

تأثیر متغیرهای عملیاتی بر شاخص های کارایی فرآیند میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر

وحید حکیم زاده^۱، سید محمد علی رضوی^{۲*}، میر خلیل پیروزی فرد^۳

تاریخ دریافت: ۸۶/۳/۱ - تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۴

چکیده

در این مقاله تأثیر متغیرهای عملیاتی فرآیند میکروفیلتراسیون بر شاخص های کارایی غشاء میکروفیلتر طی تصفیه شربت خام چغندر قند مورد مطالعه قرار گرفته است. طی فرآیند میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر قند، تأثیر اختلاف فشار در عرض غشاء (در سه سطح ۱، ۱/۷۵ و ۲/۵ بار)، دمای فرآیند (در دو سطح ۳۰ و ۶۰ درجه سانتی گراد) و زمان عملیات (در چهار سطح ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه) بر شار تراوه، گرفتگی، درصد دفع ساکارز و درصد دفع ترکیبات غیر ساکارزی به عنوان شاخص های کارایی غشاء مورد ارزیابی قرار گرفت. غشاء میکروفیلتر به کار رفته در این پروژه از جنس سرامیک و با مدول لوله ایی بوده که سطح موثری به اندازه ۰/۲۸ متر مربع ایجاد می کرد. اندازه متوسط منافذ غشاء ۰/۲ میکرومتر و دامنه تحمل دمایی، فشاری و pH آن به ترتیب تا ۹۵-۱۰ درجه سانتی گراد، ۳ بار و ۱-۱۱ بود. نتایج بدست آمده نشان داد که در هر یک از سطوح فشار و دما، شار تراوه با گذشت زمان عملیات کاهش می یافت. 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. در این بررسی مشاهده گردید که میزان گرفتگی در هر سه سطح اختلاف فشار عملیاتی در سطح دمایی ۶۰ درجه نسبت به ۳۰ درجه بیشتر است. میزان درصد دفع ساکارز در بهترین شرایط عملیاتی به ۳۰- درصد رسید و بهترین کارایی غشاء در مورد درصد دفع ترکیبات غیر ساکارزی نیز به ۶۵ درصد رسید.

واژه های کلیدی: شربت خام چغندر قند، میکروفیلتراسیون، شار تراوه، گرفتگی، درصد دفع ساکارز و درصد دفع ترکیبات غیر ساکارزی.

مقدمه

چغندر به روش مرسوم آهک زنی - کربناتاسیون مستلزم آلودگی زیست محیطی شدید و مصرف بالای انرژی است. علاوه بر آن عدم کنترل دقیق در مراحل افزودن آهک و گاز کربنیک می تواند باعث عدم جداسازی کامل ناخالصی ها از شربت و همچنین گسسته شدن جذب سطحی ترکیبات رنگی از کریستال های کلسیم کربنات گردد، لذا به نظر می رسد فناوری های غشائی به عنوان فناوری های پاک و

هدف اصلی در مرحله تصفیه صنعت قند دستیابی به شربتی با خلوص و رنگ عالی است. تصفیه شربت خام

۱. دانشجوی دکتری مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
۲. دانشیار، عضو هیات علمی گروه مهندسی علوم صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
۳. استادیار؛ عضو هیات علمی گروه مهندسی علوم صنایع غذایی دانشگاه ارومیه

* نویسنده مسئول مکاتبات
Email: s.Razavi@um.ac.ir

سازگار با محیط زیست کاربردهای گسترده و موفقیت آمیزی در زمینه تصفیه شربت و جداسازی ناخالصی‌ها و ترکیبات رنگی از شربت داشته باشند [۴ و ۷]. در این رابطه Lancrenon و همکارانش در سال ۱۹۹۳ کاربرد میکروفیلتراسیون با اندازه حفرات ۱۰-۰/۱ میکرومتر و اولترافیلتراسیون با اندازه حفرات ۲۰۰-۲ میکرومتر را در صنعت تصفیه شربت چغندر و نیشکر آنالیز کردند [۹]. Domier و همکارانش نیز 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 [۶]. 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 می‌شود که مستقیماً کریستالیزاسیون از آن ممکن می‌شود [۱۱]. حکیم زاده و همکاران توانایی فرآیندهای اولترافیلتراسیون و میکروفیلتراسیون را در تصفیه شربت خام چغندر قند مورد بررسی قرار دادند و شاخص تصفیه و رنگبری در صنعت قند (بریکس، پل، درجه خلوص،...) را آنالیز کردند [۱، ۲ و ۳]. هدف از این مقاله، بررسی تاثیر متغیرهای فرآیند (اختلاف فشار در عرض غشاء، دما و زمان عملیات غشایی) بر کارایی فرآیند غشایی (شار جریان، گرفتگی و درصد دفع ساکارز و ترکیبات غیر قندی) طی تصفیه شربت خام چغندر قند به روش میکروفیلتراسیون بوده است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از یک سیستم پایلوت پلنت غشایی ساخت شرکت بیوکن^۱ روسیه مجهز به یک تانک تغذیه، پمپ سانتریفوژی، دبی سنج، مدول غشاء MF، دو عدد

فشارسنج، مبدل حرارتی لوله ای و شیرهای کنترل استفاده گردیده است. مشخصات فنی این سیستم غشایی در جدول (۱) آورده شده است [۱۲]. 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^۲ 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 می‌یافت. در انتها سیکل شستشوی سیستم مطابق دستورالعمل سازنده دستگاه صورت می‌گرفت. سیکل شستشوی زمانی پایان می‌پذیرفت 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 می‌گردید [۱۲ و ۱].

جدول ۱- مشخصات فنی سیستم غشایی میکروفیلتراسیون

جنس غشاء	سرامیکی
مدول غشاء	لوله ای
سطح موثر غشاء	۰/۲۸ متر مربع
اندازه منافذ یا MWCO	۰/۲ میکرومتر
دامنه فشار قابل تحمل	تا ۳ بار
دامنه دمای قابل تحمل	۹۵-۱۰ درجه
دامنه PH قابل تحمل	۱-۱۱

در این پژوهش اثر عوامل مختلف فرآیند نظیر اختلاف

فشار در عرض غشاء (TMP) 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 شار

که pol درصد قند موجود در نمونه جریان تراوه و یا نمونه خوراک بوده که با دستگاه پلازیمتر اندازه گیری شد. همچنین Brix میزان مواد جامد محلول در هر یک از نمونه های مذکور بوده که با رفرآکومتر اندازه گیری گردید (ICOMSA).

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 ۱ و ۲). علت پایداری شار احتمالاً به خاطر وجود ناخالصیهای زیاد در شربت خام و تشکیل لایه پلاریزاسیون غلظت است که با گذشت زمان در نزدیک سطح غشاء ایجاد شده و باعث کاهش تدریجی شار تراوه می شود. همان گونه 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 ۱).

در آزمایشات انجام شده در دمای ۶۰ درجه (شکل ۲)، تثبیت شار سریعتر آغاز می شود، 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 از ابتدای فرآیند، شار به حالت نسبتاً پایدار می رسد. احتمالاً علت این موضوع توسعه لایه ژل مانند پشت غشاء و گرفتگی سطح غشاء از همان دقایق اولیه فرآیند می باشد. همچنین با مقایسه نمودارهای دو شکل ۱ و ۲ می توان دریافت که بالاترین شار

جریان تراوه^۱، گرفتگی غشاء، درصد دفع ساکارز و درصد دفع ترکیبات غیر ساکارزی به عنوان شاخص های کارایی غشاء مورد بررسی قرار گرفت. شار جریان تراوه شربت میکروفیلتر شده از طریق اختلاف وزنی شار در فواصل زمانی یک دقیقه ای (Δt) و از طریق فرمول (۱) محاسبه گردید:

$$J_p = \frac{W_2 - W_1}{\Delta t A} \quad (1)$$

که در آن J_p شار جریان تراوه بر حسب $W_1, \text{kg/m}^2\text{s}$ و W_2 وزن تراوه جمع آوری شده در زمان های t_1 و t_2 بر حسب کیلوگرم، A سطح موثر غشاء بر حسب m^2 می باشد. گرفتگی غشاء نیز که به عنوان درصد کاهش شار آب خالص در ابتدای عملیات میکروفیلتراسیون و بعد از عملیات میکروفیلتراسیون شربت (قبل از سیکل شستشو) مطرح می شود، از طریق رابطه (۲) محاسبه شد:

$$Fouling = \left(1 - \frac{J_{wf}}{J_w}\right) \times 100 \quad (2)$$

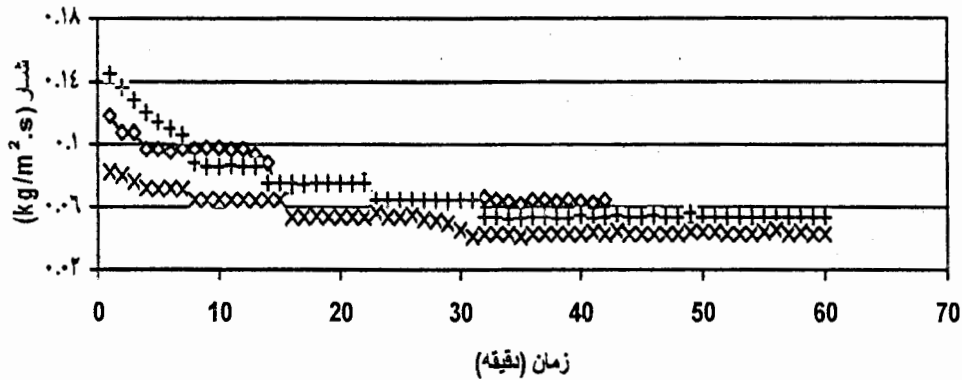
که J_{wf} میزان شار آب خالص بعد از عملیات میکروفیلتراسیون شربت خام و J_w میزان شار آب خالص قبل از عملیات غشائی است. درصد دفع ساکارز و درصد دفع ترکیبات غیر ساکارزی نیز به عنوان شاخصی از کارایی غشاء در ممانعت از عبور ساکارز و ترکیبات غیر ساکارزی از غشاء نیز از طریق رابطه های (۳) و (۴) محاسبه گردید [۴ و ۷]:

$$\text{Sugar rejection} = \left(1 - \frac{pol_{permeat}}{pol_{feed}}\right) \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Non-sugar rejection} = \left[1 - \frac{(Brix - Pol)_{permeat}}{(Brix - Pol)_{feed}}\right] \times 100 \quad (4)$$

۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ طی میکروفیلتراسیون شربت خام نیشکر با غشاء سرمایکی تحقیقاتی را روی گرفتگی انجام دادند.

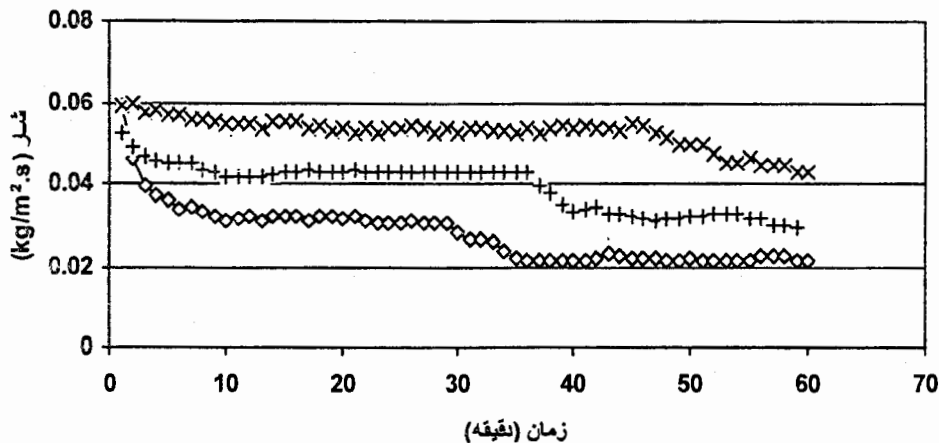
اولیه مربوط به دمای ۳۰ درجه و فشار ۱/۷۵ بار است، اگرچه نرخ کاهش شار با زمان نیز در این شرایط شدیدتر به نظر می‌رسد. در این زمینه Bubnik و همکارانش در سالهای



شکل ۱ - تغییرات دینامیکی شار تراوه میکروفیلتراسیون (شربت تصفیه شده) به عنوان تابعی از اختلاف فشار در عرض غشاء در دمای ثابت ۳۰ درجه سانتی گراد (◇، ۱ بار؛ +، ۱/۷۵ بار؛ x، ۲/۵ بار)

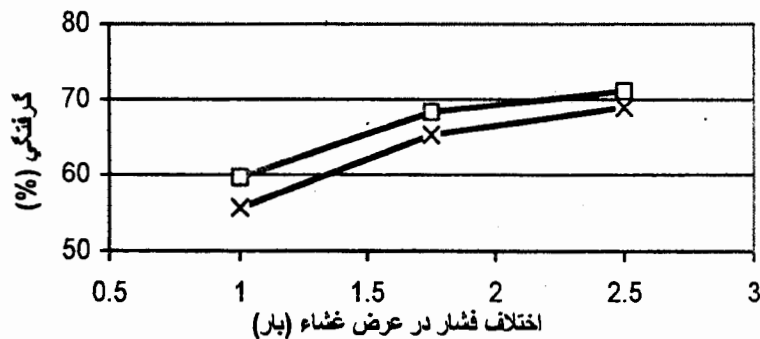
واقع تایید کننده نتایج این پروژه می‌باشد [۵]. همچنین Domier و همکارانش در سال ۱۹۹۳ طی مطالعه روی سرعت جریان و فشار بهینه گزارش کردند که افزایش اختلاف فشار در عرض غشاء (TMP) در مراحل ابتدایی فرآیند میکروفیلتراسیون شربت نیشکر شار جریان تراوه را به میزان ۲۶-۱۳ درصد بهبود می‌دهد [۶].

در این آزمایشات کاهش شار شدیدی طی فرآیند دیده شد. همچنین آنها دریافتند که افزایش دما از ۳۰ به ۶۰ درجه سانتی گراد اثر قابل ملاحظه ایی روی گرفتگی ندارد و اعلام کردند که مزیت کاهش ویسکوزیته شربت در اثر افزایش دما در برابر تجزیه شربت و افزایش هزینه تمیز کردن غشاء بواسطه گرفتگی در دمای بالاتر خنثی می‌شود که در



شکل ۲ - پروفیل شار-زمان فرآیند میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر قند به عنوان تابعی از سطوح مختلف فشار عملیاتی در دمای ثابت ۶۰ درجه سانتی گراد (◇، ۱ بار؛ +، ۱/۷۵ بار؛ x، ۲/۵ بار)

که در صد گرفتگی در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد نسبت به دمای ۳۰ درجه در هر سه فشار عملیاتی کمی بیشتر است. از اینرو می توان نتیجه گرفت افزایش دما نیز همچون افزایش فشار عملیاتی بر روی توسعه گرفتگی تاثیر دارد. مطابق با چنین نتایجی را می توان در مقاله Bubnik و همکاران ملاحظه نمود. آنها نشان دادند افزایش دما از ۳۰ درجه به ۶۰ درجه اثر قابل ملاحظه ایی روی گرفتگی ندارد، اگر چه میزان گرفتگی در دمای ۶۰ درجه نسبت به دمای ۳۰ درجه سانتی گراد بیشتر بوده است [۵].



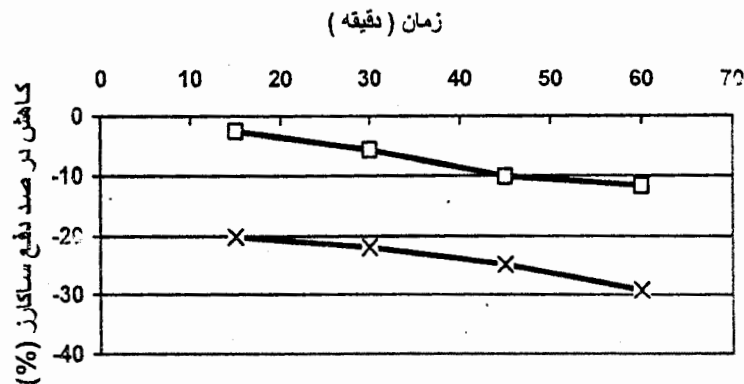
شکل ۳ - تاثیر اختلاف فشار و دمای فرآیند بر گرفتگی فرآیند میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر در حالت پایدار (x)؛ ۶۰ °C، (□)؛ ۳۰ °C

داد که در عبور ساکارز جدی را ایجاد نکرده اند. روند تغییرات درصد دفع ساکارز با گذشت زمان عملیات در هر دو سطح دمای فرآیند به صورت مشابهی تغییر کرده است اما در دمای ۳۰ درجه میزان دفع ساکارز نسبت به دمای ۶۰ درجه کمتر بوده، یعنی اینکه در دمای ۳۰ درجه ساکارز کمتری نسبت به دمای ۶۰ درجه در جریان ناتراوه باقی مانده است که علت این امر را می توان به گسترش لایه ژلی و گرفتگی در دمای ۶۰ درجه نسبت داد که ساکارز بیشتری در لابلای این لایه حاوی مواد و ناخالصی گیر افتاده و توسط غشاء بازداشته شده است. در واقع لایه ژلی تشکیل شده در سطح غشاء به منزله یک غشاء ثانویه عمل کرده و

گرفتگی غشاء یکی از شاخص هایی است که در رابطه با عملکرد فرآیند های غشائی در زمینه مورد ارزیابی قرار می گیرد. همانطور که قبلا توضیح داده شد، با گذشت زمان عملیات فرآیند میکروفیلتراسیون و حذف ترکیبات غیر قندی و ماکرومولکول ها، پدیده پلاریزاسیون غلظت و تشکیل لایه ژلی اتفاق می افتد و به مرور زمان از میزان شار شربت کاسته می شود. با ملاحظه نتایج این تحقیق در شکل (شکل ۳) می توان دریافت در هر دو دمای ۳۰ و ۶۰ درجه سانتی گراد با افزایش فشار عملیاتی، گرفتگی توسعه یافته و تشکیل لایه ژلی سریعتر شده است. همچنین دیده می شود

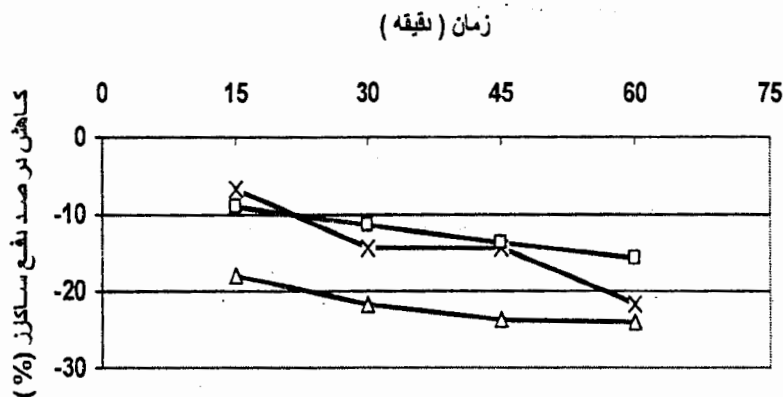
درصد دفع ساکارز نیز یکی از شاخص های مربوط به کارائی جداسازی غشاء است که میزان ساکارز دفع شده یا میزان ساکارزی را که از غشاء عبور نکرده نشان می دهد. به عبارت دیگر مبین عملکرد غشاء میکروفیلتر در نگهداری ساکارز است. شکل ۴، تاثیر دمای فرآیند را طی زمان عملیاتی بر تغییرات درصد دفع ساکارز نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود در طی میکروفیلتراسیون درصد دفع به صورت منفی بدست آمده است، یعنی اینکه میزان ساکارز جریان تراوه از میزان ساکارز موجود در ناتراوه بیشتر بوده است. دلیل این امر را می توان به بزرگ بودن منافذ میکروفیلتر در مقایسه با اندازه ملکولی ساکارز نسبت

باعث کاهش اندازه منافذ غشاء میکروفیلتر می‌شود. همچنین احتمال تجزیه ساکارز هرچند به مقدار ناچیز در دماهای بالاتر طی فرآیند وجود دارد. اثر اختلاف فشار عملیاتی بر میزان درصد دفع ساکارز به این صورت بود که فشار ۱/۷۵ بار و ۲/۵ بار روند تغییرات مشابهی را نشان دادند. اگر چه فشار ۲/۵ بار دارای کمترین



شکل ۴- تغییرات دینامیک درصد دفع ساکارز فرآیند میکروفیلتراسیون شربت خام در دو سطح دمای فرآیند (۳۰ °C، □، ۶۰ °C، ×)

میزان درصد دفع ساکارز است یا به عبارت دیگر در این فشار طی زمان عملیات کمترین میزان ساکارز در جریان ناتراوه وجود داشته است ولی در انتهای فرآیند دیده می‌شود که فشار ۱ و ۲/۵ بار دارای درصد دفع ساکارز تقریباً یکسانی هستند. (شکل ۵).



شکل ۵- تغییرات دینامیک درصد دفع ساکارز فرآیند میکروفیلتراسیون شربت خام در سه سطح اختلاف فشار عملیاتی (۱ بار: ◇، ۱/۷۵ بار: +، ۲/۵ بار: ×)

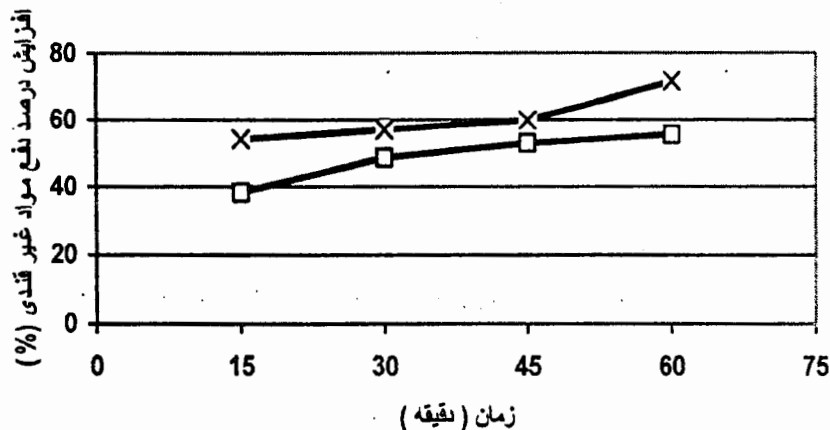
دفع ترکیبات غیر ساکارزی در هر دو دما با گذشت زمان تا حدودی به هم شبیه است (شکل ۶).

اثر اختلاف فشار عملیاتی بر درصد دفع ترکیبات غیر ساکارزی را می‌توان در شکل ۷ ملاحظه نمود. فشارهای ۱/۷۵ و ۲/۵ بار تاثیر مشابهی بر درصد دفع ترکیبات غیر ساکارزی گذاشتند اما فشار ۱ بار فقط تا زمان ۴۵ دقیقه

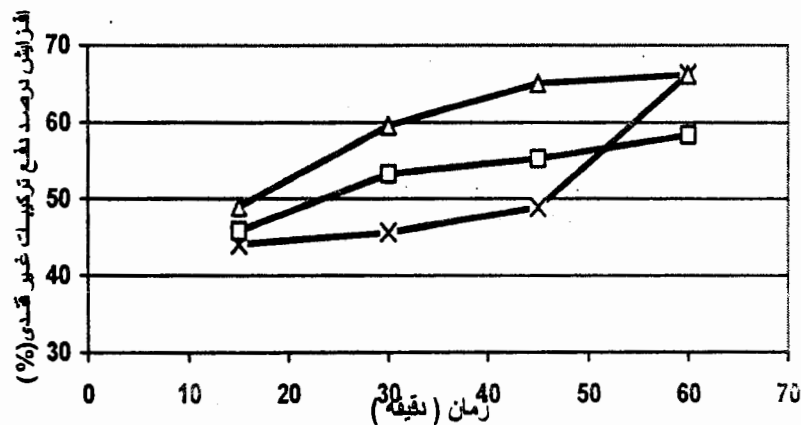
همچنین در بررسی اثر دمای عملیات بر درصد دفع ترکیبات غیر ساکارزی طی عملیات میکروفیلتراسیون مشاهده شد که دمای ۳۰ درجه نسبت به دمای ۶۰ درجه در دفع ترکیبات غیر ساکارزی موفق تر عمل کرده است یعنی اینکه ترکیبات غیرقندی بیشتری توسط غشاء بازداشته شده و در فاز ناتراوه باقی ماندند. هرچند که روند تغییرات درصد

ساکارزی فشار ۱ بار با فشار ۲/۵ بار که بین فشارهای سه گانه دارای درصد دفع بیشتری است، برابر می شود.

دارای چنین روندی بوده و بعد از این زمان موجب افزایش قابل ملاحظه ای در دفع ترکیبات غیر ساکارزی شده است به طوری که در پایان عملیات، میزان درصد دفع ترکیبات غیر



شکل ۶ - تغییرات دینامیکی درصد دفع مواد غیر ساکارزی فرآیند میکروفیلتراسیون شربت خام در دو سطح دمای فرآیند (۴۰ °C، □، ۳۰ °C، ×)



شکل ۷ - تغییرات دینامیکی دفع ترکیبات غیر قندی فرآیند میکروفیلتراسیون شربت خام در سه سطح اختلاف فشار عملیاتی (◇، یک بار؛ +، ۱/۷۵ بار؛ ×، ۲/۵ بار)

نتیجه گیری

دفع شده و بیشتر به جریان تراوه راه می یابد و بالعکس ترکیبات غیر ساکارزی به عنوان ترکیبات مضره و جلوگیری کننده از کریستالیزاسیون ساکارز به میزان بیشتری توسط غشاء نگذاشته می شوند و به جریان تراوه راه نمی یابند. همچنین در این شرایط ملاحظه می شود که شار جریان تراوه در بیشترین مقدار خود قرار داشته که بالتبع نشاندهنده گرفتگی کمتر در غشاء است.

با توجه به نتایج بدست آمده در این آزمایشات مشاهده می شود که بالاترین سطح فشار عملیاتی (۲/۵ بار) در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد بهترین نتایج را بدنبال خواهد داشت، چراکه در این شرایط، درصد دفع ساکارز به عنوان ترکیب اصلی در فرآیند تصفیه شربت چغندر، در کمترین مقدار قرار دارد و به عبارت دیگر میزان کمتری از آن توسط غشاء

منابع

۱. حکیم زاده، و.، رضوی، س.م.ع. و پیروزی فرد، خ. ۱۳۸۵، تصفیه و شفاف سازی شربت خام چغندر قند به روش میکروفیلتراسیون و اولترافیلتراسیون، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه ارومیه.
۲. حکیم زاده، و.، رضوی، س.م.ع.، پیروزی فرد، خ. و شهیدی، م.، ۱۳۸۵، بهبود کارایی فرآیند تصفیه و رنگبری تراوه میکروفیلتراسیون شربت خام چغندر قند به روش اولترافیلتراسیون، مجموعه مقالات شانزدهمین کنگره صنایع غذایی ایران، گرگان.
۳. حکیم زاده، و.، رضوی، س.م.ع.، پیروزی فرد، خ. و شهیدی، م.، ۱۳۸۵، بررسی کارایی روش‌های میکروفیلتراسیون و اولترافیلتراسیون در تصفیه و رنگبری شربت خام چغندر قند، مجله علوم و صنایع کشاورزی، ۲۰ (۵)، ۹۱-۱۰۰.
4. Balakrishnan, M., Dau, M. and Bhagat, J., *Ultrafiltration for juice purification in plantation white sugar manufacture*, *International Sugar Journal*, 102 (2000), 21-25.
5. Bubnik, K. Z., Hinkova, A. and Kadlec, P., *Cross-flow Micro and Ultrafiltration applied on ceramic membranes in impure sugar solutions*. *Czech J. Food sci.* 16 (1998) 29-32.
6. Domier, M., Decloux, M., Lebert, A., Trystram, G., *Use of experimental design to establish optimal cross-flow filtration condition*. *J. Food process Eng.* 17(1994)73-92.
7. Ghosh, A.M., Balakrishnan, M., Dau, M. and Bhagat, J.J., *Ultrafiltration of sugarcane juice with spiral wound modules: on-site pilot trails*, *Journal of Membrane Science*, 174 (2000), 205 – 216.
8. 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.
9. Lancrenon, X., Kientz, G., *Mineral memberanes for sugar industry*. *Sugar y azucar* 88(1993)39-45.
10. 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.
11. Vern, C. et al, *The beet sugar factory of the future*, *Int. Sugar J.* 97(1995)310-314.
12. UML unit, *Certificate T.084.00.00.00C, Research and production enterprise*, Biocon Company, Moscow, 1999.

Effect of operational parameters on the microfiltration performance of sugar beet raw juice

V.Hakimzadeh¹, S.M.A.Razavi^{*2}, M.Piroozifard³

Abstract

In this paper, 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, sugar rejection, non-sugar rejection and fouling as membrane performance indexes investigated. Membrane system used in this research was ceramic tubular module and it had effective area and average pore diameter of 0.28 m² and 0.2 μm, respectively. The results showed that the permeate flux at each levels of TMP and T decreased 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. In this research, it also observed that the fouling values at T=60°C were greater as compared to T=30°C at all TMP levels. Furthermore, in the best operation condition, the sugar and non-sugar rejections obtained -30% and 65%, respectively.

Keywords: Sugar beet, raw juice, microfiltration, flux, fouling, rejection

*. Corresponding Author , Email: s.Razavi@um.ac.ir

1. PhD student .Food Science and technology of Ferdowsi university of Mashhad

2. Associate Prof. of Food Science and Technology Dept. Ferdowsi University of Mashhad

3. Assistant Prof. of Food Science and Technology Dept. Uremia University