

اللهم اغفر لي



پنجمه شهریور

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای سیامک تازلی خسروشاهی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان انتخاب روش مناسب نگهداری و تعمیر ماشین آلات پارگبری و باربری در معادن روباز در تاریخ ۱۳۹۰/۱۰/۲۸ 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.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر احمد رضا صیادی	استادیار	
استاد مشاور	دکتر مسعود منجری	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر همدرضا خالصی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر عزت اله امیری زاده	دانشیار	
مدیر گروه (با نمایندگی گروه تخصصی)	دکتر همدرضا خالصی	استادیار	

این تاییدیه در تاریخ ۱۳۹۰/۱۰/۲۸ صادر گردید.

رئیس هیات داوران

A.R

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

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی 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 هیات علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

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 استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله 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 حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه 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 حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می‌شود.

نام و نام خانوادگی
استاد
۱۳۸۴/۴/۲۵

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

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

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته است

سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار

خانم/جناب آقای دکتر ، مشاوره سرکار خانم

و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن

دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش

قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

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

ماده ۶: اینجانب دانشجوی رشته

مقطع

تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا:



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی معدن - گرایش فنی و اقتصادی

انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات ناوگان بارگیری و باربری در معادن روباز با

استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی

سیامک نازل خسروشاهی

استاد راهنما:

دکتر احمد رضا صیادی

استاد مشاور:

دکتر مسعود منجزی

زمستان ۹۰

تقدیم

تقدیم به پدر و مادرم که همواره دعای خیرشان بدرقهٔ راهم بوده

و

تقدیم به آنانی که ارزش‌های والای انسانی را پاس می‌دارند

تشر و قدردانی

به نام او که زینت زبانها و یادگار جانها نام او. به نام او که آسایش
دلها و آرایش کارها به نام او. به نام او که روح روحها و مفتاح
فتوحها به نام او. به نام او که فرمانها روان و حالها بر نظام از نام
او....

اگر چه به ناچیزی دستاورد خود در انجام این تحقیق معترفم، اما
همین مختصر نیز پدید نمی‌آمد اگر لطف و حوصله‌ اساتید محترم
از اینجانب دریغ می‌شد. لذا شایسته است مراتب سپاس قلبی خود
را از اساتید ارجمندم ابراز دارم، به خصوص جناب آقای دکتر
صیادی که هدایت این تحقیق را بر عهده داشتند و در دوران
تحصیل همواره از مشاوره‌های علمی و اخلاقی ایشان کمال بهره را
برده‌ام. همچنین جناب آقای دکتر منجری که مشاوره‌ این تحقیق
را بر عهده داشته‌اند و در طی تحقیق توصیه‌ها و راهنمایی‌های
ارزنده‌ ایشان راه‌گشای کار اینجانب بوده است کمال قدردانی را به
عمل می‌آورم.

چکیده

عرصه رقابتی بازار جهانی معادن را به سمت فعالیت‌های تجدید مهندسی در ساختار و سازمان خود سوق می‌دهد. در این راستا کاهش هزینه‌های مربوط به ماشین‌آلات به عنوان یک راه‌حل مناسب جهت افزایش بهره‌وری و سوددهی قابل تأمل و استفاده از استراتژی‌های مناسب در خصوص ماشین‌آلات را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. با توجه به اینکه حجم گسترده‌ای از چرخه تولید در معادن بر عهده ناوگان بارگیری و باربری است بنابراین آماده به کار بودن و قابلیت اطمینان بالا در زمینه عملکرد این ناوگان امری مهم و حیاتی در تداوم تولید و افزایش بهره‌وری محسوب و لزوم انتخاب یک استراتژی مناسب نگهداری و تعمیر مناسب در خصوص این ناوگان را آشکار می‌سازد. انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات مناسب ماشین‌آلات بارگیری و باربری در معادن روباز، یک نوع مسأله تصمیم‌گیری چند شاخصه (MCDM) است که به متغیرهای بسیاری از قبیل امکان‌پذیری، ایمنی و هزینه وابسته است. در این پایان‌نامه مناسب‌ترین استراتژی نگهداری و تعمیرات در ۴ نوع مختلف از ماشین‌آلات بارگیری و باربری در معادن مس میدوک و سنگ آهن سنگان با استفاده ترکیبی از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تئوری منطق فازی، به منظور در نظر گرفتن قضاوت‌های نامطمئن تصمیم‌گیران و عدم قطعیت مقایسات زوجی به کار گرفته شد. بدین منظور شاخص‌های انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات مناسب ماشین-آلات بارگیری و باربری در قالب ۶ شاخص اصلی امکان‌پذیری، ایمنی، هزینه، ارزش افزوده، کارایی و ریسک و ۱۵ زیر شاخص تقسیم‌بندی و مورد بررسی قرار گرفت. میزان اهمیت شاخص‌ها به روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) با تابع عضویت مثلثی و بر پایه نظرات خبرگان، حاصل از یک فعالیت پرسش‌نامه‌ای تعیین و نهایتاً مناسب‌ترین استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات بر اساس روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی انتخاب گردید. نتایج محاسبات مربوط به روش پیشنهادی جهت انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات مناسب در مطالعات موردی، نشان داد که استراتژی نگهداری و تعمیرات اصلاحی در مورد شاول TEREXTR-TB120، پیش‌بینانه در مورد تراک HD 785 کوماتسوه و شاول هیدرولیکی (دیزلی) PC800-6 کوماتسوه و مؤثر در مورد تراک کاترپیلار 769D مناسب و قابل اجراء می‌باشند. روش پیشنهادی ارائه شده در این پایان‌نامه یک ابزار ساده و موثر برای حل مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه در حالت فازی بوده و این امکان را به مدیران نگهداری و تعمیرات می‌دهد که استراتژی بهینه را جهت ماشین‌آلات مورد نظر تعیین نمایند.

کلید واژه: نگهداری و تعمیرات، منطق فازی، ماشین‌آلات بارگیری و باربری، تحلیل سلسله مراتبی، قابلیت اطمینان و کارایی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
د	فهرست جدول‌ها
و	فهرست شکل‌ها
۱	فصل ۱- مقدمه و کلیات
۱-۱	۱-۱-۱ پیش‌گفتار
۳	۱-۲-۱ اهمیت و ضرورت تحقیق
۴	۱-۳-۱ تعریف مسأله
۵	۱-۴-۱ اهداف تحقیق
۵	۱-۵-۱ جنبه نوآوری تحقیق
۶	۱-۶-۱ کاربردهای تحقیق
	۱-۷-۱ مشکلات و محدودیت‌های انجام تحقیق
	۱-۸-۱ فرضیات و سؤال‌های تحقیق
۷	۱-۹-۱ تشریح و تبیین مراحل مختلف تحقیق
۱۰	فصل ۲- پیشینه تحقیق
۱۰-۲	۲-۱-۱ مقدمه
۱۰-۲	۲-۲-۱ تاریخچه فعالیت‌های انجام گرفته در زمینه اولویت‌بندی استراتژی‌های نت
۱۹	۲-۳-۲ برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات
۲۰	۲-۳-۲-۱ نقش برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات
۲۰	۲-۳-۲-۲ معایب ناشی از فقدان سیستم نگهداری و تعمیرات
۲۰	۲-۴-۲ انواع فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات
۲۱	۲-۵-۲ انواع استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات
۲۲	۲-۵-۲-۱ نگهداری و تعمیرات عکس‌عملی (واکنشی)
۲۳	۲-۵-۲-۲ نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه
۲۵	۲-۵-۲-۳ نگهداری و تعمیر پیش‌بینانه (پیش‌گیرانه بر اساس وضعیت)
۳۲	۲-۵-۲-۴ نگهداری و تعمیرات مؤثر (کنش‌گرایانه)
۳۴	۲-۶-۲ مباحث نوین در نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات
۳۷	۲-۷-۲ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
۳۹	فصل ۳- تعیین شاخصها و شاخص‌های انتخاب استراتژی نت
۳۹	۳-۱-۱ مقدمه
۳۹	۳-۲-۱ مفهوم و علت خرابی ماشین‌آلات

- ۳-۳ عوامل مؤثر بر بروز خرابی‌های ماشین‌آلات معدنی..... ۴۰
- ۳-۳-۱ بی‌توجهی به شرایط اساسی ماشین‌آلات..... ۴۰
- ۳-۳-۲ عدم رعایت استانداردهای بهره‌برداری از ماشین‌آلات..... ۴۱
- ۳-۳-۳ عدم مهارت کافی در بهره‌برداری، تنظیم و راه‌اندازی..... ۴۱
- ۳-۳-۴ عدم رفع کامل علل بروز فرسایش..... ۴۱
- ۳-۳-۵ اشکالات در طرح ماشین‌آلات..... ۴۱
- ۳-۴ برنامه‌های نگهداری و مراقبت از ماشین‌آلات معدنی..... ۴۲
- ۳-۴-۱ حفظ شرایط اساسی با تمیزکاری، روان‌کاری، آچارکشی..... ۴۲
- ۳-۴-۲ توجه به نحوه و شرایط صحیح بهره‌برداری از ماشین‌آلات..... ۴۳
- ۳-۴-۳ رفع فرسایش‌های ماشین‌آلات..... ۴۳
- ۳-۴-۴ رفع اشکالات و ضعف‌های مربوط به طرح ماشین‌آلات..... ۴۳
- ۳-۴-۵ جلوگیری از فرسایش غیرعادی و بروز خرابی با استقرار نت خودکنترلی..... ۴۳
- ۳-۵ شاخصهای انتخاب استراتژی نت ناوگان بارگیری و باربری در معادن..... ۴۴
- ۳-۵-۱ امکان‌پذیری..... ۴۶
- ۳-۵-۲ ایمنی..... ۴۷
- ۳-۵-۳ هزینه..... ۴۸
- ۳-۵-۴ ارزش افزوده ایجاد شده توسط استراتژی نت..... ۴۹
- ۳-۵-۵ کارایی..... ۵۰
- ۳-۵-۶ ریسک..... ۵۱
- ۳-۶ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری..... ۵۲

فصل ۴- تصمیم‌گیری..... ۵۴

- ۴-۱ مقدمه..... ۵۴
- ۴-۲ فرآیند تصمیم‌گیری..... ۵۴
- ۴-۳ مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه..... ۵۷
- ۴-۴ دسته‌بندی مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه..... ۵۹
- ۴-۵ نظریه مجموعه فازی..... ۶۱
- ۴-۶ تکنیک تصمیم‌گیری..... ۶۲
- ۴-۷ انتخاب تکنیک تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ای..... ۶۲
- ۴-۸ مزایای تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی..... ۶۳
- ۴-۹ ساختار فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی..... ۶۴
- ۴-۱۰ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری..... ۶۸

فصل ۵- تجزیه و تحلیل داده‌ها و مطالعات موردی..... ۷۰

- ۵-۱ مقدمه..... ۷۰
- ۵-۲ بازیابی و بررسی اطلاعات..... ۷۰

۷۱	۳-۵- ابزارهای تحقیق.....
۷۱	۴-۵- مطالعات موردی.....
۷۱	۱-۴-۵- کانسار مس میدوک.....
۷۲	۲-۵۴- کانسار سنگ آهن سنگان.....
۷۴	۵-۵- مشخصات ناوگان بارگیری و باربری مورد بررسی در مطالعات موردی.....
	۶-۵- فرآیند تحقیق در مورد انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیر مناسب ناوگان بارگیری و باربری
۷۵	مطالعات موردی.....
۸۷	۷-۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری.....
۹۰	۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....
	Error! Bookmark not defined.
۹۰	۱-۶- جمع‌بندی.....
۹۰	۲-۶- نتیجه‌گیری.....
۹۱	۳-۶- پیشنهادات.....
۹۳	ضمیمه أ - پرسش‌نامه وزن‌دهی شاخصهای اولویت‌بندی در دوره دوم دلفی.....
۹۴	ضمیمه ب - پرسش‌نامه روش تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی.....
۹۵	ضمیمه ج - سی دی حاوی محاسبات فرایند.....
۱۰۲	فهرست مراجع.....
۱۰۸	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی.....
۱۰۹	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی.....

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۱۱	جدول ۱-۲ سیرتحوالات تاریخی استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات
۲۲	جدول ۲-۲ انواع استراتژی‌های نت
۲۳	جدول ۳-۲ مزایا و معایب تعمیرات اصلاحی
۲۴	جدول ۴-۲ مزایا و معایب تعمیرات پیش‌گیرانه
۲۶	جدول ۵-۲ مزایا و معایب تعمیرات پیش‌بینانه
۳۰	جدول ۶-۲ آزمایش‌های انجام یافته بر روی نمونه روغن ماشین‌آلات سنگین
۳۳	جدول ۷-۲ مزایا و معایب تعمیرات مؤثر
۳۶	جدول ۸-۲ اصول نگهداری و تعمیرات بر اساس قابلیت اطمینان
۴۴	جدول ۱-۳ مراحل عملیاتی جهت استقرار نت خودکنترلی در ماشین‌آلات معدنی
۴۵	جدول ۲-۳ شاخص‌های انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیر در دوره اول تکنیک دلفی
۴۵	جدول ۳-۳ شاخص‌های نهایی انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیر
۴۶	جدول ۴-۳ شاخص امکان‌پذیری و امتیاز میانگین آن در دوره دوم تکنیک دلفی
۴۸	جدول ۵-۳ معیار ایمنی و امتیاز میانگین آن در دوره دوم تکنیک دلفی
۴۹	جدول ۶-۳ معیار هزینه و امتیاز میانگین آن در دوره دوم تکنیک دلفی
۵۰	جدول ۷-۳ معیار ارزش افزوده و امتیاز میانگین آن در دوره دوم تکنیک دلفی
۵۱	جدول ۸-۳ معیار کارایی و امتیاز میانگین آن در دوره دوم تکنیک دلفی
۵۱	جدول ۹-۳ معیار ریسک و امتیاز میانگین آن در دوره دوم تکنیک دلفی
۵۷	جدول ۱-۴ استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در اولویت‌بندی نت
۵۸	جدول ۲-۴ مقایسه روش‌های چند شاخصه و چند هدفه
۶۱	جدول ۳-۴ استفاده از نظریه فازی در اولویت‌بندی استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات
۶۴	جدول ۴-۴ مزیت‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در تصمیم‌گیری
۷۲	جدول ۱-۵ ذخیره زمین‌شناسی کانسار مس میدوک
۷۲	جدول ۲-۵ مشخصات فنی طرح استخراج معدن مس میدوک
۷۳	جدول ۳-۵ ذخیره زمین‌شناسی کانسار آهن سنگان
۷۴	جدول ۴-۵ مشخصات ماشین‌آلات بارگیری و باربری مورد مطالعه در مطالعات موردی
۷۷	جدول ۵-۵ اعداد فازی تعریف شده در انتخاب استراتژی نت
۷۷	جدول ۶-۵ ماتریس تلفیق شده مقایسات زوجی در سطح شاخص‌های اصلی
۷۸	جدول ۷-۵ ماتریس تلفیق شده مقایسات زوجی در سطح زیر شاخصها
۷۸	جدول ۸-۵ ماتریس تلفیق شده مقایسات زوجی گزینه‌ها در خصوص زیر شاخصها
۸۱	جدول ۹-۵ بسط مرکب فازی شاخص‌های اصلی

- جدول ۵-۱۰ بسط مرکب فازی زیر شاخصها..... ۸۱
- جدول ۵-۱۱ بسط مرکب فازی گزینه‌ها بر حسب زیر شاخصها..... ۸۱
- جدول ۵-۱۲ درجهٔ ارجحیت بسط‌های مرکب (Si) شاخص‌های اصلی نسبت به یکدیگر..... ۸۲
- جدول ۵-۱۳ درجهٔ ارجحیت بسط‌های مرکب (Si) زیر شاخصها نسبت به یکدیگر..... ۸۳
- جدول ۵-۱۴ درجهٔ ارجحیت بسط‌های مرکب (Si) گزینه‌ها (استراتژی نت) نسبت به یکدیگر..... ۸۳
- جدول ۵-۱۵ وزن نهایی شاخص‌های اصلی..... ۸۵
- جدول ۵-۱۶ وزن نهایی زیر شاخص‌ها..... ۸۵
- جدول ۵-۱۷ وزن نهایی گزینه‌ها بر حسب زیر شاخص‌ها..... ۸۶
- جدول ۵-۱۸ استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات برگزیده..... ۸۷

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۸.....	شکل ۱-۱ متدولوژی تحقیق بر اساس فعالیت‌های محوری.....
۱۳.....	شکل ۱-۲ درصد استفاده از روش‌های مختلف در اولویت‌بندی نت.....
۱۷.....	شکل ۲-۲ مدل نجار و سیوف با استفاده از روش‌های فازی جهت انتخاب استراتژی نت.....
۲۱.....	شکل ۳-۲ تقسیم‌بندی نگهداری و تعمیرات بر اساس استاندارد سوئد.....
۲۳.....	شکل ۴-۲ تعمیرات به شکل تکنیک اصلاحی.....
۲۴.....	شکل ۵-۲ نگهداری و تعمیرات دوره‌ای در استراتژی پیش‌گیرانه.....
۲۷.....	شکل ۶-۲ فرآیند اجرای نگهداری و تعمیرات مبتنی بر پایش وضعیت.....
۳۵.....	شکل ۷-۲ الگوی شش‌گانه در زمینه عمر قطعات.....
۴۰.....	شکل ۱-۳ الگوهای از کارافتادگی.....
۴۶.....	شکل ۲-۳ شاخصهای اصلی انتخاب استراتژی نت.....
۵۵.....	شکل ۱-۴ فرآیند تصمیم‌گیری و عوامل تأثیرگذار.....
۵۶.....	شکل ۲-۴ فرآیند تصمیم‌گیری چند شاخصه.....
۶۰.....	شکل ۳-۴ تقسیم‌بندی روش‌های تصمیم‌گیری چند هدفه.....
۶۶.....	شکل ۴-۴ نمایش عدد فازی مثلثی.....
۶۷.....	شکل ۵-۴ نقطه تقاطع بین تقاطع اعداد فازی.....
۷۶.....	شکل ۱-۵ ساختار سلسله‌مراتبی انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات در معادن روباز.....

فصل اول

مقدمه و کلیات

مقدمه

۱-۱- پیش‌گفتار

صنایع تولیدی همواره در صدد کاهش هزینه‌های تولید می‌باشند. یکی از هزینه‌های اساسی صنایع، هزینه‌های نگهداری و تعمیر است که ۱۵ الی ۶۰ درصد هزینه‌های تولید را بر حسب نوع صنعت به خود اختصاص داده است [۱]. مقدار هزینه صرف شده برای نگهداری و تعمیرات در یک گروه منتخب از صنایع در سال ۱۹۸۹ در حدود ۶۰۰ میلیارد دلار بوده است [۲]. هزینه‌های نگهداری و تعمیرات سالیانه، در مقایسه با چرخش سالیانه^۱ در برخی کشورهای اروپایی بر اساس نتایج تحقیقات فدراسیون اروپایی انجمن نگهداری و تعمیرات^۲ در سال ۱۹۹۰ عبارت است از: بلژیک ۴/۸٪، فرانسه ۴٪، ایرلند ۱/۵٪، ایتالیا ۱/۵٪، هلند ۵٪، اسپانیا ۶/۳٪ و انگلیس ۷/۳٪ [۳].

پیشرفت‌های تکنولوژیکی در ساختار مکانیکی و ساخت ماشین‌آلات پیچیده و گران قیمت، ضرورت توسعه و بهبود روش‌های تعمیر و نگهداری را ایجاد نموده است و در این زمینه اعمال یک برنامه مؤثر کنترلی تعمیر و نگهداری و نظارتی بر وضعیت ماشین‌آلات، کاهش هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم را به دنبال خواهد داشت [۴]. در واقع با پیش‌بینی زمان خرابی‌ها، و در نتیجه آن کاهش هزینه‌های تعمیرات و وقفه‌های ناشی از زمان بهره‌برداری ماشین‌آلات، می‌توان امکان برنامه‌ریزی مؤثر در تولید، افزایش ایمنی، صرفه‌جویی‌های مالی، و به طور کلی افزایش بازده اقتصادی را به وجود آورد.

هزینه‌های به کارگیری ماشین‌آلات، شامل هزینه سرمایه‌ای و هزینه‌های مربوط به راهبری و نگهداری و تعمیرات می‌باشد [۴]. با رویکرد علمی و مهندسی به موضوع ماشین‌آلات و نیز سازماندهی مبتنی بر اطلاعات واقعی میزان قابل توجهی از هزینه‌های راهبری ماشین‌آلات معدنی کاسته و باعث افزایش سوددهی اجرای پروژه‌های معدنی می‌گردد. آنچه امروزه در اکثر پروژه‌های معدنی کشور در زمینه راهبری ماشین‌آلات صورت می‌گیرد عمدتاً فاقد یک چارچوب مشخص و برنامه‌ریزی شده می‌باشد. و معمولاً هیچ استراتژی نگهداری و تعمیر مستمر و اثرگذار در این ماشین‌آلات به کار گرفته نمی‌شود. شیوه اداره ماشین‌آلات در اکثر واحدهای معدنی محصول تجربیات و سلیق مدیران و تعمیرکارانی می‌باشد که به جای مدیریت و سازماندهی علمی و اصولی و توجه ویژه به امر نگهداری و مراقبت از ماشین‌آلات صرفاً فراهم کننده قطعات یدکی و تعمیرکار می‌باشند و با پدیده خرابی و توقف ماشین‌آلات به صورت کاملاً منفعلانه برخورد می‌کنند و به عبارتی بر این باورند که در صورت خرابی و توقف ماشین‌آلات باید نسبت به تعمیر آنها اقدام گردد و این نقطه مقابل نگرش علمی و مهندسی مبحث نگهداری و تعمیر ماشین‌آلات می‌باشد.

¹ Turn over

² Efnms

نگهداری و تعمیرات^۱ دو مقوله اساسی هستند که تحقق و عمل به آنها باعث بقاء، تداوم تولید^۲، کاهش هزینه‌های عملیاتی و نهایتاً افزایش بهره‌وری می‌گردد [۵]. با پیچیده‌تر شدن ساختار ماشین‌آلات معدنی استفاده بهینه و نیز اقتصادی از آنها به طوری که با حداقل هزینه، بیشترین استفاده صورت گرفته و کارایی و عمر مفید آنها را تا جای ممکن افزایش، و از این رهگذر هزینه‌های کل مربوط به قیمت تمام شده را کاهش داد باید مدنظر قرار گیرد.

با توجه به اینکه ماشین‌آلات بارگیری و باربری نقش مهم و اساسی در عملیات معدن‌کاری دارند بنابراین توجه کارشناسی و علمی به مقوله نگهداری و تعمیر آنها می‌تواند به عنوان یکی از راه‌کارهای مناسب جهت افزایش کارایی و بهره‌وری قرار گیرد. در بسیاری از معادن ماشین‌آلات گران‌قیمت بارگیری و باربری به دلایل عدم اعمال استراتژی مناسب نگهداری و تعمیر، بی‌توجهی در مراقبت، عدم سرویس-دهی به موقع، ضعف پشتیبانی و قطعات یدکی در دوره‌های طولانی بدون استفاده می‌مانند که خود سهم مهمی در افزایش هزینه‌های اجرای پروژه‌های معدنی دارد.

استراتژی‌های نگهداری و تعمیر را می‌توان مجموعه‌ای از فرایندها شامل شناسایی و اجرای بسیاری از فعالیت‌های نگهداری و تعمیر، تعویض، بازرسی، و تصمیم‌گیری در خصوص عملکرد صحیح ماشین‌آلات دانست [۶].

اهداف سیستم‌های نگهداری و تعمیر شامل موارد زیر می‌گردد [۷]:

- پیشینه کردن دوره عمر مفید ماشین‌آلات، قابلیت اطمینان و اثربخشی کلی ماشین‌آلات.
- اطمینان از حصول اقتصادی‌ترین شرایط بهره‌برداری از ماشین‌آلات و تجهیزات.
- کمینه کردن تعمیرات اتفاقی ماشین‌آلات و هزینه‌های توقف تولید بر اثر تعمیرات دستگاه.

در انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیر جهت ماشین‌آلات بارگیری و باربری در معادن روباز شاخصهای مختلفی (همچون هزینه، ایمنی، ارزش افزوده ایجاد شده، امکان‌پذیری، کارایی و ریسک) باید به طور هم‌زمان مدنظر قرار گیرند. متدولوژی انتخاب باید با ترکیب هم‌زمان همه شاخصهای مربوطه مناسب‌ترین استراتژی را انتخاب و علاوه بر این روش انتخاب باید تا حد ممکن ساده، منطقی، دقیق و روشن باشد. اهمیت انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیر در کشورهایی مانند ایران که بنابر آمار رسمی، سالیانه مبالغ هنگفتی صرف واردات ماشین‌آلات معدنی می‌گردد و با توجه به این آمار سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشوری که ۴۵-۳۰٪ از هزینه‌های اجرای پروژه‌های معدنی را هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات اعلام می‌کند [۸]، آنگاه به نظر می‌رسد که طرح مسأله نگهداری ماشین‌آلات معدنی در کشور ما موضوعی چندان قابل اعتنا باشد که به آن توجه ویژه‌ای گردد.

¹ Maintenance & Repair

² Production continuity

هنگام مواجهه با مسائل پیچیده و انتخاب یک گزینه از بین گزینه‌های موجود، جواب‌های ممکن متعددی وجود داشته و استفاده معمول از روش آزمون و خطا به تجربه‌های فراوانی احتیاج دارد. لو^۱ به نقل از آرشام^۲ بیان می‌کند هنگامی که مردم از اطلاعات و مهارت‌های کافی برخوردار نیستند و حتی هنگامی که زمان و اطلاعات کافی در اختیار دارند ممکن است که تصمیمات غیر بهینه‌ای بگیرند. اکثر مردم مسائل را بدون استفاده از فرایندهای سیستماتیک تصمیم‌گیری به طور سنتی حل می‌کنند و این یک اصل پایه‌ای است که هنگام کمبود اطلاعات و مهارت تصمیم‌گیری بهینه‌ای بگیرند [۹]. از این رو برای دوری از اشتباه و استفاده از اطلاعات گذشته استفاده از سیستم‌های تصمیم‌گیری اجتناب ناپذیر است.

سیستم‌های تحلیل تصمیم را می‌توان مدل‌های ساده و مؤثر ریاضی دانست که می‌توانند برای نشان دادن وضعیت‌های واقعی به کار گرفته شوند. مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه این مزیت را دارند که برای تحلیل و فهم متغیرهای مختلف و روابطی که آنها را به هم مربوط می‌سازند بکار گرفته شوند و این به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کند که در مسأله به صورت منطقی دلیل آورده و تجزیه و تحلیل کند [۹]. برخی از مزایای مدل‌های تصمیم‌گیری به شرح زیر است [۹].

- ارزیابی تأثیر فاکتورهای یکتا و گزینه‌های واقعی مختلف در محیط‌های مجازی
- توسعه مشارکتی، ترغیب به تفکر سیستمی و کامپیوتریزه کردن

استفاده از سیستم تحلیل تصمیم که تصمیم‌گیری با شاخصهای چندگانه نیز نامیده می‌شود، در نظر گرفتن تعداد زیادی شاخص برای انتخاب بهترین گزینه از میان تعداد زیادی از گزینه‌ها در حین اطمینان از اینکه یک تصمیم منطقی گرفته می‌شود را مهیا می‌سازد [۹].

انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات در ناوگان بارگیری و باربری در معادن روباز یکی از کارهای مهم پس از انتخاب نوع سیستم بارگیری و باربری می‌باشد. متأسفانه علیرغم اهمیت زیاد مبحث نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات معدنی، مطالعات جدی در داخل ایران در این زمینه یافت نمی‌شود. استفاده هدفمند از تکنیک‌های مناسب انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات و اعمال مناسب، هم‌زمان با توسعه صنعت معدن‌کاری روباز منجر به کاهش هزینه‌های راهبری ماشین‌آلات بارگیری و باربری و افزایش سوددهی پروژه‌های معدن‌کاری می‌گردد.

۱-۲- اهمیت و ضرورت تحقیق

با بررسی‌های انجام گرفته در حوزه ماشین‌آلات و تجهیزات معدنی مشخص گردیده است که اصلی‌ترین عامل بالا بودن هزینه راهبری این تجهیزات نحوه نگرش مدیران به مقوله نگهداری از ماشین‌آلات می‌باشد. اساساً نحوه نگرش به این مسأله عمدتاً سنتی و فاقد یک چارچوب مدون و برنامه‌ریزی شده و نه یک نگرش علمی و مهندسی می‌باشد. در اکثر معادن تا آن حد از ماشین‌آلات کار کشیده می‌شود که

¹ Louw

² Arsham

عملاً از کار بیفتند و پس از ازکارافتادگی و وقفه در عملیات تولیدی که در برخی موارد به توقف تولید می‌انجامد اقدامات تعمیراتی لازم بر روی ماشین‌آلات انجام می‌گیرد. بر اساس آمار ارائه شده هزینه‌های نگهداری و تعمیرات پس از خرابی و از کارافتادگی ماشین‌آلات تا حدود ۳ برابر بیش از هزینه تعمیرات پیش‌گیرانه^۱ و برنامه‌ریزی شده^۲ افزایش می‌یابد [۱۰].

هزینه‌های مربوط به ماشین‌آلات معدنی در شرایط کنونی و با توجه به موارد زیر از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد:

- عدم دسترسی سریع به قطعات یدکی با قیمت مناسب و کیفیت مناسب.
- موقعیت جغرافیایی معادن و عدم دسترسی به نیروی انسانی ماهر جهت انجام امور تعمیراتی.
- مسئله تحریم‌های سیاسی و اقتصادی در مورد تامین تجهیزات و قطعات یدکی.

لذا منطق و شرایط موجود حکم می‌کند جهت سودآوری هر چه بیشتر پروژه‌های معدنی و جلوگیری از وقفه در عملیات تولیدی توجه ویژه‌ای به کنترل هزینه‌های نگهداری و تعمیراتی ماشین‌آلات معطوف گردد. لذا تصمیم‌گیری مناسب در خصوص انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات در مورد ماشین‌آلات معدنی متناسب با شرایط موجود در کشور از اهمیت بسیاری برخوردار است.

در انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات در خصوص ماشین‌آلات معدنی گزینه‌های مختلفی پیش رو است که هر یک ویژگی‌ها، مزایا و معایب خاص خود را دارند. بنابراین ایجاد سیستمی که بتواند به عنوان یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری جهت مشخص نمودن استراتژی مناسب عمل نموده و بر اساس شاخصهای تصمیم‌گیری تأثیرگذار، استراتژی‌های مختلف را اولویت‌بندی نماید ضروری و مورد نیاز مبرم صنایع معدنی کشور می‌باشد.

۱-۳- تعریف مسأله

هزینه‌های نگهداری و تعمیر در مجموع بخش عمده‌ای از هزینه‌های تولیدی را در برمی‌گیرند. با توجه به نوع صنعت مورد بررسی این هزینه رقمی در حدود ۱۵ تا ۶۰ درصد هزینه‌های محصول نهائی تولید شده را در برمی‌گیرد [۱]. این هزینه در ماشین‌آلات بارگیری و باربری در معادن روباز رقمی در حدود ۳۵ درصد را شامل می‌گردد [۱۱]. با توجه به مطالعات انجام گرفته توسط موبلی^۳ در انستیتو نگهداری و تعمیرات ایالات متحده، یک سوم از هزینه‌هایی که صرف فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات می‌گردد مربوط به فعالیت‌های غیر ضروری در حوزه نگهداری و تعمیرات می‌باشد [۱۲]. لذا مدیریت صحیح فرآیند نگهداری و تعمیر ماشین‌آلات صرفه‌جویی عظیمی را به همراه خواهد داشت. از این رو می‌توان به نقش مهم و تأثیرگذار اعمال استراتژی‌های مناسب نگهداری و تعمیر بر افزایش سودآوری عملیات معدنی اشاره

^۱ Preventive maintenance

^۲ Planned maintenance

^۳ Mobly

نمود. انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیر ناوگان بارگیری و باربری در معادن روباز یک مسأله تصمیم‌گیری چند شاخصه^۱ است که با توجه به ترکیب صحیح قضاوت‌ها و نظریات خبرگان و کارشناسان و پس از مشخص نمودن شاخص‌ها مورد بحث قرار می‌گیرد و این تصمیم‌گیری منطقی باید منجر به انتخاب روشی گردد که کارائی عملیاتی ماشین‌آلات را افزایش داده و با شرایط موجود سازگاری داشته باشد. در این راستاء در تحقیق جاری فرآیند اولویت‌بندی استراتژی‌های مختلف نگهداری و تعمیر بیان گردیده و در مطالعات موردی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

در تحقیق حاضر شاخصهای تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب استراتژی مناسب شناسائی شده و در تصمیم‌گیری جهت انتخاب استراتژی مناسب لحاظ می‌شوند. سپس سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری طراحی می‌گردد که با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی و بر اساس شاخصهای تعیین شده گزینه‌های مختلف را ارزیابی و اولویت‌بندی نماید. خروجی این سیستم می‌تواند جهت تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در خصوص انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیر تا حدود زیادی راه‌گشا باشد.

۱-۴- اهداف تحقیق

در این تحقیق اولویت‌بندی استراتژی‌های نگهداری و تعمیر ناوگان بارگیری و باربری در معادن روباز با در نظر گرفتن شاخصهای مشخص شده و بر اساس نظرسنجی از خبرگان مورد بررسی قرار می‌گیرد. از جمله اهداف این تحقیق کاربردی شناسائی شاخصها و تکنیک‌های مناسب اولویت‌بندی استراتژی‌های مختلف نگهداری و تعمیر در راستای دستیابی به اهداف مورد نظر می‌باشد.

به طور کلی اهداف این تحقیق را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

- شناسایی انواع استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات در مورد ماشین‌آلات.
- شناسایی شاخصهای مهم در اولویت‌بندی و انتخاب استراتژی‌های نگهداری و تعمیر.
- شناسایی تکنیک مناسب جهت اولویت‌بندی استراتژی‌های نگهداری و تعمیر.
- ارائه روش اولویت‌بندی استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات در خصوص ماشین‌آلات معدنی.

۱-۵- جنبه نوآوری تحقیق

تحقیقاتی که تاکنون درباره مبحث نگهداری و تعمیرات و اولویت‌بندی استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات انجام گردیده است منحصر به چند مورد خاص و در حوزه غیر از تجهیزات و ماشین‌آلات معدنی می‌باشد. با توجه به اهمیت این ماشین‌آلات، استفاده از سیستم‌های نگهداری و تعمیر مناسب برای افزایش عمر مفید و کاهش توقفات اضطراری بسیار ضروری می‌باشد. همچنین در تحقیق حاضر با در نظر

¹ Multiple Criteria Decision Making