ماشین آلات بایستی مد نظر قرار گیرد، ارتفاع پله می باشد.

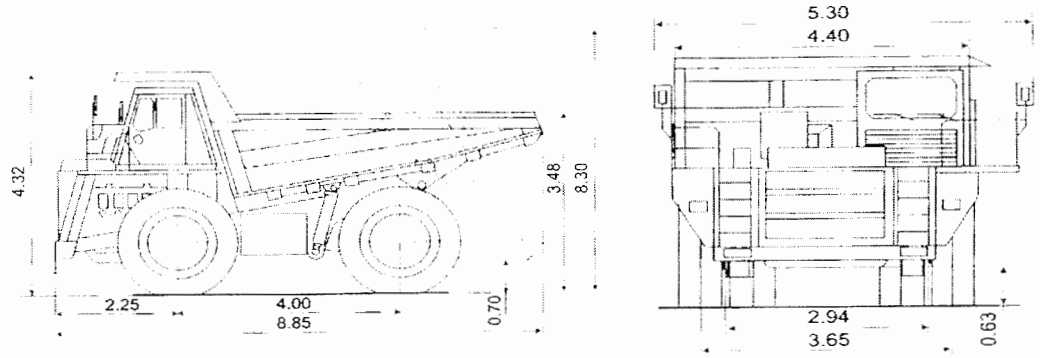
از آنجا که ارتفاع پله ها در بخش باطله، ۱۰ متر می باشد که این ارتفاع در سه مرحله آتشباری و در هر مرحله با ارتفاع چال ۳/۵ متر ایجاد می شود. بنابراین بایستی لودری انتخاب شود که ماکزیمم ارتفاع بارگیری آن از ۳/۵ متر کمتر نباشد.

از دیگر پارامترهای فنی کاواک که در انتخاب تجهیزات مؤثراند، عرض پله های کاری و عرض جاده باربری می باشد. عرض پله های کاری در بخش باطله برداری و عرض جاده باربری به ترتیب ۳۰ و ۱۳/۵ متر می باشد.

عرض جاده از این نظر حائز اهمیت است که علاوه بر تأمین محدوده ایجاد کانال زهکش و نیز خاکریز ایمنی لبه خارجی، بایستی حداقل تعداد، جهت تأمین عبور دو کامیون در خلاف جهت یکدیگر از کنار هم را داشته باشد.

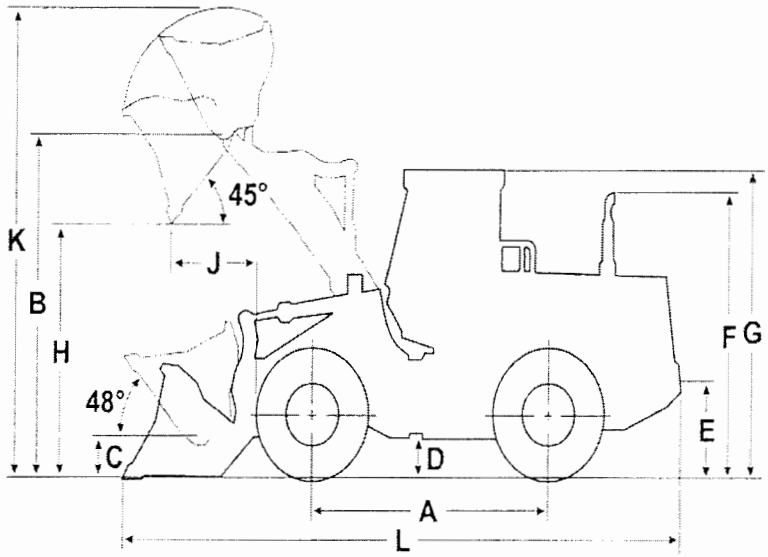
بنابراین بین عرض جاده باربری، عرض پله های کاری، عرض کامیونهای و لودرها، که از مشخصات فنی موجود در کاتالوگ آنها قابل دسترس می باشد، نیز هماهنگی وجود داشته باشد.

جدول زیر برخی از پارامترهای عمومی تعدادی از دستگاهها را که از کاتالوگ آنها استخراج شده است، نشان می دهد.



شکل۵-۱- پاره ای از مشخصات عمومی کامیونها[۲۸]

جدول۵-۴- پاره ای از مشخصات عمومی لودرها[۲۸]



A	۳۴۰۰ mm
B	۴۲۹۵ mm
C	۵۹۰ mm
D	۴۶۰ mm
E	۱۱۷۵ mm
F	۳۳۸۵ mm
G	۳۳۹۵ mm
H	۲۹۹۵ mm
J	۱۳۵۵ mm
K	۵۸۹۵ mm
L	۸۸۴۵ mm

۵-۲-۵- مقایسه با موارد اجرایی مشابه و اعمال نظرات افراد با تجربه

عملیات استخراجی و متعاقب آن استفاده از ماشین آلات بارکننده – باربر، بر طبق برنامه ریزی تولید از سال ۱۳۸۲ شروع شده است.

شرکت مهندسی مشاور ایتوک ایران که مشاوره طراحی معدن بوکسیت جاجرم را عهده دار می باشد، به منظور انتخاب تجهیزات بارگیری و حمل باطله نیز مطالعاتی را انجام داده است و نهایتاً بر

اساس محاسبات این مشاور، عملیات بارگیری باطله با لودرهایی با ظرفیت جام ۶-۳ متر مکعب (ترجیحاً ۴ متر مکعبی) و کامیونهایی با ظرفیت ۱۶ الی ۳۲ تنی قابل اجراست.

اما در حال حاضر عملیات بارگیری و باربری در معدن جاجرم به دو بخش پیمانکاری خاتم الأنبیاء و طوس مسیر واگذار گردیده است. لیست ماشین آلات بارگیری و باربری شرکت طوس مسیر مستقر در معدن بوکسیت جاجرم به شرح جدول ۵-۵ می باشد.

بنابراین در انتخاب، پیشنهاد شرکت مشاور و نتایج اجرایی ماشین آلات موجود شرکتهای پیمانکاری مورد توجه قرار گرفته است.

جدول ۵-۵- لیست تجهیزات بارگیری و باربری شرکت طوس مسیر [۲۹]

ردیف	شرح ماشین آلات	نوع/مدل	کد مشخصه دستگاه
۱	دامپتراک	یوکلید۳۲-R	T۱
۲	دامپتراک	یوکلید۳۲-R	T۲
۳	دامپتراک	یوکلید۳۲-R	T۳
۴	دامپتراک	یوکلید۳۲-R	T۴
۵	دامپتراک	یوکلید۳۲-R	T۵
۶	دامپتراک	یوکلید۳۲-R	T۶
۷	دامپتراک	یوکلید۳۲-R	T۷
۸	دامپتراک	HD۳۲۵	T۸
۹	دامپتراک	HD۳۲۵	T۹
۱۰	دامپتراک	HD۳۲۵	T۱۰
۱۱	لودر	WA۴۷۰	L۱
۱۲	لودر	W۹۸۸B	L۲
۱۳	لودر	WA۴۷۰	L۳
۱۴	لودر	WA۶۰۰	L۴
۱۵	کامیون	ولوو NH۱۲	K۱
۱۶	کامیون	ولوو NH۱۲	K۲

ادامه جدول ۵-۵- لیست تجهیزات بارگیری و باربری شرکت طوس مسیر[۲۹]

ردیف	شرح ماشین آلات	نوع/مدل	کد مشخصه دستگاه
۱۷	کامیون	بنز مایلر ۲۶۲۴	K۳
۱۸	کامیون	بنز مایلر ۲۶۲۴	K۴
۱۹	کامیون	ولوو NH۱۲	K۵
۲۰	کامیون	ولوو NH۱۲	K۶
۲۱	کامیون	بنز مایلر ۲۶۲۴	K۷

۵-۲-۶- محاسبه تعداد ماشین آلات

دراین تحلیل، به منظور محاسبه تعداد ماشین آلات بارکننده وباربر، جدولی را تهیه کرده و با توجه به فرمولهای محاسباتی داده شده تعداد کامیون و لودر مورد نیاز برآورد شده است.

یک نمونه از این جدول بصورت خام و بدون واردکردن داده در زیر آورده شده است که در ادامه به ترتیب به شرح تمامی موارد جدول پرداخته شده است.

جدول ۵- ۶- جدول محاسبه تعداد کامیون و لودر

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	D۳
۲	روزهای کاری در سال	D۴
۳	تعداد شیفت کاری در روز	D۵
۴	ساعات کاری در شیفت	D۶
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	D۷
۶	تولید روزانه (تن)	ROUND(D۳/D۴;۰)

ادامه جدول ۵- ۶- جدول محاسبه تعداد کامیون و لودر

اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	D۶-۱
۸	ساعات مفید کاری در روز	D۱۰*D۵
۹	حجم باکت (متر مکعب)	D۱۲
۱۰	ضریب کارایی	D۱۳
۱۱	فاکتور پرشوندگی	D۱۴
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	D۱۵
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	D۱۰
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	D۱۷*D۵
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	D۱۹
۱۶	ضریب کارایی	D۲۰
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	D۲۱
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	D۲۲
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	D۲۳
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	D۱۲*D۱۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	ROUND(D۱۲*D۱۴*D۷;۲)
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	IF(((D۱۹/D۲۶)-TRUNC(D۱۹/D۲۶))<=۰,۱۵;TRUNC(D۱۹/D۲۶):TRUNC((D۱۹/D۲۶)+۱))
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	D۲۷*D۱۵+۶۰
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	D۲۸*D۱۹/۳۶۰۰
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	ROUND(D۲۹*D۱۱;۲)
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	IF(((D۸/ROUND(+D۲۹*D۱۱*D۱۳;۲))-TRUNC(D۸/ROUND(+D۲۹*D۱۱*D۱۳;۲)))<=۰,۲;TRUNC(D۸/ROUND(+D۲۹*D۱۱*D۱۳;۲)):TRUNC((D۸/ROUND(+D۲۹*D۱۱*D۱۳;۲))-۱))

ادامه جدول ۵- ۶- جدول محاسبه تعداد کامیون و لودر

برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	D۲۸
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	D۲۱*۱۰۰۰/D۲۲*۱۰۰۰/۳۶۰۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	D۳۵
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	D۲۱*۱۰۰۰/D۲۳*۱۰۰۰/۳۶۰۰
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	SUM(D۳۳:D۳۶)
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	D۱۹/D۳۷*۳۶۰۰
۳۳	ظرفیت در روز(تن)	ROUND(D۳۸*D۱۸;۲)
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	IF((D۸/ROUND(D۳۸*D۱۸*D۲۰;۲))-TRUNC(D۸/ROUND(D۳۸*D۱۸*D۲۰;۲))<۰,۳;TRUNC(D۸/ROUND(D۳۸*D۱۸*D۲۰;۲));TRUNC(D۸/ROUND(D۳۸*D۱۸*D۲۰;۲)+۱))

همانطورکه مشاهده می شود جدول فوق از ۵ بخش تشکیل شده است.

بخش اول مبانی محاسبات می باشد، پارامترهای این بخش شامل تولید سالیانه معدن برحسب تن، روزهای کاری در سال، تعداد شیفت کاری در روز، ساعت کاری در شیفت، وزن مخصوص ماده معدنی و نهایتاً تولید روزانه بر حسب تن می باشد. تمام پارامترهای فوق از جداول برنامه ریزی باطله برداری، جداول شیفت کاری و مشخصات ماده قابل دسترس می باشد. تنها مورد آخر یعنی تولید روازنه معدن با توجه به پارامترهای ردیفهای ۱ تا ۵ توسط نرم افزار با فرمول داده شده محاسبه می شود.

ردیف اول با توجه به برنامه ریزی باطله برداری برای هر سال در جدول وارد می شود.

از آنجا که رژیم کاری معدن ۳۵۰ روزکاری به صورت ۳ یا ۲ شیفت ۸ ساعته می باشد، مقادیر ردیف ۲ ،۳ و ۴ جدول نیز جاگذاری می شود.

بخش بعدی جدول وارد کردن اطلاعات لودر است. ردیف ۷ و ۸ مطابق فرمولهای داده شده در جدول و زمانهای تأخیر عملیاتی که از جداول گزارش پیمانکاران و زمان سنجی در سر معدن در دسترس می باشد، محاسبه شده است.

به منظور محاسبه زمان یک سیکل کامل بارگیری، زمان تخلیه برای لودر و کامیون از گزارش ارزیابی کارکرد ماشین آلات در معادن بوکسیت جاجرم که بخشی از آن روزانه توسط پیمانکاران مربوطه گزارش و بصورت بانک اطلاعات جمع آوری گردیده و بخش دیگر به صورت زمان سنجی از عملیات، توسط واحد نظارت در مقاطع مختلف تهیه و گزارش شده است، استفاده شده است.

جداول کارکرد و راندمان ماشین آلات در پیوست-۱ و جداول حاصل از زمان سنجی عملیات در معادن مختلف در پیوست-۲ آورده شده است.

همانطور که اشاره شد در حال حاضر بخش بارگیری و باربری معدن جاجرم به دو شرکت پیمانکاری خاتم الأنبیاء و طوس مسیر واگذار گردیده است و از آنجا که این دو شرکت بدون توجه به مسایل فنی، از ماشین آلات موجود خود استفاده نموده اند؛ در نتیجه زمان سنجی های انجام شده برای عملیات مختلف بارگیری و باربری بصورت خام، قابل استفاده جهت انجام این پروژه نمی باشد. ولی با این حال سعی شده است با تحلیل داده های موجود و زمان سنجی های انجام شده در سر معدن با تجهیزات مالی در حال کار و مقایسه با موارد مشابه، زمانهای مورد نیاز را با اعمال ضرایبی تصحیح کننده، برآورد شوند.

بعد از انجام زمان سنجی ها برای پردازش، ابتدا اقدام به تصحیح اطلاعات و خارج کردن زمانهای غیر نرمال از فرمهای زمان سنجی گردید. سپس با تحلیل آماری هیستوگرام این داده ها رسم و زمان های مورد نظر برای ماشین آلات اصلی محاسبه شده است. نتایج حاصل از این محاسبات و تحلیل های آماری نیز در جداول پیوست-۱ آورده شده است.

جهت تعیین بهره وری و راندمان ماشین آلات نیز نیاز بود عملکرد آنها در یک زمان خاص تعیین گردد(پیوست-۲). بر این اساس بانک اطلاعاتی از عملکرد کاری و تعمیراتی ماشین آلات در مدت زمان معینی جمع آوری گردیده است.

به منظور محاسبه تعداد دستگاههای بارگیری و باربری مورد نیاز و تحلیل عملکرد دستگاههای موجود و تعیین راندمان واقعی آنها بر مبنای داده های موجود در بانک اطلاعاتی، زمانهای توقف در دو گروه ۱) زمان توقفات برنامه ریزی شده و ۲) زمانهای توقف اتفاقی دسته بندی گردید.

جزئیات مفصل این زمانهای توقف در دو گروه ذکرشده در جدول ۵–۷ ارائه گردیده است.

(شرح کدهای به کار رفته در جدول در پیوست-۳ آمده است) .

جدول۵-۷- تقسیم بندی تأخیرات و تعمیرات بارکننده – باربرها[۳۰].

				S-IDR	S-PM	S-SR	S-MN	S-BL	US-IDO	US-IDB	US-IDM	US-IDL	US-IDW	US-IDA	US-IDS	US-IDH	US-URF	US-URS	S-UNS
G1	Dumptruck	R-32	12813:50	3710:20	396:25	63:05	230:20	646:05	2775:45	111:05	856:40	2515:30	00:00	04:15	09:00	01:00	764:15	1424:45	00:00
	Dumptruck	Total	12813:50	3710:20	396:25	63:05	230:20	646:05	2775:45	111:05	856:40	2515:30	00:00	04:15	09:00	01:00	764:15	1424:45	00:00
	Loder	988B	2478:15	709:00	89:35	18:45	76:05	133:50	177:30	16:00	242:20	296:55	00:00	00:00	04:15	00:00	574:30	623:05	00:00
		WA470	2152:53	621:40	95:30	07:15	57:30	82:10	133:45	03:00	65:27	174:35	03:00	00:00	00:00	07:00	207:45	390:00	00:00
		WA600	585:40	164:00	12:55	45:45	18:10	18:40	127:50			20:55					29:25	48:00	
	Loder Total		5216:48	1494:40	198:00	71:45	151:45	234:40	439:05	19:00	307:47	492:25	03:00	00:00	04:15	07:30	711:50	1461:15	00:00
	Shovel	EX400-5	97:35	112:00	02:00		02:10	12:15	00:30	24:00	74:15	158:20			04:10		09:50		
	Shovel Total		97:35	112:00	02:00		02:10	12:15	00:30	24:00	74:15	158:20			04:10		09:50		
	Truck	2624	1621:28	578:15	108:25	00:10	25:25	66:20	304:35	13:00	561:32	300:30	07:20	00:00	00:00	00:00	309:15	236:20	25:00
		NH12	2535:30	719:10	64:35	26:20	42:10	88:10	329:25	00:00	631:36	231:55	10:30	00:00	00:00	09:00	163:10	58:00	77:30
	Truck Total		4156:58	1297:25	173:00	26:30	67:35	154:30	634:00	13:00	1193:07	532:25	17:50	00:00	00:00	09:00	472:25	294:20	102:00
G1 Total			30805:26	9541:40	1148:20	180:00	821:00	1417:05	6398:25	167:45	2537:39	4211:25	26:50	04:15	17:25	39:00	3490:05	6886:20	140:00
	Loder	HL760-7	359:55	110:00	09:30	04:30	08:20	12:45	110:00		24:00	02:00				61:00	01:00	20:00	
		WA420	558:10	226:30	29:55		22:20	30:00	383:20			07:15					12:30	102:00	
		WA450	514:35	282:00	19:40	01:00	22:50	31:00	206:10		23:00	03:30				33:00	85:45	484:30	
		WA470	597:30	179:45	18:30		18:40	28:40	202:35			04:20					10:00	20:00	
		WA600	10:00	02:00															
	Loder Total		2040:10	800:15	77:35	05:30	72:10	102:25	902:05		47:00	17:05				94:00	109:15	626:30	
	Truck	1921	1980:35	808:30	120:30	01:30	70:25	99:40	1206:30		110:00	01:35				68:00	153:45	320:30	
		2624	102:00	76:00	11:50		08:30	05:10	252:30										
		2628	4100:45	1783:35	200:45	03:00	142:55	225:40	2125:20		175:45	66:10			04:00	140:30	704:55	1193:10	
		DAF	470:55	280:00	37:35		24:20	49:35	634:05		80:00						35:30	68:30	
	Truck Total		6654:15	2948:05	370:40	04:30	246:10	380:05	4221:25		365:45	67:45			04:00	208:30	894:10	1582:10	
G2 Total			11547:20	4944:20	609:10	52:00	455:35	648:10	6715:35		424:45	95:30			04:00	356:45	1387:25	2926:25	
	Dumptruck	HD325	285:55	158:00	07:50	00:40	07:30	00:35	280:00			01:10					209:55	132:00	
		R-32	9059:29	3064:55	277:42	90:05	172:51	229:55	3620:17	77:00	261:30	1075:01	26:45	01:30	47:50	00:00	860:15	3025:55	38:00
	Dumptruck	Total	9345:24	3222:55	285:32	90:45	180:21	230:30	3900:17	77:00	261:30	1076:11	26:45	01:30	47:50	00:00	1070:10	3157:55	38:00
	Loder	988B	427:55	260:00	19:10	13:10	06:55	07:40	93:55	00:00	37:25	08:45	00:00	00:00	27:00	00:00	166:25	743:00	12:00
		WA470	3850:20	1236:05	127:41	37:10	87:35	105:20	1148:10	39:00	160:35	476:00	09:50	05:30	36:00	19:05	624:00	859:00	00:00
		WA600	2047:00	592:30	53:05	10:10	52:10	57:30	291:45	29:00	06:50	181:20				03:00	279:50	666:55	
	Loder Total		6325:15	2088:35	199:56	60:30	146:40	170:30	1533:50	68:00	204:50	666:05	09:50	05:30	33:00	22:05	1070:15	2268:55	12:00
	Shovel	EX400-5	97:15	22:00	04:25		02:50		27:30										
	Shovel Total		97:15	22:00	04:25		02:50		27:30										
	Truck	2624	4765:55	1648:50	213:40	20:50	74:40	140:55	1408:15	25:30	277:50	707:17	12:15	00:00	05:15	35:50	1245:73	979:30	12:00
		NH12	9670:46	3045:16	286:05	55:00	137:32	278:05	3825:40	82:00	430:20	1219:56	11:45	00:00	22:05	22:50	626:25	981:45	40:00
	Truck Total		14436:41	4694:06	499:45	75:50	212:12	419:00	5233:55	107:30	708:10	1927:13	24:00	00:00	52:20	28:40	1870:46	1952:15	52:00
G6 Total			39059:20	13298:01	1356:18	316:15	889:53	1077:30	14148:22	274:00	1185:05	4073:59	67:05	07:00	113:10	92:05	5720:03	12296:50	116:00
	Dumptruck	HD325	181:20	42:00	05:00		03:45	03:15	33:45		19:40	01:30					05:10	21:00	
		R-32	2910:40	538:15	69:10	00:20	60:05	25:00	190:05		32:40	70:30					133:10		
	Dumptruck	Total	3092:00	580:15	74:10	00:20	63:50	28:15	223:50		52:20	72:00					138:20	21:00	
	Loder	988B	341:15	66:00	07:15		08:55	03:20	00:45			00:35					29:25	12:00	
		WA470	1225:30	221:00	15:05	00:30	39:20	07:55	60:40			10:00			02:00		50:15	09:30	
		WA600	318:25	60:00	07:10		10:25	02:25	28:45		01:20	08:30					00:25		
	Loder Total		1885:10	347:00	29:30	00:30	58:40	13:40	90:10		01:20	19:05			02:00		80:05	21:30	
	Truck	2624	2241:45	473:50	42:55	00:50	49:20	35:50	164:03	00:00	12:37	66:55					355:25	48:00	
		NH12	3189:19	564:45	55:40	00:50	54:57	19:00	277:10	00:00	17:18	73:37					81:53	24:00	
	Truck Total		5431:04	1038:35	98:35	01:40	104:17	54:50	441:13	00:00	29:55	140:32					437:18	72:00	
G7 Total			12421:49	2409:00	274:35	10:15	384:42	124:10	938:38	00:00	83:35	265:47			02:00		788:03	177:45	
Grand Total			93833:55	30193:01	3388:23	558:30	2551:10	3266:55	28201:00	441:45	4231:04	8652:41	93:55	11:15	136:35	486:50	11391:36	22287:20	255:00

با تحلیل داده های بانک اطلاعاتی، ،ضریب دسترسی، بهره وری و راندمان نهایی برای دستگاههای بارگیری و باربری مطابق جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۵-۸- وضعیت کارکرد ماشین آلات[۳۰]

نوع دستگاه	کامیون	دامپتراک	لودر
ضریب دسترسی	٪۸۹,۳۴	٪۸۷,۷۲	٪۸۵,۱۳
ضریب کاربری	٪۵۴,۶	٪۵۳,۶	٪۵۹,۳
ضریب بهره وری	٪۴۸,۸	٪۴۷,۰	٪۴۷,۵

از دیگر عوامل لازم برای انتخاب کامیون، سرعت متوسط آن در حالت پر، خالی و متوسط فاصله حمل می باشد.

متوسط فاصله حمل باطله از هر پله تا محل خاکریز باطله از روی نقشه توپوگرافی موجود اندازه گیری و محاسبه شده است (جدول ۵-۹).

جدول ۵-۹- متوسط فواصل حمل باطله

فاصله حمل(کیلومتر)	معدن	سال
۱/۱	G۱	۲
۱/۲	G۶	
۱/۴	G۱	۳
۳/۱	G۸	
۱/۶	G۶	۴
۰/۹	G۷	
۰/۹	G۲	۵
۲/۱	G۷	
۲/۳	G۷	۶
۱/۹	G۶	

ادامه جدول ۵-۹- متوسط فواصل حمل باطله

فاصله حمل(کیلومتر)	معدن	سال
۳/۵	G۳	۷
۲/۲	G۶	
۱/۶	G۲	
۶/۵	Z۴	۸
۵/۵	Z۳	
۲/۲	G۶	
۵	G۴	
۵/۸	Z۳	۹
۶/۲	Z۴	
۵	G۴	
۵	G۴	۱۰
۵/۹	Z۳	
۶/۳	Z۴	
۶/۵	Z۴	۱۱
۵	G۴	
۵	G۴	۱۲
۲/۳	G۶	۱۳
۵	Z۳	
۴/۱	Z۲	
۳/۹	Z۱	
۱/۵	G۱	۱۴
۳/۹	Z۱	
۴/۴	Z۲	
۵/۴	Z۳	

ادامه جدول ۵-۹- متوسط فواصل حمل باطله

سال	معدن	فاصله حمل(کیلومتر)
۱۵	Z۱	۴/۳
	Z۲	۴/۷
۱۶	Z۱	۴/۶
	Z۲	۵
	G۶	۲/۵
۱۷	G۶	۲/۶
	Z۱	۵/۲
۱۸	Z۱	۵/۲
	G۶	۲/۶
۱۹	G۶	۲/۹
۲۰	G۷	۲/۸

سرعت متوسط کامیون در حالت پر و خالی از منحنی نیروی کشش که در کاتالوگ کامیونها موجود می باشد و با تأثیر وزن خالص و محاسبه ضریب مقاومت کلی، بدست می آید.

این سرعت خام بدست آمده از منحنی با در نظر گرفتن محدودیتهای موجود در شرایط خاص معدن مانند حرکت در قوسها و پیچهای طراحی شده و ... تصحیح شده و نهایتاً در جداول استفاده می شود و پس از وارد کردن تمامی اطلاعات در حدول ۵-۵، تعداد لودر و کامیون مورد نیاز محاسبه می شود.

جداول محاسبه تعداد کامیون و لودر در شرایطی که از ترکیبی از کامیونهایKOMATSUHD۲۰۰-۲ و KOMATSU HD۴۶۰-۱ با ظرفیت باربری به ترتیب ۲۰ و ۴۵ تن و لودرهای CAT ۹۵۰ G II و CAT ۹۸۰ G II با ظرفیت صندوقه های به ترتیب ۳ و ۵/۵ متر مکعبی استفاده کنیم؛ در پیوست-۴ آمده است. بعد از محاسبه تعداد لودر و کامیون با توجه به عمر مفید هر یک از این ماشین آلات و ساعت کارکرد آنها، چگونگی سرمایه گذاری و تجدید آن در طول ۲۰ سال باطله برداری معدن، برآورد می گردد.

تا در مرحله بعدی با توجه به تعداد کل ماشین آلات سرمایه گذاری شده و چگونگی تجدید سرمایه گذاری، برآورد اقتصادی صورت گرفته و نهایتاً گزینه بهینه از میان سایر گزینه ها انتخاب شود.

۵-۲-۷- بررسی اقتصادی

جهت انتخاب نهایی، ناگزیر از انجام مطالعات اقتصادی می باشیم. جهت انجام محاسبات اقتصادی، پارامترهایی همچون قیمت ماشین آلات، هزینه های عملیاتی، تهیه جداول استهلاک، روش استهلاک پذیری و ... لازم می باشد. همانطور که در جدول ۵-۱۰ مشاهده می شود؛ قیمت اولیه کامیونهای KOMATSU HD۴۶۰-۱ و لودر KOMATSU WA-۶۰۰-۱، از کامیونهای EUCLID R-۳۲ و لودر های KOMATSU WA-۴۷۰ بیشتر می باشد. اما از آنجا که در ترکیب دوم، تعداد کامیون و لودر مورد نیاز، به میزان قابل توجهی کاهش یافته است؛ بنابراین در شرایطی که استهلاک برای دو ترکیب لودر و کامیون یکسان فرض شود، ترکیب اول نهایتاً از صرفه اقتصادی بالاتری برخوردار می باشد.

جدول ۵-۱۰- قیمت اولیه ماشین آلات

نوع ماشین	بارکننده		باربر	
مدل	KOMATSU WA-۶۰۰-۱	KOMATSU WA-۴۷۰	KOMATSU HD۴۶۰-۱	EUCLID R-۳۲
قیمت(تومان)	۳۵۰۰۰۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰۰۰۰	۴۹۰۰۰۰۰۰۰	۳۴۰۰۰۰۰۰۰

۵-۲-۸- انتخاب گزینه مناسب تر به عنوان ترکیب نهایی

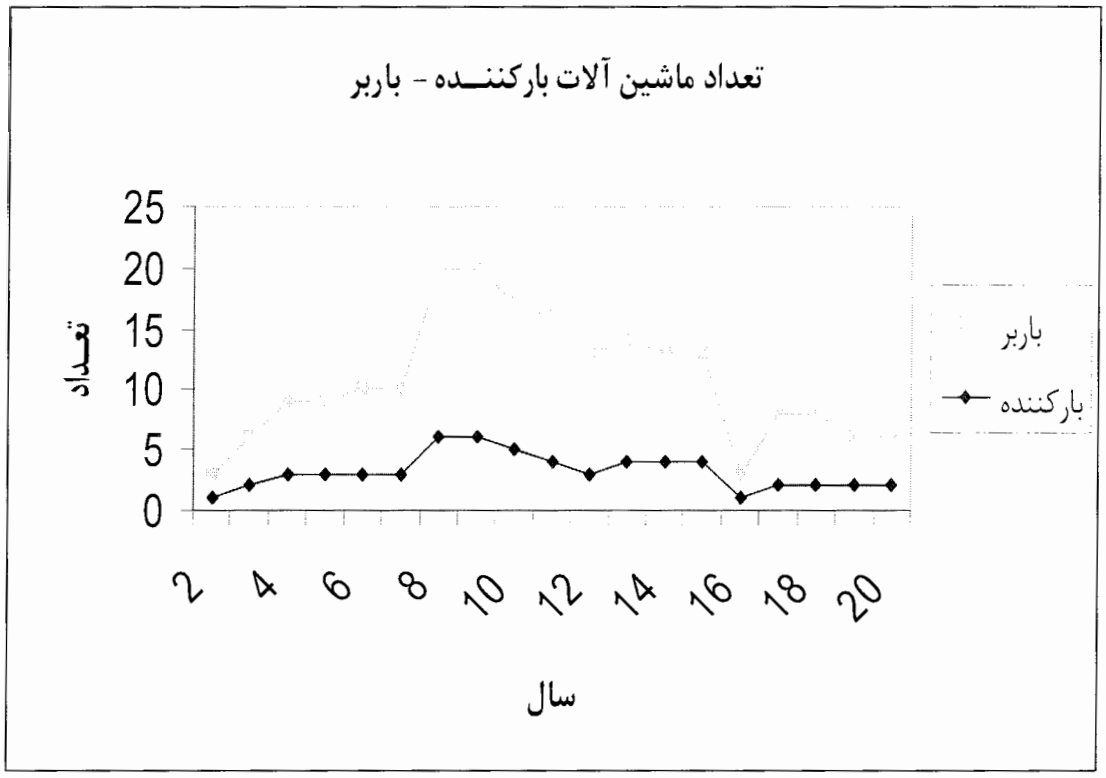
در نهایت ترکیب مناسب تر با استفاده از روش ارائه شده در این تحقیق، استفاده از کامیونهای KOMATSU HD۲۰۰-۲ و KOMATSU HD۴۶۰-۱ و ترکیب آن با لودرهای CAT ۹۵۰ G II و CAT ۹۸۰ G II جهت بارگیری و حمل باطله می باشد.

در جدول۵-۱۱ تعداد ماشین آلات و نحوه سرمایه گذاری آنها آورده شده است.

جدول ۵-۱۱- تعداد ماشین آلات و نحوه سرمایه گذاری و تجدید سرمایه گذاری آنها

سال	بارکننده		باربر	
	CAT ۹۵۰ G II	CAT ۹۸۰ G II	KOMATSU HD۲۰۰-۲	KOMATSU HD۴۶۰-۱
۲	۱		۲	
۳		۱		۲
۴		۱		۲
۵				
۶				۱
۷				
۸		۳		۷
۹				
۱۰				
۱۱				۲
۱۲				
۱۳		۱		
۱۴				
۱۵				
۱۶				
۱۷		۱		۴
۱۸				
۱۹				
۲۰				

بر مبنای محاسبات انجام شدهٔ فوق تعداد ماشین آلات بارگیری و حمل مورد نیاز در شکل ۵-۲ نشان داده شده است.



شکل ۵-۲- تعداد ماشین آلات بارگیری و حمل، جهت انتقال باطله معدن جاجرم

فصل ششم

شبیه سازی و بهینه سازی سیستم حمل و نقل معدن بوکسیت جاجرم با استفاده از نرم افزار TALPAC

فصل ششم

شبیه سازی و بهینه سازی سیستم حمل و نقل معدن بوکسیت جاجرم با استفاده از نرم افزارTALPAC

۶-۱- مقدمه

عمومی ترین روشهای انتخاب بهینه ماشین آلات به سه دسته: روشهای کلاسیک، روشهای تحقیق در عملیات و روشهای هوش مصنوعی تقسیم می شوند. هر کدام از روشهای فوق خود ممکن است شامل چندین الگوریتم باشند.

مثلاً در روشهای تحقیق در عملیات می توان به برنامه ریزی خطی و اعداد صحیح، شبیه سازی و تئوری صف و در روشهای هوش مصنوعی به سیستم تصمیم گیری خبره و الگوریتم ژنتیک اشاره نمود. از بین روشهای فوق، شبیه سازی به عنوان تکنیکی نسبتاً جدید و کارآمد در حل مسایل سیستمی، به دلیل دارا بودن یک سری ویژگیهای خاص نسبت به سایر روشها از جذابیت بیشتری برخوردار است[۳۱].

۶-۲- آشنایی با شبیه سازی

بسیاری از مردم معتقدند که تجربه بهترین معلم انسانهاست. متأسفانه اغلب بدست آوردن تجربه واقعی پرهزینه و زمان بر است. این مسأله محرک اصلی بکارگیری شبیه سازی است تا وسیله ای برای بدست آوردن تجربه ای سریع و کم هزینه باشد[۳۲].شبیه سازی، جایگزین کردن مدلی کامپیوتری به جای سیستم واقعی یا سیستم پیشنهادی به منظور برآورد عملکرد سیستم تحت مجموعه شرایط مختلف به طریقی سریع و کم هزینه می باشد[۳۳].

این خروج از واقعیت دارای مزایایی برای مشاهده بهتر یک سیستم حقیقی است. در واقع مشاهده را می توان ساده تر و کم هزینه تر و با در نظر گرفتن کلیه عوامل انجام داد. امروزه استفاده از شبیه سازی به سرعت افزایش یافته و با دسترسی به کامپیوتر نتایج و تحلیلها با آگاهی و بصیرت بیشتر انجام می شود. شبیه سازی کامپیوتری یک راه مؤثر برای بیان روابط پیچیده ای است که سختی استفاده از روشهای

سعی و خطا را کم کرده است. برای حل مسایلی که دارای مدلهای قابل حل نیستند (مانند مدلهای غیرخطی) می توان آنها را با استفاده از تکنیکهای شبیه سازی حل و اثر عددی طرحهای مختلف را بررسی نمود[۳۴].

مدلهای شبیه سازی بر خلاف مدلهای تحلیلی، مستقیماً قادر به ارائه جواب نیستند. بلکه تنها می توانند تحت شرایطی که توسط شبیه ساز مشخص می شوند، بعنوان وسیله ای برای تحلیل رفتار سیستم مورد استفاده قرار گیرند. در واقع در مدل شبیه سازی، مقادیر متغیرهای تصمیم گیری، ورودی به سیستم (Input) هستند. در حقیقت مدل، تابع هدف را برای مقادیر مختلفی از متغیرهای تصمیم گیری مورد ارزیابی قرار می دهد.

هنگامی که سیستمی با روش شبیه سازی مدل می شود، مدل برای مدت زمانی، رفتار سیستم را تقلید می کند. بایستی توجه داشت که مدلهای شبیه سازی اغلب برای تجزیه و تحلیل تصمیم گیریهای تحت ریسک کاربرد دارند. در این مدلها، لااقل یکی از پارامترها را نمی توان با قطعیت تعیین کرد. مثالهایی از پارامترهای تصادفی عبارتند از میزان فروش در ماه آینده، نرخ بازگشت سرمایه و یا تعداد کامیونهایی که در یک ساعت وارد سیستم می شوند.

شبیه سازی اساساً تکنیک مدلسازی است. شبیه سازی را می توان هم بصورت دستی و یا بوسیله کامپیوتر انجام داد. انتخاب یکی از این دو روش بستگی به پیچیدگی موضوع دارد. دو نوع شبیه سازی انجام می گیرد. شبیه سازی استاندارد و شبیه سازی مونت کارلو یا احتمالی. شبیه سازی استاندارد نیاز به یک سری پارامترهای سیستم دارد که به وسیله یک سری معادلات ریاضی بیان می شوند و روشی بسیار پیچیده است[۳۵].

مونت کارلو نیز نام معروفی، برای تکنیک شبیه سازی است که از تولید اعداد تصادفی برای انتخاب رویدادهای معین، با توجه به توزیع احتمالی وقوع آن رویداد استفاده می کند. برای تولید اعداد تصادفی می توان از سکه، تاس، چرخ گردان و... استفاده کرد. رایج ترین نوع، جدول اعداد تصادفی است که در آن اعداد بصورت تصادفی و بدون ترتیب و الگوی خاص توزیع شده اند. الگوریتم های تولید اعداد تصادفی در کلیه میکرو کامپیوترها نیز موجود می باشد. برای شبیه سازی کامپیوتری می توان از زبانهای کامپیوتری با مقاصد خاص مانند FORTRAN ، BASIC ، PLLI استفاده کرد. البته زبانهای

ویژه شبیه سازی دیگری با کارآیی برنامه نویسی بیشتر وجود دارند که از مهمترین آنها می توان از SLAM , SIMSCRIPT , CPSS , CASP نام برد[۳۴]. نرم افزارهای بسیار خوبی نیز نظیر CRYSTOBALL و یا RISK@ برای اجرای شبیه سازی ابداع و در بازار موجود می باشد. این نرم افزارها طیف وسیعی منجمله برنامه های صفحه گسترده و یا ابزارهای قابل استفاده در برنامه های صفحه گسترده که قابلیت آنها را افزایش می دهند، شامل می باشند. در شبیه سازی با یستی مدل اصلی و منطق برنامه مورد رسیدگی قرارگیرد و بررسی، از فرضیات مدل در برابر هدف مطالعه آغاز می شود و تا ارزیابی خروجی در مقابل واقعیت ادامه می یابد[۳۲]. بدین منظور می توان متوسط خروجی ها را روی محور افقی در برابر تعداد اجراها رسم کرد. خطا زمانی ناچیز است که خط متوسط خروجی ها تقریباً افقی باشد[۳۴].

بطور کلی مراحل مختلف انجام یک فعالیت شبیه سازی عبارتست از: تعریف مسأله (شناسایی سیستم و تعیین هدف از انجام تحقیق)، جمع آوری اطلاعات، مدلسازی، تعیین جهت و اعتبار مدل، اجرای مدل،تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از اجرای مدل، مستند سازی و نصب و بکارگیری مدل[۳۳].

۶-۳- کاربرد شبیه سازی کامپیوتری در طراحی سیستم بارگیری و باربری معدن

قدمت استفاده از شبیه سازی کامپیوتری در تجزیه و تحلیل مسایل معدنی به سال ۱۹۶۱ بر می گردد. در این سال برای اولین بار کارستن و رلیت از این روش برای شبیه سازی کامپیوتری سیستم حمل و نقل معادن زیرزمینی سلیدونیوم کلیماکس کلرادو استفاده کردند[۳۶].

پس از مقبولیت و گسترش آن در شبیه سازی عملیات پیچیده معدنی، این روش موارد استفاده متعددی را در معدن پیدا کرد. کاربردهای شبیه سازی کامپیوتری در معادن عبارتند از[۳۶]:

۱- شبیه سازی سیستم بارگیری و حمل در معادن زیرزمینی

۲- شبیه سازی سیستم نوار نقاله

۳- شبیه سازی فرآیند فرآوری معادن

۴- شبیه سازی عملیات معدنکاری اطاق و پایه

۵- شبیه سازی عملیات اکسکاواتورهای بیل چرخشی

۶- کنترل ترافیک در معادن زغالسنگ

۷- شبیه سازی عملیات LHD در معدنکاری اطاق و پایه در معادن زغالسنگ

۸- تعیین محل مناسب برای سنگ شکن های داخل کاواک

۹- شبیه سازی عملیات کارخانه ذوب مس

۱۰- شبیه سازی عملیات دراگلاین معادن سطحی زغالسنگ

۱۱- شبیه سازی عملیات حفاری

۱۲- شبیه سازی عملیات آتشباری

معادنی که در دو دهه اخیر به روش روباز استخراج می شوند، ضمن مدرنیزه بودن از پیچیدگی خاصی نیز برخوردارند. بالاخص راندمان بهینه در سیستم بارگیری و حمل به عوامل متعددی بستگی دارد که بعضاً عملکرد آنها مستقل از یکدیگر می باشد. برای مثال تولید شاول به عواملی چون نوع سنگ، کیفیت خردشدگی (کیفیت انفجار)، اندازه و تعداد کامیونهای حمل وابسته است و تعداد باری که کامیون در شیفت حمل می کند، به زمان انتظار کامیون در پای شاول و محل دمپ، تعداد و سرعت کامیونها و زمان بارگیری شاول بستگی دارد. محل دمپ ظرفیت معینی دارد و در هر زمان تعداد مشخصی از کامیونها را می تواند بپذیرد. تجمع کامیونها در محل دمپ باعث اتلاف وقت خواهد شد یا مازاد بر تعداد کامیونهای در حال کار، قطعاً باعث افزایش تولید نشده و یا حتی اگر باعث افزایش تولید شود، ممکن است از نظر هزینه اقتصادی نباشد. لذا سیستم های بارگیری و حمل به یک مدل جهت بهینه کردن تولید نیاز دارند. با تکنیک شبیه سازی می توان مدل مورد نظر را برای معدن تهیه کرد. در این روش سعی می شود تا تغییراتی را که در اجرای یک عملیات در اثر تغییر کل سیستم یا بخشی از آن به وجود می آید را، پیش بینی کرد. بدون آنکه بطور واقعی در عملیات یا سیستم تغییری داده شود. شبیه سازی ناپیوسته سیستم های حمل و نقل معادن روباز یکی از قدیمی ترین فعالیت های تحقیقاتی کاربردی در معدنکاری بوده است. به هر حال در دهه گذشته با افزایش نرم افزارهای شبیه سازی پیشرفته از قبیل GPSS , ARENA و ...) این تکنیک به یک روش مناسب در اکثر معادن روباز تبدیل شده است[۳۶].

در این مدل، کامیونهایی با ظرفیت متفاوت به محل تخلیه بارگسیل می شوند. برخی از پارامترهای احتمالی در اینجا زمان ورود (فاصله زمانی بین دو کامیون)، ظرفیت کامیون ورودی و همچنین زمان

لازم برای بارگیری یک کامیون می باشد. در این مدل طراح ممکن است با سئوالاتی از این قبیل روبرو شود[۳۲]:

- چه تعداد محل تخلیه باید ساخته شود؟
- به چه تعداد و چه نوع وسایل تخلیه کننده احتیاج است ؟
- به چه تعداد کارگر و برای چه مدت نیاز است ؟

کم کردن این گونه تجهیزات باعث کاهش هزینه ها می شود ولی کاهش بیش از حد آنها باعث افزایش زمان انتظار و تعداد تجهیزات بارگیری است.

با تکنیک شبیه سازی می توان مدل مورد نظر را برای معدن تهیه کرد.

همانطور که در بخش قبلی اشاره شد، دو نوع شبیه سازی صورت می گیرد. پارامترهای مورد نیاز در شبیه سازی استاندارد سیستم بارگیری باربری شامل سرعت حمل کامیون برای شیب مشخص جاده، مقاومت غلتشی و ... می باشند که توسط یک سری معادلات ریاضی بیان می شوند.

در روش مونت کارلو، نیاز به انتخاب تصادفی زمانهای وقوع یک سری عملیات داریم که بطور واقعی از عملیات معدن ثبت شده اند. مثل مدت زمانی که طول کشیده تا یک شاول مشخص مثلاً شماره ۱، یک کامیون مشخص را پر کرده است. روش مونت کارلو از پیچیدگی کمتری برخوردار است و کاربرد بیشتری دارد.

به منظور مدل کردن یک معدن روباز، صرفنظر از بکارگیری یکی از دو روش فوق ضروری است به مواردی که در عملیات بارگیری و حمل نقش مهمی دارند توجه کرد و با مطالعه این موارد اقدام به شبیه سازی و مدلسازی معدن کرد. این موارد عبارتند از:

الف- محل استقرار شاول

ب- مسیر جاده یا خط سیر

ج- محل دمپ

د- برنامه ریزی برای کامیون

در شبیه سازی، اطلاعات مربوط به عملیات بارگیری و حمل مثل زمانهای بارگیری، زمان یک سیکل کاری کامیون، زمان یک سیکل کاری شاول و پارامترهای مربوط به آن، زمانهای انتظار کامیون و شاول،

زمانهای توقف کامیون و شاول، محلی که شاول باید کار کند، تعداد محلهای دمپ مورد استفاده، تعداد، نوع و شماره کامیونهایی که باید به ازای هر شاول مشخص مستقر شوند، شرایط برداشتن سنگ از سینه کار هر شاول، تعداد شیفت کاری، زمان شروع کار، زمان نهار، زمان تعویض شیفت و ختم کار باید دقیقا مشخص باشند. پس از شبیه سازی و ارائه مدل، می توان روش بهینه بارگیری و حمل را برای معدن انتخاب نمود.

۶-۴- مروری بر نرم افزار شبیه سازTALPAC *

۶-۴-۱- مقدمه

بطورکلیTALPAC یک نرم افزار شبیه ساز کامپیوتری برای تخمین سودمندی سیستم بارگیری و حمل در معدن می باشد. کلمهٔ TALPAC مخفف Truck And Loader Productivity Analysis System است که به معنای سیستم آنالیز سودمندی لودر و کامیون می باشد.

۶-۴-۲- کاربردهای TALPAC

جهت تحلیل عملکرد دسته ناوگانهای موجود و یا بررسی کاربرد ناوگانی جدید در عملیات معدنکاری استفاده می شود. در هر دو حالت عملکرد یک دسته بررسی و با دو یا چند دسته دیگر مقایسه می شود. کاربردهای TALPAC در زیر لیست شده اند:

۱- محاسبه زمان حرکت کامیون جهت انجام یک تحلیل مقایسه ای در اثر تغییر مسیرهای مختلف

۲- تخمین بهره وری ناوگان جهت مطالعات برنامه ریزی کوتاه مدت و بلند مدت

۳- مقایسه سودمندی استفاده از روشهای مختلف بارگیری برای تعیین بهترین تکنیک بارگیری

۴- مقایسه تعدادی ناوگان با یکدیگر

۵- تحلیل حساسیت در طراحی جاده

---

*- کلیه مطالب این بخش از منبع ۳۷ می باشد.

۶- محاسبه ظرفیت بار سرعت لاستیک

۷- تخمین سوخت مصرفی برای استفاده در محاسبه هزینه عملیاتی

۸- بهینه سازی اندازه و تعداد ناوگان کامیون

۹- آنالیز بارگیری به منظور بهینه سازی اندازه باکت لودر،ظرفیت کامیون و تعداد مسیرها

۱۰- مقایسه نتایج حاصل از محاسبات انجام شده جهت پیداکردن ارتباط بین متغیرهای محاسباتی

۶-۴-۳- اجزای سیکل حمل و نقل

اولین مرحله در TALPAC، توصیف سیستم حمل و نقلی که مدلسازی خواهیم کرد، می باشد. اطلاعات لازم در هر سیستم بارگیری و حمل بصورت زیر طبقه بندی شده است که هر یک از موارد را مختصراً توضیح داده می شوند:

۱- سیکل بارگیری و باربری

۲- مشخصات نوع مواد

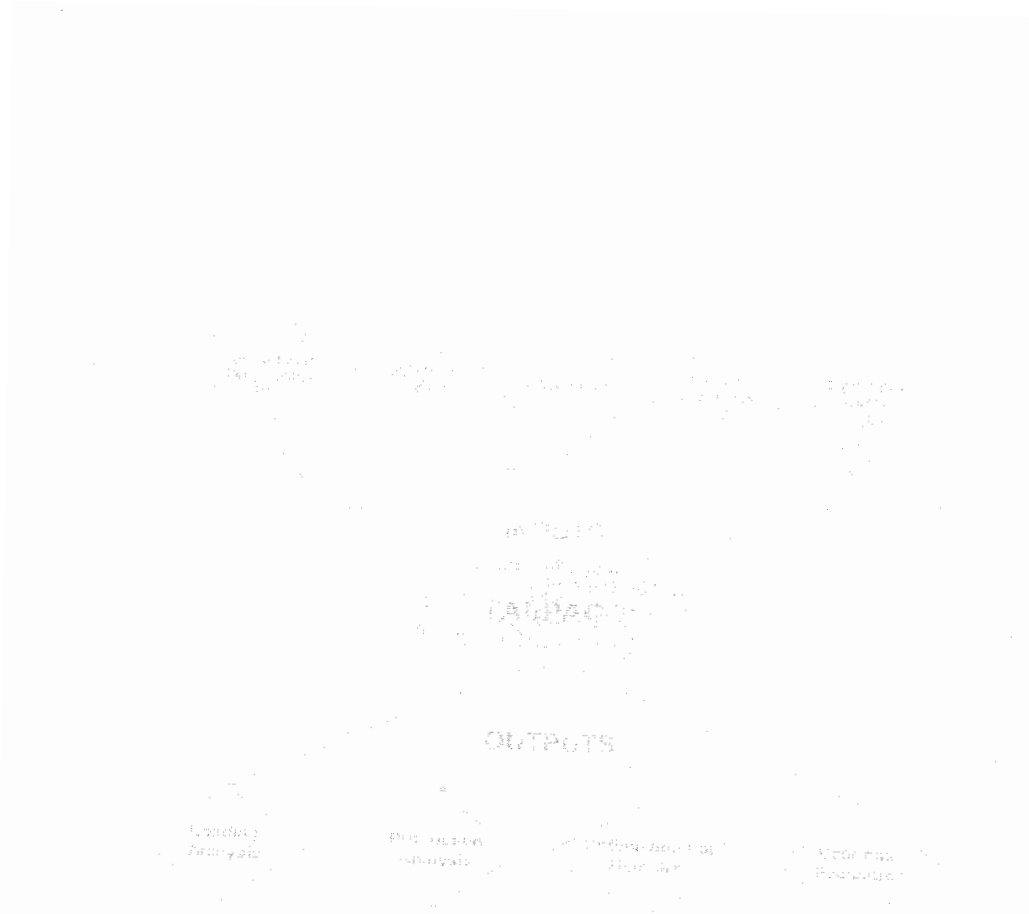
۳- مشخصات رژیم کاری

۴- اطلاعات لودر یا دستگاه بارکننده

۵- اطلاعات کامیون

اطلاعات مربوط به هر کدام از اجزاء سیستم حمل و نقل در یک قالب ذخیره می شود که با اتصال دادن این قالبها به یکدیگر می توان کل سیستم حمل و نقل را تحلیل کرد.

دیاگرام زیر شمای کلی از روندکاری، ورودی ها و خروجی TALPAC را نشان می دهد (شکل۶-۱).



شکل ۶-۱- شمای کلی از نحوه کاری TALPAC[۳۸]

۶-۴-۳-۱- سیکل بارگیری و حمل

سیکل حمل و نقل نشان دهنده توالی و ترتیب کامل از رویدادهایی است که در ناوگان کامیون و شاول روی می دهد. این سیکل برای وارد شدن به TALPAC از بخشهای بارگیری، حمل، تخلیه و تأخیر تشکیل یافته است.

۶-۴-۳-۲- مشخصات نوع مواد

مشخصات فیزیکی موادی که در سیستم حمل و نقل انتقال می یابند، عامل کنترل کننده ای برای ظرفیت کامیونها و لودرها می باشد. این اطلاعات شامل دانسیته مواد، فاکتورتورم مواد و ... می باشند که بایستی در قالب نوع مواد ذخیره شوند. در مورد تعدادی از مواد، مشخصات تهیه شده و داخل بانک اطلاعاتی نرم افزار ذخیره شده است ولی مشخصات جدید می تواند برای شرایط و مواد خاص هر پروژه توسط کاربر وارد شود.

۶-۴-۳-۳- مشخصات شیفت کاری یا فهرست شیفت

زمان کاری و عملیاتی برای سیستم حمل و نقل بصورت الگوی شیفت، تعداد شیفت، تأخیرات عملیاتی و غیرعملیاتی را در قالب جداول نوبت کاری وارد نرم افزار کند. از این زمانها برای محاسبه تولید سالانه، محاسبه هزینه های عملیاتی، زمانهای کاری لودر و کامیون و تحلیل فرآیند صف بندی استفاده می شود.

۶-۴-۳-۴- اطلاعات لودر یا دستگاه بارکننده

از قالب یا پایگاه لودر برای استفاده از اطلاعات ذخیره شده در مورد واحد بارگیری استفاده می شود. در حالیکه اطلاعات دیگر می تواند مستقیماً توسط کاربر وارد شود. درالگوی لودر می توان از جام استاندارد و یا انتخاب دیگری توسط کاربر استفاده نمود. سایر اطلاعات لودر شامل هزینه های عملیاتی و سرمایه کل را می توان به این بخش وارد کرد. اطلاعات لازم برای تعریف یک لودر در سه بخش اطلاعات عملیاتی، اطلاعات هزینه ای و اطلاعات توزیع تقسیم بندی می شوند که در ادامه توضیح داده می شود:

۱- اطلاعات عملیاتی: اطلاعات عملیاتی شامل دو بخش مجزا می باشند:

الف- عملکرد لودر: سه پارامتر موجود در این بخش شامل زمان سیکل جام، بار جام و در دسترس بودن می باشند که توسط کاربر قابل تعریف هستند.

- زمان سیکل جام: عبارتست از زمانی که لودر صرف یک سیکل بارگیری کامل می کند. شامل زمان پر شدن جام، آماده شدن برای کندن، پر کردن صندوقه کامیون و آماده شدن برای بار گیری مجدد جام. زمان سیکل برای یک جام در این مورد ۳۰ ثانیه منظور شده است که البته توسط کاربر قابل تعریف می باشد.
- بار جام: میزان بار جام را می توان بر حسب وزن یا حجم بیان کرد. این مقدار ابتدا از روی ظرفیت لیست شده در پایگاه اطلاعاتی لودر تعیین می شود ولی قابل تغییر نیز می باشد.
-در دسترس بودن: عبارتست از نسبت زمان برنامه ریزی شده که لودر به صورت مکانیکی در دسترس می باشد.

ب- روش بارگیری:

انواع روشهای بارگیری که TALPAC قابلیت مدلسازی آنها را دارد شامل روش بارگیری یک طرفه، بارگیری دو طرفه که بر اساس وضعیت قرارگیری کامیون- لودر و روش صندوقه پر کامیون یا جام لودر پر که بر اساس پرشوندگی جام ها است.

۲- اطلاعات هزینه ای:

در صورت ورود اطلاعات هزینه ای، هزینه تولید ناوگان قابل محاسبه خواهد بود. اطلاعات هزینه ای شامل هزینه های کل، عمر اقتصادی دستگاه، هزینه های عملیاتی و استهلاک می باشد.

۳- اطلاعات توزیع :

اطلاعات توزیع جهت بدست آوردن منحنی توزیع پارامترهای احتمالی عملیات بارگیری می باشد. این متغیرها در مورد لودر شامل زمان سیکل بارگیری و میزان بار جام (بر حسب وزن یا حجم) می باشند. پارامترهای لازم برای هر متغیر شامل متوسط توزیع، نوع توزیع، میزان گسترش و پارامتر محدودیت توزیع می باشد.

۶-۴-۳-۵- اطلاعات کامیون یا دستگاه باربر

اطلاعات مربوط به کامیون های درون سیستم حمل و نقل در این چارچوب ذخیره می شود. این نرم افزار قابلیت ذخیره سه نوع کامیون مختلف در یک سیستم حمل و نقل را دارا می باشد. که اطلاعات مربوط به به هر یک را در الگویی جداگانه ضبط می کند. سه نوع صفحه نمایش اطلاعاتی برای هر چارچوب کامیون وجود دارد که عبارتند از اطلاعات عملیاتی، اطلاعات هزینه ای و اطلاعات توزیع.

۱- اطلاعات عملیاتی: این اطلاعات شامل سه بخش اطلاعات عملکردی کامیون، مشخصات و ویژگی های محلی و تعدیل وزن می باشد.

الف- اطلاعات عملکردی کامیون شامل چهار بخش مختلف می باشد:

- زمانیکه کامیون از صف به سوی لودر حرکت می کند تا زمانیکه آماده بارگیری می شود که برحسب دقیقه توسط کاربر وارد شده یا از مقدار اولیه آن که ۰/۵ دقیقه می باشد استفاده می شود.

- زمانیکه کامیون از تخلیه بر می گردد تا زمانیکه آماده بارگیری می شود که بر حسب دقیقه توسط کاربر وارد شده یا از حالت دلخواه آن که ۰/۵ دقیقه است استفاده می شود.

- زمان تخلیه یعنی از زمانی که کامیون برای تخلیه کردن آماده می شود تا زمانیکه از محل تخلیه خارج می شود.

- ضریب دسترسی که این ضریب عبارتست از درصد زمانی که طبق آن کامیون بصورت مکانیکی برای فرآیند آماده می باشد.

ب- ویژگیهای محلی :

این ویژگی ها شامل قدرت موتور و فاکتور تبدیل سرعت می باشند که از این دو پارامتر جهت تصحیح اطلاعات تأخیری و منحنی نیروی کشش استفاده می شود.

ج- تعدیل وزن: این بخش شامل وارد کردن وزن خالی کامیون، بار اسمی و وزن پر کامیون می باشد که می تواند توسط کاربر تعریف شود.

- اطلاعات هزینه ای: شامل هزینه های کل، زمان مفید اقتصادی، هزینه های عملیاتی و استهلاک می باشد.

- اطلاعات توزیع: شامل اطلاعات توزیع پارامترهای احتمالی مثل زمان حرکت کامیون، زمان تخلیه کامیون و ضریب دسترسی می باشد.

۶-۴-۴- محاسبات TALPAC

در TALPAC تعدادی محاسبات قابل انجام است که این محاسبات شامل: آنالیز تولید، جزئیات سیکل باربری، بهینه سازی و تحلیل بارگیری می باشد که بطور خلاصه توضیح داده می شوند:

۶-۴-۴-۱ـ آنالیز بهره وری و تولید [۱]

دو روش در TALPAC برای تحلیل سودمندی سیستم حمل و نقل وجود دارد که بـه شـرح زیـر می باشند:

الف ـ تخمین سریع [۲] :

تخمین سریع، شبیه سازی قطعی یک ناوگان کامیون و لودر برروی یک مسیر بـاربری معـین مـی باشد. تخمین سریع نسبت به شبیه سازی کامل زمان کمتری می گیـرد و نتـایج حاصـل از آن تقریبـی است. این تخمین یک محاسبه سطحی محسوب می شود که در آن از منحنی توزیـع هـای پارمترهـای احتمالی استفاده نشده و تنها بطور ساده مقادیر متوسط این پارامترها را در محاسبات در نظر می گیرد.

مزیت استفاده از این تخمین، سرعت اجرای آن می باشد ولی در عوض ایـن روش،نتـایج درسـت و قابل اطمینانی برای میزان باردهی متوسط کامیون، زمان بارگیری، زمان صـف بنـدی و در نهایـت بهـره وری کل ناوگان ارائه نمی کند.

ب ـ شبیه سازی کلی [۳] :

شبیه سازی کلی یک شبیه سازی احتمالی از یک ناوگان کامیون و لودر بر روی یک قسمت حمل و نقل ویژه می باشد. اجزاء حمل و نقل تغییرات زیادی می کنند کـه ایـن مـسئله مـی توانـد اثـر قابـل ملاحظه ای بر روی سودمندی داشته باشد. در شبیه سازی کامل، تغییر پـذیری متغیرهـای بحرانـی در محاسبه بهره وری در نظر گرفته می شوند. برای مثال زمان سیکل متوسط برای یـک بارکننـده، ممکـن است ۳۸ ثانیه بوده ولی دامنه تغییرات آن از ۳۰ ثانیه تا ۱ دقیقه باشد.

پارامترهای لودر و کامیون که به صورت متغیرهای احتمالی وارد می شوند، عبارتند از:

- زمان حرکت کامیون

۱-production analysis

۲-quick estimate

۳-full simulation

- زمان تخلیه کامیون
- ضریب دسترسی کامیون
- زمان سیکل لودر برای یک جام
- باردهی جام لودر

منحنی توزیع این تغییرات در مورد هر یک از این پارامترها در چارچوب لودر و کامیون همانطور که شرح داده شد ذخیره شده است. وقتی که شبیه سازی کامل انجام می شود توزیع ها بطور تصادفی مقداری را به این پارامترهای احتمالی اختصاص می دهند. در این صورت تغییرات در پارامترهای احتمالی در تعیین بهره وری ناوگان حائز اهمیت می شود.

در هر بار اجرای شبیه سازی با توجه به اینکه پارامترهای احتمالی مقادیر مختلفی تخصیص داده می شود، نتایج مختلفی ارائه می شود.

۶ـ۴ـ۴-۲ـ اساس محاسبات

شبیه سازی TALPAC از نوع شبیه سازی استاندارد می باشد. همانطور که ذکر شد شبیه سازی استاندارد نیاز به یک سری پارامترهای سیستم مانند سرعت حمل کامیون، شیب جاده، مقاومت غلتشی و امثالهم دارد که به وسیله یک سری معادلات ریاضی بیان می شوند و تقریباً پیچیده است.

مهمترین محاسبات در TALPAC ،محاسبهٔ زمان سفرکامیون (زمان رفت و برگشت کامیون) در یک مسیر خاص می باشد. برای محاسبهٔ زمان سفرکامیون در هر جادهٔ باربری از فرمولهای استاندارد زیر استفاده می شود:

$$F=ma$$

$$V_1=V_0+at$$

$$V_1^2=V_0^2+2as$$

$$S=V_0t+1/2at^2$$

F: نیروی وارده به کامیون

M: جرم کامیون

A: شتاب حرکت

V۰: سرعت اولیه

V۱: سرعت نهایی در هر قسمت

T: زمان صرف شده سفر در هر قسمت

S: مسافت هرقسمت

فرمولهای بالا برای محاسبهٔ قسمتهایی فراهم شده است که شتاب (a) در آنها ثابت هستند. بطور خلاصه، TALPAC با استفاده از روابط فوق، زمان رفت و برگشت کامیون را محاسبه نموده و این زمان را با زمان بارگیری و تخلیه و تأخیرهای ثابت و متغیر جمع نموده و در نهایت زمان یک سیکل کامل باربری کامیون را محاسبه و توانایی تولید هر کامیون دریک ساعت عملیاتی و در نتیجه توانایی تولید کامیون در هر شیفت کاری و به همین ترتیب در هر روز و هرسال را محاسبه می‌نماید. بنابراین با در اختیار داشتن تولید هر کامیون در سال می توان به حداقل تعداد کامیون لازم برای رسیدن به تولید سالانهٔ معدن، دست یافت.

۶-۴-۴-۳- جدول نتایج

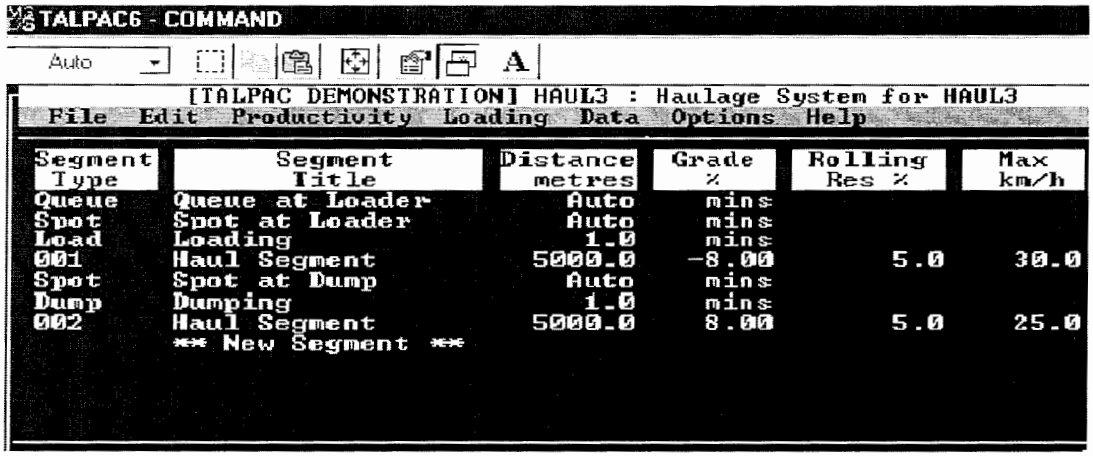
جدول نتایج، تسهیلاتی برای جدول بندی نتایج حاصل از محاسبات TALPAC می باشد. نتایج کلیه محاسبات پیوسته در جداولی جمع آوری شده و برای تحلیلهای بعدی مورد استفاده قرار می گیرند.
این نتایج ما را قادر می سازند تا محاسبات را به سرعت انجام داده و خلاصهٔ نتایج محاسبات را جهت دسترسی آسان، داشته باشیم.

۶-۵- شبیه سازی سیستم حمل و نقل معدن جاجرم در نرم افزار TALPAC

۶-۵-۱- داده های مورد نیاز

۶-۵-۱-۱- سیکل بارگیری و باربری معدن جاجرم

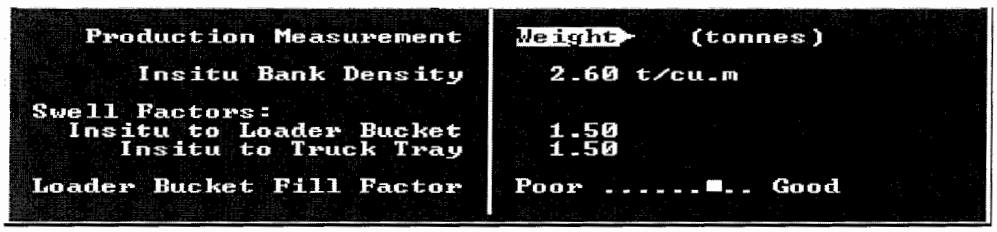
داده های مورد نیاز به منظور تعریف سیکل بارگیری و باربری مطابق شکل ۶-۲ می باشد.



شکل ۶-۲- داده های مورد نیاز به منظور تعریف سیکل بارگیری و باربری

۶-۵-۱-۲- مشخصات نوع مواد

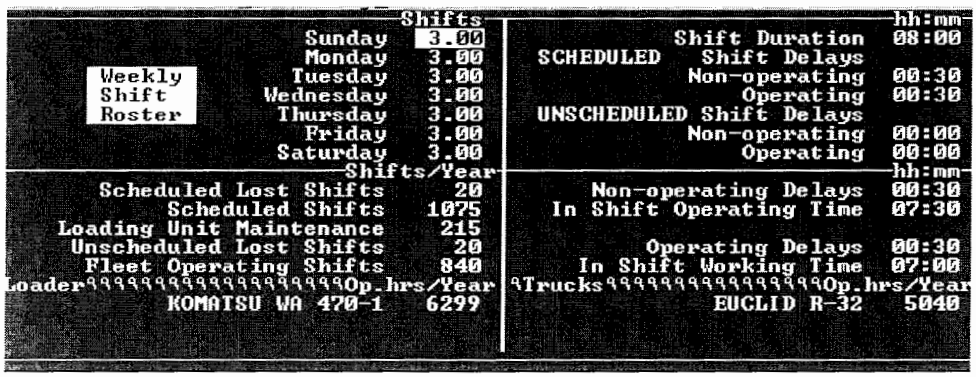
داده های مربوط به مشخصات نوع مواد در شکل ۶-۳ آمده است.



شکل۶-۳- داده های مربوط به مشخصات نوع مواد

۶-۵-۱-۳- مشخصات رژیم کاری

داده های مربوط به مشخصات مشخصات رژیم کاری در شکل ۶-۴ آمده است.



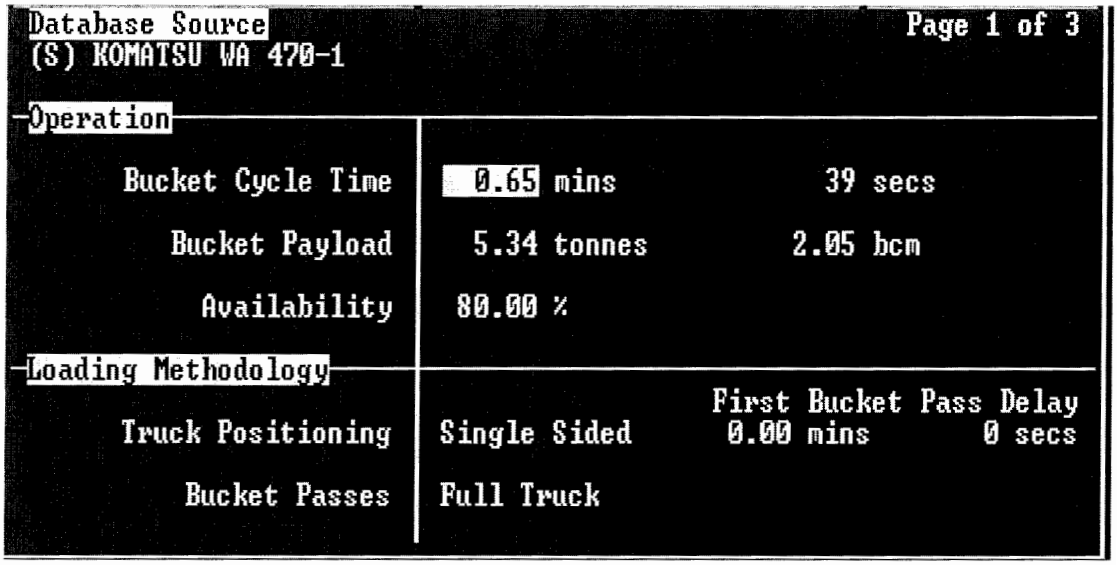
شکل ۶-۴- داده های مربوط به مشخصات مشخصات رژیم کاری

۶-۵-۱-۴- اطلاعات لودر یا دستگاه بارکننده

داده های مربوط به اطلاعات لودر یا دستگاه بارکننده به سه دسته تقسیم بندی می شوند.

۶-۵-۱-۴-۱- اطلاعات پایه

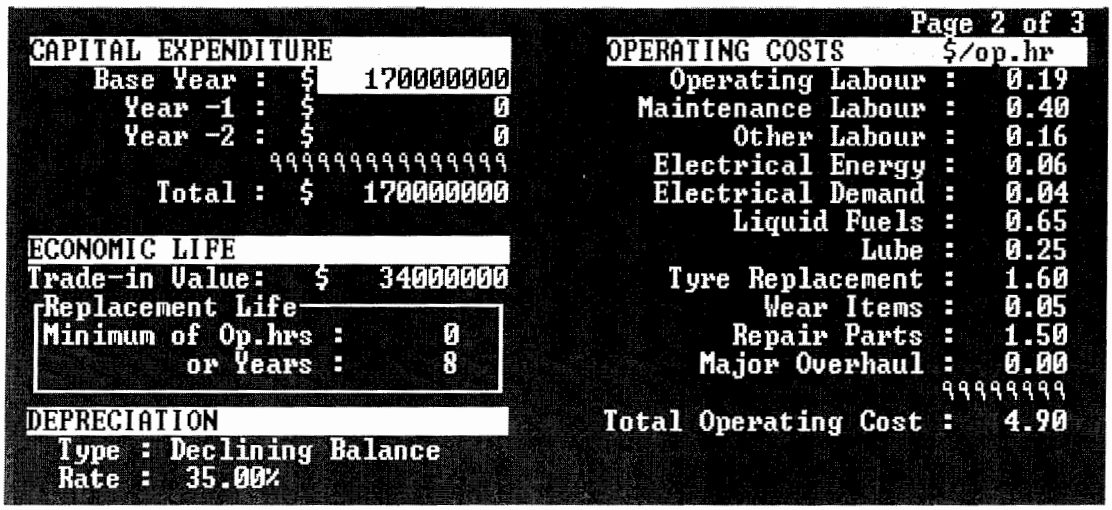
اطلاعات پایه به منظور تعریف و شناساندن دستگاه لودر KOMATSU WA ۴۷۰-۱ به شرح زیر وارد نرم افزار می شود:



شکل ۶-۵- داده های مربوط به اطلاعات لودر KOMATSU WA۴۷۰-۱

۶-۵-۱-۴-۲- اطلاعات اقتصادی

داده های مربوط به هزینه های لودر KOMATSU WA۴۷۰-۱ در شکل ۶-۶ آمده است.



شکل ۶-۶- داده های مربوط به هزینه های بارکننده

۶-۵-۱-۴-۳- تعریف نوع توزیع پارامترهای احتمالی لودر

در این قسمت نوع و مشخصات منحنی توزیع پارامترهای احتمالی مربوط به لودر با استفاده از اطلاعات به دست آمده حاصل از زمان سنجی در معدن، مشخص شده است.

	Mean of Distribution	Type	Spread Value %	Truncation Min %Prob.	Max %Prob.
Bucket Cycle Time	39 secs	LEFT_SKEW	4.00	90.0	90.0
Bucket Payload tonnes bcm	5.34 2.05	NORMAL	25.00	90.0	90.0

شکل ۶-۷- مشخصات منحنی توزیع پارامترهای احتمالی بارکننده

۶-۵-۱-۵- اطلاعات دستگاه باربری

داده های مورد نیاز جهت شناسایی دستگاه باربر نیز به شرح زیر وارد نرم افزار شده است:

۶-۵-۱-۵-۱- اطلاعات پایه کامیون EUCLID R-۳۲

این اطلاعات نیز با استفاده از مشخصات موجود در کاتالوگهای کامیونها و مشخصات به دست آمده در معدن جاجرم به شرح زیر وارد نرم افزار شده است:

Database Source (S) EUCLID R-32			Page 1 of 3
Operation			
Spot Time at Loader	0.50 mins		30 secs
Spot Time at Dump	0.50 mins		30 secs
Dumping Time	0.50 mins		30 secs
Availability	80.00 %		
Local Characteristics			
Motor Power	276 kW		
Transmission Speed Factor	1.00		
Weight Modification	tonnes	bcm	
Empty Weight	23.59	-	
Nominal Payload	32.00	12.31	
Full Weight	55.59		

شکل ۶-۸- مشخصات پایه کامیون EUCLID R-۳۲

۶-۵-۱-۵-۲- مشخصات منحنی توزیع پارامترهای احتمالی کامیون

نوع و مشخصات منحنی توزیع پارامترهای احتمالی کامیون با استفاده از زمان سنجی های انجام شده در سر معدن به صورت زیر برای نرم افزار تعریف شده است:

	Mean of Distribution	Type	Spread Value %	Truncation Min %Prob.	Max %Prob.
Travel Time	Auto mins	RIGHT_SKEW	15.00	1.0	90.0
Dumping Time	0.50 mins	RIGHT_SKEW	15.00	1.0	90.0
Availability	80.00 %	NORMAL	15.00	1.0	90%

شکل ۶-۹- مشخصات منحنی توزیع پارامترهای احتمالی کامیون

۶-۵-۲- نتایج

۶-۵-۲-۱- اجرای شبیه سازی

بعد از وارد کردن اطلاعات نرم افزار شروع به شبیه سازی سیستم تعریف شده می کند. وقتی که شبیه سازی کامل انجام می شود، توزیع ها بطور تصادفی مقادیری را به این پارامترهای احتمالی اختصاص می دهند. در هر بار اجرای شبیه سازی با توجه به اینکه به پارامترهای احتمالی مقادیر مختلفی تخصیص داده می شود، نتایج مختلفی ارائه می شود.

پس از هر بار اجرای شبیه سازی سیستم، مشخصاتی به صورت زیر به دست می آید:

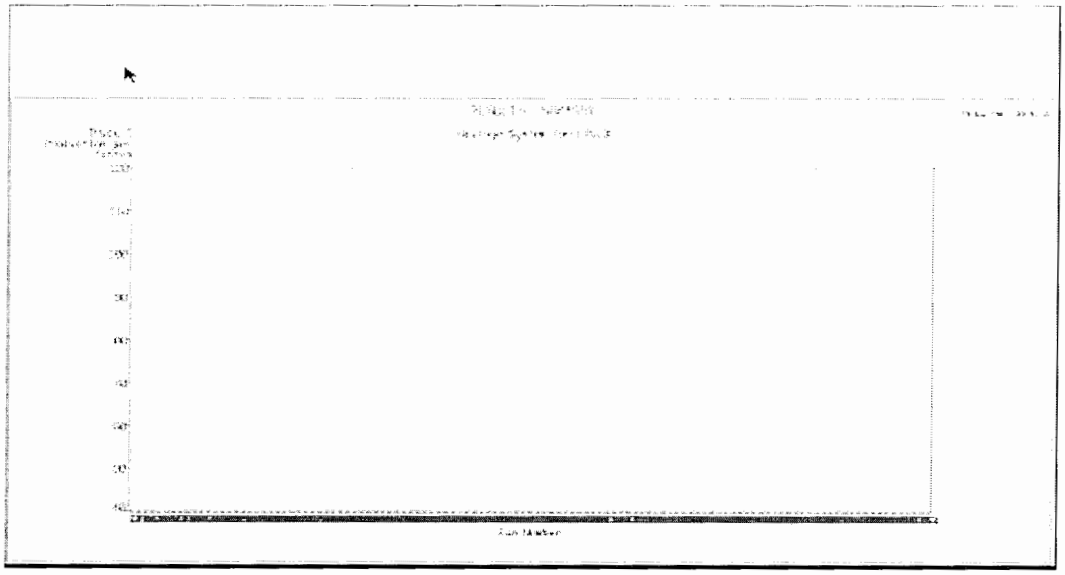
EUCLID R-32

Trucks		
Production/Op.hr	tonnes	68
Average Payload	tonnes	32.0
Queue Time at Loader	mins	1.08
Average Loading Time	mins	1.00
Average Travel Time	mins	33.43
Fleet Size		15
Loader	KOMATSU WA 470-1	
Production/Op.hr	tonnes	812
Production/Shift	tonnes	6087
Wait Time/Op.hr	mins	27.41
Fleet		
Production/Year	tonnes	5112707
Discounted Capital Cost	$/tonne	863.30
Discounted Oper. Cost	$/tonne	0.09
Discounted Average Cost	$/tonne	863.39

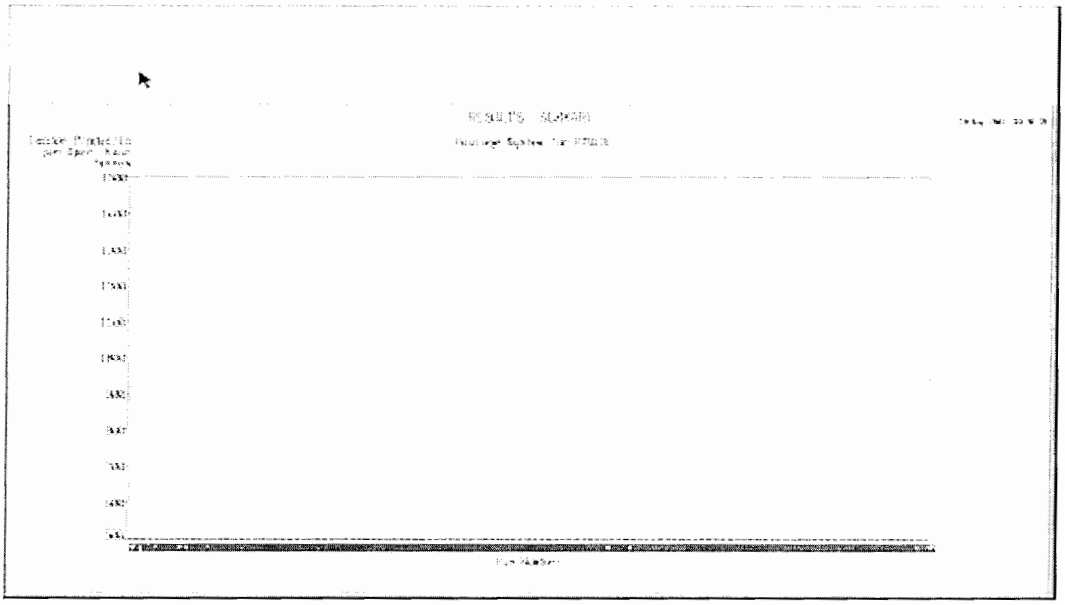
Loading Methodology
Single Sided
Full Truck

Averages for 95 shifts

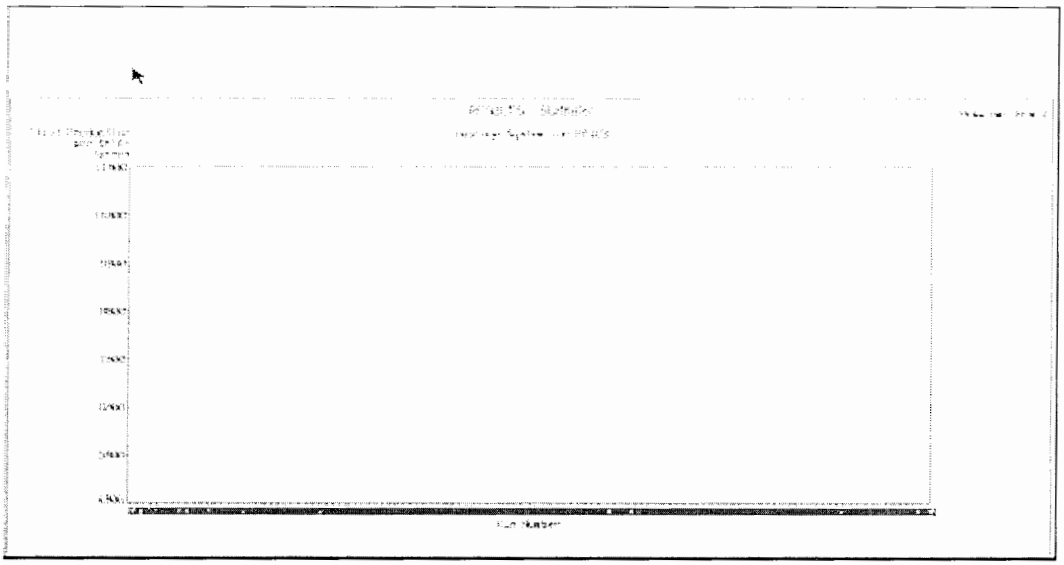
شکل ۶-۱۰- جدول نتایج حاصل از هر باراجرای شبیه سازی



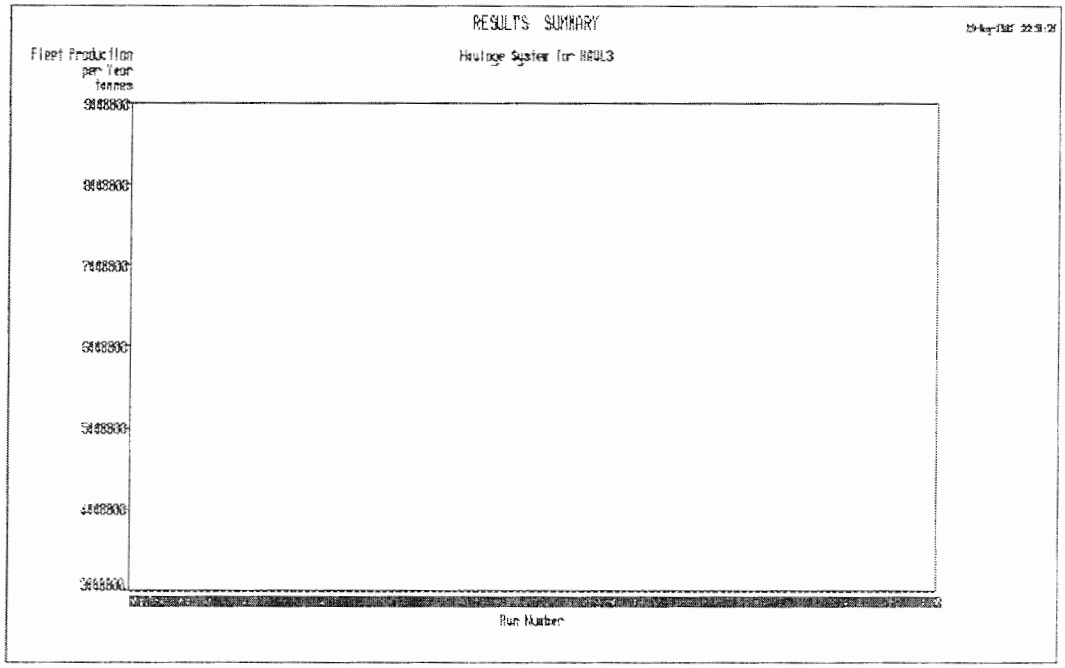
شکل ۶-۱۳- نمودار تعداد اجرا- *تولید کامیون (تن) در هر ساعت*



شکل ۶-۱۴- نمودار تعداد اجرا- *تولید لودر در هر ساعت*



شکل ۶-۱۵- نمودار تعداد اجرا- *میزان تولید ناوگان در هر شیفت*



شکل ۶-۱۶- نمودار تعداد اجرا- *تولید سالانه ناوگان*

۶-۵-۲-۳- نتایج تولید برای شبیه سازی کامل

با توجه به قدرت تولید هر ناوگان، نرم افزار می تواند تعداد ماشین آلات بارگیری و باربری مورد نیاز را برای رسیدن به تولید سالانه معدن، تعیین نماید.

این نرم افزار قابلیت بهینه سازی سیستم بر اساس چندین پارامتر مختلف که یکی از آنها اندازه ناوگان می باشد را داراست. در واقع نرم افزار با اختصاص تعداد ناوگانهای مختلف، شروع به

شبیه سازی سیستم کرده و نهایتاً در هر شرایط خاص، توان تولید ماشین آلات را محاسبه می کند. با استفاده از این نتایج و با توجه به میزان تولید سالانه، بهترین گزینه، تعداد ناوگانی است که میزان تناژ سالانه مورد نظر را تامین کند.

آن طور که از نتایج شبیه سازی بر می آید، با استفاده از ۹ کامیون KOMATSU-٤٦٠ و لودر KOMATSU WA-٦٠٠-١، قادر به بارگیری و حمل ۵۳۳۶۸۴۶ تن باطله در سال خواهیم بود که این میزان به تناژ باطله برداری مورد نظر سالیانه مورد نظر در این طرح، نزدیک می باشد. اما با استفاده از آلترناتیو دوم شامل کامیون EUCLID R-٣٢ و لودر KOMATSU WA-٤٧٠ به منظور بارگیری و حمل این حجم باطله در سال، مجبور به استفاده از ۱۵ کامیون خواهیم بود. بنابراین واضح است که گزینه اول از نظر اقتصادی از صرفه بالاتری برخوردار می باشد.

فصل هفتم

نتیجه گیری

فصل هفتم

نتیجه گیری

معدن بوکسیت جاجرم، بزرگترین معدن بوکسیت ایران می باشد که عملیات استخراجی آن از سال ۱۳۸۲ شروع شده است.

در هر سیکل استخراجی، یکی از مهمترین پارامترهای تاثیر گذار بر سود بخش بودن عملیات معدنکاری، هزینه های بارگیری و باربری می باشد.

سیستم بارگیری و باربری معدن جاجرم بدون انجام هیچگونه طراحی فنی خاصی، به بخش پیمانکاری خصوصی واگذار گردیده است. پیمانکاران نیز با تجهیزات موجود خود و بدون توجه به مسائل فنی، اقدام به بارگیری و حمل مواد می نمایند که بنابراین سیستم موجود، هیچگونه توجیه فنی یا اقتصادی خاصی را تامین نمی کند.

با توجه به موارد فوق، این تحقیق به منظور انتخاب تجهیزات بارگیری و باربری معدن جاجرم و نهایتاً تحلیل آن با استفاده از نرم افزار TALPAC صورت گرفته است.

روش بکار رفته، بر پایه روابط تجربی اهارا می باشد که با تاثیر سایر عوامل فنی مؤثر در انتخاب ماشین آلات، نهایتاً پیشنهاد استفاده از لودر WA-۶۰۰ شرکت کوماتسو با ظرفیت صندوقه ۵/۵ متر مکعب و کامیون HD-۴۶۰ شرکت کوماتسو با ظرفیت باربری ۴۵ تن، ارائه شده است.

از طرفی شرکت مشاور نیز استفاده از کامیون R-۳۲ از شرکت اوکلید با ظرفیت باربری ۳۲ تن و لودر WA-۴۷۰ با ظرفیت صندوقه ۳ متر مکعب را ارائه کرده است.

به منظور تحلیل هر سیستمی که پارامترهای احتمالی مختلف در عملکرد آن تأثیر گذار می باشند، بهترین گزینه جهت تحلیل سیستم، شبیه سازی آن می باشد. شبیه سازی این امکان را می دهد که نتایج تحت شرایط مختلف ممکن مشاهده و نهایتاً تحلیل و مقایسه شوند.

از آنجا که در سیستم بارگیری و حمل معدنی نیز پارامترهای احتمالی مختلفی، تاثیر گذار می باشند، در این تحقق به منظور تحلیل سیستم پیشنهادی و مقایسه آن با پیشنهاد مشاور، با استفاده از نرم افزار TALPAC ،سیستم بارکننده- باربر این معدن شبیه سازی شده است.

نهایتاً نتایج شبیه سازی سیستم، استفاده از ترکیب ۹ کامیون HD-۴۶۰ و لودر مدل WA-۴۷۰ کوماتسو را تائید می نماید. بنابراین، استفاده از ترکیب فوق جهت انجام باطله برداری معدن جاجرم همانطور که در فصل ششم به تفصیل آمده، پیشنهاد می شود.

فهرست منابع

فهرست منابع و مآخذ

۱. یاوری، مهدی، "جزوه درسی استخراج معادن روباز"، ۱۳۷۴، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

۲. Cebesoy, Tand Gozen, M and yahsi, s, "A systematic decision making model for optimum Surtace mining equipment selection" , Mine planning and Equipment selection, ۱۹۹۲.

۳. یاوری، مهدی و موسوی، سید ولی؛ " معرفی نرم افزار برای انتخاب شاول وکامیون در معادن روباز" ، اولین کنفرانس مهندسی معدن، ۱۳۸۳.

٤. گزارش های مطالعات کانی شناسی معدن بوکسیت جاجرم (زمین شناسی و اکتشافات)، شرکت ایتوک ایران.

٥. گزارش محاسبه ذخیره معدن بوکسیت جاجرم، ۱۳۸۱، شرکت ایتوک ایران.

٦. عطایی، محمد و زمانی، فرج ا...؛" تحلیل سیستم باربری معدن سنگ آهن چادرملو"، اولین کنفرانس مهندسی معدن، ۱۳۸۳.

۷. "Mining Engineering Hand Book" , ۱۹۹۲, SME.

۸. بانکی، محمدتقی، "روشهای مدیریت کارهای ساختمانی"، ۱۳۷۰، دانشگاه امیرکبیر ایران.

۹. یاراحمدی، "جزوه درسی ترابری در معادن روباز"، ۱۳۷۷، دانشگاه یزد ـ دانشکده معدن.

۱۰. Celebi, Nese, "An equipment and cost analysis system for open pit coal mines", International Journal of mining Reclamotion and Enviromant, ۱۲ (۱۹۹۸), pp.۱۸۱-۱۸۷.

۱۱. اصانلو، مرتضی، "طراحی و برنامه ریزی در روشهای استخراج معادن سطحی"، ۱۳۷۴، انتشارات لادن.

۱۲. هارتمن، هواردال، ترجمه یاوری، مهدی، "اصول مهندسی معدن"، ۱۳۸۱، دانشگاه صنایع و معادن تهران.

۱۳. "Surface haulage – Headcont", word mining Equipment, September ۲۰۰۰, pp.۵۱-۵۸.

۱٤. توران، علی، "مدیریت ماشینهای راه سازی"، ۱۳۶۴، دانشگاه تهران.

۱۵. یاوری، مهدی، "جزوه درسی ترابری در معادن روباز"، ۱۳۷۲، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

۱۶. دودانگه، داود، "نرم افزار محاسبه تعداد مورد نیاز ماشین آلات چالزنی، شادل و کامیون در معادن روباز"، ۱۳۷۶، پروژه کارشناسی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران، دانشکده مهندسی معدن و متالوژی و نفت.

۱۷. انصاری، عبدالحمید با "روشهای تحلیلی در مهندسی معدن"، ۱۳۷۷، انتشارات صنعت فولاد.

۱۸. کاتالوگ کامیون، شرکت کوماتسو، ۱۳۸۴.

۱۹. خدایاری، اصغر، "جزوه درسی ترابری در معادن"، ۱۳۷۷، دانشگاه تهران.

۲۰. صدری، "جزوه درسی ترابری در معادن" ، ۱۳۷۷، دانشگاه امیرکبیر تهران، دانشکده مهندسی معدن و متالوژی و نفت.

۲۱. سعد محمدی، اردشیر،"جزوه درسی روشهای استخراج روباز" ، ۱۳۸۱، مؤسسه آموزشی و پژوهشی صنایع و معادن.

۲۲. سلطانی زاده، آخوندی، "یک مقایسه از طراحی روباز و زمان بندی تولید با نرم افزار NPVscheduler FoR - X ، نشر فن معدن، شماره ۱۵، ۱۳۸۱، صفحه۳۴-۳۹.

۲۳. Sames. W and Thomas.J and Tomas. P and Katherine. M, "surface mining Equipment" , ۱۹۸۲, martin consultants, INC.

۲۴. www.Equipment Selection Of Mine.com,۲۰۰۳.

۲۵. Bruce, A, kennedy, "surface mining" , Edition۲, ۱۹۹۰, SME.

۲۶. Hustrulid W.,Kuchta M.- ۱۹۹۸. "Open Pit Mine Planning & Design". Balkema.

۲۷. "گزارش برنامه ریزی تولید معدن جاجرم" ،۱۳۸۱، شرکت ایتوک ایران.

۲۸. کاتالوگ لودر، شرکت هپکو،۱۳۸۴.

۲۹. "گزارشات اسناد مناقصه پیمانکاری معدن بوکسیت جاجرم" ، شرکت ایتوک ایران.

۳۰. " گزارش ارزیابی کارکرد و عملکرد ماشین آلات معدن جاجرم" ،۱۳۷۸، شرکت ایتوک ایران.

۳۱. دمیری، علی رضا؛ "شبیه سازی حمل و نقل معدند چغارت با ARENA"، دومین کنفرانس معادن روباز ایران، ۱۳۸۴.

۳۲. میر عابدینی، حمید، جزوه درسی مدلسازی و شبیه سازی، ۱۳۸۱.دانشگاه صنعتی شاهرود.

۳۳. اسکو نژاد، محمد مهدی، "اقتصاد مهندسی"، ۱۳۸۰، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

۳۴. افشار، مینا،" روشهای انتخاب نوع و تعداد ماشین آلات بارگیری و باربری در معادن روباز" ،۱۳۸۴، سمینار کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۳۵. راهنمای استفاده از نرم افزار TALPAC.

۳۶. WWW.RUNGE.COM,۲۰۰۵.

پیوستها

پیوست – ۱

جدول ۱- کارکرد و راندمان ماشین آلات بلوک هفت گلبینی

G.7			WASTE		پارامترهای بهره وری زمانی از دستگاهها		
			طول فعالیت	راندمان مفید	آماده بکاری	بکار گیری	بهره وری کل
مدل	Yaer	MONTH	(h)	(M3/h)	(%)	(%)	(%)
W-470	77	8	337.40	69.25	99.8	94.0	93.8
		9	367.68	78.71	100.0	90.8	90.8
		10	335.26	70.81	90.6	91.9	83.2
		11	450.98	115.04	91.3	98.3	89.7
		12	303.98	94.24	95.9	92.3	88.5
	77TOtal		1795.30	87.21	95.1	93.4	88.9
	78	1	299.76	101.27	70.0	88.5	62.0
		2	460.75	95.47	83.3	94.7	79.4
		3	500.00	72.25	98.8	96.8	95.7
		4	424.43	96.33	72.1	993	71.6
		5	673.44	86.63	89.6	99.9	89.5
		6	551.32	73.87	97.2	97.5	94.7
	78TOtal		2909.70	87.27	85.1	96.4	82.1
W-470TOtal			4705.00	87.25	89.2	95.1	84.9
CAT-950	77	4			100.0	47.4	47.4
		5	60.57	61.58	100.0	77.7	77.7
		6	164.09	66.39	98.6	85.5	84.3
		7	156.48	73.91	95.7	85.9	82.1
		8	116.17	84.66	100.0	98.9	98.9
	77TOtal		497.31	72.44	98.5	81.5	80.3
CAT-950TOtal			497.31	72.44	98.5	81.5	80.3
CAT-966	77	5	52.50	44.60	99.5	48.8	48.6
		6	171.25	64.69	99.2	72.1	71.6
		7	152.18	70.75	97.4	86.4	84.1
		8	67.17	54.47	81.6	54.4	44.4
	77TOtal		443.10	62.78	95.2	69.2	65.8
CAT-966TOtal			443.10	62.78	95.2	69.2	65.8

جدول ۲- کارکرد و راندمان ماشین آلات بلوک هفت گلبیضی

G.7				راندمان	پارامترهای بهره وری زمانی از دستگاهها		
				WASTE	آماده بکاری	بکار گیری	بهره وری کل
MACHINE	CAPACITY	Yaer	MONTH		(%)	(%)	(%)
DUMPTRUCK	21 M3loading Capacity 12.5 M3 insitu	78	3	4.60	99.7	70.6	70.4
			4	4.72	100.0	81.7	81.7
			5	4.60	100.0	57.3	57.3
			6	4.49	100.0	56.3	56.3
			78Total	4.56	99.9	62.2	62.2
DUMP Total				4.56	99.9	62.2	62.2
TRUCK	10 M310ading Capacity 6 M3insitu	77	4		96.3	45.7	44.0
			5	4.47	94.9	68.7	65.2
			6	3.54	97.6	85.5	83.4
			7	4.20	97.2	89.8	87.3
			8	4.92	97.6	90.9	88.7
			9	4.66	94.8	84.3	79.9
			10	4.86	82.1	77.2	63.4
			11	4.56	97.3	77.4	75.3
			12	4.06	97.8	74.9	73.3
		77 Total		4.45	94.8	79.3	75.2
		78	1	4.32	96.3	71.7	69.1
			2	4.17	99.0	83.7	82.8
			3	4.25	97.7	83.9	82.0
			4	4.05	88.7	87.6	77.8
			5	3.98	90.8	87.3	79.3
			6	4.03	93.5	90.5	84.6
		78 Total		4.11	94.1	83.6	78.7
	10 Total			4.26	94.4	81.6	77.0
	6 M3 loading Capacity 3.6 M3 insitu	77	4		89.0	63.3	56.3
			5	4.79	93.2	82.0	76.5
			6	3.80	98.9	94.9	93.8
			7	4.86	96.5	98.3	94.6
			8	4.92	93.6	86.8	81.3
			9	4.72	97.2	88.9	86.4
			10	5.06	82.3	91.7	75.4
			11	4.58	85.9	83.7	71.9
			12	4.25	97.2	70.5	68.5
		77 Total		4.58	93.3	87.4	81.6
		78	1	4.23	96.2	63.8	61.4
			2	4.22	98.0	81.2	79.6
			3	4.23	93.9	90.7	85.2
			4	4.02	80.9	92.9	75.1
			5	4.00	87.1	73.8	64.3
			6	4.09	97.3	86.8	84.4
		78 Total		4.13	91.8	80.0	73.4
	6 Total			4.40	92.7	84.4	78.3

جدول ۳- کارکرد و راندمان ماشین آلات بلوک هشت گلبینی

	G.8		WASTE		پارامترهای بهره وری زمانی از دستگاهها		
			طول فعالیت	راندمان مفید	آماده بکاری	بکار گیری	بهره وری کل
مدل	Yaer	MONTH	(h)	(M3/h)	(%)	(%)	(%)
L-120	76	1	8.25	72.00	100.0	50.4	50.4
	76 Total		8.25	72.00	100.0	50.4	50.4
L-120 Total			8.25	72.00	100.0	50.4	50.4
L-90	76	1			100.0	45.0	45.0
		2	2.50	74.40	100.0	25.0	25.0
	76 Total		2.50	74.40	100.0	35.0	35.0
L-90 Total			2.50	74.40	100.0	35.0	35.0
O-966	76	1	113.23	76.62	55.2	79.8	44.1
		2	100.63	70.42	48.5	83.4	40.4
		3	74.49	37.13	43.2	89.8	38.7
		4	30.92	31.05	91.3	52.2	47.7
		5	11.00	25.64	100.0	55.0	55.0
		6	48.92	56.66	64.7	36.0	23.3
		7	103.98	43.66	87.2	51.7	45.1
		8	48.04	49.04	72.7	68.7	50.0
		9	188.84	52.30	85.0	73.7	62.7
		10	67.50	54.58	100.0	87.7	87.7
	76 Total		787.55	54.60	67.5	68.3	46.1
O-966 Total			787.55	54.60	67.5	68.3	46.1
	76	1	21.94	65.63	96.7	76.0	73.5
	76 Total		21.94	65.63	96.7	76.0	73.5
P-120-Total			21.94	65.63	96.7	76.0	73.5

جدول ۴- کارکرد و راندمان ماشین آلات بلوک سه گنبدی

	G.3			WASTE		پارامترهای بهره وری زمانی از دستگاهها		
				طول فعالیت	راندمان مفید	آماده بکاری	بکار گیری	بهره وری کل
	مدل	Year	MONTH	(h)	(M3/h)	(%)	(%)	(%)
	o-966	76	1	82.83	87.50	100.0	84.2	84.2
			2	55.5	72.54	95.5	79.5	75.9
			3	87	73.31	90.8	88.5	80.3
			4	125.75	71.43	100.0	94.2	94.2
		76 Total		351.08	75.86	95.9	86.7	83.2
	o-966 Total			351.08	75.86	95.9	86.7	83.2
	w-120	76	1	15	52.00	98.5	33.6	33.1
			2	22.5	60.00	100.0	51.4	51.4
			3	55.5	70.81	84.2	39.1	32.9
		76 Total		93	65.16	92.7	42.8	39.7
	w-120 Total			93	65.16	92.7	42.8	39.7
	TRUCK	76	1	283	28.37	77.8	77.4	60.3
	10m3 loading Capacity		2	201.5	24.45	91.2	76.9	70.2
			3	424.92	25.16	89.2	79.2	70.7
			4	367.5	28.13	86.8	75.2	65.3
		76 Total		1276.92	26.61	86.6	77.5	67.2
	TRUCK Total			1276.92	26.61	86.6	77.5	67.2

جدول۵- کارکرد و راندمان ماشین آلات بلوک بتن زن

	z.1		WASTE		پارامترهای بهره وری زمانی از دستگاهها		
			طول فعالیت	راندمان مفید	آماده بکاری	بکار گیری	بهره وری کل
	مدل	MONTH	(h)	(M3/h)	(%)	(%)	(%)
	e-966	3	2.75	37.09	97.1	79.4	77.1
		4			97.0	90.2	87.4
		5			96.3	86.8	83.6
		6			90.5	62.7	56.8
		7	11.25	14.40	100.0	38.0	38.0
		8			100.0	100.0	100.0
	e-966 Total		14.00	18.86	96.6	76.9	74.2
	TRUCK	3	7.00	14.57	55.3	59.4	32.8
	10m3	4			76.2	67.7	51.6
	Capacity	5			64.7	57.1	37.0
	6	6			69.8	41.2	28.8
	M3 insi	7			75.4	52.3	39.4
		8			100.0	51.7	51.7

جدول۶- کارکرد و راندمان ماشین آلات بلوک مو ز

	Z.2		WASTE		پارامترهای بهره وری زمانی از دستگاهها		
			طول فعالیت	راندمان مفید	آماده بکاری	بکار گیری	بهره وری کل
	مدل	MONTH	(h)	(M3/h)	(%)	(%)	(%)
	C-966	1	46.25	47.51	99.2	40.9	40.5
		2	73.50	75.43	100.0	80.8	80.8
		3			100.0	50.7	50.7
		4	85.25	55.88	99.7	67.9	67.7
		5	69.25	68.71	95.5	93.7	89.5
		6	68.17	87.58	97.7	45.0	43.9
		7			100.0	0.0	0.0
	C-966 Total		34.42	67.85	98.7	59.3	58.5
	912	11			100.0	78.6	78.6
	912 Total				100.0	78.6	78.6
	W-120	1					
		2					
		W-120 Total					

جدول ۷- کارکرد و راندمان ماشین آلات بلوک دو زو

MACHINE			Z.2		پارامترهای بهره وری زمانی از دستگاهها		
				WASTE	آماده بکاری	بکار گیری	بهره وری کل
	CAPACITY	Yaer	MONTH		(%)	(%)	(%)
TRUCK	10	78	1	4.00	96.8	58.2	56.4
	M3 loading		2	3.95	96.6	77.9	75.2
	Capacity		3		100.0	67.0	67.0
	6		4	3.61	98.3	87.0	85.4
	M3 insitu		5	3.99	98.0	84.5	82.8
			6	3.90	99.3	36.7	36.4
			7		100.0	0.0	0.0
			11		100.0	83.1	83.1
		76 Total		3.91	98.1	61.7	60.5
	10 Total			3.91	98.1	61.7	60.5
	6	76	1	3.76	96.5	75.8	73.1
	M3 loading		2	3.94	98.7	71.8	70.8
	Capacity		3	3.64	100.0	51.3	51.3
	3.6		4		91.4	89.7	82.0
	M3 insitu		11	3.75	100.0	90.2	90.2
		76 Total		3.75	96.9	78.9	71.6
	6 Total				96.9	78.9	71.6

جدول ۸- کارکرد و راندمان ماشین آلات بلوک سه زو

Z.3			WASTE		پارامترهای بهره وری زمانی از دستگاهها		
			طول فعالیت	راندمان مفید	آماده بکاری	بکار گیری	بهره وری کل
مدل	Yaer	MONTH	(h)	(M3/h)	(%)	(%)	(%)
W-470	77	3			96.7	82.8	80.0
		8			100.0	66.4	66.4
	77Total				98.2	74.9	73.5
W-470 Total					98.2	74.9	73.5
912	76	8	26.80	35.60	100.0	67.0	67.0
		9			100.0	0.0	0.0
	76 Total		26.80	35.60	100.0	53.6	53.6
	77	1			100.0	10.0	10.0
		3			100.0	33.4	33.4
		4			90.0	40.0	36.0
		6			100.0	0.0	0.0
		7			100.0	0.0	0.0
		8			100.0	7.3	7.3
		11			100.0	23.6	23.6
		12			100.0	0.0	0.0
	77Total		26.80		97.8	18.7	18.2
912Total			53.33	35.60	98.0	22.2	21.7
L-120	76	5	76.50	46.24	91.7	57.6	52.8
		6	83.00	46.43	95.0	33.6	31.9
		7	99.15	51.47	88.0	47.5	41.8
		8	157.81	61.63	76.0	66.5	50.5
		9	50.00	61.92	99.6	69.5	69.2
		10	33.50	87.62	59.5	74.2	44.1
		11	12.00	92.80	100.0	68.4	68.4
		12	565.29	56.32	100.0	28.4	28.4
	76 Total				88.1	53.8	47.5
	77	1			95.7	42.5	40.7
		2			96.1	52.4	50.3
		3			92.3	64.7	59.7
		4			100.0	75.8	75.8
		5	2.50	122.40	94.5	74.6	70.6
		6			39.8	90.7	36.1
		7			100.0	76.6	76.6
		8			78.4	72.5	56.9
		9			100.0	80.8	80.8
		10			84.2	68.3	57.6
		11			93.4	57.1	53.3
		12	2.50	122.40	81.1	60.6	49.1
	77Total				85.8	67.3	57.8
	78	1			100.0	56.2	72.9
		2			99.6	73.2	50.6
		3			100.0	50.6	62.0
	78Total		567.79	56.61	99.8	62.1	55.0

جدول ۹- کارکرد و راندمان ماشین آلات بلوک سه زو

	G.7			WASTE		پارامترهای بهره وری زمانی از دستگاهها		
				طول فعالیت	راندمان مفید	آماده بکاری	بکار گیری	بهره وری کل
	مدل	Yaer	MONTH	(h)	(M3/h)	(%)	(%)	(%)
	1555	76	5	45.00	36.67	100.0	29.4	29.4
			6	83.00	35.78	100.0	17.3	19.3
			7			100.0	0.0	0.0
			8	2.00	39.00	100.0	20.0	20.0
		76 Total		130.00	36.14	100.0	16.4	16.4

جدول ۱۰- کارکرد و راندمان ماشین آلات بلوک چهار زو

z.4			WASTE		پارامترهای بهره وری زمانی از دستگاهها		
			طول فعالیت	راندمان مفید	آماده بکاری	بکار گیری	بهره وری کل
محل	Year	MONTH	(h)	(M3/h)	(%)	(%)	(%)
912	76	7	32.50	31.20	100.0	42.3	42.0
		8			90.4	21.2	19.1
		9	3.00	18.00	86.5	51.1	44.3
		10			91.7	18.2	16.7
		11	9.00	43.33	85.3	36.3	31.0
		12	8.00	43.95	97.1	11.7	11.3
	76 Total		52.50	34.47	91.3	28.8	26.3
	77	1			100.0	4.3	4.3
		2			100.0	3.3	3.3
		3			100.0	9.3	9.3
		4			100.0	2.8	2.8
		5	56.00	42.96	100.0	23.3	23.3
		6	11.83	71.01	100.0	7.8	7.8
		7	10.67	68.04	100.0	25.4	25.4
		8			100.0	8.6	8.6
		9			96.6	33.6	32.4
		10			76.9	35.3	26.9
		11			87.0	7.0	6.1
		12			100.0	0.0	0.0
	77 Total		78.50	60.60	96.1	16.6	14.9
		912 Total	131.00	44.13	94.6	19.6	18.5
1-120	76	1	238.00	72.00	100.0	67.8	67.8
		2	282.00	55.81	90.8	87.3	79.3
		3	17.00	73.06	93.6	81.2	76.0
		4	26.50	92.60	100.0	67.6	67.6
		5	3.00	46.00	91.7	76.2	69.8
		6	9.50	58.74	98.9	90.6	89.6
		7	96.00	93.56	98.7	91.2	90.0
		8	10.50	148.57	97.9	81.1	79.4
		9	27.50	72.00	92.2	72.6	66.9
		10	4.00	88.50	100.0	79.8	79.8
		11	16.20	94.74	77.3	65.1	50.0
		12	71.00	135.75	100.0	78.7	78.7
	76 Total		801.20	76.53	95.1	78.2	74.3
	77	1			99.6	51.7	51.5
		2			100.0	64.9	64.9
		3			94.6	71.8	68.2
		4			94.1	66.0	61.2
		5	24.70	74.57	84.0	62.3	52.1
		6	25.17	65.32	82.9	91.6	75.9
		7	5.50	112.36	29.8	72.5	21.6
		8			15.9	74.5	11.8

جدول ۱۱- کارکرد و راندمان ماشین آلات بلوک چهار زه

	G.7			WASTE		پارامترهای بهره وری زمانی از دستگاهها		
				طول فعالیت	راندمان مفید	آماده بکاری	بکار گیری	بهره وری کل
	مدل	Yaer	MONTH	(h)	(M3/h)	(%)	(%)	(%)
			9			69.8	72.4	50.6
			10	4.00	82.50	98.1	58.9	57.8
			11			96.2	58.8	56.6
			12			95.7	69.9	66.9
		77 Total		59.37	74.68	76.6	66.5	50.9
	G-120Total			860.57	76.40	87.4	73.9	64.6
	1035	76	4	12.00	19.80	100.0	8.5	8.5
			5	10.00	24.96	99.4	13.3	13.2
			6			75.9	10.5	7.9
			7	10.00	37.20	38.5	16.5	6.3
			8			7.1	0.0	0.0
			9			30.8	0.0	0.0
			10			6.7	0.0	0.0
			11			28.6	0.0	0.0
			12			77.3	0.0	0.0
		76 Total						

پیوست – ۲

شرح موارد توقف مندرج در گزارش روزانه :

الف) زمان توفقات برنامه ریزی شده : به زمانهایی اطاق می شود که دستگاه بصورت ارادی و بر اساس برنامه قبلی متوقف می شود و بصورت دوره ای می باشد و شامل موارد زیر می شود :

۱- استراحت (s-idr) : زمان استراحت اپراتور می باشد که معمولا در ساعات خاصی از شیفت و بصورت از پیش تعیین شده در دوره های منظم می باشد مانند : زمانهای ناهار ، نماز و تعطیلات برنامه ریزی شده

۲- سرویس و تعمیرات دوره ای : به زمانهایی اطاق می شود که جهت تعمیر و سرویس دستگاه از قبل برنامه ریزی کرده باشیم و خود شامل دو بخش می باشد :

۲-۱- (s-pm): شامل سرویسهای دوره ای مانند تعویض روغن، واسگازین، سوخت گیری، گریسکاری و تمیز کاری دستگاه و غیره

۲-۲- (s - sr) : شامل تعمیرات برنامه ریزی شده و تعویض قطعات در دوره های مشخص می باشد مانند : تعویض لاستیک ، تعویض ناخنهای لودر و تعمیرات دوره ای

۳- جابجایی (s – mn) : به مدت زمانی که دستگاه جهت فعالیت در کارگاه دیگر سرویس یا سوخت گیری از سینه کار به کارگاه یا مکانی خاص دیگری انتقال داده می شود اطاق می شود در ضمن مدت زمان جابجایی دستگاه جهت دور کردن آن از محل آتشکاری را شامل نمی شود

۴- آتشکاری (s – bl) : به مدت زمانی اطاق می شود که دستگاه فعالیت مفید خود را ترک و اپراتور دستگاه را جهت دور کردن از محل آتشکاری به مکانی امن انتقال می دهد و نیز مدت توقفات تا زمانی که اتشکاری به پایان برسد و همچنین زمان برگشت دستگاه به جبهه کار جهت اماده شده به فعالیت مفید را شامل می شود

ب) زمان توقف اتفاقی : به زمانهایی اطاق می شود که بدون برنامه قبلی و زمان آن مشخص نیست و شامل موارد زیر می باشد :

۱- بیکاری اتفاقی : به زمانی که دستگاه سالم و اماده به کار بوده و عامل انسانی (اپراتور و مدیریت) بدلیل عدم هماهنگی مناسب و یا شرایط کار باعث توقف دستگاه می شوند و شامل موارد زیر می باشند :

۱-۱- (us – Ido) : عدم حضور اپراتور دستگاه

۱-۲- (us – Idb) : به زمانی اطاق می شود که آتشکاری به موقع انجام نشود (با تاخیر انجام شود)

۱-۳- (us – Idm) : به زمانی که دستگاه بخاطر توقف دستگاههای دیگر امکان فعالیت نداشته باشند (مانند توقف کامیونها به دلیل عدم فعالیت لودر به هر دلیل خرابی و یا سرویس و یا عدم حضور اپراتور لودر .

۱-۴- (us – Idl) : بیکاری بدلیل تاخیر در اجرای برنامه قبلی به عبارتی فعالیت قبل از انجام فعالیت دستگاه انجام نپذیرفته و دستگاه بیکار شده مانند توقف حمل توسط کامیون به دلیل عدم تسطیح دپو و غیره .

۱-۵- (us – Idw) : توقف به خاطر شرایط جوی نامناسب

۱-۶- (us – Ida) : توقف به خاطر تاخیر در ارسال نتایج آنالیز نمونه ها

۱-۷- (us – Ids) : توقف به خاطر افزایش بیش از نیاز ظرفیت دستگاه ها

۱-۸- (us – Idh) : توقف به خاطر عدم هماهنگی مناسب بین عوامل انسانی پیمانکار ، کارفرما و مشاور

۲- تعمیرات اتفاقی : به زمانهایی اطاق می شود که مجبور به تعمیر دستگاه بدون برنامه ریزی قبلی و بدون اطلاع از مدت زمان تعمیر ان باشیم که خود به سه قسمت تقسیم می شود :

۲-۱- (us – ure) : خرابی های ناگهانی که انتظار ان را نداشته باشیم مانند پنچر شدن کامیون ، شکستن شنگ دریل واگن ، سوخت واشر سر سیلندر و خرابی گیربکس و غیره

۲-۲- (us – urs) : به زمانی اطاق میشود که لوازم یدکی جهت تعمیر نداریم و سیستم انبار ، تدارکات و یا دلایل مالی باعث تاخیر در تهیه ان شده و تا موقع تهیه قطعات یدکی دستگاه منتظر تعمیر می ماند (مدت زمان انتظار جهت تهیه قطعات یدکی جهت تعمیر دستگاه) .

۲-۳- (us – urt) : به زمانی اطاق می شود عوامل فیزیکی تعمیر دستگاه قبیل قطعات و تعمیرگاه وجود دارد ولی به دلیل عدم وجود تعمیر کار دستگاه منتظر تعمیر می ماند.

پیوست – ۳

جدول۲-۳ : نتايج حاصل از كرنومتراژ عمليات حمل در بلوكهاى فعال در سال ۱۳۷۶

محل كا	نوع كاميون	نوع سنگ	متوسط طول زماني اجزاء حمل كاميون (mm:ss.00 دقيقه : ثانيه . صدم ثانيه)						پارامترهاي آماري سيكل حمل (مجموع زمان رفت و برگشت وتخليه)					تغيرات ميانگين سيكل در سطح اطمينان ۹۰%		ظرفيت حمل	طول تقريبي مسير
			مدت رفت	مدت برگشت	ماتور زير بار رفتن	ماتور تخليه	مدت تخليه	تعداد داده	ميانگين	حداقل	حداكثر	تعداد داده ها	انحراف استاندارد	حد پايين ميانگين	حد بالاي ميانگين	تن	متر
	مايلر																
		نيل رسي			00:19.74	01:32.86	00:46.57	7	12:08.03	09:00.00	23:00.00	142	02:44.39	11:45.32	12:30.74	15	1900
	مايلر																
		HB			00:16.08	00:16.50	00:46.40	10	59:33.23	50:00.00	01:31:00.0	65	08:33.96	57:48.30	01:01:18.2	18	11200
		SB			00:19.37	00:14.16	00:43.11	19	31:37.17	20:00.00	48:00.00	92	05:25.71	30:41.28	32:33.07	18	4800
	تك																
		HB	30:20.00	25:20.00	00:19.57	00:25.67	00:43.33	3	58:03.86	56:00.00	01:04:00.0	7	02:47.91			11	13000
		SB			00:23.67				33:40.00	31:00.00	35:00.00	3	02:18.56			11	6000
		W			00:30.00				12:20.00	12:00.00	13:00.00	3	00:34.64			9	1000
	مايلر																
		HB			00:31.26	00:28.75	00:22.50	4	54:45.00	50:00.00	01:12:00.0	8	07:18.28			18	13000
		KB			00:31.60				45:10.00	42:00.00	50:00.00	6	03:32.70			18	12000
		LG			00:21.67				41:10.67	39:23.00	43:17.00	3	01:58.11			18	
		SB			00:28.72				36:43.65	22:00.00	37:00.00	72	19:04.70	33:01.60	40:25.70	18	6000
		W			00:33.91				09:29.75	06:00.00	16:00.00	121	01:49.85	09:13.31	09:45.19	15	1000
	مايلر																
		HB			00:23.50				55:08.57	49:00.00	02:00.00	14	03:52.80	53:19.00	56:58.14	18	12200
		W			00:24.12	00:26.97	00:23.89	35	15:27.97	09:00.00	35:00.00	78	05:18.92	14:28.54	16:27.41	15	1125
	ولو																
		HB			00:25.17				04:20.00	59:00.00	01:10:00.0	6	03:46.63			18	12200
		W	04:56.73	04:14.27	00:27.55	00:32.60	00:47.77	30	12:48.29	09:06.00	21:00.00	58	02:59.04	12:09.60	13:26.99	15	1125
	تك																
		HB			00:18.33				54:40.00	50:00.00	58:00.00	3	04:09.80			11	13500
		LG			00:22.00				52:30.00	51:00.00	54:00.00	2	02:07.28			11	14900
		SB			00:24.55				39:00.91	30:21.00	48:00.00	11	05:54.78	35:47.08	42:14.74	11	7000
		W			00:24.50	00:37.50	00:48.00	4	15:30.00	12:00.00	19:00.00	4	03:30.71			9	2250
	مايلر																
		HB			00:16.16	00:28.20	00:28.00	5	56:46.53	41:00.00	01:10:00.0	49	09:18.07	54:35.30	58:57.76	18	13500
		LG			00:15.80				51:00.00	48:00.00	57:00.00	5	03:27.85			18	14900
		SB			00:21.33				43:11.80	37:00.00	47:13.00	15	03:09.77	41:45.51	44:38.09	18	7000
		W			00:17.18	00:41.60	00:40.80	5	20:54.55	13:00.00	34:00.00	11	05:33.48	17:52.35	23:56.74	15	2250

ايتك ايدن

جدول ۲-۴ : نتایج حاصل از کرنومتراژ عملیات بارگیری جام لودرها در بلوکهای فعال در سال ۱۳۷۶

مدل لودر	نوع سنگ	محل کار	تعداد مشاهدات	متوسط زمان اندازه گیری شده اجزاء بارگیری جام لودر(mm:ss.00)					پارامترهای آماری برای یک سیکل بارگیری لودر			تغییرات میانگین سیکل در سطح اطمینان ۹۰%		وضعیت دستگاه		زمان اندازه گیری
				ماتور زیر بار رفتن	پر کردن	ماتور تخلیه	تخلیه	جمع (یک سیکل)	حداکثر	حداقل	انحراف استاندارد	حد پایین میانگین	حد بالای میانگین	حجم بیل	کارکرد	
W470															سال ۱۹۹۴ 3.8-4	
	H.B															
		G6-7	23	00:08.13	00:13.39	00:11.74	00:06.30	00:39.57	00:47.00	00:33.00	00:03.99	00:38.14	00:40.99			تابستان ۷۱
بنز 912															سال ۱۹۹۳ 1.8-2	
	W															
		Z3	43	00:07.95	00:11.74	00:08.67	00:04.49	00:32.86	00:52.00	00:21.00	00:06.83	00:31.15	00:34.57			تابستان و پاییز ۷۱
		Z4	17	00:05.35	00:06.71	00:07.18	00:04.12	00:23.41	00:33.00	00:16.00	00:04.29	00:21.60	00:25.23			پاییز ۷۱
25 H.D بنز															سال ۱۹۹۰ 2.50	
	W															
		Z3	17	00:09.53	00:19.12	00:10.47	00:04.35	00:43.47	00:49.00	00:36.00	00:03.89	00:41.82	00:45.12			تابستان ۷۱
966C															مستعمل 3-3.2	
	H.B															
		Z1	30	00:08.20	00:14.33	00:11.63	00:07.57	00:41.73	00:59.00	00:30.00	00:07.70	00:39.34	00:44.12			تابستان ۷۱
	S.B															
		Z1	73	00:09.00	00:21.62	00:09.22	00:07.41	00:47.25	01:33.00	00:26.00	00:19.51	00:43.49	00:51.00			تابستان ۷۱
	شیل رسی															
		G8	41	00:08.78	00:13.07	00:11.68	00:06.02	00:39.46	00:52.00	00:27.00	00:06.84	00:37.71	00:41.22			پاییز ۷۱
966D															سال ۱۹۹۰ 3-3.2	
	H.B															
		Z2	30	00:08.87	00:12.37	00:10.57	00:05.77	00:37.57	00:53.00	00:27.00	00:05.08	00:35.99	00:39.14			تابستان ۷۱
	S.B															
		Z2	30	00:09.97	00:10.93	00:12.47	00:06.70	00:40.07	00:57.00	00:24.00	00:08.33	00:37.48	00:42.65			تابستان ۷۱
	W															
		Z2	11	00:08.36	00:11.09	00:10.82	00:04.64	00:34.91	00:42.00	00:29.00	00:03.81	00:32.83	00:36.99			تابستان ۷۱
H.35 شوت															مستعمل 1.2	
	W															
		Z3	15	00:10.20	00:12.80	00:13.33	00:06.47	00:42.80	00:52.00	00:34.00	00:05.17	00:40.45	00:45.15			تابستان ۷۱
		Z4	6	00:07.33	00:11.17	00:07.67	00:06.33	00:32.50	00:41.00	00:28.00	00:04.51					تابستان ۷۱
L120															سال ۱۹۹۰ 2.8-3	
	H.B															
		Z3	8	00:07.75	00:13.50	00:09.75	00:06.38	00:37.38	00:45.00	00:33.00	00:03.70					پاییز ۷۱
		Z4	71	00:12.54	00:11.45	00:14.75	00:10.28	00:49.01	01:33.00	00:26.00	00:12.57	00:46.56	00:51.47			تابستان ۷۱
	K.B															
		Z4	5	00:12.00	00:19.80	00:10.00	00:07.00	00:48.80	00:54.00	00:45.00	00:03.35					تابستان ۷۱
	S.B															
		Z4	105	00:13.28	00:13.87	00:13.08	00:07.57	00:47.79	01:15.00	00:36.00	00:06.93	00:46.68	00:48.90			تابستان ۷۱
	W															
		Z3	37	00:09.81	00:18.62	00:10.03	00:06.73	00:45.19	01:04.00	00:30.00	00:10.16	00:42.44	00:47.94			تابستان ۷۱
		Z4	29	00:13.55	00:11.17	00:15.21	00:10.38	00:50.24	01:24.00	00:23.00	00:17.36	00:44.76	00:55.72			تابستان و پاییز ۷۱

ایران ایکن
IRAN ICON

گزارش ارزیابی کارکرد ماشین آلات معدنی در معادن بوکسیت جاجرم

جدول ۲-۵ : نتایج حاصل از کرنومتراژ عملیات بارگیری کامیون در بلوکهای فعال در سال ۱۳۷۶

مدل تونر	تعداد سیفل	نوع سنگ	محل بلوک	پارامترهای آماری برای بارگیری یک کامیون (mm:ss.00) تعداد داده ها	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف استاندارد	تغییرات میانگین بارگیری در سطح اطمینان ۹۰ % حد بالای میانگین	حد پایین میانگین
966C				310	02:13.69	00:35.00	06:00.00	00:48.57	02:09.15	02:18.23
	3	HB	Z1	65	03:07.88	02:00.00	06:00.00	00:42.71	02:59.16	03:16.59
		SB	Z1	95	02:26.32	00:55.00	04:28.00	00:33.11	02:20.73	02:31.90
		شمل رسی	G8	150	01:42.21	00:35.00	03:55.00	00:32.20	01:37.88	01:46.53
L120				16	01:02.63	00:40.00	01:50.00	00:20.82	00:53.54	01:11.71
	3	HB	Z4	3	01:34.00	01:07.00	01:50.00	00:23.52		
		SB	Z4	11	00:54.82	00:40.00	01:11.00	00:10.27	00:49.20	01:00.43
		W	Z4	2	00:58.50	00:40.00	01:17.00	00:26.16		
				185	01:40.24	00:40.00	03:21.00	00:36.46	01:35.83	01:44.65
	4	HB	Z3	20	01:29.35	01:03.00	01:45.00	00:13.44	01:24.16	01:34.54
			Z4	51	01:42.08	00:42.00	03:21.00	00:44.13	01:31.91	01:52.24
		SB	Z4	15	01:04.93	00:45.00	01:39.00	00:18.01	00:56.75	01:13.12
		W	Z3	91	01:50.84	00:40.00	03:12.00	00:32.59	01:45.22	01:56.46
			Z4	8	01:01.50	00:55.00	01:13.00	00:05.78		
966D				13	01:16.15	00:50.00	02:00.00	00:17.44	01:08.20	01:24.11
	2	HB	Z2	7	01:15.00	00:50.00	02:00.00	00:22.17		
		SB	Z2	3	01:20.00	01:00.00	01:30.00	00:17.32		
		W	Z2	3	01:15.00	01:11.00	01:20.00	00:04.58		
				226	02:08.46	01:00.00	04:15.00	00:28.13	02:05.38	02:11.53
	3	HB	Z2	27	01:59.70	01:30.00	02:37.00	00:15.49	01:54.62	02:04.79
		KB	Z2	6	02:13.33	02:00.00	02:30.00	00:11.69		
		SB	Z2	72	02:15.90	01:20.00	03:20.00	00:21.85	02:11.65	02:20.16
		W	Z2	121	02:05.74	01:00.00	04:15.00	00:32.90	02:00.82	02:10.65
W470				10	01:28.50	01:17.00	01:52.00	00:10.17		
	3	HB	G6-7	10	01:28.50	01:17.00	01:52.00	00:10.17		
بیل 912				2	02:24.50	02:15.00	02:34.00	00:13.44		
	4	W	Z4	2	02:24.50	02:15.00	02:34.00	00:13.44		
				33	03:08.67	01:25.00	05:18.00	01:18.26	02:46.26	03:31.08
	6	W	Z3	30	03:06.53	01:25.00	05:18.00	01:21.35	02:42.10	03:30.96
			Z4	3	03:30.00	02:57.00	04:08.00	00:35.76		
بیل 25HD				9	03:58.11	03:50.00	04:03.00	00:04.04		
	4	W	Z3	9	03:58.11	03:50.00	04:03.00	00:04.04		
شاول H35				6	04:30.50	03:21.00	06:09.00	01:07.32		
	7	W	Z3	6	04:30.50	03:21.00	06:09.00	01:07.32		

پیوست – ۴

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۵۰۹،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۱۷۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۲،۹۹۴
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۳
۱۰	ضریب کارایی	۷۵٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۷۷٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۰
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۳۰
۱۶	ضریب کارایی	۸۹٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۱،۱
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۱۰
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۴۵
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۲،۳۱
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۳،۸۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۶
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۰۰
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۲۴۰،۰
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۵،۰۴۰
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۰۰
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۳۹۶
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۸۸
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۸۳۴
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۸۶،۳
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۸۱۳
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۵۰۴،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۱۷۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۲،۹۶۵
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۳
۱۰	ضریب کارایی	۷۵٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۷۷٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۰
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۲۰
۱۶	ضریب کارایی	۸۹٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۱،۲
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۱۰
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۴۵
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۲،۳۱
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۳،۸۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۶
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۰۰
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۲۴۰،۰
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۵،۰۴۰
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۰۰
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۴۳۳
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۹۶
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۸۷۸
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۸۲،۰
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۷۲۲
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۶۶۳،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۱،۸۹۱
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۳
۱۰	ضریب کارایی	۷۵٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۷۷٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۰
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۲۰
۱۶	ضریب کارایی	۸۹٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۱،۴
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۱۰
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۴۵
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۲،۳۱
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۳،۸۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۶
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۰۰
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۲۴۰،۰
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۳،۳۶۰
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۰۰
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۵۰۴
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۱۱۲
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۹۶۶
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۷۴،۵
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۰۴۳
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۷۰۷،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۴،۸۷۷
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۳,۱
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۴۴۶
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۲۲۳
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۰۸۱
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۴۹,۹
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۳،۱۴۸
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۳۷۹،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۲
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۳،۹۴۰
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۱،۶
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۶،۲۸۳
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۲۳۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۱۱۵
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۷۵۷
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۲۱۴،۱
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۹۹۸
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۲،۳۰۴،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۶،۵۸۳
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۰،۹
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۱۳۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۶۵
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۶۰۵
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۲۶۷،۶
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۵،۶۱۹
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۳،۷۴۷،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۷،۸۴۹
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۰،۹
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۱۳۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۶۵
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۶۰۵
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۳۶۷،۶
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۵،۶۱۹
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۳،۰۳۷،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۵،۸۲۰
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۲،۱
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۳۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۳۰۲
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۱۵۱
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۸۶۵
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۸۷،۴
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۳،۹۳۵
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۹۹۵،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۵،۷۰۰
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۱،۹
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۲۷۴
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۱۳۷
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۸۲۱
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۹۷،۲
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۴،۱۴۲
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوکان بارکیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۳،۶۴۷،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۷،۵۶۳
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۲,۳
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۳۳۱
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۱۶۶
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۹۰۸
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۷۸,۵
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۳،۷۴۸
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۳

جدول ۲ - برآوردناوکان بارکیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱۶۳،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۱۷۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۲
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۹۵۳
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۳
۱۰	ضریب کارایی	۷۵٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۷۷٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۰
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۳۰
۱۶	ضریب کارایی	۸۹٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۳,۵
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۱۰
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۴۹
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۲,۳۱
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۳,۸۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۶
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۰۰
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۲۴۰,۰
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۳،۳۶۰
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۰۰
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۱،۲۶۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۵۷
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۸۶۷
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۳۸,۶
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۵۴۰
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارکیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۳۷۶،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۱۷۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۱،۶۳۴
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۳
۱۰	ضریب کارایی	۷۵٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۷۷٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۰
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۲۰
۱۶	ضریب کارایی	۸۹٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۲,۲
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۱۰
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۴۵
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۲,۳۱
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۳,۸۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۶
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۰۰
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۲۴۰,۰
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۵،۰۴۰
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۰۰
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۷۹۲
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۱۷۶
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۳۱۸
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۵۴,۶
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۱۴۷
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۴،۷۰۲،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۱۳،۴۳۴
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۱,۶
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۳۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۸۹,۴
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۱۰،۲۷۸
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۲
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۳۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۲۳۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۱۱۵
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۷۲۷
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۲۲۳,۰
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۴،۶۸۲
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۴

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۴،۷۰۳،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۱۳،۴۳۴
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۱,۶
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۳۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۸۹,۴
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۱۰،۲۷۸
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۲
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۳۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۲۳۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۱۱۵
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۷۲۷
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۲۲۳,۰
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۴،۶۸۲
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۴

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۳۲۷،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۳،۷۹۱
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۳۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۳۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۶,۵
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۹۳۶
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۴۶۸
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۸۱۵
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۸۹,۳
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۸۷۴
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۳

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۷۱۱،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۲
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۲،۰۳۱
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵،۵
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۶،۲۸۳
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۷۹۲
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۹۶
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۵۹۹
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۰۱،۳
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۴۱۸
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۰۳۴،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۲
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۳،۹۵۴
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۲,۲
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۶،۲۸۳
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۳۱۷
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۱۵۸
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۸۸۶
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۸۳,۸
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۳،۵۵۹
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوکان بارکیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۲،۲۵۵،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۲
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۶،۴۴۳
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۶،۲۸۳
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۲
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۷۲۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۶۰
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۴۹۱
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۰۸,۷
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۵۲۱
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۵

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۱۹۳،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۳،۴۰۹
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۶،۲
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۸۹۳
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۴۴۶
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۷۵۰
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۹۲،۶
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۹۴۴
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۲،۰۵۷،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۲
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۵،۸۷۷
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵,۸
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۶،۲۸۳
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۲
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۸۳۵
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۴۱۸
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۶۶۴
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۹۷,۴
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۳۶۳
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۶

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۱۲۹،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۳،۲۲۶
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۷۲۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۶۰
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۴۹۱
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۰۸,۷
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۲۸۲
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۶۰۸،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۴،۵۹۴
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۶,۳
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۹۰۷
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۴۵۴
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۷۷۲
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۹۱,۴
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۹۲۰
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۳

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۵۳۱،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۴،۳۷۴
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵,۹
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۸۵۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۴۲۵
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۶۸۵
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۹۶,۱
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۰۱۹
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۳

جدول ۲ - برآوردناوکان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۱۲۹،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۳،۲۳۶
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۷۲۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۶۰
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۴۹۱
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۰۸،۷
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۲۸۲
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۲،۵۴۳،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۲
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۷،۲۶۳
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۶،۲۸۳
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۲
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۷۲۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۶۰
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۴۹۱
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۰۸،۷
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۵۲۱
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۶

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۳،۰۷۹،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۲
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۵،۹۴۰
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۶،۵
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۶،۲۸۳
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۲
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۹۳۶
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۴۶۸
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۸۱۵
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۸۹،۳
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۲۵۰
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۶

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۵،۷۵۰،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۱۶،۴۳۹
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۳۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۸۹,۴
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۱۰،۲۷۸
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۳
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۳۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۷۲۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۶۰
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۴۶۱
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۱۰,۹
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۳۳۹
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۹

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۵،۷۵۰،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۱۶،۴۳۹
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۳۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۸۹,۴
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۱۰،۲۷۸
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۳
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۳۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۷۲۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۶۰
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۴۶۱
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۱۰,۹
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۳۲۹
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۹

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۸۹۱،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۵،۴۰۳
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۴,۱
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۵۹۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۲۹۵
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۲۹۷
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۲۴,۹
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۶۲۴
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۳

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۷۳۰،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۲
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۳،۰۸۶
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۶،۲۸۳
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۷۲۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۶۰
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۴۹۱
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۰۸،۷
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۵۲۱
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوکان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۷۸۸،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۱
۴	ساعات کاری در شیفت	۱۰
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۲،۳۵۱
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۹
۸	ساعات مفید کاری در روز	۹
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۹
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۹
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۲،۳
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۴،۰۳۹
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۳۳۱
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۱۶۶
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۹۰۸
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۷۸،۵
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۶۰۶
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۳

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۴۴۹،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۱
۴	ساعات کاری در شیفت	۱۰
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۱،۲۸۳
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۹
۸	ساعات مفید کاری در روز	۹
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۹
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۹
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۳،۹
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۴،۰۳۹
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۵۶۲
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۲۸۱
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۲۵۳
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۲۹،۲
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۱۶۳
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۸۹۸،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۲
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۳،۵۶۶
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۳،۹
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۶،۲۸۳
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۵۶۲
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۲۸۱
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۲۵۳
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۲۹،۲
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۸۰۹
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۸۹۹،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۲
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۳،۵۶۹
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵،۴
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۶،۲۸۳
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۷۷۸
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۸۹
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۵۷۷
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۰۲،۷
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۴۳۸
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۲۲۳،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۳،۴۹۴
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۴،۴
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۶۳۴
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۱۷
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۳۶۱
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۱۹،۰
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۴۹۹
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۷۳۰،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۳،۰۸۶
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۳
۱۰	ضریب کارایی	۷۵٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۷۷٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۰
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۲۰
۱۶	ضریب کارایی	۸۹٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۱،۵
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۱۰
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۴۵
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۲،۳۱
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۳،۸۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۶
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۰۰
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۲۴۰،۰
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۵،۰۴۰
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۰۰
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۵۴۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۱۲۰
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۰۱۰
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۷۱،۳
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۴۹۷
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۹۸۷،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۲
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱،۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۵،۶۷۷
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵،۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۴،۳
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴،۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷،۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸،۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۶،۲۸۳
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۲
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۶۱۹
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۱۰
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۳۴۰
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۲۰،۹
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۶۹۳
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۴

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۹۶۰،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۵،۶۰۰
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۴,۷
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۶،۲۸۳
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۳
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۶۷۷
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۳۸
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۴۲۶
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۱۳,۶
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۱،۵۹۰
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۵

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۸۰۶،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۵،۱۶۰
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۴,۶
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۶۶۲
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۳۱
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۴۰۵
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۱۵,۳
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۴۳۲
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۳

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۷۰۸،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۴،۸۸۰
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۷۳۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۶۰
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۴۹۱
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۰۸,۷
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۲۸۳
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۳

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۴۵۷،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۱،۳۰۶
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۳
۱۰	ضریب کارایی	۷۵٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۷۷٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۰
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۲۰
۱۶	ضریب کارایی	۸۹٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۲,۵
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۱۰
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۴۵
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۲,۳۱
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۳,۸۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۶
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۰۰
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۲۴۰,۰
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۳،۳۶۰
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۰۰
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۹۰۰
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۲۰۰
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۴۵۰
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۴۹,۷
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۶۹۵
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۳،۵۴۷،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۱۰،۱۳۴
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵,۲
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۹،۴۲۴
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۲
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۷۴۹
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۷۴
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۵۳۴
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۰۵,۶
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۲۱۷
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۶

جدول ۲ - برآوردناوکان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱،۱۳۷،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۲
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۳،۲۴۹
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۲,۶
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۶،۲۸۳
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۳۷۴
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۱۸۷
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۹۷۳
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۶۶,۶
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۳۳۲
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوکان بارکیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۴،۰۶۳،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۱۱،۶۰۶
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندکی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارکیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵,۲
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برکشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارکیری در یک سیکل بارکیری	۷
۲۳	زمان بارکیری هر کامیون (ثانیه)	۳۳۱
۲۴	ظرفیت بارکیری در ساعت (تن)	۴۸۹,۴
۲۵	ظرفیت بارکیری درروز (تن)	۱۰،۲۷۸
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۲
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارکیری (ثانیه)	۳۳۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۷۴۹
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برکشت (ثانیه)	۳۷۴
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۵۰۴
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۰۷,۷
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۲۶۲
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۷

جدول ۲ - برآوردناوکان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۴،۰۶۳،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۱۱،۶۰۶
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۵,۲
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۳۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۸۹,۴
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۱۰،۲۷۸
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۲
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۳۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۷۴۹
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۳۷۴
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۵۰۴
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۰۷,۷
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۲۶۲
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۷

جدول ۲ - برآوردناوکان بارگیری و حمل

مبانی محاسبات		
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۱۳۶،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۱۷۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۱
۴	ساعات کاری در شیفت	۱۰
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۸۰۰
اطلاعات لودر		
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۹
۸	ساعات مفید کاری در روز	۹
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۳
۱۰	ضریب کارایی	۷۵٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۷۷٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۰
اطلاعات کامیون		
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۹
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۹
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۲۰
۱۶	ضریب کارایی	۸۹٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۲,۶
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۱۰
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۴۵
برآورد تعداد لودر		
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۲,۳۱
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۳,۸۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۶
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۰۰
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۲۴۰,۰
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۲،۱۶۰
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۱
برآورد تعداد کامیون		
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۰۰
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۹۳۶
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۲۰۸
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۴۹۴
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۴۸,۲
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۴۳۴
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۲

جدول ۲ - برآوردناوکان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۴،۰۱۵،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۱۱،۴۷۱
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۲۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۲,۹
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۳۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۸۹,۴
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۱۰،۲۷۸
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۲
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۳۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۴۱۸
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۲۰۹
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۰۰۷
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۶۰,۸
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۳،۳۷۷
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۴

جدول ۲ - برآوردناوکان بارکیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۴،۰۱۵،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۳
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۱۱،۴۷۱
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۳۱
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۳۱
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۲,۹
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۳۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۸۹,۴
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۱۰،۲۷۸
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۳
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۳۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۴۱۸
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۲۰۹
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۰۰۷
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۶۰,۸
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۳،۳۷۷
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۴

جدول ۲ - برآوردناوگان بارگیری و حمل

	مبانی محاسبات	
۱	تولید سالیانه معدن (تن)	۳،۳۸۲،۰۰۰
۲	روزهای کاری در سال	۳۵۰
۳	تعداد شیفت کاری در روز	۲
۴	ساعات کاری در شیفت	۸
۵	وزن مخصوص ماده معدنی (ریزشی)	۱,۶۶
۶	تولید روزانه (تن)	۶،۵۲۰
	اطلاعات لودر	
۷	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۸	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۹	حجم باکت (متر مکعب)	۵,۵
۱۰	ضریب کارایی	۷۰٪
۱۱	فاکتور پرشوندگی	۸۰٪
۱۲	زمان هر بار بارگیری و تخلیه	۴۳
	اطلاعات کامیون	
۱۳	ساعات مفید کاری در شیفت	۷
۱۴	ساعات مفید کاری در روز	۱۴
۱۵	ظرفیت کامیون (تن)	۴۵
۱۶	ضریب کارایی	۸۰٪
۱۷	طول مسیر (کیلومتر)	۳,۸
۱۸	سرعت متوسط در مرحله رفت(KM/H)	۲۵
۱۹	سرعت متوسط در مرحله برگشت(KM/H)	۵۰
	برآورد تعداد لودر	
۲۰	حجم مواد در هر باکت (متر مکعب)	۴,۴
۲۱	وزن مواد در هر باکت (تن)	۷,۳
۲۲	تعداد دفعات بارگیری در یک سیکل بارگیری	۷
۲۳	زمان بارگیری هر کامیون (ثانیه)	۳۶۱
۲۴	ظرفیت بارگیری در ساعت (تن)	۴۴۸,۸
۲۵	ظرفیت بارگیری درروز (تن)	۶،۲۸۳
۲۶	تعداد لودر مورد نیاز	۲
	برآورد تعداد کامیون	
۲۷	زمان بارگیری (ثانیه)	۳۶۱
۲۸	زمان رفت (ثانیه)	۴۰۳
۲۹	زمان تخلیه (ثانیه)	۵۰
۳۰	زمان برگشت (ثانیه)	۲۰۲
۳۱	زمان یک سیکل کامل (ثانیه)	۱،۰۱۶
۳۲	ظرفیت در ساعت (تن)	۱۵۹,۵
۳۳	ظرفیت در روز (تن)	۲،۲۳۳
۳۴	تعداد کامیون مورد نیاز	۴