

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تربیت معلم تهران
دانشکده شیمی
پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی کاربردی

عنوان:

انتقال یون فلز جیوه (II) از غشاء مایع
بوسیله سیانکس ۳۰۱

استاد راهنما:

دکتر سیاوش مدائنی

استاد مشاور:

دکتر محمد کاظم رفوئی

نگارش:

نادر اسلامی

اسفند ماه ۱۳۸۷

تقدیر و تشکر:

الکون که به لطف و عنایت پروردگاریکما موفق به گردآوری، تدوین و تنظیم این پیمان نامه گشتم و وظیفه خودمی دانم که نهایت سپاسگزاری را از تمام عزیزانی که در این راه به من کمک کردند، به عمل آورم:

- از جناب آقای دکتر سیاوش مدائنی که راهبانی این پیمان نامه را بر عهده داشتند، کمال تشکر را دارم.
- از جناب آقای دکتر محمد کاظم رفویی که مشاوری این پیمان نامه را بر عهده داشتند، کمال تشکر را دارم.
- از بهکاری جناب آقای دکتر علی اسحاقی و جناب آقای مهندس سعید قادر در موسسه واکسن و سرم سازی رازی کرج نهایت تشکر را دارم.
- از جناب آقای دکتر مهدی زاده و جناب آقای دکتر بهمنی که زحمت داوری و تصحیح پیمان نامه را بر عهده داشتند، تشکر می کنم.
- از دوستان عزیزم آقایان اکبر عبدالمحمی، مسلم محمدی، مجتبی عباس زاده به خاطر محبت ها و کمک های بی دریغشان نهایت سپاس و قدردانی را دارم.
- از جناب آقای دکتر عباس عبدالمحمی که در تاسین منابع این پیمان نامه، مرایاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

چکیده

یک سیستم غشا مایع جدید حاوی بیس (۲ و ۴ و ۴-تری متیل پنتیل) دی تیوفسفنیک اسید (با نام تجاری سیانکس ۳۰۱)، که تا کنون بعنوان حامل برای انتقال یون جیوه (II) استفاده نشده بود، ساخته شد. سیانکس ۳۰۱ بعنوان یک حامل گزینشی برای انتقال یون جیوه (II) از طریق غشا مایع توده ای (ساخته شده از کلروفرم) عمل می کند. با استفاده از ۰/۰۴ مولار حامل در غشا و محلول اسید نیتریک ۵ مولار در فاز گیرنده، مقدار جیوه انتقال یافته از طریق غشا مذکور پس از ۲ ساعت به حدود ۸۹ درصد رسید. گزینش پذیری و کارایی انتقال یون جیوه (II) از محلولهای حاوی مخلوطهای مختلف کاتیونها بررسی شد. پارامترهای اصلی موثر روی انتقال یون جیوه از قبیل غلظت اسید در فاز منبع، غلظت لیگاند در فاز غشا، نوع حلال آلی، ماهیت و غلظت فاز گیرنده، تعداد دور همزن و زمان انتقال برای بهینه سازی مقدار عبور یون جیوه (II) معین شدند.

کلمات کلیدی: غشا مایع توده ای، سیانکس ۳۰۱، انتقال یون جیوه (II).

با پیشرفت علم و تکنولوژی و نیاز روزافزون به محیط زیست عاری از هرگونه آلودگی، سیستمهای جداسازی هرروزه با پیشرفتهای چشمگیری روبرو بوده اند. یکی از بزرگترین اهداف در طراحی این سیستمها، بازدهی بالا، انتخابگری و مصرف انرژی کم بوده است. در این راستا سیستمهای غشایی که دارای مولفه های فوق می باشند بوجود آمده و دستخوش تحولات بزرگی شده اند که از جمله آنها می توان به ابداع غشاءهای مایع که از لحاظ انتخابگری نسبت به غشاءهای عادی دارای کارایی بیشتری می باشند اشاره نمود. تنوع در اشکال، گوناگونی مواد حامل برای کاربردهای مختلف، سادگی در ساخت و فقدان مشکلات انسجام مکانیکی از مزایای سیستمهای غشاء مایع می باشند. جیوه که در طبیعت عمدتاً بصورت یون $Hg(II)$ یافت می شود یکی از آلاینده هایی است که با رشد و پیشرفت تکنولوژی و ایجاد صنایع مختلف شیمیایی بصورت ترکیبات گوناگون در کارخانه های پتروشیمی، الکتریکی،

نظامی، کاغذ سازی و داروسازی و کلر آلکالی و... کاربرد دارد و در نتیجه به مقادیر زیاد وارد محیط زیست می شود. در این طرح کاربرد یکی از نمکهای خانواده تیو فسفینیک اسیدها بانام تجاری سیانکس ۳۰۱ (دی ایزواکتیل دی تیو فسفینیک اسید) در حذف و بازیافت این عنصر مورد بررسی قرار گرفته است. واکنشهای صورت گرفته بین یون Hg^{2+} و سیانکس مذکور (بعنوان حامل)، اثر پارامترهای مختلف مثل pH، دما، غلظت هر یک از اجزاء سیستم، نسبت عمل و... بر روی زمان جداسازی بررسی شده و مکانیزم انتقال یون Hg^{2+} از طریق این غشاء ارائه شده است.

فصل اول : غشاء و فرآیندهای غشایی و معرفی انواع غشاءها

مقدمه	۱
۱-۱- تعریف غشاء	۴
۲-۱- تاریخچه غشاء و فرآیندهای غشایی	۴
۳-۱- فرآیندهای غشایی بر مبنای اندازه ذرات	۵
۴-۱- نیروی محرکه فرآیندهای غشایی	۷
۵-۱- کاربردهای معمولی (روزمره) غشاءها	۸
۶-۱- مزایای فرآیندهای غشایی	۱۰
۷-۱- جنس غشاء	۱۱
۸-۱- غشاءهای مایع	۱۲
۹-۱- مکانیسم انتقال یونها از غشاء توسط حامل	۱۴
۱۰-۱- مدل سینتیکی فرآیند انتقال از غشاء مایع توده ای	۱۵
۱۱-۱- انواع غشاءهای مایع	۱۸
۱-۱۱-۱- غشاء مایع توده ای (BLM)	۱۹
۲-۱۱-۱- غشاء مایع حمایت شده با صفحه نازک (TSSLM)	۲۰
۳-۱۱-۱- غشاء مایع امولسیون (ELM)	۲۱
۴-۱۱-۱- غشاء مایع حمایت شده با فیبر توخالی (HFSLM)	۲۲
۵-۱۱-۱- غشاء مایع حمایت شده با دو فیبر توخالی (TMHFSLM)	۲۴
۶-۱۱-۱- انواع دیگر غشاءهای مایع	۲۶
۱۲-۱- مکانیسم انتقال در غشاءهای مایع	۲۷
۱-۱۲-۱- انتقال کاتیون	۲۸
۲-۱۲-۱- انتقال آنیون	۳۰
۳-۱۲-۱- انتقال گونه خنثی	۳۱
۴-۱۲-۱- انتقال قابل تعویض	۳۱

فصل دوم : معرفی جیوه و ارگانوفسفرها، مطالعه کاربردهای غشاءهای مایع

۱-۲- مقدمه	۳۴
۲-۲- جیوه	۳۵
۱-۲-۲- معرفی	۳۵
۲-۲-۲- منابع آلودگی جیوه	۳۸
۳-۲-۲- سمیت جیوه در موجودات زنده	۴۱

۴۲	..... آثار بیوشیمیایی جیوه	۴-۲-۲
۴۴	..... اهمیت مطالعه و بررسی جیوه	۵-۲-۲
۴۵	..... روشهای حذف جیوه از پسابها	۶-۲-۲
۴۶	..... ارگانوفسفرها	۳-۲
۴۶	..... تاریخچه	۱-۳-۲
۴۹	..... ساخت ترکیبات ارگانوفسفری	۲-۳-۲
۵۰	..... دسته بندی و نامگذاری ترکیبات سیانکس	۳-۳-۲
۵۰	..... استخراج کننده های استخراج حلال	۱-۳-۳-۲
۵۰	..... استخراج کننده های کی لیتی	۲-۳-۳-۲
۵۳	..... معرفی سیانکس ۳۰۱	۳-۳-۳-۲
۵۳	..... ساختار و خصوصیات شیمیایی سیانکس ۳۰۱	۴-۳-۳-۲
۵۴	..... تجمع خودی استخراج کننده ها	۴-۳-۲
۵۶	..... فرآیندهای غشایی، مکمل و جایگزین روشهای کلاسیک جداسازی	۴-۲
۵۷	..... کاربردهای غشاء های مایع	۵-۲
۵۷	..... کاربردهای غشاء مایع توده‌ای (BLM)	۱-۵-۲
۵۸	..... کاربردهای غشاء مایع حمایت شده (SLM)	۲-۵-۲
۵۸	..... جداسازی و بازیابی فلزات	۳-۵-۲
۵۹	..... جداسازی گازها	۴-۵-۲
۶۰	..... برخی از کاربردهای غشاء مایع امولسیون‌ی (ELM)	۵-۵-۲
۶۲	..... کاربردهای تجاری فرآیند ELM	۶-۵-۲
۶۳	..... مروری بر مطالعات در زمینه انتقال یونهای فلزی از غشاء مایع توده‌ای	۶-۲

فصل سوم : بخش تجربی

۶۹	..... مقدمه	۱-۳
۷۱	..... بخش تجربی	۲-۳
۷۱	..... مواد مصرفی	۱-۲-۳
۷۱	..... دستگاههای موردنیاز	۲-۲-۳
۷۲	..... مطالعه انتقال انتخابی یونهای جیوه (II) از طریق غشاء مایع توده‌ای	۳-۳
۷۲	..... شرح آزمایش	۱-۳-۳
۷۴	..... بهینه سازی پارامترهای انتقال	۲-۳-۳
۷۴	..... اثر غلظت اسید موجود در فاز منبع بر میزان انتقال	۱-۱-۲-۳-۳

۳-۳-۲-۱-۲- اثر غلظت اسید موجود در فاز منبع بر پارامترهای سینتیکی.....	۷۵
۳-۳-۲-۲-۱- اثر غلظت سیانکس ۳۰۱ (حامل) بر میزان انتقال.....	۷۶
۳-۳-۲-۲-۲- اثر غلظت سیانکس ۳۰۱ (حامل) بر پارامترهای سینتیکی.....	۷۷
۳-۳-۲-۳-۱- اثر نوع حلال بر میزان انتقال.....	۷۹
۳-۳-۲-۳-۲- اثر نوع حلال بر پارامترهای سینتیکی.....	۸۰
۳-۳-۲-۴-۱- اثر ماهیت و غلظت فاز گیرنده بر میزان انتقال.....	۸۱
۳-۳-۲-۴-۲- اثر ماهیت و غلظت فاز گیرنده بر پارامترهای سینتیکی.....	۸۴
۳-۳-۲-۵-۱- اثر سرعت همزدن بر میزان انتقال.....	۸۶
۳-۳-۲-۵-۲- اثر سرعت همزدن بر پارامترهای سینتیکی.....	۸۷
۳-۳-۲-۶-۱- بررسی اثر زمان بر میزان انتقال.....	۸۸
۳-۳-۲-۶-۲- بررسی اثر زمان بر پارامترهای سینتیکی.....	۸۹
۳-۳-۲-۷- بررسی گزینش پذیری غشاء مایع توده‌ای.....	۹۰
۳-۳-۲-۸- بررسی چگونگی عملکرد غشاء مایع توده‌ای در مورد نمونه های حقیقی.....	۹۲
۳-۴-۳- بحث.....	۹۳
۳-۴-۳-۱- تحلیل ساختار سیانکس ۳۰۱.....	۹۳
۳-۴-۳-۲- مکانیسم پیشنهاد شده برای انتقال یون‌های جیوه (II).....	۹۴
۳-۴-۳-۳- نتیجه گیری.....	۹۶
منابع.....	۹۸

مقدمه

غشاء^۱ لایه یا سد نازکی است که حل شونده ها و حلال بصورت گزینشی از طریق آن انتقال می یابند. جنس غشا می تواند از پلیمرهای آلی، مواد معدنی، سرامیکها، فلزات و یا حتی از مایعات باشد. کاربرد یک نیروی محرکه^۲ (مثل اختلاف فشار، غلظت، پتانسیل الکتریکی) باعث عبور اجزا معینی از محلول بوسیله غشا می گردد. تکنولوژیهای غشایی مخلوطهای سیال را بر اساس کاربردهای مختلف از هم جدا میکنند. این روشها می توانند مواد را بر اساس اندازه یا ماهیت الکتریکی ذرات از همدیگر جدا کنند و کاربردهای فراوان و مختلفی در فرآیندهای تولید مواد غذایی، صنایع شیمیایی و تصفیه فاضلاب دارند [۱].

در صنعت شیمی، فرآیندهای جداسازی به اندازه واکنشهای شیمیایی پروسه مهم می باشند. بر کسی پوشیده نیست که حدوداً یک سوم هزینه های فرآیند به عملیتهای جداسازی نسبت داده می شود. غشاهای ساخته شده به علت قابلیت ذاتیشان در صرفه جویی انرژی، نسبت به عملیتهای رایج جداسازی می توانند عملیات جداسازی را در محدوده وسیعی از فرآیندهای صنعتی انجام دهند. کارایی غشا شدیداً به قابلیت نفوذپذیری^۳ آن بستگی دارد و سازنده غشا پتانسیل ساخت آنرا برای نیازهای یک فرآیند ویژه دارا می باشد [۲].

از جمله مهمترین کاربردهای غشاها عبارتند از: استرلیزه کردن و حذف باکتریها و ویروسها، حذف اجزایی (مثل چربیها، پروتئینها و اسیدها) از جریانهای یک فرآیند، نمک زدایی^۴ و یون زدایی، خالص سازی^۵، کانی زدایی^۶ و تصفیه. جزء اصلی یک سیستم جداسازی غشایی همان غشا می باشد. انواع مختلف و متنوعی از غشاها برای کاربردهای گوناگون وجود دارند که در

¹ Membrane

² Driving force

³ Permeability

⁴ Desalination

⁵ Purification

⁶ Demineralization

همه آنها یک نیروی محرکه برای راندن ماده عبوری از طریق غشا بکار برده می شود. آرایشهای مختلف متعددی برای جایگیری مناسب غشاها بکار گرفته می شوند [۱].

۱-۱- تعریف غشاء

در زمینه معرفی غشاء بعنوان یک عامل جدا کننده، تعاریف مختلفی بوسیله محققان مختلف [۳ و ۴] ارائه شده است. سه تعریف گوناگون در مورد غشاء از سه دیدگاه مختلف بیان شده است:

۱. غشاء لایه نازکی است که می‌تواند اجزای یک سیال را به طور انتخابی از آن جدا کند. به عبارت دیگر غشا وسیله ای است که جداسازی مواد را عموماً بر اساس اندازه‌های مولکولی آنها ممکن می‌سازد.
 ۲. اگر غشاء بر مبنای کاری که انجام می‌دهد تعریف شود، می‌توان گفت که غشاء مواد را به صورت انتخابی از خود عبور می‌دهد.
 ۳. در یک فرآیند غشایی عموماً دو فاز وجود دارد که بطور فیزیکی بوسیله‌ی فاز سوم (غشاء) از یکدیگر جدا شده‌اند. غشاء انتقال جرم بین دو فاز را کنترل می‌کند.
- به طور خلاصه دو عمل اصلی که توسط غشاءها انجام می‌شود عبارتند از: نفوذپذیری یا تراوش و انتخاب گری^۱ یا گزینش پذیری.

۱-۲- تاریخچه غشاء و فرآیندهای غشایی

بیش از صد سال است که از غشاءها بعنوان یک عامل جداسازی استفاده می‌شود [۵] اما در حدود ۵۰ سال است که از غشاءها در مقیاس صنعتی استفاده می‌شود. اولین موارد استفاده از غشاءها به اوایل قرن بیستم مربوط می‌گردد که طی آن از غشاءهای میکروفیلتراسیون^۲ در کارهای آزمایشگاهی باکتری شناسی استفاده می‌گردید. در طول جنگ جهانی دوم منابع آب

^۱Selectivity
Microfiltration

آلمان‌ها به علت بمباران هوایی ویران می‌گردید. نیاز مبرم به بررسی مداوم قابلیت شرب آب‌ها و طولانی بودن روش‌های باکتری شناسی که گاه تا ۹۶ ساعت به طول می‌انجامید باعث شد تا مولر^۱ و همکارانش به ابداع روش جدیدی برای شناسایی باکتری‌ها بپردازند. در این روش نمونه آب از غشاء عبور داده می‌شد و باکتری‌ها در سطح غشاء باقی می‌ماندند و با اضافه نمودن مواد غذایی در سطح غشاء بعد از ۱۲ تا ۲۴ ساعت تشخیص داده می‌شدند [۳]. در دهه ۱۹۴۰ از فلئوئورکربن‌های خلل و فرج‌دار برای جداسازی $^{235}\text{UF}_6$ از $^{238}\text{UF}_6$ استفاده شد [۴]. لوئب^۲ و سوریراجان^۳ در سال ۱۹۶۲، موفق به ساخت اولین غشاءهای نامتقارن اسمز معکوس^۴ از جنس سلولز استات شدند که برای نمک زدایی از آب دریا و قابل آشامیدن کردن آن استفاده شد [۵]. در دهه ۱۹۷۰ با به کارگیری غشاءهای ترافیلتراسیون^۵ در صنایع لبنی به منظور تغلیظ پروتئین موجود در آب پنیر، این فرآیند توسعه سریعی پیدا نمود. در سال ۱۹۷۹ شرکت مونساتو^۶ فیبرهای پلی‌سولفون را برای جداسازی گاز هیدروژن از گازهای زدوده شده از واحد آمونیاک تهیه کرد و به بازار عرضه نمود [۶]. در دهه ۱۹۸۰ از غشاءهای مایع برای جداسازی فلزات و ترکیبات آلی از فاضلاب استفاده شد.

۱-۳- فرآیندهای غشایی بر مبنای اندازه ذرات

در سال‌های اخیر روش‌های قدیمی جداسازی با فرآیندهای غشایی تکمیل شده است. در این فرآیندها از غشاء نیمه تراوا به عنوان عامل اصلی جداسازی استفاده می‌شود. فرآیندهایی که بر اساس انواع غشاها پی‌ریزی شده‌اند، قادر به جدا کردن مواد با اندازه‌های متفاوت از سیال هستند. میکروفیلتراسیون (MF) برای جداسازی ذرات بسیار کوچک، ترافیلتراسیون (UF)

¹ Muller

² Loeb

³ Surirajan

⁴ Reverse Osmosis

⁵ Ultrafiltration

⁶ Monsanto Chemical Company

برای جداسازی ماکرومولکول‌ها، نانوفیلتراسیون^۱ (NF) برای جداسازی مولکول‌ها و اسمز معکوس (RO) برای جداسازی یون‌ها بکار گرفته می‌شوند [۷].

ذرات درشت^۲ مانند شن، مو، آرد، گلبول‌های قرمز و پاره‌ای از باکتری‌ها که با چشم غیر مسلح یا میکروسکوپ نوری قابل دیدن هستند و اندازه آن‌ها بیش از چند میکرون و تا حدود میلیمتر است، به وسیله فیلتراسیون معمولی قابل جداسازی می‌باشند.

ذرات ریز^۳ مانند باکتری‌ها، کلوئیدها، رنگ دانه‌ها که با میکروسکوپ نوری یا میکروسکوپ الکترونیکی قابل مشاهده می‌باشند و اندازه آن‌ها در حدود ۰/۱ تا یک میکرون است، به وسیله میکرو فیلتراسیون قابل جداسازی هستند. برای جداسازی ویروس، پروتئین و سایر ماکرومولکول‌ها با اندازه حدود ۰/۰۱ تا ۰/۱ میکرون می‌توان از الترافیلتراسیون استفاده نمود. برای جداسازی مولکول‌هایی مانند گلوکز با ابزارهای کمتر از ۰/۰۱ میکرون و تا حدودی ۰/۰۰۱ میکرون (یک نانومتر) می‌توان از فرآیند نانوفیلتراسیون بهره جست. ذرات بسیار کوچک (کمتر از یک نانومتر یا در حدود چند آنگستروم) مانند نمک محلول در آب یا یون‌های فلزی توسط فرآیند اسمز معکوس قابل جداسازی می‌باشند.

^۱ Nanofiltration

^۲ Macro particle

^۳ Micro particle

۴-۱- نیروی محرکه فرآیندهای غشائی

عامل اساسی جداسازی در فرآیندهای غشایی، تفاوت شدت انتقال اجزاء در طول غشاء است. انتقال اجزاء در اثر حرکت آنها حاصل می شود و حرکت هر جزء از یک طرف غشاء به طرف دیگر آن به علت وجود یک یا چند نیروی محرکه صورت می گیرد.

نیروی محرکه نتیجه تفاوت پتانسیل شیمیایی یا الکتریکی بین دو فاز است که به وسیله غشاء از یکدیگر جدا شده اند. گرادیان پتانسیل شیمیایی ممکن است به علت تفاوت غلظت (فعالیت)، تفاوت فشار یا هر دو نتیجه شود. از تفاوت دما نیز گاهی به عنوان نیروی محرکه استفاده می شود. انتقال، یک فرآیند غیرتعادلی است و می تواند به وسیله معادله ای که جریان ها را با نیروی محرکه مرتبط می سازد، توصیف شود.

قانون فیک^۱ رابطه بین جریان ماده و تفاوت غلظت را نشان می دهد. ضریب تناسب، به عنوان ضریب نفوذ نامگذاری می شود. قانون اهم^۲ رابطه بین جریان الکتریسیته و تفاوت پتانسیل الکتریکی را بیان می دارد و ضریب تناسب مقاومت الکتریکی است. قانون فوریه^۳ رابطه بین انتقال گرما و تفاوت دما را نشان می دهد که ضریب تناسب، هدایت گرمایی است. قانون هاگن^۴ - پویزله رابطه بین جریان حجمی و تفاوت فشار را بیان می نماید که ضریب تناسب، نفوذپذیری است [۸]. قوانین و روابط اشاره شده در جدول (۱-۱) دیده می شوند:

^۱ Fick's law

^۲ Ohm's law

^۳ Fourier's law

^۴ Hagen-poiseuille's law

جدول (۱-۱): روابط بین شارهای گوناگون و نیروهای محرکه

رابطه پدیده‌ها	شار	نیرو محرکه	ثابت تناسب
قانون فیک $J = -D \frac{\Delta c}{\Delta x}$	جرم (J)	اختلاف غلظت (Δc)	ضریب نفوذ (D)
قانون اهم $I = \frac{\Delta V}{R}$	الکتریسیته (I)	اختلاف پتانسیل الکتریکی (ΔV)	مقاومت الکتریکی (R)
قانون فوریه $Q = -k \frac{\Delta T}{\Delta x}$	گرما (Q)	اختلاف دما (ΔT)	هدایت گرمایی (k)
قانون هاگن-پویزله $Q = h_d \frac{\Delta P}{A}$	حجم (J_V)	اختلاف فشار (ΔP)	نفوذ پذیری هیدرودینامیکی (h_d)

۱-۵- کاربردهای معمولی (روزمره) غشاءها

تعداد زیادی از محصولات با استفاده از غشاءها و فرآیندهای غشایی به عمل می‌آیند. اما امروزه نمک‌زدایی از آب شور بیش از ۸۰٪ استفاده از غشاءها را شامل می‌شود. قسمت اعظم ۲۰٪ باقیمانده برای فرآیندهای لبنی استفاده می‌شود و مقدار کمتری از آن برای تصفیه مایعات دیگر به کار می‌رود. بعضی از این مایعات محصولات زائد هستند اما بعضی از آنها محصولات دارویی و لبنی بسیار گران قیمتی می‌باشند. جدول (۱-۲) کاربرد غشاءهای اسمز معکوس، نانوفیلتراسیون و ترافیلتراسیون را برای تصفیه مایعات مختلف نشان می‌دهد. گاهی اوقات مایع خروجی از غشاء به عنوان محصول اصلی است و گاهی اوقات فاز تغلیظ شده به عنوان محصول اصلی در نظر گرفته می‌شود [۹].

جدول ۱-۲- انواع فرآیندهای غشائی برای تولید محصولات مختلف

فرآیند	خوراک ورودی	فاز عبوری از غشاء	فاز تغلیظ شده
اسمز معکوس	پساب نساجی	آب تمیز	BOD ^۱ ، نمک، مواد شیمیایی و محصولات زائد
	آب شور	آب با درجه شوری پائین	آب شور غلیظ شده
	آب پنیر	خروجی از غشاء با BOD پائین	آب پنیر غلیظ شده
نانوفیلتراسیون	محلول حاوی آنتی بیوتیک‌ها	آب شور حاوی مواد زائد	محلول غلیظ شده از آنتی بیوتیک‌ها
	پساب نساجی	آب شور و آب تمیز	رنگ، BOD ^۲ /COD
	آب دریا	آب شیرین	محصول زائد
	آب پنیر	آب زائد	آب پنیر غلیظ شده
الترافیلتراسیون	محلول حاوی آنتی بیوتیک‌ها	مایع تخمیری زلال	محصول زائد
	پساب بیوگاز	مایع تصفیه شده برای تخلیه	مایعی حاوی میکروبها
	کاراگینان	محصول زائد	کاراگینان غلیظ شده
	شیر	محلول لاکتوز	محلولی غلیظ از پروتئینهای شیر
	امولسیون روغن	آب عاری از روغن	امولسیون روغن با غلظت بالا
	پساب شستشو	آب زلال	آب کثیف (محصول زائد)
	آب پنیر	محلول لاکتوز	محلولی غلیظ از پروتئینهای پنیر

^۱ Biological Oxygen Demand (BOD)^۲ Chemical Oxygen Demand (COD)

۱-۶- مزایای فرآیندهای غشایی

فرآیندهایی که با استفاده از غشاء انجام می شوند، دارای مزایای زیر می باشند [۱۰]:

۱. با توجه به عدم نیاز به ایجاد تغییر فاز برای انجام عمل جداسازی در فرآیندهای غشایی، در مصرف انرژی صرفه جویی می شود.
۲. محفظه‌هایی که غشاءها در داخل آن قرار می‌گیرند (مدولهای غشایی^۱) دارای حجم بسیار کمی می‌باشند. بنابراین، نیازی به استفاده از فضای زیاد برای انجام عملیات جداسازی وجود ندارد.
۳. غشاها و مدولهای غشایی را می توان به اشکال و اندازه‌های مختلف ساخت. پس این قابلیت وجود دارد که با توجه به نیاز سیستم، شکل هندسی غشا و مدول و اندازه آنها را تغییر داد.
۴. ضخامت غشا بسیار کم است (در حد میکرون) لذا انتقال جرم در طول آن با سرعت انجام می‌شود و به این دلیل فرآیندهای غشایی، از دیگر فرآیندهای جداسازی سریعترند.
۵. جداسازی توسط غشاها غالباً با راندمان بالاتری نسبت به سایر روشها انجام می‌شود.
۶. فرآیندهای غشایی در دمای معمولی انجام می‌شود پس می‌توان از آنها در مورد محلول‌های حساس به گرما بخصوص در صنایع غذایی، دارویی و بیوتکنولوژی براحتی استفاده نمود.
۷. بسیاری از جداسازی‌ها که توسط غشاءها انجام می‌شوند با هیچ یک از دیگر روشها قابل دستیابی نیست مثل دیالیز خون.

¹ Module

۸. اگر در یک فرآیند غشایی نیاز به یک ماده کمکی یا حلال داشته باشیم، میزان آن در حد بسیار کمی است و قابل مقایسه با دیگر فرآیندها نیست .
۹. معمولاً استفاده از فرآیندهای غیرغشایی در جداکردن ذرات از محلولهای بسیار رقیق (مثلاً محصولات بیوتکنولوژی) کارساز نیست در حالی که این کار توسط فرآیندهای غشایی به آسانی انجام می‌شود .
۱۰. در بسیاری از فرآیندهای جداسازی کلاسیک، نیاز به اضافه نمودن ماده افزودنی^۱ وجود دارد. این ماده که به طور معمول از ترکیب‌های آلی می‌باشد، مشکلاتی را به وجود می‌آورد. در بسیاری از فرایندهای غشایی این نیاز وجود ندارد.
۱۱. فرآیندهای غشایی را می‌توان با توجه به کاربرد مورد نیاز برای یک جداسازی ویژه طراحی کرد.
۱۲. در مورد فرآیندهای غشایی پس از انجام آزمایشات مقدماتی و ساخت واحد نیمه صنعتی^۲ در مقیاس کوچک ساخت سیستم صنعتی^۳ به آسانی انجام می‌شود .
۱۳. فرآیند غشایی را می‌توان با سایر روش‌های جداسازی ترکیب نمود و فرآیندهای ترکیبی^۴ را بوجود آورد که باعث افزایش کارایی سیستم می‌شوند .
۱۴. در مقیاس جهانی هزینه سرمایه گذاری به منظور تأسیس واحدهایی که با استفاده از غشا، جداسازی را انجام می‌دهند نسبت به بسیاری از دیگر روش‌ها کمتر است.

۷-۱- جنس غشاء

انتخاب جنس غشا اولین مسأله در طراحی هر فرآیند غشایی است. چگونگی کار غشا توسط خواص فیزیکی و شیمیایی آن مشخص می‌شود. خواص فیزیکی شامل اندازه و شکل

¹ Additive

² Pilot plant

³ Scale up

⁴ Hybrid processes

حفره‌های موجود در غشاء و نوع آن‌ها می‌باشد. خواص شیمیایی غشاء عبارتند از بار سطحی آن، توانایی جذب اجسام دیگر و امکان انجام واکنش با سایر مواد. آب گریزی و یا آب دوستی غشاء حاصل خواص فیزیکی و شیمیایی آن است. عملکرد غشاء تابعی از خواص غشاء است و خواص غشاء تابع عواملی مثل جنس غشاء، روش ساخت و اصلاحاتی^۱ است که پس از ساخت غشاء روی آن صورت می‌گیرد.

غشاءها را می‌توان از مواد مختلف آلی و معدنی ساخت که بر این اساس غشاءها در چهار گروه دسته بندی می‌شوند [۱۱]:

۱. غشاءهای پلیمری
۲. غشاءهای سرامیکی (معدنی)
۳. غشاءهای فلزی
۴. غشاءهای مایع

۱-۸- غشاءهای مایع

علاقه به پیشرفت و اصلاح تکنیک‌ها برای جداسازی یونها و مولکولها در سالهای اخیر باعث شده تا توجه بیشتری به روشهای انتقال از طریق غشاءهای مایع شود.

غشاء مایع یک مایع یا شبه مایع^۲ است که دو فاز مایع دیگر را که در غشاء غیرقابل امتزاج هستند، از هم جدا می‌کند. یک غشاء یا شامل یک فاز هیدروفوب مثل کلروفرم است که دو فاز آبی را از هم جدا می‌کند و یا شامل یک فاز آبی است که دو فاز هیدروفوب را از هم جدا می‌کند، که مورد دوم کاربرد کمتری دارد. اگر گونه‌های شیمیایی تا حدودی در غشاء قابل حل

^۱ Modification

^۲ Quasi Liquid