



دانشکده شیمی
گروه شیمی فیزیک

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی فیزیک

عنوان

بررسی تخریب میکروبی نفتالن موجود در نفت خام و بررسی عوامل موثر بر آن از جمله مواد

مغذی، pH و دما

استاد راهنما

دکتر محمد تقی تقی زاده

استاد مشاور

دکتر غلامرضا زرینی

پژوهشگر

الهام سیدنیا

آذر ۱۳۸۹

نام خانوادگی: سیدنیا	نام: الهام
عنوان پایان نامه: بررسی تخریب میکروبی نفتالن موجود در نفت خام و بررسی عوامل موثر بر آن از جمله دما، مواد مغذی و pH	
استاد راهنما: دکتر محمد تقی تقی زاده	
استاد مشاور: دکتر غلامرضا زرینی	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: شیمی گرایش: شیمی فیزیک دانشگاه: تبریز	
دانشکده: شیمی	تاریخ فارغ التحصیلی: آذر ۱۳۸۹
تعداد صفحه: ۸۲	
کلید واژه: تخریب میکروبی-نفتالین-مواد مغذی-انرژی فعالسازی-ثابت سرعت	
چکیده:	
<p>پلی آروماتیک هیدروکربنها دسته ای از ترکیبات مقاوم در محیط بوده و از لحاظ آلاینده گی محیط زیست قابل توجه میباشند. با توجه به خصوصیات جهش ژنی و سرطانزایی حذف و یا کاهش این ترکیبات از محیط زیست ضروری میباشد.</p> <p>تخریب بیولوژیکی، یک روش موثری است که میکروارگانیسمها را جهت حذف آلاینده های پلی آروماتیک هیدروکربنها بکار میگیرد و موفقیت آن بستگی به سینتیکهای تخریب بیولوژیکی و ایجاد شرایط بهینه برای مخربهای پلی آروماتیک هیدروکربنها دارد.</p> <p>در این پایان نامه، نفتالین بعنوان نمونه ای از پلی آروماتیک هیدروکربنها انتخاب شده و تاثیر فاکتورهای دما، مواد مغذی و pH در سینتیک تخریب میکروبی نفتالن بررسی شده است که برای این منظور با استفاده از یک مدل سینتیکی که بر اساس داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی است برخی پارامترهای سینتیکی از قبیل مرتبه واکنش، ثابت سرعت واکنش و همچنین با استفاده از رابطه آرنیوس انرژی فعالسازی واکنش محاسبه شده است.</p>	

فهرست مطالب

فصل اول: بررسی منابع

صفحه	عنوان
۱	۱- مقدمه.....
۲	۲-۱ پلی آروماتیک هیدروکربن های PAH.....
۴	۳-۱ نفتالین و اثرات آن بر روی محیط زیست.....
۵	۱-۳-۱ ما به چه طریقی در معرض نفتالین و ترکیبات آن قرار می گیریم؟.....
۵	۲-۳-۱ نفتالین و ترکیبات آن چگونه بر روی سلامت ما اثر می گذارند؟.....
۶	۳-۳-۱ اثر نفتالین و ترکیبات آن بر روی کودکان.....
۷	۴-۱ عوامل موثر در سرعت تخریب بیولوژیکی.....
۷	۱-۴-۱ اثر مواد مغذی در تخریب بیولوژیکی.....
۹	۲-۴-۱ اثر pH.....
۹	۳-۴-۱ اثر دما.....
۱۰	۴-۴-۱ اثر فشار.....
۱۰	۵-۴-۱ ساختار مولکولی آلاینده ها.....
۱۰	۶-۴-۱ اثر شوری.....
۱۰	۷-۴-۱ دسترس پذیری.....
۱۰	۸-۴-۱ پذیرنده های الکترونی.....
۱۱	۵-۱ سینتیک تخریب بیولوژیکی.....

۱۳	.....۶-۱ روشهای آنالیز تخریب میکروبی
۱۴	.....۷-۱ بررسی واکنشهای آنزیمی
۱۶	.....۸-۱ پیشینه تحقیق
۱۷	.....۹-۱ اهداف پایان نامه

فصل دوم: مواد و روشها

۱۸	.....۱-۲ مواد مصرفی
۱۸	.....۲-۲ دستگاههای مورد نیاز
۱۹	.....۳-۲ روشها
۲۱	.....۴-۲ شرایط کاری دستگاه GC/MS
۲۲	.....۵-۲ بررسی عوامل
۲۲	.....۱-۵-۲ بررسی مواد مغذی
۲۳	.....۲-۵-۲ بررسی دما
۲۳	.....۳-۵-۲ بررسی pH

فصل سوم: نتایج و بحث

۲۴	.....۱-۳ مدل سینتیکی
۲۶	.....۲-۳ تعیین مرتبه واکنش با استفاده از روش نیمه عمر
۲۷	.....۳-۳ بررسی تغییرات غلظت نفتالین در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1 در غلظت های اولیه متفاوت
۳۱	.....۴-۳ بررسی تغییرات غلظت نفتالین در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2 در غلظت های اولیه متفاوت

۳۵	..... ۳-۵- بررسی اثر مواد مغذی بر روی تخریب میکروبی نفتالین
۴۹	..... ۳-۶- اثر دما
۶۰	..... ۳-۷: تعیین مقدار انرژی فعال سازی واکنش
۶۰	..... معادله آرینوس
۶۴	..... ۳-۸- بررسی اثر pH
۷۷	..... ۳-۹- نتیجه گیری
۷۸	..... ۳-۱۰- پیشنهادها
۷۹	..... ۳-۱۱- منابع

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۲۷	جدول (۱-۳): مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی با استفاده از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی محلول نفتالین در دمای 30°C و حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1 با غلظت اولیه $C=1.2\text{ mM}$ نفتالین.....
۲۸	جدول (۲-۳) مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی با استفاده از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی محلول نفتالین در دمای 30°C و حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1 با غلظت اولیه $C=1\text{mM}$ از نفتالین.....
۲۹	جدول (۳-۳): مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی با استفاده از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی محلول نفتالین در دمای 30°C و حاصل از تخریب توسط باکتری TZ1 در غلظت اولیه $C=0.78\text{mM}$ نفتالین.....
۳۰	جدول (۴-۳): مقادیر ثابت سرعتهای محلول نفتالین در دمای 30°C و حاصل از تخریب توسط باکتری TZ1 در غلظت های اولیه مختلف از نفتالین.....
۳۱	جدول (۵-۳) مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی با استفاده از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 30°C و حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2 با غلظت اولیه $C=1.2\text{ mM}$ نفتالین.....
۳۲	

- جدول (۳-۶): مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی با استفاده از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 30°C و مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم و حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2 با غلظت اولیه $C=1\text{mM}$ نفتالین.....
- جدول (۳-۷) مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی با استفاده از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 30°C و مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم و حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2 با غلظت اولیه $C=0.78\text{mM}$ نفتالین.....
- ۳۳ جدول (۳-۸): مقادیر ثابت سرعتهای محلول نفتالین در دمای 30°C و حاصل از تخریب توسط باکتری TZ1 در غلظت های اولیه مختلف از نفتالین.....
- ۳۴ جدول (۳-۹) مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی با استفاده از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 30°C و مقدار 1 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1.....
- ۳۶ جدول (۳-۱۰): مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی با استفاده از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 30°C و مقدار 10 گرم بر لیتر فسفات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1.....
- ۳۷ جدول (۳-۱۱): مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی با استفاده از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 30°C و مقدار 2 گرم بر لیتر فسفات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط میکروب.....
- ۳۸ جدول (۳-۱۲): مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی نفتالین در دمای 30°C و مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1.....
- ۳۹

- جدول (۳-۱۳): مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی نفتالین در دمای 30°C و مقدار 2 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1..... ۴۰
- جدول (۳-۱۴): مقادیر ثابتهای سرعت محلول نفتالین در دمای 30°C و در حضور غلظتهای مختلف از مواد مغذی نیترات آمونیوم و فسفات آمونیوم حاصل از تخریب توسط باکتری TZ1..... ۴۱
- جدول (۳-۱۵): مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی نفتالین در دمای 30°C و مقدار 1 گرم بر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2..... ۴۲
- جدول (۳-۱۶): مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی نفتالین در دمای 30°C و مقدار 10 گرم بر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1..... ۴۳
- جدول (۳-۱۷): مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی نفتالین در دمای 30°C و مقدار 2 گرم بر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2..... ۴۴
- جدول (۳-۱۸): مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی نفتالین در دمای 30°C و مقدار 2 گرم بر فسفات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2..... ۴۵
- جدول (۳-۱۹): مقادیر غلظت در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی نفتالین در دمای 30°C و مقدار 10 گرم بر فسفات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2..... ۴۶

جدول (۳-۲۰): مقادیر ثابتهای سرعت محلول نفتالین در دمای 30 °C و در حضور غلظتهای مختلف از

مواد مغذی نیترات و فسفات آمونیوم حاصل از تخریب توسط باکتری TZ2 ۴۷

جدول (۳-۲۱): مقادیر غلظت نفتالین در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های

کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 20 °C و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل

از تخریب توسط باکتری TZ1 ۵۰

جدول (۳-۲۲): مقادیر غلظت نفتالین در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های

کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 30 °C و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل

از تخریب توسط باکتری TZ1 ۵۱

جدول (۳-۲۳): مقادیر غلظت نفتالین در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های

کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 40 °C و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم

حاصل از تخریب توسط باکتری TZ1 ۵۲

جدول (۳-۲۴): مقادیر ثابتهای سرعت در دماهای مختلف حاصل از انجام تخریب توسط باکتری

TZ1 ۵۳

جدول (۳-۲۵): مقادیر غلظت نفتالین در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های

کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 20 °C و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل

از تخریب توسط باکتری TZ2 ۵۵

جدول (۳-۲۶): مقادیر غلظت نفتالین در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های

کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 30 °C و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل

از تخریب توسط باکتری TZ2 ۵۶

جدول (۳-۲۷): مقادیر غلظت نفتالین در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های

کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 40°C و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل

از تخریب توسط باکتری TZ2..... ۵۷

جدول (۲۸-۳): مقادیر ثابتهای سرعت در دماهای مختلف حاصل از انجام تخریب توسط باکتری

TZ2..... ۵۸

جدول (۲۹-۳): مقادیر لگاریتم ثابتهای سرعت در دماهای مختلف حاصل از انجام تخریب توسط

باکتری TZ1..... ۶۱

جدول (۳۰-۳): مقادیر ثابتهای سرعت در دماهای مختلف حاصل از انجام تخریب توسط باکتری

TZ2..... ۶۳

جدول (۳۱-۳) مقادیر غلظت نفتالین در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های

کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 40 °C و pH=8 و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات

آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1..... ۶۵

جدول (۳۲-۳) مقادیر غلظت نفتالین در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های

کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 40 °C و pH=6.34 و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات

آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1..... ۶۶

جدول (۳۳-۳): مقادیر غلظت نفتالین در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های

کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 40 °C و pH=5 و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات

آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1..... ۶۷

جدول (۳۴-۳): مقادیر ثابتهای سرعت در pH های مختلف و در دمای 40 °C و در حضور مقدار 10

- گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1.....
- جدول (۳-۳۵): مقادیر غلظت نفتالین در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 40 °C و pH=8 و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....
- ۷۰
- جدول (۳-۳۶): مقادیر غلظت نفتالین در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 40 °C و pH=6.34 و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....
- ۷۱
- جدول (۳-۳۷): مقادیر غلظت نفتالین در زمانهای مشخص از تخریب میکروبی حاصل از داده های کروماتوگرافی گازی-جرمی در دمای 40 °C و pH=5 و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....
- ۷۲
- جدول (۳-۳۸): مقادیر ثابتهای سرعت در pH های مختلف و در دمای 40 °C و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....
- ۷۳

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
	شکل (۱-۳): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30 °C حاصل از انجام تخریب
۲۷	توسط باکتری TZ1 با غلظت اولیه C=1mM نفتالین.....
	شکل (۲-۳): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30 °C حاصل از انجام تخریب
۲۸	توسط باکتری TZ1 با غلظت اولیه C=1.2mM نفتالین.....
	شکل (۳-۳): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30 °C حاصل از انجام تخریب
۲۹	توسط باکتری TZ1 با غلظت اولیه C=0.78mM نفتالین.....
	شکل (۴-۳): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30 °C حاصل از انجام تخریب
۳۰	توسط باکتری TZ1 در غلظت های اولیه مختلف از نفتالین
	شکل (۵-۳): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30 °C حاصل از انجام تخریب
۳۱	توسط باکتری TZ2 با غلظت اولیه C=1.2mM نفتالین.....
	شکل (۶-۳): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30 °C حاصل از انجام تخریب
۳۲	توسط باکتری TZ2 با غلظت اولیه C=1 mM نفتالین.....
	شکل (۷-۳): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30 °C حاصل از انجام تخریب
۳۳	توسط باکتری TZ2 با غلظت اولیه C=0.78 mM نفتالین.....
	شکل (۸-۳): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30 °C حاصل از انجام تخریب
۳۴	توسط باکتری TZ2 در غلظتهای اولیه مختلف از نفتالین.....
	شکل (۹-۳): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30 °C ومقدار 1 گرم بر لیتر
۳۶	نیترا ت آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1.....

- شکل (۳-۱۰): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30°C و مقدار 10 گرم بر لیتر فسفات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1..... ۳۷
- شکل (۳-۱۱): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30°C و مقدار 2 گرم بر لیتر فسفات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1..... ۳۸
- شکل (۳-۱۲): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30°C و مقدار 10 گرم بر لیتر نترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1..... ۳۹
- شکل (۳-۱۳): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30°C و مقدار 2 گرم بر لیتر نترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1..... ۴۰
- شکل (۳-۱۴): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30°C و در حضور غلظتهای مختلف از مواد مغذی نترات و فسفات آمونیوم حاصل از تخریب توسط باکتری TZ1..... ۴۱
- شکل (۳-۱۵): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30°C و مقدار 1 گرم بر لیتر نترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2..... ۴۲
- شکل (۳-۱۶): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30°C و مقدار 10 گرم بر لیتر نترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2..... ۴۳
- شکل (۳-۱۷): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30°C و مقدار 2 گرم بر لیتر نترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2..... ۴۴
- نمودار (۳-۱۸): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30°C و مقدار 2 گرم بر لیتر ۴۵

فسفات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....

شکل (۳-۱۹): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان دمای 30 °C و مقدار 10 گرم برلیتر

فسفات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2..... ۴۶

شکل (۳-۲۰): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30 °C و در حضور

غلظتهای مختلف از مواد مغذی نترات و فسفات آمونیوم حاصل از تخریب توسط باکتری

TZ2..... ۴۷

شکل (۳-۲۱): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 20 °C و مقدار 10 گرم برلیتر

نترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1..... ۵۰

شکل (۳-۲۲): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30 °C و مقدار 10 گرم برلیتر

نترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1..... ۵۱

شکل (۳-۲۳): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 40 °C و مقدار 10 گرم برلیتر

نترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1..... ۵۲

شکل (۳-۲۴): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دماهای مختلف و در حضور مقدار

10 گرم برلیتر نترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1..... ۵۳

نمودار (۳-۲۴): نمودار ثابتهای سرعت در دماهای مختلف و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نترات

آمونوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1..... ۵۴

شکل (۳-۲۵): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 20 °C و مقدار 10 گرم برلیتر

نترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2..... ۵۵

شکل (۳-۲۶): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 30 °C و مقدار 10 گرم برلیتر ۵۶

- نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....
- شکل (۳-۲۷): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در دمای 40 °C و مقدار 10 گرم بر لیتر
- ۵۷ نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....
- شکل (۳-۲۸): نمودار ثابتهای سرعت در دماهای مختلف و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات
- ۵۸ آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....
- نمودار (۳-۲۸): نمودار ثابتهای سرعت در دماهای مختلف و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر
- ۵۹ نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....
- شکل (۳-۲۹): نمودار مقادیر لگاریتم ثابتهای سرعت $\ln(k)$ بر حسب $1/T$ در دماهای مختلف
- ۶۱ حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1.....
- شکل (۳-۳۰): نمودار مقادیر لگاریتم ثابتهای سرعت $\ln(k)$ بر حسب $1/T$ در دماهای مختلف
- ۶۳ حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....
- شکل (۳-۳۱): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان دمای 40 °C و مقدار 10 گرم بر لیتر
- ۶۵ نیترات آمونیوم و pH=8 حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1.....
- شکل (۳-۳۲): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان دمای 40 °C و مقدار 10 گرم بر لیتر
- ۶۶ نیترات آمونیوم و pH=6.34 حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1.....
- شکل (۳-۳۳): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان دمای 40 °C و مقدار 10 گرم بر لیتر
- ۶۷ نیترات آمونیوم و pH=5 حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1.....
- شکل (۳-۳۴): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در pH های مختلف و در دمای 40°C و
- ۶۸ در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1....
- نمودار (۳-۳۴): نمودار مقادیر ثابتهای سرعت در pH های مختلف و در دمای 40°C و در حضور

- ۶۹ مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ1.....
- شکل (۳-۳۵): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان دمای 40 °C و مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوموم و pH=8 حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....
- ۷۰ شکل (۳-۳۶): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان دمای 40 °C و مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوموم و pH=6.34 حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....
- ۷۱ شکل (۳-۳۷): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان دمای 40 °C و مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوموم و pH=5 حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....
- ۷۲ شکل (۳-۳۸): نمودار تغییرات غلظت نفتالین بر حسب زمان در pH های مختلف و در دمای 40°C و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....
- ۷۳ نمودار (۳-۳۸): نمودار مقادیر ثابتهای سرعت در pH های مختلف و در دمای 40°C و در حضور مقدار 10 گرم بر لیتر نیترات آمونیوم حاصل از انجام تخریب توسط باکتری TZ2.....
- ۷۴ شکل (۳-۳۹): کروماتوگرام نفتالین تخریب شده.....
- ۷۵ شکل (۳-۴۰): کروماتوگرام محصولات حاصل از نفتالین تخریب شده.....

فصل اول

بررسی منابع

۱- مقدمه

پلی آروماتیک هیدروکربن ها (PAH) آلاینده‌های موجود در هوا، خاک، آب‌ها، بوده که از راه‌های زیادی وارد محیط زیست می‌شوند. پلی آروماتیک هیدروکربن ها و مشتقات آنها، تولیدات وسیعی که از سوختن ناقص مواد آلی نشات می‌گیرند می‌باشند (۱) که بخشی مربوط به سوختن طبیعی مانند آتش‌سوزی جنگل‌ها و انفجار آتشفشان‌ها بوده اما بخش عمده آن که توسط فعالیت‌های بشری ایجاد می‌شود در دهه‌های اخیر منبع اصلی ایجاد آلاینده‌های PAH شناخته شده است و مربوط می‌شود به تولیدات صنعتی، تصادفات ناشی از حمل و نقل محصولات نفتی، آتش‌سوزی فضولات، تبدیلات گازی و سوزاندن پسماندهای پلاستیک [۴،۳،۲].

توجه به سرنوشت پلی آروماتیک هیدروکربن‌ها در طبیعت به علت سمی بودن، ایجاد جهش ژنی، خصوصیات سرطانزایی، ایجاد جنین ناقص، از اهمیت زیادی برخوردار است [۱،۲،۵].

بدلیل خواص زیانبار PAH، آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا (US EPA) ۳۰ نوع از ترکیبات پلی آروماتیک هیدروکربن‌ها را به عنوان آلاینده‌های اولویت دار معرفی کرده است [۶،۳].

بعنوان مثال فناترین بعنوان عامل ایجاد کننده حساسیت پوستی شناخته شده است. زیرا فناترین بعنوان بازدارنده قوی از اتصالات داخل سلولی شناخته شده است. و یا قرار گرفتن در معرض بخارات نفتالن و مشتقات آن، امراض و خلل‌هایی را در متابولیسم انسان ایجاد می‌کند. از جمله کاهش تعداد گلبول‌های قرمز و صدمه دیدن آنها و ایجاد کم‌خونی همولیتیک می‌باشد و نیز سرطان ناشی از قرار گرفتن در معرض نفتالن در حیوانات باعث ایجاد تومورهایی در ریه آنها شده است.

پلی آروماتیک هیدروکربن‌ها می‌توانند جذب خاک‌ها، گل و لای دریاها شوند و با انباشتگی در ماهی‌ها و سایر ارگانسیم‌های آبرزی راه انتقال به بشر از طریق مصرف غذاهای دریایی فراهم شود. محدوده غلظت‌های PAH در خاک و گل و لای‌ها از $1 \mu\text{g}/\text{kg}$ تا بیشتر از $3000 \text{mg}/\text{kg}$ گزارش شده است [۲،۷،۸].

از این رو به علت خواص زیانبار PAH ها و پایداری این ترکیبات در محیط زیست توجه به حذف و یا کاهش این نوع آلاینده‌ها از اکوسیستم‌ها ضروری می‌باشد. در این راستا، تکنیک تخریب میکروبی، فرآیند با ارزشی جهت حذف

PAH از محیط زیست می‌باشد. در این روش، میکروارگانسیم‌ها جهت کاهش و یا حذف آلاینده بکار گرفته می‌شوند [۹،۱۰].

طی دهه گذشته یکسری از باکتری‌هایی که توانایی تخریب PAH را دارند از محیط‌های آلوده شده به PAH جدا و شناسایی شده‌اند [۱۱،۱۲،۱۳].

استراتژی‌های حذف بیولوژیکی بر اساس بکارگیری روشهای متعدد جهت افزایش سرعت و یا حجم فرآیندهای بیودگراسیون (تخریب بیولوژیکی) بنا شده است. موفقیت حذف بیولوژیکی بستگی به توانایی ما در بهینه کردن شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی (حضور میکروارگانسیم‌هایی با قابلیت‌های متابولیک اختصاصی جهت تجزیه و تخریب آلاینده‌ها) در محیط‌های آلوده به PAH دارد [۳].

در این میان به تکنیک‌های شیمی فیزیکی، از نقطه نظر زیست محیطی، که در ارائه شرایط مطلوب شیمیایی و فیزیکی (از لحاظ دمایی، PH، حجم آب، غلظت اکسیژن حضور کافی از مواد مغذی و ...) جهت افزایش قدرت تخریب کنندگی میکروارگانسیم‌ها نقش دارد، توجه زیادی نشان داده می‌شود [۱۴،۱]. تلاش‌ها جهت حذف PAH ها از محیط زیست، توسط فعالیت میکروبی نیاز به داشتن اطلاعات از غلظت ترکیبات سمی و سرعتی که ترکیبات تخریب خواهند شد دارد [۱۵]. مطالعات نشان داده است که شرایط هیدرودینامیکی، انحلال پذیری و سرعت تخریب بیولوژیکی ذرات نفتالن را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۱۶].

۱-۲ پلی آروماتیک هیدروکربن‌ها (PAH)

پلی آروماتیک هیدروکربن‌ها گروهی از ترکیباتی که از ۲ و یا تعداد بیشتری از حلقه‌های کربنی آروماتیک بسته در آرایش‌های خطی، گوشه‌ای، کلاستر ساخته شده‌اند.

PAH‌های با وزن مولکولی پائین تر (LMW) (۲ و یا ۳ حلقوی) نسبتاً فرار بوده و نسبت به ترکیبات با وزن مولکولی بالا حلالیت و تخریب پذیری بیشتری دارند.

PAH‌های با وزن مولکولی بالا (HMW) (۴ و یا تعداد بیشتر از ۴ تا حلقه) به شدت جذب خاک و گل و لای و رسوبات شده در برابر تخریب میکروبی مقاومت نشان می‌دهند [۲،۱۷].

برخی از ویژگیهای PAH ها در جدول ۱ آورده شده است.

Compound	No. C atoms	Molecular weight	Melting point (°C)	Boiling point (°C)	Solubility in water (mg/l)
Naphthalene	10	128.2	80.2	218.0	30.6
Acenaphthalene	12	154.2	96.0	278.0	3.9
Phenanthrene	14	178.2	100.0	339.0	1.2
Anthracene	14	178.2	217.0	340.0	0.7
Pyrene	16	202.26	150.4	393.0	0.145
Fluoranthene	16	202.26	108.8	383.0	0.262
Chrysene	18	228.29	253.8	431.0	0.003

جدول ۱: برخی از ویژگیهای PAH ها

بدلیل ساختار و خصوصیات شیمیایی آلاینده های PAH، تخریب و تجزیه آنها توسط باکتریها به آسانی انجام نگرفته در نتیجه این آلاینده ها به مدت طولانی در محیط های زیست باقی می ماند. بعنوان مثال نیمه عمر مولکول ۳ حلقوی فنانترن در خاک و رسوبات گل و لای از ۱۶ روز تا ۱۲۶ روز بوده در صورتی که نیمه عمر مولکول ۵ حلقوی نیترو (a) پیرن از ۲۲۹ تا ۱۴۰۰ روز می باشد [۲،۱۷].

به بیانی دیگر ماندگاری طولانی آلاینده های PAH در اکوسیستم ها ناشی از حلالیت پائین و آب گریز بودن PAH می باشد [۴،۱]. و در نتیجه PAH ها تمایل به پیوند و اتصال به مواد آلی و یا خاک داشته و این عامل باعث می شود که PAH ها در دسترس میکروارگانیسم ها جهت انجام فرآیندهای تجزیه قرار نگیرند [۱۱،۱۸،۱۹].

تخریب بیولوژیکی PAH ها توسط باکتری ها تحت شرایط هوازی و بی هوازی انجام می گیرد. تخریب تحت شرایط بی هوازی بسیار آرام انجام می گیرد و هنوز جزئیات مکانیسم بیوشیمیایی فرآیندها ارائه نشده است [۲]. تخریب PAH تحت شرایط هوازی شامل اکسایش حلقه آروماتیک توسط آنزیم اکسیژناز اتفاق افتاده و متعاقباً با شکستن حلقه و ایجاد متابولیت همراه می باشد. جمع شدن و انباشته شدن حد واسط ها و متابولیت های PAH و محصولات حاصل از اکسیداسیون این آلاینده ها در روند تخریب میکروبی ممکن است برای عوامل تخریب کننده شان (میکروارگانیسم ها) و نیز به گیاهان منطقه سمی باشد [۱۱،۲۰]. از این رو در انتخاب انواع موثر تخریب کننده های PAH ها باید توجه زیادی