

# تغلیظ عصاره بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) به وسیله غشای نانو فیلتراسیون

مرضیه چوپانی

تهران، دانشگاه تهران، پردیس البرز، گروه مهندسی داروسازی

فاطمه باقریان، مرضیه کریمی

اراک، دانشگاه اراک، دانشکده علوم، گروه شیمی

رضا غفارزادگان\*<sup>+</sup>

کرج، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، گروه فارماکولوژی و داروسازی

**چکیده:** گیاه بابونه از سالیان دور به علت داشتن مواد مؤثره مفید برای انسان در مصرف‌های دارویی، غذایی و آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود. هدف از تغلیظ عصاره بابونه به وسیله غشای نانو فیلتراسیون استفاده از روشی ساده، ارزان، با گزینش بهتر و بازدهی بالاتر و همچنین خودکار سازی آسان، مقیاس و زمان فرایند کوتاه‌تر، هزینه‌های پایین‌تر و شرایط بهره‌برداری بهتر است. در این پژوهش تغلیظ عصاره بابونه به روش غشا نانو فیلتراسیون در فشار و سرعت جریان متغیر بررسی شد. عصاره (۷۰/۳۰) به مقدار ۱۰۰۰ میلی‌لیتر به روش خیساندن با هم‌زدن تهیه شد، هنگام عبور عصاره مایع اثر فشار در بازه‌ی ۸-۶ بار در سرعت جریان ۱۰ متر بر ثانیه بررسی شد، با توجه به منحنی‌های شار بر حسب زمان، شار عبوری از  $14/4-21/6 (L/m^2.h)$  به  $6/02-7/8 (L/m^2.h)$  کاهش یافت. در فشار ۷ بار و سرعت جریان ۱۰-۲۰ متر بر ثانیه میزان شار از  $14/4-2 (L/m^2.h)$  به  $7/8-9 (L/m^2.h)$  رسید. غلظت ماده مؤثره آپی‌ژنین در فشار ثابت ۷ بار و سرعت جریان ۱۰-۲۰ متر بر ثانیه از  $27/46 (ppm)$  به  $10/13 (ppm)$  رسید. آپی‌ژنین که در زمره فلاونوئیدها می‌باشد و دارای ویژگی‌هایی چون ضد میکروبی، ضد اسپاسم، ضد اضطراب و ضد سرطان است در سرعت جریان ثابت ۱۰ متر بر ثانیه و فشار ۸-۶ بار غلظت از  $30/70 (ppm)$  به  $9/86 (ppm)$  کاهش یافت. کاهش غلظت و کاهش شار و افزایش بازده دفع از ۸۸-۶۵ درصد با دیدن تصویرهای گرفته شده از سطح غشا نانو فیلتراسیون در نتیجه ایجاد رسوب و گرفتگی و پدیده قطبش غلظتی در زمان انجام فرایند است. با بهبود پارامترهای غشا از جمله فشار و سرعت جریان و از بین بردن رسوب و گرفتگی در سطح غشا، می‌توان شار عبوری را افزایش داده و بازده دفع را کاهش داد.

**واژه‌های کلیدی:** بابونه؛ غشای نانو فیلتراسیون؛ آپی‌ژنین؛ تغلیظ؛ شار؛ خیساندن با هم‌زدن.

**KEYWORDS:** Chamomile; Nano filtration membrane; Apigenin; Concentration; Flow rate; Percolation.

+E-mail: reza.ghafary@yahoo.com

\*عهدہ دار مکاتبات

**مقدمه**

گیاه بابونه گیاهی شناخته شده توسط انسان و از پرمصرفترین گیاهان دارویی در خاورمیانه، آمریکای شمالی و استرالیا و کشورهای آفریقایی است که با توجه به مواد مؤثره گوناگون موجود در این گیاه، کاربرد آن در صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی و مواد غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است [۱]. برای کاهش درد دندان و درد گوش، کاهش حساسیت، تسکین درد، درمان اضطراب و افسردگی از گل بابونه استفاده می‌شود [۲، ۳]. همچنین این گیاه، ضد تشنج، آرام‌بخش، ضدالتهاب بوده و در درمان زخم‌معدة و بهبود اسپاسم نیز مؤثر است و به‌عنوان پمادی برای کاهش تورم، درمان عفونت و آبرسه به کار می‌رود [۴].

بنابراین با توجه به اهمیت دارویی این گیاه و کاربرد گسترده آن، عصاره گیری از آن فرایندی دارای اهمیت است. روش‌های گوناگونی برای عصاره گیری گیاهان دارویی وجود دارد که نانو فیلتراسیون فرایند غشایی جدیدی است که ویژگی‌های آن بین فرایندهای اسمز معکوس و اولترافیلتراسیون قرار دارد و در اختلاف فشار پایین (۲۰-۵) بار قابل استفاده می‌باشد. در واقع نانو فیلتر، یک غشای پلیمری بسیار نازک با حفره‌های نانو (۱۰-۱) نانومتر است که قابلیت جداسازی اجزای یک محلول از همدیگر و یا از حلال را دارد. نکته دارای اهمیت در مورد نانو فیلترها نسبت به سایر غشاها، قدرت انتخاب گری در حذف یونهاست [۵، ۶]. غشاهای نانو فیلتراسیون به طور معمول از دو لایه تشکیل می‌شود. لایه نازک و متراکم عمل جداسازی و لایه محافظ، عمل حفاظت در برابر فشار سامانه را انجام می‌دهد [۷-۹].

با توجه به اهمیت عصاره‌گیری از بابونه، آنچه که در این پژوهش انجام شده، تهیه پودر گل بابونه، سپس عصاره‌گیری به وسیله عصاره (۷۰/۳۰) آبی-الکلی توسط خیساندن با هم‌زدن، خارج کردن اتانول موجود در عصاره و بررسی پارامترهای فشار و سرعت جریان گذری بر شار عبوری از غشا نانو فیلتراسیون، تعیین میزان درصد بازگشت، تعیین اثر پارامترهای نهایی توسط دستگاه HPLC می‌باشد.

**بخش تجربی****مواد شیمیایی**

پودر گل بابونه شیرازی، اتانول خریداری شده از Merck می‌باشد، آب مقطر، غشای نانوفیلتراسیون شرکت Dow Film tech.

فسفریک اسید، آب مقطر، پتاسیم فسفات، استونیتریل، متانول، هیدروکلریک اسید، و محلول استاندارد آپی ژنین

**تجهیزات**

پرکولاتور، ترازو وزن‌سنجی، دستگاه KNAUER HPLC، مخزن دو لیتری، پمپ دیافراگم، شیر قطع و وصل جریان، مدول غشایی، pH متر، بالن، استوانه مدرج، پی‌پت، بشر وسایل لازم در این مطالعه می‌باشد.

**روش کار**

۵۰۰ گرم پودر همگن گل بابونه شیرازی تهیه شد، سپس با روش خیسادن با هم‌زدن عصاره مایع (۷۰/۳۰) اتانولی به‌صورت زیر به دست آمد:

۵۰ گرم از پودر نمونه گیاهی بابونه را داخل دکانتور ریخته شد و سپس مرحله‌به‌مرحله به آن اتانول ۷۰ درصد به مقدار ۵۰۰ میلی لیتر افزوده شده و برای عصاره‌گیری ۷۲ ساعت زمان صرف شد تا گیاه به طور کامل خیسانده شود و بیش‌ترین مواد مؤثره درون اتانول حل شود. پس از عصاره‌گیری، جداسازی عصاره از حلال به وسیله دستگاه پمپ خلأ یا روتاری (تقطیر در خلأ) انجام شد، این رویه دوباره ادامه پیدا کرد تا زمانی که ۵۰۰ میلی‌لیتر عصاره بابونه تهیه شد [۱۰].

در این پژوهش از یک سامانه غشایی (NF)<sup>(۱)</sup> برای جداسازی استفاده شد [۱۱]. بعد از آماده‌سازی سامانه، ابتدا عصاره مایع به نسبت ۱/۴ با آب مقطر رقیق شد، سپس عصاره رقیق‌شده بعد از عبور از فیلتر وارد مخزن ذخیره ۲ لیتری شده و توسط یک پمپ به سمت غشا نانو فیلتراسیون هدایت شد، جریان به صورت متقاطع بوده و فشار آن بوسیله فشارسنج بین ۶ تا ۸ بار کنترل شد و سرعت جریان بین ۱۰ تا ۲۰ متر بر ثانیه متغیر بود. فرایند در دو حالت جریان ثابت و فشار متغیر، و فشار متغیر و جریان ثابت بررسی شد. در پایان فرایند جداسازی توسط غشای نانوفیلتراسیون از سطح غشا تصویر SEM گرفته شد که رسوب مولکول‌های آلی و گرفتگی غشا در آن قابل دیدن است.

با توجه به این‌که هدف تغلیظ عصاره بابونه است، پس از عصاره‌گیری اولیه به روش خیساندن با هم‌زدن، میزان غلظت ماده مؤثره آپی ژنین به روش HPLC<sup>(۲)</sup> در فشار ثابت و جریان متغیر و نیز در جریان ثابت و فشار متغیر به دست آورده شد [۱۲]. برای این منظور

(۱) Nano Filtration (NF)

(۲) High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

جدول ۱- شرایط دستگاه کروماتوگرافی.

مدل دستگاه HPLC	KNAUER
نوع ستون	C16
طول ستون	۲۵cm
قطر داخلی ستون	۰/۴۶Cm
پمپ	KNAUER-K1۰۰۱

$$Y = 160/7X + 306/4 \quad (2)$$

که در آن X غلظت آپی ژنین و Y سطح زیر منحنی می‌باشند. نمودار ۱ و نمودار ۲ و نمودار ۳ نمودار کروماتوگرام آپی ژنین در غلظت‌های ۲ و ۴ و ۸ میلی گرم بر میلی لیتر می‌باشند. از این نمودار کالیبراسیون برای محاسبه‌ی غلظت آپی ژنین و همچنین عصاره عبوری از غشای نانو فیلتراسیون در هر دو حالت فشار ثابت و سرعت جریان عبوری از غشا متغیر، و سرعت جریان ثابت و فشار متغیر استفاده شد.

مقدار آپی ژنین اولیه از عصاره (۷۰/۳۰) بابونه توسط دستگاه HPLC، و با توجه به سطح زیر نمودار ۴ و با استفاده از معادله (۲) در فاصله زمانی ۶ تا ۷ دقیقه، ۰/۳۵۶ میلی گرم بر میلی لیتر به دست آمد.

### نتیجه‌های به دست آمده از عبور عصاره بابونه از غشا در حالت جریان ثابت و فشار متغیر

در این حالت جریان ۱۰ متر بر ثانیه و فشارها را به ترتیب ۶ و ۷ و ۸ بار در نظر گرفته شده و میزان شار عبوری از غشا در زمان‌های بین (۲۰-۱) دقیقه توسط معادله (۳) به دست می‌آید (شایان ذکر است که عصاره را به صورت مایع وزن شد و خشک نشده است):

$$J = \frac{W_2 - W_1}{t \times A} \quad (3)$$

W1: وزن خوانده شده در زمان t1 برحسب kg

W2: وزن خوانده شده در زمان t2 برحسب kg

t: فاصله زمانی بین خواندن دو وزن W1 و W2 برحسب ساعت

A: سطح غشا برحسب m<sup>2</sup>

مقدار ۱/۵ گرم از پودر بابونه با ۸۰ میلی‌لیتر متانول به مدت یک ساعت در حال هم زدن بازچرخانی شد سپس محلول بالن تا دمای محیط سرد و از کاغذ صافی عبور داده شد. مقدار ۲۵ میلی‌لیتر از این محلول با ۵ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید ۲ مولار به مدت ۲۵ دقیقه بازچرخانی شد. پس از آن، بالن بازچرخانی سرد و PH آن با هیدروکلریک اسید به ۶/۲-۵ رسید. محلول با متانول به حجم ۵۰ رسانیده و صاف شد سپس ده میلی‌لیتر محلول صاف شده اول دور ریخته شد و باقی‌مانده استفاده شد. پس از تهیه نمونه آن را در درون ظرف‌های ویژه و در محل تزریق نمونه در دستگاه قرار داده و نمونه توسط سرنگ در حدود ۵ تا ۵۰۰ میکرومتر تزریق می‌شود. سپس نمونه همراه با فاز متحرک وارد ستون کروماتوگرافی با طول ۳۰-۱۰ سانتی‌متر شده که این ستون غیرقطبی است. پس از ورود نمونه به ستون، براساس قطبی بودن، اجزای نمونه در زمان‌های گوناگونی جدا می‌شوند که این جدا شدن اجزا بستگی به نوع آشکارساز دارد که در این دستگاه آشکارساز UV باطول موج ۳۳۵ نانومتر می‌باشد. در جدول ۱ ویژگی‌های دستگاه طیف‌سنجی آورده شده است.

### نتیجه‌ها و بحث

نتیجه‌های به دست آمده از عبور عصاره بابونه از غشا در حالت جریان ثابت و فشار متغیر و دیگری در جریان متغیر و فشار ثابت بررسی شد.

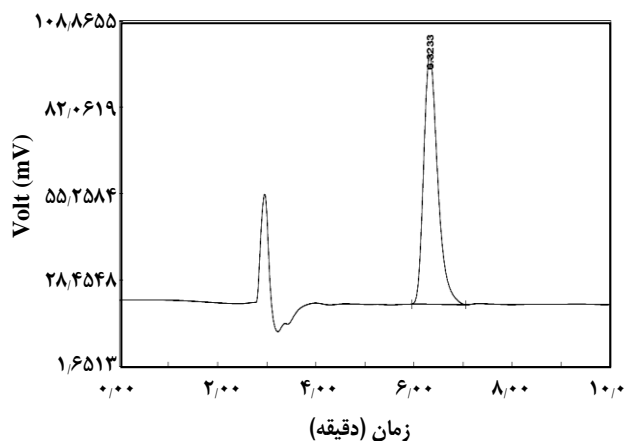
در ادامه پس از اندازه‌گیری شار عبوری از غشا در حالت‌های اول و دوم و بعد از آن نیز اندازه‌گیری غلظت آپی ژنین در دو حالت، میزان بازده دفع نیز طبق معادله (۱) در این دو حالت به دست آورده شد:

$$R(\%) = \left\{ 1 - \frac{C_P}{C_F} \right\} \times 100 \quad (1)$$

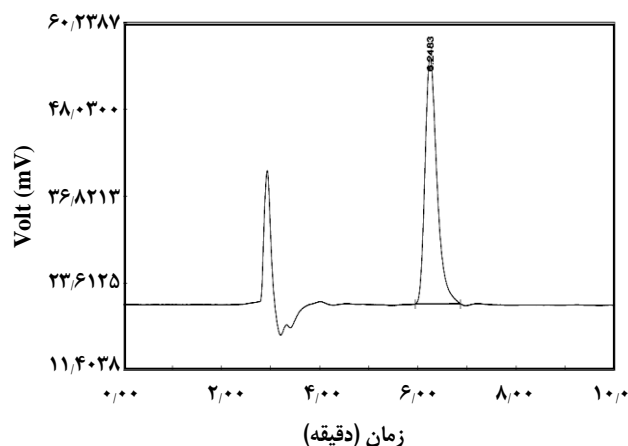
C<sub>P</sub>: غلظت نمونه

C<sub>F</sub>: غلظت خوراک

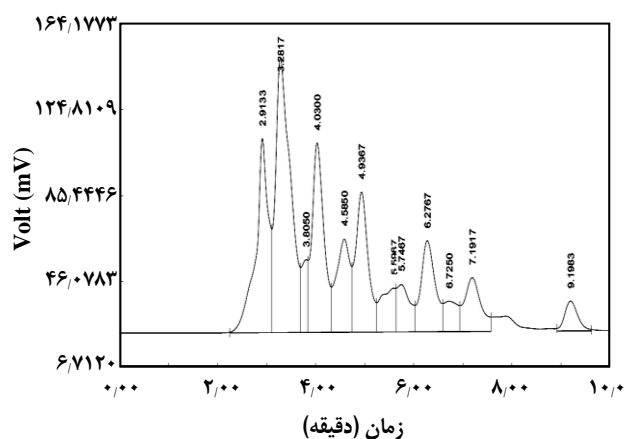
برای اندازه‌گیری غلظت آپی ژنین عصاره بابونه، ابتدا محلول استاندارد آپی ژنین با سه غلظت ۲ و ۴ و ۸ میلی‌گرم بر میلی لیتر تهیه شد، و در هر غلظت نمودار کروماتوگرام (توسط تزریق محلول استاندارد به دستگاه کروماتوگرافی) به دست آمد. رسم نمودار سطح برحسب غلظت محلول استاندارد آپی ژنین رابطه کالیبراسیون استاندارد به صورت زیر به دست می‌آید:



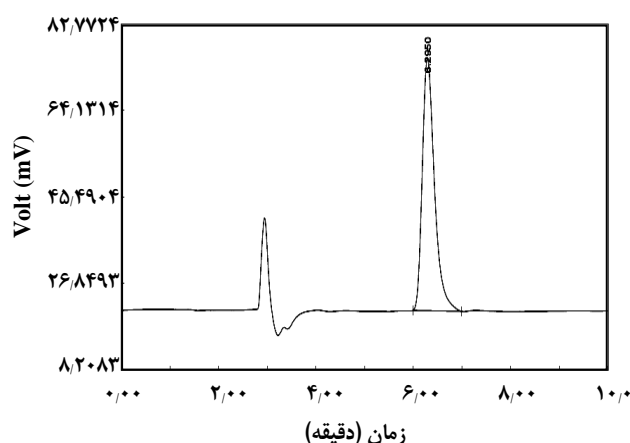
نمودار ۳- نمودار طیف استاندارد آبی زئین با غلظت ۸ میلی گرم بر میلی لیتر.



نمودار ۱- نمودار طیف استاندارد آبی زئین با غلظت ۲ میلی گرم بر میلی لیتر.



نمودار ۴- نمودار طیف عصاره بابونه.



نمودار ۲- نمودار طیف استاندارد آبی زئین با غلظت ۴ میلی گرم بر میلی لیتر.

و بازده دفع<sup>(۱)</sup> با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد و با افزایش سرعت جریان عرضی از ۲۰-۱۵ متر بر ثانیه در فشار ثابت از ۶۹٪ به ۸۸٪ افزایش یافت.

با توجه به نتیجه‌های به دست آمده از جدول ۲ بازده دفع با افزایش فشار از ۶ تا ۸ بار به دلیل ایجاد رسوب مولکول‌های آلی، مانع عبور مولکول‌های دیگر از غشا شده و از (۶۵ به ۸۸) درصد افزایش می‌یابد.

در پژوهش مدائنی و همکاران بازده دفع محلول آبی شیرین بیان در طول عمل فیلتراسیون در فشار (۶ تا ۱۴) بار از ۹۳/۴ تا ۹۹/۴ درصد افزایش یافت، افزایش بازده دفع به دلیل ایجاد رسوب مولکول‌های آلی و جلوگیری از عبور مولکول‌ها از غشا است.

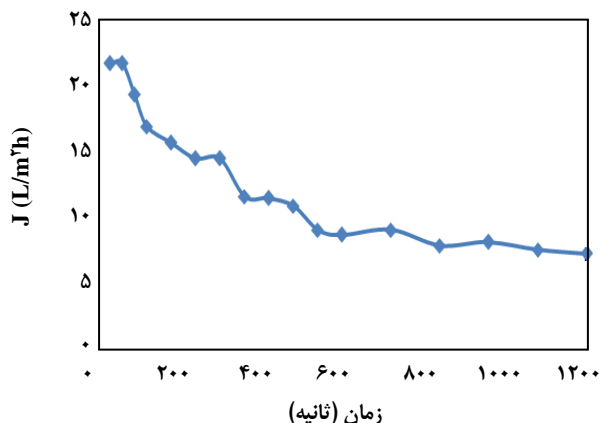
(۱) Rejection

### نتیجه‌های به دست آمده از عبور عصاره بابونه از غشا در حالت فشار ثابت و جریان متغیر

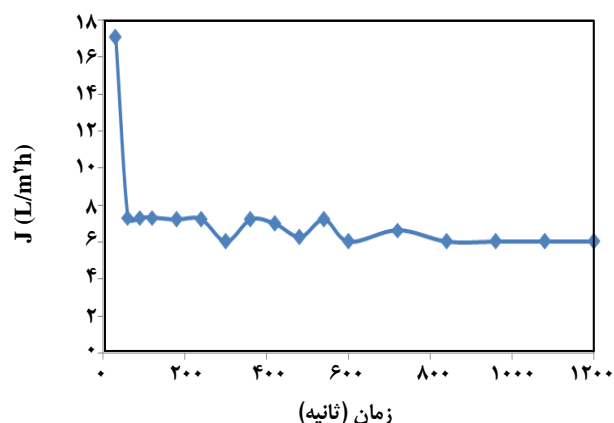
در این حالت فشار را ثابت و برابر با ۷ بار در نظر گرفته و در جریان‌های به ترتیب ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ متر بر ثانیه میزان شار عبوری را در زمان‌های بین (۲۰-۱) دقیقه توسط معادله (۳) به دست می‌آید.

### اثر سرعت جریان عرضی خوراک بر شار:

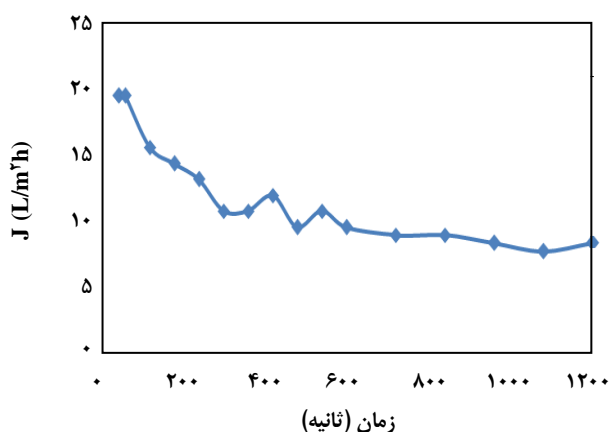
شار عبوری با ثابت ماندن فشار در زمان ۱۲۰ ثانیه و با افزایش سرعت جریان عرضی از (۲۰ - ۱۰) متر بر ثانیه از ۸/۴ به ۱۷/۹ افزایش می‌یابد افزایش سرعت جریان عرضی باعث ایجاد تلاطم و کاهش قطبش غلظتی می‌شود که در نتیجه شار افزایش می‌یابد [۱۳].



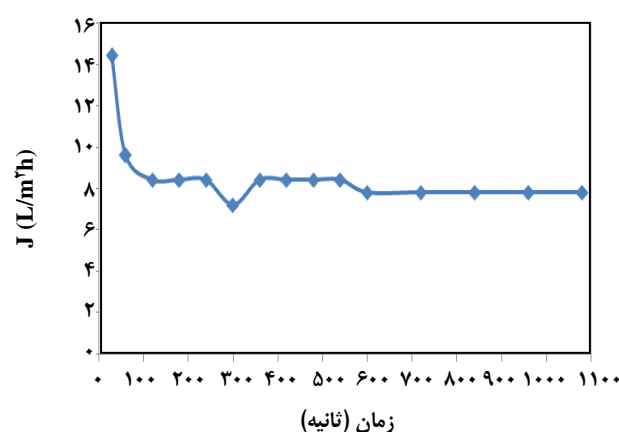
نمودار ۷- نمودار شار بر حسب زمان در فشار ۸ بار و سرعت جریان ۱۰ متر بر ثانیه (غلظت آبی ژئین در این حالت ppm ۹/۸۵ به دست آمد).



نمودار ۵- نمودار شار بر حسب زمان در فشار ۶ بار و سرعت جریان ۱۰ متر بر ثانیه (غلظت آبی ژئین در این حالت ppm ۳۰/۷۰ به دست آمد).



نمودار ۸- نمودار شار بر حسب زمان در اختلاف فشار ۷ بار و سرعت جریان ۱۵ متر بر ثانیه (غلظت آبی ژئین در این حالت ppm ۱۳/۲۱ به دست آمد).



نمودار ۶- نمودار شار بر حسب زمان در اختلاف فشار ۷ بار و سرعت جریان ۱۰ متر بر ثانیه (غلظت آبی ژئین در این حالت ppm ۲۷/۴۶ به دست آمد).

### نتیجه‌گیری

نتیجه‌های پژوهش نشان داد که با افزایش فشار از ۶ تا ۸ بار، شار عبوری در سرعت جریان ۱۰ متر بر ثانیه از  $7/31 \text{ L/m}^2\text{h}$  به  $16/8 \text{ L/m}^2\text{h}$  رسید. افزایش فشار باعث عبور مایع از غشا شده و در نتیجه شار عبوری را زیاد کرد. همچنین در فشار ۷ بار و سرعت جریان ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر بر ثانیه شار عبوری از  $8/4 \text{ L/m}^2\text{h}$  به  $17/99 \text{ L/m}^2\text{h}$  افزایش یافت.

بعد از نانو فیلتراسیون در واقع عصاره تغلیظ شده است از آنجایی که غلظت اولیه عصاره در فاصله زمانی ۶ تا ۷ دقیقه،  $0/356$  میلی گرم بر میلی لیتر به دست آمد. و در حالتی که فشار

در این پژوهش با توجه به جدول ۲ بازده دفع عصاره بابونه با افزایش فشار از ۶ تا ۸ بار از ۶۵ تا ۸۸ درصد افزایش یافت.

در پژوهش *ملائتی* و همکاران با تغییر سرعت جریان از  $0/25$  تا  $0/5$  متر بر ثانیه، بازده دفع را از  $95/6$  تا  $99/6$  درصد افزایش یافت. در این پژوهش نیز بازده دفع با تغییر سرعت از ۱۰ تا ۲۰ متر بر ثانیه، بازده دفع از ۶۹ تا ۸۸ درصد افزایش یافت.

در پایان فرایند جداسازی توسط غشای نانوفیلتراسیون، از سطح غشا تصویر SEM<sup>(۱)</sup> گرفته شد. همان گونه که در شکل‌های ۱ و ۲ دیده می‌شود رسوب مولکول‌های آلی و گرفتگی غشا در آن قابل دیدن است [۱۴].

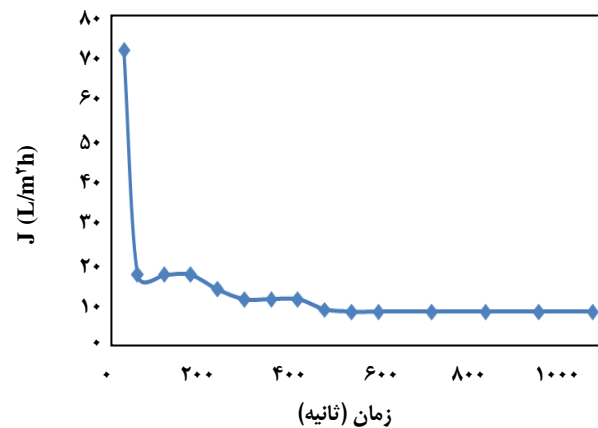
(۱) Scanning Electron Microscopy

جدول ۲- محاسبه بازده دفع.

غلظت خوراک (ppm)	P(bar), V(m/sec)	غلظت نمونه (ppm)	بازده دفع (درصد)
۸۹	فشار ۷ و سرعت جریان ۱۰	۲۷/۴۶	۶۹
۸۹	فشار ۶ و سرعت جریان ۱۰	۳۰/۷	۶۵
۸۹	فشار ۸ و سرعت جریان ۱۰	۹/۸۵	۸۸
۸۹	فشار ۷ و سرعت جریان ۱۵	۱۳/۲۱	۸۵
۸۹	فشار ۷ و سرعت جریان ۲۰	۱۰/۱۳	۸۸

از بیشترین سرعت جریان و بیشترین فشار استفاده کرد تا شار افزایش، و گرفتگی در سطح غشا کاهش یابد. برای رفع گرفتگی شستن به صورت وارون کاربرد دارد. پیش از هر عملیات جداسازی باید سیستم با آب مقطر و مواد شیمیایی شستشو داده شود تا برای مرحله بعد آماده شود. این سیال می‌تواند خود جز تراوش کرده، آب، هوا یا مواد شوینده قلیایی باشد که با عبور معکوس از میان حفره‌ها باعث جدا شدن لایه‌های چسبیده به دهانه حفره‌ها می‌شود.

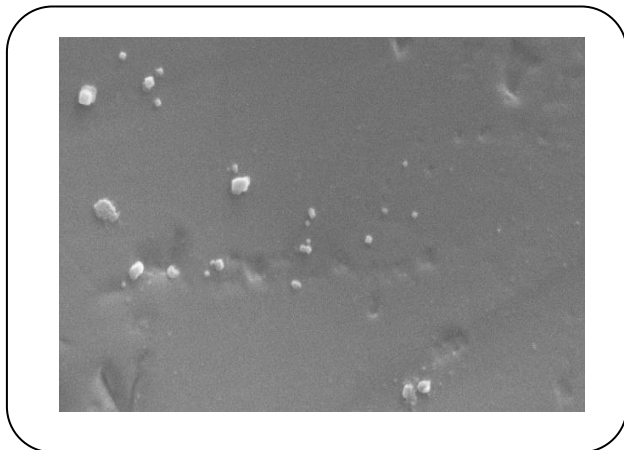
باگذشت زمان با افزایش شار و سرعت جریان عبوری بازده دفع آپی‌ژنین عصاره بابونه افزایش یافت، دلیل آن ایجاد رسوب در سطح غشا و افزایش ضخامت لایه پلاریزاسیون غلظت است. غلظت ماده مؤثره آپی‌ژنین در محلول خروجی از غشا با افزایش فشار از ۶ تا ۸ بار و افزایش سرعت جریان از ۱۰ تا ۲۰ متر بر ثانیه کاهش پیدا کرد، در نتیجه کاهش غلظت باعث ایجاد لایه پلاریزاسیون غلظتی و رسوب در سطح غشا شد و میزان بازده دفع افزایش و شار عبوری به مرور زمان کاهش یافت و از انجامی که ماده مؤثره آپی‌ژنین بایستی با افزایش فشار و افزایش سرعت جریان عبوری افزایش یابد در صورتی که در این پژوهش کاهش یافته است که نیاز به از بین بردن رسوب و لایه پلاریزاسیون غلظتی که با افزایش شدت جریان جداسازی و همچنین بازده جداسازی تجمع ذره‌های دفع شده در نزدیکی سطح غشا به حدی بالا می‌رود که انتقال جرم وارون ذره‌های دفع شده به سمت توده سیال باعث مقاومت در برابر جریان اصلی می‌شود و بدین ترتیب قطبش غلظتی در نزدیکی سطح غشا ایجاد می‌شود. که سبب کاهش میزان تراوش از غشا و انتخاب آن می‌شود و در نتیجه کارایی غشا را کاهش می‌دهد. زیرا از عبود ماده مؤثره از غشا جلوگیری می‌نمایند می‌توان با بهینه کردن فشار و سرعت جریان این مشکل را برطرف نمود.



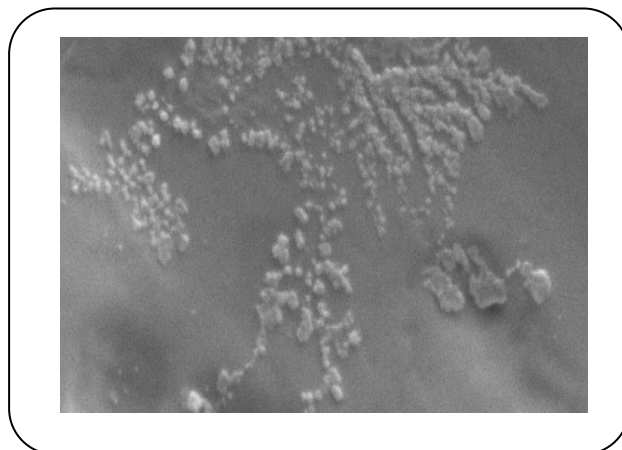
نمودار ۹- نمودار شار بر حسب زمان در فشار ۷ بار و سرعت جریان ۲۰ متر بر ثانیه (غلظت آپی ژنین در این حالت ۱۰/۱۳ ppm به دست آمد).

۷ بار و سرعت جریان ۱۰ متر بر ثانیه غلظت آپی‌ژنین بابونه ۲۷/۴۶ ppm، و در حالتی که فشار ۶ بار و سرعت جریان ۱۰ متر بر ثانیه غلظت آپی‌ژنین بابونه ۳۰/۷۰ ppm، مقدار آپی‌ژنین بابونه در فشار ۸ بار و سرعت جریان ۱۰ متر بر ثانیه ۹/۸۵ ppm، مقدار آپی‌ژنین بابونه در فشار ۷ بار و سرعت جریان ۱۵ متر بر ثانیه ۱۳/۲۱ ppm و نیز مقدار آپی‌ژنین بابونه در فشار ۷ بار و سرعت جریان ۲۰ متر بر ثانیه ۱۰/۱۳ ppm با توجه به مقایسه مقادیرهای به دست آمده غلظت آپی ژنین عصاره اولیه با مقادیرهای به دست آمده در فشار و سرعت جریان متفاوت به این نتیجه می‌رسیم که عصاره تغلیظ شده است.

ایجاد درهمی در جریان و افزایش سرعت جریان، فرصت کافی برای ایجاد رسوب، تجمع و جذب ذره‌های کوچک روی حفره‌های غشا را از بین می‌برد. که سبب افزایش شار و کاهش گرفتگی غشا می‌شود. برای افزایش شار عبوری باید



شکل ۲- رسوب غشا نانوفیلتراسیون در فشار ۷ بار و سرعت جریان ۱۰ متر بر ثانیه.



شکل ۱- رسوب غشا نانوفیلتراسیون در فشار ۸ بار و سرعت جریان ۱۰ متر بر ثانیه.

W وزن، kg  
t زمان، h  
C غلظت، ppm  
P فشار، bar

### قدردانی

نویسندگان مقاله از جناب آقای دکتر ضرغامی و سرکار خانم دکتر زمانی پدram به جهت راهنمای هایشان تشکر و قدردانی می‌نمایند.

### علایم

مساحت غشاء، m<sup>2</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۰

A

### مراجع

- [1] Koehn F.E., Carter G.T., [The Evolving Role of Natural Products in Drug Discovery](#), *Nat. Rev. Drug Discov.*, 4(3): 206-220 (2005).
- [2] Anderson C., Lis-Balchin M., Kirk-Smith M., [Evaluation of Massage with Essential Oils on Childhood Atopic Eczema](#), *Phytother. Res.*, 14(6): 452-456 (2000).
- [3] Wilkinson S., Aldridge J., Salmon I., Cain E., Wilson B., [An Evaluation of Aromatherapy Massage in Palliative Care](#), *Palliat. Med.*, 13(5): 409-417 (1999).
- [4] Fidler P., Loprinzi C.L., O'Fallon J.R., Leitch J.M., Lee J.K., Hayes D.L., Novotny P., Clemens-Schutjer D., Bartel J., Michalak J.C., [Prospective Evaluation of a Chamomile Mouthwash for Prevention of 5-FU Induced Oral Mucositis](#), *Cancer*, 77(3): 522-525 (1996).
- [5] Carnat A., Carnat AP., Fraisse D., Ricoux L., Lamaison J.L., [The Aromatic and Polyphenolic Composition of Roman Camomile Tea](#), *Fitoterapia*, 75(1): 32-38 (2004).
- [6] Babenko NA., Shakhova EG., [Effects of Chamomillarecutita Flavonoids on Age-Related Liver Sphingolipid Turnover in Rats](#), *Exp. Gerontol.*, 41(1): 32-39 (2006).

- [7] Petersen R.J., [Composite Reverse Osmosis and Nanofiltration Membranes](#), *J. Membr. Sci*, **83**(1): 81–150 (1993).
- [8] Bowen W., R., Mohammad A., W., Hilal. N., [Characterization of Nanofiltration Membranes for Predictive Purposes -Use of Salts, Uncharged Solutes and Atomic Force Microscopy](#), *J. Membrane.Sci*, **126**(1): 91-105 (1997).
- [9] Eriksson P., [Nanofiltration Extends the Range of Membrane Filtration](#), *Environm. Frog*, **7**(1): 58-62 (1988).
- [10] Mohebbali S., Nasri S., Kamalinejad M., Noori AS., [Antinociceptive&anti-Inflammatory Effects of Berberis Vulgaris L. Root's Hydroalcoholic Extract and Determination of it's Possible Antinociceptive Mechanism in Male Mice](#), *J. Paramedical Sciences*, **2**(4):12-18 (2011).
- [11] Shahtalebi A., Sarrafzadeh M.H., Montazer Rahmati M.M., [Apication of Nanofiltration Membrane in The Seperation of Aminoxicillin from Pharmaceutical Wastewater](#), *Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng*, **8**(2):109-116 (2011).
- [12] Srivastava J.K., Gupta S., [Antiproliferative and Apoptotic Effects of Chamomile Extract in Various Human Cancer Cells](#), *J. Agric. Food. Chem.*, **55**(23): 9470–9478 (2007).
- [۱۳] سنایی پور، حمیدرضا؛ عبادی عموقین، آبتین؛ مقدسی، عبدالرضا؛ کارگری، علی؛ قنبری، داود؛ شیخی مهرآبادی، زهرا؛ قائمی، مجتبی؛ مطالعه خواص جداسازی گاز در غشای آلیاژی پلیمری جدید ABS/PVAc، *نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران*، (۲) ۳۰: ۴۳ تا ۵۱ (۱۳۹۰).
- [14] Oluranti Agboola., Jannie Maree., Richard Mbaya., Andrei Kolesnikov., Rotimi Sadiku., Arne Verliefd., and Arnout D Haese., [Microscopical Characterizations of Nanofiltration Membranes for the Removal of Nickel Ions from Aqueous Solution](#), *Korean. J. Chem. Eng*, **32**(4): 731-742 (2015).