

اسكن شد

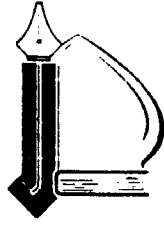
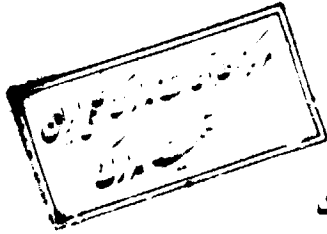
تاریخ: ۸۱/۲/۱  
توسط:

۶۱

﴿ بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ ﴾

۱۴۶

۲۲۱۸۳



دانشگاه فردوسی مشهد  
دانشکده کشاورزی  
گروه علوم و صنایع غذایی  
پایان نامه:

جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد  
رشته علوم و صنایع غذایی

موضوع:

بهینه سازی تصفیه شربت خام چغندر قند کارخانه قندمغان

استاد راهنما:

آقای دکتر محمد حسین حداد خداپرست

اساتید مشاور:

آقای دکتر علی اصغر اعلم الهدی

آقای دکتر محمد فارسی

تحقیق و نگارش از:

حسنعلی حسین پور

سال ۱۳۷۶

## بسمه تعالی

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد آقای مهندس حسنعلی حسین پور در رشته علوم و صنایع غذایی تحت عنوان:

**بهینه سازی تصفیه شربت خام چغندر قند کارخانه قندمغان**

با حضور استاد راهنما و هیأت داوران در محل دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در روز پنجم ساعت ۱۱-۱۲ تشکیل و با موفقیت با نمره ۱۹/ و امتیاز عالی دفاع گردید.

هیأت داوران:

استاد راهنما: آقای دکتر محمد حسین حداد خداپرست

اساتید مشاور: آقای دکتر علی اصغر اعلم الهدی

آقای دکتر محمد نورسی

حضرت رسول اکرم (ص) می فرمایند:

«أَوَّلُ الْعِلْمِ مَعْرِفَةُ الْجَبَّارِ وَ آخِرُ الْعِلْمِ تَفْوِیْضُ الْأَمْرِ إِلَيْهِ»

«سرآغاز دانش، شناخت خداوند قاهر است و پایان علم رسیدن به آن حدّ از

معرفت که تمام کارها را به او واگذارند و تسلیم او شوند.»

**تقدیم به :**

همه الگوهای انسانی که به مقام والای  
عبودیت نائل گشته‌اند.

پدر بزرگوار و مادر مهربانم، که پیوسته  
مشوّق من در فراگیری علم بوده‌اند و  
همواره دعای خیرشان بدرقه راهم بوده  
است.

همه معلمان و استادان گرامیم.  
برادران و خواهران عزیزم؛ که پشتیبانی  
و همکاری شان در مراحل مختلف زندگی  
همواره راهگشا و مفید بوده است.

همه کسانی که دوستشان دارم و به همه  
آنها نیکه‌راهشان، راه حقیقت است.

## تشکر و قدردانی :

- شکر و سپاس خدای را عزوجلّ که زمام اختیار هر جنبنده‌ای بدست اراده و مشیت راسخ اوست.
- از استاد ارجمند آقای دکتر محمد حسین حدادّ خداپرست که راهنمایی این پایان نامه را متقبّل شدند؛ بخاطر رهنمودهای ارزنده و توجّهات دلسوزانه ایشان در انجام پایان نامه، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.
- از استاد گرامی آقای دکتر علی اصغر اعلم الهدی (معاونت محترم فنی، صنعتی شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان) که مشاورت این پایان نامه را قبول نمودند، بخاطر رهنمودهای ارزنده، مساعدتهای بیدریغ و مطالعه دقیق پایان نامه صمیمانه سپاسگزارم.
- از استاد گرامی آقای دکتر محمد فارسی که مشاورت آماری این پایان نامه را قبول نمودند، بخاطر ارائه اطلاعات آماری لازم و مساعدتهای بیدریغ، صمیمانه متشکرم.
- از مدیر عامل و رئیس هیأت مدیره محترم شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان آقای مهندس خامنوی که با انجام این پایان نامه در کارخانه قند مغان موافقت کردند، کمال تشکر و امتنان را دارم.
- از همکاری مدیریت محترم کارخانه قند مغان آقای مهندس شعبانی کمال تشکر را دارم.
- از آقایان مهندس قربانی و مهندس ذاکری و مهندس نصیری که در طول انجام پایان نامه، از تجربیات علمی و عملی ایشان، بهره فراوان بردم، کمال امتنان را دارم.
- از همکاری بیدریغ آقای مهندس تیموری و آقای مهندس سعید حاتمی (مسئول محترم آزمایشگاه کارخانه قند مغان) و آقای مهندس عباس نعمتی کمال قدردانی را می‌نمایم.
- از همکاری آقای مهندس نعمتی (مسئول محترم قسمت کامپیوتر و آرشیو کارخانه) و آقای صدیق محمدی، کمال تشکر را دارم.
- از همکاری بی شائبه آقای مهندس سید ناصر رجائی صدیق و آقای مهندس فریبود لطفی که در انجام آزمایشات مرا یاری دادند، بسیار سپاسگزارم.
- از همکاری و رهنمودهای ارزنده آقای مهندس قلیزاده (مسئول محترم آزمایشگاه مؤسسه اصلاح بذر چغندر قند کرج) که در انجام آنالیز برخی ترکیبات شیمیائی چند نمونه چغندر قند منطقه مغان مرا یاری رساندند، کمال تشکر را می‌نمایم.
- از آقایان دکتر اسکندر زند و مهندس غلامحسین حقایق و مهندس مقدر که در انجام آنالیزهای آماری پایان نامه مرا یاری رساندند، کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایم.
- از آقای مهندس حسین مرادی و آقای مهندس احمدی که در رسم گراف‌ها مرا یاری نمودند، بسیار متشکرم.
- از سرکار خانم شکوری و آقای محسن حسن‌زاده بخاطر تایپ و صفحه‌آرایی پایان نامه صمیمانه سپاسگزارم.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
I	چکیده فارسی
III	چکیده انگلیسی
۱	مقدمه
۳	فصل اول - بررسی منابع علمی
۴	تاریخچه تولید شکر
۵	آمار سطح زیر کشت و تولید چغندر قند و شکر در ایران و جهان
۱۱	شماره کلی از ترکیبات چغندر قند
۱۳	تکنولوژی تصفیه شربت خام
۱۳	۱- مواد اولیه مهم در تصفیه شربت خام
۱۳	آب
۱۵	آهک
۱۷	هیدروکسید کلسیم
۱۸	$Pca^{2+}$

عنوان	صفحه
دی اکسید کربن	۱۹
دی اکسید کربن + آب	۱۹
کربنیک اسید	۲۱
کربنات کلسیم	۲۴
آهک + دی اکسید کربن + ساکارز	۲۷
<b>۲- تصفیه مناسب شربت خام</b>	۲۸
واحد عملیاتی تصفیه شربت خام	۲۹
آهک زنی مقدماتی	۴۲
آهک خور مقدماتی از نوع بریگل - مولر	۵۱
عملیات آهک زنی مقدماتی	۵۳
برگشت کربنات کلسیم	۵۵
کربناسیون مقدماتی	۵۹
جداسازی گل آهک زنی مقدماتی	۵۹
آهک زنی اصلی	۶۱
<b>کربناسیون اول</b>	۷۰
افزودن آهک به شربت شفاف حاصله از عملیات کربناسیون اول	۷۶
<b>اثرات عوامل مؤثر بر اندازه کریستالهای کربنات کلسیم تشکیل شده در</b>	
<b>کربناسیون اول:</b>	۸۱
(a) اثر نوع مخزن کربناسیون	۸۱
(b) اثر میزان گل برگشتی به پرشولاژ	۸۲
(c) اثر نقطه پایانی کربناسیون اول	۸۳

عنوان	صفحه
(d) اثر کیفیت چغندر قند	۸۳
(e) اثر آهک زنی اول	۸۴
(f) اثر انعقاد گرها	۸۴
<b>کربناسیون دوّم</b>	۸۱
ملاحظات اساسی در مورد عملیات کربناسیون دوّم	۹۱
اثرات عوامل مؤثر بر اندازه کریستالهای کربنات کلسیم تشکیل شده در طی پروسه	۹۲
<b>کربناسیون دوّم</b>	
(a) تأثیر نوع مخزن کربناسیون	۹۳
(b) تأثیر کیفیت چغندر قند	۹۴
فاکتورهای مؤثر بر فیلتراسیون شربت کربناسیون دوّم	۹۵
(الف) پارامترهای بهینه در عملیات کربناسیون دوّم	۹۵
(ب) فاکتورهای مورد نظر در کربناسیون دوّم	۹۶
سیستم D.D.S برای تصفیه شربت خام	۹۹
قلیائیت طبیعی	۱۰۱
قلیائیت اپتیموم	۱۰۴
اندازه گیری قلیائیت اپتیموم	۱۰۴
قلیائیت مؤثر	۱۰۵
<b>سولفیتاسیون:</b>	۱۰۷
۱- ملاحظات شیمیائی عمومی	۱۱۴
۲- استفاده از سولفیتاسیون جهت کنترل رنگ شربت	۱۱۶
۳- استفاده از سولفیتاسیون جهت بهبود خواص جوشاندن شربت	۱۱۹



صفحه	عنوان
۱۲۰	۴- استفاده از سولفیتاسیون جهت خنثی سازی قلیائیت اضافی
۱۲۱	تشکیل اپمیدودی سولفونیک اسید
۱۲۲	استفاده عملی از سولفیتاسیون
۱۲۴	اهداف مهم تصفیه شربت خام
۱۲۵	ترسیب مواد و فیلتراسیون
۱۲۶	املاح آهنی و مواد رنگی
۱۲۷	اثر تصفیه شربت خام بر روی برخی مواد غیر قندی ویژه :
۱۲۷	(الف) آمینو اسیدها
۱۲۷	(ب) قند انورت و رنگ
۱۲۹	(ج) پکتین ها
۱۲۹	اطلاعات عملی مفید در مورد ماهیت و رفتار مواد غیر قندی در تصفیه شربت خام
۱۳۴	یافته های نوین در زمینه بهینه سازی عملیات تصفیه شربت خام
۱۵۱	فصل دوم - مواد و روشها
۱۶۲	فصل سوم - نتایج و بحث، پیشنهادات
۲۱۸	فهرست منابع مورد استفاده
۲۳۸	ضمائم

## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱ - سطح زیر کشت، تولید و عملکرد چغندر قند.....	۶
جدول ۱-۲ - تولید چغندر قند ( درصد از کل تولید جهانی).....	۷
جدول ۱-۳ - سهم قاره‌ها از تولید جهانی چغندر قند (به درصد).....	۷
جدول ۱-۴ - مهمترین کشورهای تولید کننده چغندر قند (میلیون تن).....	۸
جدول ۱-۵ - سهم قاره های مختلف در میزان تولید شکر (میلیون تن).....	۸
جدول ۱-۶ - سهم کشورهای مختلف در تولید شکر (میلیون تن).....	۹
جدول ۱-۷ - مصرف سرانه قند در قاره های جهان.....	۹
جدول ۱-۸ - سطح زیر کشت و میزان تولید چغندر قند از سال ۱۳۱۱ تا ۱۳۵۵ در ایران.....	۱۰
جدول ۱-۹ - حلالیت آهک در محلولهای قندی آبی.....	۱۶
جدول ۱-۱۰ - ثابت های یونیزاسیون اسید سولفور و کربنیک اسید.....	۱۱۴
جدول ۱-۱۱ - محلولیت $CaSO_4$ , $CaSO_3$ , $CaCO_3$ در آب (بر حسب درصد $CaO$ ).....	۱۱۴
جدول ۱-۱۲ - حلالیت سولفات کلسیم در حضور قند (در دمای $90^{\circ}C$ ).....	۱۱۵
جدول ۱-۱۳ - مواد غیر قندی محلول و نیمه محلول.....	۱۳۰
جدول ۱-۱۴ - ناخالصی های غیر قندی محلول در شربت، قابل حذف توسط کربناتسیون یا غیر قابل حذف.....	۱۳۱
جدول ۱-۱۵ - درصدهای تقریبی مواد غیر قندی در شربت های خام نمونه.....	۱۳۲
جدول ۳-۱ - آنالیز واریانس مشاهدات مربوط ضریب تصفیه.....	۱۶۴
جدول ۳-۲ - اثر متقابل درجه حرارت و روش بر روی ضریب تصفیه.....	۱۷۱
جدول ۳-۳ - اثر متقابل زمان و روش بر روی ضریب تصفیه.....	۱۷۱

عنوان	صفحه
جدول ۳-۴- اثر متقابل گل و زمان بر روی ضریب تصفیه	۱۷۲
جدول ۳-۵- اثر متقابل گل و روش بر روی ضریب تصفیه	۱۷۳
جدول ۳-۶- اثر متقابل درجه حرارت و گل بر روی ضریب تصفیه	۱۷۳
جدول ۳-۷- اثرات متقابل گل و درجه حرارت و روش	۱۷۴
جدول ۳-۸- اثرات متقابل روش و زمان و درجه حرارت بر روی ضریب تصفیه	۱۷۵
جدول ۳-۹- اثرات متقابل روش و زمان و گل بر روی ضریب تصفیه	۱۷۶
جدول ۳-۱۰- اثرات متقابل گل و زمان و درجه حرارت بر روی ضریب تصفیه	۱۷۷
جدول ۳-۱۱- اثرات متقابل روش و زمان و درجه حرارت و درصد گل بر روی ضریب تصفیه	۱۷۸
جدول ۳-۱۲- آنالیز واریانس مشاهدات مربوط به رنگ شربت رقیق	۱۷۹
جدول ۳-۱۳- اثر متقابل روش و درجه حرارت بر روی رنگ شربت رقیق	۱۸۳
جدول ۳-۱۴- اثر متقابل روش و زمان بر روی رنگ شربت رقیق	۱۸۴
جدول ۳-۱۵- اثر متقابل روش و درصد گل بر روی رنگ شربت رقیق	۱۸۴
جدول ۳-۱۶- اثر متقابل درجه حرارت و درصد گل بر روی رنگ شربت رقیق	۱۸۵
جدول ۳-۱۷- اثر متقابل زمان و درصد گل بر روی رنگ شربت رقیق	۱۸۵
جدول ۳-۱۸- اثر متقابل روش و درجه حرارت و زمان بر روی رنگ شربت رقیق	۱۸۶
جدول ۳-۱۹- اثر متقابل روش و درجه حرارت و درصد گل بر روی رنگ شربت رقیق	۱۸۷
جدول ۳-۲۰- اثر متقابل متقابل روش و زمان و درصد گل بر روی رنگ شربت رقیق	۱۸۸
جدول ۳-۲۱- اثرات متقابل درجه حرارت و زمان و درصد گل بر روی رنگ (تعداد هریک از سطوح ۹ عدد)	۱۸۹

## عنوان

## صفحه

جدول ۳-۲۲- اثرات متقابل درجه حرارت و زمان و درصد گل بر روی رنگ (تعداد هریک از سطوح ۳ عدد).....	۱۹۰
جدول ۳-۲۳- اثرات متقابل روش، درجه حرارت و زمان و درصد گل بر روی رنگ شربت رقیق.....	۱۹۱
جدول ۳-۲۴- آنالیز واریانس مشاهدات مربوط به سختی شربت رقیق.....	۱۹۲
جدول ۳-۲۵- اثر متقابل روش و درجه حرارت بر روی سختی شربت رقیق.....	۱۹۸
جدول ۳-۲۶- اثر متقابل روش و زمان بر روی سختی شربت رقیق.....	۱۹۸
جدول ۳-۲۷- اثر متقابل روش و درصد گل بر روی سختی شربت رقیق.....	۱۹۹
جدول ۳-۲۸- اثر متقابل درجه حرارت و درصد گل بر روی سختی شربت رقیق.....	۱۹۹
جدول ۳-۲۹- اثر متقابل زمان و درصد گل بر روی سختی شربت رقیق.....	۲۰۰
جدول ۳-۳۰- اثرات متقابل روش و درجه حرارت و زمان بر روی سختی شربت رقیق.....	۲۰۰
جدول ۳-۳۱- اثرات متقابل روش، درجه حرارت و درصد گل بر روی سختی شربت رقیق.....	۲۰۱
جدول ۳-۳۲- اثرات متقابل روش، زمان و درصد گل بر روی سختی شربت رقیق.....	۲۰۲
جدول ۳-۳۳- اثرات متقابل درجه حرارت و زمان و درصد گل بر روی سختی شربت رقیق.....	۲۰۳
جدول ۳-۳۴- اثرات متقابل روش، درجه حرارت و زمان و درصد گل بر روی سختی شربت رقیق.....	۲۰۴
جدول ۱-Z- نتایج آنالیز برخی ترکیبات شیمیائی موجود در چند نمونه چغندر قند منطقه مغان.....	۲۳۹

## عنوان

## صفحه

جدول ۲-Z- نتایج آزمایشی حاصله از روش تصفیه کلاسیک بدون جداسازی گل قبل از شولاژ- تکرار اول	۲۴۰
جدول ۳-Z- نتایج آزمایشی حاصله از روش تصفیه کلاسیک بدون جداسازی گل قبل از شولاژ- تکرار دوم	۲۴۱
جدول ۴-Z- نتایج آزمایشی حاصله از روش تصفیه کلاسیک بدون جداسازی گل قبل از شولاژ- تکرار سوم	۲۴۲
جدول ۵-Z- نتایج آزمایشی حاصله از روش تصفیه کلاسیک با جداسازی گل قبل از شولاژ- تکرار اول	۲۴۳
جدول ۶-Z- نتایج آزمایشی حاصله از روش تصفیه کلاسیک با جداسازی گل قبل از شولاژ- تکرار دوم	۲۴۴
جدول ۷-Z- نتایج آزمایشی حاصله از روش تصفیه کلاسیک با جداسازی گل قبل از شولاژ- تکرار سوم	۲۴۵
جدول ۸-Z- نتایج آزمایشی حاصله از روش تصفیه کلاسیک با اشباع گل تا pH حدود ۷/۵- تکرار اول	۲۴۶
جدول ۹-Z- نتایج آزمایشی حاصله از روش تصفیه کلاسیک با اشباع گل تا pH حدود ۷/۵- تکرار دوم	۲۴۷
جدول ۱۰-Z- نتایج آزمایشی حاصله از روش تصفیه کلاسیک با اشباع گل تا pH حدود ۷/۵- تکرار سوم	۲۴۸
جدول ۱۱-Z- نتایج آزمایشی حاصله از روش تصفیه سرد دانمارکی D.D.S- تکرار اول	۲۴۹
جدول ۱۲-Z- نتایج آزمایشی حاصله از روش تصفیه سرد دانمارکی D.D.S- تکرار دوم	۲۵۰

صفحه

عنوان

جدول ۱۳ - Z - نتایج آزمایشی حاصله از روش تصفیه سرد دانمارکی D.D.S - تکرار

سوم ..... ۲۵۱

جدول ۱۴ - Z - نتایج آزمایشی حاصله از روش تصفیه سرد دانمارکی D.D.S - تکرار

چهارم ..... ۲۵۲

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۱ - تولید جهانی شکر از چغندر قند و نیشکر در فاصله سالهای ۱۸۴۰ تا ۱۹۸۸ ... ۶
- شکل ۱-۲ - سطح زیر کشت چغندر قند استانها نسبت به کل کشور در سال ۱۳۶۵ ... ۱۱
- شکل ۱-۳ - درصد احزاء متشکله یک غده چغندر قند ... ۱۱
- شکل ۱-۴ - میزان قند بازیافت شده، ضایعات قندی و محصولات فرعی حاصله از ۱ تن چغندر قند تازه ... ۱۲
- شکل ۱-۵ - PK ی آب و درجه حرارت ... ۱۴
- شکل ۱-۶ - حلالیت  $CaO$  در محلولهای قندی، تأثیر مقدار فاز جامد ... ۱۵
- شکل ۱-۷ - حلالیت  $Ca(OH)_2$  در محلولهای قندی، اثر غلظت قند ... ۱۶
- شکل ۱-۸ - رابطه درجه حرارت و محلولیت  $CaO$  در آب خالص ... ۲۰
- شکل ۱-۹ - سرعت هیدراسیون  $Ca_2$  ... ۲۱
- شکل ۱-۱۰ - هیدراسیون  $CO_2$ . اثر ساکارز ... ۲۵
- شکل ۱-۱۱ - محلولیت  $CaCO_3$  ... ۲۵
- شکل ۱-۱۲ - رابطه محلولیت  $CaCO_3$  یا فشار جزئی  $CO_2$  در دمای ثابت  $25^\circ C$  ... ۲۵
- شکل ۱-۱۳ - منحنی های یونیزاسیون  $H_2CO_3$  و  $Ca(OH)_2$  ... ۲۷
- شکل ۱-۱۴ - کربناسیون محلولهای حاوی آهک و ساکارز ... ۲۷
- شکل ۱-۱۵ - میزان تجزیه ساکارز موجود در آب در درجه حرارت  $100^\circ C$ ؛ اثر گلوکز و فروکتوز اضافه شده ... ۳۱
- شکل ۱-۱۶ - میزان تجزیه ساکارز موجود در آب تحت درجه حرارت  $100^\circ C$ ؛ اثر استات سدیم و کلرید سدیم ... ۳۲
- شکل ۱-۱۷ - میزان تجزیه ساکارز موجود در آب تحت درجه حرارت  $100^\circ C$ ؛ اثر املاح ... ۳۳
- شکل ۱-۱۸ - هیدرولیز ساکارز ... ۳۴