

الله أكبر



دانشگاه رازی
دانشکده فنی مهندسی
گروه مهندسی شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی شیمی گرایش جداسازی

ساخت غشاهای متخلخل پلیمری میکروفیلتراسیون

استاد راهنما:

دکتر سید سیاوش مدائنی

نام دانشجو:

امیر هوشنگ طاهری

خرداد ماه ۱۳۸۷

۹۶۴۱۸

کتابخانه مرکزی
دانشگاه رازی

۱۳۸۷ / ۷ / ۱۱

۱۳۸۷ / ۷ / ۱



دانشکده فنی مهندسی

گروه مهندسی شیمی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی شیمی
گرایش فرآیندهای جداسازی

دانشجو: امیر هوشنگ طاهری

تحت عنوان

ساخت غشاهای متخلخل پلیمری میکروفیلتراسیون

در تاریخ ۸۷/۳/۲۷ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه **عالی** به تصویب نهایی رسید.

امضاء

۱- استاد راهنما، دکتر سید سیاوش مدائنی با مرتبه‌ی علمی استاد

امضاء

۲- استاد داور داخل گروه، دکتر لاله رجیبی با مرتبه‌ی علمی استادیار

امضاء

۳- استاد داور خارج از گروه، دکتر کیومرث بهرامی با مرتبه‌ی علمی استادیار

با سپاس و تشکر از:

بدینوسیله در پایان این دوره از تحصیلاتم از زحمات و رهنمودهای استاد راهنمای خود دکتر سید سیاوش مدائنی که در محضر ایشان کسب علم و اخلاق نمودم کمال قدردانی و تشکر را دارم.

تقدیم به:

پدران و مادران اسطوره های محبت و شکیبائی در زندگی هستند و من به پاس این همه گذشت و ایثار ثمره این تلاش خود را به این عزیزانم هدیه مینمایم.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و

نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

متعلق به دانشگاه رازی است.

فصل اول : غشاء و فرآیندهای غشایی

۲	۱-۱ مقدمه
۳	۲-۱ غشاء
۴	۳-۱ تاریخچه غشاء
۶	۴-۱ تقسیم بندی غشاء ها
۶	۱-۴-۱ تقسیم بندی بر اساس جنس غشاء
۸	۲-۴-۱ تقسیم بندی بر اساس ساختمان و ساختار غشا
۹	۳-۴-۱ تقسیم بندی بر اساس شکل هندسی غشا
۱۰	۱-۳-۴-۱ مدول های لوله ای
۱۱	۲-۳-۴-۱ مدول های قاب و صفحه ای
۱۲	۳-۳-۴-۱ مدول های حلزونی
۱۳	۴-۳-۴-۱ مدول های الیافی
۱۴	۵-۳-۴-۱ مدول های سرامیکی
۱۵	۵-۱ فرآیندهای غشائی
۱۶	۱-۵-۱ میکرو فیلتراسیون
۱۶	۲-۵-۱ اولترافیلتراسیون
۱۷	۳-۵-۱ نانوفیلتراسیون
۱۷	۴-۵-۱ اسمز معکوس
۱۷	۵-۵-۱ جداسازی گاز

۱۸	۶-۵-۱ تبخیر بوسیله غشاء
۱۸	۷-۵-۱ دیالیز
۱۹	۸-۵-۱ الکترودیالیز
۱۹	۶-۱ بازار جهانی فرآیندهای غشائی
۱۹	۷-۱ مزایا و معایب استفاده از فرآیندهای غشائی

فصل دوم : غشاء های میکروفیلتراسیون

۲۲	۱-۲- مقدمه
۲۳	۲-۲- مکانیزم های جداسازی در میکروفیلتراسیون
۲۴	۳-۲- انواع فرآیندهای میکروفیلتراسیون
۲۵	۴-۲- پلیمرهای میکروفیلتراسیون
۲۶	۵-۲- روش های ساخت غشاءهای پلیمری میکروفیلتراسیون
۲۶	۱-۵-۲- مقدمه
۲۶	۲-۵-۲- روش کششی
۲۹	۳-۵-۲- روش پختن
۳۰	۴-۵-۲- روش حک اثر
۳۵	۵-۵-۲- روش تبدیل (جدائی) فاز
۳۶	۱-۵-۵-۲- جدائی فاز با استفاده از درجه حرارت
۴۰	۲-۵-۵-۲- تبخیر حلال یا فرآیند خشک
۴۳	۳-۵-۵-۲- جدائی فاز بوسیله فاز بخار
۴۶	۴-۵-۵-۲- رسوب گذاری بوسیله غوطه وری

فصل سوم: مکانیسم، ترمودینامیک و مورفولوژی غشاء

در روش غوطه ورسازی

- ۴۹ -۱-۳- مکانیسم جدایش فازی در روش غوطه وری
- ۵۵ -۲-۳- ترمودینامیک جدائی فاز برای فرآیندهای رسوب گذاری غوطه وری
- ۵۵ -۱-۲-۳- مقدمه
- ۵۶ -۲-۲-۳- دوفازی شدن مایع-مایع
- ۵۷ -۳-۲-۳- ترکیب دوفازی شدن (دو فازی) مایع-مایع با سایر انتقالات فازی
- ۵۷ -۱-۳-۲-۳- دو فازی شدن مایع-مایع و تغییر فاز شیشه ای
- ۵۹ -۲-۳-۲-۳- دو فازی شدن مایع-مایع و دو فازی شدن مایع-جامد
- ۶۰ -۳-۳- رابطه تئوری با مورفولوژی غشاء
- ۶۰ -۱-۳-۳- مقدمه
- ۶۲ -۲-۳-۳- ساختار سوراخدار (اسفنجی)
- ۶۳ -۳-۳-۳- ساختار گویچه ای
- ۶۵ -۴-۳-۳- ساختار دو فاز بهم پیوسته
- ۶۶ -۵-۳-۳- ساختار بزرگ حفره

فصل چهارم : تصفیه پساب روغن های امولسیون شونده

- ۶۹ -۱-۴- مقدمه
- ۶۹ -۲-۴- روغنهای امولسیون شونده
- ۷۲ -۳-۴- کاربردهای صنعتی روغنهای امولسیون شونده
- ۷۵ -۴-۴- معایب روغنهای امولسیون شونده

- ۷۵ ۵-۴- روشهای تصفیه پساب روغنهای امولسیون شونده
- ۷۳ ۶-۴- کاربرد غشاء در تصفیه روغن های امولسیون شونده

فصل پنجم : مواد و روش ها

- ۷۷ ۱-۵- مواد مصرفی
- ۷۹ ۲-۵- تجهیزات
- ۷۹ ۳-۵- روش ها
- ۷۹ ۱-۳-۵- مراحل ساخت غشاء
- ۸۰ ۱-۱-۳-۵- تهیه محلول پلیمری
- ۸۰ ۲-۱-۳-۵- قالبگیری محلول پلیمری، به صورت فیلم
- ۸۱ ۳-۱-۳-۵- غوطه ور کردن در حمام، رسوبگذاری و تشکیل غشاء
- ۸۱ ۴-۱-۳-۵- خشک کردن غشاء تشکیل یافته
- ۸۱ ۲-۳-۵- تست و بررسی عملکرد غشاء
- ۸۴ ۳-۳-۵- بررسی ساختار غشاء
- ۸۷ ۴-۵- اندازه گیری شار تراوشی و پس دهی

فصل ششم : نتایج و بحث مربوط به غشاءهای پلی اترسولفون

- ۹۵ ۱-۶- اثر غلظت پلی اترسولفون بر مورفولوژی و عملکرد غشاء پلی اترسولفون
- ۹۹ ۲-۶- اثر ضخامت لایه پلیمری بر ساختار و عملکرد غشاء پلی اترسولفون
- ۱۰۳ ۳-۶- اثر پلی وینیل پیرولیدون بر مورفولوژی و عملکرد غشاء پلی اترسولفون

- ۱۱۱ ۶-۴- اثر نوع حلال در کارایی و مورفولوژی غشاء
- ۱۱۵ ۶-۵- اثر متانول به عنوان غیرحلال در کارایی و مورفولوژی غشاء
- ۱۲۱ ۶-۶- اثر اتانول به عنوان غیرحلال در کارایی و مورفولوژی غشاء
- ۱۲۶ ۶-۷- اثر ۲-پروپانول به عنوان غیرحلال در کارایی و مورفولوژی غشاء
- ۱۳۱ ۶-۸- مقایسه بین سه غیرحلال مختلف متانول، اتانول و ۲-پروپانول
- ۱۳۵ ۶-۹- اثر زمان در کارایی و عملکرد غشاءهای پلی اترسولفون

فصل هفتم : نتایج و بحث مربوط به غشاءهای

پلی وینیلیدن فلوراید

- ۱۳۹ ۷-۱- اثر غلظت پلیمر بر مورفولوژی و عملکرد غشاء
- ۱۴۵ ۷-۲- اثر ضخامت لایه پلیمری بر ساختار و عملکرد غشاء
- ۱۴۸ ۷-۳- اثر پلی وینیل پیرولیدون در بر مورفولوژی و عملکرد غشاء
- ۱۵۶ ۷-۴- اثر نوع حلال بر کارایی و مورفولوژی غشاء
- ۱۶۰ ۷-۵- اثر پروپانول به عنوان غیرحلال در کارایی و مورفولوژی غشاء
- ۱۶۳ ۷-۶- مقایسه بین سه غیرحلال مختلف متانول، اتانول و ۲-پروپانول
- ۱۶۸ ۷-۷- نتیجه گیری
- ۱۷۰ ۷-۸- پیشنهادات
- ۱۷۲ منابع و مراجع

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۵	جدول ۱-۱: تاریخچه غشاء ها
۷	جدول ۲-۱: پلیمرهای متداول بکاربرده شده برای ساخت غشاء های تجاری
۱۶	جدول ۳-۱: طبقه بندی فرآیندهای غشائی بر مبنای نیروی محرکه
۲۵	جدول ۱-۲: پلیمرهای میکروفیلتراسیون
۷۷	جدول ۱-۵: فهرست مواد مصرفی
۹۲	جدول ۱-۶: نمونه های ساخته شده غشاء PES بر اساس سیستم سه جزئی
۹۴	جدول ۲-۶: فلاکس و پس دهی غشاءهای PES ساخته شده پس از ۱۵ دقیقه
۱۱۲	جدول ۳-۶: پارامتر حلالیت حلال و غیر حلال های مختلف
۱۱۷	جدول ۴-۶: پارامتر حلالیت حلال و ترکیب درصدهای مختلف متانول
۱۱۸	جدول ۵-۶: ضریب نفوذ غیر حلال (آب، متانول) و حلال (DMAC)
۱۲۲	جدول ۶-۶: پارامتر حلالیت حلال و ترکیب درصدهای مختلف اتانول
۱۲۳	جدول ۷-۶: ضریب نفوذ اتانول و حلال (DMAC)
۱۲۷	جدول ۸-۶: پارامتر حلالیت حلال و ترکیب درصدهای مختلف پروپانول
۱۲۸	جدول ۹-۶: ضریب نفوذ (آب، پروپانول) و حلال (DMAC)
۱۳۲	جدول ۱۰-۶: پارامتر حلالیت حلال و غیر حلال های مختلف
۱۳۲	جدول ۱۱-۶: ضریب نفوذ غیر حلال های مختلف و حلال (DMAC)
۱۳۷	جدول ۱-۷: نمونه های ساخته شده غشاء PVDF بر اساس سیستم سه جزئی
۱۳۸	جدول ۲-۷: فلاکس و پس دهی غشاءهای PVDF ساخته شده پس از ۱۵ دقیقه
۱۵۷	جدول ۳-۷: پارامتر حلالیت حلال و غیر حلال های مختلف
۱۶۲	جدول ۴-۷: پارامتر حلالیت حلال و ترکیب درصدهای مختلف پروپانول
۱۶۳	جدول ۵-۷: ضریب نفوذ پروپانول و حلال (NMP)
۱۶۵	جدول ۶-۷: پارامتر حلالیت حلال و غیر حلال های مختلف
۱۶۶	جدول ۷-۷: ضریب نفوذ غیر حلال های مختلف و حلال (NMP)

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱: فرآیند غشائی
۸	شکل ۲-۱: انواع غشاء
۱۱	شکل ۳-۱: مدول‌های لوله‌ای
۱۲	شکل ۴-۱: مدول قاب صفحه‌ای
۱۳	شکل ۵-۱: مدول‌های حلزونی
۱۴	شکل ۶-۱: غشاءهای الیافی
۱۴	شکل ۷-۱: مدول الیافی در فرآیند دیالیز
۱۵	شکل ۸-۱: مدول‌های سرامیکی
۲۰	شکل ۹-۱: غشاء و مدول‌های فروخته شده برای فرآیند‌های مختلف
۲۳	شکل ۱-۲: نقاط عطف در توسعه میکروفیلتراسیون
۲۴	شکل ۲-۲: شماتیکی از انواع مکانیزم‌های های فیلتراسیون
۲۵	شکل ۳-۲: شماتیکی از انواع فرآیند‌های میکروفیلتراسیون
۲۸	شکل ۴-۲: مراحل ساخت غشاء متختخل به روش کششی
۲۸	شکل ۵-۲: تصویر SEM از سطح غشاء PTFE ساخته شده به روش کشش
۲۹	شکل ۶-۲: شماتیکی از مراحل روش پختن
۳۰	شکل ۷-۲: عکس SEM از سطح مقطع غشاء ساخته شده با روش پختن
۳۱	شکل ۸-۲: مراحل مختلف ساخت غشاء حک اثر
۳۲	شکل ۹-۲: نمونه‌ای از همپوشانی حفره‌ها در غشاءهای حک اثر
۳۳	شکل ۱۰-۲: چند نمونه از غشاءهای حک اثر به حفره‌های متفاوت
۳۴	شکل ۱۱-۲: شماتیکی از سیستم لیتوگرافی
۳۸	شکل ۱۳-۲: عکس SEM گرفته شده از غشاء میکروفیلتراسیون
۳۹	شکل ۱۴-۲: عکس‌های SEM گرفته شده از سطوح بالای غشاء PS
۴۰	شکل ۱۵-۲: جدائی فاز به کمک تبخیر حلال
۴۱	شکل ۱۶-۲: عکس SEM از غشاء ساخته شده با روش خشک
۴۲	شکل ۱۷-۲: مکانیزم تشکیل غشاء در فرآیند خشک
۴۴	شکل ۱۸-۲: جدائی فاز بوسیله بخار
۵۰	شکل ۱-۳: شماتیک دیاگرام فازی سه جزئی

- شکل ۳-۲: مسیر تغییر ترکیب محلول قالبگیری تا لحظه تشکیل غشاء در دیاگرام فازی
- شکل ۳-۳: تغییر ترکیب درصد لایه های مختلف فیلم قالبگیری شده
- شکل ۳-۴: ترکیب دو فازی شدن مایع-مایع و انتقال شیشه ای در سیستم سه جزئی
- شکل ۳-۵: دیاگرام فازی بر روی سیستم سه جزئی با ترکیب دو فازی شدن مایع-مایع
- شکل ۳-۶: انواع مختلف ساختارها در مورفولوژی غشاء
- شکل ۵-۱: نمای کلی سل برنزی استفاده شده
- شکل ۵-۲: شماتیکی از سیستم آزمایشگاهی مورد استفاده
- شکل ۵-۳: میکروسکوپ الکترونی مورد استفاده
- شکل ۵-۴: دستگاه لایه نشانی طلائی مورد استفاده
- شکل ۵-۵: منحنی کالیبراسیون تغییرات غلظت - هدایت برای محلول امولسیون
- شکل ۶-۱: اثر غلظت پلی اترسولفون بر فلاکس غشاءهای پلی اترسولفون
- شکل ۶-۲: اثر غلظت پلی مر بر عملکرد غشاءهای پلی اترسولفون
- شکل ۶-۳: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E1
- شکل ۶-۴: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E2
- شکل ۶-۵: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E3
- شکل ۶-۶: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E4
- شکل ۶-۷: تاثیر ضخامت لایه پلیمری بر شار غشاءهای پلی اترسولفون
- شکل ۶-۸: تاثیر ضخامت لایه پلیمری بر انتخاب پذیری غشاء پلی اترسولفون
- شکل ۶-۹: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E3
- شکل ۶-۱۰: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E5
- شکل ۶-۱۱: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E6
- شکل ۶-۱۲: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E7
- شکل ۶-۱۳: تاثیر غلظت PVP بر شار غشاء پلی اترسولفون (۱۴٪ وزنی پلیمر)
- شکل ۶-۱۴: تاثیر غلظت PVP بر انتخاب پذیری غشاء پلی اترسولفون (۱۴٪ وزنی پلیمر)
- شکل ۶-۱۵: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E8
- شکل ۶-۱۶: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E9
- شکل ۶-۱۷: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E2
- شکل ۶-۱۸: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E10
- شکل ۶-۱۹: تاثیر غلظت PVP بر شار غشاء پلی اترسولفون (۱۶٪ وزنی پلیمر)
- شکل ۶-۲۰: تاثیر غلظت PVP بر انتخاب پذیری غشاء پلی اترسولفون (۱۶٪ وزنی پلیمر)

- شکل ۶-۲۱: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E11 ۱۰۹
- شکل ۶-۲۲: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E12 ۱۰۹
- شکل ۶-۲۳: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E3 ۱۱۰
- شکل ۶-۲۴: عکس SEM از سطح مقطع غشاء E13 ۱۱۰
- شکل ۶-۲۵: اثر نوع حلال بر فلاکس غشاء ۱۱۳
- شکل ۶-۲۶: اثر نوع حلال بر پس دهی غشاء ۱۱۳
- شکل ۶-۲۶: غشاء ساخته شده به کمک حلال DMDC ۱۱۴
- شکل ۶-۲۷: غشاء ساخته شده به کمک حلال NMP ۱۱۴
- شکل ۶-۲۸: غشاء ساخته شده به کمک حلال DMF ۱۱۵
- شکل ۶-۲۹: اثر ترکیب درصد متانول بر شار غشاء ۱۱۶
- شکل ۶-۳۰: اثر ترکیب درصد متانول بر عملکرد غشاء ۱۱۶
- شکل ۶-۳۱: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۱۵٪ متانول ۱۱۹
- شکل ۶-۳۲: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۵۰٪ متانول ۱۲۰
- شکل ۶-۳۳: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۷۵٪ متانول ۱۲۰
- شکل ۶-۳۴: اثر ترکیب درصد اتانول بر شار غشاء پلی اترسولفون ۱۲۱
- شکل ۶-۳۵: اثر ترکیب درصد اتانول بر عملکرد غشاء پلی اترسولفون ۱۲۱
- شکل ۶-۳۶: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۱۵٪ اتانول ۱۲۴
- شکل ۶-۳۷: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۳۰٪ اتانول ۱۲۴
- شکل ۶-۳۸: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۵۰٪ اتانول ۱۲۵
- شکل ۶-۳۹: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۷۵٪ اتانول ۱۲۵
- شکل ۶-۴۰: اثر ترکیب درصد پروپانول بر شار غشاء پلی اترسولفون ۱۲۶
- شکل ۶-۴۱: اثر ترکیب درصد پروپانول بر عملکرد غشاء پلی اترسولفون ۱۲۶
- شکل ۶-۴۲: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۱۵٪ پروپانول ۱۲۹
- شکل ۶-۴۳: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۳۰٪ پروپانول ۱۲۹
- شکل ۶-۴۴: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۵۰٪ پروپانول ۱۳۰
- شکل ۶-۴۵: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۷۵٪ پروپانول ۱۳۰
- شکل ۶-۴۶: اثر نوع غیر حلال بر شار غشاء پلی اترسولفون ۱۳۱
- شکل ۶-۴۷: اثر نوع غیر حلال بر عملکرد غشاء پلی اترسولفون ۱۳۱
- شکل ۶-۴۸: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۵۰٪ متانول ۱۳۳
- شکل ۶-۴۹: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۵۰٪ اتانول ۱۳۴

- شکل ۶-۵۰: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۵۰٪ پروپانول ۱۳۴
- شکل ۶-۵۱: اثر زمان بر شار غشاء ۱۳۵
- شکل ۷-۱: اثر غلظت پلی وینیلیدن فلوراید بر فلاکس غشاءهای پلی وینیلیدن فلوراید ۱۳۹
- شکل ۷-۲: اثر غلظت پلی وینیلیدن فلوراید بر عملکرد غشاءهای پلی وینیلیدن فلوراید ۱۴۰
- شکل ۷-۳: عکس SEM از سطح غشاء V1 ۱۴۱
- شکل ۷-۴: عکس SEM از سطح غشاء V2 ۱۴۱
- شکل ۷-۵: عکس SEM از سطح غشاء V3 ۱۴۲
- شکل ۷-۶: عکس SEM از سطح غشاء V4 ۱۴۲
- شکل ۷-۷: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V1 ۱۴۳
- شکل ۷-۸: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V2 ۱۴۳
- شکل ۷-۹: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V3 ۱۴۴
- شکل ۷-۱۰: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V4 ۱۴۴
- شکل ۷-۱۱: تاثیر ضخامت لایه پلیمری بر شار غشاءهای پلی وینیلیدن فلوراید ۱۴۵
- شکل ۷-۱۲: تاثیر ضخامت لایه پلیمری بر عملکرد غشاءهای پلی وینیلیدن فلوراید ۱۴۵
- شکل ۷-۱۳: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V5، ضخامت ۲۰۰ میکرون ۱۴۶
- شکل ۷-۱۴: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V3، ضخامت ۲۴۰ میکرون ۱۴۷
- شکل ۷-۱۵: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V6، ضخامت ۲۸۰ میکرون ۱۴۷
- شکل ۷-۱۶: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V7، ضخامت ۳۲۰ میکرون ۱۴۸
- شکل ۷-۱۷: تاثیر غلظت PVP بر شار غشاء پلی وینیلیدن فلوراید (۱۴٪ وزنی پلیمر) ۱۴۹
- شکل ۷-۱۸: تاثیر غلظت PVP بر عملکرد غشاء پلی وینیلیدن فلوراید (۱۴٪ وزنی پلیمر) ۱۴۹
- شکل ۷-۱۹: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V8 ۱۵۰
- شکل ۷-۲۰: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V10 ۱۵۱
- شکل ۷-۲۱: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V10 ۱۵۱
- شکل ۷-۲۲: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V11 ۱۵۲
- شکل ۷-۲۳: تاثیر غلظت PVP بر شار غشاء پلی وینیلیدن فلوراید (۱۶٪ وزنی پلیمر) ۱۵۳
- شکل ۷-۲۴: تاثیر غلظت PVP بر عملکرد غشاء پلی وینیلیدن فلوراید (۱۶٪ وزنی پلیمر) ۱۵۳
- شکل ۷-۲۵: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V12 ۱۵۴
- شکل ۷-۲۶: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V13 ۱۵۴
- شکل ۷-۲۷: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V13 ۱۵۵
- شکل ۷-۲۸: عکس SEM از سطح مقطع غشاء V14 ۱۵۵

- شکل ۷-۲۹: اثر نوع حلال بر فلاکس غشاء پلی‌وینیلیدن‌فلوراید
 ۱۵۶
- شکل ۷-۳۰: اثر نوع حلال بر پس‌دهی غشاء پلی‌وینیلیدن‌فلوراید
 ۱۵۶
- شکل ۷-۳۱: غشاء ساخته شده به کمک حلال DMDC
 ۱۵۸
- شکل ۷-۳۲: غشاء ساخته شده به کمک حلال NMP
 ۱۵۹
- شکل ۷-۳۳: غشاء ساخته شده به کمک حلال DMF
 ۱۵۹
- شکل ۷-۳۴: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۱۵٪ پروپانول
 ۱۶۰
- شکل ۷-۳۵: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۳۰٪ پروپانول
 ۱۶۱
- شکل ۷-۳۶: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۴۵٪ پروپانول
 ۱۶۱
- شکل ۷-۳۷: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۶۰٪ پروپانول
 ۱۶۲
- شکل ۷-۳۸: اثر نوع غیر حلال بر شار غشاء پلی‌وینیلیدن‌فلوراید
 ۱۶۴
- شکل ۷-۳۹: اثر نوع غیر حلال بر عملکرد غشاء پلی‌وینیلیدن‌فلوراید
 ۱۶۴
- شکل ۷-۴۰: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۶۰٪ متانول
 ۱۶۷
- شکل ۷-۴۱: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۶۰٪ اتانول
 ۱۶۸
- شکل ۷-۴۲: غشاء ساخته شده به کمک حمام غیر حلال شامل ۶۰٪ پروپانول
 ۱۶۹

چکیده:

در این تحقیق سعی شده است تا به کمک دو پلیمر پلی اترسولفون و پلی وینیلیدن فلوراید غشاءهای متخلخل پلیمری میکروفیلتراسیون ساخته شود. با توجه به خواص این پلیمرها، روش جدایی فاز براساس رسوب گذاری غوطه وری به منظور ساخت غشاءها مورد استفاده قرر گرفت. در این روش با توجه به نوع غشاء مورد نظر ابتدا محلول پلیمری یکنواختی شامل پلیمر، حلال و مواد افزودنی آماده شد. سپس با کمک فیلم کش محلول پلیمری با ضخامت مورد نظر روی شیشه کشیده شده و سپس درون حمام غیرحلال غوطه ور گردید. تخلخل و یا تراکم غشاء حاصله به عواملی از جمله نوع و غلظت پلیمر، نوع حلال و نوع غیر حلال و دمای غوطه وری بستگی دارد. در این تحقیق از حلال‌هایی مثل دی‌متیل استامید، آن-متیل پیرولیدون، دی‌متیل فرمامید، غیرحلال‌هایی نظیر متانول پروپانول و اتانول، آب و همچنین پلی وینیلیدن پیرولیدون به عنوان ماده افزودنی استفاده شده است. غلظت پلیمر و ضخامت لایه پلیمری از پارامترهای مهم و تاثیرگذار بر ساختار و عملکرد غشاءها می‌باشند. ملاحظه شد که افزایش غلظت پلیمر و ضخامت لایه پلیمری باعث کاهش شار و تغییر میزان پس‌دهی گردید. علاوه بر این از امولسیون آب و روغن برای بررسی عملکرد غشاء استفاده شده است. تاثیر ماده افزودنی پلی وینیلیدن پیرولیدون بر روی پلیمرهای مختلف، متفاوت بود. به عنوان مثال درصد بالای این ماده باعث افزایش شار غشاءهای پلی وینیلیدن فلوراید و کاهش شار غشاءهای پلی اترسولفون میگردد. در مورد حلال‌ها مشاهده شد که حلال دی‌متیل استامید برای هر دو پلیمر بالاترین تخلخل و حلال دی‌متیل فرمامید کمترین تخلخل را ایجاد می‌کند. نوع غیرحلال نیز در ساختار غشاء تاثیر بسزایی دارد. برای نمونه با افزایش میزان الکل در حمام غیرحلال از تخلخل غشاء کم شده و برعکس بر میزان پس‌دهی آن افزوده گردید.

کلمات کلیدی: پلی اترسولفون، پلی وینیلیدن فلوراید، غشاء، رسوب گذاری غوطه وری، میکروفیلتراسیون، متخلخل

فصل اول :

غشاء و فرآیندهای غشایی

بسیاری از عملیات مهندسی شیمی با مسئله تغییر غلظت در محلولها و مخلوطها سروکار دارند که این تغییرات الزاماً توسط واکنش های شیمیایی صورت نمی پذیرند. این عملیات بیشتر به به جداسازی مخلوط ها و به سازنده های آنها مربوط می شوند. در مورد مخلوط ها این اعمال ممکن است به طرق کاملاً مکانیکی مانند صاف کردن یک مخلوط معلق و جدا نمودن یک جزء جامد از مایع و یا جداسازی اجزاء مختلف و خرد شده یک مخلوط با اندازه های مختلف از طریق غربال نمودن، و یا جداسازی ذرات جامد آسیاب شده با استفاده از اختلاف جرم ویژه آنها صورت گیرد از طرف دیگر، در صورتی که عملیات مورد نظر سبب به وجود آمدن تغییراتی در ترکیب مخلوط ها شود آنها را عملیات انتقال جرم نامند. اهمیت این عملیات کاملاً واضح بوده و ندرتاً می توان یک فرآیند شیمیایی را یافت که نیاز به خالص سازی اولیه مواد خام و یا جداسازی نهایی محصولات از محصولات جانبی حاصله از واکنش نداشته باشد. غالباً قسمت اعظم هزینه های مربوط به یک فرآیند صرف انجام جداسازی های وابسته می گردد. مخارج مربوط به این جداسازی ها و یا خالص سازی ها، بستگی مستقیم به نسبت غلظت نهایی به غلظت ابتدایی مواد جدا شده خواهد داشت. اگر این نسبت بزرگ باشد، قیمت تمام شده محصول بالاتر خواهد رفت.

همچنین در دهه های اخیر نیاز روز افزونی برای بکارگیری این فرآیند ها در جهت کنترل آلودگی و جداسازی آلاینده ها و حفاظت محیط زیست احساس شده است و این کنترل خصوصاً در مورد خود صنایع شیمیایی که از عمده ترین منابع آلوده کننده محیط زیست هستند با جدیت بیشتری صورت می گیرد.

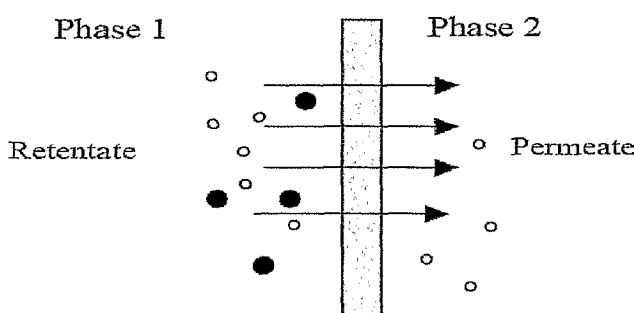
بکارگیری غشاء ها در فرآیند های جداسازی از اوائل قرن بیستم آغاز شد، که در مقایسه با سایر فرآیند های جداسازی نظیر استخراج، تقطیر و ... از قدمت چندانی برخوردار نیست. ولی به لحاظ مزایای فراوان، فرایندهای غشائی در استراتژی جهانی مبنی بر حفظ محیط زیست و تولید پاک^۱ و به حداقل رساندن مصرف انرژی در هر فرآیندی، این فرآیند ها از رسد چشم گیری، هم از نظر تنوع کاربرد و هم از نظر میزان

بکارگیری در صنعت جهانی برخوردار هستند. علاوه بر این بسیاری از جداسازی‌هایی که به کمک غشاء‌ها انجام می‌شوند، بوسیلهٔ روش‌های دیگر امکان پذیر نیست. جداسازی سموم و مواد زائد از خون از این قبیل جداسازی‌ها هستند که تنها توسط غشاء انجام پذیر می‌باشند در همهٔ فرآیندهای غشایی عنصر اساسی و کلیدی خود غشاء است و مهمترین ویژگی آن، توانایی کنترل سرعت نفوذ مواد از خود می‌باشد [۴-۱].

۲-۱ غشاء

غشاء یک سد نیمه تراوا^۱ می‌باشد که می‌تواند به عنوان فاز سوم، میان دو فاز قرار گرفته و انتقال جرم میان آنها را کنترل نماید. در حقیقت غشاء به صورت انتخابی، اجازهٔ عبور یکی از مواد موجود در یک سیال را به سیال دیگر می‌دهد. نیروی محرکه برای انجام این عمل نیز می‌تواند، مکانیکی (فشار)، شیمیایی (غلظت)، حرارتی (دما) و یا الکتریکی (ولتاژ) باشد. سیالات موجود در فرآیند نیز می‌توانند مایع یا گاز باشند.

در شکل (۱-۱)، شماتیکی از یک فرآیند غشایی را ملاحظه می‌کنید:



شکل ۱-۱: فرآیند غشایی

در یک فرآیند غشایی عموماً دو فاز وجود دارد که به وسیلهٔ فاز سوم (غشاء)، به طور فیزیکی از یکدیگر جدا شده‌اند. به طور خلاصه، دو عمل اصلی که توسط غشاء انجام می‌شود عبارتند از: نفوذپذیری یا