



دانشگاه گیلان

مجله علمی - پژوهشی

پژوهشهای علوم

و صنایع غذایی ایران

(نیمه اول) سال ۸۴

جلد ۱ شماره ۱

نشریه علمی - پژوهشی که سالانه دو بار توسط گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد چاپ و منتشر می شود.

## مندرجات

- ۱ مدلسازی آماری ویسکوزیته و دانسیته تراوه به عنوان تابعی از عوامل مختلف فرآیند اولترافیلتراسیون شیر  
سید محمد علی رضوی
- ۱۰ اصلاح روش تولید سنتی شیره انگور  
محمد جواد احتشامی معین آبادی، محمد حسین حداد خداپرست، محمد باقر حبیبی نجفی
- ۱۹ شناسایی آلودگیهای قارچی رب گوجه فرنگی فله در سردخانه و تعیین میزان فراوانی آنها  
امیر حسین الهامی راد، فخری شهیدی
- ۲۷ بهینه سازی عوامل مؤثر بر خصوصیات کمی و کیفی پنیر سویا (تافو)  
محسن قدس روحانی، سید علی مرتضوی، سید محمد علی رضوی، مصطفی مظاهری تهرانی
- ۳۵ بررسی اثر وارپته و زمان نگهداری بر ویژگیهای فیزیکی رب گوجه فرنگی  
محمد رضا عدالتیان، سید علی مرتضوی، منوچهر حامدی، مصطفی مظاهری تهرانی
- ۴۵ اثر اسانس های طبیعی آویشن و زنیان بر جلوگیری از رشد اسپوریلوس پارازیتیکوس در پسته  
معصومه مهربان سنگ آتش، هاشم پورآذرنگ، سید علی مرتضوی، عبدالمجید مسکوک، اشرف گوهری اردبیلی
- ۵۳ امکان سنجی تشخیص ویروس هپاتیت A (HAV) در شیر با بکارگیری تکنیک الایزا (ELISA)  
مسعود یاورمنش، سید علی مرتضوی، مهدی نصیری محلاتی، جواد بارویی

# مدلسازی آماری ویسکوزیته و دانسیته تراوه به عنوان تابعی از عوامل مختلف فرآیند اولترافیلتراسیون شیر

سید محمد علی رضوی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۸۲/۵/۵

## چکیده

ویسکوزیته و دانسیته از جمله مهمترین خواص فیزیکی برای تجزیه و تحلیل کارایی فرآیندهای غشایی و همچنین طراحی یک فرآیند غشایی جدید هستند. علاوه انرژی مورد نیاز برای پمپاژ سیال فرآیند نیز تابعی از مقدار این دو خصوصیت فیزیکی است. در این تحقیق ابتدا اثر عوامل مختلف فرآیند نظیر اختلاف فشار در عرض غشاء (۵۱، ۱۰۱، ۱۵۲، ۲۰۳، ۲۵۳ کیلوپاسکال) و درجه حرارت (۳۰، ۴۰ و ۵۰ درجه سانتیگراد) و همچنین اثر خصوصیات فیزیکوشیمیایی مانند pH (۶/۴۳، ۶/۴۵ و ۶/۴۷) و درصد چربی (۰/۰۹، ۰/۱۹، ۲/۴، ۳/۲۶ درصد) بر ویسکوزیته و دانسیته تراوه در طی فرآیند اولترافیلتراسیون شیر مورد بررسی قرار گرفت. سپس با کمک نرم افزار آماری Sigmapstat دو مدل رگرسیون چند متغیره خطی به منظور پیشگویی ویسکوزیته و دانسیته در فرآیند اولترافیلتراسیون شیر بدست آمد. نتایج تجربی نشان داد که با افزایش دمای فرآیند و درصد چربی شیر مقدار ویسکوزیته و دانسیته کاهش می‌یابد. تغییرات pH تأثیر چندانی بر ویسکوزیته و دانسیته نداشت، اما با افزایش اختلاف فشار عملیاتی رفتار دو گانه‌ای مشاهده شد، بطوری که تا فشار ۱۵۲ کیلوپاسکال مقدار دانسیته و ویسکوزیته افزایش یافت؛ ولی ادامه افزایش فشار موجب کاهش دانسیته و ویسکوزیته گشت. در ضمن نتایج مدلسازی آماری برای ویسکوزیته و دانسیته نشان داد که ویسکوزیته تنها تابعی از دما است و بین داده‌های واقعی با مقادیر پیشگویی شده توسط مدل همبستگی عالی ( $R = 0/976$ ) وجود دارد، در حالی که دانسیته وابسته به درصد چربی و دما بوده و بین داده‌های تجربی با مقادیر بدست آمده توسط مدل انتخابی همبستگی خوبی ( $R = 0/904$ ) مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: اولترافیلتراسیون؛ شیر؛ ویسکوزیته؛ دانسیته؛ تراوه و مدلسازی.

## ۱- مقدمه

است. از اینرو ویسکوزیته و دانسیته از جمله مهمترین خصوصیات فیزیکی برای طراحی یا تجزیه و تحلیل فرآیندهای غشایی هستند. شیر و فرآورده‌های لبنی از لحاظ ترکیب شیمیایی و خصوصیات رئولوژیکی بسیار متنوع می‌باشند، لذا ویسکوزیته و دانسیته به عنوان شاخص‌های مهم برای بررسی ویژگی‌های جریان و همچنین توضیح بسیاری از خواص حسی و کیفی محصول نیز حائز اهمیت‌اند. برای درک بهتر جایگاه این دو خصوصیت فیزیکی ابتدا به تعدادی از معادلات حاکم بر فرآیند اولترافیلتراسیون اشاره می‌شود (۳ و ۶).

در چند دهه گذشته فرآیند اولترافیلتراسیون (UF) کاربرد فزاینده‌ای در صنایع لبنیات به ویژه برای تغلیظ شیر و آب پنیر پیدا کرده است. کارآیی<sup>۲</sup> و هزینه یک فرآیند غشایی به شار تراوه (فاز عبوری از درون غشاء)<sup>۴</sup> و درصد دفع اجزاء<sup>۵</sup> آن بستگی دارد (۳). نوع غشاء؛ پارامترهای عملیاتی و خصوصیات سیال تعیین کننده شار جریان و غلظت اجزاء در ناتراوه<sup>۶</sup> (فاز تغلیظ شونده توسط غشاء) و تراوه می‌باشند. از طرف دیگر برای طراحی یک فرآیند غشایی جدید داشتن اطلاعات مربوط به خواص فیزیکی و مهندسی سیال ضروری

<sup>۱</sup> - عضو هیات علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. پست الکترونیکی: s.razavi@um.ac.ir

2 - Ultrafiltration  
3 - Performance  
4 - Permeate flux

5 - Rejection (or retention)  
6 - Retentate

## Regression models of viscosity and density of permeate as a function of operation parameters in ultrafiltration of milk

Razavi, S. M. A.<sup>1</sup>

### Abstract

Viscosity ( $\mu$ ) and density ( $\rho$ ) are important physical properties for analysis of membrane processes performance and for designing a new membrane process. In addition, the energy requirement for fluid pumping is depend on these two physical properties magnitude. In this study, firstly, the effects of different process factors such as transmembrane pressure (51, 101, 152, 203 and 253 kPa), temperature (30,40 and 50°C) and the effects of physico-chemical properties such as milk pH (6.67, 6.43, 6.25 and 5.97), milk fat percent (0.09, 1.19, 2.4, 3.26) on the viscosity and density of permeate have been considered. Two linear multiple regression models were then developed by Sigmastat software for prediction of  $\mu$  and  $\rho$  during milk ultrafiltration. The experimental results showed that  $\mu$  and  $\rho$  decreased as fat percent or temperature increased. pH had no considerable effect on  $\mu$  and  $\rho$ . Furthermore, increasing transmembrane pressure to 152 kPa led to an increase in both  $\mu$  and  $\rho$ , while further increasing to 253 kPa resulted in a decrease in both  $\mu$  and  $\rho$ . The statistical modeling results showed that the viscosity is only significantly depend on temperature and there was an excellent agreement between actual and predicted data ( $R=0.976$ ), whereas the density is significantly depends on both temperature and fat percent and there was a good agreement between experimental and predicted data ( $R=0.904$ ).

**Keywords:** Ultrafiltration, milk, viscosity, density, permeate and modeling.

<sup>1</sup>- Department of Food Sci. & Technology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, P. O. Box: 91775-1163, Mashhad, Iran. e-mail: s.razavi@um.ac.ir