

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اصول و کار برد های اصلاح زیستی

در حذف آلاینده های مهم اکوسیستم خاک

(با تاکید بر پسماندهای رادیواکتیو و فلزات سنگین)

نویسندگان:

دکتر فهیمه تیموری (عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد)

دکتر محسن سعدانی (عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی)

مهندس محدثه دهقان بنادکی (کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط - بهداشت پرتوها)

دکتر منصور سرافراز (عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی شاهرود)



انتشارات آوای قلم

عنوان و نام پدیدآور: اصول و کاربردهای اصلاح زیستی در حذف آلاینده‌های مهم اکوسیستم خاک.../ نویسندگان فهیمه تیموری... [و دیگران].

مشخصات نشر: تهران: آوای قلم، ۱۴۰۳. مشخصات ظاهری: ۲۶۴ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۸۲۶۱-۱۸-۸

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت: نویسندگان فهیمه تیموری، حسن سعدانی، محدثه دهقان‌بنادکی، منصور سرافراز.

یادداشت: کتابنامه.

موضوع: خاک‌پالایی Soil remediation

خاک - آلودگی Soil pollution

شناسه افزوده: تیموری، فهیمه، ۱۳۶۱-

رده بندی کنگره: TD۸۷۸:

رده بندی دیویی: ۵۵/۶۲۸:

شماره کتابشناسی ملی: ۹۷۴۳۳۳۳:

اصول و کاربردهای اصلاح زیستی در حذف آلاینده‌های مهم اکوسیستم خاک
(با تاکید بر پسماندهای رادیواکتیو و فلزات سنگین)

نویسندگان:	دکتر فهیمه تیموری	صفحه آرا:	فاطمه دشتی رحمت آبادی
	دکتر محسن سعدانی	نوبت چاپ:	اول
	مهندس محدثه دهقان بنادکی	تاریخ نشر:	پاییز ۱۴۰۳
	دکتر منصور سرافراز	شمارگان:	۱۰۰ جلد
ناشر:	انتشارات آوای قلم	شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۸۲۶۱-۱۸-۸
طراحی جلد:	انتشارات آوای قلم (مهران خانی)	قیمت:	۲۹۰۰۰۰ تومان



با اسکن QR روبرو به آخرین فهرست کتب انتشارات دسترسی داشته باشید

شماره تماس: ۰۴-۶۶۵۹۱۵۰۵-۶۶۵۹۱۵۰۵ همراه: ۰۹۲۱۲۰۵۷۷۵۱

فروشگاه کتاب چاپی و الکترونیکی:

www.avapublisher.com

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است.
 متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۱	فصل ۱: میکروبیولوژی خاک.....
۲۲	۱- مقدمه.....
۲۲	۱-۱- موجودات زنده موجود در خاک.....
۲۲	۱-۲- ویژگی‌های میکروارگانیسم‌های موجود در خاک.....
۲۲	۱-۲-۱- ویروس‌ها.....
۲۳	۱-۲-۲- باکتری‌ها.....
۲۴	۱-۲-۳- قارچ‌ها.....
۲۴	۱-۳- نقش باکتری‌ها و قارچ‌ها.....
۲۴	۱-۴- فیتوآدافون‌های خاک (Soil phytoedaphon).....
۲۵	۱-۵- جانوران خاک.....
۲۶	۱-۶- تعداد میکروارگانیسم‌های خاک.....
۲۷	۱-۷- عوامل محیطی در خاک.....
۳۱	۱-۸- فعالیت میکروارگانیسم‌ها.....
۳۱	۱-۸-۱- نقش میکروارگانیسم‌ها در متابولیسم آلی - چرخه کربن.....
۳۲	۱-۸-۱-۱- سلولز.....
۳۳	۱-۸-۱-۲- لیگنین.....
۳۳	۱-۸-۱-۳- هوموس.....
۳۴	۱-۸-۲- نقش میکروارگانیسم‌ها در فرایندهای نیتروژن در چرخه نیتروژن خاک.....
۳۵	۱-۸-۲-۱- تثبیت نیتروژن در جو.....
۳۶	۱-۸-۲-۲- تثبیت نیتروژن غیر همزیستی.....
۳۶	۱-۸-۲-۳- آمونیاک‌سازی.....
۳۶	۱-۸-۲-۴- نیتریفیکاسیون.....
۳۷	۱-۸-۲-۵- دنیتریفیکاسیون.....
۳۹	فصل ۲: آلاینده‌های مهم در اکوسیستم خاک.....
۴۰	۲- مقدمه.....
۴۰	۲-۱- خاک به عنوان یک اکوسیستم.....
۴۲	۲-۲- آلودگی خاک اصلی‌ترین تهدید کیفیت خاک.....

- ۴۳ ۳-۲- آلاینده‌ها در خاک
- ۴۴ ۳-۲-۱- ترکیبات خطرناک ناشی از فرآورده‌های نفتی
- ۴۴ ۳-۲-۱-۱- نفت کوره (مازوت)
- ۴۵ ۳-۲-۱-۲- محصولات پلاستیکی
- ۴۵ ۳-۲-۱-۳- هیدروکربن‌های نفتی
- ۴۶ ۳-۲-۱-۴- ترکیبات BTEX
- ۴۶ ۳-۲-۲- هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای
- ۴۷ ۳-۲-۳- ترکیبات نیترواروماتیک
- ۴۷ ۳-۲-۴- ترکیبات کلر دار
- ۴۹ ۳-۲-۵- آلاینده‌های منابع شیمیایی کشاورزی
- ۵۱ ۳-۲-۵-۱- آفت‌کش‌ها
- ۵۶ ۳-۲-۵-۲- علف‌کش‌ها
- ۵۷ ۳-۲-۵-۳- قارچ‌کش‌ها
- ۵۸ ۳-۲-۵-۴- نشت سوخت در مزارع
- ۵۸ ۳-۲-۶- منابع شهری
- ۵۸ ۳-۲-۶-۱- نیروگاه‌های تولید برق
- ۵۹ ۳-۲-۶-۲- حمل‌ونقل
- ۶۱ ۳-۲-۶-۳- پسماند و لجن فاضلاب
- ۶۴ ۳-۲-۷- جنگ شیمیایی
- ۶۶ ۳-۲-۷-۱- مواد شیمیایی سمی و سلاح‌های شیمیایی
- ۶۷ ۳-۲-۷-۱-۱- فهرست ۱: عوامل جنگ شیمیایی (CW) و پیش‌سازهای آن‌ها
- ۷۰ ۳-۲-۷-۱-۲- فهرست ۲: مواد شیمیایی با کاربرد و استفاده محدود
- ۷۱ ۳-۲-۷-۱-۳- فهرست ۳: مواد شیمیایی با کاربرد زیاد و استفاده گسترده
- ۷۱ ۳-۲-۷-۲- فعالیت‌های نظامی در دوران جنگ سرد
- ۷۲ ۳-۲-۸- جنگ بیولوژیکی (BW)
- ۷۴ ۳-۲-۸-۱- باکتری‌ها
- ۷۴ ۳-۲-۸-۱-۱- مهم‌ترین سلاح‌های بیولوژیکی باکتریایی
- ۷۶ ۳-۲-۸-۲- ویروس‌ها و انتقال در خاک
- ۷۸ ۳-۲-۸-۲-۱- عوامل بیولوژیکی ویروسی
- ۷۹ ۳-۲-۸-۳- ریکتزیا
- ۸۰ ۳-۲-۸-۴- کلامیدیا
- ۸۰ ۳-۲-۸-۵- قارچ‌ها
- ۸۰ ۳-۲-۸-۶- سموم

فصل ۳: اثرات ناشی از آلودگی خاک و دستورالعمل‌های موجود در زمینه حفاظت از خاک ۸۳

- ۳- مقدمه ۸۴
- ۳-۱- اثرات آلودگی خاک ۸۴
- ۳-۱-۱- تأثیر آلاینده‌های آلی بر میکروارگانیسم‌ها و کیفیت خاک ۸۴
- ۳-۱-۲- اثرات حاصل از فعالیت‌های مهم بر محیط خاک ۸۷
- ۳-۱-۲-۱- اثرات ناشی از فعالیت‌های کشاورزی ۸۸
- ۳-۱-۲-۲- اثرات ناشی از فعالیت‌های صنعتی ۸۹
- ۳-۱-۲-۳- اثرات ناشی از فعالیت‌های شهری ۸۹
- ۳-۱-۳- اثرات بهداشتی آلاینده‌های آلی بر جانداران ۸۹
- ۳-۱-۴- چارچوب قانونی حفاظت خاک ۹۱
- ۳-۱-۵- سیاست‌های زیست‌محیطی اروپا در حفاظت از خاک ۹۱
- ۳-۱-۶- مقررات استفاده از لجن فاضلاب تصفیه شده در زمین‌های کشاورزی ۹۲
- ۳-۱-۷- نتایج اظهار شده ۹۵

فصل ۴: فرایندهای متداول در پاکسازی خاک‌های آلوده ۹۷

- ۴- مقدمه ۹۸
- ۴-۱- فناوری‌های پاک‌سازی ۹۸
- ۴-۱-۱- تکنیک‌های اصلاحی شیمیایی و فیزیکی ۹۹
- ۴-۱-۱-۱- اکسیداسیون ۹۹
- ۴-۱-۱-۲- تبادل یونی، کی‌لیت‌سازی و رسوبدهی ۱۰۰
- ۴-۱-۱-۳- فوتولیز ۱۰۱
- ۴-۱-۱-۴- جذب سطحی با کربن فعال گرانول (GAC) ۱۰۲
- ۴-۱-۱-۵- کلرزدایی احیایی ۱۰۲
- ۴-۱-۱-۶- استخراج بخار از خاک (SVE) ۱۰۲
- ۴-۱-۱-۷- شستشوی خاک ۱۰۳
- ۴-۱-۲- تصفیه بیولوژیکی (اصلاح زیستی) ۱۰۴
- ۴-۱-۳- روش‌های جامد سازی/ تثبیت ۱۰۵
- ۴-۱-۳-۱- جامد سازی بر اساس قیر ۱۰۵
- ۴-۱-۳-۲- کپسول سازی در ترکیبات ترموپلاستیک ۱۰۵
- ۴-۱-۳-۳- اکستروژن پلی‌اتیلن ۱۰۵
- ۴-۱-۳-۴- سیمان پوزولان/پرتلند ۱۰۵

- ۱۰۵ ۴-۱-۳-۵- شیشه‌ای کردن
- ۱۰۶ ۴-۱-۴- تصفیه حرارتی
- ۱۰۶ ۴-۱-۴-۱- سوزاندن
- ۱۰۶ ۴-۱-۴-۲- دفع حرارتی
- ۱۰۷ ۴-۱-۴-۳- بازیابی در دمای بالا پلاسما

فصل ۵: تأثیر مشخصات خاک بر فرایند اصلاح زیستی..... ۱۰۹

- ۱۱۰ ۵- مقدمه
- ۱۱۰ ۵-۱- مواد معدنی موجود در خاک
- ۱۱۰ ۵-۲- مواد آلی طبیعی موجود در خاک
- ۱۱۱ ۵-۳- تأثیر خاک بر روی میکروارگانیسم‌ها
- ۱۱۲ ۵-۳-۱- مقاومت میکروبی
- ۱۱۳ ۵-۳-۲- میزان حرکت میکروارگانیسم‌ها
- ۱۱۴ ۵-۴- واکنش مواد آلی سنتتیک با مواد تشکیل دهنده خاک
- ۱۱۵ ۵-۵- تأثیر بر میزان دسترسی بیولوژیکی آلاینده
- ۱۱۷ ۵-۶- پدیده انتقال
- ۱۱۷ ۵-۷- کاتالیز محیط‌های غیرزنده
- ۱۱۷ ۵-۷-۱- کومتابولیسم
- ۱۱۸ ۵-۸- ناقلین (Vector)

فصل ۶: مهندسی فرایندهای اصلاح زیستی: نیازها و محدودیت‌ها..... ۱۲۱

- ۱۲۲ ۶- مقدمه
- ۱۲۳ ۶-۱- آنالیز فرایند
- ۱۲۳ ۶-۲- مشخصات محل
- ۱۲۴ ۶-۳- مشخصات میکروبی
- ۱۲۴ ۶-۴- فاکتورهای محیطی
- ۱۲۶ ۶-۵- پیش‌بینی سرعت تجزیه
- ۱۲۸ ۶-۶- انتخاب راکتور
- ۱۲۹ ۶-۶-۱- راکتورهای لجن فعال
- ۱۲۹ ۶-۶-۲- راکتورهای بستر ثابت
- ۱۳۰ ۶-۷- فرایندهای بی‌هوازی
- ۱۳۲ ۶-۸- اصلاح زیستی و انواع روش‌های آن

۱۳۴	۹-۶- نقش میکروارگانیسم‌ها در فرایند اصلاح بیولوژیکی
۱۳۵	۱۰-۶- عملکرد فرایند اصلاح زیستی نسبت به روش‌های موجود
۱۳۶	۱۱-۶- فرایندهای کاربردی در زمینه اصلاح زیستی
۱۳۶	۱-۱۱-۶- کودسازی (Composting)
۱۳۷	۲-۱۱-۶- راکتور دوغابی (Bioslurry)
۱۴۲	۳-۱۱-۶- گیاه‌پالایی (Phytoremediation)
۱۴۳	۴-۱۱-۶- زمین‌پالایی (Landfarming)
۱۴۶	۵-۱۱-۶- تهویه زیستی (Bioventing)
۱۴۷	۱۲-۶- نحوه عملکرد میکروارگانیسم‌ها در فرایندهای پاکسازی زیستی

فصل ۷: کاربرد سورفاکتانت‌ها در پاکسازی زیستی..... ۱۵۱

۱۵۲	۷- مقدمه
۱۵۲	۱-۷- مواد فعال سطحی و تقسیم‌بندی آن‌ها
۱۵۲	۲-۷- کاربردهای ترکیبات فعال سطحی
۱۵۳	۳-۷- خواص فیزیکی ترکیبات فعال سطحی
۱۵۴	۱-۳-۷- میسل
۱۵۷	۲-۳-۷- غلظت بحرانی میسل (Critical Micelle Concentration)
۱۵۷	۱-۲-۳-۷- روش‌های تعیین CMC
۱۵۸	۴-۷- اثر بیوسورفاکتانت‌ها در اصلاح زیستی

فصل ۸: تکنیک‌های مولکولی مؤثر در اصلاح زیستی..... ۱۶۱

۱۶۲	۸- مقدمه
۱۶۲	۱-۸- عملکرد میکروارگانیسم‌ها در تجزیه ترکیبات زنبیوتیک
۱۶۴	۲-۸- تکنیک‌های مولکولی پیشرو در زمینه اصلاح زیستی
۱۶۵	۱-۲-۸- روش بیولومینسانس
۱۶۵	۲-۲-۸- واکنش‌های زنجیره‌ای پلیمرز (Polymerase Chain Reactions)
۱۶۷	۳-۲-۸- روش‌های ایمونولوژی
۱۶۸	۴-۲-۸- روش‌های پیوندزنی

فصل ۹: پاکسازی خاک و بازسازی اکولوژیکی از آلودگی فلزات سنگین و پسماندهای

رادایواکتیو..... ۱۷۰

۹- مقدمه..... ۱۷۱

۹-۱- تجمع زیستی فلزات سنگین و کاهش تنوع زیستی خاک..... ۱۷۲

۹-۲- پسماندهای رادیواکتیو..... ۱۷۵

۹-۲-۱- منابع بالقوه پسماندهای رادیواکتیو..... ۱۷۶

۹-۲-۲- آلودگی پرتوی و اثرات سمی آن..... ۱۷۷

۹-۲-۳- اصلاح زیستی (زیست پالایی) پسماندهای رادیواکتیو..... ۱۷۸

۹-۳- منابع ژنتیکی قارچی و ژنومی..... ۱۷۹

۹-۴- استفاده بالقوه از قارچها برای کاهش آلودگی..... ۱۸۲

۹-۴-۱- تجمع زیستی ترکیبات زنو بیوتیک توسط قارچها..... ۱۸۳

۹-۴-۲- اصلاح زیستی قارچی (Mycoremediation)، جذب زیستی قارچی

(Mycosorption) و فیلتراسیون زیستی قارچی (Mycofiltration)..... ۱۸۵

۹-۵- نتیجه‌گیری و دیدگاه‌های آینده..... ۱۸۸

فصل ۱۰: تکنولوژی اصلاح زیستی برای پسماندهای خطرناک- پیشرفت‌های اخیر..... ۱۸۹

۱۰- مقدمه..... ۱۹۰

۱۰-۱- فرایند اصلاح زیستی آفت‌کش‌ها در بیوراکتور با تصفیه سطحی خاک..... ۱۹۱

۱۰-۱-۱- کلروپیریفوس..... ۱۹۳

۱۰-۱-۲- سیپرترین..... ۱۹۴

۱۰-۱-۳- فنولات..... ۱۹۵

۱۰-۱-۴- تریکلوپیر بوتوکسی اتیل استر (TBEE)..... ۱۹۶

۱۰-۲- اصلاح زیستی آفت‌کش با استفاده از کنسرسیوم میکروبی نوین پهن‌گاو..... ۱۹۸

۱۰-۲-۱- راکتور بیولوژیکی متوالی..... ۱۹۸

۱۰-۲-۲- روش انجام آزمایشات..... ۱۹۹

۱۰-۳- اصلاح زیستی زائادات فنولی پتروشیمی توسط بیوراکتور نوین جزءبندی شده..... ۲۰۳

۱۰-۳-۱- طیف صنایع پتروشیمی..... ۲۰۳

۱۰-۳-۱- طراحی و توسعه بیوراکتور..... ۲۰۵

۱۰-۳-۲- راه‌اندازی آزمایش در SPB و TPPB..... ۲۰۵

۱۰-۴- اصلاح زیستی بوسیله تجزیه‌کننده فنول شناخته شده- سودوموناس پوتیدا

IFO 14671..... ۲۰۹

- ۱۰-۵- اصلاح زیستی ریزوسفری کلروپیریفوس با تکنیک کشت گلدانی ۲۱۲
- ۱۰-۵-۱- واحد اصلاح زیستی اکولوژیکی ۲۱۲
- ۱۰-۵-۲- اصلاح زیستی مایکوریزوسفری آفت‌کش‌ها ۲۱۳
- ۱۰-۵-۱-۲- اصلاح زیستی کلروپیریفوس در میکوریزوسفر علف چاودار ۲۱۳
- ۱۰-۵-۲-۲- ایزوله کردن و شناسایی میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده کلروپیریفوس .. ۲۱۵
- ۱۰-۶- اصلاح زیستی رنگ و پساب رنگی با استفاده از رویکرد بیوراکتور متوالی بر پایه نانوتکنولوژی ۲۱۹

فصل ۱۱: دستورالعمل‌های امکان‌سنجی، مطالعات آزمایشگاهی و اجرای فرایند اصلاح

- زیستی ۲۲۳
- ۱۱- مقدمه ۲۲۴
- ۱۱-۱- تعیین پتانسیل تجزیه زیستی ۲۲۵
- ۱۱-۲- نمونه‌برداری و آماده‌سازی خاک ۲۲۵
- ۱۱-۳- تکثیر میکروبی انتخابی ۲۲۶
- ۱۱-۴- کنترل‌ها ۲۲۷
- ۱۱-۵- ریزوبیوم خاک ۲۲۸
- ۱۱-۶- نکات حائز اهمیت در بکارگیری فرایند بیوراکتورهای دوغابی ۲۲۹
- ۱۱-۷- نکات حائز اهمیت در بکارگیری فرایند تصفیه زمینی ۲۳۰
- ۱۱-۸- نکات حائز اهمیت در بکارگیری فرایند کمپوست کردن ۲۳۲
- ۱۱-۹- توسعه فرایندهای آزمایشگاهی (Scale-Up) ۲۳۳
- ۱۱-۱۰- پایش و ارزیابی فرایند ۲۳۳
- ۱۱-۱۱- فرایند تشدید زیستی (Bioaugmentation) ۲۳۵
- ۱۱-۱۲- تأثیر ترکیبات فعال سطحی ۲۳۶
- ۱۱-۱۲-۱- غربالگری کشت‌های میکروبی برای تولید بیوسورفاکتانت ۲۳۶
- ۱۱-۱۲-۲- تأثیر بیوسورفاکتانت‌ها ۲۳۷
- ۱۱-۱۲-۳- تأثیر سورفاکتانت‌های شیمیایی ۲۳۸
- ۱۱-۱۳- بهینه‌سازی شرایط محیطی ۲۳۸
- ۱۱-۱۴- بهینه‌سازی فاکتورهای تغذیه‌ای ۲۴۰

فصل ۱۲: مطالعات امکان‌سنجی و دستورالعمل اصلاح میکروبی خاک آلوده به فلز.....	۲۴۳
۱۲-۱- مقدمه.....	۲۴۴
۱۲-۱-۱- پاکسازی زیستی فلزات سنگین موجود در خاک‌های آلوده.....	۲۴۴
۱۲-۲- دستورالعمل A: نشت فلز بوسیله میکروارگانیسم‌های بومی.....	۲۴۵
۱۲-۳- دستورالعمل B: نشت فلزات بوسیله تشدید زیستی.....	۲۴۶
۱۲-۴- مطالعات امکان‌سنجی برای گیاه پالایی خاک آلوده به فلز.....	۲۴۷
۱۲-۵- گیاه پالایی.....	۲۴۷
۱۲-۶- مطالعات تصفیه پذیری.....	۲۴۸
۱۲-۶-۱- مشخصه یابی سایت.....	۲۴۸
۱۲-۶-۲- اجرای مطالعه تصفیه پذیری.....	۲۴۹
۱۲-۶-۳- دستورالعمل‌های نمونه‌برداری و آنالیتیکی.....	۲۵۰
۱۲-۷- کاربرد در مقیاس صنعتی.....	۲۵۲
۱۲-۸- پتانسیل گیاه تثبیتی برای خاک‌های بشدت آلوده با سرب، کادمیوم و روی.....	۲۵۶
۱۲-۹- ارزیابی آلاینده‌های سایت.....	۲۵۶
۱۲-۱۰- کاربرد در مقیاس صنعتی.....	۲۵۸
۱۲-۱۱- کارایی تکنولوژی.....	۲۵۹
منابع.....	۲۶۱

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲- سهم انتشار فلزات سنگین از نیروگاه‌های زغال‌سنگ در آلمان غربی.....	۵۹
جدول ۲-۲- مجموع تولید گازهای گلخانه‌ای سالانه توسط وسایل نقلیه.....	۶۱
جدول ۳-۲- پسماندهای شهری تولیدی در فرانسه و ترکیه در سال ۱۹۹۳ (OECD).....	۶۲
جدول ۴-۲- حداکثر غلظت مجاز فلزات سنگین در خاک اصلاح شده لجن فاضلاب.....	۶۲
جدول ۵-۲- ارزیابی خطر آلودگی برای سایت‌های نظامی متروکه در برلین.....	۷۲
جدول ۱-۳- تفاوت بین عناصر اصلی دستورالعمل لجن فاضلاب EEC/۸۶/۲۷۸ (۱۹۸۶) و سومین پیش‌نویس سند کاری لجن اتحادیه اروپا (۲۰۰۰).....	۹۳
جدول ۱-۴- فناوری‌های متداول پاک‌سازی.....	۹۸
جدول ۲-۴- حالت‌های مختلف عملیاتی با تکنیک‌های مربوط به اصلاح آن‌ها.....	۹۹
جدول ۱-۶- کینتیک‌ها و ثابت‌های سرعت تجزیه بیولوژیکی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب.....	۱۲۶
جدول ۱-۸- روش‌های تشخیص مولکولی.....	۱۶۷
جدول ۱-۹- فهرست قارچ‌های مورد استفاده جهت پاک‌سازی فلزات سنگین از طریق جذب و فیلتراسیون زیستی.....	۱۸۶
جدول ۱-۱۰- ترکیب میکروبی پهن‌گاو و شماره ثبت بانک ژن آن‌ها.....	۱۹۳
جدول ۲-۱۰- خصوصیات فیزیکوشیمیایی دوغاب فعال پهن‌گاو.....	۲۰۵
جدول ۳-۱۰- شمارش زنده (CFU/mL) طی تجزیه فنول با سودوموناس پوتیدا IFO 14671.....	۲۱۱
جدول ۴-۱۰- کنسرسیوم میکروبی شناسایی شده از خاک ریزوسفری اصلاح شده.....	۲۱۵
جدول ۵-۱۰- درصد نابودی کلروپیریفوس در خاک تلقیح شده و نشده با گذشت زمان.....	۲۱۸
جدول ۱-۱۱- منابع مهم نوترینت برای مطالعات تصفیه پذیری زیستی با امکان‌سنجی.....	۲۴۱

فهرست تصاویر

صفحه	عنوان
۲۷	شکل ۱-۱- ارتباط بین تعداد میکروارگانیسم ها در خاک و عمق.....
۲۷	شکل ۲-۱- ارتباط بین رطوبت خاک و تعداد قارچ‌ها.....
۳۲	شکل ۳-۱- چرخه کربن.....
۳۵	شکل ۴-۱- چرخه نیتروژن در خاک.....
۵۱	شکل ۱-۲- آفت‌کش‌های ارگانوفسفره (a=TEPP, b=Sarin, c=Choline).....
۵۲	شکل ۲-۲- سه خانواده آفت‌کش‌های ارگانوکلرین.....
۵۳	شکل ۳-۲- اعضای خانواده سیکلودین.....
۵۴	شکل ۴-۲- ساختار کلی حشره‌کش‌های کاربامات.....
۵۴	شکل ۵-۲- زیر گروه حشره‌کش‌های کاربامات.....
۵۵	شکل ۶-۲- ساختار نیکوتین.....
۶۳	شکل ۷-۲- TCDD-۸,۷,۳,۲ (پلی کلرو دی بنزو پارا دیوکسین).....
۶۳	شکل ۸-۲- ۸,۷,۳,۲-تترا کلرو دی بنزو فوران.....
۶۶	شکل ۹-۲- دو ماده اصلی عامل نارنجی.....
۱۰۳	شکل ۱-۴- شماتیک فرآیند استخراج بخار از خاک.....
۱۰۴	شکل ۲-۴- شماتیک مراحل مختلف شستشوی خاک.....
۱۰۶	شکل ۳-۴- شماتیک یک سیستم دفع حرارتی.....
	شکل ۱-۵- فضاهای کوچک بی‌هوای در تجمع ذرات خاک. خطوط کنتور نشان‌دهنده درصد غلظت اکسیژن.....
۱۱۱	شکل ۲-۵- تغییرات در مشخصات خاک با عمق در پروفایل خاک (عمق بر حسب فوت).....
۱۱۴	شکل ۳-۵- وابستگی ترکیبات علف‌کش به مواد آلی موجود در خاک.....
۱۱۶	شکل ۴-۵- دیاگرام ارتباط فیزیکی میکروارگانیسم‌ها با ساختمان خاک محتوی مواد آلی.....
۱۱۹	شکل ۵-۵- مکانیسم تجزیه ترکیب ۳-کلرو بنزوات توسط باکتری سودوموناس B ₁₃
۱۳۱	شکل ۱-۶- فرایند متوالی بی‌هوای- هوای- جهت تصفیه فاضلاب.....
۱۳۹	شکل ۲-۶- سیستم تصفیه راکتور دوغابه.....
۱۴۴	شکل ۳-۶- استفاده از روش لندفارمینگ (تصفیه زمینی) جهت تصفیه خاک‌های آلوده.....
۱۴۵	شکل ۴-۶- توده ساکن هوادهی شده به منظور اصلاح زیستی خارج از محل ترکیبات نفتی.....
	شکل ۵-۶- یک سیستم تهویه زیستی متداول جهت تصفیه آلاینده‌های زیر سطحی با استفاده از اکسیژن
۱۴۶	بعنوان الکترون گیرنده نهایی.....

- شکل ۷-۱- شمای ساختار یک مولکول فعال سطحی یا بیوسورفاکتانت..... ۱۵۲
- شکل ۷-۲- طبقه‌بندی مواد فعال سطحی بر اساس ترکیب سر آن‌ها: غیر یونی، آنیونی، کاتیونی و آمفوتری..... ۱۵۳
- شکل ۷-۳- تغییرات خواص فیزیکی محلول سدیم دو دسیل سولفات با غلظت سورفاکتانت..... ۱۵۴
- شکل ۷-۴- شمای یک میسل..... ۱۵۵
- شکل ۷-۵- نمایی از تعادل مونومرهای ماده فعال سطحی با میسل در محلول ماده فعال سطحی..... ۱۵۶
- شکل ۷-۶- منحنی تغییرات هدایت الکتریکی، کدورت سنجی و کشش سطحی بر حسب غلظت ماده فعال سطحی..... ۱۵۸
- شکل ۸-۱- مسیرهای کاتابولیسم میکروبی..... ۱۶۳
- شکل ۸-۲- نمونه‌ای از متابولیسم ترکیبات آروماتیک توسط کاته کول و پروتوکاته کوات..... ۱۶۴
- شکل ۸-۳- یک سیستم بیولومینسانس lux..... ۱۶۵
- شکل ۱۰-۱- بیوراکتور با تصفیه سطحی خاک..... ۱۹۲
- شکل ۱۰-۲- غلظت محصولات میانی یافت شده در طول اصلاح زیستی خاک آلوده به کلروپیریفوس..... ۱۹۴
- شکل ۱۰-۳- غلظت محصولات میانی یافت شده در طول اصلاح زیستی خاک آلوده به سیپرترین..... ۱۹۵
- شکل ۱۰-۴- غلظت محصولات میانی یافت شده در طول اصلاح زیستی خاک آلوده به فنوالرات..... ۱۹۶
- شکل ۱۰-۵- غلظت محصولات میانی یافت شده در طول اصلاح زیستی خاک آلوده به TBE..... ۱۹۷
- شکل ۱۰-۶- راکتور بیولوژیکی متوالی در آزمایشگاه..... ۱۹۸
- شکل ۱۰-۷- اصلاح زیستی کلروپیریفوس در راکتور بیولوژیکی متوالی..... ۲۰۰
- شکل ۱۰-۸- اصلاح زیستی کلروپیریفوس در آزمایشات خاک: A= کلروپیریفوس، TCP=B..... ۲۰۲
- شکل ۱۰-۹- دیاگرام بیوراکتور (بیوراکتور جزء بندی تک فازی و دو فازی)..... ۲۰۴
- شکل ۱۰-۱۰- الگوی تجزیه فنول با زمان در SPB بوسیله کنسرسیون میکروبی پهن گاو..... ۲۰۶
- شکل ۱۰-۱۱- تغییرات اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) طی اصلاح زیستی فنول بوسیله کنسرسیون پهن گاو در SPB..... ۲۰۷
- شکل ۱۰-۱۲- تغییرات اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD) طی اصلاح زیستی فنول بوسیله کنسرسیون پهن..... ۲۰۷
- شکل ۱۰-۱۳- تغییرات غلظت فنول در فاز آلی طی اصلاح زیستی فنول بوسیله کنسرسیون پهن گاو در TPPB..... ۲۰۸
- شکل ۱۰-۱۴- تغییرات غلظت فنول در فاز محلول طی اصلاح زیستی فنول بوسیله کنسرسیون پهن گاو در TPPB..... ۲۰۸

- شکل ۱۰-۱۵- تعداد کلنی‌های تشکیل شده ($CFU/mL \times 10^5$) طی اصلاح زیستی فنول بوسیله کنسرسیونم پهن گاو در TPPB ۲۰۹
- شکل ۱۰-۱۶- درخت فیلوژنتیک و ارتباط ژنتیکی باکتری ایزوله شده از کنسرسیونم میکروبی پهن گاو..... ۲۱۰
- شکل ۱۰-۱۷- تغییرات غلظت فنول طی اصلاح زیستی بوسیله سودوموناس پوتیدا IFO 14671.. ۲۱۰
- شکل ۱۰-۱۸- تغییرات دانسیته نوری (OD) کشت باکتری طی اصلاح زیستی فنول با سودوموناس پوتیدا IFO 14671..... ۲۱۱
- شکل ۱۰-۱۹- واحد اصلاح زیستی اکولوژیکی ۲۱۲
- شکل ۱۰-۲۰- تجزیه کلروپیریفوس در خاک (اصلاح زیستی ریزوسفری)..... ۲۱۴
- شکل ۱۰-۲۱- طیف Mass کلروپیریفوس و متابولیت آن TCP..... ۲۱۵
- شکل ۱۰-۲۲- درخت فیلوژنتیک نشان‌دهنده ارتباطات ژنتیکی باکتری ایزوله شده از خاک ریزوسفری گیاه پالایی شده..... ۲۱۶
- شکل ۱۰-۲۳- تجزیه کلروپیریفوس در خاک تلقیح شده..... ۲۱۷
- شکل ۱۰-۲۴- بیوراكتور متوالی بر پایه نانوتکنولوژی..... ۲۲۰
- شکل ۱۱-۱- مراحل متوالی برنامه‌ریزی و اجرای مطالعات امکان‌سنجی..... ۲۲۵
- شکل ۱۱-۲- تخمیرکننده سیکلونی بکار رفته برای نگهداری میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده..... ۲۲۷
- شکل ۱۲-۱- فرایند گیاه پالایی القایی..... ۲۴۸