دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

موضوع:

ساخت واصلاح سطح غشاهای اسمزمعکوس با نفوذپذیری بالا برای تصفیه ی آب دریا

استادراهنما:

دکتراحمد رحیم پور

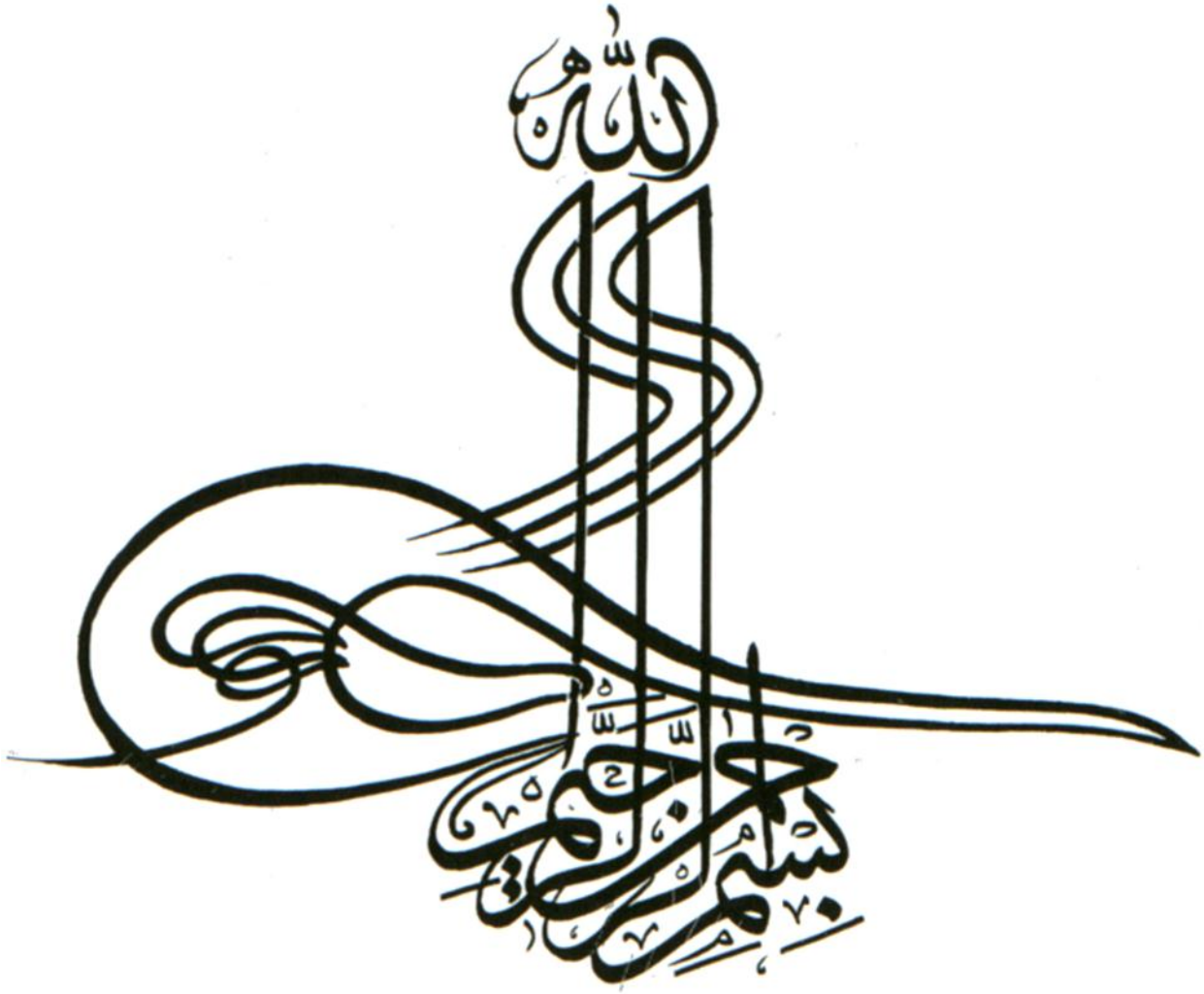
استادمشاور:

دکترمحسن جهانشاهی

دانشجو:

آسیه پیکی نرگسی

آذر۱۳۹۲


بسم الله الرحمن الرحيم

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

موضوع:

ساخت واصلاح سطح غشاهای اسمزمعکوس با نفوذپذیری بالا برای تصفیه ی آب دریا

استادراهنما:

دکتراحمد رحیم پور

استادمشاور:

دکترمحسن جهانشاهی

دانشجو:

آسیه پیکی نرگسی

آذر۱۳۹۲

برخود لازم میدانم از زحمات بی دریغ اساتید ارجمندم جناب آقای **دکتر رحیم پور** و جناب آقای **دکتر جهانشاهی** که در این مسیر از هیچ کمکی به این جانب فروگذار نکردند، کمال تشکر و قدر دانی را داشته باشم.

همچنین از زحمات خانم نازک تبار، جناب آقای دکتر پیروی، دوستان عزیزم در پژوهشکده ی فناوری نانو و دوست عزیزم خانم صفر طوبی سپاس گزارم.

تقدیم به آنان که :

لحظه های بودنم را معنایی دیگر می بخشند

به خانواده ی عزیزم

چکیده

در این پروژه ساخت غشای لایه نازک مرکب اسمز معکوس از طریق فرایند پلیمریزاسیون در فصل مشترک بین یک آمین و یک پلی آسیل کلراید مورد بررسی قرار گرفت. این غشا شامل سه لایه است که هرکدام توسط مکانیزم جداگانه ای تولید می‌شوند. یک لایه ی بسیار نازک پلی آمیدی که نقش اصلی را در عملکرد جداسازی غشا ایفا می‌کند، یک لایه ی متخلخل پلی سولفونی با ساختار اسفنجی که برای کار در فشار بالا الزامی است و یک لایه ی پلی استری. در این پروژه در مرحله ی اول برخی از پارامترهای موثر بر واکنش پلیمریزاسیون در فصل مشترک نظیر غلظت آمین، دمای واکنش و زمان غوطه وری در آمین مورد بررسی قرار گرفت. هرکدام از پارامترهای مذکور به طور جداگانه بر روی فلاکس و پس زنی تاثیر می گذارند. هرچه غلظت آمین کمتر، دما و زمان غوطه وری درمحلول آمینی بیشتر باشد، لایه ی پلی آمیدی چگال تری تشکیل می شود. بنابراین میزان پس زنی افزایش یافته و فلاکس عبوری از غشا مقداری منطقی خواهد داشت. با انجام آزمایشات مختلف مقادیر غلظت ۰/۵٪ وزنی، دمای ۴۵ درجه ی سانتی گراد و زمان ۳دقیقه به عنوان مقادیر بهینه برای پارامترهای مذکور انتخاب شدند. در مرحله ی بعد غشای اسمز معکوس توسط نانوذرات سیلیکا با اندازه ی ذره ی ۱۵-۲۰ نانومتر مورد اصلاح قرار گرفت. غلظت های ۰/۰۰۵ تا ۰/۵ درصد وزنی از نانوذره به محلول آمینی اضافه شد. نتیجه ی آنالیزFTIR و زاویه ی تماس حاکی از آن بود که نانوذرات با موفقیت روی سطح غشا قرار گرفته اند و میزان آبدوستی و مقاومت غشاها به گرفتگی به طور چشم گیری افزایش یافته است. تصاویر SEM و AFM نیز بیانگر حضور نانوذرات روی سطح غشا وافزایش میزان زبری سطح بود. در مرحله ی آخر غشاهای حاصل در دستگاه آنالیز جریان متقاطع قرار گرفتند تا عملکردشان با خوراک های متفاوت و در آزمایشات کوتاه و طولانی مدت مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج حاکی از آن بود که با اصلاح صورت گرفته، میزان فلاکس و پس زنی غشای اسمز معکوس به ترتیب از $L/m^2.h$ ۲۹/۹۲ و ۹۰/۴۸ ٪ به مقادیر$L/m^2.h$ ۴۳/۶۵و۹۰/۳۱۴٪ تغییر یافته است.

کلمات کلیدی: اسمز معکوس، غشای مرکب پلی آمیدی، پلیمریزاسیون در فصل مشترک، نانوذرات سیلیکا

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: مقدمه..... ۱

۱-۱- جداسازی و اهمیت آن..... ۲

۱-۲- غشا..... ۲

۱-۳- تقسیم بندی غشاها..... ۳

۱-۳-۱- تقسیم بندی بر اساس مکانیسم حاکم بر جداسازی..... ۳

۱-۳-۲- تقسیم بندی بر اساس جنس غشا..... ۴

۱-۳-۲-۱- غشاهای پلیمری..... ۴

۱-۳-۲-۲- غشاهای مایع..... ۴

۱-۳-۲-۳- غشاهای سرامیکی..... ۵

۱-۳-۲-۴- غشاهای فلزی..... ۵

۱-۳-۳- تقسیم بندی بر اساس ساختار غشا..... ۵

۱-۴- فرایندهای غشایی..... ۷

۱-۵- اسمزمعکوس..... ۸

۱-۵-۱- تاریخچه..... ۸

۱-۵-۲- اساس کار دستگاه اسمز معکوس و قانون اسمز..... ۸

۱-۵-۳- فرایندهای اسمز معکوس..... ۱۱

۱-۵-۳-۱- پیش تصفیه..... ۱۱

۱-۵-۳-۲- پمپ فشارقوی..... ۱۲

۱-۵-۳-۳- سیستم غشایی..... ۱۲

۱-۵-۳-۴- پس تصفیه..... ۱۲

۱-۵-۴- غشاهای مورد استفاده در اسمز معکوس..... ۱۲

۱-۵-۵- مزایای غشاهای مرکب لایه نازک پلی آمیدی نسبت به غشای نامتقارن..... ۱۳

۱-۵-۶- روش ساخت غشای مرکب لایه نازک پلی آمیدی..... ۱۴

۱-۵-۶-۱- زیرلایه ی پلی سولفونی..... ۱۴
۱-۵-۶-۲- لایه ی نازک پلی آمیدی..... ۱۵
۱-۵-۷- مزایای اسمز معکوس نسبت به سایر فرایندهای نمک زدایی..... ۱۷
۱-۵-۸- معایب..... ۱۷
۱-۵-۹- انواع گرفتگی در غشاهای اسمز معکوس..... ۱۸
۱-۵-۱۰- راه‌های مقابله با گرفتگی..... ۱۸
۱-۶- اصلاح سطح غشاهای اسمز معکوس ۱۹
۱-۶-۱- روش فیزیکی..... ۱۹
۱-۶-۱-۱- جذب سطحی..... ۱۹
۱-۶-۱-۲- پوشش دهی..... ۱۹
۱-۶-۲- روش شیمیایی..... ۲۰
۱-۶-۲-۱-عملیات آب دوست کردن..... ۲۰
۱-۶-۲-۲- پیوندزنی رادیکالی..... ۲۰
۱-۶-۲-۳- اتصال شیمیایی..... ۲۰
۱-۶-۲-۴- پلیمریزاسیون پلاسما یا پلیمریزاسیون تحریک شده به وسیله ی پلاسما..... ۲۱
۱-۷- مروری برپژوهش‌های انجام شده ۲۲۲
۱-۸- هدف از تحقیق..... ۳۰
فصل دوم: مواد و روش ها..... ۳۱
۲-۱- مواد مصرفی مورد نیاز..... ۳۲
۲-۲- تجهیزات مورد نیاز..... ۳۳
۲-۳- ساخت غشای اسمز معکوس..... ۳۴
۲-۳-۱-ساخت زیر لایه ی متخلخل پلی سولفونی..... ۳۴
۲-۳-۲- ساخت غشای مرکب لایه نازک..... ۳۵
۲-۳-۲-۱-بررسی اثر غلظت متافنیلن دی آمین بر عملکرد غشای اسمز معکوس..... ۳۵
۲-۳-۲-۲-بررسی اثر دما بر عملکرد غشای اسمز معکوس..... ۳۶
۲-۳-۲-۳- بررسی اثر زمان غوطه وری در محلول آمینی بر عملکرد غشای اسمز معکوس..... ۳۶

۲-۴-اصلاح سطح غشای اسمز معکوس توسط نانوذرات سیلیکا ۳۷
۲-۵-سیستم جریان متقاطع برای ارزیابی غشاها..... ۳۷
فصل سوم: نتایج وبحث..... ۴۱
۳-۱-بررسی پارامتر های موثر بر واکنش پلیمریزاسیون..... ۴۲
۳-۱-۱- اثر غلظت متا فنیلن دی آمین بر عملکرد غشای اسمز معکوس..... ۴۲
۳-۱-۲- اثر دما بر عملکرد غشای اسمز معکوس..... ۴۲
۳-۱-۳- اثر زمان غوطه وری در محلول آمینی بر عملکرد غشای اسمز معکوس..... ۴۳
۳-۲- نتایج اصلاح سطح غشای اسمز معکوس توسط نانوذرات سیلیکا..... ۴۵
۳-۲-۱- نتایج آنالیز غشاهای اصلاح شده ۴۵
۳-۲-۱-۱- آنالیز طیف سنجی مادون قرمز FTIR..... ۴۵
۳-۲-۱-۲- زاویه ی تماس..... ۴۶
۳-۲-۱-۳- آنالیز AFM..... ۴۷
۳-۲-۱-۴- آنالیز SEM..... ۴۹
۳-۲-۲-داده های تجربی حاصل از ارزیابی عملکرد غشاهای اصلاح شده..... ۵۱
۳-۲-۱-۱- نتایج عملکرد غشاهای اصلاح شده با نانوذره ی سیلیکا در خوراک های مختلف در آزمایشات کوتاه
مدت..... ۵۱
۳-۲-۲-۲- مقایسه ی عملکرد غشاهای اصلاح شده در سه خوراک مختلف..... ۵۵
۳-۲-۲-۳- آزمایشات طولانی مدت غشاهای اصلاح شده با نانو ذره ی سیلیکا(خوراکPPM ۱۱۰۰۰)..... ۵۷
۳-۲-۲-۴- مقایسه ی عملکرد غشای اصلاح شده با غشای تجاری ۶۰
نتیجه گیری..... ۶۲
پیشنهادات..... ۶۵
منابع..... ۶۶

فهرست اشکال

شکل ۱-۱ : ساختار غشاهای متقارن و نامتقارن..... ۷

شکل ۱-۲ شمایی از فرایند اسمز معکوس ۹

شکل ۱-۳ : مسیر تغییر ترکیب درصد محلول قالبگیری تا لحظه تشکیل غشا در دیاگرام فازی ۱۵

شکل ۱-۴ شمایی از واکنش پلیمریزاسیون در فصل مشترک ۱۶

شکل ۱-۵ اصلاح سطح با استفاده از پلیمریزاسیون پلاسما..... ۲۱

شکل ۲-۱ مراحل ساخت زیر لایه ی پلی سولفونی..... ۳۴

شکل ۲-۲ مراحل ساخت لایه ی نازک انتخابگر ۳۵

شکل ۲-۳ طرح کلی سیستم اسمز معکوس ۳۸

شکل ۲-۴ تصویر دستگاه جریان متقاطع مورد استفاده ۳۹

شکل ۳- ۱ نمودار فلاکس و پس زنی براساس غلظت MPD ۴۲

شکل ۳-۲ نمودار فلاکس وپس زنی بر اساس دمای واکنش..... ۴۳

شکل ۳-۳ نمودار فلاکس وپس زنی بر اساس زمان غوطه وری در محلول آمینی ۴۴

شکل ۳-۴ طیف FT-IR غشای اسمز معکوس معمولی (A) وغشاهای اصلاح شده با درصدهای مختلف سیلیکا ، (B)
۰/۰۰۵درصدوزنی ، (C) ۰/۰۱درصدوزنی ، (D) ۰/۰۵درصدوزنی ، (E)۰/۱درصدوزنی، (F) ۰/۵درصد وزنی سیلیکا ۴۶

شکل ۳-۵ اثر غلظت نانوذرات سیلیکا بر روی زاویه ی تماس سطح غشاهای اسمز معکوس..... ۴۷

شکل ۳-۶ تصاویر AFM از غشای اسمز معکوس معمولی (A) وغشاهای اصلاح شده با درصدهای مختلف سیلیکا ، (B)
۰/۰۰۵درصدوزنی ، (C) ۰/۰۱درصدوزنی ، (D) ۰/۰۵درصدوزنی ، (E)۰/۱درصدوزنی، (F) ۰/۵درصد وزنی سیلیکا ۴۸

شکل ۳-۷ تصاویرSEM از سطح غشای اسمز معکوس معمولی (A) وغشاهای اصلاح شده با درصدهای مختلف سیلیکا ، (B)
۰/۰۰۵درصدوزنی ، (C) ۰/۰۱درصدوزنی ، (D) ۰/۰۵درصدوزنی ، (E)۰/۱درصدوزنی، (F) ۰/۵درصد وزنی سیلیکا ۵۰

شکل ۳-۸ تصاویرS EM از سطح مقطع غشای اسمز معکوس معمولی (A) و غشاهای اصلاح شده با درصدهای مختلف سیلیکا ، (B) ۰/۰۰۵درصدوزنی ، (C) ۰/۰۱درصدوزنی ، (D) ۰/۰۵درصدوزنی ، (E)۰/۱درصدوزنی، (F) ۰/۵درصد وزنی سیلیکا ... ۵۱

شکل ۳-۹ نمودار فلاکس وپس زنی بر اساس غلظت سیلیکا با خوراک PPM ۱۱۰۰۰ ..... ۵۲

شکل ۳-۱۰ نمودار فلاکس وپس زنی بر اساس غلظت سیلیکا با خوراک آب دریا ۵۳

شکل ۳-۱۱ نمودار فلاکس وپس زنی بر اساس غلظت سیلیکا با خوراک PPM۳۵۰۰۰ ..... ۵۴

شکل۳-۱۲نمودار فلاکس براساس غلظت سیلیکا در سه خوراک(آب نمک PPM ۱۱۰۰۰ ، آب دریا و آب نمکPPM ۳۵۰۰۰) ۵۵

شکل ۳-۱۳ نمودار پس زنی بر اساس غلظت سیلیکا در سه خوراک(آب نمکPPM ۱۱۰۰۰ ،آب دریا و آب نمکPPM ۳۵۰۰۰) ۵۷

شکل ۳-۱۴ درصد کاهش فلاکس غشاهای معمولی واصلاح شده در تست‌های طولانی مدت ۵۸

شکل ۳-۱۵نمودار فلاکس بر اساس زمان انجام تست در غلظت های مختلف سیلیکا..... ۵۹

شکل ۳-۱۶ نمودار پس زنی براساس زمان انجام تست در غلظت‌های مختلف سیلیکا ۵۹

فهرست جداول

جدول ۲-۱- مواد مصرفی..... ۳۲

جدول۲-۲-تجهیزات مورد استفاده..... ۳۳

جدول ۳-۱ پارامترهای زبری سطح غشاهای اصلاح شده با سیلیکا..... ۴۹

جدول ۳-۲ مقایسه ی عملکرد غشای اصلاح شده با غشای تجاری..... ۶۰

فصل اول

مقدمه

۱-۱- جداسازی و اهمیت آن

پیشرفت‌های کنونی در صنایع شیمیایی و صنایع مشابه، به سمت افزایش سرعت انجام فرایندها و کاهش مصرف انرژی در طول فرایند معطوف شده است. یکی از فرایندهای مهم و پرکاربرد در چنین صنایعی، جداسازی مواد مختلف می‌باشد. برای انجام فرایندهای صنعتی اغلب باید اجزای ماده خام اولیه از هم جدا شده و محصول به دست آمده از این فرایندها نیز تفکیک و تخلیص شود. از طرفی در اکثر صنایع، اهمیت فرایندهای جداسازی و دستگاه‌ها و تجهیزات مربوطه، به اندازه ای است که در بسیاری از صنایع، بخش اعظم قیمت تمام شده یک محصول، مربوط به هزینه‌های جداسازی و خالص سازی آن محصول است. در انتخاب یک روش جداسازی مناسب، باید بازده آن روش‌ها، دسترسی به تجهیزات، هزینه‌های جداسازی، هزینه ساخت و هزینه‌های انرژی، با در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی و مسائل سیاسی مورد ارزیابی کامل قرار بگیرد. به همین دلیل یافتن یک روش جداسازی ساده‌تر و با هزینه کمتر، می تواند قابل تأمل باشد. همچنین باید اهداف جداسازی در فرایند مشخص شود. در یک فرایند جداسازی، اهداف متفاوتی مانند تغلیظ، تخلیص، تفکیک و جابجایی تعادل واکنش می تواند مدنظر باشد.

در این راستا، غشاها برای جداسازی گونه های مختلفی از مواد در حالات جامد، مایع و گاز توسعه یافته اند. با اینکه روش جداسازی با غشاها نسبت به روش‌های دیگری چون تقطیر، جذب سطحی، کریستالیزاسیون و استخراج مایع -مایع جدیدتر است ولی با توجه به کارایی و سهولت استفاده طی دو دهه اخیر، گسترش چشم گیری در استفاده از آن مشاهده شده است[۱].

۱-۲- غشا

غشا به عنوان یک فاز که اجزای خوراک به صورت انتخابی از آن عبور می‌کنند، تعریف می‌گردد. به عبارت بهتر، غشا به صورت فازی که اجزای جداشونده خوراک با سرعت‌های متفاوت از آن عبور می‌کنند، عمل می‌کند. دراین روش، معمولاً تغییر فازی صورت نمی‌گیرد و محصولات نیز در همدیگر قابل امتزاج هستند.

در فرایندهای غشایی، جزئی از خوراک که از غشا عبور می‌کند به نام تراوش کرده و بخشی که نتواند از غشا عبور کند، نگه داشته شده نامیده می‌شود که براساس هدف جداسازی، هرکدام از آنها می توانند به عنوان محصول درنظر گرفته شوند. در حالت کلی، روش‌های غشایی در مواقعی که غلظت مواد کم باشد، کارایی بسیار زیادی دارند. نیروی محرکه لازم در فرایندهای غشایی می تواند به صورت اختلاف غلظت، فشار، دما و پتانسیل الکتریکی باشد. ساده ترین نوع غشاها بر اساس اختلاف اندازه ذرات عمل می‌کنند که از این نظر مشابه فیلترها هستند ولی غشاها از لحاظ اندازه منافذ و توزیع اندازه آنها و نیز نحوه جریان، با فیلترها تفاوت دارند. کارایی غشاها با دو پارامتر تعیین می‌گردد که شامل دبی عبور کرده از غشا و گزینش پذیری غشاها است. فرایندهای غشایی با داشتن مزایایی چون کاهش مصرف انرژی به دلیل عدم تغییر فاز، حجم کم و عدم نیاز به فضای زیاد، تنوع در شکل و اندازه، افت فشار کم و انتقال جرم زیاد، بالا بودن راندمان جداسازی برای محلول‌های رقیق، نیاز کم به مواد افزودنی و حلال‌ها، ساده بودن طراحی غشاها و سهولت کاربرد آنها در مقیاس‌های صنعتی و همچنین به دلیل اینکه دوست دار محیط زیست هستند، از سایر روش‌های جداسازی متمایز شده اند. با این حال این روش معایبی از قبیل قطبش غلظتی و گرفتگی غشاها، طول عمر کوتاه غشا، انتخاب پذیری و دبی کم عبوری ازغشاها و هزینه بالای ساخت را دارد[۱].

۱-۳- تقسیم بندی غشاها

به دلیل کاربردهای وسیع و جهت سهولت شناخت و استفاده از غشاها، تقسیم بندی آنها ضروری به نظر می‌رسد که در این بخش تقسیم بندی غشاها بر اساس معیارهای مختلف آورده شده است.[۱].

۱-۳-۱- تقسیم بندی بر اساس مکانیسم حاکم بر جداسازی

اگر جداسازی بر اساس اختلاف فشار باشد، به کمک روش‌هایی مانند میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس می توان جداسازی را انجام داد. روش‌هایی که بر پایه

اختلاف غلظت هستند، شامل جداسازی گازی، غشای مایع و دیالیز می باشد. در الکترودیالیز، اختلاف ولتاژ و در روش تقطیر غشایی نیز اختلاف دما به عنوان عامل جداسازی عمل می‌کند[۱].

۱-۳-۲- تقسیم بندی بر اساس جنس غشا

غشاها به دو صورت عمده غشاهای بیولوژیکی طبیعی و غشاهای سنتزی هستند که غشاهای سنتزی شامل غشاهای پلیمری، سرامیکی، فلزی و مایع می‌باشند که در ادامه هرکدام از مواردغشاهای سنتزی به اختصار توضیح داده شده اند[۱].

۱-۳-۲-۱- غشاهای پلیمری

از جمله غشاهای پلیمری می توان به غشاهای ساخته شده از جنس پلی پروپیلن، تفلون، پلی‌آمید، پلی ایمید و پلی سولفون اشاره کرد. هرکدام از این مواد بر اساس ساختار شیمیایی خود، دما وpH محیط، حلالیت مواد و مقاومت آنها مورد استفاده قرار می‌گیرند. تخلخل بالا یکی از ویژگی‌های مهم در غشاهای پلیمری است.

غشاهای پلیمری در بازیافت هیدروکربن‌ها و گازهایی به کار می‌روند که در فرایندهای مربوطه وارد اتمسفر شده و یا سوزانده می‌شوند، بنابراین از نظر کاهش آلاینده‌های محیطی می‌توانند بسیار با ارزش باشند[۱].

۱-۳-۲-۲-غشاهای مایع

غشا فازی است بین دو فاز دیگر که انتقال جرم بین آنها را کنترل می‌کند. اگر این فاز میانی یک مایع امتزاج ناپذیر با دو فاز دیگر باشد، نقش یک غشا مایع را خواهد داشت[۱].

۱-۳-۲-۳-غشاهای سرامیکی

این غشاها که شامل اکسیدهای آلومینیوم، زیرکونیوم، تیتانیوم و سیلسیوم می‌باشند، دارای مزایایی مانند مقاومت حرارتی، مکانیکی و شیمیایی بالا، طول عمر زیاد، مقاومت خوردگی و باکتریایی بالا، امکان احیا، امکان تمیزکردن و کنترل مطلوب اندازه حفرات هستند. در این غشاها، هیچ افزودنی موردنیاز نبوده و محدودیتی در دمای فرآیند وجود ندارد. فیلتراسیون به کمک سرامیک، یک فرایند با انتخاب پذیری بالاست که بدون تبدیلات فازی است. ولی در کنار این مزایا، معایبی مانند هزینه ساخت بالا و مشکل بودن انجام اصلاحات بعدی بر روی غشا نیز وجود دارد[۱].

۱-۳-۲-۴-غشاهای فلزی

این غشاها که در حال حاضر بیشتر در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، معمولاً از جنس فولاد ضدزنگ، سیلیس، آلومینیوم، نقره، نیکل و برخی از آلیاژها هستند. خصوصیت برجسته ای که در رابطه با این غشاها مطرح است، مقاومت آنها در برابر خوردگی است.

در زمینه جداسازی گاز که بیشتر به تخلیص گاز هیدروژن برای پیل‌های سوختی مربوط می شود، دسته ای از غشاهای فلزی توسعه یافته اند. البته در تصفیه آب آشامیدنی و حذف مواد آلی طبیعی به روش لخته سازی و میکروفیلتراسیون نیز از غشاهای فلزی همراه با هوادهی یا تزریق گاز اوزون به عنوان یک روش جدید برای حذف آلودگی‌های آب باران استفاده شده و ثابت شده است که غشای فلزی برای کاهش میکروب‌ها و ذرات آلوده‌کننده از آب باران کافی است[۱].

۱-۳-۳- تقسیم بندی بر اساس ساختار غشا

می توان غشاها را براساس تقارن ساختاری یا عدم وجود این تقارن هم دسته بندی نمود. بر این اساس می توان غشاها را به دو دسته زیر تقسیم و طبقه بندی کرد:

۱- غشاهای متقارن

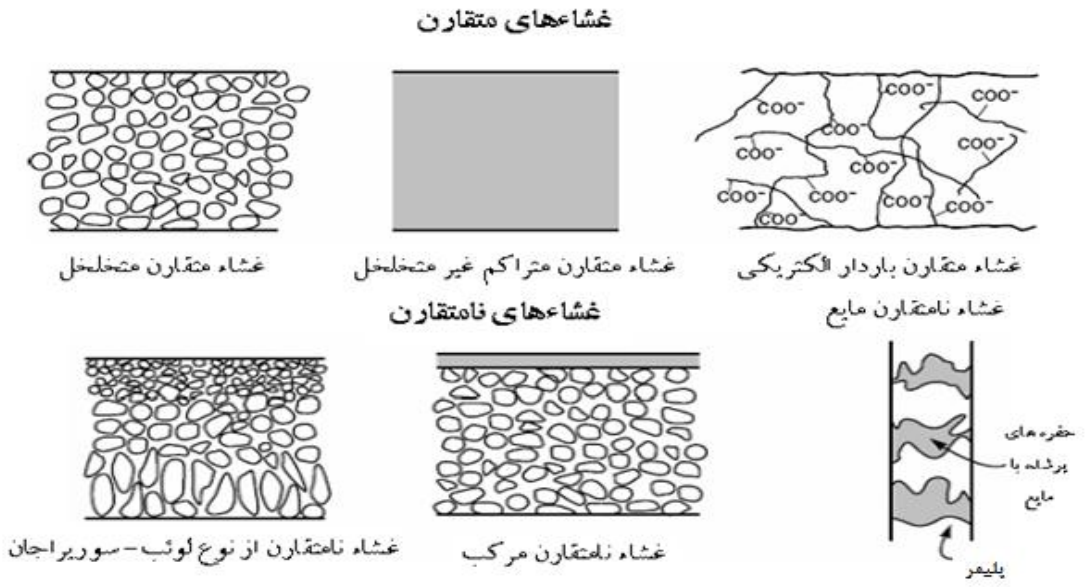
۲- غشاهای نامتقارن

بحث تقارن یا عدم تقارن در ساختار غشاها اولین بار توسط لوئب[1] و سوریراجان[2] مطرح گردید که موفق شدند غشائی نامتقارن از جنس سلولز استات تهیه کنند که دارای یک لایه نازک و جداساز در قسمت بالایی غشا بود که همین لایه، خواص جداسازی بسیار مناسبی را برای غشا سلولز استات ایجاد می‌نمود.

ساختارغشاهای متقارن در تمام طول غشا از بالا تا پائین یکسان بوده و دارای سطح بالایی و زیرین مشابهی هستند، یعنی می توان آنها را از هر دو طرف بکار برد. این غشاها در همه نقاط دارای ساختاری تقریباً مشابه می‌باشند و می‌توانند متراکم، چگال یا متخلخل باشند. درحالی‌که قسمت‌های مختلف غشاهای نامتقارن یکسان نمی‌باشد. به عنوان مثال شکل حفره‌ها در قسمت‌های مختلف این غشاها با هم متفاوت هستند. بسیاری از غشاهای نامتقارن از دو لایه تشکیل یافته‌اند که هر دو لایه تحت یک فرآیند و از یک ماده تشکیل یافته‌اند؛ اما ساختار و تراوش پذیری این لایه‌ها با هم متفاوت می‌باشد. لایه بالایی که آنرا بیشتر با نام لایه متراکم می شناسیم کار اصلی جداسازی را انجام می‌دهد و لایه زیری که تخلخل بیشتری دارد به عنوان لایه نگهدارنده برای افزایش مقاومت مکانیکی غشا انجام وظیفه می‌نماید. نوع دیگری از غشاهای نامتقارن غشاهای مرکب می‌باشند که غشا از دو لایه یا چند لایه تشکیل شده که در اثر فرآیندهای متفاوتی ایجاد گردیده اند. شماتیک غشاهای موجود در این تقسیم بندی در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. همانگونه که در شکل نیز مشاهده می‌شود سه دسته غشاهای متخلخل، غیر متخلخل و باردار الکتریکی در دسته غشاهای متقارن و سه دسته غشاهای لوئب- سوریراجان، مرکب و غشاهای مایع در دسته غشاهای نامتقارن قرار داده شده‌اند. لازم به ذکر است که این تقسیم بندی در مورد غشاهای پلیمری است ولی غشاهای سرامیکی و فلزی که روش ساخت کاملاً متفاوتی با غشاهای پلیمری دارند هم می‌توانند دارای ساختاری متقارن یا نامتقارن باشند[۲].

1- Loeb

2- Surirajan



شکل ۱-۱ : ساختار غشاهای متقارن و نامتقارن[۲]

۱-۴- فرایندهای غشایی

غشاهای سنتزی با داشتن بازارهای در حال رشد و فراهم کردن قابلیت‌های جداسازی بالا در بسیاری از صنایع، توانسته اند پیشرفت‌های زیادی داشته باشند. بسیاری از صنایع و کارخانجات، سرمایه گذاری خود را در فرایندهای جداسازی بر روی غشاها متمرکز کرده اند تا معایب سایر روش‌ها مانند تبخیر، تقطیر و یا استخراج را مرتفع سازند. هفت فرایند جداسازی عمده شامل میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون، اسمز معکوس، الکترودیالیز، جداسازی گازی و تراوش تبخیری در بسیاری از زمینه‌ها مورد استفاده قرار می گیرند[۱]. در بین فرایندهای مذکور اسمز معکوس به دلیل بازدهی بالا و ایجاد محصولی با بیشترین درصد خلوص توجه زیادی را در زمینه ی نمک زدایی از آب دریا و آبهای شور به خود معطوف ساخته است. لذا با توجه به موضوع مورد بحث در این پروژه از این پس در ارتباط با این فرایند، غشاهای مورد استفاده در آن و روش های ساخت و اصلاح این غشاها توضیحاتی بیان می شود.