بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه استخراج معدن

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی معدن

بهینه‌سازی تخصیص و گسیل کامیون - شاول در معادن روباز با استفاده از الگوریتم ژنتیک (مطالعه موردی: معدن مس سونگون)

مسلم امیدباد

اساتید راهنما:

دکتر رضا خالوکاکائی

دکتر حسین میرزائی نصیرآباد

استاد مشاور:

دکتر جواد ستاروند

بهمن ماه ۱۳۹۰

شماره :

تاریخ :

ویرایش :

مدیریت تحصیلات تکمیلی

بسمه تعالی

فرم شماره (۶)

فرم صورتجلسه دفاع پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای مسلم امیدباد رشته مهندسی معدن گرایش استخراج تحت عنوان **بهینه‌سازی تخصیص و گسیل کامیون – شاول در معادن روباز با استفاده از الگوریتم ژنتیک (مطالعه موردی: معدن مس سونگون)**

که در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۱۵ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است :

قبول (با درجه : ..... امتیاز .....) ☐	دفاع مجدد ☐	مردود ☐

۱ـ عالی (۲۰ ـ ۱۹)

۲ـ بسیار خوب (۱۸/۹۹ ـ ۱۸)

۳ـ خوب (۱۷/۹۹ ـ ۱۶)

۴ـ قابل قبول (۱۵/۹۹ ـ ۱۴)

۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنما	دکتر رضا خالوکاکائی	استاد	
۲ـ استادراهنما	دکتر حسین میرزائی	استادیار	
۳ـ نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر فرهنگ سرشکی	دانشیار	
۴ـ استاد ممتحن	دکتر محمد عطائی	استاد	
۵ ـ استاد ممتحن	دکتر سید محمد اسماعیل جلالی	دانشیار	

تأیید رئیس دانشکده

"تقدیم به پدر و مادر مهربان و عزیزم"

که وجودشان، هدایت کننده و فداکاری هایشان، نردبان ترقی و پیشرفتم بوده است.

نگاه خسته و مهربان شما امید را در من زنده نگه می دارد و مرا به فردایی روشن تر رهنمون می سازد.

مادر خوب و پدر عزیزم؛ دستان رنج کشیده و پر درد شما را می بوسم، باشد که فرزندی قدرشناس باشم.

"تقدیم به برادر، خواهران و همه عزیزانم"

که همیشه مشوق اصلی من در ادامه راه سخت تعلیم و تربیت بودند.

تشکر و قدردانی

به ثمر نشستن این تحقیق مرهون الطاف بیکران الهی است، خداوند را شاکرم که این منّت را بر من نهاد.

با نهایت سپاس از راهنمایی‌ها و زحمات بی‌شائبه اساتید راهنمای ارجمندم جناب آقایان دکتر رضا خالوکاکائی و دکتر حسین میرزائی که وقت پرارزش خودشان را در طی انجام این تحقیق در اختیار اینجانب گذاشته و همواره با روی گشاده پذیرای بنده بوده‌اند.

با سپاس از همکاری صمیمانه جناب آقای مهندس باقرنژاد (مدیر امور معدن مس سونگون)، مهندس رامین بدلی، مهندس احمدیان، مهندس اسماعیلیان، مهندس محمود ساعی، مهندس دیلمقانی‌زاده، مهندس سنگراب، مهندس صوفی، مهندس نصیرنژاد، مهندس شهابی و تمام عزیزان و دوستانی که اطلاعات پرارزشی در اختیار بنده قرار داده‌اند و به نحوی در برداشت داده‌های مورد نیاز در معدن مس سونگون بنده را یاری کردند.

با سپاس از دوست عزیزم مهندس سجاد شجاع مجیدآباد که وقت پرارزش خویش را در اختیار بنده گذاشتند و مرا در انجام این تحقیق یاری کردند.

تعهد نامه

اینجانب مسلم امیدباد دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی استخراج معدن دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **بهینه‌سازی تخصیص و گسیل کامیون – شاول در معادن روباز با استفاده از الگوریتم ژنتیک (مطالعه موردی: معدن مس سونگون)** تحت راهنمائی دکتر رضا رضا خالوکاکائی و دکتر حسین میرزائی نصیرآباد متعهد می شوم:

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « **Shahrood University of Technology** » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ **امضای دانشجو**

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

بهینه‌سازی تخصیص و گسیل کامیون – شاول در معادن روباز شامل یافتن مسیرهای بهینه برای حمل مواد، میزان حمل مواد از هر یک از ایستگاه‌های بارگیری و گسیل لحظه‌ای کامیون به هر یک از نقاط بارگیری و تخلیه است، به گونه‌ای که حداکثر بهره‌وری از تجهیزات صورت گیرد. برای معادن بزرگ با چندین ایستگاه بارگیری که ممکن است بیش از یک نوع ماده معدنی استحصال شود، در شرایط واقعی مدل‌ها و محدودیت‌های تخصیص و گسیل انعطاف‌پذیر کامیون – شاول پیچیده‌تر شده، به طوری که ممکن است روش‌های تحقیق در عملیاتی از حل این مدل‌ها عاجز باشند. به همین دلیل در این تحقیق از الگوریتم ژنتیک به عنوان یکی از زیر شاخه‌های هوش مصنوعی که در حل مسائل بهینه‌سازی مشکل کابرد گسترده و موفقیت‌آمیزی داشته است، برای حل مسأله تخصیص و گسیل که محدودیت‌های زیادی نیز بر مسأله حاکم است، استفاده شده است.

نگرش ویژه این تحقیق بر روی یکی از بزرگ‌ترین معادن ایران، یعنی معدن مس سونگون می‌باشد. برای این منظور با مطالعه مدل‌های مختلف ارائه شده برای تخصیص و گسیل، مدل ارائه شده توسط لی برای این معدن انتخاب شده است. این مدل کاستی‌هایی نیز داشت که در این تحقیق این کاستی‌ها برطرف شده و مدل توسعه داده شده با داده‌های برداشت شده برای یک شیفت واقعی از معدن با استفاده از الگوریتم ژنتیک حل گردید. برای مقایسه نتایج حاصل از الگوریتم ژنتیک، مدل با استفاده از نرم‌افزار LINGO نیز حل گردید. نتایج حاصل بیانگر کارآیی بسیار مناسب الگوریتم ژنتیک برای حل مدل‌های تخصیص و گسیل می‌باشد به نحوی که تمام محدودیت‌های موجود در مسأله تخصیص و گسیل را نیز برآورده می‌سازد. همچنین نتایج حاصل از بکارگیری مدل تخصیص انعطاف‌پذیر توسعه داده شده لی برای معدن مس سونگون بیانگر افزایش تولید ۲۷/۵ درصد شیفت مورد نظر نسبت به روش تخصیص سنتی موجود می‌باشد.

کلمات کلیدی: تخصیص و گسیل کامیون، تخصیص انعطاف‌پذیر، الگوریتم ژنتیک، مدل لی، معدن مس سونگون، LINGO

مقالات مستخرج از پایان‌نامه

۱- بهینه‌سازی سیستم کامیون – شاول در معدن مس سونگون با استفاده از الگوریتم ژنتیک. اولین کنگره جهانی مس. آبان ماه ۱۳۹۰، تهران - ایران

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۱-۱ مقدمه ۲
۱-۲ کلیات و ضرورت بهینه‌سازی در سیستم ترابری ۲
۱-۳ بیان مسأله ۳
۱-۴ مروری بر کارهای پیشین ۶
۱-۵ اهداف پایان‌نامه ۸
۱-۶ ساختار پایان‌نامه ۱۰

فصل دوم: بهینه‌سازی سیستم ترابری کامیون - شاول در معادن روباز

۲-۱ مقدمه ۱۲
۲-۲ روش‌های تخصیص و گسیل کامیون - شاول ۱۲
۲-۲-۱ روش‌های تخصیص ثابت ۱۳
۲-۲-۲ روش‌های تخصیص انعطاف‌پذیر ۱۴
۲-۲-۲-۱ روش دستی ۱۵
۲-۲-۲-۲ روش نیمه خودکار ۱۶
۲-۲-۲-۳ روش تمام خودکار ۱۷
۲-۳ توابع هدف برای بهینه‌سازی تخصیص و گسیل کامیون ۱۹
۲-۳-۱ بیشینه کردن بهره‌وری کامیون ۲۰
۲-۳-۲ بیشینه کردن بهره‌وری شاول ۲۰
۲-۳-۳ کمینه کردن درجه اشباع ۲۱
۲-۳-۴ معیار اولویت ۲۱
۲-۴ مدل‌های ریاضی برای بهینه‌سازی تخصیص و گسیل کامیون ۲۱
۲-۴-۱ مدل ارائه شده توسط وایت و السون ۲۱
۲-۴-۱-۱ برنامه‌ریزی خطی قسمت اول (بهینه‌سازی کلی) ۲۲
۲-۴-۱-۲ برنامه‌ریزی خطی دوم، بهینه‌سازی تولید ۲۵
۲-۴-۱-۳ استفاده از برنامه‌ریزی پویا برای تخصیص کامیون‌ها ۲۷

۲-۴-۲ مدل ارائه شده توسط لی ۳۰
۲-۴-۲-۱ برنامه‌ریزی حمل و نقل ۳۱
۲-۴-۲-۲ روش گسیل زمان - واقعی کامیون‌ها ۳۳
۲-۴-۳ مدل ارائه شده توسط تمنگ ۳۴
۲-۴-۳-۱ مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای تعیین نرخ تولید بهینه هر یک از مسیرها ۳۴
۲-۴-۳-۲ روش گسیل زمان واقعی ۳۹
۲-۴-۴ مدل ارائه شده توسط چانگ ۴۴
۲-۴-۵ مدل ارائه شده توسط سوزا و همکارانش ۴۶
۲-۵ نتیجه‌گیری ۵۱

فصل سوم: روش کار الگوریتم‌های ژنتیک

۳-۱ مقدمه ۵۴
۳-۲ مبانی الگوریتم ژنتیک ۵۴
۳-۳ روش کار الگوریتم‌های ژنتیک ۵۷
۳-۳-۱ معیارهای انتخاب جمعیت جدید ۵۹
۳-۳-۱-۱ انتخاب چرخ گردان ۶۰
۳-۳-۱-۲ انتخاب قطعی ۶۱
۳-۳-۱-۳ انتخاب مسابقه‌ای ۶۲
۳-۳-۱-۴ انتخاب مسابقه‌ای احتمالی ۶۲
۳-۳-۱-۵ انتخاب براساس رتبه‌بندی خطی ۶۳
۳-۳-۱-۶ انتخاب نخبه‌گرا ۶۳
۳-۳-۲ جفت‌سازی ۶۳
۳-۳-۳ تبادل ژنی ۶۴
۳-۳-۳-۱ تبادل ژنی یک نقطه‌ای ۶۴
۳-۳-۳-۲ تبادل ژنی چند نقطه‌ای ۶۵
۳-۳-۴ جهش ۶۶
۳-۳-۵ معیارهای توقف در الگوریتم ژنتیک ۶۷
۳-۴ کاربرد الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی مسائل مهندسی معدن ۶۷

۳-۵ نتیجه‌گیری ۶۸

فصل چهارم: مدل‌سازی تابع هدف تخصیص و گسیل

۴-۱ مقدمه ۷۰
۴-۲ مدل انتخاب شده برای تخصیص و گسیل کامیون در معدن مس سونگون ۷۰
۴-۳ مدل توسعه یافته لی برای معادن با کامیون‌های با ظرفیت‌های مختلف ۷۲
۴-۴ مدل‌سازی کروموزوم برای معادن با یک نوع از ظرفیت کامیون ۷۷
۴-۵ مدل‌سازی کروموزوم برای معادن با کامیون‌های با ظرفیت‌های متفاوت ۸۲
۴-۶ جمعیت اولیه ۸۵
۴-۷ تابع برازندگی ۸۵
۴-۸ نحوه تأثیر محدودیت‌های اعمال شده در مسأله و تابع برازش اصلاح شده ۸۶
۴-۹ تبادل ژنی کردن کروموزوم‌ها ۸۹
۴-۱۰ جهش ۸۹
۴-۱۱ اتمام بهینه‌سازی ۹۳
۴-۱۲ نتیجه‌گیری ۹۳

فصل پنجم: بهینه‌سازی تخصیص و گسیل در معدن مس سونگون

۵-۱ مقدمه ۹۵
۵-۲ معرفی معدن مس سونگون ۹۵
۵-۳ سیستم ترابری معدن مس سونگون ۹۸
۵-۴ برداشت داده‌های عملیاتی مورد نیاز در حل مدل ۹۹
۵-۵ حل مدل تخصیص و گسیل در معدن مس سونگون ۱۰۴
۵-۵-۱ تحلیل پارامترهای الگوریتم ژنتیک ۱۰۶
۵-۵-۲ نتایج حاصل از حل مدل با استفاده از الگوریتم ژنتیک ۱۱۰
۵-۵-۳ ارزیابی نتایج حاصل از حل مدل با الگوریتم ژنتیک ۱۱۲
۵-۵-۴ مقایسه نتایج حاصل از الگوریتم ژنتیک و LINGO ۱۱۵
۵-۶ ارزیابی بکارگیری مدل توسعه داده شده لی برای معدن مس سونگون ۱۱۹
۵-۷ نتیجه‌گیری ۱۲۱

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۶-۱ نتیجه‌گیری ۱۲۳
۶-۲ پیشنهادات ۱۲۷
فهرست منابع ۱۲۹

فهرست اشکال

شکل ۱-۱ نمونه شماتیک از نقشه استقرار تجهیزات بارگیری در معدن روباز ۵
شکل ۲-۱ مثالی از عملیات معدن‌کاری برای یک معدن فرضی آهن ۴۶
شکل ۳-۱ ساختار کلی الگوریتم ژنتیک ۵۶
شکل ۳-۲ مراحل کار در الگوریتم ژنتیک ۵۹
شکل ۳-۳ چرخ گردان جمعیت اولیه با چهار کروموزوم ۶۱
شکل ۳-۴ تبادل ژنی یک نقطه‌ای ۶۵
شکل ۳-۵- تبادل ژنی دو نقطه‌ای ۶۵
شکل ۳-۶- تبادل ژنی سه نقطه‌ای ۶۵
شکل ۳-۷ عملگر جهش ۶۶
شکل ۴-۱ نمایی شماتیک از معدن فرضی به همراه مسیرهای ممکن در شبکه ترابری ۷۹
شکل ۴-۲ کروموزوم مدل شده برای معدن فرضی با یک نوع کامیون ۸۱
شکل ۴-۳ نمایی شماتیک از یک معدن فرضی با ۲ ایستگاه بارگیری و ۲ نقطه تخلیه با دو نوع کامیون متفاوت ۸۳
شکل ۴-۴ کروموزوم مدل شده برای معدن فرضی با ۲ نوع کامیون متفاوت ۸۵
شکل ۴-۵ تبادل ژنی دو نقطه‌ای ۸۹
شکل ۴-۶ اعمال جهش یکنواخت ۹۰
شکل ۴-۷ فضای جواب مسأله و نحوه عملکرد عملگر جهش یکنواخت ۹۰
شکل ۴-۸ عملگر جهش تطبیقی (جهت‌دار) ۹۱
شکل ۴-۹ نحوه اعمال عملگر جهش به روش تطبیقی جهت‌دار ۹۲
شکل ۵-۱ نمایی از معدن مس سونگون ۹۶
شکل ۵-۲ موقعیت معدن مس سونگون بر روی نقشه راه‌های ایران ۹۷
شکل ۵-۳ بارگیری و حمل توسط بیل مکانیکی و دامپ‌تراک ۱۰۰ تنی ۹۸
شکل ۵-۴ مسیرهای ممکن ترابری در معدن مس سونگون ۱۰۵
شکل ۵-۵ تحلیل پارامتری نسبت به احتمال تبادل ژنی ۱۰۸
شکل ۵-۶ تحلیل پارامتری نسبت به اندازه جمعیت ۱۰۹
شکل ۵-۷ نحوه ارضای محدودیت‌ها ۱۱۲
شکل ۵-۸ نمایی از پنجره برنامه‌نویسی نرم‌افزار LINGO ۱۱۳

شکل ۵-۹ نمایی از پنجره خروجی نرم‌افزار LINGO ۱۱۴
شکل ۵-۱۰ مقایسه تولید هر یک از ایستگاه‌های بارگیری مدل با LINGO و الگوریتم ژنتیک ۱۱۷
شکل ۵-۱۱ مقایسه ماده معدنی و باطله حاصل شده از حل مدل ۱۱۸
شکل ۵-۱۲ مسیرهای بهینه ترابری در معدن مس سونگون ۱۲۰

فهرست جـــــــــداول

جدول ۲-۱: نتیجه حاصل از کاربرد تخصیص و گسیل در معادن دنیا ۱۹
جدول ۲-۲ پارامترها و متغیرهای مورد استفاده در مدل ارائه شده توسط سوزا و همکارانش ۴۹
جدول ۴-۱ پارامترها و متغیرهای استفاده شده در مدل توسعه داده شده لی ۷۶
جدول ۵- ۱ پارامترهای فنی طراحی در معدن مس سونگون سال ۱۳۸۷ ..... ۹۷
جدول ۵-۲ مشخصات عملیاتی ایستگاه‌های بارگیری ماده معدنی در شیفت مورد نظر ۹۹
جدول ۵-۳ مشخصات عملیاتی ایستگاه‌های بارگیری باطله در شیفت مورد نظر ۹۹
جدول ۵-۴ فاصله هر یک از ایستگاه‌های بارگیری از نقاط تخلیه بر حسب متر ۱۰۰
جدول ۵-۵ متوسط زمان رفت کامیون‌های ۳۲ تنی از نقاط بارگیری به نقاط تخلیه بر حسب دقیقه ۱۰۱
جدول ۵-۶ متوسط زمان رفت کامیون‌های ۱۰۰ تنی از نقاط بارگیری به نقاط تخلیه بر حسب دقیقه ۱۰۱
جدول ۵-۷ متوسط زمان برگشت کامیون‌های ۳۲ تنی از نقاط تخلیه به ایستگاه‌های بارگیری بر حسب دقیقه ۱۰۲
جدول ۵-۸ متوسط زمان برگشت کامیون‌های ۱۰۰ تنی از نقاط تخلیه به ایستگاه‌های بارگیری بر حسب دقیقه ۱۰۲
جدول ۵-۹ مشخصات عملیاتی کامیون‌های فعال در هنگام اجرای مدل ۱۰۲
جدول ۵-۱۰ متوسط زمان بارگیری و انتظار برای بارگیری در هر ایستگاه بر حسب دقیقه ۱۰۳
جدول ۵-۱۱ متوسط زمان تخلیه هر یک از انواع کامیون‌ها در هر یک از دامپ بر حسب دقیقه ۱۰۳
جدول ۵-۱۲ نتایج حاصل از تحلیل پارامتری نسبت به تبادل ژنی ۱۰۸
جدول ۵-۱۳ نرخ تردد کامیون در مسیر رفت از ایستگاه‌های بارگیری به نقاط تخلیه ۱۱۰
جدول ۵-۱۴ نرخ گسیل کامیون در مسیر برگشت از نقاط تخلیه به ایستگاه‌های بارگیری ۱۱۱
جدول ۵-۱۵ نرخ تردد کامیون در مسیر رفت از ایستگاه‌های بارگیری به نقاط تخلیه با استفاده از حل مدل با نرم‌افزار LINGO ۱۱۵
جدول ۵-۱۶ نرخ گسیل کامیون از نقاط تخلیه به ایستگاه‌های بارگیری با استفاده از حل مدل با نرم‌افرار LINGO ۱۱۶

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

بهینه‌سازی در سیستم بارگیری و باربری در عملیات استخراج معادن سطحی به دلیل بالا بودن هزینه‌های مربوط به بخش بارگیری و باربری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این فصل به بیان کلیاتی در مورد اهیمت بهینه‌سازی در عملیات بارگیری و باربری، بیان مسأله موضوع مورد مطالعه و اهدافی که در این تحقیق دنبال می‌شود پرداخته شده است.

۱-۲ کلیات و ضرورت بهینه‌سازی در سیستم ترابری

با توجه به مزایای معدنکاری سطحی از قبیل ایمنی بالا، تولید بالا، ضایعات کم ماده معدنی و امکان استخراج ماده معدنی با عیارهای پایین این روش استخراجی، روش غالب در سرتاسر جهان است [۱].

از میان روش‌های استخراج سطحی مهمترین و پیچیده‌ترین آنها روش استخراج روباز[1] می‌باشد. اهمیت این روش استخراجی از آنجا ناشی می‌شود که بیش از ۷۰ درصد ذخایر معدنی با این روش بهره‌برداری می‌شود [۲].

چرخه تولید در روش استخراج روباز شامل حفاری، انفجار، بارگیری و باربری است. هدف دو فعالیت اول خرد کردن سنگ و دو مرحله بعد، انتقال و جابجایی مواد خرد شده می‌باشد که عملیات بارگیری و باربری ۵۰ تا ۶۰ درصد کل هزینه‌های معدنکاری را به خود اختصاص می‌دهند [۳]، بنابراین بهینه‌سازی در مقوله ترابری در معادن روباز بسیار ضروری است، چرا که اندکی بهبود در عملکرد ماشین‌آلات باعث می‌شود که هزینه‌های مربوط به استخراج به شدت کاهش یابد.

با وجود پیشرفت‌هایی که در توسعه سنگ‌شکنی در پیت و نوار نقاله صورت گرفته است، همچنان ترابری با کامیون – شاول به دلیل انعطاف‌پذیری بالای این سیستم به صورت گسترده در سیستم حمل و

[1] open pit mining

نقل معادن روباز استفاده می‌شود. با وجود تمایل گسترده به استفاده از کامیون – شاول در سیستم حمل و نقل معادن روباز، این سیستم بسیار گرانبها بوده و بخاطر هزینه‌های عملیاتی بالای این سیستم‌ها، تلاش‌های زیادی جهت بهبود عملکرد ماشین‌آلات صورت گرفته است. اولین تلاش‌ها به دهه ۱۹۶۰ باز می‌گردد که با افزایش حجم تجهیزات سعی در کاهش هزینه‌های مربوط به ماشین‌آلات برآمدند [۴].

با کاهش عیار مواد معدنی و عمیق شدن پیت معدن و در نتیجه افزایش فاصله حمل، جهت حفظ رقابت در بازارهای معدنی بیش از پیش به کاهش هزینه‌های حمل و نقل نیاز می‌باشد. با ورود کامپیوتر به صنعت معدنکاری، توجه ویژه به هر چه بهتر کردن افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها با استفاده بهینه از تجهیزات حمل و نقل شد. اواخر دهه ۱۹۷۰ دست اندرکاران معادن و محققان بر روی روش‌های بهینه کردن بهره‌وری از طریق استفاده از کامپیوتر برای تخصیص کامیون‌ها متمرکز شدند. بر این اساس سیستم‌های تخصیص و گسیل که با عنوان سیستم‌های دیسپچینگ مطرح هستند شکل گرفتند. مزیت اصلی استفاده از سیستم‌های تخصیص و گسیل، افزایش قابل توجه بهره‌وری با تجهیزات موجود و کاهش تجهیزات مورد نیاز برای میزان مشخصی از تولید می‌باشد. از دیگر مزایای این سیستم‌ها می‌توان به بهینه کردن مسیر کامیون‌ها، کنترل بهتر اختلاط مواد معدنی و کاهش زمان بیکاری تجهیزات اشاره کرد [۵].

۱-۳ بیان مسأله

حمل و نقل با کامیون – شاول یک سیستم پیچیده ماشینی – انسانی در معادن روباز است. ماهیت پیچیده حمل و نقل با کامیون – شاول به دلایل زیر می‌باشد [۵]:

- توپوگرافی ناهمگون معدن همراه با شبکه پیچیده از مسیر حمل و نقل بین ایستگاه‌های بارگیری و مقاصد تخلیه
- عدم پایداری وضعیت عملیاتی تجهیزات بارگیری و باربری از قبیل خرابی
- محدودیت ظرفیت سنگ‌شکن و هم‌چنین دامپ‌های باطله

- تغییرات فضایی عیارهای ماده معدنی در محل یک شاول و همچنین تغییرات در عیار ماده معدنی از شاولی به شاول دیگر
- محدودیت‌های فنی و اقتصادی طراحی پیت که ملزم می‌کند به ازای یک تن ماده معدنی چه مقدار باطله بایستی برداشت شود.
- اهداف کیفیتی و تولیدی مدیریت معدن نیز بر روی سیستم حمل و نقل تأثیر بسزایی دارد و بر پیچیدگی این سیستم می‌افزاید.

در این حالت تصمیم‌گیری نسبت به مسیر حرکت و استفاده مؤثر از تجهیزات بسیار ضروری به نظر می‌رسد و مسؤلین معدن با تصمیم‌گیری‌های که بایستی مطابق با اهداف برنامه‌ریزی تولید در جهت حداکثر کردن تولید، کاهش هزینه‌ها و کنترل کیفیت مواد معدنی با در نظر گرفتن محدودیت‌های مسأله باشد روبرو می‌شوند. همان طور که در شکل (۱-۱) نشان داده شده است در یک معدن روباز باید تعدادی کامیون که ممکن است ظرفیت‌های متفاوت داشته باشند از ایستگاه‌های بارگیری باطله و یا ماده معدنی که ممکن است توان تولید متفاوت و عیار متفاوت داشته باشند، بارگیری کرده و در دامپ‌ها (سنگ شکن یا دامپ باطله) تخلیه کنند.

حال مسأله‌ای که در این میان مطرح می‌شود این است که:

- چه میزان ماده معدنی و باطله از هر کدام از شاول‌ها به هر یک از مکان‌های تخلیه و از چه مسیری بایستی حمل شود تا تولید حداکثر شده و کیفیت ماده معدنی در حد تعیین شده حفظ شود؟
- هر کدام از کامیون‌ها بعد از تخلیه در سنگ‌شکن یا دامپ باطله جهت حفظ اهداف تولید به کدام یک از شاول‌ها تخصیص داده شود؟ به گونه‌ای که نه شاولی برای بارگیری کامیون منتظر بماند و نه کامیونی در پای شاول منتظر باشد.
- چه تغییراتی هنگام خرابی تجهیزات بارگیری و باربری روی می‌دهد.