



گروه مهندسی شیمی
پایان نامه کارشناسی ارشد

توسعه غشای پلیمری دارای شبکه آمیخته با نانوذرات برای جداسازی هلیوم از متان

توسط:

سمانه بنده علی

استاد راهنما:

دکتر عبدالرضا مقدسی

دکتر علی کارگری

استاد مشاور:

حمیدرضا سنایی پور

دانشگاه اراک

شهریور ۱۳۸۹

بسم الله الرحمن الرحيم

توسعه غشای پلیمری دارای شبکه آمیخته با نانوذرات برای جداسازی هلیوم از متان

توسط:

سمانه بنده علی

پایان نامه

ارائه شده به مدیریت تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای
اخذ درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی شیمی

از

دانشگاه اراک

اراک-ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه:

دکتر عبدالرضا مقدسی (استاد راهنما و رئیس کمیته) دانشگاه اراک
استادیار

دکتر علی کارگری (استاد راهنمای دوم) دانشگاه صنعتی امیر کبیر

استادیار

دکتر عزت ا... جودکی (استاد مدعو خارجی) دانشگاه

استادیار

دکتر صادق مرادی (استاد مدعو داخلی) دانشگاه

استادیار

شهریور ۱۳۸۹

تشکر و قدردانی

از راهنمایی های ارزنده و راه گشای اساتید راهنمای خود جناب آقای دکتر عبدالرضا مقدسی و جناب آقای دکتر علی کارگری، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

همچنین از همکاری صمیمانه جناب آقای مهندس حمیدرضا سنایی پور ، جناب آقای دکتر سید محسن حسینی و جناب آقای مهندس داوود قنبری سپاسگزارم.

و از حمایت های بی دریغ همسر گرامی و پدر و مادر عزیزم تشکر نموده و شکیبایی ایشان را در تمام مراحل ارج می نهم.

در پایان از تمامی همکاران و اساتید محترم گروه مهندسی شیمی تشکر می نمایم.

چکیده

در زمینه استفاده از غشاهای پلیمری برای جداسازی گاز، افزایش بازده غشاها (تراوایی و گزینش پذیری همزمان) یکی از مسائل مهم در پژوهش های مربوط به علم و تکنولوژی غشایی است. یکی از روش های عملی و مهم برای پیشرفت عملکرد این غشاها، شرکت دادن مواد معدنی و از جمله نانوذرات داخل شبکه غشای پلیمری است. در اینجا به علت اهمیت استخراج هلیم گازی از منابع طبیعی، به استخراج هلیم از متان با استفاده از غشاها پرداخته شده است. در این راستا، اثر شرکت دادن ترکیب درصد های متفاوت پلی وینیل استات (PVAc) بر ترپلیمر اکریلونیتریل-بوتادین-استایرن (ABS) برای تشکیل پلیمر آلیاژی ABS/PVAc، و همچنین بر کارایی جداسازی گاز، مورد بررسی قرار گرفته است. هم چنین، در ضمن انتخاب مطلوب ترین غشا از نظر گزینش پذیری و تراوایی، اثر فشار بر تراوایی هلیم مطالعه و سپس غشاهای شبکه آمیخته، تشکیل شده از ABS/PVAc(20%wt) و سیلیکا با وزن های مولکولی مختلف، تهیه و رفتار تراوایی و گزینش پذیری آنها برای گاز های هلیم و متان بررسی شده است. نتایج نشان دادند که در این غشاها، تغییرات قابل توجهی در مقادیر تراوایی هلیم (۲۰۰/۸۹) ایجاد شده و میزان گزینش پذیری نسبت به حالت خالص (ABS/PVAc) آن در ۳wt% وزنی سیلیکا به ۶/۲۲ کاهش یافته است. در ادامه اثر افزودن (SBR) استایرن بوتادین رابر را در غشای ABS/PVAc(20%)-(3%wt)SiO₂ مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. در نهایت مشخص شد که غشای محتوی ۱۵wt% استایرن بوتادین رابر در فشار ۱ بار، با میزان تراوایی ۴۲/۳۹ برای هلیم و گزینش پذیری ۵۱/۸۸ نسبت به متان دارای مطلوب ترین خواص جداسازی می باشد. همچنین مشاهده شد که با تغییر فشار از ۱ تا ۴ بار، میزان تراوایی کاهش و بعد از آن تغییرات قابل توجهی در مقادیر تراوایی ایجاد نمی شود.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول- غشاها و فرآیندهای غشایی
۲	۱-۱ اصول فرآیندهای جداسازی غشایی
۳	۲-۱ دسته بندی فرآیندهای غشایی
۴	۳-۱ تاریخچه ای استفاده از غشاها
۸	فصل دوم- مبانی استفاده از غشاهای جداساز گاز
۹	۱-۲ مقدمه
۹	۱-۱-۲ تقسیم بندی غشاها
۱۱	۱-۱-۲-۱ غشاهای پلیمری
۱۳	۱-۱-۲-۲ غشاهای معدنی
۱۴	۱-۱-۲-۳ غشاهای شبکه آمیخته
۱۵	۲-۲ مکانیزم های انتقال در غشاها
۱۷	۳-۲ تئوری غشاهای متراکم
۲۲	فصل سوم- غشاهای شبکه آمیخته
۲۳	۱-۳ مروری بر جداسازی گاز با استفاده از غشای شبکه آمیخته
۲۶	۱-۱-۳ غشاهای شبکه آمیخته چگال مسطح
۲۸	۲-۳ طراحی مولکولی غشاهای شبکه آمیخته
۳۳	۳-۳ غشاهای نانو کامپوزیتی (پلیمر- معدنی) برای جداسازی گازها
۳۳	۱-۳-۳ انواع ساختمان غشاهای نانوکامپوزیتی
۳۵	۲-۳-۳ سازگار ساختن متغیرهای عملیاتی غشاهای شبکه آمیخته
۳۵	۱-۲-۳-۳ ترکیب مناسب پلیمر و فیلرهای معدنی
۳۶	۲-۲-۳-۳ اندازه ذرات

۳۷	۳-۲-۳-۳ انباشتگی و ته نشینی ذرات
۳۸	۴-۲-۳-۳ مورفولوژی سطح
۴۱	۳-۳-۳ بهینه سازی مورفولوژی سطح مشترک
۴۱	۱-۳-۳-۳ فضاهای خالی سطح مشترک
۴۲	۲-۳-۳-۳ انسداد سوراخ و استحکام زنجیره
۴۴	۴-۳-۳ آماده سازی غشاهای نانوکامپوزیتی
۴۷	۵-۳-۳ مکانیزم انتقال در غشاهای نانوکامپوزیت
۵۱	۴-۳ کاربرد غشاهای شبکه آمیخته
۵۱	۵-۳ مشکلات غشاهای شبکه آمیخته
۵۳	۶-۳ اثر افزودن نانو سیلیکا به غشاهای شبکه آمیخته
۵۵	فصل چهارم- کار آزمایشگاهی و نتایج
۵۶	۱-۴ مقدمه
۵۸	۲-۴ تست تراوایی گاز
۵۹	۳-۴ عکس میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
۵۹	۴-۴ مواد
۶۰	۵-۴ نحوه اندازه گیری و محاسبات
۶۱	۶-۴ تهیه غشا
۶۱	۷-۴ نتایج
۶۱	۱-۷-۳ ABS/PVAc و گزینش پذیری غشاهای آلیاژی
۶۴	۲-۷-۴ ABS/PVAc و گزینش پذیری غشاهای شبکه آمیخته +silica (20%)
۶۸	۱-۲-۷-۴ توصیف مشخصات غشای ABS/PVAc(20wt%)-silica
۷۰	۳-۷-۴ ABS/PVAc(20wt%)-silica/SBR و گزینش پذیری غشاهای
۷۲	فصل پنجم- نتیجه گیری و پیشنهادها

فهرست جداول

صفحه	عنوان
	فصل اول
۴	جدول ۱-۱: وضعیت فرآیندهای غشایی صنعتی
	فصل دوم
۲۱	جدول ۱-۲: تراوایی $\{Barrer[10^{-10} \text{ cm}^3(\text{STP}) \text{ cm} / \text{ cm}^2 \cdot \text{s.cmHg}]\}$ اندازه گیری شده برای گازهای خالص در دمای داده شده برای تعداد زیادی از پلیمرها
	فصل سوم
۲۷	جدول ۱-۳: خواص انواع ژئولیت های مهم
۵۰	جدول ۲-۳: پیشرفت بازده جداسازی با استفاده از غشاهای شبکه آمیخته
۵۲	جدول ۳-۳: کاربرد جداسازی گازهای مختلف را با استفاده از غشاها
	فصل چهارم
۶۰	جدول ۱-۴: مشخصات مواد به کار گرفته شده در تهیه و تست غشا
۶۲	جدول ۲-۴: مقادیر تراوایی و گزینش پذیری برای غشاهای ABS/PVAc تهیه شده (دمای 20°C ، فشار ۱ بار)
۶۴	جدول ۳-۴: مقادیر تراوایی و گزینش پذیری برای غشاهای ABS/PVAc (20%)+silica تهیه شده (دمای 20°C ، فشار ۱ بار)
۷۰	جدول ۴-۴: مقادیر تراوایی و گزینش پذیری برای غشاهای ABS/PVAc(20wt%)-silica/SBR

فهرست شکل ها

فصل اول

شکل ۱-۱: شکلی از اصول ابتدایی غشاهای جداساز گاز ۳

شکل ۲-۱: مراحل توسعه در جداسازی گازها ۷

فصل دوم

شکل ۱-۲: گستره عملکرد غشاها در مورد گزینش پذیری و تراوایی ۱۳

شکل ۲-۲: مکانیزم های اصلی انتقال گاز در غشاها ۱۶

شکل ۳-۲: تراوایی به عنوان تابعی از جز حجمی برای پلیمرهای شیشه ای و لاستیکی ۲۱

فصل سوم

شکل ۱-۳: نمایش غشاهای شبکه آمیخته در ورقه های صفحه ای و یا الیاف میان تهی ۲۳

شکل ۲-۳: مقایسه ای میان مدل های پیش بینی و داده های هدایت حرارتی آزمایشگاهی. ۳۱

شکل ۳-۳: انواع ساختمان غشاهای نانوکامپوزیتی ۳۴

شکل ۴-۳: شکلی از یک غشای شبکه آمیخته ۳۴

شکل ۵-۳: گسترش ناپایداری در قالب فیلم را در دمای بالا نشان می دهد ۳۸

شکل ۶-۳: شکلی از مورفولوژی اندازه های مختلف نانو در غشاهای شبکه آمیخته ۳۹

شکل ۷-۳: نمودار جریان اصلاح سازی شیمیایی سطح زئولیت ۴۳

شکل ۸-۳: مقایسه تراوایی و گزینش پذیری جفت گازها در غشای شبکه آمیخته با زئولیت ۴۴

PES/A قبل و بعد از اصلاح سازی شیمیایی سطح زئولیت

شکل ۹-۳: نشان دهنده ی تشکیل نانو گپ در غشای نانوکامپوزیتی BPPO_{dp}/silica ۴۹

فصل چهارم

شکل ۱-۴: سیستم آزمون غشای پلیمری ۵۸

شکل ۲-۴: نمودار تراوایی هلیوم نسبت به فشار برای ترکیب درصدهای مختلف پلی وینیل ۶۳

- شکل ۳-۴. نمودار تراوایی هلیم نسبت به فشار برای ترکیب درصدهای مختلف سیلیکا ۶۶
- شکل ۴-۴: مقایسه جداسازی هلیم/متان برای غشاهای ABS و ABS/PVAc(20% wt) و ۶۷
ABS/PVAc(20% wt)-silica و
- شکل ۵-۴: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مقطع عرضی غشاهای ۶۹
الف: ۱٪، ب: ۲٪، پ: ۳٪ وزنی سیلیکا
- شکل ۶-۴. ساختمان شیمیایی استایرن بوتادین رابر ۷۰
- شکل ۷-۴. نمودار گزینش پذیری هلیم نسبت به فشار برای ترکیب درصدهای مختلف SBR ۷۱

فصل اول

غشاها و فرآیندهای غشایی

۱-۱ اصول فرآیندهای جداسازی غشایی

امروزه استفاده از فرآیندهای جداسازی غشایی در صنایع پتروشیمی، غذایی و داروسازی، زیست فناوری، و در بسیاری از کاربردهای زیست محیطی، شامل تصفیه هوا و آب های آلوده رشد روز افزونی پیدا کرده است [۱].

در حالت کلی جداسازی غشایی ویژگی های زیر را دنبال می کند:

(۱) بازده انرژی بالا (۲) هزینه کاری موثر برای واحدهای کوچک تر (۳) سادگی در عملیات (۴) تراکم و بهم پیوستگی تجهیزات و قابلیت حمل و نقل (۵) سازگاری با محیط زیست [۲].
مهم ترین مزیت فرآیندهای جداسازی غشایی، در مقابل فرآیندهای دیگر (جذب سطحی، جذب، تقطیر و ...) عبارت است از [۳]:

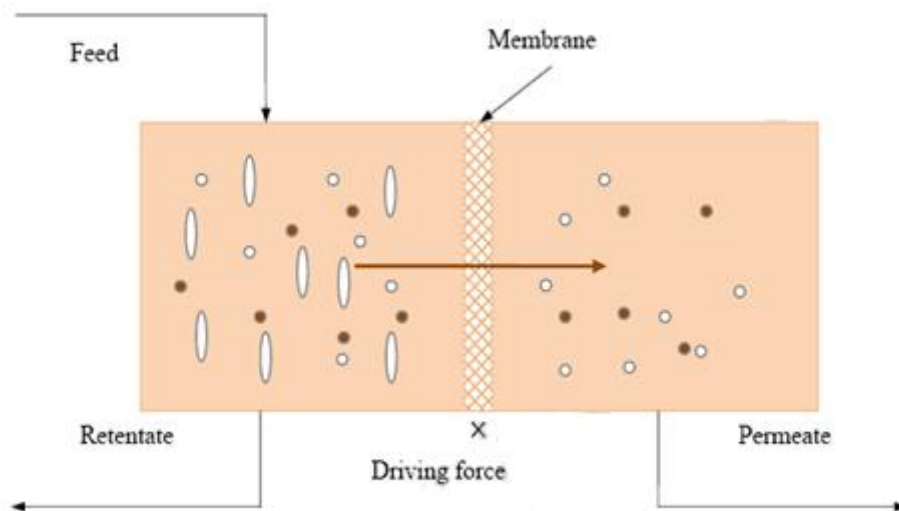
الف- از لحاظ اقتصادی: (۱) مصرف انرژی کم (۲) هزینه سرمایه گذاری کل کم

ب- از لحاظ فرآیندی: (۱) تجهیزات ساده (۲) آسانی کار کردن با آن (۳) تجهیزات فشرده و کم حجم

از این رو با توجه به اهمیت مطلب، شرح خلاصه ای از مسایل کلی در اینجا آورده می شود. طبق تعریف، غشا فاز تراوا یا نیمه تراوایی است که اغلب به حالت یک فیلم نازک از مواد گوناگون (در محدوده جامدات معدنی تا انواع مختلفی از پلیمرها) ساخته می شود. نقش اصلی غشا که در شکل (۱-۱) نشان داده شده است، کنترل تبادل مواد بین دو فاز سیال مجاور هم می باشد. بدین منظور، غشا باید قادر به ایفای نقش مانعی باشد که اجزاء مختلف را از یکدیگر به وسیله غربال کردن و یا به وسیله کنترل سرعت نسبی عبور از خودش، جدا می کند. اجرای این نقش توسط غشا، همان طور که در شکل (۱-۱) نشان داده شده است، به جریانی از سیال در سمت بالادست که برخی اجزاء اصلی آن حذف شده است به نام جریان ماده باقی مانده^۱ و

^۱retentate

جریان دیگری در سمت پایین دست که غلظت این اجزاء در آن زیاد شده است با عنوان جریان ماده تراوشی^۱، منجر می شود. فرآیندهای انتقال از غشا، نتیجه نیرو محرکه ای است که عموماً به گرادیان غلظت، فشار، دما، پتانسیل الکتریکی و ... وابسته می باشد [۴].



شکل ۱-۱: شکلی از اصول ابتدایی غشاهای جداساز گاز [۵].

۲-۱ دسته بندی فرآیندهای غشایی

فرآیندهای غشایی را می توان براساس نیروی محرکه دسته بندی کرد بعضی این فرایندها بر اساس اختلاف فشار و بعضی دیگر بر پایه غلظت کار می کنند در پاره ای از فرآیندهای غشایی پتانسیل الکتریکی و در دسته ای دیگر اختلاف دما نیروی محرکه است [۶]. همان طور که در جدول (۱-۱) مشخص شده است، فرآیند جداسازی غشایی گازها، فرآیندی نو و در حال توسعه است. همچنین استفاده صنعتی از این فرآیند در حال افزایش است [۷].

^۱permeate

جدول ۱-۱: وضعیت فرآیندهای غشایی صنعتی [۷].

وضعیت	فرآیند	رده بندی
این دسته فرآیندها دارای واحدهای عملیاتی کاملاً تثبیت شده اند. در حال حاضر ظرفیت های جدید مهمی برای این دسته به نظر نمی رسد.	میکروفیلتراسیون	توسعه یافته
	اولترافیلتراسیون	
	اسمز معکوس	
	الکترودیالیز	
تعدادی از این واحدها ساخته شده اند. اندازه تجاری و شمار کاربردها در حال گسترش می باشد.	جداسازی گاز	در حال توسعه
	تراوش تبخیری	
قبل از صنعتی شدن در مقیاس بزرگ، مشکلات اصلی باقی مانده باید رفع شوند.	انتقال تسهیل یافته	رو به رشد ^۱
	تماس دهنده های غشایی	
	پیزودیالیز	
این فرآیندها کاملاً تثبیت شده اند. در حال حاضر تمرکز تحقیقات، بر ارتقاء کارایی به طور مثال بهبود زیست سازگارپذیری معطوف می باشد.	کلیه مصنوعی	کاربردهای درمانی غشاها
	ریه (شش) مصنوعی	
	رهایش کنترل شده دارو	

۳-۱ تاریخچه ای استفاده از غشاها

حدود ۱۵۰ سال از تاریخچه استفاده از غشا می گذرد. در اوایل قرن نوزدهم، دانشمندانی در زمینه غشا فعالیت های خود را آغاز کرده اند. میشل در سال ۱۸۳۱، عبور چند گاز را از میان بالن های لاستیکی طبیعی بررسی کرد. به طور همزمان، فیک درباره انتقال گاز از غشای نیترات سلولز تحقیق و قوانین مشهوری در زمینه نفوذ ارائه داد. در سال ۱۸۶۶، گراهام نفوذ

^۱to-be-developed

نارسن را در جداسازی گاز با استفاده از لاستیک های طبیعی مطرح کرد. پس از این، کاربرد غشاها روز به روز افزایش پیدا کرد تا در سال ۱۹۲۰ از غشاها در کارهای آزمایشگاهی باکتری شناسی بهره گیری شد. اما هنوز مشکل اولیه پابرجا بود، یعنی ناکافی بودن شار و انتخاب پذیری غشاها، مانع از استفاده صنعتی آنها شد. استفاده از غشاها در مقیاس بزرگ به صورت فرآیندهای اسمز معکوس و اولترافیلتراسیون هنگامی عملی گردید که غشاهای نامتقارن ساخته شد. در سالهای اولیه دهه ۱۹۶۰، لوئب و سوریرجان، موفق به ساخت غشاهای نامتقارن اسمز معکوس از جنس سلولز استات شدند [۸]. پس از زمان کوتاهی، میشلز، غشا نامتقارن دیگری برای فرآیند اولترافیلتراسیون و نیز بر^۱، غشاهای پلیمری به منظور جداسازی گازها را ساختند. در دهه هفتاد، استفاده از غشاها به صنایع لبنی نیز کشیده شد. در این دهه از لحاظ علمی نگاه ویژه ای به غشاها گردید، به طوری که مقالات فراوانی در این زمینه منتشر و نیاز به وجود مجله ای در این زمینه در جهان احساس شد. مجله علوم غشاها (Journal of Membrane science) در سال ۱۹۷۳ منتشر گردید [۶].

از سال ۱۹۴۳ تا ۱۹۴۵ قانون نفوذ گراهام برای اولین بار برای جداسازی $U^{235}F_6$ از $U^{238}F_6$ به عنوان بخشی از پروژه منهاتان^۲ بکار انداخته شد که در آن از غشاهای فلزی میکرو متخلخل^۳ استفاده می شد [۷] و این اولین فرایند جداسازی در مقیاس صنعتی با استفاده از غشاهای معدنی بود [۹].

کارخانه های جداسازی در تنیسی^۴ و کنوکسویل^۵ اولین کاربرد غشاهای جداساز گاز را در مقیاس صنعتی نشان دادند. و بزرگترین کارخانه جداسازی غشایی تا ۴۰ سال بعد آن پابرجا بود. اگرچه این کاربردها بی نظیر بود و به هر حال برای گسترش صنعتی جداسازی گازها مورد

^۱Barrer
^۲Manhattan
^۳Microporos
^۴Tennessee
^۵Knoxville

استفاده قرار می گرفت. در دهه ۱۹۴۰ تا ۱۹۵۰ استن، وان امروجن، میرز^۱ و برر اساس تئوری های مدرنی از تراوش گازها را پایه گذاری کردند. مونسانتو^۲ اولین شرکتی بود که حضور تجاری در بازار داشت، موفقیت مونسانتو شرکت های دیگر را برای پیشرفت تکنولوژی غشایی ترغیب کرد. در اواسط دهه ۱۹۸۰ سینارا، سیپارکس، گریس^۳ سیستم های غشایی برای جداسازی دی اکسید کربن از متان در گاز طبیعی در نیروگاه های غشا تولید کردند. در همین زمان دو^۴ اولین سیستم غشایی تجاری با نام جنرون^۵ را برای جداسازی نیتروژن از هوا عرضه کرد. کاربرد غشاها خیلی سریع گسترش پیدا کرد و بیشتر از نیمی از بازار را سیستم های جداسازی نیتروژن در مدت کمی به خود اختصاص داد. غشاهای جداساز گاز برای موارد گوناگون دیگر مانند هیدروژن زدایی هوا و گاز طبیعی، برای جابجایی بخارات آلی از جریان هوا و نیتروژن استفاده می شدند. کاربرد این تکنولوژی به سرعت گسترش پیدا کرد. شکل (۱-۲) خلاصه ای از پیشرفت تکنولوژی جداسازی گاز را نشان می دهد [۷].

همچنین در دو دهه گذشته، استفاده از پلیمرها برای جداسازی گاز گسترش یافته است. غشاهای جداساز گاز مطالعه شده به طور عمده با استفاده از پلیمرها به طور عمده پلی سولفون ها، پلی آمید ها، پلی کربنات ها، پلی پیروتن ها و پلی آریلات ها هستند. برای مثال ویلج و کاس^۶ از غشاهایی بر مبنای ترفتالیک اسید استفاده کردند [۱۰]. اخیراً استفاده از مواد غشایی جدید مانند غشاهای کربنی، زئولیت ها، سرامیک ها و پلیمرهایی مانند پلی اتر کتون ها گسترش چشمگیری پیدا کرده است [۱۱، ۱۲]. شرکت دادن مواد معدنی فلزی برای افزایش عملکرد غشا داخل شبکه پلیمر، برای ساخت غشاهای ترکیبی جداساز گاز مانند غشاهای شبکه

^۱Sten, Van Amerogen, Meares

^۲Monsanto

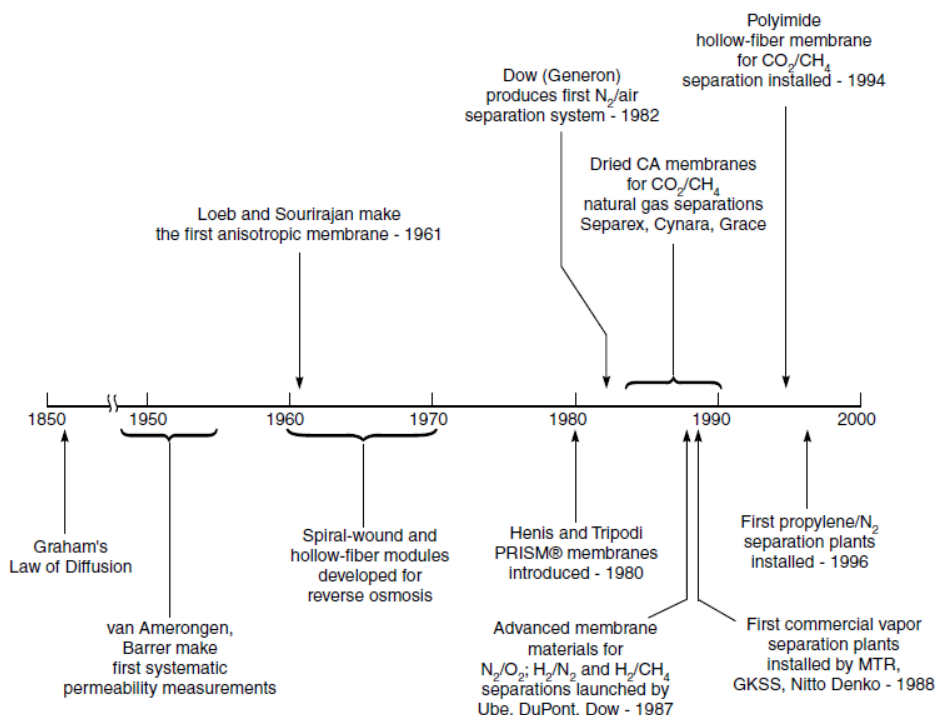
^۳Cynara, Separex, Grace

^۴Dow

^۵Generon

^۶Villegas-coss

آمیخته^۱ اولین بار توسط یهیا^۲ ارائه شد [۱۳]. اخیراً غشاهای کربنی حاوی نانوذرات با توانایی جداسازی بالا برای جداسازی هلیم استفاده شده است [۱۴]. همچنین کاسوکاب^۳ اثر نانوذرات را داخل شبکه پلیمری پلی آمید و مرکل و پینایو^۴ اثر نانوذرات را روی غشای پلی ۴-متیل-۲-پنتن و پلی سولفون بررسی کرده اند [۱۵].



شکل ۱-۲. مراحل توسعه ی جداسازی گازها [۷].

در این پروژه هدف جداسازی هلیم از متان است و در این راستا به اصول فرآیندهای جداسازی غشایی و انواع غشاهای جداساز گاز و سپس در ادامه به بحث درباره ی غشاهای شبکه آمیخته پرداخته و در پایان خواص انتقال گازها با استفاده از غشاهای ساخته شده بررسی شده است.

^۱Mixed Matrix Membranes (MMMs)

^۲Yehia

^۳Kusukabe

^۴Merkel, Pinnau

فصل دوم

مبانی استفاده از غشاهای جداساز گاز

در بحث جداسازی از طریق فرآیندهای غشایی، می توان غشاها را از جنبه های مختلف دسته بندی نمود. از این طریق با توجه به نوع غشا، جایگاه هر یک از فرآیندهای غشایی تعیین خواهد شد. در زیر به خلاصه ای از این دسته بندی جهت شناخت جایگاه فرآیند جداسازی گاز در بین دیگر فرآیندهای غشایی اشاره می شود.

۲-۱-۱ تقسیم بندی غشاها

در حالت کلی، تمام موادی که یک لایه به حد کافی نازک و پایدار تشکیل می دهند را می توان به عنوان ماده سازنده غشا به کار برد. به هر حال، علاوه بر مواد سازنده رده بندی غشاها از دیدگاه های دیگری نیز انجام گرفته است که در زیر به آنها اشاره می شود.

مواد سازنده: این مواد عبارتند از فلز، شیشه، سرامیک که از آن تحت عنوان غشاهای معدنی یاد می کنند، غشاهای پلیمری، غشاهای شبکه آمیخته [۲، ۵].

همگن و ناهمگن: غشا می تواند از نظر ملکولی همگن، یعنی ترکیب مواد تشکیل دهنده و ساختار آن کاملاً یکنواخت، و یا از نظر شیمیایی یا فیزیکی ناهمگن باشد، یعنی به طور مثال شامل سوراخ ها یا حفره هایی با ابعاد محدود بوده و یا از برخی شکل های ساختاری لایه ای تشکیل شده باشد.

متقارن و نامتقارن: نرخ تراوش در غشا با ضخامت آن رابطه عکس دارد. در گذشته، فناوری غشایی قادر به ساخت فیلم های بدون نقص با مقاومت مکانیکی زیاد با ضخامتی در حد $20\mu\text{m}$ بود (غشاهای متقارن). در مقابل، امروزه غشاهای نامتقارنی ساخته می شوند که از یک لایه سطحی به حد کافی نازک که توسط یک لایه ضخیم تر (زیرلایه) با ساختار متخلخل نگهداری می شود، تشکیل شده اند. لایه سطحی و زیرلایه را می توان هم زمان و یا به صورت مجزا تهیه کرد. در غشاهای مرکب این لایه ها از پلیمرهای مختلف تهیه می شوند. لایه

سطحی، تعیین کننده خواص جداسازی و نرخ تراوش در غشا است. زیرلایه، نقش نگهدارنده مکانیکی را داراست. مهم ترین مزیت غشاهای نامتقارن شار بالاتر آنهاست.

باردارشده و غیرباردار: غشاهای باردارشده الکتریکی، می تواند متراکم یا متخلخل بوده ولی اغلب بسیار میکرومتخلخل با حفره هایی است که دیواره های آن حامل یون های پایدار با بار مثبت (غشاهای تبادل-آنیونی) یا منفی (غشاهای تبادل-کاتیونی) می باشد. اساس جداسازی در غشاهای باردار حذف یون های دارای بار الکتریکی مشابه با بار یون های تثبیت شده بر ساختار غشا می باشد و اندازه حفره ها از اهمیت کمتری برخوردار است. از غشاهای باردار در الکترودیالیز محلول های الکترولیت استفاده می شود.

متخلخل و غیرمتخلخل (متراکم): غشای متخلخل از لحاظ ساختار و کارایی بسیار شبیه فیلترهای رایج می باشد. ساختاری صلب با فضاهای خالی زیاد و حفره هایی که به صورت تصادفی توزیع شده و دارای اتصالات بین حفره ای هستند، دارد. اندازه این حفره ها (قطری در حدود $10\text{-}100\ \mu\text{m}$) خیلی کوچک تر از انواع مشابه در فیلترهای رایج می باشد. به طور کلی، جداسازی موثر توسط غشاهای متخلخل برای ملکول هایی که اختلاف اندازه قابل توجهی دارند امکان پذیر است، مانند اولترا و میکروفیلتراسیون. غشاهای غیرمتخلخل (متراکم) از فیلم متراکمی تشکیل شده اند که مواد تراوشی از طریق نفوذ تحت حاکمیت نیرو محرکه فشار، غلظت، یا گرادیان پتانسیل الکتریکی از آن عبور می کنند. با این غشاها می توان موادی که اندازه یکسانی دارند را از هم جدا کرد، البته به شرطی که غلظت آنها در ماده غشایی (انحلال پذیری) متفاوت باشد. اغلب غشاهای جداسازی گاز، تراوش تبخیری^۱، و اسمز معکوس متراکم می باشند. معمولاً به دلیل ازدیاد شار، این غشاها ساختاری نامتقارن دارند.

جامد و مایع: تا به امروز اغلب غشاهای تجاری دارای پایه پلیمری بودند. امروزه غشاهای میکرومتخلخل سرامیکی با پایداری گرمایی و مقاومت در برابر حلال، در میکرو و

^۱pervaporation