



دانشگاه تهران

پردیس دانشکده های فنی

دانشکده مهندسی معدن

پایان نامه کارشناسی ارشد

(مهندسی استخراج معدن)

عنوان:

ارایه الگوریتم جدید برای بهینه سازی عیارحد معادن روباز

نگارش:

عسل بیدارمغز

استاد راهنما:

مهندس علی اصغر خدایاری

استاد مشاور:

مهندس مهدی یآوری

تیر ۱۳۸۷



بنام خدا
دانشگاه تهران

پردیس دانشکده های فنی
گروه آموزشی دانشکده مهندسی معدن

گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

هیأت داوران پایان نامه کارشناسی ارشد خاتم عمل بتا مقرر در رشته مهندسی معدن
با عنوان "رایه الگوریتم جدید برای بهینه سازی عمیاز حد در معدن رویاز"
را در تاریخ ۸۷/۰۴/۰۳

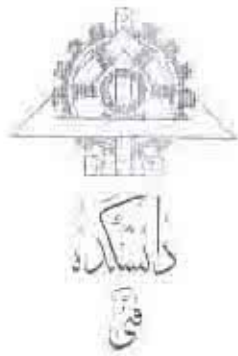
با شماره پیاپی: ۱۱۲۰
تاریخ: ۸۷/۰۴/۰۳
محل امضاء: [Signature]

و درجه: []
روز پیاپی نمود: []

ردیف	مشخصات هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱	استاد راهنما	مهندس علی اصغر حدادپوری	مربی	دانشگاه تهران	[Signature]
۲	استاد مشاور	مهندس مهدی باقری	مربی	دانشگاه تهران	[Signature]
۳	استاد مدعو	دکتر احمد خاخریزی	استادانار	دانشگاه تهران	[Signature]
۴	استاد مدعو	دکتر احمد قاضی سادی	استادیار	دانشگاه تربیت مدرس	[Signature]
۵	نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی گروه آموزشی	دکتر محمد قاروق حسینی	دانشیار	دانشگاه تهران	[Signature]

تذکره این برگه سی از تکمیل توسط هیأت داوران در بخشی ضمیمه پایان نامه ارجح می گردد





تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب علی سیدریگر تایید می کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه / رساله حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه / رساله قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به پردیس دانشکده های فنی دانشگاه تهران می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: علی سیدریگر
امضای دانشجو: علی سیدریگر

تقدیم به

خانواده عزیز و مہربانم

تشکر و قدردانی

بر خود لازم می دانم که از استاد راهنمای پایان نامه، جناب آقای مهندس خدایاری برای زحمات و راهنمایی‌های بی دریغ و ارزنده‌شان در طول انجام پروژه کمال تشکر و قدردانی را بعمل آورم. همچنین از راهنمایی‌های با ارزش استاد مشاورم، جناب آقای مهندس یآوری سپاسگزاری می کنم.

چکیده

عیارحد کارخانه فرآوری یکی از پارامترهای مؤثر در اقتصاد معدن می باشد. طبق تعریف عیارحد کارخانه عیاری است که مواد با عیار بالاتر از آن برای فرآوری و تولید محصول به کارخانه ارسال شده و موادی که عیار آن پایین تر از این عیارحد است، معمولاً به انباشت گاه باطله منتقل می گردد. این عیار اگر بیش از حد بزرگ در نظر گرفته شود، بخشی از مواد بالقوه سودآور باطله محسوب شده و از چرخه تولید خارج خواهد شد، و اگر بیش از اندازه پایین انتخاب گردد، مواد کم عیار ظرفیت محدود عملیات، به خصوص کارخانه را اشغال کرده و موجب پایین آمدن نقدینگی سالانه و در نتیجه ارزش خالص فعلی معدن خواهد گردید.

انتخاب عیارحد بهینه یکی از چالش های مهم در مرحله برنامه ریزی تولید معدن است. اگرچه می توان اهداف مختلفی را برای بهینه کردن عیارحد کارخانه در نظر گرفت، ولی هدف معمول در بهینه سازی این عیار بیشینه سازی ارزش خالص فعلی عملیات است. مدل Lane که کاربرد زیادی در بهینه سازی عیارحد دارد، بر همین هدف مبتنی است.

این مدل یک مدل پژوهش عملیاتی است که تابع هدف آن بیشینه سازی تفاضل بین نقدینگی و هزینه فرصت بوده و سه محدودیت وظیفه ای آن ظرفیت فعالیت های سه گانه معدن کاری، فرآوری و ذوب و فروش می باشد. وجود هزینه فرصت در تابع هدف موجب می شود عنصر زمان وارد مدل شده و نهایتاً با حل مدل ارزش خالص فعلی بیشینه گردد. برای حل این مدل یک روش ابتکاری نیز توسط Lane ارائه شده است.

در این پایان نامه موضوع بهینه سازی عیارحد کارخانه مورد بررسی قرار گرفته و معدن مس سونگون اهر به عنوان نمونه موردی برای این مطالعه انتخاب شده است. در این بررسی دو مدل اصلی صورت بندی شده است، که عبارت اند از:

مدل اول همان مدل اصلی Lane است که شامل سه محدودیت وظیفه ای ظرفیت معدن کاری، ظرفیت کارخانه، و ظرفیت ذوب و فروش بوده و تابع هدف آن بیشینه سازی تفاضل بین نقدینگی و هزینه فرصت می باشد. دو گونه از این مدل با دو پیش فرض وجود هزینه فرصت و عدم وجود آن صورت بندی شده و یک بار به روش پیشنهادی Lane و بار دیگر به روش جستجوی مستقیم حل شده است. در روش Lane ابتدا سه عیار محدود کننده و سه عیار تعادلی (جمعاً شش عیار) محاسبه شده و نهایتاً یکی از این شش عیار به طریقی که در الگوریتم توضیح داده شده است، به عنوان عیارحد بهینه برگزیده می شود. در روش جستجوی مستقیم مقدار تابع هدف برای همه عیارهای حد موجود در جدول عیار- تناژ محاسبه شده و عیارحد منطبق بر بیشترین مقدار تابع هدف به عنوان عیارحد بهینه انتخاب می گردد.

مدل دوم، که در این پایان نامه معرفی می شود، همان مدل Lane می باشد که تابع هدف آن از بیشینه سازی تفاضل بین نقدینگی و هزینه فرصت به بیشینه سازی ارزش خالص فعلی تغییر یافته است.

برای این مدل نیز دو گونه با پیش فرض وجود هزینه فرصت و عدم وجود آن، صورت‌بندی و به روش جستجوی مستقیم حل شده است.

در نهایت نتایج حاصل از حل مدل‌های مختلف باهم مقایسه گردیده‌اند، و از بین آن‌ها دو مورد، یکی با هدف بیشینه‌سازی ارزش خالص فعلی و دیگری با هدف بیشینه‌سازی نقدینگی که بهترین نتایج را در میان روش‌های مختلف داشته‌اند، انتخاب شده و تحت مطالعه تحلیل حساسیت قرار گرفته‌اند.

آماده‌سازی داده‌های معدن برای صورت‌بندی مدل‌ها، حل مدل‌ها و تحلیل حساسیت پارامترها در محیط نرم‌افزار صفحه‌گسترده Excel انجام گرفته است.

کلمات کلیدی: الگوریتم Lane، روش جستجوی مستقیم، هزینه فرصت، ارزش خالص فعلی، نقدینگی.

Key words: Lane algorithm, Direct search method, Opportunity cost, NPV, Cash flow.

فهرست مطالب

X مقدمه

فصل اول- برنامه ریزی تولید و مفاهیم اصلی

۱-۱ برنامه ریزی بلندمدت ۲

۱-۱-۱ برنامه ریزی بلندمدت و مدیریت استراتژیک ۲

۱-۱-۲ چرا باید در برنامه ریزی بلندمدت درگیر شد؟ ۳

۱-۱-۳ فرآیند مدیریت استراتژیک / برنامه ریزی بلندمدت ۵

۲-۱ استراتژی های اصلی سطح شرکت ۷

۱-۲-۱ استراتژی های رشد ۷

۲-۲-۱ استراتژی ثبات ۸

۳-۲-۱ استراتژی های کاهش ۹

۳-۱ استراتژی تولید ۹

۴-۱ برنامه ریزی تجمیعی ۱۲

۱-۴-۱ استراتژی های برنامه ریزی تجمیعی ۱۶

۵-۱ زمان بندی عملیات ۱۷

۶-۱ بارگذاری ۱۹

۷-۱ ترتیب انجام کارها ۲۰

۸-۱ نمودارهای گانت ۲۳

۹-۱ نکاتی در رابطه با برنامه ریزی استخراج ۲۳

فصل دوم- عیار حد

۱-۲ عیار حد و طراحی محدوده نهایی ۲۷

۲-۲ عیار حد و مدل بلوک اقتصادی ۲۸

۳-۲ عیار حد و فاز بندی عملیات ۳۰

۴-۲ عیار حد و توجیه پذیری سرمایه گذاری ۳۰

۵-۲ عیار حد و ارزش نقطه ای ۳۱

۱-۵-۲ روش ارزش نقطه ای معادل ۳۳

۳۴	۲-۵-۲ روش ترسیمی
۳۵	۲-۶ عیارحد و عملیات فرآوری
۳۵	۲-۷ معیارهای تعیین عیارحد فرآوری
	فصل سوم- آشنایی با معدن مس سونگون
۳۹	۳-۱ موقعیت جغرافیایی کانسار مس سونگون اهر
۴۰	۳-۲ شرایط اقلیمی منطقه سونگون
۴۱	۳-۳ تاریخچه معدن سونگون
۴۲	۳-۴ زمین شناسی عمومی ناحیه معدن سونگون
۴۳	۳-۵ زمین شناسی اقتصادی منطقه
۴۳	۳-۶ زون بندی قائم کانسار مس سونگون
۴۴	۳-۷ زون فروشسته یا هوازده
۴۴	۳-۸ زون سوپرژن یا ثانویه
۴۵	۳-۹ زون هیپوژن یا اولیه
۴۵	۳-۱۰ مورفولوژی
۴۵	۳-۱۱ ذخیره کانسار
۴۵	۳-۱۲ تولید سالانه
۴۶	۳-۱۳ تعیین وزن حجمی
۴۸	۳-۱۴ برآورد پارامترهای مورد نیاز
۴۸	۳-۱۴-۱ برآورد قیمت فروش مس
۴۹	۳-۱۴-۲ تخمین هزینه ها
۵۰	۳-۱۴-۳ ظرفیت عملیات ها
۵۰	۳-۱۴-۴ بازیابی
۵۰	۳-۱۴-۵ توزیع عیار

فصل چهارم- الگوریتم Lane برای بهینه سازی عیارحد فرآوری

۵۷	۴-۱ هزینه فرصت
۵۹	۴-۲ محاسبه عیارهای حد محدود کننده اقتصادی
۵۹	۴-۲-۱ محاسبه عیارحد با فرض مؤثر بودن محدودیت معدن کاری

- ۲-۲-۴ محاسبه عیارحد با فرض مؤثر بودن محدودیت کارخانه فرآوری..... ۶۰
- ۳-۲-۴ محاسبه عیارحد با فرض مؤثر بودن محدودیت ذوب یا بازار..... ۶۰
- ۳-۴ محاسبه عیارهای حد متعادل کننده..... ۶۱
- ۱-۳-۴ نقش عیار حد انتخابی در محصول..... ۶۱
- ۲-۳-۴ عیارحد متعادل کننده معدن - فرآوری..... ۶۲
- ۳-۳-۴ عیارحد متعادل کننده معدن - بازار..... ۶۳
- ۴-۳-۴ عیارحد متعادل کننده فرآوری - بازار..... ۶۳
- ۴-۴ انتخاب عیارحد بهینه..... ۶۴
- ۵-۴ محاسبه عیارحد بهینه معدن مس سونگون با استفاده از الگوریتم Lane..... ۶۸
- ۱-۵-۴ الگوریتم Lane با فرض هزینه فرصت برابر صفر..... ۶۸
- ۲-۵-۴ الگوریتم Lane با فرض هزینه فرصت مخالف صفر..... ۷۴
- فصل پنجم- معرفی روش جستجوی مستقیم برای حل مدل Lane
- ۱-۵ محاسبه عیارحد فرآوری معدن مس سونگون با استفاده از روش جستجوی مستقیم..... ۸۳
- ۱-۱-۵ روش جستجوی مستقیم با فرض عدم وجود هزینه فرصت..... ۸۳
- ۲-۱-۵ روش جستجوی مستقیم با فرض وجود هزینه فرصت..... ۸۶
- فصل ششم- معرفی یک مدل جدید برای محاسبه عیارحد بهینه فرآوری
- ۱-۶ مدل جدید با فرض هزینه فرصت برابر صفر..... ۹۲
- ۲-۶ مدل جدید با فرض هزینه فرصت مخالف صفر..... ۹۵
- فصل هفتم- جمع بندی و نتیجه گیری محاسبه عیارحد
- ۷- جمع بندی نتایج مدل ها..... ۱۰۱
- فصل هشتم: تحلیل حساسیت
- ۱-۸ تحلیل حساسیت مدل اول با فرض هزینه فرصت برابر صفر در روش حل جستجوی مستقیم نسبت به پارامترهای محیطی.. ۱۰۵
- ۱-۱-۸ تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات قیمت..... ۱۰۵
- ۲-۱-۸ تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات هزینه معدن کاری..... ۱۰۷
- ۳-۱-۸ تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات هزینه فرآوری..... ۱۰۸
- ۴-۱-۸ تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات هزینه ذوب و فروش..... ۱۱۰
- ۵-۱-۸ تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات هزینه ثابت سالانه..... ۱۱۱

- ۱۱۲-۱-۸ مقایسه حساسیت عیارحد بهینه و نقدینگی نسبت به تغییرات هزینه‌های مختلف.....
- ۱۱۴-۱-۸ مقایسه حساسیت عیارحد بهینه و نقدینگی نسبت به تغییرات قیمت و حساس‌ترین هزینه.....
- ۱۱۵-۱-۸ تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات نرخ بهره.....
- ۱۱۶-۲-۸ تحلیل حساسیت مدل دوم با فرض هزینه فرصت برابر صفر در روش حل جستجوی مستقیم نسبت به پارامترهای محیطی.....
- ۱۱۶-۱-۲-۸ تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات قیمت.....
- ۱۱۸-۲-۲-۸ تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات هزینه معدن‌کاری.....
- ۱۱۹-۳-۲-۸ تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات هزینه فرآوری.....
- ۱۲۱-۴-۲-۸ تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات هزینه ذوب و فروش.....
- ۱۲۲-۵-۲-۸ تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات هزینه ثابت سالانه.....
- ۱۲۳-۶-۲-۸ مقایسه حساسیت عیارحد بهینه و ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات هزینه‌های مختلف.....
- ۱۲۵-۷-۲-۸ مقایسه حساسیت عیارحد بهینه و ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات قیمت و حساس‌ترین هزینه.....
- ۱۲۶-۸-۲-۸ تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات نرخ بهره.....
- ۱۲۸-۳-۸ تحلیل حساسیت مدل اول با فرض هزینه فرصت برابر صفر در روش حل جستجوی مستقیم نسبت به پارامترهای سیاستی.....
- ۱۲۸-۱-۳-۸ تحلیل حساسیت نسبت به ظرفیت معدن‌کاری.....
- ۱۳۰-۲-۳-۸ تحلیل حساسیت نسبت به ظرفیت کارخانه.....
- ۱۳۲-۳-۳-۸ تحلیل حساسیت نسبت به ظرفیت ذوب و فروش.....
- ۱۳۴-۴-۳-۸ مقایسه حساسیت عیارحد بهینه و نقدینگی نسبت به تغییرات ظرفیت‌های مختلف.....
- ۱۳۶-۴-۸ تحلیل حساسیت مدل دوم با فرض هزینه فرصت برابر صفر در روش حل جستجوی مستقیم نسبت به پارامترهای سیاستی.....
- ۱۳۶-۱-۴-۸ تحلیل حساسیت نسبت به ظرفیت معدن‌کاری.....
- ۱۳۸-۲-۴-۸ تحلیل حساسیت نسبت به ظرفیت کارخانه.....
- ۱۴۰-۳-۴-۸ تحلیل حساسیت نسبت به ظرفیت ذوب و فروش.....
- ۱۴۱-۴-۴-۸ مقایسه حساسیت عیارحد بهینه و ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات ظرفیت‌های مختلف.....
- فصل نهم: جمع بندی و نتیجه گیری
- ۱۴۷-منابع.....

فهرست شکل ها

- شکل ۱-۱ الگوی جامع برنامه‌ریزی بلندمدت سطح شرکت (مدیریت استراتژیک)..... ۷
- شکل ۲-۱: شکل شماتیک یک سیستم تولید..... ۱۰
- شکل ۱-۲ روش ترسیمی در تعیین عیارحد کانسارهای دو فلزی..... ۳۴
- شکل ۱-۳: موقعیت معدن مس سونگون..... ۴۰
- شکل ۲-۳: زون بندی قائم کانسار مس سونگون..... ۴۴
- شکل ۳-۳ روند تغییرات قیمت مس بین سالهای ۱۹۸۰ الی ۲۰۰۷..... ۴۹
- شکل ۱-۴ منحنی تغییرات نسبت کانسنگ به جسم کانی دار به تغییرات عیارحد..... ۶۲
- شکل ۲-۴ منحنی تغییرات نسبت محصول قابل استحصال به جسم کانی دار به تغییرات عیارحد..... ۶۳
- شکل ۳-۴ منحنی تغییرات نسبت محصول قابل استحصال به کانسنگ به تغییرات عیارحد..... ۶۴
- شکل ۴-۴ منحنی تغییرات ارزش خالص فعلی به عیارحد در حالتی که تنها مؤلفه محدود کننده معدن کاری باشد..... ۶۵
- شکل ۵-۴ منحنی تغییرات ارزش خالص فعلی به عیارحد با دو مؤلفه محدود کننده..... ۶۵
- شکل ۶-۴ منحنی تغییرات ارزش خالص فعلی به عیارحد با دو مؤلفه محدود کننده وقتی $g_m > g_{mh}$ ۶۶
- شکل ۷-۴ منحنی تغییرات ارزش خالص فعلی به عیارحد با دو مؤلفه محدود کننده وقتی $g_{mh} > g_h$ ۶۶
- شکل ۸-۴ الگوریتم محاسبه عیارحد با فرض وجود هزینه فرصت..... ۷۷
- شکل ۹-۴ منحنی تغییرات هزینه فرصت در طول عمر معدن (روش Lane)..... ۸۰
- شکل ۱۰-۴ منحنی تغییرات عیارحد بهینه در طول عمر معدن (روش Lane)..... ۸۱
- شکل ۱-۵ منحنی تغییرات هزینه فرصت در طول عمر معدن (روش جستجوی مستقیم)..... ۸۹
- شکل ۲-۵ منحنی تغییرات عیارحد بهینه در طول عمر معدن (روش جستجوی مستقیم)..... ۹۰
- شکل ۱-۶ منحنی تغییرات هزینه فرصت در طول عمر معدن (مدل دوم)..... ۹۸
- شکل ۲-۶ منحنی تغییرات عیارحد بهینه در طول عمر معدن (مدل دوم)..... ۹۹
- شکل ۱-۸- تغییر نسبی عیارحد بهینه در اثر تغییرات نسبی قیمت..... ۱۰۶
- شکل ۲-۸- تغییر نسبی نقدینگی در اثر تغییرات نسبی قیمت..... ۱۰۷
- شکل ۳-۸- تغییر نسبی عیارحد بهینه در اثر تغییرات نسبی هزینه معدن کاری..... ۱۰۸
- شکل ۴-۸- تغییر نسبی نقدینگی در اثر تغییرات نسبی هزینه معدن کاری..... ۱۰۸
- شکل ۵-۸- تغییر نسبی عیارحد بهینه در اثر تغییرات نسبی هزینه فرآوری..... ۱۰۹

- شکل ۸-۶ تغییر نسبی نقدینگی در اثر تغییرات نسبی هزینه فرآوری..... ۱۰۹
- شکل ۸-۷ تغییر نسبی عیارحد بهینه در اثر تغییرات نسبی هزینه ذوب و فروش..... ۱۱۰
- شکل ۸-۸ تغییر نسبی نقدینگی در اثر تغییرات نسبی هزینه ذوب و فروش..... ۱۱۱
- شکل ۸-۹ تغییر نسبی عیارحد بهینه در اثر تغییرات نسبی هزینه ثابت سالانه..... ۱۱۲
- شکل ۸-۱۰ تغییر نسبی نقدینگی در اثر تغییرات نسبی هزینه ثابت سالانه..... ۱۱۲
- شکل ۸-۱۱ مقایسه تغییر نسبی عیارحد در ۶ سال اول تولید در اثر تغییرات نسبی هزینه‌های مختلف..... ۱۱۳
- شکل ۸-۱۲ مقایسه تغییر نسبی عیارحد از سال هفتم به بعد در اثر تغییرات نسبی هزینه‌های مختلف..... ۱۱۳
- شکل ۸-۱۳ مقایسه تغییر نسبی مقدار کل نقدینگی در اثر تغییرات نسبی هزینه‌های مختلف..... ۱۱۴
- شکل ۸-۱۴ مقایسه تغییر نسبی عیارحد در ۶ سال اول تولید در اثر تغییرات نسبی قیمت و هزینه فرآوری..... ۱۱۴
- شکل ۸-۱۵ مقایسه تغییر نسبی عیارحد از سال هفتم تولید به بعد در اثر تغییرات نسبی قیمت و هزینه فرآوری..... ۱۱۵
- شکل ۸-۱۶ مقایسه تغییر نسبی مقدار کل نقدینگی در اثر تغییرات نسبی قیمت و هزینه ذوب و فروش..... ۱۱۵
- شکل ۸-۱۷ تغییر نسبی عیارحد بهینه در اثر تغییرات نسبی قیمت..... ۱۱۷
- شکل ۸-۱۸ تغییر نسبی ارزش خالص فعلی در اثر تغییرات نسبی قیمت..... ۱۱۷
- شکل ۸-۱۹ تغییر نسبی عیارحد بهینه در اثر تغییرات نسبی هزینه معدن کاری..... ۱۱۹
- شکل ۸-۲۰ تغییر نسبی ارزش خالص فعلی در اثر تغییرات نسبی هزینه معدن کاری..... ۱۱۹
- شکل ۸-۲۱ تغییر نسبی عیارحد بهینه در اثر تغییرات نسبی هزینه فرآوری..... ۱۲۰
- شکل ۸-۲۲ تغییر نسبی ارزش خالص فعلی در اثر تغییرات نسبی هزینه فرآوری..... ۱۲۰
- شکل ۸-۲۳ تغییر نسبی عیارحد بهینه در اثر تغییرات نسبی هزینه ذوب و فروش..... ۱۲۱
- شکل ۸-۲۴ تغییر نسبی ارزش خالص فعلی در اثر تغییرات نسبی هزینه ذوب و فروش..... ۱۲۲
- شکل ۸-۲۵ تغییر نسبی عیارحد بهینه در اثر تغییرات نسبی هزینه ثابت سالانه..... ۱۲۳
- شکل ۸-۲۶ تغییر نسبی ارزش خالص فعلی در اثر تغییرات نسبی هزینه ثابت سالانه..... ۱۲۳
- شکل ۸-۲۷ مقایسه تغییر نسبی عیارحد در ۶ سال اول تولید در اثر تغییرات نسبی هزینه‌های مختلف..... ۱۲۴
- شکل ۸-۲۸ مقایسه تغییر نسبی عیارحد از سال هفتم تولید به بعد در اثر تغییرات نسبی هزینه‌های مختلف..... ۱۲۴
- شکل ۸-۲۹ مقایسه تغییر نسبی ارزش خالص فعلی در اثر تغییرات نسبی هزینه‌های مختلف..... ۱۲۴
- شکل ۸-۳۰ مقایسه تغییر نسبی عیارحد در ۶ سال اول تولید در اثر تغییرات نسبی قیمت و هزینه معدن کاری..... ۱۲۵
- شکل ۸-۳۱ مقایسه تغییر نسبی عیارحد از سال هفتم تولید به بعد در اثر تغییرات نسبی قیمت و هزینه معدن کاری..... ۱۲۶
- شکل ۸-۳۲ مقایسه تغییر نسبی ارزش خالص فعلی در اثر تغییرات نسبی قیمت و هزینه ذوب و فروش..... ۱۲۶

- شکل ۸-۳۳ تغییرات نسبی عیارحد بهینه نسبت به تغییرات نرخ بهره..... ۱۲۷
- شکل ۸-۳۴ تغییرات نسبی ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات نرخ بهره..... ۱۲۸
- شکل ۸-۳۵ نمودار تغییرات عیارحد بهینه نسبت به تغییرات ظرفیت معدن کاری..... ۱۳۰
- شکل ۸-۳۶ نمودار تغییرات مقدار کل نقدینگی نسبت به تغییرات ظرفیت معدن کاری..... ۱۳۰
- شکل ۸-۳۷ نمودار تغییرات عیارحد بهینه نسبت به تغییرات ظرفیت کارخانه فرآوری..... ۱۳۱
- شکل ۸-۳۸ نمودار تغییرات مقدار کل نقدینگی نسبت به تغییرات ظرفیت کارخانه فرآوری..... ۱۳۲
- شکل ۸-۳۹ نمودار تغییرات عیارحد بهینه نسبت به تغییرات ظرفیت ذوب و فروش..... ۱۳۳
- شکل ۸-۴۰ نمودار تغییرات مقدار کل نقدینگی نسبت به تغییرات ظرفیت ذوب و فروش..... ۱۳۳
- شکل ۸-۴۱ مقایسه حساسیت عیارحد نسبت به ظرفیت‌ها در ۶ سال اول تولید..... ۱۳۵
- شکل ۸-۴۲ مقایسه حساسیت عیارحد نسبت به ظرفیت‌ها از سال هفتم تولید به بعد..... ۱۳۵
- شکل ۸-۴۳ مقایسه حساسیت مقدار کل نقدینگی نسبت به ظرفیت‌ها..... ۱۳۶
- شکل ۸-۴۴ نمودار تغییرات عیارحد بهینه نسبت به تغییرات ظرفیت معدن کاری..... ۱۳۷
- شکل ۸-۴۵ نمودار تغییرات ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات ظرفیت معدن کاری..... ۱۳۸
- شکل ۸-۴۶ نمودار تغییرات عیارحد بهینه نسبت به تغییرات ظرفیت کارخانه..... ۱۳۹
- شکل ۸-۴۷ نمودار تغییرات ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات ظرفیت کارخانه..... ۱۳۹
- شکل ۸-۴۸ نمودار تغییرات عیارحد بهینه نسبت به تغییرات ظرفیت ذوب و فروش..... ۱۴۱
- شکل ۸-۴۹ نمودار تغییرات ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات ظرفیت ذوب و فروش..... ۱۴۱
- شکل ۸-۵۰ مقایسه حساسیت عیارحد نسبت به ظرفیت‌ها در ۶ سال اول تولید..... ۱۴۲
- شکل ۸-۵۱ مقایسه حساسیت عیارحد نسبت به ظرفیت‌ها از سال هفتم تولید به بعد..... ۱۴۲
- شکل ۸-۵۲ مقایسه حساسیت ارزش خالص فعلی نسبت به ظرفیت‌ها..... ۱۴۳

فهرست جداول

- جدول ۳-۱ نتایج اندازه‌گیری وزن حجمی نمونه‌های اسکارن ۴۶
- جدول ۳-۲ نتایج اندازه‌گیری وزن حجمی نمونه‌های دایک ۴۷
- جدول ۳-۳ نتایج اندازه‌گیری وزن حجمی نمونه‌های باطله و زون فروشسته ۴۷
- جدول ۳-۴ محاسبات انجام شده برای بدست آوردن هزینه تصفیه و ذوب و فروش ۵۰
- جدول ۳-۵ درصد بازیابی فرآوری زون‌های مختلف معدن سونگون ۵۰
- جدول ۳-۶ ترکیب مواد درون کواک معدن مس سونگون ۵۱
- جدول ۳-۷ توزیع عیار- تناژ معدن مس سونگون ۵۲
- جدول ۳-۸ توزیع عیار- تناژ معدن با استفاده از روابط همبستگی ۵۲
- جدول ۴-۱ اطلاعات عملیات در ۶ سال اول تولید ۷۱
- جدول ۴-۲ اطلاعات عملیات در سال‌های هفتم به بعد ۷۳
- جدول ۴-۳ جمع‌بندی نتایج حل مدل به‌روش Lane (با فرض هزینه فرصت برابر صفر) ۷۳
- جدول ۴-۴ بخشی از جدول تناژ- عیار برای ۶ سال اول ۷۵
- جدول ۴-۵ اطلاعات مربوط به سال اول ۷۶
- جدول ۴-۶ بخشی از جدول عیار- تناژ معدن تعدیل یافته در آغاز سال دوم تولید ۷۸
- جدول ۴-۷ اطلاعات مربوط به عملیات در طول عمر معدن با فرض وجود هزینه فرصت (روش Lane) ۷۹
- جدول ۴-۸ خلاصه نتایج اطلاعات مالی- عملیاتی روش Lane (با فرض وجود هزینه فرصت) ۸۰
- جدول ۵-۱ بخشی از جدول جستجوی مستقیم برای ۶ سال اول ۸۴
- جدول ۵-۲ اطلاعات عملیات در ۶ سال اول تولید (روش جستجوی مستقیم) ۸۴
- جدول ۵-۳ بخشی از جدول عیار- تناژ معدن تعدیل یافته پس از ۶ سال فعالیت ۸۵
- جدول ۵-۴ اطلاعات عملیات در سال‌های هفتم به بعد (روش جستجوی مستقیم) ۸۵
- جدول ۵-۵ جمع‌بندی نتایج حل مدل به‌روش جستجوی مستقیم (با فرض هزینه فرصت برابر صفر) ۸۶
- جدول ۵-۶ اطلاعات مربوط به عملیات در طول عمر معدن با فرض وجود هزینه فرصت (روش جستجوی مستقیم) ۸۸
- جدول ۵-۷ خلاصه نتایج اطلاعات مالی- عملیاتی روش جستجوی مستقیم (با فرض وجود هزینه فرصت) ۸۹
- جدول ۶-۱ نتیجه جستجوی مستقیم برای ۶ سال اول (مدل جدید- هزینه فرصت برابر صفر) ۹۳

- جدول ۶-۲ اطلاعات عملیات در ۶ سال اول تولید (مدل جدید - روش جستجوی مستقیم) ۹۳
- جدول ۶-۳ نتیجه جستجوی مستقیم برای سال‌های هفتم به بعد (مدل جدید- هزینه فرصت برابر صفر) ۹۴
- جدول ۶-۴ اطلاعات عملیات در سال‌های هفتم به بعد (مدل جدید - روش جستجوی مستقیم) ۹۴
- جدول ۶-۵ جمع‌بندی نتایج حل مدل جدید (با فرض هزینه فرصت برابر صفر) ۹۵
- جدول ۶-۶ اطلاعات مربوط به عملیات در طول عمر معدن با فرض وجود هزینه فرصت (مدل جدید) ۹۷
- جدول ۶-۷ خلاصه نتایج اطلاعات مالی- عملیاتی مدل جدید (با فرض وجود هزینه فرصت) ۹۸
- جدول ۷-۱ مقایسه نتیجه حاصل از حل مدل اول به دو روش Lane و جستجوی مستقیم (با فرض هزینه فرصت برابر صفر). ۱۰۲
- جدول ۷-۲ جدول نهایی مقایسه نتایج مدل‌ها و روش‌های مختلف ۱۰۳
- جدول ۸-۱ تغییرات عیار حد بهینه و نقدینگی نسبت به تغییرات قیمت ۱۰۶
- جدول ۸-۲ تغییرات عیار حد بهینه و نقدینگی نسبت به تغییرات هزینه معدن کاری ۱۰۷
- جدول ۸-۳ تغییرات عیار حد بهینه و نقدینگی نسبت به تغییرات هزینه فرآوری ۱۰۹
- جدول ۸-۴ تغییرات عیار حد بهینه و نقدینگی نسبت به تغییرات هزینه ذوب و فروش ۱۱۰
- جدول ۸-۵ تغییرات عیار حد بهینه و نقدینگی نسبت به تغییرات هزینه ثابت سالانه ۱۱۱
- جدول ۸-۶ تغییرات عیار حد بهینه و نقدینگی نسبت به تغییرات نرخ بهره ۱۱۶
- جدول ۸-۷ تغییرات عیار حد بهینه و ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات قیمت ۱۱۷
- جدول ۸-۸ تغییرات عیار حد بهینه و ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات هزینه معدن کاری ۱۱۸
- جدول ۸-۹ تغییرات عیار حد بهینه و ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات هزینه فرآوری ۱۲۰
- جدول ۸-۱۰ تغییرات عیار حد بهینه و ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات هزینه ذوب و فروش ۱۲۱
- جدول ۸-۱۱ تغییرات عیار حد بهینه و ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات هزینه ثابت سالانه ۱۲۲
- جدول ۸-۱۲ تغییرات عیار حد بهینه و ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات نرخ بهره ۱۲۷
- جدول ۸-۱۳ تغییرات عیار حد بهینه و مقدار کل نقدینگی نسبت به تغییرات ظرفیت معدن کاری ۱۲۹
- جدول ۸-۱۴ تغییرات عیار حد بهینه و مقدار کل نقدینگی نسبت به تغییرات ظرفیت کارخانه ۱۳۱
- جدول ۸-۱۵ تغییرات عیار حد بهینه و مقدار کل نقدینگی نسبت به تغییرات ظرفیت ذوب و فروش ۱۳۳
- جدول ۸-۱۶ تغییرات عیار حد بهینه و ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات ظرفیت معدن کاری ۱۳۷
- جدول ۸-۱۷ تغییرات عیار حد بهینه و ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات ظرفیت کارخانه ۱۳۸
- جدول ۸-۱۸ تغییرات عیار حد بهینه و ارزش خالص فعلی نسبت به تغییرات ظرفیت ذوب و فروش ۱۴۰

مقدمه

برای انجام برنامه‌ریزی صحیح به‌منظور رسیدن به اهداف عملیاتی، فنی و تولیدی، تعیین عمر معدن، محاسبه میزان سرمایه‌گذاری قابل‌توجه در معدن طراحی شده، تعیین نوع و میزان مواد ارسالی به کارخانه و انباشتگاه‌باطله، زمان‌بندی تولید و تعیین ترتیب استخراج بلوک‌های درون کاواک احتیاج به تعیین دقیق عیارحد می‌باشد.

در مراحل مختلف چرخه عمر معدن کاری ممکن است با انواع مختلفی از عیارحد مواجه باشیم که هر کدام از آن‌ها می‌توانند در هدف نهایی معدن کاری، که رسیدن به حداکثر ارزش خالص فعلی است، مؤثر باشند. بنابراین، چگونگی انتخاب عیارحد به‌دلیل تأثیر مستقیم آن در وضعیت اقتصادی معدن اهمیت زیادی دارد.

پس از این‌که در مرحله طراحی محدوده نهایی به کمک عیارحد سربه‌سری مواد برجا به دو بخش مواد قابل معدن کاری (مواد درون محدوده نهایی) و مواد غیرقابل معدن کاری (مواد خارج از محدوده نهایی) تقسیم شدند، عیارحد فرآوری مقصد نهایی مواد درون محدوده نهایی را، که کارخانه و یا انباشتگاه‌باطله و پشته‌فروشویی می‌باشد، تعیین می‌کند. عیارحد فرآوری یکی از پارامترهای بسیار مؤثر در ارزش خالص فعلی معدن طراحی شده می‌باشد و انتخاب بهینه آن می‌تواند به بیشینه شدن سودکلی و یا ارزش خالص فعلی معدن منجر شود.

موضوع این پایان‌نامه ارایه الگوریتمی جدید برای بهینه‌سازی عیارحد فرآوری و بدنبال آن بهینه‌سازی نقدینگی و ارزش خالص فعلی معدن می‌باشد. الگوریتم‌های ارایه شده اساساً بر پایه مدل Lane بوده با این تفاوت که سعی شده است جوابهای بدست آمده به حالت بهینه واقعی نزدیک تر باشند.

از بین الگوریتم‌های ارایه شده مدلی به عنوان مدل برگزیده در نظر گرفته می‌شود که تا حد ممکن مشکلات ذکر شده را نداشته باشد و از نظر عملیاتی و مالی بهترین نتیجه را بهمراه داشته باشد. اجرای این الگوریتم‌ها در معدن مس سونگون اهر می‌باشد.

فصل اول درباره فرآیند برنامه‌ریزی و استراتژی‌های اصلی بنگاه‌ها توضیحاتی داده شده است. در انتهای فصل نکاتی نیز در مورد برنامه‌ریزی استخراج ارایه شده است. بحث در مورد انواع مختلف عیارحد از جمله عیارحد سربه‌سری، عیارحد مدل بلوک اقتصادی، عیارحد فازبندی عملیات، عیارحد و توجه پذیری سرمایه‌گذاری، عیارحد با استفاده از ارزش نقطه‌ای و عیارحد فرآوری موضوع فصل دوم را تشکیل می‌دهد، فصل سوم به آشنایی با معدن مس سونگون اهر اختصاص یافته است. فصل چهارم به بهینه‌سازی

عیارحد فرآوری معدن مس سونگون با استفاده از الگوریتم Lane پرداخته است و مطالعه موردی معدن مس سونگون با اعمال این الگوریتم نیز بررسی شده است. فصل پنجم به معرفی روش جدید جستجوی مستقیم اختصاص دارد. این روش شامل سه محدودیت ظرفیت معدن کاری، ظرفیت کارخانه، و ظرفیت ذوب و فروش بوده و تابع هدف آن بیشینه‌سازی تفاضل بین نقدینگی و هزینه فرصت می‌باشد. دو گونه از این مدل با دو پیش‌فرض وجود هزینه فرصت و عدم‌وجود آن صورت‌بندی و حل شده است.

در فصل ششم مدل جدیدی معرفی شده است که مانند روش جستجوی مستقیم شامل محدودیت‌هایی مشابه بوده، ولی تابع هدف آن بیشینه‌سازی ارزش خالص فعلی می‌باشد. برای این مدل نیز دو پیش‌فرض وجود هزینه فرصت و عدم‌وجود آن، صورت‌بندی و به روش جستجوی مستقیم حل شده است.

در فصل هفتم به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری نتایج بدست آمده از روشهای مختلف بیهنه‌سازی عیارحد پرداخته است و مدل‌های برگزیده معرفی شده اند.

در فصل هشتم حساسیت عیارحد و ارزش خالص فعلی نسبت به تغییر پارامترهای اقتصادی دو مدل از جمله قیمت، هزینه‌ها و نرخ تنزیل با فرض عدم‌وجود هزینه فرصت مورد تحلیل قرار گرفته است و همین‌طور هر دو مدل با فرض هزینه فرصت برابر صفر نیز نسبت به ظرفیت‌های معدنکاری، فرآوری و ذوب و فروش تحلیل حساسیت شده است.

فصل پایانی به جمع‌بندی کلی در مورد بررسی نتایج تحلیل حساسیت و شناسایی پارامترهای حساس اختصاص یافته است.



فصل اول

برنامه ریزی و مفاهیم اصلی

برنامه‌ریزی یکی از مهم‌ترین وظایف مدیریت است و با انتخاب اهداف^۱ و تصمیم‌گیری درباره بهترین راه رسیدن به آن اهداف سروکار دارد. تعیین اهداف و توسعه برنامه‌ها به سازمان کمک می‌کند تا با پیش گرفتن کارآترین و اثربخش‌ترین روش، در یک جهت معین و متمرکز حرکت کند. برنامه‌ریزی ممکن است در سطح شرکت یا در سطح هرکدام از زیربخش‌ها انجام گیرد. برنامه‌های سطح شرکت مرجع برنامه‌های بخش‌ها بوده و محدودیت‌ها و شرایط لازم را برای این برنامه‌ها تعریف می‌کنند. برنامه‌ریزی تولید یکی از برنامه‌های سطح بخش است که باید در چارچوب برنامه سطح شرکت و هماهنگ با آن انجام پذیرد. [۱]

۱-۱ برنامه‌ریزی بلندمدت

برنامه‌ریزی بلندمدت در واقع همان برنامه‌ریزی استراتژیک^۲ است، و هر دو فرآیند این موضوع را مورد ارزیابی قرار می‌دهند که سازمان در چه نقطه‌ای قرار دارد، و به کدام نقطه می‌خواهد برسد. پس از انجام ارزیابی فوق، برای حرکت دادن سازمان و هرچه نزدیک‌تر کردن آن به اهداف، راهبردها و برنامه‌ها توسعه داده می‌شوند. برنامه‌های بلندمدت اغلب به اهدافی توجه دارند که انتظار می‌رود سازمان در ۵ سال آینده (یا بیشتر) به آن‌ها برسد.

افراد اغلب در تمیز دادن بین برنامه‌ریزی و زمان‌بندی^۳ دچار اشتباه می‌شوند. این دو موضوع دو روش متفاوت هستند، و از مجموعه ابزارهای متفاوتی استفاده می‌کنند. برنامه‌ریزی‌ها نگرش آینده‌نگرانه دارند و درباره پیش‌بینی افق‌های زمانی آینده متمرکز هستند، در حالی که تمرکز زمان‌بندی بر فعالیت‌های روزانه سازمان می‌باشد. [۱]

۱-۱-۱ برنامه‌ریزی بلندمدت و مدیریت استراتژیک

از آن جایی که هدف از مدیریت استراتژیک توسعه برنامه‌های مؤثر بلندمدت می‌باشد، این دو مفهوم اغلب به جای یکدیگر به کار می‌روند. هرچند، واژه “برنامه‌ریزی بلندمدت” متعلق به پارادایم مدیریت سنتی بوده و واژه “مدیریت استراتژیک” به پارادایم جدیدتر مدیریت استراتژیک تعلق دارد. در پارادایم مدیریت سنتی، آینده به عنوان ادامه منطقی گذشته تصور می‌شود و به همین دلیل داده‌های تاریخی و اطلاعات موجود درباره گذشته و برقراری همبستگی بین این داده‌ها و تعمیم این همبستگی به آینده، مهم‌ترین نقش را در پیش‌بینی آینده بازی می‌کند. در حالی که در پارادایم مدیریت استراتژیک، آینده ضرورتاً ادامه منطقی گذشته نیست، و به همین دلیل در پیش‌بینی آینده، تحلیل شرکت از چشم‌انداز آینده نقش کلیدی‌تری

1- goals

2- strategic planning

3- scheduling