



# زیست فناوری در محیط زیست

اصول، مبانی و کاربردها

نام نویسندگان:

دکتر مهدی مختاری

دکتر لیدا رفعتی

دکتر امیر محمدی



انتشارات آوای قلم

سرشناسه: مختاری، مهدی، ۱۳۵۷ - Mokhtari, Mehdi

عنوان و نام پدیدآور: زیست فناوری در محیط زیست : (اصول، مبانی و کاربردها) نام نویسندگان مهدی مختاری ، لیدا رفعتی ، امیر محمدی.

مشخصات نشر: تهران: آوای قلم، ۱۳۹۷.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۵۴۲-۹۴-۱

یادداشت: واژه نامه .

یادداشت: نمایه.

موضوع: Bioremediation

شناسه افزوده: محمدی، امیر، ۱۳۵۸ -

رده بندی دیویی: ۶۲۸/۵

مشخصات ظاهری: ۲۰۸ص.

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: کتابنامه: ص. ۱۹۸.

موضوع: زیست پالایی

شناسه افزوده: رفعتی، لیدا، ۱۳۵۵ -

رده بندی کنگره: TD۱۹۲/۵/۳م/۹۳۹۷۱۳۹۷

شماره کتابشناسی ملی: ۵۲۵۰۱۱۸

نام کتاب:

### زیست فناوری در محیط زیست (اصول، مبانی و کاربردها)

نویسندگان:	دکتر مهدی مختاری	تاریخ نشر:	۱۳۹۷
ناشر:	انتشارات آوای قلم	نوبت چاپ:	اول
حروفچینی و صفحه آرایی:	انتشارات آوای قلم	شمارگان:	۵۰۰ جلد
طراحی روی جلد:	مهندس مهدی خانی	قیمت:	۲۸۰۰۰۰ ریال
		شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۵۴۲-۹۴-۱

آدرس: تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر شمالی - ابتدای خیابان نصرت - کوچه باغ نو -

کوچه داوود آبادی شرقی - پلاک ۴

شماره تماس: ۶۶۵۹۱۵۰۴ تلفکس: ۶۶۵۹۱۵۰۵

فروشگاه کتاب الکترونیکی: [www.avapublisher.com](http://www.avapublisher.com)

فروشگاه کتاب چاپی: [www.khaniranshop.com](http://www.khaniranshop.com)

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

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷	مقدمه ناشر.....
۸	پیشگفتار.....

### فصل اول: بیوتکنولوژی یا زیست فناوری

۱۰	۱-۱ مقدمه.....
۱۱	۲-۱ تاریخچه زیست فناوری.....
۱۳	۳-۱ زیست فناوری در ایران.....
۱۴	۴-۱ زیست فناوری و انواع آن.....

### فصل دوم: تخریب زیستی، تجزیه زیستی و زیست پالایی

۱۹	۱-۲ مقدمه.....
۲۰	۲-۲ تجزیه زیستی.....
۲۲	۴-۲ تخریب زیستی.....

### فصل سوم: مقدمه ای بر میکروبیولوژی و متابولیسم میکروبی

۳۲	۱-۳ مقدمه.....
۳۲	۲-۳ میکروبیولوژی محیط.....
۳۳	۳-۳ سلول.....
۳۵	۴-۳ طبقه بندی علمی جانداران.....
۳۷	۵-۳ آشنایی با سوخت و ساز (متابولیسم) میکروبی.....
۴۷	۶-۳ تولید انرژی از انتقال الکترون ها.....

### فصل چهارم: کزنوبیوتیک ها

۶۲	۱-۴ مقدمه.....
۶۳	۲-۴ انواع کزنوبیوتیک ها.....
۶۴	۳-۴ اهمیت کزنوبیوتیک ها در محیط زیست.....
۶۵	۴-۴ پایداری کزنوبیوتیک ها.....

۵-۴ روش‌های تجزیه‌پذیر کردن ترکیبات گزنوبیوتیک..... ۶۷

## فصل پنجم: تجزیه میکروبی مواد آلی دریا (بازدار)

۱-۵ مقدمه..... ۸۰  
۲-۵ مواد آلی دیرپا..... ۸۰  
۳-۵ اصول تجزیه باکتریایی..... ۸۳  
۴-۵ تنوع ترکیبات آروماتیک..... ۸۵  
۵-۵ قابلیت‌های تجزیه‌ای قارچ‌ها..... ۹۰

## فصل ششم: کاربرد بیوتکنولوژی در تولید انرژی

۱-۶ مقدمه..... ۱۰۲  
۲-۶ فناوری‌های تولید انرژی..... ۱۰۲  
۳-۶ هضم بی‌هوازی..... ۱۰۳  
۴-۶ تولید بیوگاز از زائدات آلی..... ۱۱۱  
۵-۶ استحصال بیوگاز از محل دفن پسماندهای شهری..... ۱۱۳  
۶-۶ فناوری تولید بیوگاز از فاضلاب..... ۱۱۴  
۷-۶ سوخت حاصل از اتانل..... ۱۱۵  
۸-۶ سوخت‌های زیستی تجدیدپذیر..... ۱۱۵

## فصل هفتم: کاربرد بیوتکنولوژی در حذف فلزات سنگین

۱-۷ مقدمه..... ۱۲۰  
۲-۷ فلزات سنگین..... ۱۲۰  
۳-۷ تغییر و تبدیل بیولوژیکی فلزات سنگین..... ۱۲۲  
۴-۷ روش‌های پالایش زیستی فلزات سنگین..... ۱۲۳  
۵-۷ استراتژی‌های کاربردی زیست‌پالایی در حذف فلزات سنگین..... ۱۲۴  
۶-۷ حذف فلزات سنگین توسط میکروارگانیسم‌های فاضلاب..... ۱۲۸  
۷-۷ تصفیه مواد زائد حاوی فلزات سنگین..... ۱۲۸

## فصل هشتم: کاربردهای مهندسی ژنتیک در محیط زیست

۱-۸ مقدمه..... ۱۳۴

- ۲-۸ دستاوردها و کاربردهای زیست فناوری و مهندسی ژنتیک..... ۱۳۵
- ۳-۸ بیوتکنولوژی مولکولی و صنعت..... ۱۳۶
- ۴-۸ زیست پالایی، روشی برای پاکسازی محیط زیست..... ۱۳۶
- ۵-۸ استفاده از میکروارگانیسمها در کنترل آلودگی..... ۱۳۸
- ۶-۸ استفاده از تقویت زیستی در تصفیه فاضلاب..... ۱۳۸
- ۷-۸ تصفیه بیولوژیکی مواد زائد خطرناک..... ۱۳۹
- ۸-۸ استفاده از آنزیمها در کنترل آلودگی..... ۱۳۹
- ۹-۸ تکنیکهای بی حرکت سازی..... ۱۴۱
- ۱۰-۸ استفاده از سلولهای بی حرکت شده در تصفیه فاضلاب..... ۱۴۲
- ۱۱-۸ نمونههایی از کاربرد سلولهای بی حرکت شده در تصفیه آلایندهها..... ۱۴۲

## فصل نهم: کاربرد میکروارگانیسمها در حذف آلودگیهای ناشی از گستره های نفتی

- ۱-۹ مقدمه..... ۱۴۶
- ۲-۹ اثرات زیانبار ورد نفت به محیط زیست و تاثیر آن بر انسان..... ۱۴۸
- ۳-۹ خطرات ناشی از نشت نفت..... ۱۴۸
- ۴-۹ تجزیه پذیری ترکیبات نفتی..... ۱۵۱
- ۵-۹ عوامل موثر بر تخریب و تجزیه هیدروکربنهای نفتی..... ۱۵۴
- ۶-۹ مکانیسمهای تخریب هیدروکربنهای نفتی..... ۱۵۵
- ۷-۹ تجزیه بیولوژیکی هیدروکربنهای نفتی با سلولهای بی حرکت شده..... ۱۵۹
- ۸-۹ گیاه پالایی هیدروکربنهای نفتی..... ۱۵۹
- ۹-۹ باکتریهای اصلاح شده به صورت ژنتیکی..... ۱۶۰

## فصل دهم: زیست پالایی

- ۱-۱۰ مقدمه..... ۱۶۲
- ۲-۱۰ زیست پالایی دگر جا..... ۱۶۳
- ۳-۱۰ زیست پالایی در جا..... ۱۶۸
- ۴-۱۰ مانع واکنش پذیر قابل نفوذ..... ۱۸۵

## فصل یازدهم: کاربرد بیوسنسورها در پایش آلودگیهای محیط زیست

- ۱-۱۱ مقدمه..... ۱۹۰

۱۹۱.....	۲-۱۱ حسگر زیستی یا زیست حسگر.....
۱۹۲.....	۳-۱۱ اجزای یک بیوسنسور.....
۱۹۴.....	۴-۱۱ ویژگی حسگرهای زیستی.....
۱۹۶.....	۵-۱۱ کاربرد بیوسنسورها در پایش زیست محیطی.....
۲۰۰.....	منابع.....
۲۰۳.....	واژه نامه.....
۲۰۶.....	نمایه.....

## تقدیم به

### انسانهایی که

#### به فردایی بهتر

می اندیشند.

## مقدمه ناشر

سپاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید، قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان هرگز به امکانات محدود خود اکتفا نکند. مکاتب الهی، انسان را موجودی کمال طلب و پویا می‌داند که جهت‌گیری او به سوی خالقش می‌باشد. از جمله راههای تقرب به خداوند علم است، علمی که زیبایی عقل است. علمی که در دریای بیکران آن هر ذره نشانی از آفریدگار است و هر چه علم انسان افزون گردد، تقریبش بیشتر می‌شود. از این روست که به علم‌اندوزی و دانش‌آموزی توجهی بی‌نظیر مبذول گردیده است. اما علم‌آموزی به ابزاری نیاز دارد که مهمترین آن کتاب است و انتشار نتیجه مطالعات پژوهشگران و اندیشمندان پاسخگوی این نیاز خواهد بود.

جهت تحقق این امر و گام برداشتن در جهت ارتقای پایه‌های علم و دانش و رشد و شکوفایی استعدادها انتشار کتاب را یکی از اهداف خود قرار داده و انتظار داریم با حمایت‌های معنوی هموطنان گرامی بتوانیم گامهای مؤثر و ارزشمندی را برداریم. گرچه تلاش خواهد شد در حد دانش و تجربه اندکمان کارهایی بدون اشکال تقدیم حضورتان گردد، ولی اذعان داریم که راهنماییهای شما عزیزان می‌تواند ما را در ارتقای کیفی کتاب راهگشا باشد لذا همیشه منتظر پیشنهادات و راهنماییهای شما خواهیم بود.

در پایان از همه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و چاپ کتاب از همفکری و همکاری آنها برخوردار بوده‌ام به خصوص آقای دکتر مهدی مختاری و خانم دکتر لیدا رفعتی و آقای دکتر امیر محمدی (نویسندگان) و مهندس علی محمد خانی (مدیر فروش) سپاسگزاری نموده و موفقیت روزافزونشان را آرزومندم.

مهدی خانی

مدیر مسئول انتشارات آوای قلم

## پیشگفتار

رشد روز افزون جمعیت دنیا و به تبع آن توسعه روز افزون صنایع و سایر منابع آلاینده محیط زیست، منجر به تولید گستره وسیعی از آلاینده های جامد، مایع و گازی شده است که باعث آلودگی آب، خاک و هوا گردیده است. بدون شک دغدغه جدی انسان در قرن حاضر و در قرون آینده حفظ محیط زیست بوده و خواهد بود چرا که چاره‌ای جز این وجود ندارد.

تنوع گسترده آلاینده‌های محیط زیست باعث شده روش‌های مختلفی برای مدیریت آنها استفاده گردد. مطالعات متعدد ثابت کرده‌اند که استفاده از روش‌های شیمیایی، شاید باعث کنترل برخی آلاینده‌ها گردد اما معمولاً این روش‌ها اثرات مخربی را برای محیط زیست ایجاد می‌نماید. از طرف دیگر روش‌های فیزیکی نیز به تنهایی توانایی کافی در حذف بسیاری از آلاینده‌های زیست‌محیطی را ندارند. از این رو توجه به روش‌های بیولوژیکی (زیستی) بیشتر شده است. استفاده از توانایی موجودات زنده بالاخص میکروارگانیسم‌ها هم دارای راندمان بالایی جهت حذف و تجزیه بسیاری از آلاینده‌ها می‌باشد و هم از لحاظ تولید فرآورده‌های جانبی و خطرناک، روش‌های به مراتب ایمن‌تری نسبت به روش‌های شیمیایی می‌باشند. بنابراین روش‌ها یا فناوری‌های زیستی (بیوتکنولوژی)، دوستدار محیط زیست بوده و نگرانی انسان را جهت مدیریت بهینه آلاینده‌ها، مرتفع نماید.

بیوتکنولوژی زیست‌محیطی، استفاده هوشمندانه بشر از قدرت و توانایی موجوداتی است که خداوند متعال آفریده است و بشر می‌تواند با کمک آنها کیفیت محیط زیست را بهبود بخشد. بیوتکنولوژی زیست‌محیطی با ارائه راهکار در زمینه پاکسازی محیط‌های آلوده، تولید محصولات زیستی با سمیت حداقلی و قابلیت بازیابی بالا، پالایش محیط زیست، تولید سوخت از زائدات و کنترل آلودگی منابع می‌تواند آینده بهتری را برای انسان و کره زمین رقم بزند.

با اینکه چند ده سال از پیدایش این علم می‌گذرد اما هنوز به نظر می‌رسد که گام‌های اولیه در این زمینه برداشته شده و به همین دلیل است که تالیفات اندکی در این زمینه وجود دارد. در کشور ما نیز مشاهده می‌شود که آثار اندکی در زمینه بیوتکنولوژی زیست‌محیطی تا به حال ارائه شده است.

کتاب حاضر گامی است کوچک در جهت افزایش آگاهی دانشجویان و متخصصین بهداشت محیط و محیط زیست. نویسندگان امیدوارند که این مجموعه بتواند اطلاعات فراگیری در مورد مفاهیم، روش‌ها و گزینه‌های کلی بیوتکنولوژی زیست‌محیطی به مخاطب منتقل نماید.

نویسندگان