



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “M.Sc”
مهندسی شیمی – محیط زیست

عنوان :

مدلسازی ریاضی پیل های سوختی میکروبی و تولید همزمان الکتریسیته با هدف
تصفیه شیرابه

استاد راهنما :

نگارش:

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان مطالب

۱	چکیده
۲	مقدمه
۳	فصل اول : پیل های سوختی
۴	۱-۱) پیشینه پیل سوختی
۶	۲-۱) مبانی پیل سوختی
۶	۳-۱) انواع پیل سوختی
۱۳	۴-۱) پیل های سوختی زیستی
۱۵	۵-۱) متابولیسم گلوکز و زنجیره انتقال الکترون
۱۷	فصل دوم : پیل های سوختی میکروبی
۱۸	۱-۲) مقدمه
۱۸	۲-۲) پیکربندی پیل سوختی
۲۱	۳-۲) محفظه آند
۲۲	۴-۲) محفظه کاتد
۲۲	۵-۲) واکنش های آندی و کاتدی
۲۳	۶-۲) غشاء مبادله پروتون
۲۴	۷-۲) واسط های انتقال الکترون
۲۶	فصل سوم : میکروارگانیزم ها
۲۷	۱-۳) کشت باکتری های خالص

۲۸	۲-۳) کشت مخلوط باکتری ها
۲۹	فصل چهارم: مزایای پیل های سوختی میکروبی
۳۰	۱-۴) تولید انرژی از زیست توده/مواد آلی
۳۰	۲-۴) تبدیل مستقیم سوبسترا به انرژی الکتریکی
۳۰	۳-۴) تولید لجن
۳۱	۴-۴) حذف تصفیه گاز
۳۲	۵-۴) هوادهی
۳۳	فصل پنجم: موانع و مشکلات
۳۴	۱-۵) محفظه آند
۳۴	۲-۵) پتانسیل افزون فعال سازی
۳۷	۳-۵) پتانسیل افزون اهمی
۳۷	۴-۵) پلاریزاسیون غلظت
۳۷	۵-۵) انتقال بار یون ها در الکترولیت: اثر اغتشاش
۳۸	۶-۵) مقاومت غشاء، انتخاب پذیری و نفوذ
۳۹	۷-۵) ساختار آند
۳۹	۸-۵) تاثیر راندمان کاتد
۴۰	۹-۵) مسائل مربوط به افزایش مقیاس

۴۱	فصل ششم: کاربردهای آینده پیل سوختی میکروبی
۴۲	۱-۶) تصفیه فاضلاب شهری در پیل های سوختی میکروبی
۴۳	۲-۶) تبدیل زیست توده به انرژی الکتریکی تجدیدپذیر
۴۴	۳-۶) پیل های سوختی میکروبی در تصفیه شیرابه
۴۸	فصل هفتم: مدل سازی ریاضی
۴۹	۱-۷) مروری بر نمونه تجربی پیل سوختی میکروبی مورد استفاده برای تصفیه شیرابه
۴۹	۲-۷) شرایط نگهداری <i>MFC</i> و آماده سازی شیرابه
۵۰	۳-۷) محاسبه و آنالیز نتایج تجربی
۵۱	۴-۷) تولید الکتریسیته از شیرابه
۵۲	۵-۷) ولتا متری سیکلی
۵۳	۶-۷) کارایی <i>MFC</i> به عنوان تابعی از غلظت شیرابه
۵۴	۷-۷) ویژگی های الکتروشیمیایی الکترودها
۵۵	۸-۷) بازیابی الکترون و حذف <i>COD</i>
۵۵	۹-۷) ترمودینامیک و الکتروشیمی

۵۷	۱۰-۷ مکانیسم بیولوژیک
۵۸	۱۱-۷ ساختار مدل
۵۹	۱۲-۷ مدل <i>Monod</i>
۶۰	۱۳-۷ فرمولاسیون مدل
۶۲	۱۴-۷ محاسبه پارامترها
۶۲	۱۵-۷ روش های ریشه یابی عددی
۶۳	۱۶-۷ حل مسئله
۶۷	بحث و نتیجه گیری
۶۹	پیوست ها
۶۹	تحلیل مدل ریاضی با نرم افزار <i>MATLAB</i>
۷۲	منابع و ماخذ

فهرست جدول ها

شماره صفحه

عنوان

-
- | | |
|----|---|
| ۲۷ | ۱-۳ : باکتری های کاهنده فلز که در <i>MFC</i> کاربرد دارند |
| ۴۶ | ۱-۶: میزان زدایش BOD_5 در آزمایش گرین من و همکاران در دبی های مختلف |
| ۴۶ | ۲-۶: نتایج حاصل از مجموعه پیل سوختی گرین من و همکارانش |
| ۶۵ | ۱-۷: داده های تجربی مورد استفاده برای مدل سازی ریاضی |
| ۶۶ | ۲-۷: نتایج بدست آمده برای K_s و P_{max} با استفاده از <i>MATLAB</i> |

فهرست نمودارها

شماره صفحه

عنوان

-
- ۳۴ ۱-۵: ولتاژ پیل سوختی بر حسب شدت جریان
- ۴۷ ۲-۶: تولیدی بر حسب راندمان زدایش BOD_5 در مجموعه پیل سوختی گرین من و همکارانش
- ۵۲ ۱-۷: تولید توان به عنوان تابعی از شدت جریان در پیل سوختی یک محفظه ای برای COD با غلظت 1960 mg/L
- ۵۳ ۲-۷: منحنی ولتامتری سیکلی آند (A) در حالت ولتاژ خروجی پایدار، (B) در پایان تولید الکتریسیته با غلظت COD 1000 mg/L در یک پیل سوختی یک محفظه ای
- ۵۴ ۳-۷: منحنی دانسته توان تولیدی به عنوان تابعی از غلظت COD برای پیل سوختی یک محفظه ای با مقاومت خارجی 500Ω
- ۵۵ ۴-۷: منحنی پتانسیل در کار (A) برای آند (B) برای کاتد به عنوان تابعی از مقاومت خارجی
- ۵۵ ۵-۷: بازیابی الکترون و حذف COD به عنوان تابعی از غلظت COD در شیرابه
- ۶۶ ۶-۷: منحنی دانسیته توان خروجی (mW/m^2) بر حسب غلظت سوبسترا (mg/L) با مقاومت خارجی 500Ω
- ۶۷ ۷-۷: منحنی شدت جریان خروجی ویژه (mA/m^2) بر حسب غلظت سوبسترا (mg/L) با مقاومت خارجی 500Ω
- ۶۷ ۸-۷: منحنی ولتاژ خروجی ویژه (mV/m^2) بر حسب غلظت سوبسترا (mg/L) با مقاومت خارجی 500Ω

فهرست شکل‌ها

شماره صفحه

عنوان

۴	۱-۱: طرح پیل سوختی ویلیام روبرت گرو
۶	۲-۱: نمای شماتیک پیل سوختی
۲۰	۱-۲: سه نوع پیکربندی <i>MFC</i>
۲۴	۲-۲: <i>MFC</i> با واسط متیلن آبی
۴۵	۱-۶: شماتیک یک مجموعه آزمایشگاهی سه ستونی تصفیه شیرابه که از طریق جریان سیال به هم متصل شده اند
۴۵	۲-۶: شماتیک مجموعه <i>MFC</i> گرین من و همکارانش

چکیده:

تقاضای جامعه جهانی به تولید انرژی های تجدیدپذیر و جایگزین سوخت های فسیلی روز به روز در حال افزایش است. با وجود اینکه تکنولوژی پیل های سوختی میکروبی، موضوع جدیدی نیست، پیشرف های اخیر در توسعه آن، استفاده عملی از این تکنولوژی هم در تصفیه پساب و هم تولید الکتریسیته، آن را به سطح نسبتاً قابل قبولی رسانده است. پیل های سوختی میکروبی تجهیزاتی هستند که درست مشابه باطری عمل می کنند با این تفاوت که در آن ها از باکتری های بی هوازی به عنوان کاتالیست برای اکسیداسیون مواد آلی و گاهها " معدنی برای تولید الکتریسیته استفاده می شود. بررسی گزارش های اخیر در مورد کاربرد این تکنولوژی در تصفیه شیرابه، که به دلیل غلظت زیاد و تنوع ترکیبات پیچیده آن یکی از آلاینده ترین پساب ها می باشد، نشان می دهد که مواد متشکله آلی آن شامل ترکیبات آلی آمونیاکی، BOD و COD به میزان چشمگیری کاهش می یابد.

در این تحقیق سعی بر آن است که مدل ریاضی پیل سوختی بر مبنای مکانیسم میکروبی ارائه شود. سپس با استفاده از مدل بدست آمده و نرم افزار $MATLAB$ منحنی های توان خروجی بر حسب غلظت سوبسترا (COD)، شدت جریان خروجی بر حسب غلظت سوبسترا (COD)، و ولتاژ خروجی بر حسب غلظت سوبسترا (COD) رسم خواهد شد.