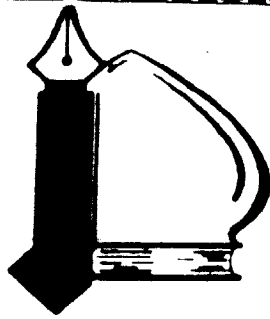


٢٤٩٢٥

۱۳۷۸ / ۴ / ۲



دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته علوم و صنایع غذایی

عنوان

طراحی پایلوت پلنت سیستم تصفیه قند بررسی
اثرات گل برگشتی روی تصفیه شربت خام
طراحی سیستم فعال سازی گل

استاد راهنما

آقای دکتر محمد حسین حداد خداپرست

اساتید مشاور

آقای دکتر سید حسین نوعی

آقای مهندس علی طوسی

تحقیق و نگارش

جواد حصاری

سال ۱۳۷۷

۱۶۱۸/۲

۲۴۶۲۵

بسمه تعالی

با تأییدات خداوند متعال جلسه دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد آقای مهندس

جواد حصاری در رشته علوم و صنایع غذایی تحت عنوان:

بررسی اثرات گل برگشتی بر روی تصفیه شربت خام قند

با حضور استاد راهنما و هیئت داوران در محل دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی

مشهد در روز ۳۰/۴/۷۷ ساعت ۱۲ تشکیل و با موفقیت با نمره ۹۱/۷۵ و امتیاز عالی دفاع

گردید.

استاد راهنما: آقای دکتر محمد حسین حداد خداپرست

استاد مشاور: آقای دکتر سید حسین نوعی

آقای مهندس علی طوسی

استاد مدعو: آقای دکتر سید علی مرتضوی

تشکر و قدردانی:

تشکر و سپاس فدای را عز و جل که (مامم افیتار) هر جنبه‌های بدست اراده و مثبتیت (راسخ اوست) - از استاد ارجمند جناب آقای دکتر مداد فداپرست که راهنمایی این پایان‌نامه را متقبل شدند و در تمامی مراحل انجام و تهیه آن دلسوزانه و به نحو احسن مرا یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

- از استاد ارجمند جناب آقای دکتر سید مسین نوعی بآغبان که با وجود مشغله کاری زیاد، مشاورت مسائل طراحی این پایان‌نامه را قبول نمودند به خاطر زحمات و مساعدت‌های بی‌دریغشان صمیمانه سپاسگذارم.

- از استاد گرامی جناب آقای مهندس علی طوسی که مشاورت آماری این پایان‌نامه را قبول نمودند به خاطر ارائه اطلاعات لازم تشکر می‌کنم.

از دانی جان‌های عزیزم جناب آقای دکتر سعید فرج‌نیا و آقای مهندس اصغر فرج‌نیا که در کارهای کامپیوتری این پایان‌نامه مرا یاری نمودند صمیمانه سپاسگذارم.

- از مدیریت مکتوم شرکت کشت و صنعت جوین جناب آقای مهندس مسینی که با انجام این پایان‌نامه در کارخانه قند جوین موافقت نمودند به خاطر دید مثبتشان به کارهای تحقیقاتی کمال امتنان را دارم.

از همکاری نایب رئیس مکتوم شرکت کشت و صنعت جوین جناب آقای مهندس ریوادمی تشکر می‌کنم

از مسئول مکتوم بخش آردی کارخانه قند جوین جناب آقای مهندس صیفی که در تمامی مراحل انجام این تحقیق همکاری فوق‌العاده‌ای داشتند به خاطر مساعدت‌های بی‌دریغشان بی‌اندازه سپاسگذارم.

از همکاری خوب مسئولین مکتوم کارخانه به خصوص آقای مهندس فریزی به خاطر راهنمایی‌های ارزنده‌شان کمال قدردانی و امتنان را دارم

از آقای مهندس ومدالی فر، جناب آقای مهندس مرانی و مهندس عباسیان و کلیه کادر آزمایشگاه خصوصاً نمونه‌گیرهای مکتوم که در انجام آزمایشات مرا یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از دوست و سرور عزیزم آقای مهندس عیدی و آقای عادل که در طول انجام پایان‌نامه در جوین بنده را یاری نمودند صمیمانه سپاسگذارم.

از دوست عزیزم آقای مهندس علی‌پور که در تهیه این پایان‌نامه مرا یاری دادند صمیمانه سپاسگذارم.

از بخش سمعی و بصری، اتاق کامپیوتر خصوصاً آقای مهندس عطاردی و آقای فرقی، بخش چاپ و تکثیر خصوصاً آقای طاهری و سایر قسمتهای دانشکده که در تهیه پایان‌نامه مساعدت نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

تقدیم

به سلامت مقدس امام رضا (ع) که تمصیل در جوار مرم مطهراش بزرگترین سعادت
زندگیم است.

به پدر و مادر بزرگ عزیزم که دعای فیرشان همیشه بدرقه راهم هست و همواره سعادت
و هدایت را به ارمغان می‌آورد.

به مضر اولین معلمم پدر عزیزم که بذر علم را در وجودم کاشت و در تمامی
طول زندگی، دلسوزانه هدایت نمود.

و به قدمهای اولین مربیام مادر مهربانم که از خود گذشتگی را به من آموخت و
موفقیتیم را حقیقتاً مدیون مهر و صفای ایشان هستم.

به پاس زحمات بی‌شائبه‌تان

به دانی‌های عزیزم که هم‌یشه الگوی من در علم و ادب بوده‌اند.

به داداش عزیزم جناب آقای مهندس محمد رضا مصاری که بیشترین دوران تمصیلات را
در کنار ایشان و در سایه مساعدت‌های ایشان گذراندم

تقدیم به خانواده عزیزم

فهرست

صفحه	عنوان
	مقدمه
۳	تکنولوژی تصفیه شربت خام.....
۳	۱- لزوم تصفیه شربت خام.....
۴	۲- روشهای تصفیه شربت.....
۵	۱- آهک زنی مقدماتی یا پرشولاز:.....
۶	۲- آهک زنی اصلی یا شولاژ.....
۶	۳- اشباع اول یا کربناسیون اول.....
۶	۴- اشباع دوم یا کربناسیون دوم.....
۱۸	درجه حرارت پرشولاز.....
۱۹	اتوماسیون پرشولاز.....
۲۴	سیستم دی. دی. اس یا تصفیه سرد دانمارکی.....
۲۶	مقایسه سیستم تصفیه داغ (کلاسیک) با سیستم سرد (دی.دی.اس).....
۲۶	برگرداندن گل اشباع اول.....
۲۵	برگرداندن گل غلیظ شده.....
۲۵	تئوری برگرداندن.....
۴۱	میزان گل برگشتی.....
۴۲	یافته های نوین در زمینه بهینه سازی تصفیه شربت خام.....
۵۳	مواد و وسایل مورد استفاده در آزمایشات.....
۵۴	طراحی پایلوت پلنت سیستم تصفیه قند.....
۵۷	پارهای از محاسبات اساسی طرح و موازنه مواد.....
۵۷	۱- مرحله پرشولاز.....

۵۸	۱-۳- طرح مخزن پرشولاژ
۶۰	۲- مخزن شولاژ سرد
۶۰	۲-۱ موازنه مواد برای مرحله شولاژ سرد
۶۰	۲-۲ محاسبه حجم مخزن شولاژ سرد
۶۱	۳- مخزن شولاژ گرم
۶۱	۲-۱ موازنه مواد برای شولاژ گرم
۶۱	۲-۳ محاسبه حجم مخزن شولاژ گرم
۶۱	۳-۳ طرح مخزن شولاژ
۶۳	۴- مرحله اشباع اول
۶۳	۴-۱ محاسبه میزان اشباع اول
۶۳	۴-۲ محاسبه مقدار گاز لازم برای مرحله اشباع اول
۶۴	۴-۳ طرح دستگاه اشباع اول
۶۴	۵- اشباع دوم
۶۴	۵-۱ موازنه مواد
۶۶	۵-۲ محاسبه مقدار گاز لازم برای اشباع دوم
۶۶	۵-۳ طرح مخزن اشباع دوم
۶۶	۷- طرح مخزن اشباع گل
۷۰	رعایت اصول تشابه بین پایلوت پلنت و واحد اصلی و قوانین
۷۰	مقیاس رسانی
۷۶	روشها
۷۸	۱- آزمایش تعیین اکتیویته آهک
۷۹	۲- تعیین پلاریته شربت خام دیفوزیون
۷۹	۳- تعیین بریکس شربت خام

- ۴- تعیین قلیائیت شربت دفکاسیون اول (پرشولاژ) ۷۹
- ۵- تعیین قلیائیت شربت دفکاسیون دوم (پرشولاژ): ۷۹
- ۶- قلیائیت شربت ساتوراسیون اول ۸۰
- ۷- تعیین قلیائیت شربت اشباع دوم ۸۰
- ۸- تعیین پلاریته شربت رقیق ۸۰
- ۹- تعیین سختی شربت رقیق بر اساس Cao ppm (با استفاده از روش ۸۰
- کمپلکسیومتری): ۸۰
- ۱۰- رنگ شربت رقیق ۸۱
- طرح آماری به کار رفته ۸۲
- الف - ضریب تصفیه ۸۵
- ب) رنگ شربت رقیق ۹۲
- ج - سختی شربت رقیق ۹۷
- جمع بندی نتایج بدست آمده ۱۰۱
- طراحی مخزن اشباع گل ۱۰۸
- توجیه اقتصادی طرح ۱۰۸
- پیشنهادات ۱۱۰
- منابع مورد استفاده: ۱۱۲
- جدول (۱ - Z) روش تصفیه سرد دانمارکی - تکرار اول ۱۲۱
- جدول (۲ - Z) روش تصفیه سرد دانمارکی - تکرار دوم ۱۲۲
- جدول (۳ - Z) روش تصفیه سرد دانمارکی - تکرار سوم ۱۲۳
- جدول (۴ - Z) روش تصفیه کلاسیک (گرم) «تکرار اول» ۱۲۴
- جدول (۵ - Z) روش گرم یا کلاسیک «تکرار دوم» ۱۲۵
- جدول (۶ - Z) «روش تصفیه کلاسیک (گرم) در تکرار سوم» ۱۲۶

چکیده:

به منظور بررسی اثرات گل برگشتی روی ضریب تصفیه شربت خام چغندر قند، ابتدا پایلوت پلنت سیستم تصفیه قند طراحی گردیده و شکل ساده‌تر آن در کارخانه قند جوبین ساخته شد. سپس اثرات تیمارهای اشباع گل برگشتی تا پنج درجه PH (۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱)، درصد گل برگشتی در سه سطح (۵، ۱۰ و ۲۰ درصد) در دو روش تصفیه (روش‌های کلاسیک و سرد دانمارکی) مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج حاصله نشان داد که اشباع گل برگشتی اشباع اول تا $PH=8$ ، باعث افزایش ضریب تصفیه به میزان ۱۰-۱۲ واحد، کاهش رنگ شربت رقیق به میزان ۲۵-۳۰ واحد پوئن و کاهش سختی شربت رقیق به مقدار ۳۰ ppm در مقایسه با تصفیه با استفاده از گل معمولی ($PH=11$) می‌گردد و بین گل برگشتی با PH مساوی ۸ و $PH=7/5$ اختلاف معنی‌داری از نظر سه صفت فوق‌الذکر مشاهده نگردید.

همچنین مشخص گردید که گل برگشتی در سطح ۵ درصد جهت انجام فرایند تصفیه کافی نبوده ولی بین درصد گل ۱۰ و ۲۰ درصد اختلاف معنی‌داری از نظر رنگ شربت رقیق ملاحظه نگردید. در مقابل در حالت استفاده از گل به مقدار ۲۰ درصد سختی شربت رقیق بالاتر از ده درصد بود. همچنین اثر متقابلی بین اشباع گل و روش تصفیه ملاحظه نگردید.

با توجه به مطالب عنوان شده، استفاده از گل اشباع اول به میزان ۱۰ درصد و با $PH=8$ توصیه شده و مخزن خاصی جهت فعال سازی گل برای کارخانه‌ای با ظرفیت ۲۵۰۰ الی ۳۰۰۰ تن طراحی گردید.

«مقدمه»

مقدمه:

طبق گزارش وزارتخانه‌های صنعتی و تأیید سازمان برنامه و بودجه، قند و شکر، جز شش کالای ضروری عمده محسوب می‌شود. با اینکه مصرف سرانه قند و شکر کشور ما چندان بالا نیست (در حدود ۶۰ درصد کشورهای پیشرفته) ولی سهم تولید داخلی کمی بیشتر از پنجاه درصد کل مقدار مصرفی نیست و همه ساله دولت مجبور است حدود ۵۰۰ الی ۶۰۰ هزار تن شکر (آنها به قیمت تنی ۳۰۰ دلار) وارد نماید که هم زمین وابستگی قابل توجهی بوده و هم ارز هنگفتی را از کشور خارج می‌نماید. و با توجه به استعداد طبیعی و اقلیمی و امکانات موجود و اینهمه کارشناس ورزیده که در قسمتهای مختلف این صنعت داریم چنین وضعی واقعاً تأسف آور بوده و جای بسی تأمل دارد.

جدا از مسائل مربوط به میزان محصول چغندر و شرایط اقلیمی، یکی از دلایل اصلی این کمبود، کارائی پایین سیستم رایج در کارخانه‌های قند کشور می‌باشد. با نگاهی به جدول زیر اهمیت قضیه بیشتر آشکار می‌شود.

جدول ۱- مقایسه عملکرد صنایع قند آلمان و ایران در سالهای ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ (۱)

	چغندر خریداری به ۱۰۰۰ تن	چغندر مصرفی به ۱۰۰۰ تن	عیار %	شکر تولیدی به ۱۰۰۰ تن	استحصال %
آلمان ۱۹۹۶	۲۵۵۰۱	۲۴۹۱۹	۱۸/۱۷	۲۹۶۲	۸۵/۵۱
آلمان ۱۹۹۷	۲۵۲۶۲	۲۴۹۷۶	۱۷/۷۷	۲۸۵۵	۸۵/۱۷
ایران ۱۳۷۴	۵۵۲۱	۵۳۳۷	۱۶/۵۰	۶۷۴	۷۴/۰۰
ایران ۱۳۷۵	۲۶۸۶	۲۵۸۵	۱۶/۲۱	۲۲۲	۷۴/۱۲

بطوریکه ملاحظه می‌گردد رقم استحصال صنایع قند ایران ۱۰ درصد کمتر از رقم مربوطه برای صنایع قند آلمان است علی‌رغم تکنولوژی مشابهی که در هر دو کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در سالهای پیشین‌تر نیز وضع به همین منوال بوده بطوریکه توسط ضریب کارخانه‌های قند ما

در سال ۱۳۷۰، ۱۳۷۱، ۱۳۷۲، ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴ به ترتیب برابر ۷۲/۸۷، ۷۳/۲۶، ۷۴/۰۳، ۷۴/۱۱ و ۷۳/۷۷ بوده است. این در شرایطی است که اکثر کارخانه‌های قند ایران دارای واحدهای قندگیری از ملاس نیز هستند که باطبع باید رقم استهصال بالاتری را داشته باشند در صورتیکه کارخانه‌هایی هم وجود دارند که میزان ضریب استهصال آنها در حدود پنجاه و اندی است.

با توجه به اینکه میزان کل چغندر تولیدی ما در حدود ۶ میلیون تن هست با فرض عیار متوسط ۱۶ درصد، سالانه نزدیک به صد هزار تن شکر در کارخانجات ما بیشتر از آلمان ضایع می‌شود که کاهش درآمدی در حدود ۱۰ میلیارد تومان را شامل خواهد بود. واضح‌تر اینکه به ازای هر ۷ قسمت شکر تولیدی، یک قسمت ضایعات فزون بر کشور آلمان داریم.

بخش قابل توجهی از این ضایعات مربوط به این مسئله است که سیستم تصفیه کارخانه‌های قند ما اکثراً فاقد کارائی لازم بوده و با شرایط موجود در کشورمان بهینه نشده‌اند.

از آنجائیکه فرآیند تصفیه مهمترین مرحله تولید شکر بوده و در واقع کارکرد بهینه بقیه قسمت‌های کارخانه بستگی به مرحله فوق دارد پایین بودن ضریب تصفیه به فرآیند تولید شکر را چه نظر کمی و چه از لحاظ کیفی با مشکل مواجه

ساخته است. در اکثر کارخانجات ما هنوز ضریب تصفیه حداقل حدود ۱۰ واحد از حد ایدآل پایین است. اهمیت این مسئله وقتی آشکار می‌گردد که توجه کنیم به ازای کاهش هر واحد ضریب تصفیه، میزان ضریب استهصال ۰/۸ واحد کاهش می‌یابد.

برای فرآیند تصفیه که هدف اصلی آن در واقع جداسازی مواد غیر قندی موجود در شربت خام است بیش از صد سال است که آهک بصورت صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اساس تکنیک کنونی تصفیه بر پایه روش کربناتاسون مضاعف است که در سال ۱۸۵۹ دو نفر فرانسوی به نامهای پریر^(۱) و پوزز^(۲) آن را ابداع نمودند. از مدت‌ها سال پیش مطالعات زیادی انجام شده و ابتکارات متعددی درباره موضوع به ثبت رسیده است که همگی بر پایه اصلاحات در روش پریر و پوزز گردیده است. و نتیجه آن ابداع روشهای متعددی برای تصفیه است. بطوریکه در کشوری مانند آلمان از انواع روشهای مختلف در هر کارخانه‌ای جهت اینکار استفاده می‌کنند بسته به اینکه کدام روش بالاترین کارائی را در شرایط کاری کارخانه دارد ولی در کشور ما عموماً تنها روش واحدی از ده‌ها سال پیش مورد استفاده قرار می‌دهند و هیچ‌گونه اصلاح و تغییر اساسی را در این مورد نمی‌توان دید. که یکی از دلایل عمده آن وجود جو بسته در

کارخانه‌های ما و ندادن بهای واقعی به تحقیقات است. ولی به دلیل ارتباط تنگاتنگ با مراکز تحقیقاتی، کارخانه‌ای در آلمان که در حدود ۱۴۰ سال پیش راه‌اندازی شده است توانسته است استاندارد ایزو ۹۰۰۰ بگیرد.

روش تصفیه کنونی شربت خام شامل دو مرحله آهک زنی و دو مرحله اشباع می‌باشد. در سالهای اخیرتر مقداری از گل اشباع اول یا گل اشباع دوم را به مرحله آهک زنی مقدماتی بر می‌گردانند. کریستالهای کربنات کلسیم موجود در آن، بعنوان هسته‌های رسوبات جدید حاصل در طی مراحل مختلف تصفیه عمل کرده و باعث ایجاد رسوبات درشت و متخلل و در نهایت تسهیل امر تصفیه و بالا بردن کارائی فرآیند تصفیه می‌گردد.

اخیراً (۱۹۹۴ و ۱۹۹۵) محققین دریافته‌اند که اشباع گل برگشتی با فعال سازی کریستالهای کربنات کلسیم تأثیر قابل توجهی در بالا بردن ضریب تصفیه و بهبود فرآیند دارد.

در این تحقیق برای بررسی اثرات گل برگشتی ابتدا پایلوت پلنت سیستم تصفیه قند طراحی و شکل ساده‌تر آن در کارخانه قند جوین ساخته شد و اثرات تیمارهای اشباع گل برگشتی، درصد گل برگشتی در دو روش تصفیه (تصفیه کلاسیک و تصفیه سرد دانمارکی) بر روی ضریب تصفیه، رنگ و سختی شربت رقیق مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

با آنالیز آماری مناسب آمار و ارقام بدست‌آمده، بهترین شرایط تصفیه از حیث PH گل برگشتی و درصد آن و روش تصفیه انتخاب و پیشنهاد می‌گردد و در نهایت مخزن ویژه‌ای جهت اشباع گل برای کارخانه‌ای به ظرفیت ۲۵۰۰ الی ۳۰۰۰ تن طراحی می‌گردد.

فصل اول

«بررسی منابع علمی»

تکنولوژی تصفیه شربت خام

۱- لزوم تصفیه شربت خام

شربت خام که همان شربت دیفوزیون می باشد دارای ویژگی‌هایی به شرح ذیل است که مانع بدست آوردن شکر از آن با روش اوپراسیون و کریستالیزاسیون بدون انجام تصفیه مقدماتی می گردد:

۱- شربت خام حاوی مواد کلوئیدی است که در اثر حرارت منعقد شده ایجاد لخته می نمایند. تمامی این ذرات باید جدا گردند تا با کریستالهای شکر ممزوج نگردند.

۲- صاف کردن مواد معلق مذبور، بسیار مشکل است زیرا منافذ صافی را مسدود کرده و فیلتراسیون متوقف می شود و در نتیجه بدست آوردن یک شربت صاف و شفاف، غیر ممکن میگردد.

۳- چون شربت دیفوزیون راکسیون اسیدی دارد ($pH = 6-6/5$)، تبخیر مستقیم آن موجب انورسیون شدید می گردد لذا باید آن را خنثی نمود.

۴- در صورتیکه عملیات قندسازی با شربت دیفوزیون بدون تصفیه قبلی شروع شود، مواد رنگی شربت به همراه مواد رنگی زیادی که در اثر حرارت در مرحله تبخیر و پخت ایجاد می شوند به داخل دانه های شکر نفوذ می کنند.

۵- چون شربت دیفوزیون محتوی مواد کف ساز زیادی می باشد عمل تغلیظ و اوپراسیون مستقیم آن در دسر بزرگی است.

۶- وجود مواد غیر قندی محلول در شربت موجب افزایش میزان ملاس و سقوط راندمان شکر و در نتیجه ضایعات قندی می شود.

بنابراین جهت رفع مشکلات مذکور تصفیه شربت خام ضروری است.