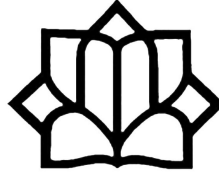


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه کاشان

پژوهشکده علوم و فناوری نانو

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته علوم و فناوری نانو

گرایش نانومهندسی شیمی

عنوان

کاربرد غشاهای نانوفیلتراسیون پلی آمیدی در جداسازی آنتی بیوتیک و اثر
نانو ذرات TiO_2 به روی خواص ضدگرفتگی غشا

استاد راهنما:

دکتر احمد اکبری

توسط:

زهرا قائدامینی

شهریور ۱۳۹۲

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات

و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه

متعلق به دانشگاه کاشان است.

تقدیم به همسر و دختر عزیزم،
به خاطر لحظاتی که به آنها تعلق داشت و
صرف انجام این رساله شد.

قدر دانی

خدا را سپاسگزارم که توفیق فرمود تا با یاری او این پایان نامه به اتمام رسید. بر خود لازم می-دانم از تمام اساتید بزرگوار که در طول این مدت مرا یاری و مساعدت نمودند صمیمانه تقدیر و تشکر نمایم.

از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر **احمد اکبری** که راهنمایی اینجانب را در انجام این تحقیق به عهده داشته و در به انجام رسیدن این پروژه مرا یاری نمودند نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارم که همراهی ایشان اگر نبود نمی توانستم قدم از قدم بردارم.

از استاد گرامی جناب آقای دکتر **صلواتی** و دکتر **نعمتی لای** که از همکاری علمی ایشان بهره‌مند بوده‌ام و به عنوان استاد داور داخل دانشگاه در جلسه‌ی دفاعیه شرکت نموده‌اند تشکر می‌نمایم.

از اساتید محترم گروه آموزشی نانو، جناب آقای دکتر همدانیان، دکتر الماسی، دکتر رضانی، دکتر زاهدی‌فر و همچنین دکتر وکیلی‌نژاد سپاس و قدردانی می‌نمایم.

چکیده

هدف از انجام این تحقیق حذف ماده دارویی آموکسی سیلین (AMX) و بازیابی آن از پساب دارویی با استفاده از غشای نانوفیلتراسیون پلی آمیدی می باشد. ساخت غشا شامل دو مرحله است: غشای اولترافیلتراسیون اولیه توسط فرآیند وارونگی فاز تهیه شد و سپس سطح آن به روش پلیمریزاسیون بین سطحی اصلاح گردید. در ادامه غشاهای تهیه شده با استفاده از نانو ذرات TiO_2 با روش خود آرایی مجدداً اصلاح گردیدند. به منظور بررسی عملکرد هر دو غشا، محلول 5000 ppm از آموکسی سیلین ساخته شد و در فشار، دبی، pH و زمان های عملیاتی مختلف میزان شار و احتباس غشا اندازه گیری شد. تقریباً در تمام موارد احتباس غشا بیش از ۹۹ درصد حفظ شد و تنها شار آن متناسب با شرایط مختلف تغییر نمود. شار آب خالص غشاهای پلی آمیدی در حضور و عدم حضور نانو ذرات TiO_2 بترتیب ۱۱/۱ و $9/6\text{ (L/m}^2\text{.h.bar)}$ و برای محلول آموکسی سیلین با غلظت 5000 ppm شار $6/7\text{ (L/m}^2\text{.h.bar)}$ مشاهده شد. نتایج به دست آمده نشان می دهد نانوذرات دی اکسید تیتانیوم (TiO_2)، سبب افزایش آب دوستی سطح غشاهای پلی آمیدی و در نتیجه کاهش میزان گرفتگی می گردد.

اسپکتروسکوپی FT-IR حضور لایه پلی آمیدی را به روی سطح غشا تصدیق می کند. عکس های SEM تغییرات در ساختار سطح و مقطع عرضی غشا را در حضور نانوذرات TiO_2 نشان می دهد. تصاویر AFM دو و سه بعدی به منظور تحقیق زبری سطوح غشاها به کار برده شد.

کلمات کلیدی: غشای پلی آمیدی، پلیمریزاسیون بین سطحی، جداسازی آموکسی-

سیلین، نانوذرات TiO_2 ، ضد گرفتگی کردن

فهرست مطالب

فصل اول.....	۱
مقدمه	۱
۱-۱ آنتی بیوتیک	۲
۱-۱-۱ آموکسی سیلین.....	۴
۲-۱ لزوم مطالعه بر روی تصفیه پساب‌های حاوی آنتی بیوتیک.....	۷
۱-۲-۱ مقاومت بر علیه آنتی بیوتیک‌ها.....	۸
۳-۱ روش‌های جداسازی/حذف مواد دارویی از پساب	۱۱
۴-۱ تعریف غشا.....	۱۲
۵-۱ غشاهای مرکب.....	۱۵
۱-۵-۱ پلیمریزاسیون در سطح مشترک.....	۱۷
۶-۱ گرفتگی غشاهای نانوفیلتراسیون	۲۰
۷-۱ توسعه ضد گرفتگی کردن غشاهای نانوفیلتراسیون.....	۲۶
۱-۷-۱ انتخاب مونومرهای جدید برای پلیمریزاسیون بین سطحی جهت کاهش گرفتگی.....	۲۶
۲-۷-۱ بهبود فرآیند پلیمریزاسیون بین سطحی.....	۲۷
۳-۷-۱ اصلاح سطح غشاهای متداول نانوفیلتراسیون	۳۱
۱-۳-۷-۱ روش فیزیکی.....	۳۱
۱-۱-۳-۷-۱ جذب سطحی.....	۳۱
۲-۱-۳-۷-۱ پوشش سطحی.....	۳۱
۲-۳-۷-۱ روش شیمیایی.....	۳۲
۱-۲-۳-۷-۱ عملیات آبدوست کردن.....	۳۲

۳۳	..... پیوند رادیکالی ۲-۲-۳-۷-۱
۳۳	..... جفت شدن شیمیایی ۳-۲-۳-۷-۱
۳۳	..... پلیمریزاسیون پلاسما ۴-۲-۳-۷-۱
۳۵	..... رسوب بخار شیمیایی ۵-۲-۳-۷-۱
۳۵	..... تهیه غشاهای نانوفیلتراسیون با استفاده از نانوذرات معدنی ۶-۲-۳-۷-۱
۳۷	..... ۸-۱ روش‌های کاهش گرفتگی
۳۹	..... ۹-۱ تمیزسازی (کلینینگ)
۴۰	..... ۱۰-۱ مروری بر مقالات
۴۶	..... فصل دوم
۴۶	..... ۱-۲ تجهیزات و مواد مورد استفاده
۴۸	..... ۲-۲ ساخت غشاهای زیر لایه
۵۱	..... ۳-۲ اصلاح سطح غشا با روش پلیمریزاسیون بین سطحی
۵۳	..... ۴-۲ خود آرایبی نانوذرات تیتانیوم دی اکسید به روی لایه پلی آمیدی
۵۴	..... ۵-۲ بررسی پارامترهای مختلف به روی عملکرد غشا در جداسازی آنتی بیوتیک
۵۴	..... ۶-۲ ارزیابی عملکرد غشا
۵۸	..... ۱-۶-۲ شار آب خالص
۵۹	..... ۲-۶-۲ احتباس
۵۹	..... ۷-۲ آستانه شکست
۶۲	..... ۱-۷-۲ اندازه گیری غلظت پلی اتیلن گلیکول
۶۳	..... ۸-۲ بررسی مورفولوژی غشا
۶۴	..... ۱-۸-۲ بررسی مورفولوژی غشاهای تهیه شده با میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM)
۶۴	..... ۲-۸-۲ بررسی زبری سطح توسط میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)

۶۵.....	۹-۲ بررسی ساختار شیمیایی سطح غشا.....
۶۷.....	فصل سوم.....
۶۷.....	۱-۳ نتایج و بحث.....
۶۸.....	۲-۳ غشا پلیمری پلی سولفون.....
۶۹.....	۳-۳ سنتز مونومر تری مزوئیل کلرید.....
۷۰.....	۴-۳ پلیمریزاسیون بین سطحی.....
۷۵.....	۵-۳ آنالیز مادون قرمز.....
۷۷.....	۶-۳ تعیین آستانه شکست.....
۷۹.....	۷-۳ اثر خودآرایی نانوذرات تیتانیوم دی اکسید به روی مشخصات غشا.....
۸۱.....	۸-۳ آنالیز میکروسکوپ الکترونی پویشی.....
۸۳.....	۹-۳ آنالیز میکروسکوپ نیروی اتمی.....
۸۶.....	۱۰-۳ بررسی اثر غلظت آنتی بیوتیک به روی عملکرد غشا.....
۸۸.....	۱۱-۳ بررسی اثر فشار به روی عملکرد غشا.....
۹۰.....	۱۲-۳ بررسی اثر سرعت جریان خوراک به روی عملکرد غشا.....
۹۲.....	۱۳-۳ بررسی اثر pH به روی عملکرد غشا.....
۹۵.....	۱۴-۳ بررسی اثر زمان فیلتراسیون به روی عملکرد غشا.....
۹۶.....	۱۵-۳ مقایسه عملکرد غشا پلی آمیدی سنتز شده با غشاهای تجاری.....
۹۸.....	فصل چهارم.....
۹۸.....	نتیجه گیری و پیشنهادات.....
۹۸.....	۱-۴ نتیجه گیری.....
۱۰۰.....	۲-۴ پیشنهادات.....
۱۰۲.....	مراجع.....

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۶	جدول ۱-۱ مشخصات اساسی آموکسی‌سیلین
۱۵	جدول ۱-۲ خصوصیات یک نمونه غشای کامپوزیتی
۲۸	جدول ۱-۳ ساختار مونومرهای مورد استفاده در پلیمریزاسیون بین‌سطحی
۴۶	جدول ۱-۲ مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش
۷۵	جدول ۱-۳ نتایج ارزیابی غشاهای نانوفیلتراسیون پلی‌آمیدی
۸۰	جدول ۲-۳ نتایج اثر زمان به روی خواص غشاهای نانو فیلتراسیون پلی‌آمیدی
۸۶	جدول ۳-۳ پارامترهای زبری غشا زیرلایه پلی‌سولفون و غشا پلی‌آمیدی
۹۷	جدول ۳-۴ بررسی کیفی فرایندهای غشایی در جداسازی آنتی‌بیوتیک‌ها

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱ ساختار شیمیایی دسته‌های مختلف آنتی‌بیوتیک‌ها
۴	شکل ۱-۲ ساختار آموکسی‌سیلین
۵	شکل ۱-۳ تغییرات لگاریتمی K_0 -pH برای تجزیه آموکسی‌سیلین و اپی‌سیلین
۸	شکل ۱-۴ منابع و خطوط سیر باقی‌مانده آنتی‌بیوتیک‌ها در محیط‌زیست
۹	شکل ۱-۵ روند توسعه مقاومت آنتی‌باکتریایی
۱۰	شکل ۱-۶ توزیع مصرف آنتی‌بیوتیک و مقاومت نسبت به دارو در جهان
۱۳	شکل ۱-۷ فرآیندهای تصفیه آب معمولی که توسط میکرو فیلتراسیون جایگزین می‌شود
۱۶	شکل ۱-۸ ساختار یک غشا کامپوزیت به صورت نمایی
۲۰	شکل ۱-۹ نمونه‌ای از گرفتگی غشای پلی وینیلیدن فلوراید
۲۱	شکل ۱-۱۰ نمایی از انواع گرفتگی در فرآیند غشایی
۲۶	شکل ۱-۱۱ نمایی از مکانیسم‌های ضدگرفتگی
۲۷	شکل ۱-۱۲ لایه مرزی پلی آمیدی ناشی از TMC و MPD از طریق پلیمریزاسیون بین سطحی
۳۴	شکل ۱-۱۳ اصلاح غشای پلی آمیدی از طریق فعال‌سازی سطح با پلاسما
۳۶	شکل ۱-۱۴ تصویر مفهومی ساختار غشاهای TFC a) و TFN b)
۳۹	شکل ۱-۱۵ نمایی از تمیزسازی هیدرولیکی غشاهای دارای گرفتگی
۵۰	شکل ۲-۱ نمای فرآیند ریخته‌گری محلول پلیمری توسط فیلم‌کش

- شکل ۲-۲ تصویر نمایی فرآیند انعقاد
۵۱
- شکل ۲-۳ غلتک سطح غشا جهت حذف محلول اضافی
۵۳
- شکل ۲-۴ غشا پلیمری پلی سولفون آماده شده برای انجام پلیمریزاسیون بین سطحی
۵۳
- شکل ۲-۵ تصویر نمایی از سل انتهایی بسته
۵۵
- شکل ۲-۶ تصویر نمایی از سل با جریان متقاطع
۵۶
- شکل ۲-۷ تصویر نمایی تست عملکرد غشا
۵۷
- شکل ۲-۸ اندازه‌گیری آستانه شکست از طریق منحنی احتباس ردیاب‌ها
۶۱
- شکل ۳-۱ واکنش بین 10^3 و 5×10^3 بنزن تری کربوکسیلیک اسید و تیونیل کلرید
۶۹
- شکل ۳-۲ تصویر نمایی از سیستم بازروانی
۷۰
- شکل ۳-۳ پلیمریزاسیون بین سطحی
۷۱
- شکل ۳-۴ ساختار شبکه لایه پلی آمیدی تشکیل شده بر روی سطح غشای پلی سولفون
۷۲
- شکل ۳-۵ تأثیر افزودنی دی‌متیل سولفوکسید بر روی امتزاج‌پذیری دو فاز آبی و آلی
۷۳
- شکل ۳-۶ اثر دی‌متیل سولفوکسید بر ساختار لایه پلی آمیدی
۷۴
- شکل ۳-۷ طیف IR غشا زیر لایه پلی سولفون
۷۶
- شکل ۳-۸ طیف IR غشا پلی آمیدی سنتز شده
۷۷
- شکل ۳-۹ آستانه شکست غشاهای پلی آمیدی در عدم حضور نانوذرات TiO_2
۷۸
- شکل ۳-۱۰ آستانه شکست غشاهای پلی آمیدی در حضور نانوذرات TiO_2
۷۸
- شکل ۳-۱۱ پیوند بین نانوذرات TiO_2 و گروه‌های کربوکسیلیک اسید
۸۰
- شکل ۳-۱۲ عکس‌های سطحی SEM غشاهای پلیمری پلی سولفون (a)، غشاهای پلی آمیدی در عدم حضور (b) و حضور (c) نانوذرات TiO_2
۸۲

- شکل ۳-۱۳ تصویرهای مقطع عرضی غشا در دو بزرگنمایی متفاوت، (a و b) ، غشای پلی آمیدی در عدم حضور (c, d) و در حضور نانوذرات TiO_2 (e, f)
- شکل ۳-۱۴ عکس AFM غشا پلیمری پلی سولفون
- شکل ۳-۱۵ عکس AFM غشا پلی آمیدی در عدم حضور نانوذرات TiO_2
- شکل ۳-۱۶ عکس AFM غشا پلی آمیدی در حضور نانوذرات TiO_2
- شکل ۳-۱۷ اثر غلظت آنتی بیوتیک به روی عملکرد غشا در عدم حضور نانوذرات TiO_2
- شکل ۳-۱۸ اثر غلظت آنتی بیوتیک به روی عملکرد غشا در حضور نانوذرات TiO_2
- شکل ۳-۱۹ اثر فشار به روی عملکرد غشاهای پلی آمیدی در عدم حضور نانوذرات TiO_2
- شکل ۳-۲۰ اثر فشار به روی عملکرد غشاهای پلی آمیدی در حضور نانوذرات TiO_2
- شکل ۳-۲۱ اثر سرعت جریان خوراک بر روی عملکرد غشاهای پلی آمیدی در عدم حضور نانوذرات TiO_2
- شکل ۳-۲۲ اثر سرعت جریان خوراک بر روی عملکرد غشاهای پلی آمیدی در حضور نانوذرات TiO_2
- شکل ۳-۲۳ گونه های مختلف آموکسی سیلین از لحاظ بار در pH های مختلف
- شکل ۳-۲۴ میزان احتباس نمک ها در pH های مختلف
- شکل ۳-۲۵ رفتار غشاهای پلی آمیدی در pH های مختلف در عدم حضور نانوذرات TiO_2
- شکل ۳-۲۶ رفتار غشاهای پلی آمیدی در pH های مختلف در حضور نانوذرات TiO_2
- شکل ۳-۲۷ اثر زمان فیلتراسیون در حضور و عدم حضور نانوذرات TiO_2

فصل اول

مقدمه

با توجه به گسترش بحران کمبود آب نیاز، روش‌های تصفیه آب به منظور حذف مناسب و موثر آلودگی‌های مختلف از منابع آب، در حال توسعه و پیشرفت هستند. فرآیندهای غشایی نظیر نانوفیلتراسیون^۱ (NF) و اسمز معکوس^۲ (RO) به طور فزاینده‌ای در احیا و استفاده مجدد پساب و تصفیه آب آشامیدنی استفاده می‌شوند. مطالعات متعددی بر روی کارایی حذف مواد دارویی و دیگر مواد آلی با این غشاها (RO, NF) انجام شده است [۲۱]. غشاهای پلی-آمیدی از جمله غشاهایی هستند که عملکرد مناسبی را در جداسازی انواع پساب دارویی ارائه می‌دهند [۱].

در این پروژه عملکرد غشای ترکیبی پلی‌آمیدی سنتز شده در جداسازی آموکسی‌سیلین مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی عملکرد غشا، محلول ۵۰۰۰ ppm از آموکسی‌سیلین^۳ ساخته شد و در فشار، دبی، pH و زمان‌های عملیاتی مختلف میزان شار و احتباس غشا اندازه‌گیری شد. در این تحقیق، از خواص فوق آب‌دوستی نانوذرات دی اکسید تیتانیوم (TiO_2),

¹ nanofiltration

² Revers osmoses

³ Amoxicillin

برای اصلاح سطح غشاهای پلی آمیدی و ایجاد سطحی با خاصیت ضد گرفتگی بالا، استفاده شده است.

۱-۱ آنتی بیوتیک

آنتی بیوتیک‌ها^۱ فرآورده‌های حاصل از فعالیت میکروارگانیسم‌ها هستند که به طور اختصاصی رشد دسته‌ای دیگر از میکروارگانیسم‌ها را متوقف ساخته یا آن‌ها را از بین می‌برند. انواع مختلف آنتی بیوتیک، از لحاظ خصوصیات شیمیایی، فیزیکی، داروشناسی، طیف ضد میکروبی و مکانیسم عمل با هم متفاوت هستند [۳].

اگرچه الگوهای متعددی برای طبقه بندی آنتی بیوتیک‌ها، بر اساس طیف اثر باکتریایی (وسیع، محدود)، روش استفاده (تزریقی، خوراکی، موضعی) و یا نوع فعالیت (باکتریوسید^۲ یا باکتریواستاتیک^۳)، وجود دارد، اما مفیدترین الگوی طبقه بندی براساس ساختار شیمیایی می‌باشد. آنتی بیوتیک‌های یک دسته ساختاری، معمولاً ویژگی‌های مشابهی در کارایی، سمیت و توان بالقوه حساسیت دارند [۴]. انواع پر کاربرد آنتی بیوتیک‌ها عبارتند از: پنی سیلین‌ها^۴، فلوروکوینولون‌ها^۵، سفالوسپورین‌ها^۶، ماکرولیدها^۷ و تتراسایکلین‌ها^۸. هر دسته از چندین دارو تشکیل شده که هر دارو تا حدی منحصر به فرد است [۵].

^۱ Antibiotic

^۲ باعث کشتن سلول بیماری‌زا می‌شوند

^۳ باعث توقف رشد و افزایش سلول بیماری‌زا می‌گردند

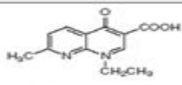
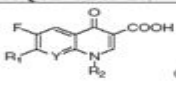
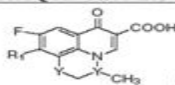
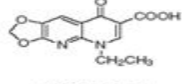
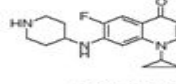
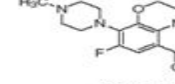
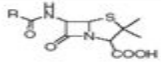
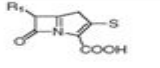
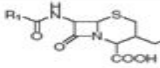
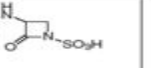
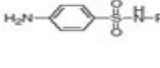
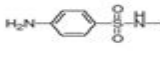
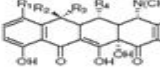
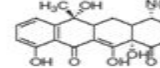
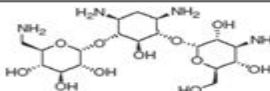
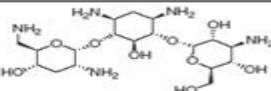
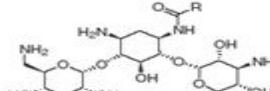
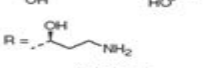
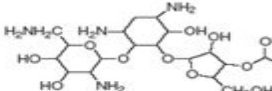
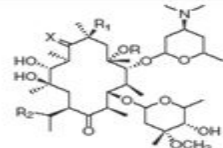
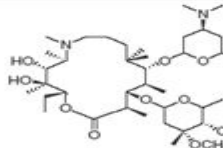
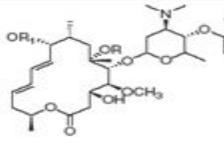
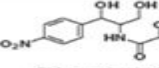
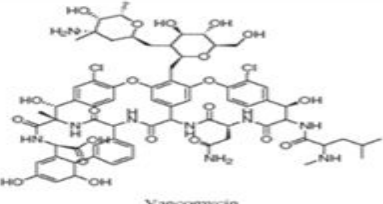
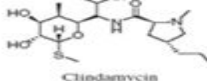
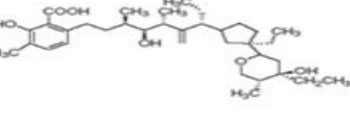
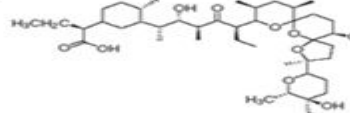
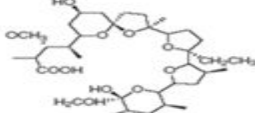
^۴ Penicillins

^۵ Fluoroquinolones

^۶ Cephalosporins

^۷ Macrolides

^۸ Tetracyclines

QUINOLONES / FLUOROQUINOLONES			
First generation	Second generation (FLUOROQUINOLONES)	Third generation (FLUOROQUINOLONES)	
 Nalidixic acid	 (Bicyclic)	 (Tricyclic)	
 Oxolinic acid	 Enrofloxacin	 Ofloxacin	
β-LACTAMS			
 Penicillins	 Carbapenems	 Cephalosporins	 Monobactams
SULFONAMIDES		TETRACYCLINES	
 Sulfisomidine	 Sulfamethazine	 Tetracycline	 Doxycycline
 Kanamycin A		 Tobramycin	
 Amikacin R = 		 Neomycin	
MACROLIDES			
 Basic structure of 14-membered macrolides	 Basic structure of 15-membered macrolides	 Basic structure of 16-membered macrolides	
AMPHENICOLS	GLYCOPEPTIDES		
 Chloramphenicol	 Vancomycin		
LINCOSAMIDES			
 Clindamycin			
POLYETHER IONOPHORES			
 Lasalocid	 Salinomycin	 Monensin	

شکل ۱-۱ ساختار شیمیایی دسته‌های مختلف آنتی‌بیوتیک‌ها [۵]

مورینو-باندی^۱ و همکاران، ضمن ارائه ساختار، انواع مختلف آنتی‌بیوتیک‌ها را به صورت

شکل ۱-۱ طبقه بندی کرده‌اند [۵].

۱-۱-۱ آموکسی‌سیلین

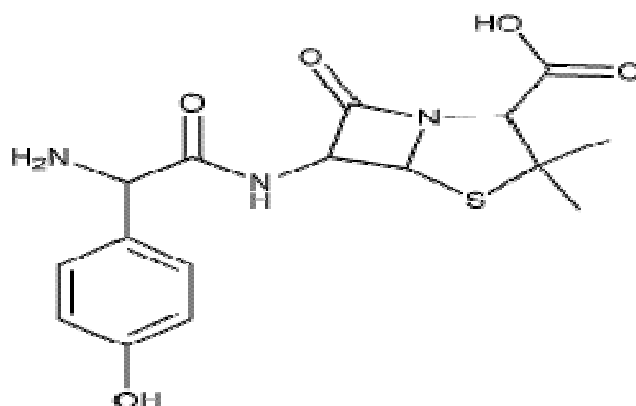
آموکسی‌سیلین یکی از قدیمی‌ترین و در عین حال بیشترین آنتی‌بیوتیک تجویزی است.

طیف محدود پنی‌سیلین‌های اولیه، منجر به جستجو برای اشتقاقی از پنی‌سیلین که رنج

گسترده‌تری از عفونت‌ها را درمان کند شد. پیشرفت‌های بیشتر منجر به کشف آموکسی‌سیلین

شد که دوره عمل را بهبود بخشید [۶]. این دارو باکتری عامل عفونت را می‌کشد و از رشد و

گسترش آن جلوگیری می‌کند. شکل ۱-۲ ساختار آموکسی‌سیلین را نشان می‌دهد [۷].



شکل ۱-۲ ساختار آموکسی‌سیلین [۷]

این آنتی‌بیوتیک مانند سایر بتالاکتام‌ها^۲ با استفاده از یک روش نیمه ترکیبی، با استفاده

از گروه فعال اسید ۶-آمینو پنی‌سیلینیک ساخته می‌شود و در اشکال مونوهیدرات، دی‌هیدرات

و تری‌هیدرات^۳ دیده شده است. ولی تری‌هیدرات پایدارترین شکل آن می‌باشد و در کپسول‌های

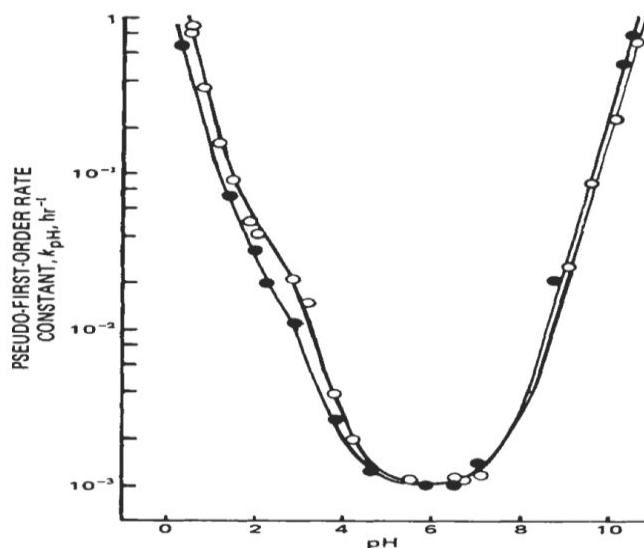
¹ Moreno-Bondi

² B-Lactams

³ AMoxicillin Three hydrate (AMT)

تجاری موجود نیز به شکل تری‌هیدرات عرضه می‌گردد. pH اثر مهمی بر تجزیه آموکسی‌سیلین آمپی‌سیلین دارد. المولا^۱ و مالای^۲ که از ZnO به عنوان یک عامل تجزیه کننده استفاده کرده‌اند، بیان می‌کنند که علت افزایش تجزیه آنتی‌بیوتیک‌ها با افزایش غلظت ZnO، احتمالاً به دلیل افزایش تولید OH می‌باشد. به دلیل ناپایداری حلقه بتا لاکتام در pH‌های بالا، هیدرولیز آنتی‌بیوتیک‌ها و در نتیجه میزان تجزیه آن‌ها افزایش می‌یابد. بنابراین آموکسی‌سیلین یک ماده آمفوتر با $pK_{a1}= 2/4$ ، $pK_{a2}= 7/4$ و $pK_{a3}= 9/6$ است. این ماده در pH‌های متوسط یون دوقطبی است و در $pH= 2$ عمدتاً کاتیونی و در pH‌های بالاتر از $7/4$ عمدتاً آنیونی است. [۷].

بنابر تحقیق تسوجی^۳ و همکاران، آموکسی‌سیلین در محلول آبی، طی یک واکنش درجه اول با انرژی فعال‌سازی $9/67 \text{ kcal/mol}$ تجزیه می‌شود. ثابت سرعت این واکنش K_0 به شدت تابع pH می‌باشد که نمودار آن در شکل ۱-۳ داده شده است [۸].



شکل ۱-۳ تغییرات لگاریتمی K_0 -pH برای تجزیه آموکسی‌سیلین (O) و اپی‌سیلین (●) [۸]

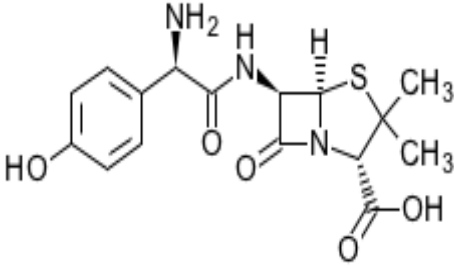
¹ Elmolla

² Malay

³ Tsuji

اطلاعات اساسی آموکسی سیلین در جدول ۱-۱ خلاصه شده است.

جدول ۱-۱ مشخصات اساسی آموکسی سیلین [۱۰ - ۷]

Amoxicillin آموکسی سیلین	نام
یک آنتی بیوتیک نیمه ساختگی با طیف وسیع و شبیه آمپی سیلین که مقاومت بیشتر آن در برابر اسید معده نسبت به آمپی سیلین به آن این امکان را می دهد که در صورت ورود از طریق دهان، سطح (غلظت) بالایی در خون داشته باشد.	توضیحات
Augmentin (amoxicillin + clavulanic acid) Co-amoxiclav (amoxicillin + clavulanic acid) Prevpac (amoxicillin + clarithromycin + lansoprazole)	مخلوطهای تجاری
(2S,5R,6R)-6-[[[(2R)-2-amino-2-(4-hydroxyphenyl)acetyl]amino]-3,3-dimethyl-7-oxo-4-thia-1-azabicyclo[3.2.0]heptane-2-carboxylic acid	نام آیوپاک شیمیایی
C ₁₆ H ₁₉ N ₃ O ₅ S	فرمول شیمیایی
	ساختار شیمیایی
۳۶۵/۴۰۴۰	جرم مولکولی متوسط
جامد	حالت
۱۹۴ درجه سانتیگراد	دمای ذوب
۳۴۳۰ mg/L	حلالیت در آب (تجربی)
۹/۶، ۷/۴، ۲/۴	pKa

۲-۱ لزوم مطالعه بر روی تصفیه پساب‌های حاوی آنتی‌بیوتیک

بازیافت پساب‌های آلوده به آنتی‌بیوتیک در صنایع داروسازی از فعالیت‌های زیست محیطی مهمی است که ضمن صرفه‌جویی در مصرف منابع آبی، از ورود پساب‌های آلوده به آنتی‌بیوتیک به محیط زیست و تخریب منابع خاک، آب و غیره جلوگیری می‌نماید [۱۱]. بحث مهمی که در مورد تأثیر آنتی‌بیوتیک‌ها بر محیط زیست مطرح است، توسعه مقاومت در برابر این مواد می‌باشد که تهدیدی برای سودمندی مواد آنتی‌باکتریال محسوب می‌گردد. مهم‌تر آنکه پساب‌های آلوده به بعضی آنتی‌بیوتیک به هیچ‌عنوان و تحت هیچ شرایطی در محیط و به صورت طبیعی تجزیه نمی‌شوند و لزوماً می‌بایست تحت یک فرآیند خاص تصفیه و نابود شوند. آنتی‌بیوتیک‌ها مانع تصفیه بیولوژیکی فاضلاب‌ها شده که خطراتی را در محیط زیست و به تبع آن برای سلامتی انسان‌ها به دنبال دارند [۱۲].

به منظور جلوگیری از ورود آنتی‌بیوتیک‌ها به محیط زیست و ممانعت ایجاد اثرات شناخته و شناخته نشده این مواد در محیط زیست، هدف در پژوهش حاضر ساخت غشای مناسب پلیمری با پایه پلی‌سولفونی و کاهش میزان گرفتگی غشای ساخته شده به منظور جداسازی آنتی‌بیوتیک از پساب تعیین شده است. با توجه به مصرف گسترده درمانی آموکسی‌سیلین، طبیعتاً مقادیر زیادی از این ماده از راه‌های مختلف وارد محیط زیست می‌گردد. یکی از نقاط مهم ورود این ماده همان محل تولید آن، یعنی کارخانه سازنده آن می‌باشد. بدیهی است که جداسازی این ماده از پساب ضمن جلوگیری از آلودگی محیط زیست، با افزایش تولید این مواد می‌تواند نقش مناسبی در افزایش بهره‌وری اقتصادی فرآیند تولید این ماده و افزایش سود شرکت داشته باشد.

نگرانی در مورد حضور ترکیبات فعال دارویی در سیستم‌های آب و چرخه آب از اواخر