



دهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران

دانشگاه سیستان و بلوچستان

۲۶ - ۲۴ آبان ماه ۱۳۸۴

## پتانسیل تصفیه شربت خام چغندر قند به روش میکروفیلتراسیون

سید محمد علی رضوی و وحید حکیم زاده

گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی، مشهد، صندوق

پستی ۹۱۷۷۵ - ۱۱۶۳

Email: S.Razavi@UM.ac.Ir

### چکیده

در صنعت قند مهمترین مرحله، فرآیند تصفیه یا جداسازی ناخالصی‌ها و ترکیبات غیر قندی از ساکارز به منظور دستیابی به حداکثر خلوص و کارایی است. متاسفانه فرآیند مرسوم آهک زنی - کربناتاسیون علاوه بر مصرف انرژی بالا، آلودگی‌های زیست محیطی زیادی را به دنبال دارد. بنابراین مطالعه پتانسیل تکنیکهای جدید از جمله فناوری‌های غشایی به منظور جایگزینی کامل یا جزئی روش مرسوم، افزایش کارایی تصفیه و کاهش آلودگی زیست محیطی و مصرف انرژی ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق تاثیر اختلاف فشار در عرض غشاء (در سه سطح ۱، ۱/۷۵ و ۲/۵ بار)، دمای فرآیند (در دو سطح ۳۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد) و زمان عملیات (در چهار سطح ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه) بر شار تراوه فرآیند میکروفیلتراسیون و شاخص‌های تصفیه در صنعت قند (درصد مواد جامد محلول، درصد ساکارز، درصد خلوص، سختی، کدورت و رنگ) مورد بررسی قرار گرفته است. برای انجام آزمایشات از یک سیستم پایلوتی میکروفیلتراسیون مجهز به مدول لوله‌ای با غشاء سرامیکی استفاده شده است.

نتایج بدست آمده نشان داد که در هر یک از سطوح فشار و دما، شار تراوه با گذشت زمان عملیات کاهش می‌یابد. در دمای ۳۰ درجه، با افزایش فشار عملیاتی از میزان شار تراوه کاسته شد، در حالی که برای دمای ۶۰ درجه، با افزایش فشار عملیاتی، شار تراوه نیز افزایش یافت، اگرچه شارها در دمای ۳۰ درجه بالاتر از دمای ۶۰ درجه بودند. خصوصیات شربت رقیق در روش میکروفیلتراسیون نسبت به شربت خام به مقدار قابل ملاحظه‌ای بهبود یافت، بطوری که درصد ساکارز ۱۹/۳۴٪ و خلوص ۴۹/۳۴٪ افزایش و مواد جامد محلول ۴/۹٪، سختی ۲۰/۶۴٪، کدورت ۹۹/۴۰٪ و رنگ ۴۳/۴۷٪ کاهش یافت. همچنین مقایسه شاخص‌های تصفیه در دو روش مرسوم و میکروفیلتراسیون

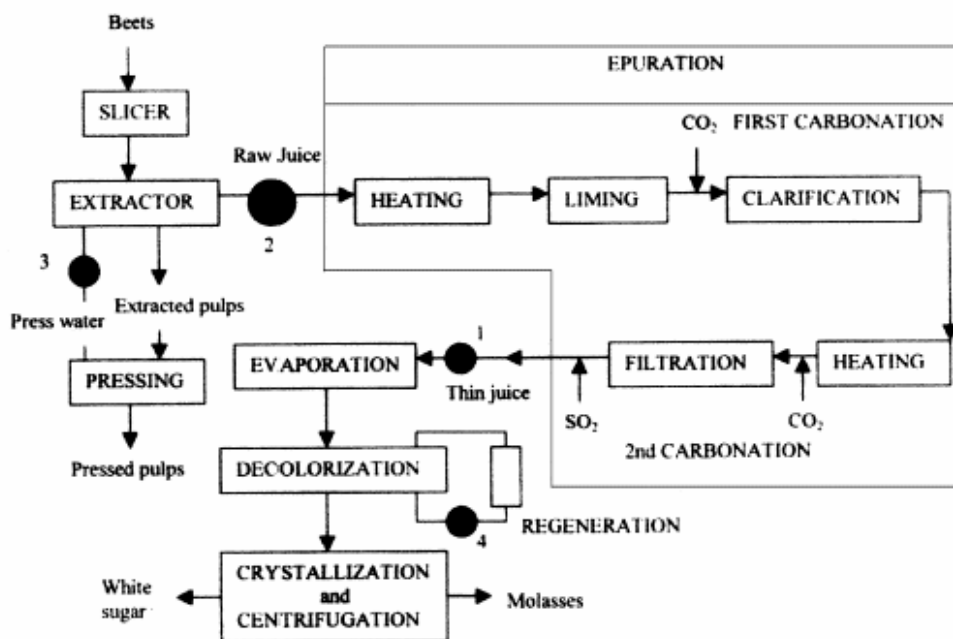
نشان داد که میزان کاهش کدورت، رنگ و سختی دو روش بسیار مشابه یکدیگر است و تنها خلوص بدست آمده در روش میکروفیلتراسیون به میزان ۲ درصد کمتر است.

واژه های کلیدی: میکروفیلتراسیون، شربت خام چغندر، شار، خلوص، کدورت و رنگ.

### ۱- مقدمه

در چند دهه اخیر فناوری های غشایی به عنوان فناوری های پاک<sup>۱</sup> و سازگار با محیط زیست کاربردهای گسترده و موفقیت آمیزی در زمینه های جداسازی، تغلیظ و تخلیص یافته اند، از اینرو به نظر می رسد فرآیندهای غشائی نظیر اولترافیلتراسیون (UF)<sup>۲</sup> و میکروفیلتراسیون (MF)<sup>۳</sup> قابلیت منحصر به فردی در قسمتهای مهم کارخانجات فرآوری شکر از جمله تصفیه شربت خام، تغلیظ شربت رقیق، رنگبری شربت رقیق و غلیظ و همچنین بازیافت آب پرس تفاله داشته باشند (شکل ۱) [۱].

هدف اصلی در مرحله تصفیه صنعت قند دستیابی به شربتی با خلوص و رنگ عالی است. شربت خام تصفیه شده به روش مرسوم (آهک زنی-کربناتاسیون) همواره محتوی باقیمانده های میکروبی و ناخالصی های درشت ملکولی نظیر دکستران است. در ضمن چربیها، نشاسته و واکسها نیز به شکل کلوئیدی وجود داشته و به شربت ظاهری سیاه و تیره رنگ داده و اثر منفی روی کیفیت محصول نهایی می گذارند [۲]. تراوه<sup>۴</sup> یا فاز عبوری از درون حفرات غشاء دارای خلوص بیشتر، ویسکوزیته و رنگ کمتری است، در نتیجه می توان به بازده بالاتر کریستالیزاسیون، صرفه جویی در انرژی بخاطر کاهش مصرف بخار در اواپراتور، افزایش ظرفیت سانتریفوژها و کریستالیزاتورها دست یافت، بعلاوه کاهش در میزان رسوبات اواپراتور به خاطر کاهش سختی شربت رقیق حاصل از فرآیند غشایی را نیز می توان به این مزیت ها افزود [۳].



شکل ۱ - شماتیک کاربرد فرآیندهای غشایی در بخش‌های مختلف فرآوری شکر (نقاط سیاه محل‌های بکارگیری فناوری‌های غشایی هستند).

مطالعات آزمایشگاهی تصفیه شربت خام و رقیق چغندر قند و نیشکر با استفاده از فناوری‌های غشایی از اوایل دهه ۸۰ میلادی آغاز شده است. Hanssen و همکارانش در سال ۱۹۸۴ UF را بعنوان جایگزینی برای تصفیه عصاره خام چغندر قند مورد استفاده قرار دادند و بدین نتیجه رسیدند که با بهره‌گیری از این فرآیند می‌توان به شربت رقیقی با کیفیت مشابه شربت رقیق تولید شده به روش تصفیه سنتی دست یافت [۴]. Mark در سال ۱۹۹۱ حذف ناخالصی‌های رنگی توسط UF از شکر خام را بررسی کرد و به این نتیجه رسید که با این روش پروتئینها، نشاسته، صمغها، کلئوئیدها و ناخالصی‌های رنگی حذف خواهد شد. او همچنین عنوان کرد با این روش می‌توان رنگ عصاره حاصل از شکر خام را به میزان ۷۵٪ کاهش داد [۱]. Lancrenon و همکارانش در سال ۱۹۹۳ کاربرد میکروفیلتراسیون با اندازه حفرات ۰/۱-۱۰ میکرومتر و اولترافیلتراسیون با اندازه حفرات ۲-۲۰۰ میکرومتر در صنعت تصفیه شربت چغندر و نیشکر را آنالیز کردند [۱].

Domier و همکارانش در سال ۱۹۹۴ شرایط بهینه فرآیند میکروفیلتراسیون عصاره نیشکر را تخمین زدند. آنها عنوان کردند که افزایش فشار و سرعت جریان عرضی در مرحله اولیه MF باعث بهبود شار پرمیت خواهد شد [۱]. Mikulasek در سال ۱۹۹۶ شرایط فرآیند و فاکتورهای موثر بر جداسازی غشایی میکروفیلتراسیون عصاره خام نیشکر را مورد بررسی قرار داد [۱]. Vern و همکارانش در سال ۱۹۹۷ فناوری‌های غشایی را آینده تصفیه قند دانسته و ادعا نمودند از طریق میکروفیلتراسیون شربت خام با غشاء سنتزی با تخلخل ۰/۲ میکرومتر چنان



خلوصی برای شربت حاصل می شود که مستقیماً کریستالیزاسیون از آن ممکن می شود [۱]. Misra و همکارانش در سال ۲۰۰۰ جهت بهبود خصوصیات عصاره شفاف شده نیشکر از UF استفاده کردند و مشاهده نمودند که بطور میانگین خلوص ۰/۷۴ واحد و رنگ ۶۰ درصد بهبود یافته است [۵]. دکتر کاغذچی و همکاران در سال ۱۳۸۰ روش اولترافیلتراسیون را برای تصفیه شربت خام نیشکر بکار بردند و نتیجه گرفتند که حدود ۹۰٪ رنگ محلول شکر با این روش کاهش می یابد، اگرچه پیشنهاد نمودند در مورد بهبود شار خروجی غشاء مطالعه بیشتری صورت گیرد [۶]. Hamachi و همکارانش در سال ۲۰۰۳ از UF جهت رنگبری از محلول نیشکر بهره برده و بدین ترتیب آنها از فرآیند غشایی به عنوان یک روش مناسب جهت حذف مواد رنگی و آسانتر شدن عملیات تصفیه یاد کردند [۷].

بررسی منابع نشان می دهد که تحقیقات انتشار یافته عموماً در خصوص کاربرد فرآیندهای غشایی برای شربت نیشکر بوده است و به نظر می رسد تاکنون تحقیقی در باره استفاده از روش MF در تصفیه شربت خام چغندر قند صورت نگرفته است. هدف از این تحقیق بررسی توانایی روش میکروفیلتراسیون در تصفیه شربت خام چغندر قند و تاثیر پارامترهای عملیاتی اختلاف فشار، دما و زمان فرآیند بر کارایی فرآیند غشایی و شاخص های تصفیه در مقایسه با روش مرسوم آهک زنی - کربناتاسیون بوده است.

## ۲ - مواد و روش ها

در این تحقیق از یک سیستم پایلوت پلنت غشایی مجهز به یک تانک تغذیه، پمپ سانتریفوژی، دبی سنج، مدول غشاء MF، دو عدد فشارسنج، مبدل حرارتی لوله ایی و شیرهای کنترل استفاده گردیده است. مشخصات فنی این سیستم غشایی در جدول (۱) آورده شده است.

برای انجام هر بار عملیات میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر قند، ابتدا سیستم با آب مقطر تحت شرایط عملیاتی مورد آزمایش برای مدت ۱۰ دقیقه به گردش درآمده تا ضمن گرم شدن سیستم پایلوتی، شار جریان آب مقطر نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. سپس تانک تغذیه سیستم غشایی با نمونه شربت خام چغندر پر شده و عملیات میکروفیلتراسیون در شرایط عملیاتی مورد نظر برای مدت زمان معینی ادامه می یافت. در انتها سیکل شستشوی سیستم مطابق دستورالعمل سازنده دستگاه صورت می گرفت. سیکل شستشو زمانی پایان می پذیرفت که اختلاف شار آب در انتهای فرآیند شستشو با شار آب در ابتدای هر بار عملیات بیش از ۵-۳ درصد نباشد، در غیر اینصورت گرفتگی غشاء بر طرف نشده و سیکل شستشو تکرار می گردید.

جدول ۱ - مشخصات فنی سیستم پایلوتی میکروفیلتراسیون

سرامیکی	جنس غشاء
لوله ایی	مدول غشاء

1. Transmembrane pressure

2. Brix

3. Pol

4. Purity (Q)

5. Turbidity

6. Ethylene Di-amine Tetra Acetic acid

7. ICOMSA



سطح موثر غشاء	۰/۲۸ متر مربع
اندازه منافذ	۰/۲ میکرومتر
دامنه فشار قابل تحمل	۱-۳ بار
دامنه دمای قابل تحمل	۱۰-۹۵ درجه سانتی گراد
دامنه pH قابل تحمل	۱-۱۱

در این مقاله اثر عوامل مختلف فرآیند نظیر اختلاف فشار در عرض غشاء (TMP)<sup>۱</sup> در سه سطح ۱، ۱/۷۵ و ۲/۵ بار، دمای عملیات در دو سطح ۳۰ و ۶۰ درجه سانتی گراد و زمان فرآیند در چهار سطح ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه بر بریکس<sup>۲</sup> (مواد جامد محلول)، پل<sup>۳</sup> (درصد ساکارز)، خلوص<sup>۴</sup>، کدورت<sup>۵</sup>، رنگ و سختی تراوه غشاء (شربت خام تصفیه شده) مورد بررسی قرار گرفت. بریکس و پل نمونه ها به ترتیب توسط رفاکتومتر دستی و پلاریمتر اندازه گیری شد. خلوص (یا کوسیان) شربت بر اساس داده های بریکس و پل طبق فرمول زیر محاسبه گردید [۳]:

$$Q = \left( \frac{Pol}{Brix} \right) \times 100 \quad (1)$$

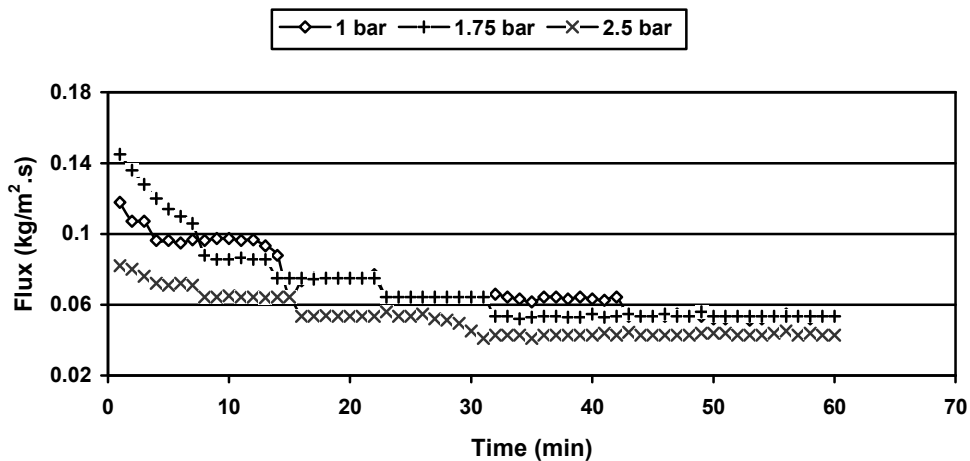
برای اندازه گیری مقدار سختی از روش تیتراسیون شربت با محلول EDTA<sup>۶</sup> در غلظت ۰/۰۲۵ مول بر لیتر طبق دستورالعمل ایکومزا<sup>۷</sup> در سال ۲۰۰۰ استفاده شد. میزان رنگ و کدورت نمونه ها نیز طبق دستورالعمل های ایکومزا در همین سال از طریق اندازه گیری مقدار جذب نور به ترتیب در طول موج های ۴۲۰ و ۷۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر جن وی<sup>۱</sup> ساخت انگلستان عمل شد [۸ و ۹].

### ۳ - نتایج و بحث

پروفیل شار- زمان فرآیند میکروفیلتراسیون شربت خام نشان می دهد که در همه سطوح فشار و دمای مورد بررسی، شار تراوه با گذشت زمان فرآیند به تدریج کاهش یافته تا اینکه به یک شار ثابت نسبتاً پایدار برسد (شکل های ۲ و ۳). علت این پدیده احتمالاً به خاطر وجود ناخالصیهای زیاد در شربت خام و تشکیل لایه پلاریزاسیون غلظت<sup>۲</sup> است که با گذشت زمان در نزدیک سطح غشاء ایجاد شده و باعث کاهش تدریجی شار تراوه می شود. همانگونه که ملاحظه می شود، سرعت و مقدار تشکیل این لایه تحت تاثیر عوامل دیگری از جمله فشار و دمای فرآیند نیز می باشد. در آزمایشات انجام شده در دمای ۳۰ درجه مشاهده گردیده است که با افزایش فشار، شار زودتر به حالت نسبتاً پایدار می رسد، به طوری که در فشار ۱ بار این حالت حدوداً از دقیقه ۲۵ به بعد، برای فشار ۱/۷۵ بار از دقیقه ۱۵ و برای فشار ۲/۵ بار از دقیقه ۸ به بعد اتفاق می افتد (شکل ۲).

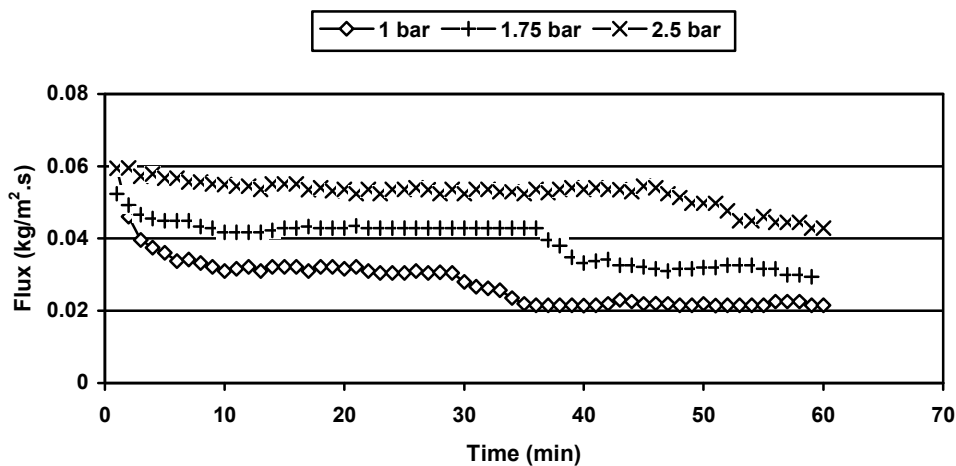
1. Jenway Ltd., U.K.

2. Concentration polarization



شکل ۲ - تغییرات دینامیکی شار تراوه میکروفیلتراسیون (شربت خام تصفیه شده) به عنوان تابعی از اختلاف فشار در عرض غشاء در دمای ثابت ۳۰ درجه سانتی گراد

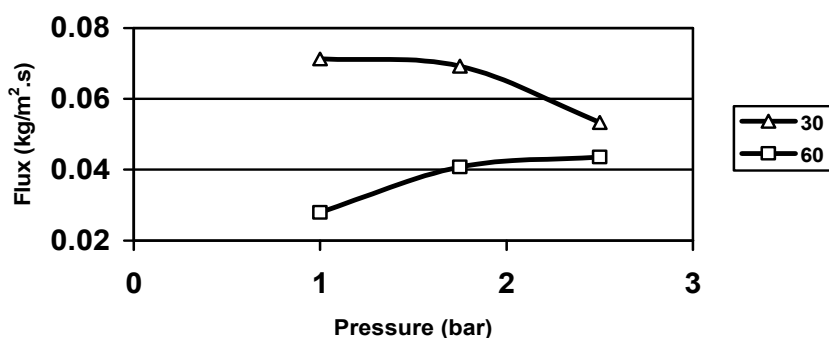
در آزمایشات انجام شده در دمای ۶۰ درجه (شکل ۳)، تغییرات کاهش شار با زمان بسیار ملایمتر اتفاق می افتد، به طوری که شار در فشارهای ۲/۵ و ۱/۷۵ بار از همان دقایق اولیه فرآیند تثبیت می شود، اما برای فشار ۱ بار بعد از حدود ۱۰ دقیقه، شار به حالت نسبتاً پایدار می رسد. احتمالاً علت این موضوع توسعه پدیده پلاریزاسیون غلظت و گرفتگی سطح غشاء از همان دقایق اولیه فرآیند می باشد. همچنین با مقایسه نمودارهای دو شکل ۲ و ۳ می توان دریافت که بالاترین شار اولیه مربوط به دمای ۳۰ درجه و فشار ۱/۷۵ بار است، اگرچه نرخ کاهش شار با زمان نیز در این شرایط شدیدتر به نظر می رسد.



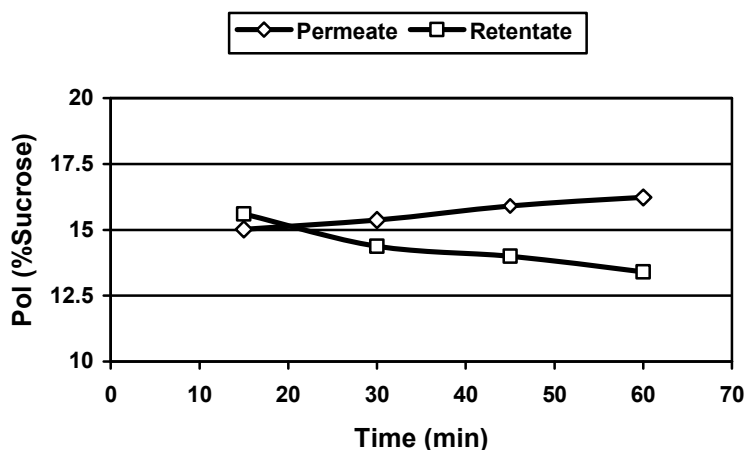
شکل ۳ - پروفیل شار-زمان فرآیند میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر قند به عنوان تابعی از سطوح مختلف فشار عملیاتی در دمای ثابت ۶۰ درجه سانتی گراد



نتایج تاثیر فشار و دمای فرآیند بر شار تراوه در حالت نسبتاً پایدار (شار در انتهای فرآیند) در شکل (۴) به خوبی نشان می دهد در دمای ۳۰ درجه با افزایش فشار عملیاتی از میزان شار تراوه کاسته می شود، در حالیکه در دمای ۶۰ درجه نتیجه عکس شده و با افزایش فشار، شار نیز افزایش یافته است. در حقیقت اینطور می توان نتیجه گیری کرد که در دمای ۳۰ درجه، افزایش فشار موجب افزایش غلظت لایه مرزی و توسعه گرفتگی شده است، اما در دمای ۶۰ درجه، به دلیل کاهش ویسکوزیته شربت، افزایش فشار تا حدی بر مقاومت لایه پلاریزاسیون غلظت غلبه نموده و نیرو محرکه فرآیند را افزایش داده است. در ضمن بالاترین شار حالت پایدار برای دمای ۳۰ درجه در دو فشار ۱ و ۱/۷۵ بار بدست آمده است. بنابراین گرفتگی در دمای ۶۰ درجه نسبت به دمای ۳۰ درجه شدیدتر بوده و این موضوع سبب شده است که بطور کلی شارها در دمای ۶۰ درجه از دمای ۳۰ درجه پایین تر باشند.



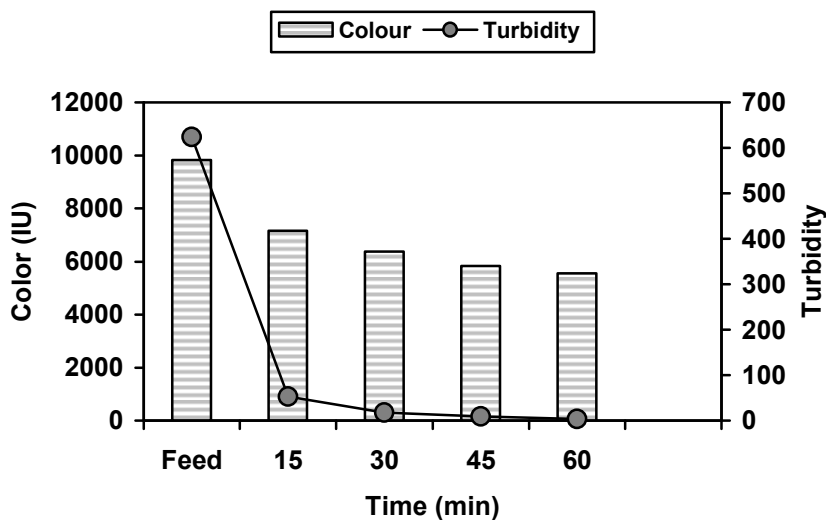
شکل ۴ - تاثیر اختلاف فشار و دمای فرآیند بر شار فرآیند میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر  
به منظور ارزیابی کارایی فرآیند میکروفیلتراسیون در تصفیه شربت خام چغندر قند می بایست شاخص های تصفیه در صنعت قند برای شربت تصفیه شده به روش MF نسب به خوراک ورودی و شربت تصفیه شده به روش مرسوم مورد مقایسه و بحث قرار گیرد. با ملاحظه روند تغییرات میزان ساکارز (پل) در دو جریان تراوه و ناتراوه (فاز باقیمانده در پشت غشاء) فرآیند میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر قند در شکل (۵) می توان دریافت که با گذشت زمان عملیات میزان ساکارز باقیمانده در پشت غشاء کاهش یافته و ساکارز بیشتری از درون غشاء عبور می نمایند. در حقیقت غشاء MF با حذف مواد کلوئیدی و ماکرومولکول های نامحلول از قبیل پروتئینها، پلی ساکاریدها، مومها و صمغها از شربت خام موجب افزایش غلظت ساکارز در فاز عبوری از درون غشاء و کاهش مواد جامد محلول آن می گردد. به دنبال این پدیده مسلماً با حذف ناخالصی از جریان تراوه و اضافه شدن ساکارز به آن به خلوص شربت تصفیه شده افزوده می شود.



شکل ۵ - تغییرات دینامیکی درصد ساکارز (پل) تراوه و ناتراوه میکروفیلتراسیون شربت خام

یکی از عوامل مهم در کیفیت شکر نهایی میزان کاهش رنگ و کدورت شربت تصفیه شده است. نتایج بدست آمده در این حالت نیز نشان می دهند که با گذشت زمان فرآیند، کدورت شربت تصفیه شده نسبت به خوراک به حدود صفر رسیده و رنگ نیز روند کاهشی قابل ملاحظه ای دارد (شکل ۶).

برای درک بهتر نتایج بدست آمده در این تحقیق، میانگین کلیه داده های مربوط به شاخصهای تصفیه شربت خام تصفیه شده به دو روش MF و مرسوم در مقایسه با داده های شربت خام تصفیه نشده در جدول (۲) آورده شده است. نتایج گواه بر این مدعا است که خصوصیات شربت خام در روش میکروفیلتراسیون نسبت به شربت خام تصفیه نشده به مقدار قابل ملاحظه و چشمگیری بهبود یافته، بطوری که پل حدود ۱۹/۳۴٪ و خلوص تقریباً ۴۹/۳۴٪ افزایش و بریکس به میزان ۴/۹٪، سختی ۲۰/۶۴٪، کدورت ۹۹/۴۰٪ و رنگ ۴۳/۴۷٪ کاهش یافته است.



1. Retentate



شکل ۶ - روند کاهش رنگ و کدورت در تراوه میکروفیلتراسیون (شربت تصفیه شده) نسبت به خوراک (شربت خام چغندر قند) در طی زمان فرآیند

جدول ۲ - مقایسه خصوصیات تراوه میکروفیلتراسیون (شربت تصفیه شده) با شربت خام چغندر قند و شربت تصفیه شده به روش مرسوم آهک زنی - کربناتاسیون\*

ویژگی ها یا شاخص های تصفیه	شربت خام چغندر قند (خوراک)	شربت تصفیه شده به روش میکروفیلتراسیون	شربت تصفیه شده به روش مرسوم
بریکس (%)	۱۹/۳۲	۱۸/۳۷	۲۲/۰۱
پل (%)	۱۳/۶۰	۱۶/۲۳	۱۹/۸۸
خلوص (%)	۵۹/۴۲	۸۸/۷۴	۹۰/۳۳
سختی (mg/l)	۱۰۱۷/۵	۸۰۷/۵	۸۰۳/۵
کدورت	۶۴۲/۵	۳/۸۳	۱۰/۶۶
رنگ	۹۸۳۴	۵۵۵۹	۴۲۰۹

\* داده ها میانگین حداقل ۵ تکرار می باشند.

مقایسه دو روش تصفیه مرسوم و میکروفیلتراسیون به خوبی تایید می کند که میزان کاهش رنگ و سختی بسیار مشابه یکدیگر است و حتی میزان کاهش کدورت نیز در روش MF بیشتر می باشد، اگرچه خلوص به میزان دو درصد کمتر بوده و این موضوع افت بیشتر ساکارز را نسبت به روش مرسوم نشان می دهد. بنابراین نتایج این تحقیق نشان می دهند با استفاده از فناوری های پاک و نوین غشایی می توان تحول شگرفی از طریق جایگزینی روش مرسوم با روش MF در زمینه های کیفیت محصول نهایی، مصرف انرژی، حذف آلاینده های شیمیایی و حفظ محیط زیست بوجود آورد، اگرچه برای دستیابی به شرایط شربت تصفیه شده در روش مرسوم و حتی بهتر از آن تحقیقات بیشتری مورد نیاز است. حتی اگر تنها به نتایج این تحقیق اکتفا شود، فرآیند MF به عنوان یک پیش فرآیند در تصفیه شربت خام قادر است در صرفه جویی انرژی مرحله تصفیه و اواپراسیون، مصرف آهک و گاز CO<sub>2</sub> مرحله تصفیه و همچنین حذف سولفیت مرحله رنگبری کمک شایانی نماید. مثلاً شاید بتوان با به کارگیری این فرآیند آهک خور اول را حذف نموده و از این طریق تحول قابل ملاحظه ای در صنعت قند بوجود آورد.

#### ۴ - منابع

1. Hinkova, A., Bubnik, Z., Kadlec, P. and Pridal, J., Potentials of separation membranes in the sugar industry, Separation and Purification Technology, 26 (2002) 101-110.
2. Balakrishnan, M., Dau, M. and Bhagat, J., Ultrafiltration for juice purification in plantation white sugar manufacture, International Sugar Journal, 102 (2000), 21-25.



3. Ghosh, A.M., and Balakrishnan, M., Pilot demonstration of sugarcane juice ultrafiltration in an India sugar factory, *Journal of Food Engineering*, 58 (2003), 143-150.
4. Hanssens, T.R., Vannispén, J.G. M., Koerts, K. and Nie, L.H.de, Ultrafiltration an alternative for raw juice purification in the beet sugar industry, *Zuckerind*, 109 (1984), 16-24.
5. Misra, S.N., Balakrishnan, M. and Ghosh, A.M., Improvement in clarified juice characteristics through ultrafiltration, *Proc. S.T.A.I.*, 62 (2000), 28-36.
۶. کاغذ چی، ط.، ذکایی آشتیانی، ف. و ذوالفقاری، ک.، کاربرد اولترافیلتراسیون در تصفیه شربت خام نیشکر، *مجله علمی امیرکبیر*، ۱۱ (۱۳۸۰)، ۴۴، ۵۶۹-۵۳۶.
7. Hamachi, M, Gupta, B.B. and Ben Aim, R., Ultrafiltration: a means for decolorization of cane sugar solution, *Separation and Purification Technology*, 30 (2003), 229-239.
8. Method GS1/3-7, The determination of raw sugar solution color, *ICOMSA* (2000).
9. Method GS8/2/3/4-9, The determination of calcium in sugar products by EDTA titration, *ICOMSA* (2000).



## The potential of microfiltration process in purification of raw sugar beet juice

Seyed M. A. Razavi and V. Hakimzadeh

Department of Food Science & Technology, University of Ferdowsi,  
Mashad PO Box: 91775-1163, Iran.

Email: S.Razavi@UM.ac.Ir

### Abstract

In sugar industry, the main stage is the purification or separation of impurities and non-sugar compounds from sucrose, which results in maximum purity. Unfortunately, the conventional liming-carbonation process involves high energy costs and environmental pollution. Therefore, it is necessary to study the modern techniques such as membrane technologies in order to complete or partial replacement of present methods, increasing purification performance, and decreasing environmental pollution/energy consumptions. In this research, the effect of transmembrane pressure, TMP (at levels of 1, 1.75 & 2.5 bar), process temperature, T (at levels of 30 & 60 °C) and operation time, t (at levels of 15, 30, 45 & 60 minute) on the permeate flux,  $J_p$  and purification indexes (Brix, Pol., Purity, Hardness, turbidity and color) have been investigated. Experiments were carried out using the pilot plant microfiltration (MF) membrane system equipped to a tubular module and a ceramic membrane.

The obtained results showed that the permeate flux at each levels of TMP and T decreases with increasing operation time. Increasing TMP at T=30°C led to decreasing the  $J_p$ , but for T=60°C, the  $J_p$  increased with increasing TMP, however the flux values for T=30°C was higher than T=60°C at all TMP levels. The thin juice characteristics improved greatly by MF process rather than raw sugar juice, as the Pol and Purity increased 19.34% and 49.34% respectively, whereas the Brix, Hardness, Turbidity, and color decreased 4.9%, 20.64%, 99.40% and 43.47% respectively as compared to the raw sugar beet juice values. Also the MF permeate purification indexes were as same the conventional limed-carbonated clarified juice in terms of turbidity, color and hardness, but the purity for MF permeate was only 2% less than conventional clarified juice.

**Keywords:** Microfiltration, Sugar beet raw juice, Flux, Purity, Turbidity, and Color.