

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ
وَالَّذِي يُضَوِّبُ الْمَوْتَى
إِنَّ رَبَّهُ لَسَدِيدٌ
إِلَىٰ عَرْشِهِ الرَّحِيمُ
الَّذِي يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَوْتِ
وَيُدْخِلُ الْمَوْتَ فِي الْحَيِّ
إِنَّ رَبَّهُ لَسَدِيدٌ
إِلَىٰ عَرْشِهِ الرَّحِيمُ

۱۱۳۷۲۱



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران
دانشکده بهداشت

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

گروه بهداشت محیط

عنوان:

توسعه فن آوری غشای اسمز معکوس جهت حذف آنتی بیوتیک ها از پساب صنایع دارویی

اساتید راهنما

دکتر میترا غلامی

دکتر روشنک رضایی کلانتری

اساتید مشاور

مهندس احمد سبزی علی

مهندس زهره جوادی

نگارش

فاطمه قاطعی

سال تحصیلی

پائیز ۱۳۸۷

۱۳۸۸ / ۳ / ۳
موسسه خدمات پزشکی ایران
تهران

۱۱۳۷۲۱

تقدیم به پدر عزیزم، که درس زندگی توأم با ایمان، امیدواری، تلاش و پایداری را به من آموخت.

تقدیم به فرشته زندگی، مادرم، که آئینه دوستی، محبت و غمخواری برای من بوده است.

تقدیم به همسر عزیزم که در کنار عشق به زندگی همواره مشوق و همیار من بوده اند.

تقدیم به فرزند دلبندم امیررضا، که در تمام مراحل انجام این تحقیق، همراه من بوده اند.

اینک که با یاری خداوند منان طرح تحقیقاتی را به پایان رساندم بر خود لازم می دانم از تمام عزیزانی که در طول تحصیل و مراحل انجام طرح همراه، یاور و مشوقم بوده اند تشکر و قدر دانی نمایم:

پدر و مادر مهربان، خواهران عزیز و همسر فداکارم

اساتید راهنمای گرامی سرکار خانم دکتر میترا غلامی و سرکار خانم دکتر روشنک رضایی.

اساتید محترم مشاور جناب آقای مهندس احمد سبزه‌علی، سرکار خانم مهندس زهره جوادی.

معاونت محترم آموزش و استاد گرامی جناب آقای دکتر مهدی فرزاد کیا،

سرکار خانم دکتر واعظی،

جناب آقای مهندس پور مسلم،

سرکار خانم مهندس میرزایی،

جناب آقای مهندس اسرافیلی،

مسئولین محترم واحدهای آموزش، کتابخانه، رایانه، امور دانشجویی دانشکده و خدمات

جناب آقای شاهپری و همه دوستان عزیز و مهربان که همواره با راهنمایی و دلگرمی های خویش همراهی ام کردند.

سربلندی، طول عمر، سلامتی، کامیابی و توفیق روز افزون ایشان را از درگاه خداوند منان آرزومندم.

چکیده:

در این پژوهش از فرایند اسمز معکوس، جهت حذف آنتی بیوتیک های آموکسی سیلین و آمپی سیلین از فاضلاب صنایع داروسازی استفاده شد. میزان جذب این آنتی بیوتیک ها به وسیله روش اسپکتروفتومتری اندازه گیری شد. جهت انجام کار با روش اسپکتروفتومتر، ابتدا، ۹ محلول استاندارد با غلظت های ۰/۵، ۱، ۳، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی گرم در لیتر تهیه و جذب آنها قرائت گردید. پس از رسم منحنی استاندارد و قرائت جذب نمونه های مجهول به وسیله دستگاه، با استفاده از منحنی استاندارد، غلظت نمونه های مجهول به دست آمد. غلظت نمونه های ورودی و خروجی، توسط پایش دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج UV برابر ۲۵۴nm اندازه گیری گردید. سپس درصد حذف آنها به وسیله غشاء اسمز معکوس ماریچی فیلم نازک پلی آمیدی دارای شارژ منفی در شرایط عملیاتی مختلف اندازه گیری شد که میزان آن برای آموکسی سیلین، از ۷۶/۷۷ - ۹۸/۰۲ درصد و برای آمپی سیلین از ۷۷/۱ - ۹۹/۱ درصد متغیر بود.

فلاکس جریان عبوری در شرایط عملیاتی مختلف محاسبه گردید. همچنین تغییرات COD نمونه های خروجی در شرایط عملیاتی مختلف محاسبه گردید که تغییرات COD نمونه های خروجی برای آموکسی سیلین، ۶/۵۲ تا ۲۱۶ میلی گرم بر لیتر و برای آمپی سیلین ۶/۲۸ تا ۱۵۵/۳۵ میلی گرم بر لیتر بدست آمد. تأثیر غلظت ورودی، فشار، دما و pH بر عملکرد غشاء اسمز معکوس RE۲۵۲۱ بررسی گردید. نتایج نشان داد فشار، غلظت و دما به ترتیب دارای بیشترین تأثیر بر عملکرد غشاء بوده اند و با افزایش فشار، غلظت و دما درصد حذف آنتی بیوتیک ها کاهش یافته و میزان COD خروجی افزایش می یابد. در صورتی که pH در تغییر درصد حذف، میزان COD خروجی و فلاکس جریان عبوری تأثیر اندکی داشت. طی یک ساعت زمان بهره برداری، میزان فلاکس جریان عبوری کاهش یافت.

کلمات کلیدی: فاضلاب داروسازی، غشاء اسمز معکوس (RO)، حذف آنتی بیوتیک و COD

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و بیان مسأله

۱	۱-۱- مقدمه
۵	۲-۱- بیان مسأله
۸	۳-۱- اهداف پژوهش
۸	۱-۳-۱- هدف کلی
۸	۲-۳-۱- اهداف ویژه
۸	۴-۱- فرضیه ها یا سؤالات پژوهش

فصل دوم: کلیات و مروری بر پژوهش های مربوطه

بخش ۱- کلیات

۱۰	۱-۲- مقدمه ای بر منابع، خصوصیات، استانداردها و اثرات فاضلابهای دارویی
۱۳	۱-۱-۲- وضعیت مصرف داروها و تولید فاضلاب در صنایع دارویی (در ایران، در جهان)
۱۶	۲-۱-۲- منابع ورود آنتی بیوتیک ها به محیط زیست
۱۷	۳-۱-۲- اثرات سوءبهداشتی آنتی بیوتیک های ورودی به منابع پذیرنده
۱۸	۱-۳-۱-۲- تأثیر فاضلاب حاوی آنتی بیوتیک بر تصفیه خانه های فاضلاب شهری
۱۸	۲-۳-۱-۲- تأثیر فاضلاب حاوی آنتی بیوتیک بر منابع آب سطحی
۱۹	۳-۳-۱-۲- تأثیر فاضلاب حاوی آنتی بیوتیک بر خاک و رسوبات
۲۰	۴-۱-۲- مقادیر راهنما و استانداردهای آنتی بیوتیک ها در محیط زیست
	۱-۴-۱-۲- قوانین و استانداردهای موجود در خصوص دفع پساب های دارویی دارای آنتی بیوتیک
۲۱	به منابع پذیرنده
۲۳	۲-۴-۱-۲- محدودیت های پساب صنایع داروسازی از نظر اداره حفاظت محیط زیست (EPA)

بخش ۲- معرفی صنعت داروسازی

- ۲۷ ۲-۲-۱- آب و صنعت
- ۲۷ ۲-۲-۲- موارد اصلی استفاده های آب در صنعت
- ۲۸ ۲-۲-۳- مصرف آب در صنایع داروسازی
- ۲۹ ۲-۲-۴- ضایعات آب فرایندهای صنعتی
- ۳۰ ۲-۲-۵- فرایندهای داروسازی و کیفیت فاضلاب های تولید شده از هر فرایند
- ۳۶ ۲-۲-۶- بازیابی و استفاده مجدد
- ۳۹ ۲-۲-۷- پارامترهای مهم در تصفیه فاضلاب های دارویی
- ۴۰ ۲-۲-۸- تصفیه فاضلاب های صنایع داروسازی
- ۴۲ ۲-۲-۹- روشهای کنترل و حذف ترکیبات آنتی بیوتیک از فاضلاب صنایع داروسازی

بخش ۳- روشهای غشایی در تصفیه فاضلاب های صنایع داروسازی

- ۵۷ ۲-۳-۱- تاریخچه فرایندهای غشایی
- ۵۸ ۲-۳-۲- تعریف غشاء و انواع آن
- ۶۰ ۲-۳-۳- مکانیسم های انتقال از طریق غشاء
- ۶۱ ۲-۳-۴- موارد کاربرد فرایندهای غشایی
- ۶۴ ۲-۳-۵- اسمز معکوس
- ۶۹ ۲-۳-۶- مقایسه غشاهای مرکب پلی آمیدی باغشاهای استات سلولز
- ۷۰ ۲-۳-۷- ساختارهای مدول غشایی
- ۷۰ ۲-۳-۷-۱- مدول هالوفیبر
- ۷۱ ۲-۳-۷-۲- مدول لوله ای
- ۷۲ ۲-۳-۷-۳- مدول قاب و صفحه

۷۲	۲-۳-۷-۴-مدول ماریچی
۷۳	۲-۳-۷-۵-مدول موئینه ای
۷۴	۲-۳-۸-مفاهیم مرتبط با فیلتراسیون
۸۲	۲-۳-۹-آلودگی غشاء
۸۵	۲-۳-۱۰-کنترل آلودگی غشاء
۸۶	۲-۳-۱۱-پاکسازی غشاء
	بخش ۴-سوابق پژوهش
۸۹	-سوابق پژوهش در جهان و ایران

فصل سوم: مواد، وسایل و روشها

۹۵	۳-۱-مراحل انجام پژوهش
۹۵	۳-۱-۱-مرحله اول: بررسی فاضلاب صنایع داروسازی و جمع آوری اطلاعات
۹۵	۳-۱-۲-مرحله دوم: ایجاد تغییرات در پیلوت اسمز معکوس و راه اندازی آن
۹۹	۳-۱-۳-مرحله سوم: تهیه مواد و وسایل آزمایشگاهی
۱۰۵	۳-۱-۴-مرحله چهارم: تعیین مقادیر عددی متغیرهای وابسته (COD، درصد حذف و فلاکس)
۱۰۵	۳-۱-۴-۱-تعیین درصد حذف آنتی بیوتیک های مورد بررسی به طور مجزا در فاضلاب سنتتیک
۱۰۵	۳-۱-۴-۲-روش آزمایشگاهی تعیین میزان آنتی بیوتیک ها
۱۰۶	۳-۱-۴-۳-تعیین میزان فلاکس عبوری نمونه در شرایط عملیاتی مختلف
۱۰۷	۳-۱-۴-۴-بررسی تغییرات COD در شرایط عملیاتی مختلف
۱۰۷	۳-۲-روش تجزیه و تحلیل داده ها

فصل چهارم: نتایج و یافته های پژوهش

۱۰۸	۴-۱-نتایج مربوط به راه اندازی سیستم با آب مقطر
-----	--

- ۱۰۹-۲-۴- نتایج مربوط به عبور نمونه از غشاء در دما، فشار، pH و غلظت های مختلف
- ۱۰۹-۱-۲-۴- نتایج مربوط به عبور نمونه حاوی آموکسی سیلین از غشاء در فشار، غلظت، دما و pH های مختلف
- ۱۱۲-۲-۲-۴- نتایج مربوط به عبور نمونه حاوی آمپی سیلین از غشاء در فشار، غلظت، دما و pH های مختلف
- ۱۱۴-۳-۴- تعیین کارآمدی سیستم اسمز معکوس در حذف آموکسی سیلین و آمپی سیلین

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

- ۱۲۷-۱-۵- بحث و نتیجه گیری
- ۱۲۸-۱-۱-۵- تأثیر غلظت بر میزان حذف آنتی بیوتیک و COD خروجی
- ۱۳۰-۲-۱-۵- تأثیر فشار بر میزان حذف آنتی بیوتیک و COD خروجی
- ۱۳۲-۳-۱-۵- تأثیر دما بر میزان حذف آنتی بیوتیک و COD خروجی
- ۱۳۲-۴-۱-۵- تأثیر pH بر میزان حذف آنتی بیوتیک و COD خروجی
- ۱۳۴-۲-۵- نتیجه گیری کلی و پیشنهادات
- ۱۳۶- مراجع
- ۱۴۰- ضمائم

فهرست جداول

۲۲	جدول ۱-۲- استانداردهای زیست محیطی فاضلاب صنعت داروسازی
۲۳	جدول ۲-۲- کنترل فاضلاب خروجی حاوی ترکیبات آنتی بیوتیک از صنایع دارو...
۲۴	جدول ۳-۲- محدودیت های پساب صنایع داروسازی از نظر اداره حفاظت محیط زیست
۲۵	جدول ۴-۲- سومین اصلاحیه استانداردهای حفاظت محیط زیست
۲۸	جدول ۵-۲- توزیع متوسط مصرف آب درصنعت دارویی کالیفرنیا
۲۹	جدول ۶-۲- مقادیر برآورد شده میزان آب و فاضلاب صنایع دارو ...
۳۶	جدول ۷-۲- مشخصات کیفی نمونه فاضلاب و پساب شرکت داروپخش
۴۰	جدول ۸-۲- پارامترهای مهم در فاضلاب صنعت داروسازی
۴۳	جدول ۹-۲- برخی از روشهای حذف ترکیبات آنتی بیوتیک از فاضلاب صنایع داروسازی
۶۱	جدول ۱۰-۲- کاربرد فرایندهای غشایی در تصفیه پساب حاصل از صنایع مختلف
۶۳	جدول ۱۱-۲- مقایسه بین انواع غشاهای صاف سازی
۶۴	جدول ۱۲-۲- مشخصات فرایندهای غشایی
۷۴	جدول ۱۳-۲- مقایسه اشکال مختلف غشاهای مورد استفاده برای تصفیه آب
۸۲	جدول ۱۴-۲- رابطه تقریبی میکرون با دالتون
۸۷	جدول ۱۵-۲- روش های کنترل یا اصلاح گرفتگی
۸۸	جدول ۱۶-۲- فرمولاسیون شستشودهنده های غشایی معمول
۹۶	جدول ۱-۳- مشخصات پایلوت مورد استفاده و اجزای جانبی آن
۱۰۱	جدول ۲-۳- دستگاه ها ولوازم مورد استفاده جهت انجام تحقیق
۱۰۲	جدول ۳-۳- معرفی متغیر های مورد بررسی و سطوح آنه
	جدول ۴-۳- مراحل انجام کار و تغییرات متغیرهای مختلف جهت اندازه گیری درصد حذف
۱۰۴	آنتی بیوتیک ها و COD نمونه های خروجی از سیستم اسمز معکوس
۱۰۸	جدول ۱-۴- محاسبات فلاکس اولیه آب مقطر عبوری از غشاء

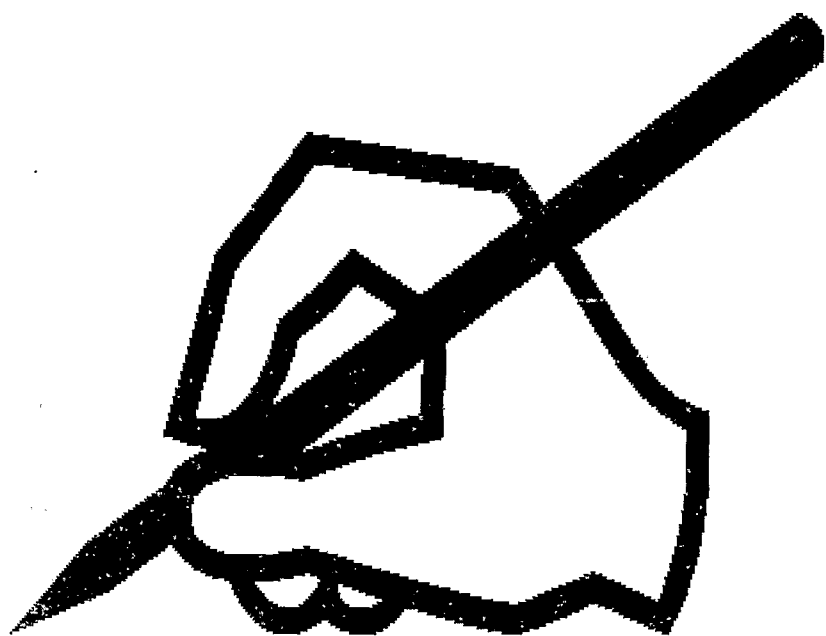
- جدول ۲-۴- مراحل انجام کار و تغییرات متغیرهای مختلف جهت اندازه گیری درصدحذف
- ۱۱۱ آموکسی سیلین و COD خروجی
- جدول ۳-۴- مراحل انجام کار و تغییرات متغیرهای مختلف جهت اندازه گیری درصدحذف
- ۱۱۳ آمپی سیلین و COD خروجی
- جدول ۴-۴- نتایج آنالیز آماری تعیین کارآمدی سیستم اسمز معکوس در حذف
- ۱۱۴ آموکسی سیلین از فاضلاب
- جدول ۵-۴- نتایج آنالیز آماری تعیین کارآمدی سیستم اسمز معکوس درحذف
- ۱۱۵ آمپی سیلین از فاضلاب
- جدول ۶-۴- راندمان حذف آموکسی سیلین توسط سیستم اسمز معکوس از فاضلاب
- ۱۱۵ جدول ۷-۴- راندمان حذف آمپی سیلین توسط سیستم اسمز معکوس از فاضلاب
- ۱۱۸ جدول ۸-۴- ارتباط بین فشار اعمالی در سیستم اسمز معکوس و راندمان حذف
- ۱۱۹ جدول ۹-۴- مدل پیشنهادی برای حذف آموکسی سیلین از فاضلاب از طریق سیستم اسمز معکوس
- ۱۲۰ جدول ۱۰-۴- مدل پیشنهادی برای حذف آمپی سیلین از فاضلاب از طریق سیستم اسمز معکوس
- ۱۲۱ جدول ۱۱-۴- ارتباط بین pH فاضلاب ورودی به سیستم اسمز معکوس و راندمان حذف آموکسی سیلین
- ۱۲۱ جدول ۱۲-۴- ارتباط بین pH فاضلاب ورودی به سیستم اسمز معکوس و راندمان حذف آمپی سیلین
- جدول ۱۳-۴- ارتباط میزان COD پساب خروجی از سیستم اسمز معکوس با غلظت
- ۱۲۴ آموکسی سیلین باقیمانده در پساب خروجی
- ۱۲۴ جدول ۱۴-۴- تغییرات میزان COD پساب خروجی از سیستم اسمز معکوس (آموکسی سیلین)
- جدول ۱۵-۴- ارتباط میزان COD پساب خروجی از سیستم اسمز معکوس با غلظت
- ۱۲۵ آمپی سیلین باقیمانده در پساب خروجی
- ۱۲۵ جدول ۱۶-۴- تغییرات میزان COD پساب خروجی از سیستم اسمز معکوس (آمی سیلین)
- ۱۲۷ جدول ۱-۵- درصد تأثیر متغیرهای فشار، غلظت، دما و pH جهت حذف آموکسی سیلین و آمپی سیلین

فهرست نمودارها و تصاویر

- نمودار ۱-۴- فلکس آب مقطر عبوری از غشاء اسمز معکوس با تغییرات فشار ۱۰۹
- نمودار ۲-۴- منحنی استاندارد آموکسی سیلین با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر ۱۱۰
- نمودار ۳-۴- منحنی استاندارد آموکسی سیلین با استفاده از دستگاه HPLC ۱۱۰
- نمودار ۴-۴- تغییرات فلکس جریان عبوری آموکسی سیلین از غشاء اسمز معکوس با تغییر زمان (غلظت ۱۰ mg/l، فشار ۹ بار، pH = ۶/۵ و دمای ۳۰°C)، دوره ۱ ۱۱۲
- نمودار ۵-۴- منحنی استاندارد آمپی سیلین با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر ۱۱۲
- نمودار ۶-۴- تغییرات فلکس جریان عبوری آمپی سیلین از غشاء اسمز معکوس با زمان (غلظت ۱۰ mg/l، فشار ۹ بار، pH = ۶/۵ و دمای ۳۰°C)، دوره ۱ ۱۱۴
- نمودار ۷-۴- تغییرات غلظت آموکسی سیلین در ورودی و خروجی سیستم اسمز معکوس ۱۱۶
- نمودار ۸-۴- تغییرات غلظت آمپی سیلین در ورودی و خروجی سیستم اسمز معکوس ۱۱۶
- نمودار ۹-۴- ارتباط بین راندمان حذف و غلظت آموکسی سیلین در فاضلاب ورودی به سیستم اسمز معکوس ۱۱۷
- نمودار ۱۰-۴- ارتباط بین راندمان حذف و غلظت آمپی سیلین در فاضلاب ورودی به سیستم اسمز معکوس ۱۱۷
- نمودار ۱۱-۴- ارتباط بین فشار اعمالی در سیستم اسمز معکوس و راندمان حذف آموکسی سیلین ۱۱۸
- نمودار ۱۲-۴- ارتباط بین فشار اعمالی در سیستم اسمز معکوس و راندمان حذف آمپی سیلین ۱۱۹
- نمودار ۱۳-۴- ارتباط بین pH فاضلاب ورودی به سیستم اسمز معکوس و راندمان حذف آموکسی سیلین ۱۲۲
- نمودار ۱۴-۴- ارتباط بین pH فاضلاب ورودی به سیستم اسمز معکوس و راندمان حذف آمپی سیلین ۱۲۲
- نمودار ۱۵-۴- تغییرات راندمان حذف آموکسی سیلین توسط سیستم اسمز معکوس در دماها و فشارهای مختلف ۱۲۳
- نمودار ۱۶-۴- تغییرات راندمان حذف آمپی سیلین توسط سیستم اسمز معکوس در دماها و فشارهای مختلف ۱۲۳
- نمودار ۱۷-۴- منحنی هیستوگرام تغییرات میزان COD پس از خروجی از سیستم اسمز معکوس (آموکسی سیلین) ۱۲۴

- نمودار ۴-۱۸- منحنی هیستوگرام تغییرات میزان COD پساب خروجی از سیستم اسمز معکوس ۱۲۶
- نمودار ۵-۱- بررسی تغییرات میزان فلاکس عبوری از غشاء با تغییر غلظت در فشارهای ثابت ۱۲۹
- نمودار ۵-۲- بررسی تغییرات میزان فلاکس عبوری از غشاء در سطوح مختلف فشار ۱۳۱
- نمودار ۵-۳- بررسی تغییرات میزان فلاکس عبوری از غشاء در سطوح مختلف pH ۱۳۳
- شکل ۲-۱- فرایندهای اسمز و اسمز معکوس ۶۶
- شکل ۲-۲- ساختمان شیمیایی غشاهای سلولز تری استات (A) و پلی آمید (B) ۷۰
- شکل ۲-۳- مدول غشایی از نوع هالوفیبر ۷۱
- شکل ۲-۴- مدول غشایی از نوع هالوفیبر ۷۱
- شکل ۲-۵- مدول غشایی از نوع لوله ای ۷۲
- شکل ۲-۶- مدول غشایی از نوع قاب و صفحه ۷۲
- شکل ۲-۷- مدول غشایی از نوع مارپیچی ۷۳
- شکل ۲-۸- مدول موئینه ۷۳
- شکل ۳-۱- دیاگرام جریان در پایلوت ۹۷
- شکل ۳-۲- تصویر پایلوت مورد استفاده به همراه مخازن آب ورودی و تولیدی ۹۷
- شکل ۳-۳- تجهیزات بکار رفته در پایلوت مورد استفاده ۹۸
- شکل ۳-۴- غشاء اسمز معکوس مورد استفاده ونحوه عبور جریان از آن ۹۹
- شکل ۳-۵- ساختار شیمیایی آموکسی سیلین ۱۰۰
- شکل ۳-۶- ساختار شیمیایی آمپی سیلین ۱۰۰

فصل اول



مقدمه و بیان مسأله

۱- مقدمه و بیان مسأله

۱-۱- مقدمه

به دلیل بالا بودن حجم فاضلابهای صنعتی، بیشتر این فاضلاب ها بدون تصفیه وارد محیط زیست می شوند که عمده ترین روش دفع آنها، استفاده از چاههای جذبی است. در این شیوه که بصورت کنترل نشده انجام می شود، آلودگی آبهای زیرزمینی و همچنین جریانات سطحی امری اجتناب ناپذیر است. امروزه اکثر صنایعی که از آبهای زیرزمینی استفاده می نمایند، به آلودگی آب خود به آلاینده های شیمیایی و میکروبی اذعان دارند و طبیعی است که کیفیت پائین آب مورد استفاده، باعث افزایش هزینه تصفیه شده و همچنین در جاهایی که بدون تصفیه مورد استفاده واقع می شود، مشکلات جدی به دنبال خواهد داشت.

لذا با توجه به مسائل فوق و همچنین مشکل محدود بودن منابع آب و گسترش روزافزون آلودگی آبهای زیرزمینی، انجام تحقیق در زمینه توسعه فن آوری اسمز معکوس جهت حذف آنتی بیوتیک ها از فاضلاب صنایع داروسازی امری ضروری به نظر می رسد تا گامی در جهت نهادینه کردن مصرف آب در صنایع، حفظ محیط زیست و رفع مشکلات موجود برداشته شود (۱).

در مورد عواقب زیست محیطی استفاده از داروها برای سلامت انسان و جانوران، نگرانی های زیادی وجود دارد. هورمون های پیشگیری از بارداری به صورت روزانه توسط خانم ها استفاده می شوند. به علاوه استرس زندگی مدرن در اغلب موارد با استفاده از مواد آرام بخش و مسکن مقابله می شود.

از این گذشته، سیاست گذاری های اخیر در امر پرورش حیوانات، در جهت افزودن به روش های تولید می

باشد که بر این اساس به مواد دارویی، افزودنی های غذایی، هورمون ها و ... توجه زیادی شده است (۲).

برای شناخت دقیق عملیات واحدی که در تصفیه و دفع انواع مختلف فاضلاب های تولیدی در صنعت

داروسازی استفاده می شود، فرایندهای تصفیه را می توان به سه گروه و زیر گروه ذیل تقسیم نمود:

۱- فرایند تصفیه فیزیکوشیمیایی

۲- فرایند تصفیه بیولوژیکی (تصفیه هوازی - تصفیه بیهوازی - تصفیه بیولوژیکی دو مرحله ای - تصفیه مشترک

بادیگر فاضلاب ها)

۳- تأسیسات تصفیه و دفع مختلط برای فاضلاب یک کارخانه بخصوص

تصفیه فیزیکوشیمیایی فاضلاب دارویی شامل آشغالگیر، یکنواخت سازی (متعادل سازی)، خنثی سازی /

تنظیم pH، انعقاد/لخته سازی، ته نشینی، جذب، اکسیداسیون پیشرفته (تصفیه با ازن و پراکسید هیدروژن) می

باشد (۳).

ممکن است تصفیه شیمیایی به اقدامات گسترده تری برای ترسیب فلزات سنگین، حذف سیانید و یا تغییر یا

حذف مواد سمی قبل از تصفیه بیولوژیکی فاضلاب، نیاز داشته باشد. در بسیاری از موارد تغییر یک فاضلاب

شیمیایی به منظور انطباق با سیستم تصفیه بیولوژیکی، عملی نیست و می بایست روش های ممکن را بررسی نمود.

مثلاً در موارد بسیاری می توان، حلال های فاضلاب را بازیابی نموده، و یا سوزاند. به منظور دفع بسیاری از فاضلابهای

شیمیایی که از نظر تصفیه بیولوژیکی نامناسب هستند، از روش دفع در چاه عمیق استفاده می شود. در این حالت،

تنها تصفیه فاضلاب، فیلتراسیون به مقدار زیاد می باشد. ملاحظه اساسی در این خصوص، زمین شناسی ناحیه ای

است که کارخانه در آن واقع شده است (۴).

سیستم های سنتی تصفیه هوازی عبارتند از فرایندهای لجن فعال، هوادهی گسترده، لجن فعال باکترین فعال

گرانولی و سیستم های هوازی رشد چسبیده مانند صافیهای چکنده و دیسک های دوار بیولوژیکی. سیستم های

تصفیه بیهوازی مانند راکتورهای غشایی، راکتورهای مخزنی اختلاط پیوسته (هضم بیهوازی)، فیلترهای با جریان رو

به بالا (فیلترهای بیهوازی)، راکتورهای با بستر سیال و راکتورهای UASB (بستر لجن بیهوازی با جریان رو به بالا).

اخیراً راکتورهای هیبریدی بیهوازی که ترکیبی از سیستم های رشد معلق و رشد چسبیده هستند رایج شده اند (۳).

تحقیقات نشان می دهد در روش انعقاد و لخته سازی، دز بالایی از مواد منعقدکننده لازم است، در حالی که راندمان حذف COD^۱ جزئی است. همچنین ممکن است جذب کربن فعال، همیشه در حذف ترکیبات مقاوم، موفق نباشد و محدودیت های اقتصادی از تصفیه فاضلاب دارویی به وسیله کربن فعال جلوگیری نمایند. تحقیقات نشان می دهد افزودن کربن فعال پودری (PAC)^۲ به فرایند لجن فعال، باعث افزایش حذف اکسیژن مورد نیاز شیمیایی محلول (sCOD)^۳ فاضلاب دارویی می گردد. لیکن از نظر اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی ترکیبات کربن دار محلول scBOD^۴ تأثیر آن قابل اندازه گیری نمی باشد. علاوه بر این، افزودن PAC باعث افزایش قابلیت ته نشینی لجن می شود، لیکن میزان ته نشینی جامدات معلق مایع مخلوط MLSS^۵ در سطح خیلی پائینی (دقیقه / سانتیمتر ۰/۰۵ - ۰/۱) باقی می ماند و منجر به ایجاد یک لایه MLSS شناور و غلیظ در سطح واحد لجن فعال و زلال ساز می گردد. در تصفیه فاضلاب دارویی، معمولاً سیستم بیولوژیکی دو مرحله ای نسبت به سیستم بیولوژیکی تک مرحله ای، پسایی با کیفیت بهتر تولید می نماید.

تصفیه بیهوازی فاضلاب بسیار قوی دارای سولفات زیاد، چندین مشکل ایجاد می نماید. تبدیل سولفات به سولفید، از فعالیت متانوزنها در فرایندهای تصفیه بیهوازی جلوگیری می نماید. لذا راندمان عملکرد سیستم را کاهش می دهد (۳).

بعضی از ترکیبات دارویی، ممکن است نسبت به تجزیه بیولوژیکی به کمک فرایندهای بیولوژیکی متداول کاملاً مقاوم باشند. به عنوان مثال مقاومت نیتروآنیلین های مختلف نسبت به تجزیه بیولوژیکی (۳). برخی از روشهای حذف ترکیبات آنتی بیوتیک از فاضلاب صنایع داروسازی عبارتند از: فرایند فنتون و متعاقب آن ترسیب با آهک، فیلتراسیون غشایی، O_3 / H_2O_2 و O_3 / UV ، میدان الکتروشیمیایی (electrochemical field) (۵، ۶، ۷ و ۸).

^۱Chemical oxygen demand

^۲ Powdered Activated Carbon

^۳ Soluble Chemical oxygen demand

^۴Soluble Carbonaceous Biochemical oxygen demand

^۵ Mixed liquor suspended solids

به دلیل افزایش هزینه ناشی از تخلیه ناخالصی ها در محیط و همچنین حضور مواد شیمیایی ارزشمند در

فاضلاب صنایع داروسازی، توسعه فن آوری غشاء برای بازیافت آب و مواد شیمیایی سودمند است و غشاها به عنوان

گزینه ای برای حل مشکلات روش های سنتی تصفیه فاضلاب این صنایع مطرح می گردند.

هدف از این پژوهش، توسعه سیستم غشایی اسمز معکوس جهت حذف آنتی بیوتیک ها از فاضلاب صنایع

داروسازی می باشد. در این تحقیق تأثیر عوامل مختلفی از قبیل فشار، دما، pH و غلظت بر کارایی سیستم RO¹ در

حذف آنتی بیوتیک از فاضلاب صنایع داروسازی مورد بررسی قرار می گیرد.

¹ Reverse Osmosis

۱-۲- بیان مسأله

از آنتی بیوتیک ها به طور گسترده در مداوای انسان و همچنین در کشاورزی، برای پیشگیری یا برطرف سازی عفونت های میکروبی و در دامپزشکی و در دامپروری، برای تقویت و تسریع رشد حیوانات استفاده می شود. با توجه به این که آنتی بیوتیک ها به منظور ایجاد اثر بیولوژیکی در نظر گرفته شده اند، می توانند با وارد شدن به محیط زیست، موجودات آب و خاک را تحت تأثیر قرار دهند (۲).

با توجه به این که داروهای بالقوه سمی به مقدار زیادی به محیط زیست وارد می شوند، تلاش های مهمی جهت تصفیه فاضلاب های صنایع داروسازی انجام شده است. دلایل اساسی که در توجیه انجام تصفیه این فاضلاب ها وجود دارند عبارتند از:

(الف) تولید و مصرف هزاران تن داروهای مخصوص انسان و حیوانات در سرتاسر جهان.

(ب) ورود مقادیر زیاد داروها به محیط زیست از طریق تخلیه ادرار و مدفوع.

(ج) دفع نادرست داروهای تاریخ مصرف گذشته که می توانند موجب آلودگی اکوسیستم ها شوند.

(د) احتمال تماس با بقایای دارویی تجمع یافته در زنجیره غذایی یا آب آشامیدنی.

(ه) افزایش احتمال تأثیر ناخواسته بر اکوسیستم ها. چون مولکولهای دارویی اختصاصاً برای نفوذ در غشاهای بیولوژیکی و رسیدن به سیستم های هدف (آنزیم ها، گیرنده ها و غیره) تهیه شده اند.

(ی) عدم اطلاعات کافی در مورد حضور و پایداری داروها در محیط زیست و خطرات احتمالی برای اکوسیستم ها و انسان (۲).

مواد دارویی پس از مصرف توسط بیماران، از طریق فاضلاب به محیط زیست آبی تخلیه می شوند. داروهای

مصرف نشده نیز گاهی در فاضلابرها تخلیه می شوند. چنانچه این مواد در مرحله تصفیه فاضلاب، حذف و یا تجزیه

زیستی نشوند، به محیط زیست و در نهایت به آب آشامیدنی وارد می شوند. آنتی بیوتیک ها و گندزداها باعث

اختلال در فرایند تصفیه فاضلاب و اکولوژی میکروبی آبهای سطحی می شوند. آنتی بیوتیک ها همچنین در مخازن

هوادهی تصفیه خانه های فاضلاب شهری (STP)¹ سبب غلبه باکتری های مقاوم در برابر سایر باکتریها می گردند(۲).

فاضلاب صنایع داروسازی دارای مقادیر نسبتاً بالایی از مواد آلی محلول و معلق می باشد که بسیاری از آنها با محیط زیست ناسازگار هستند(۹). علاوه براین، تغییر در برنامه های تولید دارو، منجر به تغییر قابل ملاحظه ای در میزان جریان فاضلاب، مواد سازنده اصلی و قابلیت تجزیه بیولوژیکی نسبی می شود(۱۰).

به دلیل احتمال وجود حلال های قابل اشتعال در فاضلاب های دارویی، تخلیه این فاضلاب ها به هرگونه فاضلابرویی خطرناک است که به دلیل برخی بی احتیاطی ها، انفجار و آتش سوزی رخ می دهد و باعث آسیب و یا اختلال جدی به سیستم فاضلابرو می شود. در مواردی که این فاضلاب، به مجاری فاضلابرو شهری وارد می شود، آسیب آن افزایش می یابد. بدین منظور جهت کنترل هوای فاضلابرو از نظر غلظت بخارات قابل انفجار، می بایست یک دستگاه اندازه گیری در محل ورود پساب خروجی به فاضلابرو عمومی نصب گردد(۴).

طی ارزیابی به عمل آمده از اجزاء فاضلاب دارویی در ایرلند، حلال های آلیفاتیک بخش مهمی از مقدار BOD / COD پسابهای دارویی را در این کشور تشکیل می دهند. نظر به این که حلالهای آلی قابل اشتعال و بدبو می باشند و برای ارگانسیم های آبی به طور بالقوه سمی هستند، لذا حذف کامل آنها توسط سیستم های تصفیه فاضلاب الزامی می باشد(۳).

با توجه به این که دانسیته باکتریها در آب های سطحی کم می باشد، چنانچه حذف مؤثر عوامل آنتی بیوتیک در STP صورت نگیرد، کاهش ظرفیت خود پالایی آبهای سطحی و تأثیر منفی حاصله از تخلیه این عوامل، بر جوامع آبی امری اجتناب ناپذیر خواهد بود. مسلماً حتی کاهش جزئی تعداد باکتری های انفرادی یا گونه های آنها در آب های سطحی، بسیار بااهمیت می باشد. با دانش فعلی باید گفت که به وسیله عبور از خاک یا فیلتراسیون ساحلی، نمی توان از انتقال عوامل آنتی بیوتیک از آب سطحی به آب زیرزمینی جلوگیری نمود(۲).

پتانسیلی که یک آلاینده از لحاظ تجمع در موجودات دارد، می بایست خطرناک در نظر گرفته شود. آنتی بیوتیک ها به سختی در آب قابل حل هستند. عمل تغلیظ موادر بدن برای بعضی از آنتی بیوتیک ها به اثبات رسیده

¹Sewage treatment plant