

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای حمید قربانی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان بررسی امکان افزایش راندمان در لیچینگ کارخانه ذوب روی دندی در تاریخ ۱۳۹۰/۱۰/۲۷ 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 - فرآوری موادمعدنی پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر سید محمد جواد کلینی	دانشیار	
استاد راهنمای دوم	دکتر اباسط رحمانی	مربی	
استاد ناظر	دکتر محمود عبداهلی	استاد	
استاد ناظر	دکتر ضیاء الدین شفائی تنکابنی	استاد	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر محمود عبداهلی	استاد	

آیین‌نامه 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 عناوین 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 می‌باشد 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 می‌باشد.
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 (اثری 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 آئین‌نامه‌های مصوب انجام شود.
ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها 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 ۸۷/۴/۲۳ 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 حمید قربانی زکی دانشجوی رشته مهندسی معدن-فرآوری مواد معدنی ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۸ مقطع کارشناسی ارشد دانشکده فنی و مهندسی متعهد می‌شوم کلیه نکات مندرج در آئین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین‌نامه فوق‌الاشعار 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:

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 بخشی از 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 مهندسی فرآوری مواد معدنی است که در سال ۱۳۹۰ در دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر سید محمد جواد کلینی، مشاوره جناب آقای دکتر اباسط رحمانی 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 را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

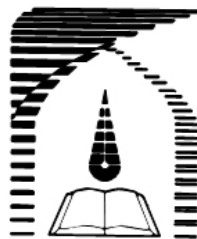
ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب حمید قربانی زکی دانشجوی رشته مهندسی معدن- فرآوری مواد معدنی مقطع کارشناسی ارشد

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

نام و نام خانوادگی: حمید قربانی زکی

تاریخ و امضا:



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

بخش مهندسی معدن

پایان نامه جهت تکمیل دوره ی کارشناسی ارشد فرآوری مواد معدنی

بررسی امکان افزایش راندمان لیچینگ در کارخانه ی ذوب روی دندی

نگارش:

حمید قربانی زکی

۸۸۶۰۳۲۱۰۰۷

استادان راهنما:

دکتر سید محمدجواد کلینی

مهندس اباسط رحمانی

زمستان ۱۳۹۰

تقدیم به پدر و مادر عزیزم که در تمامی دوران تحصیل مشوق و
قوت قلب من بودند.

تشکر و قدردانی

سرانجام با لطف و عنایت خداوند متعال مراحل تحقیق و انجام این پایان نامه به اتمام رسید. بر خود لازم می دانم مراتب تشکر و قدردانی خود را از افراد ذیل ابراز نمایم:

نخست از دکتر سید محمدجواد کلینی که زحمات زیادی را هم در راهنمایی اینجانب در انجام پایان نامه و هم در طول دوران تحصیل متحمل شدند، کمال تشکر و قدردانی را از ایشان دارم. همچنین از جناب آقای دکتر عبدالهی که در طول این مقطع تحصیلی نقش مهم و موثری را در رشد فکری و علمی بنده داشتند. از جناب دکتر خدادادی که زحمات فراوانی را متحمل شدند نهایت قدردانی را دارم. همچنین جناب آقای دکتر خالصی که با راهنمایی های خود اینجانب را مورد لطف و عنایت خود قرار دادند.

تشکر و قدردانی ویژه از جناب مهندس رحمانی، مدیر بخش تحقیق و توسعه ی شرکت کالسیمین، تنها جمله ای است که می تواند گوشه ای از زحمات ایشان را جوابگو باشد.

از جناب آقای محمد رضا صمدزاده یزدی که زحمات زیادی را متحمل شدند تشکر ویژه دارم.

در نهایت از جناب آقایان: مهندس بهنیا، مهندس امیری، مهندس غیرتمند، خالق گوزلی، مهندس صالحی و سایر افرادی که در این پروژه یار و یاور من بودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

چکیده

در این تحقیق امکان افزایش راندمان لیچینگ اسیدی کارخانه ی ذوب روی دندی برای فلز روی با در نظر گرفتن لیچینگ سایر ناخالصی ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از آنالیزهای شیمیایی و XRD نشان دادند که نمونه ی خوراک کارخانه ی ذوب روی دندی از نوع سیلیکاته-کربناته است. ابتدا آزمایش های مرحله ی اول جهت بدست آوردن میزان تاثیر فاکتورها توسط نرم افزار DX-7 و روش فاکتوریل دو سطحی انجام شد. با توجه به نتایج به دست آمده از این مرحله مشخص شد که تمامی فاکتورهای مورد بررسی تاثیر قابل توجهی در راندمان لیچینگ روی دارند، بنابراین هیچ کدام از فاکتورها قابل حذف نبودند. در مرحله ی دوم آزمایش ها از روش طراحی آزمایش Central Composite در نرم افزار DX-7 استفاده شد. در این مرحله میزان انحلال فلزات روی، آهن، نیکل، کادمیوم، کبالت و همچنین سیلیس مورد بررسی قرار گرفت. مدل استفاده شده مدل درجه ی دو بود که برازش خوبی با نتایج آزمایشگاهی بدست آمده، داشت. از بین فاکتورهای مورد بررسی فاکتور pH بیشترین تاثیر را در بازیابی فلزات داشت. در پایان، بهینه سازی لیچینگ نمونه ی مورد بررسی در حالت های مختلف انجام شد. حالت بهینه ی زیر با توجه به تاثیرهای به دست آمده از فاکتورها و شرایط موجود کارخانه پیشنهاد می گردد:

$T=42/5^{\circ}\text{C}$, $t=93/18 \text{ min}$, $\text{pH}=0/96$, $S/L=257\text{g/l}$, $SS=30 \cdot \text{rpm}$, $R.Zn=0/86/06$, $R.Fe=0/2/92$, $R.SiO_2=0/0/13$, $R.Ni=0/65/48$, $R.Cd=0/85/85$, $R.Co=0/34/44$

این حالت بهینه برای رسیدن به حداکثر بازیابی روی، نیکل و کادمیوم و حداقل بازیابی کبالت، آهن و سیلیس با در نظر گرفتن شروط مورد نظر برای فاکتورها (دما، زمان و دور همزن، کمینه و pH و نسبت جامد به مایع بهینه) می باشد.

کلمات کلیدی: طراحی آزمایش، لیچینگ کانی های سیلیکات روی، بهینه سازی

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه.....	۱
۱-۱- معدن سرب و روی انگوران.....	۲
۱-۱-۱- موقعیت جغرافیایی معدن انگوران.....	۲
۱-۱-۲- زمین شناسی و اکتشاف.....	۲
۱-۱-۳- باطله برداری و استخراج سنگ.....	۴
۲-۱- مجتمع صنعتی و معدنی دندی.....	۵
۱-۲-۱- کارخانه فلوتاسیون.....	۵
۱-۲-۲- کارخانه کلسیناسیون.....	۵
۱-۲-۳- کارخانه ذوب روی دندی.....	۶
۳-۱- اهداف پروژه.....	۷
فصل دوم: اصول هیدرومتالورژی کانه های اکسیدی روی و مطالعات انجام شده.....	۸
۱-۲- انحلال کلسین.....	۹
۲-۲- تصفیه محلول لیچ.....	۱۰
۳-۲- الکترووینینگ.....	۱۵
۴-۲- هیدرومتالورژی کانی های سیلیکات روی.....	۱۹
۵-۲- مشکل موجود در لیچینگ کانیهای سیلیکاتی روی.....	۲۰
۵-۲- بررسی انحلال ویلمات وهمی مورفیت در اسیدها.....	۲۳
۲-۵-۱- سرعت انحلال ویلمایت.....	۲۴

- ۲-۵-۲ سرعت انحلال همی مورفیت ۲۵
- ۲-۵-۳ جمع بندی ۲۶
- ۲-۶-۲ تحقیقات Abdel-Aal ۲۷
- ۲-۷-۲ تحقیقات Bodas ۳۴
- ۲-۸-۲ تحقیقات شفائی تنکابنی ۴۲
- ۲-۹-۹ عوامل موثر در جلوگیری از تشکیل ژل سیلیکا ۴۲
- ۲-۹-۱ کنترل pH ۴۲
- ۲-۹-۲ کنترل دما ۴۵
- ۲-۹-۳ به حداقل رساندن غلظت سیلیکای کلئیدی ۴۷
- ۲-۹-۴ حضور سیلیکای از قبل رسوب داده شده و یا دیگر جامدات به شکل پسماند لیچ ۵۰
- ۲-۹-۵ افزودن لخته کننده های یونی و رشد ابعاد ذرات ۵۱
- ۲-۹-۶ سایر فرآیندها ۵۲
- فصل سوم: مواد و روش ها ۷۱**
- ۳-۱-۱ تهیه نمونه همگن ۷۲
- ۳-۲-۲ طراحی آزمایش ۷۳
- ۳-۳-۱ انتخاب فاکتورها ۷۴
- ۳-۳-۱-۱ دما ۷۴
- ۳-۳-۲ زمان ۷۴
- ۳-۳-۳ نسبت جامد به مایع (S/L) ۷۴

۷۵.....(SS) دورهمزن ۴-۳-۳

۷۵..... pH ۵-۳-۳

۷۵..... دانه بندی ۶-۳-۳

۷۵..... غلظت آهن ۷-۳-۳

۷۶..... لوازم موردنیاز جهت انجام آزمایش ها ۴-۳

۷۶..... روش انجام آزمایش ها ۵-۳

۷۷..... فصل چهارم نتایج و بحث

۷۸..... ۱- شناسایی کمی نمونه ۴-۳-۱

۷۸..... ۲- شناسایی کیفی نمونه ۴-۳-۲

۷۹..... ۳- شناسایی دانه بندی نمونه ۴-۳-۳

۸۰..... ۱- تجزیه سرنندی به روش خشک ۴-۳-۱

۸۲..... ۲- تجزیه سرنندی به روش تر ۴-۳-۲

۸۳..... ۴- جمع بندی و نتایج ۴-۳-۴

۸۶..... ۵- مرحله اول: فاکتوریل ۲ سطحی ۴-۳-۵

۹۰..... ۱- بحث و نتیجه گیری ۴-۳-۵

۹۰..... ۶- مرحله دوم: طراحی آزمایش ها به روش سطح پاسخ ۴-۳-۶

۹۵..... ۱- بررسی راندمان روی ۴-۳-۶

۹۶..... ۱-۱-۶-۴ بررسی تاثیر فاکتورها در راندمان روی

۹۷..... ۲-۶-۴ بررسی راندمان آهن

۹۷.....	۳-۲-۴-بررسی راندمان SiO_2
۹۸.....	۴-۲-۵-بررسی راندمان نیکل.....
۹۹.....	۵-۲-۴-بررسی راندمان کادمیوم.....
۹۹.....	۶-۲-۴-بررسی راندمان کبالت.....
۱۰۰.....	۷-۲-۴-بحث و نتیجه گیری.....
۱۰۰.....	۳-۴-بهبینه سازی.....
۱۰۱.....	۱-۳-۴-بررسی حالت اول.....
۱۰۲.....	۲-۳-۴-بررسی حالت دوم.....
۱۰۴.....	۳-۳-۴-بررسی حالت سوم.....
۱۰۶.....	۴-۳-۴-بررسی حالت چهارم.....
۱۰۸.....	۵-۳-۴-بررسی حالت پنجم.....
۱۰۹.....	۴-۴-آزمایش های بهینه سازی.....
۱۱۰.....	۵-۴-بحث و نتیجه گیری.....
۱۱۲.....	فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهادها.....
۱۱۳.....	۱-۵-خلاصه و نتایج.....
۱۱۵.....	۲-۵-پیشنهادها.....
۱۱۶.....	منابع.....
۱۲۰.....	ضمائم.....

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱ فلوشیت تولید روی به روش هیدرومالتورژی در کارخانه ذوب روی دندی.....۶
- شکل ۱-۲ ساختمان اسید سیلیسیک منومری.....۲۱
- شکل ۲-۲ ساختمان اسید سیلیسیک دایمیری.....۲۱
- شکل ۳-۲ مکانیزم تشکیل پیوندهای سیلوکسان از گروه های منومر.....۲۲
- شکل ۴-۲ ارتباط بین استخراج روی و زمان با استفاده از اندازه ذرات کانه روی متفاوت.....۲۸
- شکل ۵-۲ ارتباط بین استخراج روی و زمان با استفاده از غلظت های اسید سولفوریک متفاوت.....۲۹
- شکل ۶-۲ ارتباط بین استخراج روی و زمان در درجه حرارت های متفاوت.....۳۰
- شکل ۷-۲ تاثیر درجه حرارت بر استخراج روی، ابعاد ذرات منهای ۵۳ میکرون و اسیدپته ۰/۵.....۳۸
- شکل ۸-۲ تاثیر درجه حرارت بر استخراج روی، ابعاد ذرات منهای ۵۳ میکرون و اسیدپته ۱.....۳۹
- شکل ۹-۲ تاثیر درجه حرارت بر استخراج روی، ابعاد ذرات منهای ۵۳ میکرون و اسیدپته ۱/۵.....۳۹
- شکل ۱۰-۲ تاثیر درجه حرارت بر استخراج روی، ابعاد ذرات منهای ۵۳ میکرون و اسیدپته ۲.....۴۰
- شکل ۱۱-۲ تاثیر چگالی پالپ بر استخراج روی، ابعاد ذرات (۹۰+، ۱۲۵-) و اسیدپته ۱/۵ و دمای ۴۵°C.....۴۰
- شکل ۱۲-۲ تاثیر اندازه ی ذرات بر استخراج روی، اسیدپته ۱/۵ و دمای ۴۵°C.....۴۱
- شکل ۱۳-۲ تاثیر pH در سیلیکای کلوئیدی-سیستم آب.....۴۳
- شکل ۱۴-۲ فرایند پیوسته لیچ سیلیکات روی در EZ.....۵۵
- شکل ۱۵-۲ شمای عملیاتی بازیابی روی از کنسانتره ی روی اکسیدی.....۶۵
- شکل ۱۷-۲ مصرف اسید سولفوریک به صورت تابعی از عیار کانه.....۶۸
- شکل ۱۸-۲ مصرف آهک به صورت تابعی از درجه حرارت.....۶۸

- شکل ۲-۱۹ استخراج روی بعد از خنثی سازی به صورت تابعی از درجه حرارت.....۶۹
- شکل ۳-۱ تقسیم کننده ی شانه ای جونز.....۷۳
- شکل ۳-۲ کاهش وزن نمونه و نمونه برداشتن به روش مستطیل های کوچک.....۷۳
- شکل ۴-۱ نمودار تجزیه سرنندی خشک نمونه ی کنسانتره ی خام.....۸۰
- شکل ۴-۲ نمودار تجزیه سرنندی خشک نمونه ی کنسانتره ی پخته.....۸۱
- شکل ۴-۳ نمودار تجزیه سرنندی خشک نمونه ی باطله ی خط ۰-۲.....۸۱
- شکل ۴-۴ نمودار تجزیه ی سرنندی خشک نمونه ی مخلوط.....۸۱
- شکل ۴-۵ نمودار تجزیه سرنندی تر نمونه ی کنسانتره ی خام.....۸۲
- شکل ۴-۶ نمودار تجزیه سرنندی تر نمونه ی کنسانتره ی پخته.....۸۲
- شکل ۴-۷ نمودار تجزیه سرنندی تر نمونه ی باطله ی خط ۰-۲.....۸۳
- شکل ۴-۸ نمودار تجزیه سرنندی تر نمونه ی خوراک اصلی.....۸۳
- شکل ۴-۹ نمودار درصد تاثیر برای مرحله ی اول آزمایش ها.....۸۹
- شکل ۴-۱۰ نقاط آزمایش در طرح CCD برای سه عامل.....۹۰
- شکل ۴-۱۰ پیش بینی حالت اول بر حسب دو فاکتور دما و زمان در شرایط نقاط مرکزی.....۱۰۳
- شکل ۴-۱۱ پیش بینی حالت دوم بر حسب دو فاکتور دما و زمان در شرایط نقاط مرکزی.....۱۰۵
- شکل ۴-۱۲ پیش بینی حالت سوم بر حسب دو فاکتور دما و زمان در شرایط نقاط مرکزی.....۱۰۶
- شکل ۴-۱۳ پیش بینی حالت چهارم بر حسب دو فاکتور دما و زمان در شرایط نقاط مرکزی.....۱۰۸
- شکل ۴-۱۴ پیش بینی حالت پنجم بر حسب دو فاکتور دما و زمان در شرایط نقاط مرکزی.....۱۰۹
- شکل پ ۱ مقایسه ی مقادیر پیش بینی شده با مقادیر واقعی در روش سطح پاسخ برای راندمان روی.....۱۲۱

- شکل پ ۲ تاثیر دما بر راندمان روی در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۲
- شکل پ ۳ تاثیر زمان بر راندمان روی در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۲
- شکل پ ۶ تاثیر سرعت همزن بر راندمان روی در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۲
- شکل پ ۴ تاثیر نسبت جامد به مایع بر راندمان روی در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۲
- شکل پ ۵ تاثیر pH بر راندمان روی در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۲
- شکل پ ۷ تاثیر متقابل pH و نسبت جامد به مایع بر راندمان روی در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۳
- شکل پ ۸ تاثیر متقابل زمان و دور همزن بر راندمان روی در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۳
- شکل پ ۹ تاثیر متقابل دما و دور همزن بر راندمان روی در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۴
- شکل پ ۱۰ تاثیر متقابل زمان و نسبت جامد به مایع بر راندمان روی در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۴
- شکل پ ۱۱ مقایسه ی مقادیر پیش بینی شده با مقادیر واقعی در روش سطح پاسخ برای راندمان آهن..... ۱۲۵
- شکل پ ۱۲ تاثیر متقابل pH و نسبت جامد به مایع بر راندمان آهن در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۶
- شکل پ ۱۳ تاثیر دما بر راندمان آهن در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۶
- شکل پ ۱۴ تاثیر دور همزن بر راندمان آهن در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۶
- شکل پ ۱۵ تاثیر نسبت جامد به مایع بر راندمان آهن در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۶
- شکل پ ۱۶ تاثیر pH بر راندمان آهن در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۶
- شکل پ ۱۷ تاثیر زمان بر راندمان آهن در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۷
- شکل پ ۱۸ مقایسه ی مقادیر پیش بینی شده با مقادیر واقعی در روش سطح پاسخ برای راندمان سیلیس..... ۱۲۸
- شکل پ ۱۹ تاثیر نسبت جامد به مایع بر راندمان سیلیس در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۹
- شکل پ ۲۰ تاثیر pH بر راندمان سیلیس در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۹
- شکل پ ۲۱ تاثیر متقابل زمان و دور همزن بر راندمان سیلیس در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۲۹
- شکل پ ۲۲ مقایسه ی مقادیر پیش بینی شده با مقادیر واقعی در روش سطح پاسخ برای راندمان نیکل..... ۱۳۰

- شکل پ ۲۳ تاثیر متقابل زمان و دور همزن بر راندمان نیکل در شرایط نقاط مرکزی.....۱۳۱
- شکل پ ۲۴ تاثیر نسبت جامد به مایع بر راندمان نیکل در شرایط نقاط مرکزی.....۱۳۱
- شکل پ ۲۵ تاثیر دور همزن بر راندمان نیکل در شرایط نقاط مرکزی.....۱۳۱
- شکل پ ۲۶ تاثیر pH بر راندمان نیکل در شرایط نقاط مرکزی.....۱۳۱
- شکل پ ۲۷ مقایسه ی مقادیر پیش بینی شده با مقادیر واقعی در روش سطح پاسخ برای راندمان کادمیوم..۱۳۲
- شکل پ ۲۸ تاثیر زمان بر راندمان کادمیوم در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۳۳
- شکل پ ۲۹ تاثیر دور همزن بر راندمان کادمیوم در شرایط نقاط مرکزی.....۱۳۳
- شکل پ ۳۰ تاثیر نسبت جامد به مایع بر راندمان کادمیوم در شرایط نقاط مرکزی..... ۱۳۳
- شکل پ ۳۱ تاثیر pH بر راندمان کادمیوم در شرایط نقاط مرکزی.....۱۳۳
- شکل پ ۳۲ مقایسه ی مقادیر پیش بینی شده با مقادیر واقعی در روش سطح پاسخ برای راندمان کبالت.....۱۳۴
- شکل پ ۳۳ تاثیر متقابل pH و نسبت جامد به مایع بر راندمان کبالت در شرایط نقاط مرکزی.....۱۳۵
- شکل پ ۳۴ تاثیر دما بر راندمان کبالت در شرایط نقاط مرکزی.....۱۳۵
- شکل پ ۳۵ تاثیر دور همزن بر راندمان کبالت در شرایط نقاط مرکزی.....۱۳۵
- شکل پ ۳۶ تاثیر pH بر راندمان کبالت در شرایط نقاط مرکزی.....۱۳۵
- XRD نمونه ها.....۱۳۷

فهرست جداول

- جدول ۱-۱ منطقه بندی کانسار سرب و روی انگوران ۳
- جدول ۱-۲ برخی افزودنی های حذف ناخالصی ها از محلول باردار روی..... ۱۴
- جدول ۲-۲ میزان مجاز برخی از ناخالصیها در محلول ورودی به سلولهای الکترولیز..... ۱۵
- جدول ۳-۲ مقایسه سه طریقه آناکوندا، تین تون، گیشه یا ماگدبورگ در سلولهای الکترولیز روی..... ۱۷
- جدول ۴-۲ تاثیر اندازه ذرات بر بازیابی روی..... ۳۱
- جدول ۵-۲ تاثیر درجه حرارت واکنش بر بازیابی روی..... ۳۲
- جدول ۶-۲ تاثیر زمان بر بازیابی روی..... ۳۲
- جدول ۷-۲ تاثیر نسبت جامد به مایع بر بازیابی روی..... ۳۳
- جدول ۸-۲ تاثیر استوکیومتری اسید سولفوریک بر بازیابی روی..... ۳۴
- جدول ۹-۲ نتایج و شرایط بهینه عملیات لیچینگ..... ۳۴
- جدول ۱۰-۲ مقدار اسید سولفوریک مورد نیاز برای یک کیلوگرم روی..... ۳۶
- جدول ۱۱-۲ مصرف عامل های خنثی سازی..... ۵۹
- جدول ۱۲-۲ تاثیر افزودن پودر آلومینیوم در سرعت فیلتراسیون..... ۶۱
- جدول ۱۳-۲ مقادیر مورد نیاز فلوکولنت مختلف برای کواگولاسیون اسید سیلیسیک..... ۶۱
- جدول ۱۴-۲ مطالعات فیلتراسیون با "Magnafloc ۱۵۶"..... ۶۲
- جدول ۱۵-۲ مقدار سیلیس در کانه و غلظت آن در محلول لیچ و زمان ژلی شدن..... ۶۴
- جدول ۱۶-۲ غلظت SiO_2 قبل و بعد از مرحله حذف سیلیکا..... ۶۴
- جدول ۱۷-۲ خلاصه ای از کارهای انجام شده در مورد بررسی فاکتورهای موثر در لیچینگ روی..... ۷۰

- جدول ۳-۱ درصد مصرف شده از هر خوراک در لیج..... ۷۲
- جدول ۴-۱ آنالیز عناصر مهم نمونه ها به روش A.A.S..... ۷۸
- جدول ۴-۲ نوع کانی های موجود در نمونه ها بر اساس آنالیز XRD..... ۷۹
- جدول ۴-۳ اندازه ی سرندهای به کار برده شده جهت دانه بندی..... ۸۰
- جدول ۴-۴ طراحی آزمایش فاکتوریل دو سطحی به همراه راندمان روی..... ۸۷
- جدول ۴-۵ میزان تاثیر فاکتورها بر لیچینگ روی..... ۸۸
- جدول ۴-۶ مقدار روی در محلول بعد از لیج و راندمان های هر آزمایش..... ۸۹
- جدول ۴-۷ محدوده های در نظر گرفته شده برای مرحله دوم آزمایش ها..... ۹۲
- جدول ۴-۸ طراحی آزمایش های مرحله ی دوم به همراه راندمان های فلزات و سیلیس..... ۹۴
- جدول ۴-۹ مقدار بیشینه، کمینه و میانگین هر کدام از راندمان ها در مرحله ی دوم آزمایش ها..... ۹۵
- جدول ۴-۱۰ حالت های مورد بررسی جهت بهینه سازی..... ۱۰۲
- جدول ۴-۱۱ شرایط در نظر گرفته شده برای حالت اول..... ۱۰۳
- جدول ۴-۱۲ نتایج بدست آمده برای حالت اول توسط DX-۷..... ۱۰۳
- جدول ۴-۱۳ شرایط در نظر گرفته شده برای حالت دوم..... ۱۰۴
- جدول ۴-۱۴ نتایج بدست آمده برای حالت دوم توسط DX-۷..... ۱۰۵
- جدول ۴-۱۵ شرایط در نظر گرفته شده برای حالت سوم..... ۱۰۶
- جدول ۴-۱۶ نتایج بدست آمده برای حالت سوم توسط DX-۷..... ۱۰۷
- جدول ۴-۱۷ شرایط در نظر گرفته شده برای حالت چهارم..... ۱۰۸
- جدول ۴-۱۸ نتایج بدست آمده برای حالت چهارم توسط DX-۷..... ۱۰۸

- جدول ۴-۱۹ شرایط در نظر گرفته شده برای حالت پنجم.....۱۰۹
- جدول ۴-۲۰ نتایج بدست آمده برای حالت پنجم توسط DX-۷.....۱۱۰
- جدول ۴-۲۱ نتایج حاصل از انجام آزمایش های بهینه سازی.....۱۱۱
- جدول پ ۱ داده های آماری برای راندمان روی در CCD.....۱۲۱
- جدول پ ۲ داده های آماری برای راندمان آهن در CCD.....۱۲۵
- جدول پ ۳ داده های آماری برای راندمان سیلیس در CCD.....۱۲۸
- جدول پ ۴ داده های آماری برای راندمان نیکل در CCD.....۱۳۰
- جدول پ ۵ داده های آماری برای راندمان کادمیوم در CCD.....۱۳۲
- جدول پ ۶ داده های آماری برای راندمان کبالت در CCD.....۱۳۴
- جدول پ ۷ جدول غلظت نهایی همه فلزات در محلول نهایی هر آزمایش.....۱۳۷

فصل اول

مقدمه