

بنام حضرت دوست



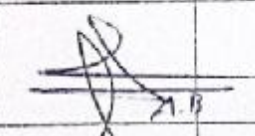
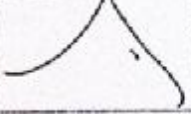



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای اشکان مختاری پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان انتخاب الگوی آتشیاری معدن سنگ آهن گل گهر با استفاده از روشهای MCDM در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۱۵ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی معدن - استخراج پیشنهاد می کنند.

اعضا	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	عضو هیات داوران
	دانشیار	دکتر مسعود منجری	استاد راهنما
	استادیار	دکتر حمید رضا اسکندری	استاد مشاور
	استادیار	دکتر احمد رضا صیادی	استاد ناظر
	استادیار	دکتر علی رجب زاده	استاد ناظر
	استادیار	دکتر احمد رضا صیادی	مدیر گروه (با نمایندگی گروه تخصصی)

آیین‌نامه چاپ پایان‌نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت های علمی-پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب‌پس از برگ شناسه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد/رساله دکتری نگارنده در رشته مهندسی معین (استخراج) است که در سال ۱۳۹۰ در دانشگاه فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر مسعود منجزی از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک فرم شماره‌گان کتاب (در هر توبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اعطا کند. دانشگاه می‌تواند موارد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۲، ۷۵۰ بهای شماره‌گان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند. به علاوه دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توفیق کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶: اینجانب اشکال مختاری دانشجوی رشته مهندسی معین (استخراج) منقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: آشکان کبیری

تاریخ و امضا: ۹۰/۱۲/۱۷



آیین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عنوان پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (ثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۲ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب اشکان مختاری دانشجوی رشته مهندسی معدن (استخراج) ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۸ مقطع کارشناسی ارشد دانشکده فنی و مهندسی متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه/رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا
تاریخ ۱۳۸۷/۱۱/۲۰



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی معدن - استخراج

انتخاب الگوی آتشیاری معدن سنگ آهن گل گهر با

استفاده از روش های MCDM

اشکان مختاری

استاد راهنما:

دکتر مسعود منجزی

بهمن 1390

تقدیم با عشق بہ

مادر و پدر عزیزتر از جانم
پ . ت .

تقدیر و تشکر:

با سپاس و تقدیر فراوان از زحمات استاد محترم جناب آقای دکتر مسعود منجری که با رهنمودهای ارزشمند خود همواره مرا مورد لطف خود قرار داده‌اند.

از اعضای خانواده‌ام، که یاد آنها در دلم همواره سبب آرامش روحم بوده، صمیمانه تشکر کرده و دست یکایک آنها را می‌بوسم.

همچنین از تمامی تلاش‌ها و همفکری‌های آقایان دکتر یاوری، دکتر امیدوار، دکتر عظیمی و همچنین از دوستان خوبم آقایان یوسفیان، گوهرجو، قاسمی، حسین‌زاده، اسماعیلی، آذری و تمامی آنان که حتی اندکی به من آموختند کمال تشکر را دارم.

چکیده:

عملیات آتشکاری با توجه به تأثیرگذاری بر سایر بخش‌های فرآیند استخراج مواد معدنی (بارگیری، باربری و سنگ شکنی) از اهمیت بسزائی برخوردار می‌باشد. در این عملیات ملاک ارزیابی علاوه بر دستیابی به خردایش مورد نظر، کاهش پدیده‌های نامطلوب از جمله عقب زدگی و پرتاب سنگ می‌باشد. الگوهای طراحی شده با روش‌های تجربی از دقت کافی برخوردار نبوده و در عملیات اجرائی باید با روش سعی و خطا اصلاح شوند. با توجه به چند معیاره بودن مسأله، استفاده از روش‌های قابل استفاده برای انتخاب و طراحی الگوی مناسب انفجاری که اهداف عملیات (خردایش مورد نظر، کاهش عقب‌زدگی و پرتاب سنگ) را برآورده سازد، ضروری می‌باشد.

در این تحقیق، که در آن معدن شماره یک سنگ آهن گل‌گهر به عنوان مطالعه موردی در نظر گرفته شده، با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)، الگوی مناسب انفجاری انتخاب و طراحی می‌شود. بر این اساس الگوی شماره چهار و سه از میان هفتاد و پنج الگوی انفجاری معدن با استفاده از روش چند شاخصه TOPSIS، به عنوان الگوی مناسب و کارا انتخاب شد. شاخص‌های استفاده شده در رتبه‌بندی عبارتند از خردایش سنگ، عقب‌زدگی و پرتاب سنگ که اوزان مربوط به آن‌ها توسط کارشناسان امر مشخص شد.

در بخش دوم تحقیق برای طراحی الگوی انفجاری بهینه، از روش‌های تصمیم‌گیری چندهدفه استفاده شده است. بر این اساس از روش‌های اهداف حددار و برنامه‌ریزی آرمانی (GP)، جهت طراحی پارامترهای الگوی انفجار، به نحوی که اهداف مورد نظر تأمین شوند، استفاده شده است. با بررسی نتایج به دست آمده و مقایسه آنها با انفجارهای صورت گرفته، مشخص شد روش برنامه‌ریزی آرمانی قابلیت بالایی در طراحی الگوی انفجار دارد و الگوی به دست آمده از این روش به عنوان مناسب‌ترین الگو جهت رسیدن به اهداف اشاره شده، معرفی شده است.

کلمات کلیدی: الگوی انفجار، معدن گل‌گهر سیرجان، سیستم‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

فهرست مطالب

د	فهرست شکلها	1
ه	فهرست جدولها	1
1	فصل 1 - مقدمه	5
5	فصل 2	6
6	1-2- مقدمه	6
6	2-2- موقعیت جغرافیایی و راه های ارتباطی معدن	7
7	3-2- وضعیت آب و هوایی	8
8	4-2- توپوگرافی عمومی منطقه	8
8	5-2- جایگاه ناحیه معدنی گلگهر در زمین ساخت ایران	9
9	6-2- زمینشناسی ناحیه معدنی گلگهر و نواحی اطراف	10
10	1-6-2- زمین ساخت ناحیه گل گهر	10
10	7-2- کانی شناسی کانسار گل گهر	10
10	1-7-2- کانی های فلزی	11
11	2-7-2- کانی های غیر فلزی	11
11	8-2- حفاری های اکتشافی	11
11	9-2- مشخصات معدن شماره یک گل گهر	11
11	1-9-2- شکل و طبیعت ماده معدنی	12
12	2-9-2- میزان ذخیره	12
12	3-9-2- روش استخراج	12
12	4-9-2- طراحی معدن	12
12	5-9-2- برنامه ریزی تولید	13
13	6-9-2- حفاری و انفجار	14
14	7-9-2- مشخصات پیت نهایی	15
15	8-9-2- تولید معدن	16
16	فصل 3	

- 17-1-3- مقدمه..... 17
- 2-3- مکانیزم خردایش حاصل از انفجار سنگ..... 17
- 18-1-2-3- انفجار..... 18
- 18-2-2-3- انتشار موج ضربه..... 18
- 18-3-2-3- انبساط گاز..... 18
- 19-4-2-3- جابجایی توده سنگ..... 19
- 20-3-3- پارامترهای قابل کنترل آتشیاری..... 20
- 20-1-3-3- قطر چال (D)..... 20
- 22-2-3-3- ارتفاع پله (k)..... 22
- 24-3-3-3- بار سنگ (B) و فاصله ردیفی چالها² (S)..... 24
- 25-4-3-3- اضافه حفاری (U)..... 25
- 26-5-3-3- گل گذاری (ST)..... 26
- 27-6-3-3- شیب چال (α)..... 27
- 29-7-3-3- خرج ته چال..... 29
- 30-8-3-3- خرج میان چال..... 30
- 30-9-3-3- خرج ویژه² (pf)..... 30
- 32-10-3-3- حفاری ویژه (ps)..... 32
- 33-11-3-3- تاخیرهای زمانی..... 33
- 33-4-3- پارامترهای غیر قابل کنترل آتشیاری..... 33
- 33-1-4-3- پارامترهای مقاومتی سنگ..... 33
- 34-2-4-3- چگالی سنگ..... 34
- 34-3-4-3- تخلخل..... 34
- 35-4-4-3- سنگ شناختی..... 35
- 35-5-4-3- ناپیوستگی ها و شکستگی های مختلف سنگ..... 35
- 36- فصل 4..... 36
- 37-1-4- مقدمه..... 37
- 38-2-4- تفاوت بین مدل های MODM و MADM..... 38
- 39-3-4- مدل های تصمیمگیری چند هدفه (MODM)..... 39
- 41-1-3-4- روش های حل مدل های چند هدفه (MODM)..... 41
- 42-2-3-4- روش های حل مدل با گرفتن اطلاعات اولیه از تصمیمگیرنده..... 42

42	..... روشهای مربوط به اهداف حددار	3-3-4
44	..... روش برنامه‌ریزی آرمانی (Gp)	4-3-4
46	..... مدل‌سازی برنامه‌ریزی آرمانی	1-4-3-4
48	..... الگوریتم‌های موجود در حل برنامه‌ریزی آرمانی	2-4-3-4
48	..... روش انتقالات متوالی	3-4-3-4
48	..... مقدمه ای بر تصمیمگیری چند شاخصه	4-4
51	..... مراحل حل مسایل تصمیمگیری چند شاخصه	5-4
51	..... تبدیل شاخصهای کیفی به کمی	1-5-4
51	..... بی مقیاس سازی	2-5-4
53	..... ارزیابی اوزان شاخصها	3-5-4
57	..... مدل تصمیمگیری چند شاخصه TOPSIS	6-4
57	..... مراحل حل مدل TOPSIS	1-6-4
60	..... فصل 5	
61	..... مقدمه	1-5
61	..... خردایش سنگ	1-1-5
62	..... عقب زدگی	2-1-5
63	..... پرتاب سنگ	3-1-5
64	..... انتخاب الگوی انفجار مناسب با MADM	2-5
64	..... رتبه‌بندی الگوهای آتشباری کارا توسط مدل TOPSIS	3-5
69	..... طراحی الگوی انفجار معدن گلگهر با مدل‌های MODM	4-5
69	..... جمع‌آوری اطلاعات	1-4-5
70	..... مدل سازی انفجار در معدن گلگهر	2-4-5
72	..... حل مدل با روش برنامه‌ریزی آرمانی	3-4-5
74	..... قرار دادن متغیرهای انحراف برای آرمان‌ها	1-3-4-5
74	..... رتبه‌بندی آرمانها بر حسب اهمیت	2-3-4-5
74	..... حل مدل آرمانی به شیوه انتقالات متوالی	3-3-4-5
77	..... حل مدل با روش اهداف حددار	4-4-5
78	..... فصل 6- نتایج و پیشنهادات	
83	..... منابع	

فهرست شکل‌ها

- شکل 2-1- موقعیت جغرافیایی معدن سنگ آهن گل‌گهر و سایر معادن آهن ایران..... 6
- شکل 2-2- راه دسترسی به ذخایر سنگ آهن گل‌گهر..... 7
- شکل 2-3- موقعیت نسبی ذخایر شش گانه ناحیه گل‌گهر..... 10
- شکل 2-4- نحوه قرارگیری و شکل تقریبی ذخیره شماره یک..... 12
- شکل 2-5- میزان سنگ آهن استخراجی و باقیمانده..... 15
- شکل 3-1- وضعیت شکسته شدن توده سنگ اطراف چال هنگام انفجار..... 19
- شکل 3-2- پارامترهای هندسی طراحی انفجار..... 20
- شکل 3-3- زون خرد شده اطراف چال در حالتی که S کم باشد..... 25
- شکل 3-4- زون خرد شده اطراف چال در حالتی که S زیاد باشد..... 25
- شکل 3-5- رابطه شیب چال و اضافه حفر چال..... 26
- شکل 3-6- گل‌گذاری با ارتفاع زیاد که موجب عقب‌زدگی می‌شود..... 27
- شکل 3-7- گل‌گذاری با ارتفاع مناسب..... 27
- شکل 3-8- موقعیت قرارگیری چال و بارسنگ در دو حالت عمود و مایل..... 28
- شکل 3-9- نمایش خرج ته چال و میان چال..... 29
- شکل 3-10- رابطه بین خرج ویژه و هزینه کل..... 31
- شکل 3-11- ارتباط بین قطر چال و حفاری ویژه برای سنگ‌های مختلف..... 32

فهرست جدول‌ها

- جدول 1-2- طول مسیر راه‌آهن در مسیرهای مختلف 7
- جدول 2-2- حفاری‌های انجام شده در ذخیره شماره یک 11
- جدول 3-2- ماشین‌آلات موجود در معدن شماره یک گل‌گهر 14
- جدول 1-3- ارتباط مقاومت فشاری و میزان تولید با قطر چال 22
- جدول 2-3- ارتباط قطر چال با نوع وسیله بارگیری و ارتفاع پله 22
- جدول 3-3- ارتفاع قطر چال با ارتفاع پله طبق نظر Gustaffson 23
- جدول 4-3- رابطه طول چال با شیب چال 28
- جدول 5-3- ارتباط خرج ویژه و نوع سنگ 31
- جدول 1-4- تفاوت‌های بین مدل‌های MODM و MADM 38
- جدول 2-4- تفاوت‌های بین برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی خطی 44
- جدول 3-4- رابطه بین متغیرهای انحراف از آرمان‌های مثبت و منفی 45
- جدول 4-4- فرموله کردن آرمان در برنامه‌ریزی آرمانی 46
- جدول 5-4- ماتریس تصمیم در تصمیم‌گیری چندشاخصه 49
- جدول 6-4- مقیاس ارزش‌گذاری شاخصه‌ها نسبت به هم در AHP 55
- جدول 7-4- ماتریس مقایسات زوجی 55
- جدول 1-5- ماتریس تصمیم‌گیری در حل مدل TOPSIS 65
- جدول 2-5- اوزان محاسبه شده برای شاخص‌ها 66
- جدول 3-5- مقادیر نزدیکی نسبی هر گزینه به حالت ایده‌آل 68
- جدول 4-5- پارامترهای الگوی شماره چهارم و سه معدن در مدل TOPSIS 69
- جدول 5-5- پارامترهای ورودی در طراحی مدل 70
- جدول 6-5- مقادیر اهداف در مدل‌سازی 70
- جدول 7-5- عملکرد مدل‌های به دست آمده از رگرسیون چندمتغیره 71
- جدول 8-5- سطح تماپلات در نظر گرفته شده برای آرمان‌ها 72
- جدول 9-5- متغیرهای انحرافی و شکل محدودیت آرمان‌ها 73

جدول 5-10- مقادیر پارامترهای به دست آمده از روش برنامه‌ریزی آرمانی 76

جدول 5-11- مقادیر به دست آمده برای اهداف در برنامه‌ریزی آرمانی 77

جدول 5-12- مقادیر پارامترهای به دست آمده از روش برنامه‌ریزی آرمانی 77

جدول 5-13- مقادیر به دست آمده برای اهداف در روش اهداف حددار 77

فصل 1 – مقدمه

کیفیت خردایش سنگ در عملیات انفجار یکی از مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر اقتصاد معادن روباز به شمار می‌رود. انجام یک انفجار مطلوب، کاهش هزینه‌های کلی خردایش سنگ، بهبود بازدهی عملیات حفاری، بارگیری، باربری و بهبود عملیات بعد از استخراج مواد معدنی که شامل ورود مواد به سنگ شکنهای اولیه، ثانویه و غیره است را به دنبال خواهد داشت.

حفاری و انفجار می‌تواند بر نتایج سایر فعالیت‌های چرخه معدنکاری (آتشباری ثانویه، بارگیری، باربری، سنگ شکنی) تأثیرگذار باشد. انجام یک عملیات آتشباری مناسب موجب می‌شود که بیشتر انرژی ماده منفجره به سنگ منتقل شود که باعث شکسته شدن سنگها و جابجایی توده سنگ می‌شود و ضمن اینکه خردایش مطلوب سنگ را به همراه خواهد داشت موجب می‌شود که پدیده‌های نامطلوب و ناخواسته ناشی از آتشباری از قبیل پرتاب سنگ و عقب زدگی و لرزش زمین تا حد ممکن کاهش یابند [1].

به طور کلی هدف اصلی از عملیات حفاری و انفجار در معادن روباز خردایش¹ سنگ می‌باشد که خود اولین مرحله در فرآیند استخراج است. اگر این مرحله خوب طراحی شود مواد با دانه‌بندی مناسب فراهم شده که برای بارگیری و حمل و نقل مطلوب خواهد بود. لذا انتخاب سیستم حفاری و انفجار مناسب جهت موفقیت‌آمیز بودن عملیات معدن لازم و ضروری است. طراحی بهینه الگوی آتشباری علاوه بر به حداقل رساندن هزینه‌های چالزنی و انفجار باعث افزایش بازدهی مراحل بعدی فرآیند تولید نهایی نظیر بارگیری، باربری و سنگ‌شکنی، افزایش ایمنی معدن و در نتیجه ماکزیمم کردن ارزش تولید نهایی می‌شود. جهت رسیدن به خردایش بهینه و ماکزیمم سوددهی، توسعه روشی سیستماتیک برای بهینه‌سازی پروسه حفاری و انفجار لازم خواهد بود [2و3].

1. Fragmentation

فرآیند شکستن سنگ به وسیله انفجار یک پدیده پیچیده می‌باشد که به وسیله متغیرها و پارامترهای زیادی کنترل می‌شود. به طور کلی پارامترهای تاثیرگذار در طراحی الگوی آتشباری به دو گروه عمده شامل پارامترهای قابل کنترل (پارامترهای هندسی انفجار، خواص مواد منفجره و تاخیرهای زمانی) و پارامترهای غیر قابل کنترل (خصوصیات ژئومکانیکی توده سنگ و تاثیرات جوی) تقسیم‌بندی می‌شوند [4].

محققین زیادی در گذشته روابطی را جهت تعیین الگوی آتشباری ارائه داده‌اند: اندرسن¹ (1952)، فرانکیل² (1952)، پیرس³ (1955)، آلسمان⁴ (1960)، اش⁵ (1963)، لانگفورس⁶ (1963)، هانسن⁷ (1967)، کنیا⁸ (1972)، برتا⁹ (1985)، هاسترولید¹⁰ (1995) و ... اما با توجه به در نظر نگرفتن هم‌زمان اکثر پارامترهای مؤثر بر انفجار و با توجه به شرایط پیچیده حاکم بر عملیات آتشباری، نتایج حاصل شده چندان مطلوب نبوده است [1].

طراحی الگوی آتشباری مناسب، مهمترین مرحله در تامین خردایش مطلوب می‌باشد. جهت تامین خردایش مطلوب، محدودیت‌های اجرایی مانند عقب‌زدگی² ناشی از انفجار، پرتاب سنگ²، محدودیت شرایط زمین‌شناسی و وجود دارد. از بین این محدودیت‌ها، عقب‌زدگی و پرتاب سنگ از بزرگترین و مهم‌ترین معضلات عملیات آتشباری در معدن گل‌گهر سیرجان می‌باشند.

-
1. Andersen
 2. Franekel
 3. Pearse
 4. Allsman
 5. Ash
 6. Longefors
 7. Hansen
 8. Konya
 9. Berta
 10. Hustrulid
 11. Multi Criteria Decision Making
1. Back break
 2. Fly rock

در جهت نیل به اهداف اشاره شده، الگوهای انفجاری مختلفی در شرایط مختلف در معدن گل‌گهر سیرجان انجام گرفته که نتایج مختلفی حاصل شده است. اجرای هر روش آتشباری علاوه بر هزینه‌هایی که از نظر زمانی و مالی به معدن تحمیل می‌کند، ممکن است به نتایج رضایت‌بخشی منجر نشود. به همین دلیل دستیابی به یک الگوی معقول حفاری و آتشباری اولیه، گام بزرگی در جهت رسیدن به چگونگی آرایش نهایی چال‌های انفجار است. در همین راستا، طرح اولیه باید نزدیک‌ترین طرح ممکن به طرح بهینه ممکن باشد به طوری که با تحلیل نتایج بتوان به نحو مطلوب به طرح بهینه رسید.

عقب‌زدگی یکی از پدیده‌های منفی در انفجار معدن روباز است که تاثیر مهمی روی پایداری شیب دارد. در صورت عدم کنترل این مشکل، کاهش در شیب نهایی معدن لازم بوده و در نتیجه کاهش بازبایی کانه و افزایش نسبت باطله‌برداری را در پی خواهد داشت. این پدیده علاوه بر ایجاد خطراتی نظیر ریزش پله و یا بالا بردن احتمال سقوط ماشین‌آلات، باعث بروز مشکلاتی در سیکل بعدی آتشباری به دلیل فرار گازها از ترک‌های ایجاد شده و تولید قطعات بزرگ می‌گردد [5]. از دیگر پیامدهای خطرناک و نامطلوب عملیات انفجار در معدن گل‌گهر، پرتاب سنگ می‌باشد. وقتی که قطعات سنگ بدون هیچ محدودیتی پرتاب شوند باعث کشته و زخمی شدن افراد و خسارت به ساختمان‌ها خواهد شد. جابجایی سنگ خردشده بستگی به پارامترهای طراحی، شرایط زمین‌شناسی و محدودیت‌های معدنکاری دارد. وظیفه آتشبار تعیین مرزهای محدوده انفجار و تطبیق آن با قوانین ایمنی می‌باشد [6]. با طراحی یک الگوی حفاری و آتشباری مناسب، می‌توان علاوه بر دانه‌بندی مناسب سنگ، کمترین عقب‌زدگی و پرتاب سنگ ناشی از انفجار را داشته باشیم. در این پایان‌نامه سعی شده است الگوی (یا الگوهای) مناسب انفجاری در معدن گل‌گهر سیرجان، جهت نیل به اهداف "دسترسی به خردایش مورد نظر، حداقل نمودن عقب‌زدگی و پرتاب سنگ" ارائه گردد. برای رسیدن به این مهم، از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM¹) استفاده شده است. در این تصمیم‌گیری‌ها به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چندین معیار سنجش، استفاده می‌شود. روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه بسته به نوع معیارها، به دو گروه تقسیم می‌شوند:

✓ تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه ($MODM^1$)

✓ تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه ($MADM^2$)

در این پایان‌نامه سعی شده است در ابتدا با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند شاخصه TOPSIS از میان الگوهای اجرا شده در معدن، بهترین الگو انتخاب شود. در بخش دوم، سعی شده است تا با استفاده از روشهای تصمیم‌گیری چندهدفه الگوی بهینه آتشفکاری در معدن گل‌گهر سیرجان، طراحی شود. با استفاده از این مدل می‌توان با توجه به تمامی اهداف مورد نظر به یک الگوی مناسب دست پیدا کرد.

این پژوهش مشتمل بر 6 فصل است:

- فصل 1- مقدمه‌ای بر کارهای انجام شده و اهداف تحقیق را بیان می‌کند.
- فصل 2- آشنایی با ناحیه معدنی گل‌گهر و مشخصات معدن شماره یک می‌باشد.
- فصل 3- بررسی پارامترهای تأثیرگذار در طراحی الگوی انفجار می‌پردازد.
- فصل 4- بررسی سیستم‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و قابلیت‌های آن مدنظر قرار گرفته است.
- فصل 5- مدل‌سازی انفجار و پیش‌بینی نتایج با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌پردازد.
- فصل 6- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاداتی در ارتباط با پروژه مذکور را شامل می‌شود.

1. Multi Objective Decision Making
2. Multi Attribute Decision Making

فصل 2

آشنایی با ناحیه معدنی گل‌گهر سیرجان

2-1- مقدمه

معدن سنگ آهن گل گهر سیرجان با برخورداری از شش آنومالی و ذخیره بیش از 1/1 میلیارد تن یکی از مهمترین ذخایر سنگ آهن کشور به حساب می آید. پیشینه تاریخی معدنکاری در این محل به حداقل 900 سال قبل بر می گردد. شناسایی این کانسار در سال 1348 توسط شرکت ایران باریت و واگذاری آن به شرکت ملی فولاد ایران در سال 1353 انجام شد که در پی مراحل اکتشافی، در سال 1373 با احداث کارخانه تغلیظ رسما به بهره برداری رسید [7].

2-2- موقعیت جغرافیایی و راه های ارتباطی معدن

ناحیه معدنی سنگ آهن گل گهر در 55 کیلومتری جنوب غربی سیرجان در استان کرمان واقع شده است. مختصات جغرافیایی ناحیه به صورت زیر می باشد:

طول جغرافیایی: $24^{\circ} 55'$ تا $24^{\circ} 15'$ ، 55°

عرض جغرافیایی: $29^{\circ} 07'$ تا $29^{\circ} 03'$

این مجموعه در بین مثلی به رئوس کرمان، شیراز و بندرعباس قرار گرفته است. شکل (2-1) موقعیت جغرافیایی این ذخایر را در کشور نشان می دهد.



شکل 2-1- موقعیت جغرافیایی معدن سنگ آهن گل گهر و سایر معادن آهن ایران [7]