



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.Sc" مهندسی شیمی - محیط زیست

عنوان:

مقایسه کارایی و اقتصادی سیستم های اسمز معکوس و الکترودیالیز در حذف نیترات از آب آشامیدنی

استاد راهنما

استاد مشاور:

نگارش:

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
چکیده.....	۱
مقدمه.....	۲
فصل اول	
علت انتخاب موضوع.....	۴
اهداف پژوهش.....	۴
بخش اول	
۱-۱-۱- نیترات چیست؟.....	۶
۱-۱-۲- منابع نیترات در محیط زیست.....	۷
۱-۱-۳- اثرات زیان بارنیترات برسلامتی.....	۹
۱-۱-۴- استانداردهای نیترات در آب آشامیدنی.....	۱۰
بخش دوم	
۲-۱- روشهای جداسازی و حذف نیترات از آب آشامیدنی.....	۱۲
۲-۱-۱- حذف نیترات از آب توسط روش رقیق سازی.....	۱۲
۲-۱-۲- حذف نیترات از آب توسط روش کاتالیستی.....	۱۳
۲-۱-۳- حذف نیترات از آب توسط روش تبدیل یونی.....	۱۳
۲-۱-۴- حذف نیترات از آب توسط روش بیولوژیکی.....	۱۵
بخش سوم	
۱-۳-۱- تاریخچه پیدایش و گسترش غشاها اسمز معکوس.....	۱۸
۱-۳-۲- اسمز و اسمز معکوس.....	۱۹
۱-۳-۳- آلدگیهای حذف شونده در آب بوسیله اسمز معکوس.....	۲۵
۱-۳-۴- غشاها اسمز معکوس.....	۲۷
۱-۳-۵- اندازه غشاء اسمز معکوس.....	۲۷
۱-۳-۶- تهییه غشاها اسمز معکوس، ساختار و خواص آنها.....	۲۸
۱-۳-۷- مدلهای غشاء اسمز معکوس و ساختار آنها.....	۳۱
۱-۳-۸- مشخصه غشاها اسمز معکوس.....	۳۲
۱-۳-۹- حذف نیترات از آب توسط سیستم اسمز معکوس.....	۳۴

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

بخش چهارم

۱-۴-۱- تاریخچه پیدایش و گسترش غشاهاي الکترودیالیز.....	۳۶
۱-۴-۲- اصول الکترودیالیز.....	۳۶
۱-۴-۳- غشاها.....	۳۸
۱-۴-۴- الکترودها.....	۳۹
۱-۴-۵- جداگانده ها.....	۴۰
۱-۴-۶- تکنولوژی الکترودیالیز.....	۴۱
۱-۴-۷- ظرف الکترودیالیز.....	۴۱
۱-۴-۸- سیستم های الکترودیالیز.....	۴۳
۱-۴-۸-۱- سیستم الکترودیالیز غیر پیوسته	۴۳
۱-۴-۸-۲- سیستم الکترودیالیز پیوسته یا مداوم،.....	۴۳
۱-۴-۸-۳- الکترودیالیز معکوس	۴۴
۱-۴-۹- شیستشوی سیستم الکترو دیالیز.....	۴۵
۱-۴-۱۰- انرژی مورد نیاز در یک فرآیند الکترودیالیز.....	۴۵
۱-۴-۱۱- مزایای الکترودیالیز.....	۴۶
۱-۴-۱۲- مشکلات و محدودیت های الکترودیالیز.....	۴۶
۱-۴-۱۳- حذف نیترات از آب توسط روش الکترودیالیز	۴۷

فصل دوم

۲-۱- مواد و روش.....	۴۹
۲-۲- واحد اسمز معکوس.....	۵۰
۲-۳- واحد الکترودیالیز.....	۵۱
یافته ها.....	۵۳

فصل چهارم

بحث و نتیجه گیری.....	۶۷
پیشنهادات.....	۷۰

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

منابع و ماخذ

۷۱.....	منابع فارسی
۷۲.....	منابع لاتین
۷۸.....	سایتهاي اطلاع رسانی
۷۹.....	چکیده انگلیسي

فهرست جدولها

عنوان	شماره صفحه
-------	------------

۱-۱ : نیتروژن در منابع مختلف ۹	
۲-۱ : آلدگیهای حذف شده به وسیله واحدهای اسمز معکوس ۲۵	
۳-۱ : میزان حذف آلینده ها به وسیله فرآیند اسمز معکوس ۲۶	
۳-۲: نتایج کیفیت آب خام ورودی به سیستم اسمز معکوس..... ۵۳	
۳-۳: نتایج کیفیت آب خروجی(تصفیه شده) به سیستم اسمز معکوس..... ۵۴	
۳-۴: نتایج کیفیت آب غلیظ شده سیستم اسمز معکوس ۵۴	
۳-۵: نتایج کیفیت آب خام ورودی به سیستم الکترودیالیز..... ۵۵	
۳-۶: نتایج کیفیت آب خروجی(تصفیه شده) به سیستم الکترودیالیز..... ۵۶	
۳-۷: نتایج کیفیت آب غلیظ شده سیستم الکترودیالیز..... ۵۷	
۳-۸: مقایسه اسمز معکوس و الکترودیالیز.براساس پارامترهای مختلف..... ۵۷	
۳-۹: مقایسه هزینه مواد شیمیایی مصرفی سیستم اسمز معکوس و الکترودیالیز ۵۸	
۳-۱۰: هزینه سرمایه گذاری سیستم اسمز معکوس و الکترودیالیز(میلیون ریال)..... ۵۹	
۳-۱۱: هزینه بهره برداری و نگهداری سالیانه سیستم های اسمز معکوس و الکترودیالیز(میلیون ریال)..... ۵۹	
۳-۱۲: هزینه کل سیستم های اسمز معکوس و الکترودیالیز(میلیون ریال)..... ۵۹	
۳-۱۳: هزینه هر متر مکعب آب تصفیه شده در سیستم های اسمز معکوس و الکترودیالیز(ریال)..... ۵۹	

فهرست نمودارها

عنوان	شماره صفحه
۱-۳: مقایسه راندمان سیستم اسمز معکوس و الکترودیالیزدر حذف نیترات.....	۶۰
۲-۳: میزان نیترات در آب ورودی، تصفیه شده و غلیظ شده سیستم اسمز معکوس.....	۶۱
۳-۳: میزان نیترات در آب ورودی، تصفیه شده و غلیظ شده سیستم الکترودیالیز.....	۶۱
۴-۳: مقایسه میانگین غلظت نیترات آب تصفیه شده سیستم اسمز معکوس و الکترودیالیز.....	۶۲
۵-۳: مقایسه میانگین غلظت نیترات آب غلیظ شده سیستم اسمز معکوس و الکترودیالیز.....	۶۲
۶-۳: مقایسه کیفیت آب ورودی و خروجی سیستم اسمز معکوس.....	۶۳
۷-۳: تغییرات غلظت نیترات بر حسب زمان در سیستم اسمز معکوس.....	۶۳
۸-۳: مقایسه کیفیت آب ورودی و خروجی سیستم الکترودیالیز.....	۶۴
۹-۳: تغییرات غلظت نیترات بر حسب زمان در سیستم الکترودیالیز.....	۶۴
۱۰-۳: مقایسه هزینه هر متر مکعب آب تصفیه شده در سیستم های اسمز معکوس و الکترودیالیز بر اساس هزینه سرمایه گذاری.....	۶۵
۱۱-۳: مقایسه هزینه هر متر مکعب آب تصفیه شده در سیستم های اسمز معکوس و الکترودیالیز بر اساس هزینه بهره برداری و نگهداری.....	۶۵
۱۲-۳: مقایسه هزینه هر متر مکعب آب تصفیه شده در سیستم های اسمز معکوس و الکترودیالیز بر اساس هزینه کل.....	۶۶

فهرست شکلها

عنوان	شماره صفحه
۱-۱: چرخه نیتروژن در طبیعت	۷
۱-۲: ترکیب روش تبادل یونی و کاتالیستی	۱۵
۱-۳: روش بیولوژیکی حذف نیترات	۱۷
۱-۴: فرایند جداسازی املاح به وسیله اسمز معکوس	۲۰
۱-۵: دستگاه pou-ro در آشپزخانه خانگی	۲۳
۱-۶: طرح نمونه ای از یک سیستم RO	۲۴
۱-۷: غشاهاي نامتقارن ساخته شده از يك نوع پليمر	۲۸
۱-۸: غشاهاي ترکيبی thin film ساخته شده از دو يا چند پليمر	۲۹
۱-۹: تصویر ساده ای از يك سل الکترودیالیز	۳۷
۱-۱۰: مراحل تصفیه آب با استفاده از يك واحد الکترودیالیز	۳۸
۱-۱۱: مقطع عرضی يك جداگانده	۴۱
۱-۱۲: ظرف الکترودیالیز	۴۲
۱-۱۳: نمایی از يك فرایند الکترودیالیز	۴۴
۱-۱۴: شماتیک واحد اسمز معکوس طرح نیترات زدایی آب شرب گلشهر مشهد	۵۰
۱-۱۵: تصویر پایلوت اسمز معکوس طرح نیترات زدایی آب شرب گلشهر مشهد	۵۰
۱-۱۶: يك واحد الکترودیالیز	۵۱
۱-۱۷: شماتیک واحد الکترودیالیز طرح نیترات زدایی آب شرب گلشهر مشهد	۵۲
۱-۱۸: تصویر پایلوت الکنرودیالز طرح نیترات زدایی آب شرب گلشهر مشهد	۵۲

چکیده

نیترات یکی از مهمترین آلاینده‌ها بوده که با توجه به حلالیت بالای آن خارج کردن آن از آب فرآیندی بسیار پرهزینه است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند که موارد آلودگی در آبهای زیرزمینی رو به آفزایش است. از آنجایی که نیترات در آب به صورت محلول وجود دارد روش‌های معمول تصفیه آب قادر به حذف آن نیستند. از اینرو نیاز به آن دسته از روش‌های پیشرفته تصفیه آب می‌باشد که قادر به کاهش آلاینده‌های محلول هستند. از سوی دیگر چرخه نیترات سازی در شهرهایی که دفع نادرست فاضلاب از طریق چاههای جذبی انجام می‌شود همچنان ادامه دارد و مشکل تولید پیوسته نیترات و انتشار آن به آبهای زیرزمینی را سبب می‌شود.

در این پژوهش سیستم‌های اسمز معکوس و الکترو دیالیز از نظر کارایی و هزینه‌ای در حذف نیترات از آب آشامیدنی با هم مقایسه شده است.

برای این منظور از سیستم اسمز معکوس با دبی آب خام ورودی $h/4\text{ m}^3/\text{h}$ و $h/6\text{ m}^3/\text{h}$ جریان آب تصفیه شده و $h/10\text{ m}^3/\text{h}$ جریان آب غلیظ شده برگشتی (وسیستم الکترودیالیز با دبی آب خام ورودی $h/5\text{ m}^3/\text{h}$) و $h/5\text{ m}^3/\text{h}$ جریان آب تصفیه شده و $h/5\text{ m}^3/\text{h}$ جریان آب غلیظ شده برگشتی (برروی آب چاه گلشهر مشهد استفاده شده است).

نتایج این تحقیق نشان داد که در سیستم اسمز معکوس، میانگین میزان نیترات آب تصفیه شده کمتر از (حدود یک پنجم) سیستم الکترودیالیز است. راندمان حذف نیترات در سیستم اسمز معکوس حدود دو برابر الکترودیالیز بدست آمده است. از طرف دیگر میزان آب بازیابی در سیستم اسمز معکوس و الکترو دیالیز به ترتیب ۸۵٪ و ۵۰٪ محاسبه شده است. بنابراین کارایی سیستم اسمز معکوس در کاهش نیترات آب آشامیدنی به مراتب بهتر از سیستم الکترودیالیز می‌باشد.

با در نظر گرفتن دوره طرح ۱۵ ساله، در سیستم اسمز معکوس، هزینه تولید هر متر مکعب آب تصفیه شده $h/14807$ ریال می‌باشد که این رقم در سیستم الکترودیالیز $h/5489713$ ریال می‌باشد. با در نظر گرفتن این نتایج، هزینه تولید یک متر مکعب آب تصفیه شده در سیستم الکترودیالیز $h/142$ برابر سیستم اسمز معکوس است. در نهایت باید گفت که سیستم اسمز معکوس از لحاظ راندمان حذف نیترات، راندمان حذف سایر پارامترها (بی‌کربنات، سولفات، کلرور، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم)، میزان بازیابی آب و هزینه تولید هر متر مکعب آب، بر سیستم الکترودیالیز برتری دارد.