



الهی: بر عجز و بیچارگی خود گواهم و از لطف و عنایت تو

آگاه. خواست، خواست تست، من چه خواهم؟



بررسی همزمان، شناخت و بهینه سازی عوامل مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس
چغندر قند و شکر خام کارخانه قند ارومیه با در نظر گرفتن برهمکنش میان آنها در
تولید سیتریک اسید با استفاده از ترکیبات کثوردیناسیون $K_4[Fe(CN)_6].3H_2O$
 $Na_2[Fe(CN)_5NO].2H_2O$ لیگاند EDTA و سویه اسپرژیلوس نایجر

تقی - حسن پورعلی بلاغی

دانشکده علوم

گروه شیمی

۱۳۸۷

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

اساتید راهنما:

دکتر حسین - حقگویی

دکتر محمود - رضازادباری

استاد مشاور:

دکتر محمد - علیزاده خالد آباد

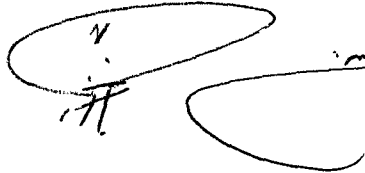
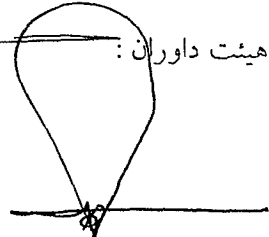

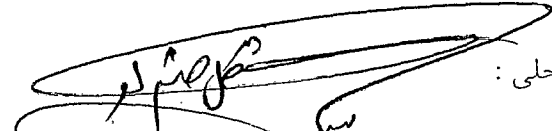
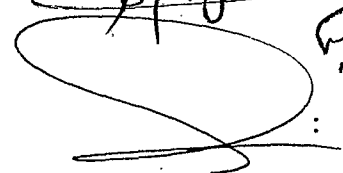
۱۳۸۸.۰۲

۱۳۸۹ / ۲ / ۸

روز اطلاعات مدرک علمی بخانه

تهیه مدرک

پایان نامہ آقائی نسبی حسن پور علی شاہ تاریخ ۱۷/۷/۱۷ شماره ۲-۸۷۹ مورد پذیرش هیات محترم
داوران با رتبہ عالی و نمبر ۱۹ قرار گرفت.

- 1- استاد راہنما و رئیس ہیئت داوران : 
- 2- استاد مشاور : 
- 3- داور خارجی : 
- 4- داور داخلی : 
- 5- نمایندہ تحصیلات تکمیلی : 

تقدیم به =

همسر همواره صبور، فداکار و مهربان زندگی ام؛

سرکار خانم حسینی فاطمی

و

فرزند دلبندم؛

امیر حسین عزیز

که با وجودش به زندگی ام، عطر و بوی تازه ای

بخشید.

تقدیر و تشکر

به نام او که روح روحها، مفتاح فتوحها نام او

نمی دانم آنچه در قلب هر انسان جریان دارد چه بنامم، اما می دانم که آن را می توان به صورتهای مختلف درآورد و هدیه کرد حتی به صورت پایان نامه...

ایزد منان را شاکر و سجدۀ سپاس بر درگاهش بجای می آورم که با لطف و کرامت الهی خویش، چراغ دانش را فراروی زندگی ام قرار داد و دگر بار، با الطاف نامتناهی اش، حقیر را شرمندۀ نمود تا با وجود معضلات وافر حیات خود، بتوانم این مقطع از تحصیل خویش را با موفقیت پشت سر گذاشته و از عهدۀ مجموعه حاضر برآیم.

در ابتدا، از زحمات استاد ارجمندم، جناب آقای دکتر حقیقی از حیث ارائه موضوع مرتبط با مشغله کاری ام در کارخانه قند ارومیه و راهنماییهای مفیدشان قدردانی می کنم. از آنجا که به دلیل عدم وجود امکانات لازم پیرامون موضوع تحقیق در گروه شیمی، تمام کارهای عملی پایان نامه به جهت وجود امکانات مربوط، در گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی محقق گردید. بدیهی است که زحمات وافر برعهدۀ استاد گرانمایه ام، جناب آقای دکتر رضازادباری (رئیس محترم دانشکده کشاورزی) بوده، لذا از راهنماییهای بی شائبه و بی بدیل ایشان، که اینجانب را در انجام پایان نامه یاری نموده اند تشکر می نمایم. همچنین از زحمات بی ریا و بس وافر جناب آقای دکتر علیزاده (مدیر محترم گروه علوم و صنایع غذایی) به عنوان استاد مشاور، به دلیل ارائه راهکارهای عملی و آنالیز نتایج حاصله در آزمایشات اجرایی در این مورد، کمال تشکر را دارم.

ایضاً، از مسئول محترم آزمایشگاه میکروبیولوژی، جناب آقای مهندس خشائی و همکار عزیز ایشان آقای مظلّم، مسئول محترم آزمایشگاه تغذیه علوم دامی، جناب آقای مهندس سیاحی و مسئول محترم آزمایشگاه تجزیه مواد غذایی، سرکار خانم مهندس اشرفی، که جملگی زحمات زیادی را در طول اجرای کارهای عملی پایان نامه، متحمل گردیده اند، نهایت قدردانی را دارم.

همکاریهای صمیمانه و بی دریغ مسئولین و پرسنل محترم پژوهشکده آرتیمیا و جانوران آبری دانشگاه ارومیه، جناب آقای دکتر مناف فر، جناب آقای دکتر تکه چی و جناب آقای مهندس آتش بار به جهت قرائت جذاب نتایج آزمایشات اجرایی به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر دیجیتالی موجود در این مرکز، سپاس می گویم.

از همکاریهای بی شائبه مسئولین محترم پژوهشکده علوم و فناوری زیستی دانشگاه ارومیه، جناب آقای دکتر صابری وند، جناب آقای مشکئی و جناب آقای عزیزی از حیث اجرای فرآیند تخمیر غوطه و ملاس چغندر قند و شکرخام در دستگاه انکوباتور شیکردار دیجیتالی موجود در این مرکز، به دلیل تنظیم دمای محیط تخمیر، سرعت چرخش و مدت زمان تخمیر در این دستگاه، نهایت قدردانی را دارم.

تشکر و سپاس بیکران خویش را نسبت به خانواده عزیز خود و شریک زندگی ام، علی الخصوص همسر صبور، فداکار و همراه همیشگی حیاتم، که در این مدت مشکلات زندگی را به تنهایی بر دوش گرفته و اینجانب را تحمل نموده اند ابراز می نمایم. در پایان، از زحمات دوستان و همکاران عزیزم در کارخانه قند ارومیه، جناب آقای مهندس دهبکری (مدیر عامل محترم کارخانه)، جناب آقای دکتر هنرور (رئیس سابق کارخانه)، جناب آقای مهندس زنجانی (رئیس کنونی کارخانه)، جناب آقای مهندس عبدی (مدیر محترم فنی کارخانه)، جناب آقای محمدی (مدیر تولید کارخانه)، جناب آقای فروغی (مسئول محترم قندسازی)، جناب آقای مهندس موسوی و جناب آقای حیدرپور همکار محترم آزمایشگاه، به دلیل مساعدت و همکاریهای بی دریغ ایشان جهت انجام آزمایشات آنالیز شیمیایی ملاس چغندر قند و شکرخام در آزمایشگاه کارخانه قند و فراهم نمودن سبستری مورد نیاز، در این مدت که با درک شرایط اینجانب، کمال همکاری را با بنده داشتند و همینطور، تمامی عزیزانی (مهندس مسگری، مهندس جانعومویی، مهندس محمودی، مهندس بدلی، مهندس خلیلی و آقای پورشرین) که بنده را در هر برهه ای از زندگی یاری کرده اند نیز تشکر و قدر دانی می نمایم.

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱	چکیده
	فصل اول: مقدمه
۳	۱-۱- مقدمه
۴	۲-۱- تاریخچه چغندر قند
۵	۳-۱- چغندر قند و ترکیبات شیمیایی آن
۶	۴-۱- بعضی از مواد قندی غیر ساکارز در چغندر قند
۶	۱-۴-۱- قندهای انورته (واگاشته)
۶	۲-۴-۱- قند رافینوز
۶	۳-۴-۱- قند کستوزها
۶	۵-۱- مواد غیر قندی بدون ازت در چغندر قند
۶	۱-۵-۱- مواد پکتیکی
۶	۲-۵-۱- سلولز و لیگنین
۶	۳-۵-۱- ساپونین ها
۷	۴-۵-۱- اسیدهای آلی
۷	۶-۱- مواد غیرقندی ازت دار در چغندر قند
۷	۱-۶-۱- اسیدهای آمینه
۷	۲-۶-۱- آمیدها
۷	۳-۶-۱- نیترا تها و نمکهای آمونیم
۸	۴-۶-۱- پروتئین ها
۸	۷-۱- مواد معدنی موجود در چغندر قند
۸	۸-۱- مواد تشکیل دهنده عصاره چغندر قند
۸	۱-۸-۱- مواد موجود در شیره چغندر قند و نسبت درصد تقریبی آنها
۹	۲-۸-۱- مواد نامحلول موجود در شیره چغندر قند و نسبت درصد تقریبی آنها
۹	۳-۸-۱- مواد معدنی موجود در شیره چغندر قند و نسبت درصد تقریبی آنها
۹	۹-۱- صورت عملکرد میزان چغندر خریداری و سطح کشت آن توسط کارخانه های چغندری کشور در سال ۱۳۸۵
۹	۱۰-۱- صورت عملکرد میزان چغندر خریداری و سطح کشت آن توسط کارخانه های چغندری کشور در سال ۱۳۸۶
۱۱	۱۱-۱- آمار تولید چغندر قند در ایران
۱۱	۱۲-۱- شمایی از مراحل کار چغندر قند در کارخانه قند
۱۳	۱۳-۱- نیشکر

۱۳	۱-۱۴- تاریخچه نیشکر
۱۴	۱-۱۵- اجزای تشکیل دهنده نیشکر
۱۴	۱-۱۶- اجزای تشکیل دهنده مواد خشبی
۱۴	۱-۱۷- ترکیبات معدنی در شیرۀ نیشکر
۱۴	۱-۱۸- مواد آلی نیشکر
۱۵	۱-۱۹- اسیدهای آلی نیشکر
۱۵	۱-۲۰- مواد رنگی نیشکر
۱۵	۱-۲۱- مواد نیتروژن دار نیشکر
۱۵	۱-۲۲- محصولات فرعی صنعت نیشکر
۱۵	۱-۲۳- سطح زیر کشت، عملکرد و تولید نیشکر در جهان
۱۵	۱-۲۴- سطح زیر کشت، عملکرد و تولید نیشکر در ایران
۱۸	۱-۲۵- ملاس
۱۸	۱-۲۶- انواع ملاس
۱۸	۱-۲۶-۱- ملاس مرکبات
۱۸	۱-۲۶-۲- ملاس ذرت یا هایدروول
۱۸	۱-۲۶-۳- ملاس نیشکر
۱۸	۱-۲۶-۴- ملاس چغندر قند
۱۸	۱-۲۷- مشخصات فیزیکی ملاس
۱۸	۱-۲۷-۱- رنگ ملاس
۱۸	۱-۲۷-۲- بو و طعم
۱۹	۱-۲۷-۳- وزن مخصوص
۱۹	۱-۲۷-۴- رطوبت
۱۹	۱-۲۷-۵- درجه خلوص (کسیان ، Q)
۱۹	۱-۲۷-۶- ضریب غلظتی
۱۹	۱-۲۷-۷- درجه پلاریزاسیون (pol)
۱۹	۱-۲۸- مشخصات شیمیایی ملاس
۱۹	۱-۲۹- مواد تشکیل دهنده ملاس
۲۰	۱-۳۰- آنالیز شیمیایی ملاس
۲۱	۱-۳۱- آمار و ارقام ملاس
۲۲	۱-۳۲- صورت عملکرد ملاس تولیدی کارخانه های قند چغندری کشور در سال ۱۳۸۵
۲۳	۱-۳۳- صورت عملکرد ملاس تولیدی کارخانه های قند چغندری کشور در سال ۱۳۸۶
۲۳	۱-۳۴- صورت عملکرد ملاس تولیدی کارخانه های قند نیشگری کشور در سال ۱۳۸۵
۲۳	۱-۳۵- صورت عملکرد ملاس تولیدی کارخانه های قند نیشگری کشور در سال ۱۳۸۶
۲۴	۱-۳۶- کاربرد ملاس
۲۴	۱-۳۶-۱- مصارف مستقیم ملاس
۲۴	۱-۳۶-۱-۱- خوراک دام
۲۵	۱-۳۶-۱-۲- مصرف ملاس بعنوان کود

۲۵	۱-۳۶-۳- مصرف مستقیم ملاس برای خوراک انسان
۲۵	۱-۳۶-۴- تهیه بتائین
۲۵	۱-۳۶-۵- کاربرد ملاس در سیستمهای قندگیری از ملاس
۲۵	۱-۳۶-۲- استفاده های ملاس در صنایع تخمیری
۲۶	۱-۳۶-۱-۲- تهیه اتیل الکل و استیک اسید
۲۶	۱-۳۶-۲-۲- تهیه مایه خمیر نانوائی
۲۷	۱-۳۶-۳-۲- تهیه گلوتامیک اسید
۲۷	۱-۳۶-۴-۲- تولید لاکتیک اسید
۲۷	۱-۳۶-۵-۲- تولید سیتریک اسید
۲۸	۱-۳۶-۶-۲- تهیه اگزالیک اسید
۲۸	۱-۳۶-۷-۲- تهیه استن و بوتانول
۲۸	۱-۳۶-۸-۲- تولید گلیسرین
۲۸	۱-۳۶-۹-۲- تولید پروتئین تک یاخته
۲۹	۱-۳۶-۱۰-۲- تولید لیزین از ملاس
۲۹	۱-۳۶-۱۱-۲- تولید دکستران
۲۹	۱-۳۶-۱۲-۲- تولید چربی از ملاس
۲۹	۱-۳۶-۳- ملاس چغندر قند از مرگ و میر زنبور عسل جلوگیری می کند
۳۰	۱-۳۶-۴- سایر مصارف ملاس
۳۱	۱-۳۷- سیتریک اسید
۳۱	۱-۳۸- تاریخچه سیتریک اسید
۳۴	۱-۳۹- خواص فیزیکی سیتریک اسید
۳۴	۱-۴۰- خواص شیمیایی سیتریک اسید
۳۵	۱-۴۱- کاربردهای سیتریک اسید
۳۵	۱-۴۱-۱- کاربرد سیتریک اسید در صنایع غذایی
۳۶	۱-۴۱-۲- کاربرد سیتریک اسید در صنایع دارویی، بهداشتی و آرایشی
۳۶	۱-۴۱-۳- موارد صنعتی دیگر از سیتریک اسید
۳۷	۱-۴۲- روشهای تولید سیتریک اسید
۳۷	۱-۴۲-۱- تولید سیتریک اسید به کمک فرآیند تخمیر
۳۷	۱-۴۲-۲- تولید سیتریک اسید به وسیله باکتریها
۳۷	۱-۴۲-۳- تولید سیتریک اسید به وسیله مخمرها
۳۷	۱-۴۲-۴- نژادهای مورد استفاده در تولید سیتریک اسید
۳۸	۱-۴۲-۵- تولید سیتریک اسید با استفاده از گونه قارچی اسپرژیلوس نایجر
۳۸	۱-۴۳- بازدهی تولید سیتریک اسید
۳۹	۱-۴۴- فرآیندهای تخمیری تولید سیتریک اسید
۳۹	۱-۴۴-۱- فرآیند تخمیر سطحی
۳۹	۱-۴۴-۲- فرآیند تخمیر غوطه وری
۴۱	۱-۴۴-۳- فرآیند تخمیر حالت جامد (کوجی)

۴۱	۴۵-۱- مواد و ضایعات مورد استفاده در فرآیند تخمیری تولید سیتریک اسید
۴۱	۴۵-۱-۱- سوبستراهای مورد استفاده به عنوان منبع کربوهیدرات
۴۲	۴۵-۱-۲- سوبستراهای مورد استفاده به عنوان منبع نیتروژن
۴۲	۴۶-۱- سویه اسپرژیلوس نایجر و بهینه سازی آن
۴۳	۴۷-۱- ملاحظات تغذیه ای مؤثر <i>A. niger</i> در تولید سیتریک اسید
۴۴	۴۸-۱- محیط تخمیر
۴۵	۴۹-۱- عوامل مؤثر در تخمیر سیتریکی
۴۵	۴۹-۱-۱- pH محیط
۴۶	۴۹-۱-۲- تأثیر دما
۴۶	۴۹-۱-۳- هوادهی
۴۶	۴۹-۱-۴- تأثیر متانول
۴۷	۴۹-۱-۵- تأثیر پتاسیم فروسیانید
۴۷	۴۹-۱-۶- منبع کربن
۴۸	۴۹-۱-۷- منبع نیتروژن
۴۹	۴۹-۱-۸- منبع فسفر
۴۹	۴۹-۱-۹- فلزات ریزمغذی
۵۰	۵۰-۱- روشهای مختلف استخراج سیتریک اسید
	فصل دوم: قسمت تجربی
۵۳	۱-۲- وسایل و مواد مورد نیاز
۵۳	۱-۱-۲- مواد شیمیایی
۵۳	۱-۲-۲- وسایل آزمایشگاهی
۵۴	۲-۲- تهیه و آماده سازی نمونه های ملاس چغندر قند و شکرخام
۵۴	۳-۲- آنالیز شیمیایی ملاس نیشکر (شکرخام) کارخانه قند ارومیه در آزمایشگاه
۵۴	۱-۳-۲- درجه بریکس وزنی (Bx°) ملاس شکرخام
۵۵	۲-۳-۲- درجه بریکس وزنی (Bx°) محلول ۱:۱ ملاس شکرخام
۵۵	۳-۳-۲- ماده خشک رفراکتومتری ملاس شکرخام
۵۶	۴-۳-۲- pH ملاس شکرخام
۵۶	۵-۳-۲- pH محلول ۱:۱ ملاس شکرخام
۵۶	۶-۳-۲- رطوبت ملاس شکرخام
۵۶	۷-۳-۲- قند (پلاریزاسیون، Pol) قبل از هیدرولیز ملاس شکرخام
۵۷	۸-۳-۲- کسینان ظاهری (درجه خلوص، Q) ملاس شکرخام
۵۷	۹-۳-۲- قندهای احیاء کننده بعد از هیدرولیز (قند کلرژ، Clerget) ملاس شکرخام
۵۸	۱۰-۳-۲- قند رافینوز ملاس شکرخام
۵۸	۱۱-۳-۲- ساکارز واقعی ملاس شکرخام
۵۸	۱۲-۳-۲- کسینان واقعی ملاس شکرخام
۵۹	۱۳-۳-۲- خاکستر معدنی ملاس شکرخام
۶۰	۱۴-۳-۲- کل مواد جامد محلول (TDS) ملاس شکرخام

- ۶۰ ۲-۳-۱۵- اندازه گیری مقدار عنصر واسطه Fe^{2+} ، در ملاس شکرخام به روش طیف سنجی جذب اتمی (AAS)
- ۶۰ ۲-۳-۱۶- اندازه گیری مقدار عنصر واسطه Cu^{2+} ، در ملاس شکرخام به روش طیف سنجی جذب اتمی
- ۶۰ ۲-۳-۱۷- اندازه گیری مقدار عنصر واسطه Zn^{2+} ، در ملاس شکرخام به روش طیف سنجی جذب اتمی
- ۶۱ ۲-۳-۱۸- منحنی استاندارد اندازه گیری سیتریک اسید برای ملاس شکرخام
- ۶۱ ۲-۴-۱- آنالیز ترکیب شیمیایی ملاس چغندر قند کارخانه قند ارومیه در آزمایشگاه
- ۶۱ ۲-۴-۱- درجه بریکس وزنی (Bx°) ملاس چغندر قند
- ۶۲ ۲-۴-۲- درجه بریکس (Bx°) وزنی محلول ۱:۱ ملاس چغندر قند
- ۶۲ ۲-۴-۳- ماده خشک رفراکتومتری ملاس چغندر قند
- ۶۲ ۲-۴-۴- pH ملاس چغندر قند
- ۶۲ ۲-۴-۵- pH محلول ۱:۱ ملاس چغندر قند
- ۶۲ ۲-۴-۶- رطوبت ملاس چغندر قند
- ۶۲ ۲-۴-۷- قند (پلاریزاسیون، Pol) قبل از هیدرولیز ملاس چغندر قند
- ۶۳ ۲-۴-۸- کسبان ظاهری (درجه خلوص، Q) ملاس چغندر قند
- ۶۳ ۲-۴-۹- قندهای احیاء کننده بعد از هیدرولیز (قند کلرزه، Clerget) ملاس چغندر قند
- ۶۳ ۲-۴-۱۰- قند رافینوز ملاس چغندر قند
- ۶۳ ۲-۴-۱۱- ساکارز واقعی ملاس چغندر قند
- ۶۳ ۲-۴-۱۲- کسبان واقعی ملاس چغندر قند
- ۶۳ ۲-۴-۱۳- خاکستر معدنی ملاس چغندر قند
- ۶۳ ۲-۴-۱۴- کل مواد جامد محلول (TDS) ملاس چغندر قند
- ۶۴ ۲-۴-۱۵- اندازه گیری مقدار عناصر واسطه Fe^{2+} ، Cu^{2+} و Zn^{2+} در ملاس چغندر قند به روش طیف سنجی جذب اتمی (AAS)
- ۶۴ ۲-۴-۱۶- رسم منحنی استاندارد سیتریک اسید برای ملاس چغندر قند
- ۶۴ ۲-۵- کشت میکروبی
- ۶۴ ۲-۶- انواع سوش اسپرژیلوس نایجر مورد استفاده در تولید سیتریک اسید
- ۶۵ ۲-۷- تهیه محیط کشت SDA
- ۶۵ ۲-۸- کشت سوشهای اسپرژیلوس نایجر PTCC 5010، CA_6 و A_1
- ۶۵ ۲-۹- تهیه سوسپانسیون اسپوری
- ۶۵ ۲-۱۰- انتخاب نوع سوش اسپرژیلوس نایجر از میان سوشهای اسپرژیلوس نایجر A_1 ، CA_6 و PTCC 5010
- ۶۵ ۲-۱۱- تهیه محیط کشت مایع ملاس چغندر قند و شکرخام
- ۶۶ ۲-۱۲- روش تنظیم pH محیط کشت مایع ملاس چغندر قند و شکرخام
- ۶۶ ۲-۱۳- روش سنجش تعداد اسپور مایه تلقیحی
- ۶۶ ۲-۱۴- اجرای فرآیند تخمیر غوطه ور
- ۷۰ ۲-۱۵- نمونه برداری
- ۷۰ ۲-۱۶- اندازه گیری سیتریک اسید در محلول نهایی تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند و شکرخام
- ۷۰ ۲-۱۷- روش اندازه گیری سیتریک اسید تولیدی در فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند و شکرخام براساس سپکتروفوتومتری ما ریر- بولت
- ۷۱ ۲-۱۸- بهینه سازی محیط کشت ملاس چغندر قند
- ۷۱ ۲-۱۹- فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند

۷۱	۱-۱۹-۲- آماده سازی محیط کشت اصلی ملاس چغندر قند
۷۱	۲-۱۹-۲- عوامل مورد بررسی در تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند
۷۱	۱-۲-۱۹-۲- بررسی تأثیر تیمار اولیه
۷۲	۲-۲-۱۹-۲- تأثیر pH
۷۲	۳-۲-۱۹-۲- تأثیر نوع و غلظت منبع نیتروژن
۷۲	۴-۲-۱۹-۲- تأثیر نوع و غلظت منبع فسفر
۷۲	۵-۲-۱۹-۲- تأثیر متانول
۷۲	۲۰-۲- طرح آزمایشات و آنالیز آماری مربوط به تولید سیتریک اسید از ملاس چغندر قند
۷۴	۲۱-۲- طرح سطح پاسخ نوع CCD به کار رفته برای بهینه سازی تولید سیتریک اسید از ملاس چغندر قند
۷۶	۲۲-۲- بهینه سازی محیط کشت ملاس شکر خام
۷۶	۲۳-۲- فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس شکر خام
۷۶	۱-۲۳-۲- آماده سازی محیط کشت اصلی ملاس شکر خام
۷۷	۲-۲۳-۲- عوامل مورد بررسی در تخمیر غوطه ور ملاس شکر خام
۷۷	۱-۲-۲۳-۲- بررسی تأثیر تیمار اولیه
۷۷	۲-۲-۲۳-۲- تأثیر pH
۷۷	۳-۲-۲۳-۲- تأثیر نوع و غلظت منبع نیتروژن
۷۷	۴-۲-۲۳-۲- تأثیر نوع و غلظت منبع فسفر
۷۷	۵-۲-۲۳-۲- تأثیر متانول
	۲۴-۲- طرح آزمایشات و آنالیز آماری مربوط به مرحله مشخص کردن میزان اثرگذاری فاکتورها بر تولید سیتریک اسید
۷۷	از ملاس شکر خام
۷۹	۲۵-۲- طرح سطح پاسخ نوع Box. Behnken به کار رفته برای بهینه سازی تولید سیتریک اسید از ملاس شکر خام
	فصل سوم: بحث و نتیجه گیری
۸۱	۱-۳- فرضیات تحقیق
۸۲	۲-۳- اهداف تحقیق
۸۲	۳-۳- تهیه و آماده سازی نمونه های ملاس شکر خام و چغندر قند
۸۳	۴-۳- نتایج آنالیز ترکیب شیمیایی ملاس نیشکر (شکر خام) کارخانه قند ارومیه در آزمایشگاه
۸۳	۱-۴-۳- درجه بریکس وزنی (Bx°) ملاس شکر خام
۸۳	۲-۴-۳- درجه بریکس وزنی (Bx°) محلول ۱:۱ ملاس شکر خام
۸۳	۳-۴-۳- ماده خشک رفراکتومتری ملاس شکر خام
۸۴	۴-۴-۳- pH ملاس شکر خام
۸۴	۵-۴-۳- pH محلول ۱:۱ ملاس شکر خام
۸۴	۶-۴-۳- رطوبت ملاس شکر خام
۸۵	۷-۴-۳- قند (پلاریزاسیون، Pol) قبل از هیدرولیز ملاس شکر خام
۸۶	۸-۴-۳- کسین ظاهر (درجه خلوص، Q) ملاس شکر خام
۸۶	۹-۴-۳- قندهای احیاء کننده بعد از هیدرولیز (قند کلرژه، Clerget) ملاس شکر خام
۸۷	۱۰-۴-۳- قند رافینوز ملاس شکر خام
۸۷	۱۱-۴-۳- ساکارز واقعی ملاس شکر خام

۸۸	۳-۴-۱۲- کسپان واقعی ملاس شکرخام
۸۹	۳-۴-۱۳- خاکستر معدنی ملاس شکرخام
۸۹	۳-۴-۱۴- کل مواد جامد محلول (TDS) ملاس شکرخام
۹۰	۳-۴-۱۵- اندازه گیری مقدار عنصر واسطه Fe^{2+} ، در ملاس شکرخام به روش طیف سنجی جذب اتمی (AAS)
۹۰	۳-۴-۱۶- اندازه گیری مقدار عنصر واسطه Cu^{2+} ، در ملاس شکرخام به روش طیف سنجی جذب اتمی
۹۱	۳-۴-۱۷- اندازه گیری مقدار عنصر واسطه Zn^{2+} ، در ملاس شکرخام به روش طیف سنجی جذب اتمی
۹۴	۳-۵- رسم منحنی استاندارد اندازه گیری سیتریک اسید برای ملاس شکرخام
۹۵	۳-۶- نتایج آنالیز ترکیب شیمیایی ملاس چغندر قند کارخانه قند ارومیه در آزمایشگاه
۹۵	۳-۶-۱- درجه بریکس وزنی (Bx°) ملاس چغندر قند
۹۵	۳-۶-۲- درجه بریکس (Bx°) وزنی محلول ۱:۱ ملاس چغندر قند
۹۵	۳-۶-۳- ماده خشک رفراکتومتری ملاس چغندر قند
۹۶	۳-۶-۴- pH ملاس چغندر قند
۹۶	۳-۶-۵- pH محلول ۱:۱ ملاس چغندر قند
۹۶	۳-۶-۶- رطوبت ملاس چغندر قند
۹۷	۳-۶-۷- قند (پلاریزاسیون، Pol) قبل از هیدرولیز ملاس چغندر قند
۹۷	۳-۶-۸- کسپان (درجه خلوص، Q) ملاس چغندر قند
۹۸	۳-۶-۹- قندهای احیاء کننده بعد از هیدرولیز (قند کلرزه، Clerget) ملاس چغندر قند
۹۸	۳-۶-۱۰- قند رافینوز ملاس چغندر قند
۹۹	۳-۶-۱۱- ساکارز واقعی ملاس چغندر قند
۹۹	۳-۶-۱۲- کسپان واقعی ملاس چغندر قند
۱۰۰	۳-۶-۱۳- خاکستر معدنی ملاس چغندر قند
۱۰۰	۳-۶-۱۴- کل مواد جامد محلول (TDS) ملاس چغندر قند
۱۰۱	۳-۶-۱۵- اندازه گیری مقدار عناصر واسطه Fe^{2+} ، Cu^{2+} و Zn^{2+} در ملاس چغندر قند به روش طیف سنجی جذب اتمی (AAS)
۱۰۲	۳-۷- رسم منحنی استاندارد اندازه گیری سیتریک اسید برای ملاس چغندر قند
۱۰۳	۳-۸- انتخاب نوع سوش اسپرژیلوس نایجر
۱۰۴	۳-۹- شناخت فاکتورهای مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند
۱۰۴	۳-۱۰- مشخصات سابسטרیت (ملاس چغندر قند رقیق شده) Run# های بلوک ۱ و ۲
۱۰۴	۳-۱۱- سیتریک اسید تولیدی در انواع محیطهای تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند در دو Block حاوی ۴۸ Run#
۱۰۵	۳-۱۲- بررسی اثر و شناخت عوامل مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند در تولید سیتریک اسید
۱۰۵	۳-۱۲-۱- مرحله اول (طرح فاکتوریل دو سطحی)
۱۰۶	۳-۱۲-۲- پلات Predicted vs. Actual مربوط به شناخت فاکتورهای مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند
۱۰۷	۳-۱۲-۳- نمودار Pareto مربوط به شناخت فاکتورهای مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند
۱۰۸	۳-۱۲-۴- اثر زمان تخمیر
۱۰۸	۳-۱۲-۵- اثر نوع ترکیب کنوردیناسیون
۱۰۹	۳-۱۲-۶- اثر نوع منبع نیتروژن
۱۰۹	۳-۱۲-۷- اثر نوع منبع فسفر

۱۱۰	۸-۱۲-۳- اثر غلظت ترکیب کنوردیناسیون
۱۱۱	۹-۱۲-۳- اثر غلظت منبع فسفر
۱۱۳	۱۰-۱۲-۳- اثر غلظت متانول
۱۱۴	۱۱-۱۲-۳- اثر pH آغازی
۱۱۶	۱۲-۱۲-۳- شرایط تولید بهینه سیتریک اسید در مرحله اول فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندرقد
۱۱۶	۱۳-۳- بدست آوردن شرایط بهینه تولید سیتریک اسید در ملاس چغندرقد
۱۱۶	۱-۱۳-۳- مرحله دوم (طرح مرکب مرکزی)
۱۱۷	۱۴-۳- مشخصات سابسترین (ملاس چغندرقد رقیق شده) Run# های بلوک ۱ و ۲
۱۱۷	۱۵-۳- نتایج انواع محیطهای تخمیر غوطه ور ملاس چغندرقد در دو Block حاوی Run# ۴۲ میان فاکتورهای مهم و مؤثر
۱۱۸	۱۶-۳- بررسی و آنالیز نتایج حاصل از سری دوم فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندرقد
۱۱۸	۱-۱۶-۳- آنالیز واریانس داده ها
	۲-۱۶-۳- پلات Predicted vs. Actual مربوط به تولید بهینه سیتریک اسید میان فاکتورهای مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندرقد
۱۱۹	۳-۱۶-۳- اثر برهمکنش میان زمان تخمیر و pH آغازی در تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
۱۲۱	۴-۱۶-۳- اثر برهمکنش میان غلظت Na_2HPO_4 و غلظت متانول در تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
۱۲۲	۵-۱۶-۳- اثر برهمکنش میان غلظت $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ و غلظت متانول در تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
۱۲۳	۶-۱۶-۳- اثر برهمکنش میان pH آغازی و غلظت متانول در تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
	۷-۱۶-۳- اثر برهمکنش میان غلظت $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ و غلظت $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ در تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
۱۲۴	۸-۱۶-۳- بهینه سازی فاکتورهای مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندرقد به روش گرافیکی
۱۲۵	۹-۱۶-۳- بهینه سازی فاکتورهای مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندرقد به روش تابع مطلوبیت
۱۳۵	۱۷-۳- شناخت فاکتورهای مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس شکرخام
۱۳۶	۱۸-۳- مشخصات سابسترین (ملاس شکرخام رقیق شده) Run# های بلوک ۱ و ۲
۱۳۷	۱۹-۳- سیتریک اسید تولیدی در انواع محیطهای تخمیر غوطه ور ملاس شکرخام در دو Block حاوی Run# ۴۸
۱۳۷	۲۰-۳- بررسی اثر و شناخت عوامل مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس شکرخام در تولید سیتریک اسید
۱۳۸	۱-۲۰-۳- مرحله اول (طرح فاکتوریل دو سطحی)
۱۳۹	۲-۲۰-۳- پلات Predicted vs. Actual مربوط به شناخت فاکتورهای مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس شکرخام
۱۳۹	۳-۲۰-۳- اثر نوع ترکیب کنوردیناسیون
۱۴۰	۴-۲۰-۳- اثر نوع منبع نیتروژن
۱۴۱	۵-۲۰-۳- اثر غلظت منبع نیتروژن
۱۴۲	۶-۲۰-۳- اثر نوع منبع فسفر
۱۴۲	۷-۲۰-۳- اثر غلظت منبع فسفر
۱۴۴	۸-۲۰-۳- اثر غلظت متانول
۱۴۴	۹-۲۰-۳- اثر pH آغازی
۱۴۵	۲۱-۳- شرایط تولید بهینه سیتریک اسید در مرحله اول فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس شکرخام
۱۴۷	۲۲-۳- بدست آوردن شرایط بهینه تولید سیتریک اسید در ملاس شکرخام
۱۴۷	۱-۲۲-۳- مرحله دوم (طرح Box. Behnken)

- ۱۴۷ ۳-۲۳- مشخصات سابستریت (ملاس شکرخام رقیق شده) Run# های بلوک ۱ و ۲
- ۱۴۷ ۳-۲۴- سیتریک اسید تولیدی در انواع محیطهای تخمیر غوطه ور ملاس شکرخام در یک Block حاوی Run# ۲۹
- ۱۴۸ ۳-۲۵- بررسی و آنالیز نتایج حاصل از سری دوم فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس شکرخام
- ۱۴۸ ۳-۲۵-۱- آنالیز واریانس داده ها
- ۱۴۹ ۳-۲۵-۲- پلات Predicted vs. Actual مربوط به شرایط بهینه، میان فاکتورهای مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس شکرخام
- ۱۴۹ ۳-۲۵-۳- اثر برهمکنش میان زمان تخمیر و غلظت کمپلکس $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ در تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس شکرخام
- ۱۵۱ ۳-۲۵-۴- اثر برهمکنش میان زمان تخمیر و pH آغازی در تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس شکرخام
- ۱۵۲ ۳-۲۵-۵- بهینه سازی فاکتورهای مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس شکرخام به روش گرافیکی
- ۱۵۷ ۳-۲۵-۶- بهینه سازی فاکتورهای مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس شکرخام به روش تابع مطلوبیت
- فصل چهارم: منابع
- ۱۵۹ ۴-۱- منابع و مآخذ مورد استفاده

فصل اول: مقدمه	
۱۲	شکل ۱-۱: شمایی از مراحل کار چغندر قند در کارخانه قند
۱۷	شکل ۲-۱: محصولات فرعی صنعت نیشکر
۳۹	شکل ۳-۱: فرآیندهای مختلف تولید سیتریک اسید
۴۰	شکل ۴-۱: دیاگرام فرآیند تخمیر غوطه ور با استفاده از ملاس
۴۲	شکل ۵-۱: آسپرژیلوس نایجر بر روی پلیت حاوی محیط کشت PDA
۵۲	شکل ۶-۱: مراحل استخراج سیتریک اسید در فرآیند کلاسیک
فصل دوم: قسمت تجربی	
۶۷	شکل ۱-۲: کشت آسپرژیلوس نایجر الف) A_1 ، ب) CA_6 و ج) PTCC 5010 تولید کننده سیتریک اسید در پلیت حاوی محیط کشت SDA
۶۸	شکل ۲-۲: فرم گلوله ای $A. niger A_1$ در ارلن حاوی محیط کشت مایع ملاس چغندر قند پس از ۹۶ ساعت فرآیند تخمیر
۶۸	شکل ۳-۲: فرم گلوله ای $A. niger A_1$ در ارلن حاوی محیط کشت مایع ملاس شکرخام پس از ۱۴۴ ساعت فرآیند تخمیر
۶۹	شکل ۴-۲: ارلن حاوی محیط کشت مایع ملاس چغندر قند و $A. niger A_1$ (به فرم گلوله ای) پس از ۱۹۲ ساعت فرآیند تخمیر غوطه ور
۶۹	شکل ۵-۲: ارلن حاوی محیط کشت مایع ملاس شکرخام و $A. niger A_1$ (به فرم گلوله ای) پس از ۱۴۴ ساعت فرآیند تخمیر غوطه ور
فصل سوم: بحث و نتیجه گیری	
۹۲	شکل ۱-۳: منحنی استاندارد مربوط به اندازه گیری عنصر واسطه Fe^{2+} ، برای ملاس چغندر قند و شکرخام
۹۲	شکل ۲-۳: منحنی استاندارد مربوط به اندازه گیری عنصر واسطه Cu^{2+} ، برای ملاس چغندر قند و شکرخام
۹۳	شکل ۳-۳: منحنی استاندارد مربوط به اندازه گیری عنصر واسطه Zn^{2+} ، برای ملاس چغندر قند و شکرخام
۹۴	شکل ۴-۳: منحنی استاندارد اندازه گیری سیتریک اسید ملاس شکرخام با استفاده از روش بولت-ماریر
۱۰۳	شکل ۵-۳: منحنی استاندارد اندازه گیری سیتریک اسید ملاس چغندر قند با استفاده از روش بولت - ماریر
۱۰۶	شکل ۶-۳: نمودار مربوط به مقادیر پیش بینی شده توسط مدل بکار گرفته شده در برابر نتایج حاصله (واقعی)
۱۰۷	شکل ۷-۳: نمودار Pareto، نشان دهنده میزان تأثیرگذاری فاکتورها بر تولید سیتریک اسید در فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند
۱۰۸	شکل ۸-۳: نمودار برهمکنش اثر نوع منبع کئوردیناسیون و زمان تخمیر بر تولید سیتریک اسید از ملاس چغندر قند
۱۰۹	شکل ۹-۳: نمودار برهمکنش اثر مدت زمان تخمیر و نوع منبع نیتروژن بر تولید سیتریک اسید از ملاس چغندر قند
۱۱۰	شکل ۱۰-۳: نمودار برهمکنش اثر زمان تخمیر و نوع منبع فسفر بر تولید سیتریک اسید از ملاس چغندر قند
۱۱۱	شکل ۱۱-۳: نمودار برهمکنش اثر غلظت منبع کئوردیناسیون و نوع منبع نیتروژن بر تولید سیتریک اسید از ملاس چغندر قند
۱۱۲	شکل ۱۲-۳: نمودار برهمکنش اثر pH آغازی و غلظت منبع فسفر بر تولید سیتریک اسید از ملاس چغندر قند
۱۱۲	شکل ۱۳-۳: نمودار سطح پاسخ اثر pH آغازی و غلظت منبع فسفر بر تولید سیتریک اسید از ملاس چغندر قند

- شکل ۳-۱۴: نمودار برهمکنش اثر نوع منبع کئوردیناسیون و غلظت منبع فسفر بر تولید سیتریک اسید
 ۱۱۳ از ملاس چغندرقد
- شکل ۳-۱۵: نمودار برهمکنش اثر نوع منبع فسفر و غلظت متانول بر تولید سیتریک اسید
 ۱۱۴ از ملاس چغندرقد
- شکل ۳-۱۶: نمودار برهمکنش اثر غلظت منبع کئوردیناسیون و pH آغازی بر تولید سیتریک اسید
 ۱۱۵ از ملاس چغندرقد
- شکل ۳-۱۷: نمودار سطح پاسخ اثر غلظت منبع کئوردیناسیون و pH آغازی بر تولید سیتریک اسید
 ۱۱۵ از ملاس چغندرقد
- شکل ۳-۱۸: نمودار پاسخ پیش بینی شده توسط مدل در برابر داده های واقعی برای تولید بهینه سیتریک اسید
 ۱۱۹ از ملاس چغندرقد
- شکل ۳-۱۹: نمودار برهمکنش اثر زمان تخمیر و pH آغازی بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
 ۱۲۰ شکل ۳-۲۰: نمودار سطح پاسخ اثر زمان تخمیر و pH آغازی بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
 ۱۲۰ شکل ۳-۲۱: نمودار برهمکنش اثر غلظت Na_2HPO_4 و غلظت متانول بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
 ۱۲۱ شکل ۳-۲۲: نمودار سطح پاسخ اثر غلظت Na_2HPO_4 و غلظت متانول بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
 ۱۲۱ شکل ۳-۲۳: نمودار برهمکنش اثر غلظت $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ و غلظت متانول بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
 ۱۲۲ شکل ۳-۲۴: نمودار سطح پاسخ اثر غلظت $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ و غلظت متانول بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
 ۱۲۲ شکل ۳-۲۵: نمودار برهمکنش اثر pH آغازی و غلظت متانول بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
 ۱۲۳ شکل ۳-۲۶: نمودار سطح پاسخ اثر pH آغازی و غلظت متانول بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
 ۱۲۳ شکل ۳-۲۷: نمودار برهمکنش اثر غلظت کمپلکس $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ و غلظت $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ بر تولید بهینه
 ۱۲۴ سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
- شکل ۳-۲۸: نمودار سطح پاسخ اثر غلظت کمپلکس $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ و غلظت $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ بر تولید بهینه
 ۱۲۵ سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
- شکل ۳-۲۹: کانتور پلات اثر زمان تخمیر و غلظت کمپلکس $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ بر تولید بهینه سیتریک اسید
 ۱۲۶ از ملاس چغندرقد
- شکل ۳-۳۰: نمودار کانتور توأم بهینه سازی شرایط تخمیر جهت تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
 ۱۲۷ میان دو متغیر زمان تخمیر و غلظت $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- شکل ۳-۳۱: نمودار کانتور توأم بهینه سازی شرایط تخمیر جهت تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
 ۱۲۸ میان دو متغیر زمان تخمیر و غلظت Na_2HPO_4
- شکل ۳-۳۲: نمودار کانتور توأم بهینه سازی شرایط تخمیر جهت تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
 ۱۲۹ میان دو متغیر زمان تخمیر و pH آغازی
- شکل ۳-۳۳: نمودار کانتور توأم بهینه سازی شرایط تخمیر جهت تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
 ۱۳۰ میان دو متغیر زمان تخمیر و غلظت متانول
- شکل ۳-۳۴: نمودار کانتور توأم بهینه سازی شرایط تخمیر جهت تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
 ۱۳۱ میان دو متغیر غلظت کمپلکس $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ و غلظت متانول
- شکل ۳-۳۵: نمودار کانتور توأم بهینه سازی شرایط تخمیر جهت تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد
 ۱۳۲ میان دو متغیر pH آغازی و غلظت Na_2HPO_4
- شکل ۳-۳۶: نمودار کانتور توأم بهینه سازی شرایط تخمیر جهت تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندرقد

- ۱۳۳ میان دو متغیر pH آغازی و غلظت متانول
شکل ۳-۳۷: کانتور پلات اثر زمان تخمیر و غلظت کمپلکس $K_4[Fe(CN)_6].3H_2O$ با هدف کاهش زمان تخمیر
- ۱۳۴ بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندر قند
شکل ۳-۳۸: نمودار کانتور توام بهینه سازی شرایط تخمیر میان دو متغیر زمان تخمیر و غلظت کمپلکس $K_4[Fe(CN)_6].3H_2O$
- ۱۳۵ با هدف کاهش زمان تخمیر بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس چغندر قند
- ۱۳۹ شکل ۳-۳۹: نمودار مربوط به مقادیر پیش بینی شده توسط مدل بکار گرفته شده در برابر نتایج حاصله (واقعی)
- ۱۴۰ شکل ۳-۴۰: نمودار برهمکنش اثر نوع منبع کنوردیناسیون و زمان تخمیر بر تولید سیتریک اسید از ملاس شکرخام
- ۱۴۱ شکل ۳-۴۱: نمودار برهمکنش اثر زمان تخمیر و نوع منبع نیتروژن بر تولید سیتریک اسید از ملاس شکرخام
- ۱۴۲ شکل ۳-۴۲: نمودار برهمکنش اثر غلظت منبع نیتروژن و غلظت متانول بر تولید سیتریک اسید از ملاس شکرخام
- ۱۴۳ شکل ۳-۴۳: نمودار برهمکنش اثر نوع منبع فسفر و غلظت متانول بر تولید سیتریک اسید از ملاس شکرخام
- ۱۴۳ شکل ۳-۴۴: نمودار برهمکنش اثر غلظت منبع فسفر و غلظت متانول بر تولید سیتریک اسید از ملاس شکرخام
- ۱۴۴ شکل ۳-۴۵: نمودار سطح پاسخ اثر غلظت منبع فسفر و غلظت متانول بر تولید سیتریک اسید از ملاس شکرخام
- ۱۴۵ شکل ۳-۴۶: نمودار برهمکنش اثر pH آغازی و غلظت منبع فسفر بر تولید سیتریک اسید از ملاس شکرخام
- ۱۴۶ شکل ۳-۴۷: نمودار سطح پاسخ اثر pH آغازی و غلظت منبع فسفر بر تولید سیتریک اسید از ملاس شکرخام
- شکل ۳-۴۸: نمودار پاسخ پیش بینی شده توسط مدل در برابر داده های واقعی برای تولید بهینه سیتریک اسید
از ملاس شکرخام
- ۱۴۹ شکل ۳-۴۹: نمودار برهمکنش اثر زمان تخمیر و غلظت کمپلکس $K_4[Fe(CN)_6].3H_2O$ بر تولید بهینه سیتریک اسید
از ملاس شکرخام
- ۱۵۰ شکل ۳-۵۰: نمودار سطح پاسخ اثر زمان تخمیر و غلظت کمپلکس $K_4[Fe(CN)_6].3H_2O$ بر تولید بهینه سیتریک اسید
از ملاس شکرخام
- ۱۵۱ شکل ۳-۵۱: نمودار برهمکنش اثر زمان تخمیر و pH آغازی بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس شکرخام
- ۱۵۲ شکل ۳-۵۲: نمودار سطح پاسخ اثر زمان تخمیر و pH آغازی بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس شکرخام
- شکل ۳-۵۳: کانتور پلات اثر زمان تخمیر و غلظت کمپلکس $K_4[Fe(CN)_6].3H_2O$ بر تولید بهینه سیتریک اسید
از ملاس شکرخام با هدف افزایش زمان تخمیر
- ۱۵۳ شکل ۳-۵۴: کانتور پلات اثر pH آغازی و غلظت متانول بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس شکرخام
با هدف افزایش زمان تخمیر
- ۱۵۴ شکل ۳-۵۵: کانتور پلات اثر زمان تخمیر و غلظت کمپلکس $K_4[Fe(CN)_6].3H_2O$ بر تولید بهینه سیتریک اسید
از ملاس شکرخام با هدف کاهش زمان تخمیر
- ۱۵۵ شکل ۳-۵۶: کانتور پلات اثر pH آغازی و غلظت متانول بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس شکرخام
با هدف کاهش زمان تخمیر
- ۱۵۶ شکل ۳-۵۷: کانتور پلات اثر pH آغازی و زمان تخمیر بر تولید بهینه سیتریک اسید از ملاس شکرخام
با هدف کاهش زمان تخمیر
- ۱۵۷

فصل اول: مقدمه

۵	جدول ۱-۱: ترکیبات شیمیایی چغندر قند
۵	جدول ۲-۱: مواد و ترکیبات غیر ساکارزی چغندر قند
۷	جدول ۳-۱: اسیدهای آلی موجود در چغندر قند
۸	جدول ۴-۱: نمونه ای از ترکیبات معدنی (خاکستر) موجود در چغندر قند
۸	جدول ۵-۱: اسیدهای معدنی موجود در چغندر قند
۱۰	جدول ۶-۱: صورت عملکرد میزان چغندر خریداری و سطح کشت آن توسط کارخانه های چغندری کشور در سال ۱۳۸۵
۱۰	جدول ۷-۱: صورت عملکرد میزان چغندر خریداری و سطح کشت آن توسط کارخانه های چغندری کشور در سال ۱۳۸۶
۱۶	جدول ۸-۱: آمار میزان نیشکر خریداری و سطح کشت آن توسط کارخانه های نیشگری کشور در سال ۱۳۸۵
۱۶	جدول ۹-۱: آمار میزان نیشکر خریداری و سطح کشت آن توسط کارخانه های نیشگری کشور در سال ۱۳۸۶
۲۰	جدول ۱۰-۱: اجزاء تشکیل دهنده مواد غیرقندی ملاس نسبت به ماده خشک
۲۰	جدول ۱۱-۱: ترکیب متوسط ملاس چغندر قند و ملاس نیشکر
۲۱	جدول ۱۲-۱: آنالیز شیمیائی ملاس چغندر قند و ملاس نیشکر
۲۱	جدول ۱۳-۱: گستره استاندارد برای پارامترهای مورد اندازه گیری در ملاس
۲۲	جدول ۱۴-۱: صورت عملکرد ملاس تولیدی کارخانه های قند چغندری کشور در سال ۱۳۸۵
۲۳	جدول ۱۵-۱: صورت عملکرد ملاس تولیدی کارخانه های قند چغندری کشور در سال ۱۳۸۶
۲۴	جدول ۱۶-۱: صورت عملکرد ملاس تولیدی کارخانه های قند نیشگری کشور در سال ۱۳۸۵
۲۴	جدول ۱۷-۱: صورت عملکرد ملاس تولیدی کارخانه های قند نیشگری کشور در سال ۱۳۸۶
۳۳	جدول ۱۸-۱: آمار تولید سیتریک اسید توسط کشورهای تولید کننده
۳۸	جدول ۱۹-۱: بازده تولید سیتریک اسید در فرآیندهای تخمیری مختلف
۴۱	جدول ۲۰-۱: رابطه تولید سیتریک اسید با سوپسترا
۴۹	جدول ۲۱-۱: اثر معکوس کنندگی بر روی ممانعت تولید سیتریک اسید به وسیله Fe^{+3} 8ppm

فصل دوم: قسمت تجربی

۵۴	جدول ۱-۲: تبدیل Bx° مجازی به Bx° حقیقی (ساکاریزاسیون)
۵۵	جدول ۲-۲: تصحیح ساکاریمتر در حرارت های مختلف
۷۳	جدول ۳-۲: طرح آزمایشات مربوط به مرحله مشخص کردن میزان اثرگذاری فاکتورها بر تولید سیتریک اسید از ملاس چغندر قند
۷۵	جدول ۴-۲: طرح سطح پاسخ نوع CCD به کار رفته برای بهینه سازی تولید سیتریک اسید از ملاس چغندر قند
۷۸	جدول ۵-۲: طرح آزمایشات مربوط به مرحله مشخص کردن میزان اثرگذاری فاکتورها بر تولید سیتریک اسید از ملاس شکرخام
۸۰	جدول ۶-۲: طرح سطح پاسخ نوع Box, Behnken بکار رفته برای بهینه سازی تولید سیتریک اسید از ملاس شکرخام

فصل سوم: بحث و نتیجه گیری

جدول ۱-۳: ویژگیهای پخت III به شماره ۱۰۹

۸۳	جدول ۲-۳: درجه بریکس وزنی (Bx°) ملاس شکرخام
۸۴	جدول ۳-۳: مقدار ماده خشک رفراکتومتری ملاس شکرخام
۸۴	جدول ۴-۳: pH ملاس شکرخام
۸۴	جدول ۵-۳: رطوبت ملاس شکرخام
۸۵	جدول ۶-۳: رطوبت و ماده خشک رفراکتومتری ملاس شکرخام
۸۶	جدول ۷-۳: قند (پیلاریزاسیون، Pol) قبل از هیدرولیز ملاس شکرخام
۸۶	جدول ۸-۳: کسبان (درجه خلوص، Q) ملاس شکرخام
۸۷	جدول ۹-۳: قند رافینوز ملاس شکرخام
۸۸	جدول ۱۰-۳: ساکارز واقعی ملاس شکرخام
۸۸	جدول ۱۱-۳: کسبان واقعی ملاس شکرخام
۸۹	جدول ۱۲-۳: خاکستر معدنی ملاس شکرخام
۹۰	جدول ۱۳-۳: کل مواد جامد محلول (TDS) ملاس شکرخام
۹۰	جدول ۱۴-۳: داده های مربوط به منحنی استاندارد اندازه گیری کاتیون Fe^{2+} برای ملاس چغندر قند و شکرخام با استفاده از روش طیف بینی جذب اتمی
۹۰	جدول ۱۵-۳: داده های مربوط به منحنی استاندارد اندازه گیری کاتیون Cu^{2+} برای ملاس چغندر قند و شکرخام با استفاده از روش طیف بینی جذب اتمی
۹۰	جدول ۱۶-۳: داده های مربوط به منحنی استاندارد اندازه گیری کاتیون Zn^{2+} برای ملاس چغندر قند و شکرخام با استفاده از روش طیف بینی جذب اتمی
۹۱	جدول ۱۷-۳: آنالیز کمی عناصر واسطه Fe^{2+} , Cu^{2+} و Zn^{2+} در ملاس شکرخام
۹۳	جدول ۱۸-۳: آنالیز ترکیب شیمیایی ملاس شکرخام در آزمایشگاه
۹۴	جدول ۱۹-۳: داده های مربوط به منحنی استاندارد اندازه گیری سیتریک اسید ملاس شکرخام با استفاده از روش بولت - ماریبر
۹۴	جدول ۲۰-۳: داده های مربوط به منحنی استاندارد اندازه گیری سیتریک اسید ملاس نیشکر با استفاده از روش بولت - ماریبر
۹۵	جدول ۲۱-۳: درجه بریکس وزنی (Bx°) ملاس چغندر قند
۹۶	جدول ۲۲-۳: ماده خشک رفراکتومتری ملاس چغندر قند
۹۶	جدول ۲۳-۳: pH ملاس چغندر قند
۹۶	جدول ۲۴-۳: رطوبت ملاس چغندر قند
۹۷	جدول ۲۵-۳: قند (پیلاریزاسیون، Pol) قبل از هیدرولیز ملاس چغندر قند
۹۷	جدول ۲۶-۳: کسبان (درجه خلوص، Q) ملاس چغندر قند
۹۸	جدول ۲۷-۳: قند رافینوز ملاس چغندر قند
۹۹	جدول ۲۸-۳: ساکارز واقعی ملاس چغندر قند
۱۰۰	جدول ۲۹-۳: کسبان واقعی ملاس چغندر قند
۱۰۰	جدول ۳۰-۳: خاکستر معدنی ملاس چغندر قند
۱۰۱	جدول ۳۱-۳: کل مواد جامد محلول (TDS) ملاس چغندر قند
۱۰۱	جدول ۳۲-۳: آنالیز کمی عناصر واسطه Fe^{2+} , Cu^{2+} و Zn^{2+} در ملاس چغندر قند
۱۰۱	جدول ۳۳-۳: آنالیز ترکیب شیمیایی ملاس چغندر قند در آزمایشگاه

۱۰۲	جدول ۳-۳۴: داده های مربوط به منحنی استاندارد اندازه گیری سیتریک اسید ملاس چغندر قند با استفاده از روش بولت - ماریز
۱۰۲	جدول ۳-۳۵: داده های مربوط به منحنی استاندارد اندازه گیری سیتریک اسید ملاس چغندر قند با استفاده از روش بولت - ماریز
۱۰۳	جدول ۳-۳۶: سیتریک اسید تولیدی از ملاس چغندر قند و شکر خام توسط موتانهای اسپرژیلوس نایچر PTCC 5010، A ₁ و CA ₆ پس از ۷۲ ساعت فرآیند تخمیر غوطه ور
۱۰۴	جدول ۳-۳۷: مشخصات سبستریت Run# های بلوک ۱ و ۲
۱۰۴	جدول ۳-۳۸: نتایج انواع محیطهای تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند در دو Block حاوی ۴۸ Run#
۱۰۵	جدول ۳-۳۹: آنالیز واریانس مربوط به شناخت فاکتورهای مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند
۱۱۶	جدول ۳-۴۰: نتایج بیشترین مطلوبیت های محاسبه شده پاسخ و شرایط بهینه انتخاب شده مربوط به مرحله اول فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند
۱۱۷	جدول ۳-۴۱: مشخصات سبستریت ملاس چغندر قند رقیق شده Run# های بلوک ۱ و ۲
۱۱۷	جدول ۳-۴۲: نتایج انواع محیطهای تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند میان فاکتورهای مهم و مؤثر در دو Block حاوی ۴۲ Run#
۱۱۸	جدول ۳-۴۳: آنالیز واریانس طرح سطح پاسخ سیتریک اسید ملاس چغندر قند
۱۳۶	جدول ۳-۴۴: نتایج بیشترین مطلوبیتهای محاسبه شده پاسخ و شرایط بهینه انتخاب شده با هدف افزایش زمان تخمیر میان فاکتورهای مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور جهت تولید حداکثر سیتریک اسید از ملاس چغندر قند
۱۳۶	جدول ۳-۴۵: شرایط بهینه تخمیر جهت تولید حداکثر سیتریک اسید با هدف کاهش زمان تخمیر میان فاکتورهای مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس چغندر قند
۱۳۷	جدول ۳-۴۶: مشخصات سبستریت ملاس شکر خام رقیق شده Run# های بلوک ۱ و ۲
۱۳۷	جدول ۳-۴۷: نتایج انواع محیطهای تخمیر غوطه ور ملاس شکر خام در دو Block حاوی ۴۸ Run#
۱۳۸	جدول ۳-۴۸: آنالیز واریانس مربوط به شناخت فاکتورهای مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس شکر خام
۱۴۶	جدول ۳-۴۹: نتایج بیشترین مطلوبیت های محاسبه شده پاسخ و شرایط بهینه انتخاب شده مربوط به مرحله اول فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس شکر خام
۱۴۷	جدول ۳-۵۰: آنالیز آزمایشگاهی ملاس شکر خام رقیق شده برای Run# های ۲۹ گانه بلوک ۱
۱۴۷	جدول ۳-۵۱: نتایج انواع محیطهای تخمیر غوطه ور ملاس شکر خام میان فاکتورهای مهم و مؤثر در یک Block حاوی ۲۹ Run#
۱۴۸	جدول ۳-۵۲: آنالیز واریانس طرح سطح پاسخ سیتریک اسید ملاس شکر خام
۱۵۸	جدول ۳-۵۳: نتایج بیشترین مطلوبیتهای محاسبه شده پاسخ و شرایط بهینه انتخاب شده با هدف افزایش زمان تخمیر میان فاکتورهای مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور جهت تولید حداکثر سیتریک اسید از ملاس شکر خام
۱۵۸	جدول ۳-۵۴: شرایط بهینه تخمیر جهت تولید حداکثر سیتریک اسید با هدف کاهش زمان تخمیر میان فاکتورهای مهم و مؤثر بر فرآیند تخمیر غوطه ور ملاس شکر خام