



تجزیه زیستی آلاینده‌ها

دکتر مهدی حسن شاهیان

عضو هیات علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان

سرشناسه	حسن شاهیان، مهدی، ۱۳۵۹ -
عنوان و نام پدیدآور	تجزیه زیستی آلاینده‌ها/ مهدی حسن شاهیان.
مشخصات نشر	تهران: همراه علم؛ کرمان: دانشگاه شهید باهنر کرمان، انتشارات، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۳۹۹ ص.: مصور، جدول، نمودار.
فروست	انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان؛ ۴۳۶.
شابک	978-622-627-100-4:
وضعیت فهرست نویسی	فیها
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	تجزیه زیستی
موضوع	Biodegradation:
موضوع	آلاینده‌ها
موضوع	Pollutants:
شناسه خروده	دانشگاه شهید باهنر کرمان. انتشارات
رده بندی کُگِره	QH۵۳۰/۵۳۹۷۵ ۳ت۵ح/
رده بندی دیویی	۱۶/۵۷۷:
شماره کتابشناسی	۵۳۰۹۶۶۳:

تجزیه زیستی آلاینده‌ها

تألیف: دکتر مهدی حسن شاهیان

ناشر: انتشارات همراه علم، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۷

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

لیتوگرافی و چاپ: استودیو همراه علم

قیمت: ۵۰۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۲۷-۱۰۰-۴

فهرست مطالب

پیشگفتار	۱۲
فصل اول	۱۵
کلیات، تعاریف و منابع تولید آلاینده‌ها	۱۵
مقدمه	۱۵
انواع آلودگی‌ها و منابع آلاینده‌ها	۱۶
تجزیه زیستی	۲۸
عوامل مؤثر بر تجزیه زیستی	۳۲
عوامل طبیعی	۳۲
عوامل زیستی	۳۶
منابع	۳۷
فصل دوم	۳۹
میان‌کنش بین خاک و آلاینده‌ها	۳۹
خاک	۳۹
خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک	۳۹
عوامل مؤثر در تشکیل خاک	۴۰
مواد تشکیل‌دهنده خاک‌ها	۴۲
تقسیم‌بندی خاک‌ها از لحاظ سنگ‌های تشکیل دهنده	۴۳
واکنش بین آلاینده‌ها و خاک	۴۴
انتقال آلاینده‌ها به خاک	۴۵
اثرات آلاینده‌ها روی خاک	۴۶
نقش نوع خاک بر اثرگذاری آلاینده‌ها	۴۷
تغییرات ایجاد شده توسط آلاینده‌ها روی خاک (میان‌کنش)	۴۸
واکنش مابین خاک و هیدروکربن‌های آلیفاتیک	۴۹
اثر عناصر غذایی روی خاک	۵۰
روش‌های حذف آلاینده‌ها از خاک	۵۱
مروری بر تحقیقات انجام‌شده در زمینه واکنش بین خاک و آلاینده‌ها	۵۲
منابع	۵۷

فصل سوم.....	۵۹
تجزیه زیستی نفت.....	۵۹
آلودگی نفتی.....	۵۹
ترکیب نفت خام.....	۶۰
گروه هیدروکربن‌ها.....	۶۰
گروه غیرهیدروکربنی.....	۶۳
آلودگی نفتی در خلیج فارس.....	۷۱
آلودگی نفتی در دریای خزر.....	۷۲
بسیات هیدروکربن‌های نفتی.....	۷۳
روش‌های ترسوف آلاینده‌های نفتی.....	۷۳
تجزیه زیستی نفت.....	۷۶
میکروارگانیزم مورد استفاده در تجزیه زیستی نفت.....	۷۸
باکتری‌های دریایی تجزیه کننده نفت اجباری: هیدروکربنوکلاستیکوس (HCB).....	۷۹
<i>Alcanivorax</i> : الگوی جزائی باکتری‌های دسته هیدروکربنوکلاستیکوس.....	۸۱
تولید بیوسورفکتانت توسط <i>A. borkumensis</i>	۸۳
ژنتیک <i>Alcanivorax borkumensis</i>	۸۴
پاسخ به تنش در باکتری <i>Alcanivorax</i>	۸۵
کاربردهای زیست فناوری باکتری <i>Alcanivorax</i>	۸۵
همزیستی بین باکتری‌های تجزیه کننده نفت و موجودات دریایی.....	۸۶
روش‌های تجزیه زیستی نفت.....	۹۰
مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه تجزیه زیستی نفت.....	۹۳
منابع.....	۱۰۴
فصل چهارم.....	۱۰۷
تجزیه زیستی نفت در اکوسیستم جنگل‌های مانگرو.....	۱۰۷
اکوسیستم جنگل‌های مانگرو.....	۱۰۷
سازگاری‌ها و پراکنش مانگروها.....	۱۰۸
گونه‌های جانوری.....	۱۱۰
میکروبیولوژی اکوسیستم مانگرو.....	۱۱۰
اهمیت اکوسیستم مانگرو.....	۱۱۲
جنگل‌های مانگرو خلیج فارس و دریای عمان.....	۱۱۳

۱۱۴	تاثیر فعالیت‌های انسانی بر حیات این جنگل‌ها
۱۱۴	آلودگی‌های نفتی در اکوسیستم مانگرو
۱۱۶	عوامل موثر در تجزیه زیستی هیدروکربن‌های نفتی در اکوسیستم مانگرو
۱۱۹	مروری بر پژوهش‌های تجزیه زیستی نفت در اکوسیستم جنگل‌های مانگرو
۱۲۱	منابع
۱۲۳	فصل پنجم
۱۲۳	تجزیه زیستی آلکان‌ها
۱۲۳	ساختار آلکان‌ها
۱۲۴	آلودگی ناشی از آلکان‌ها
۱۲۴	جذب میکروبی آلکان‌ها
۱۲۵	میکروارگانیزم‌های تجزیه کننده آلکان‌ها
۱۲۷	میکروارگانیزم‌های تجزیه کننده آلکان‌ها راه‌های متابولیکی تجزیه زیستی آلکان‌ها
۱۳۲	ژنتیک تجزیه آلکان‌ها
۱۳۵	اکولوژی تجزیه زیستی آلکان‌ها
۱۳۹	انواع سیستم‌های آنزیمی تجزیه کننده آلکان‌ها
۱۴۰	آلکان هیدروکسیلاز متصل به غشاء (Alk B)
۱۴۴	سیتوکروم P450
۱۴۶	کاربردهای بیوتکنولوژیکی متابولیسم آلکان‌ها
۱۴۸	مروری بر پژوهش‌های انجام شده در زمینه تجزیه زیستی آلکان‌ها
۱۵۵	منابع
۱۵۷	فصل ششم
۱۵۷	تجزیه زیستی فنل
۱۵۷	خصوصیات فنل
۱۵۸	آلودگی فنلی و منابع آن
۱۶۰	سمیت فنل و اثرات زیانبار آن در محیط زیست
۱۶۲	اثرات مخرب فنل در محیط زیست
۱۶۳	تجزیه زیستی فنل
۱۶۷	میکروارگانیزم‌های تجزیه کننده فنل
۱۶۹	آنزیم فنل هیدروکسیلاز
۱۷۱	ژنتیک تجزیه زیستی فنل

۱۷۴	مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه تجزیه زیستی فنل
۱۸۴	منابع
۱۸۷	فصل هفتم
۱۸۷	تجزیه زیستی نفتالین
۱۸۷	هیدروکربن‌های آروماتیک حلقوی
۱۸۸	ترکیبات آروماتیک و آلودگی زیستی
۱۸۹	انواع ترکیبات آروماتیک
۱۹۴	خواص فیزیکی و شیمیایی ترکیبات آروماتیک
۱۹۰	درجه سمیت ترکیبات آروماتیک
۱۹۱	خصوصیات نفتالین
۱۹۵	منشأ ترکیبات آروماتیک در محیط زیست
۱۹۶	منشأ ترکیبات آروماتیک در خاک
۱۹۷	اثرات زیست محیطی ترکیبات آروماتیک
۱۹۷	سمیت بر محیط زیست
۲۰۱	روش‌های حذف و پاک‌سازی محیط از ترکیبات آروماتیک
۲۰۵	باکتری‌های تجزیه‌کننده نفتالین
۲۰۶	جذب میکروبی نفتالین
۲۰۶	مکانیسم تجزیه هوازی نفتالین
۲۰۷	مکانیسم تجزیه بی‌هوازی نفتالین
۲۱۰	عوامل موثر بر تجزیه میکروبی نفتالین
۲۱۰	عوامل محیطی (غیرزیستی)
۲۱۲	عوامل زیستی
۲۱۲	ژن‌های موثر بر تجزیه نفتالین
۲۱۶	آنزیم‌های موثر در تجزیه نفتالین
۲۱۸	مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه تجزیه زیستی نفتالین
۲۲۴	منابع
۲۲۷	فصل هشتم
۲۲۷	تجزیه زیستی سموم مورد استفاده در کشاورزی
۲۲۷	تاریخچه آفت‌کش‌ها
۲۲۷	آفت و آفت‌کش

۲۲۹	اهمیت کاربرد آفت‌کش‌ها
۲۳۰	فرمولاسیون آفت‌کش‌ها
۲۳۱	وضعیت مصرف آفت‌کش در ایران
۲۳۲	درجه سمیت آفت‌کش‌ها
۲۳۲	طبقه‌بندی حشره‌کش‌ها
۲۳۳	ترکیبات فسفره
۲۳۵	فنیتروتیون یا سمیتیون
۲۳۷	دایرینون یا باسودین
۲۳۹	حشره‌کش‌های کلره
۲۴۰	اندوسولفان
۲۴۲	خاک و آفت‌کش‌ها
۲۴۳	راه‌های ورود آفت‌کش‌ها به خاک
۲۴۳	اثرات آفت‌کش‌ها در خاک و فله پس از ابعی آن
۲۴۴	سرنوشت آفت‌کش‌ها در محیط زیست
۲۴۵	فرآیندهای موثر در انتقال، تغییر شکل، تجزیه سموم کشاورزی
۲۴۸	تجزیه آفت‌کش‌ها
۲۴۹	باکتری‌های تجزیه‌کننده آفت‌کش‌ها
۲۵۰	تجزیه زیستی آفت‌کش‌ها
۲۵۳	مسیرهای تجزیه زیستی برخی آفت‌کش‌ها
۲۵۶	اصلاح زیستی آفت‌کش‌ها
۲۶۰	مروری بر تحقیقات در زمینه تجزیه زیستی آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها
۲۶۵	منابع
۲۶۷	فصل نهم
۲۶۷	بیوسورفکتانت‌ها و کاربرد آن‌ها جهت حذف آلاینده‌ها
۲۶۷	مقدمه
۲۶۹	بیوسورفکتانت
۲۷۱	انواع بیوسورفکتانت‌ها
۲۷۹	میکروارگانیزم‌های تولیدکننده بیوسورفکتانت
۲۸۴	تولید بیوسورفکتانت‌ها
۲۸۴	عوامل موثر بر تولید بیوسورفکتانت‌ها

عوامل محیطی.....	۲۸۴
بیوسنتز بیوسورفکتانت‌ها.....	۲۸۶
مزایای استفاده از بیوسورفکتانت‌ها.....	۲۸۶
کاربردهای بیوسورفکتانت‌ها.....	۲۸۷
بیوسورفکتانت‌ها و حذف فلزات سنگین.....	۲۹۶
مروری بر تحقیقات در زمینه استفاده از بیوسورفکتانت‌ها در حذف آلاینده‌ها.....	۲۹۷
منابع.....	۳۰۲
فصل نهم.....	۳۰۵
تثبیت میکروب‌های تجزیه‌کننده آلاینده‌ها.....	۳۰۵
تثبیت.....	۳۰۵
فواید تثبیت.....	۳۰۵
فوائد تثبیت.....	۳۰۵
حامل‌ها.....	۳۰۶
انواع حامل.....	۳۰۶
چند مثال از باکتری‌های تثبیت‌شده به منظور حذف آلاینده.....	۳۱۴
روش‌های تثبیت.....	۳۱۵
مروری بر تحقیقات در زمینه تثبیت باکتری‌های تجزیه‌کننده آلاینده‌ها.....	۳۱۸
منابع.....	۳۲۶
فصل یازدهم.....	۳۲۹
روش‌های مولکولی برای بررسی تجزیه زیستی آلاینده‌ها.....	۳۲۹
کاربرد روش‌های مولکولی برای شناسایی باکتری‌های تجزیه‌کننده آلاینده‌ها.....	۳۲۹
ارزیابی درونی جمعیت میکروبی در تجزیه زیستی با روش‌های مولکولی.....	۳۳۰
روش‌های انگشتنگاری ژنتیکی.....	۳۳۵
کشف و شناسایی ژن‌های تجزیه‌کننده جدید در گیر در تجزیه آلاینده‌ها.....	۳۳۹
مشاهده میکروارگانسیم‌های تجزیه‌کننده در فرایند احیای زیستی.....	۳۴۱
تعیین کمیت به وسیله RT-PCR و PCR.....	۳۴۱
سیستم‌های مارکر ژن مولکولی.....	۳۴۳
روش‌های غیر وابسته به کشت جهت تشخیص باکتری‌های تجزیه‌کننده.....	۳۴۴
روش‌های محدودسازی زیستی برای میکروارگانسیم‌های در فرایند تجزیه آلاینده.....	۳۴۷
ارزیابی تنوع میکروبی در خاک‌های آلوده به آلاینده‌ها با روش‌های مولکولی.....	۳۴۹
تنوع میکروبی ارزیابی شده به وسیله روش‌های مولکولی در مقیاس وسیع.....	۳۵۰

۳۵۳	انگشت‌نگاری اسیدنوکلئیک جامعه باکتری‌ها
۳۵۶	محدودیت روش‌های مولکولی در ارزیابی جامعه میکروبی
۳۵۹	مروری بر تحقیقات استفاده از روش‌های مولکولی برای بررسی تجزیه آلاینده‌ها
۳۶۶	منابع
۳۶۹	فصل دوازدهم
۳۶۹	سرنوشت آلاینده‌ها در بدن انسان
۳۶۹	جاذب‌ایی آلاینده‌ها در سیستم بیولوژیک
۳۶۹	جذب آلاینده‌ها در بدن
۳۶۹	غشای سلولی
۳۷۲	جذب
۳۷۷	توزیع
۳۷۹	ذخیره مواد سمی در بافت‌ها
۳۷۹	پروتئین پلاسما به‌عنوان انزیم ذخیره آلاینده‌ها
۳۸۲	سد خونی مغزی
۳۸۳	عبور آلاینده‌ها از جفت
۳۸۵	فازهای ۱ و ۲ تغییرات زیستی
۳۸۵	تغییرات زیستی آلاینده‌ها در برابر سیستم ایمنی
۳۸۶	توزیع آنزیم‌های دخیل در تغییرات زیستی زنبیوتیک‌ها
۳۸۷	تغییرات زیستی زنبیوتیک‌ها بواسطه آنزیم‌های فاز ۱
۳۹۳	سیتو کروم P450
۳۹۴	ساختار و نحوه عملکرد سیتوکروم P450
۳۹۹	منابع

پیشگفتار

به نام خداوند جان و خرد

امروزه اهمیت و نقش میکروارگانیسم‌ها در محیط زیست و رابطه آنها با حیات و فعالیت‌های انسانی بخوبی شناخته شده است. میکروارگانیسم‌ها در چرخه‌های مواد در طبیعت یکی از عوامل مهم بوده و به عبارت دیگر چرخه‌های بیوژئوشیمیایی وابستگی اساسی به میکروارگانیسم‌ها دارند. اگرچه غالباً تصور می‌شود که میکروارگانیسم‌ها سبب آلودگی می‌شوند اما این موجودات میکروبی به خاطر قدرت آنزیمی بالایی که دارند بعنوان یک ابزار موثر برای حذف آلودگی‌های خطرناک از مواد شیمیایی سرطان‌زا و همچنین تصفیه آب و فاضلاب می‌توانند به کار برده شوند. آلودگی محیط زیست با انواع آلاینده‌های شیمیایی ساخت دست بشر روز به روز در حال افزایش است. آلاینده‌ها می‌توانند وارد منابع آبی، خاک و هوا شوند. پس از انقلاب صنعتی کاربرد مواد شیمیایی و مشتقات ترکیبات نفتی در زندگی بشر افزایش چشمگیری داشته است. این مواد آلاینده بطور ناخواسته موجب تخریب محیط زیست می‌شوند. همیشه دوستداران و فعالان محیط زیست و دانشمندان و محققان این حوزه، به دنبال راهی برای کاهش اثرات زیانبار آلاینده‌ها بر روی اکوسیستم خاکی و منابع آب بوده‌اند.

روش‌های گوناگونی برای رسیدن به این هدف وجود دارد. به طور مثال می‌توان روش‌های متعدد فیزیکی و شیمیایی را ذکر کرد، اما همان‌طور که این روش‌ها هم از لحاظ اقتصادی هزینه‌بر بوده و هم واسطه‌های جانبی خطرناک تولید می‌کنند، به‌رین روش برای از بین آلاینده‌های زیست محیطی که مورد توافق همه دانشمندان قرار گرفته است، تجزیه زیستی آلاینده‌ها می‌باشد. تجزیه زیستی آلاینده‌ها که تحت عنوان احیای زیستی نیز ذکر می‌شود، فرایندی است که به کمک میکروارگانیسم‌های موجود در محیط زیست می‌توان آلودگی‌های وارد شده به منابع آب و خاک را بطور قابل توجهی برطرف نمود.

هدف از نگارش این کتاب توضیح کامل و جامع تجزیه زیستی آلاینده‌های زیست محیطی می‌باشد. در این کتاب بیشتر جنبه‌های تحقیقاتی که در این زمینه انجام شده است، مورد بررسی قرار گرفته است. این کتاب حاصل پانزده سال تحقیق در زمینه تجزیه زیستی آلاینده‌های توسط اینجانب می‌باشد. نتایج حاصل از این تحقیقات در فصول مختلف کتاب به صورت مقایسه‌ای با دیگر محققین در این زمینه کاری به بحث گذاشته شده است.

این کتاب در دوازده فصل نگارش گردیده است. در نگارش این کتاب سعی شده که به همه جنبه‌های تجزیه زیستی آلاینده‌ها توجه شود. هر چند کلیه آلاینده‌ها در این کتاب مورد بررسی قرار نگرفته‌اند ولی به آلاینده‌های اصلی تخریب کننده محیط زیست بطور جامع پرداخته شده

است. آلاینده‌هایی که در این کتاب بیشتر مورد بحث قرار گرفته‌اند شامل: نفت خام، آلکان‌ها، فنل، نفتالین، ترکیبات آروماتیک و سموم کشاورزی می‌باشند. البته جنبه‌های عمومی آلاینده‌ها نیز از قبیل واکنش آنها با خاک و نحوه ایجاد آلودگی در فصول ابتدایی کتاب مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. در این کتاب به مبحث تولید بیوسورفکتانت توسط میکروب‌های تجزیه کننده آلاینده‌ها و همچنین تثبیت آنها بر روی سطوح جهت افزایش کارایی آنها پرداخته شده است. در فصل آخر نیز در خصوص سرنوشت آلاینده‌ها پس از ورود به بدن انسان مطالبی ارایه گردیده است. در پایان لازم به ذکر است که بدون شک این کتاب خالی از اشکال نیست. بنده از کلیه خوانندگان کتاب درخواست دارم که ایرادات این کتاب را به آدرس ایمیل hasanshahi@gmail.com ارسال فرمایند.