

زیست فناوری، حامی راستین محیط زیست



فهیمة خاندوزی، دانشجوی کارشناسی ارشد
علوم محیط زیست، دانشگاه زنجان
عباسعلی زمانی، دکتری
علوم محیط زیست، دانشگاه زنجان
عبدالحسین پری زنگنه، عضو هیئت علمی
گروه علوم محیط زیست دانشگاه زنجان

چکیده

زیست فناوری زیست محیطی، به کاربرد موجودات زنده ذره بینی، در بهبود کیفیت محیط زیست اشاره دارد و بر پاک سازی محیط های آبی، خاکی و هوا متمرکز شده است. پاک سازی محیط زیست و پیشگیری از آلودگی، از جمله چشم اندازهای توسعه این شاخه از دانش است که تصفیه فاضلاب، خاک و آلاینده های گازی را با کمک فرایندهای میکروبیولوژیکی دربرمی گیرد. نقش متفاوت زیست فناوری در آینده، کمک به راهکارهای جدید در بازسازی محیط های آلوده، به حداقل رساندن انتشار زباله ها و ایجاد جایگزین هایی در پیشگیری از آلودگی محیط زیست است.

کلیدواژه ها: زیست فناوری زیست محیطی،
تصفیه زیستی، پاک سازی

مقدمه

واژه زیست فناوری نخستین بار در سال ۱۹۱۹ از سوی کارل ارکی^۱ در بیان ارتباط علوم زیستی با فناوری ها به کار برده شد. به طور کلی هرگونه کنش هوشمندانه بشر در آفرینش، بهبود و عرضه فرآوردهای گوناگون با استفاده از جانداران، به ویژه از طریق دستکاری آنها در سطح مولکولی در محدوده دانش زیست فناوری - به عنوان مهم ترین، پاک ترین و اقتصادی ترین فناوری سده حاضر - قرار می گیرد.

کاربرد زیست فناوری در محیط زیست

محدود بودن ظرفیت زیست کره، واقعیتهای انکارناپذیر است. دگرگونی های تحمیلی انسان بر کره زمین به قدری وسیع است که برای جلوگیری از اثرات فاجعه آمیز آن و جلوگیری از روبه رو شدن نسل آینده با مشکلات، اقداماتی سریع مورد نیاز است.



آلودگی‌های زیست‌محیطی، حجم زیاد زباله‌ها و مواد زائد تجزیه‌ناپذیر، آلودگی بیش از حد هوا، از بین رفتن تدریجی لایه اوزون، بروز تغییرات شدید در هواکره، افزایش دمای زمین و بالا رفتن سطح آب اقیانوس‌ها و دریاها همه پیامدهای ناگواری است که علم و فناوری حاکم در اثر بی‌توجهی و اقدامات نادرست بشر برای ما به ارمغان آورده است. در این میان، زیست‌فناوری به دلیل گستردگی و ماهیت چندمنظوره‌اش می‌تواند ایده‌آل‌ترین فناوری محافظ محیط‌زیست باشد.

کاربرد زیست‌فناوری در پاک‌سازی محیط‌زیست را می‌توان به این ترتیب خلاصه کرد:

- حذف مؤثر آلاینده‌های خطرناک از محیط‌زیست با استفاده از موجودات پالایشگر مانند موجودات زنده ذره‌بینی و گیاهان
 - حذف آلاینده‌های نفتی با استفاده از باکتری‌های نفت‌خوار
 - حذف آلاینده‌های حاصل از صنایع مانند فلزهای سنگین
 - حذف سموم شیمیایی و آفت‌کش‌ها
 - تولید ظرف‌های پلاستیکی تجزیه‌پذیر با استفاده از پروتئین‌های گیاهی
 - تولید مواد شیمیایی سازگار با محیط‌زیست
 - تولید سوخت‌های غیرفسیلی
 - کاهش آلاینده‌های هوا، خاک و آب
 - تشخیص موجودات شاخص جهت شناسایی و استخراج سریع معادن و آلاینده‌ها.
- در همین راستا، برای پاک‌سازی محیط‌زیست - که به‌طور عام وظیفه همگانی بشر است و به‌طور خاص از اهداف و وظایف کارشناسان محیط‌زیست به‌شمار می‌رود - باید روش‌های زیست‌فناوری را به‌طور متعهدانه، آگاهانه و مسئولانه به‌کار گرفت تا کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و بهداشتی، حذف آلاینده‌ها و پاک‌سازی محیط‌زیست تأمین شود.

پاک‌سازی زیستی

پاک‌سازی محل‌های آلوده به کمک آسیب‌زای فناوری‌های جدید امکان‌پذیر است و بر نابودی آلاینده‌ها تکیه دارد. در میان فناوری‌های جدید، پاک‌سازی زیستی بیش‌ترین کاربرد را دارد. پاک‌سازی زیستی، فرایندی است که در آن از موجودات زنده ذره‌بینی، گیاهان سبز یا آنزیم‌های آن‌ها برای پاک‌سازی محیط‌های آلوده و برگرداندن آن‌ها به شرایط طبیعی و اولیه خود، استفاده می‌کنند. از بین موجودات زنده ذره‌بینی، باکتری‌ها به دلیل توانایی بالا در تجزیه زیستی آلاینده‌ها، معمولاً نقش اصلی را در پاک‌سازی زیستی برعهده دارند. در واقع، درک عمیق‌تر از اکولوژی میکروبی محل‌های آلوده برای بهبود بیشتر فرایند پاک‌سازی، ضروری است.

روش‌های پاک‌سازی زیستی

توده‌های کمپوست که از ۶۰۰۰ سال قبل از میلاد یافت شده است ثابت می‌کند که پاک‌سازی زیستی، فناوری جدیدی نیست. در سال ۱۸۹۱ اولین تصفیه‌خانه زیست‌فناوری فاضلاب در انگلستان احداث شد. سه طبقه‌بندی برای

موجود در خاک است. این گیاهان به جلوگیری از حمل آلودگی توسط باد، باران و آب‌های زیرزمینی از منطقه‌ای به منطقه دیگر کمک می‌کنند. پاک‌سازی گیاهی در مورد ترکیب‌های آلی و آلاینده‌های فلزی در محل‌های آلوده از خلال یکی از این مسیرها صورت می‌گیرد:

● پالایش ریشه‌ای

این روش^۲، مخصوص حذف آلاینده‌ها از آب‌های سطحی و زیرزمینی است. در این فرایند، ریشه گیاه، مستقیماً آلاینده را از محیط جذب می‌کند. این روش در تالاب‌های مصنوعی برای تصفیه فاضلاب و زهکشی مکان‌های دفن کاربرد دارد.

● تغییر و تبدیل گیاهی

در این فرایند^۳ گیاه، مواد آلاینده خاک و آب زیرزمینی را جذب و مواد شیمیایی را در جریان سوخت و ساز تجزیه می‌کند.

● تثبیت گیاهی

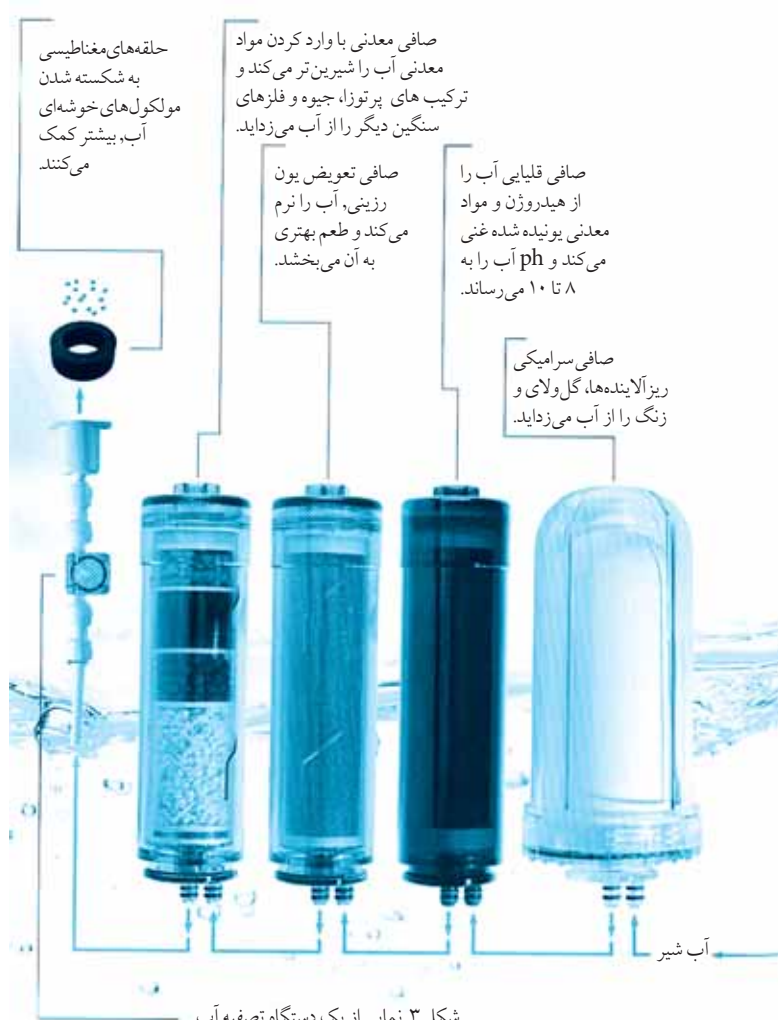
در تثبیت گیاهی^۴، گیاهان به نگهداری آلاینده‌های خاک و آب می‌پردازند یا حرکت آلاینده‌ها را در محیط خاک کاهش می‌دهند. این کار با جذب سطحی یا جذب از طریق ریشه صورت می‌گیرد.

● استخراج گیاهی

استخراج گیاهی^۵، شامل جذب مواد آلاینده توسط ریشه و تجمع آن در اندام‌های هوایی گیاه است. این گیاهان اغلب به صورت زیست توده گیاهی برداشت شده، از بین برده می‌شود. در این جریان، مواد داخل گیاه تجزیه نمی‌شوند و تغییر شکل نمی‌یابند.

● تبخیر گیاهی

تبخیر گیاهی^۶ عبارت از جذب آلاینده توسط ریشه گیاه، انتقال آن به برگ و تبخیر آن از طریق روزنه‌هاست.



شکل ۳: نمایی از یک دستگاه تصفیه آب

پاک‌سازی زیستی وجود دارد:

■ تبدیل زیستی که عبارت از تغییر و تبدیل مولکول‌های آلاینده به مولکول‌های کم‌خطر یا بی‌خطر است.

■ تجزیه زیستی به عنوان فرایندی که به‌طور شیمیایی یا زیست‌شناختی، مواد آلی را به مولکول‌های آلی یا غیرآلی کوچک‌تر تجزیه می‌کند.

■ معدنی‌شدن که عبارت از تجزیه زیستی کامل مواد آلی به ترکیب‌های غیرآلی مانند CO_2 یا H_2O است.

پاک‌سازی گیاهی

پاک‌سازی گیاهی به معنای استفاده از توانایی طبیعی گیاهان در جذب، تخریب یا از بین بردن مواد شیمیایی سمی و آلاینده‌های

● پاک‌سازی زیستی ریشه

در این روش^۷ گیاهان، محرکی برای رشد موجودات زنده ذره‌بینی در اطراف ریشه هستند که به صورت کروی ریشه را دربر گرفته‌اند. موجودات زنده‌ای همچون مخمرها، قارچ‌ها و باکتری‌ها، آلاینده‌ها را در جریان سوخت و ساز خود تجزیه می‌کنند.

تصفیه آب

آب ابتدایی‌ترین و ضروری‌ترین ترکیب در تمام فرایندهای حیات در سیاره آبی ماست. هنگامی که انسان در چرخه طبیعی آب دست می‌برد، علی‌رغم تلاش فراوانی که برای جلوگیری از نابودی و آلوده‌سازی منابع مختلف آب می‌کند، باعث ایجاد خطرات جبران‌ناپذیری در این عرصه می‌شود و نیاز به استفاده از روش‌های جدید برای جلوگیری از آلوده‌سازی منابع آب را قابل تأمل می‌کند. ترکیب‌های موجود در فاضلاب‌ها ممکن است ماهیت فیزیکی، شیمیایی یا زیست‌شناختی داشته باشند و موجب ایجاد اثرات زیست‌محیطی، همچون تغییر در زیستگاه‌های آبی و ساختار ویژه آن‌ها، تغییر در تنوع زیستی و کیفیت آب شوند. سه گروه اصلی از فرایندهای زیست‌شناختی در محیط‌های آبی فرایندهای هوازی، بی‌هوازی و ترکیبی از هر دو را دربرمی‌گیرند.

اهداف اصلی فرایندهای تصفیه فاضلاب را می‌توان چنین برشمرد:

- کاهش محتوای آلی زیست تخریب‌پذیر؛
- حذف فلزهای سمی و سنگین؛
- حذف یا کاهش ترکیب‌های نیتروژن‌دار و فسفردار؛
- حذف و غیرفعال کردن موجودات زنده ذره‌بینی بیماری‌زا و ذره‌ها.

فرایند لجن فعال

این فرایند در سال ۱۹۱۴ در انگلستان توسط آردن و لاکت ابداع شد. از آن زمان تاکنون، این فرایند به عنوان یک تصفیه زیست‌شناختی

جهت تصفیه فاضلاب‌های خانگی، به‌طور مداوم مورد استفاده واقع شده است. در این روش، فاضلاب وارد استخرهایی می‌شود و به‌طور مصنوعی در مجاورت هوا قرار می‌گیرد تا اکسیژن آن به صورت محلول در فاضلاب درآمده، موجب رشد و تولید مثل باکتری‌ها شود. فاضلاب پس از دریافت اکسیژن در استخرهای هوادهی و کاهش BOD آن وارد استخرهای ته‌نشینی می‌شود. ذره‌های معلق که باکتری‌های هوازی روی آن‌ها قرار گرفته‌اند با هم لخته‌هایی را تشکیل می‌دهند و به نام لجن فعال در استخرهای نهایی ته‌نشین می‌شوند. این موجودات، محتویات فاضلاب را به عنوان غذا مصرف و فاضلاب را تصفیه می‌کنند.

زیست‌پالایی خاک‌های آلوده



بنابر گزارش‌ها، بیش از ۲۰ درصد خشکی‌ها در سطح کره زمین، در معرض آلودگی با مواد شیمیایی قرار دارند. یکی از فناوری‌های مهم و به‌روز دنیا جهت پاک‌سازی خاک‌های آلوده، زیست‌پالایی است. در این روش به کمک تلقیح و تکثیر موجودات زنده ذره‌بینی مؤثر در تجزیه یک نوع آلاینده ویژه، خاک‌های آلوده را پاک‌سازی می‌کنند. با توجه به تنوع سوخت‌وساز در این موجودات و توان استفاده آن‌ها از آلاینده‌های محیطی، با یک انتخاب مناسب می‌توان از آن‌ها در جذب، کاهش و حذف کامل آلاینده‌های مختلف سود برد. دو روش اصلی برای پاک‌سازی خاک‌های آلوده به این قرار است:

- پاک‌سازی در محل آلوده که در آن، خاک را به صورت درجا پاک‌سازی می‌کنند.
- پاک‌سازی خارج از محل آلوده که در آن خاک آلوده را تا عمق مشخصی برداشت و از منطقه دور می‌کنند و در محلی دیگر مورد پاک‌سازی قرار می‌دهند.

تولید مواد جدید مانند
پلاستیک‌های زیستی
با استفاده از قندها،
چربی‌ها، پروتئین‌ها،
فیبرها و دیگر مواد
طبیعی استخراج شده
از گیاهان مانع استفاده
از منابع تجدیدناپذیر
مانند سوخت‌های
فسیلی می‌شود



پاک‌سازی جریان هوا

گسترش روزافزون جوامع شهری در زمینه‌های صنعتی، هرچند باعث رفاه نسبی جوامع بشری بوده، مشکلات زیادی از جمله آلودگی هوا را به همراه

داشته است. هم‌اکنون انتشار بوه‌های گوناگون یک مشکل جدی است که ممکن است با توجه به شرایط آب و هوایی و مکان‌نگاری یک منطقه تا چندین کیلومتر دورتر، اثر خود را نشان دهد. معروف‌ترین مواد معدنی با بوی نامطبوع عبارت‌اند از: سولفید هیدروژن و آمونیاک و معروف‌ترین مواد آلی فرار با وزن مولکولی کم و مرکابتان‌های سبک. انتشار این آلاینده‌ها در هواکره باعث مشکلاتی از جمله رقیق‌شدن لایه اوزون و ایجاد آن در نزدیک زمین، اثر گلخانه‌ای، واکنش‌های فوتوشیمیایی و اثرات زیان‌بار برای افراد در تماس، گیاهان، حیوانات و اکوسیستم‌ها می‌شود.

روش‌های مرسوم کنترل شیمیایی و فیزیکی آلاینده‌های گازی عمدتاً شامل سوزاندن، اکسایش گرمایی و کاتالیزی، جذب سطحی، عمقی و میعان است. این روش‌ها عموماً پرهزینه‌اند و در جریان استفاده از برخی از آن‌ها آلاینده اصلی، آلاینده‌های ثانویه و خطرناک تولید می‌شود.

کاربردهای دیگر

گستره وسیع زیست‌فناوری در محیط‌زیست که ناشی از نتایج انقلاب سبز است، جنبه اقتصادی - اجتماعی دارد و محیط مناسبی را به سوی توسعه اعلام می‌کند و این، نشان‌دهنده لزوم توجه به کارایی زیست‌فناوری

زیست‌فناوری به دلیل گستردگی و ماهیت چندمنظوره‌اش می‌تواند ایده‌آل‌ترین فناوری محافظ محیط‌زیست باشد

محیط‌زیست در جامعه کنونی است. کاربرد این دانش در محیط‌زیست تنها به فرایندهای پاک‌سازی محدود نمی‌شود. تولید مواد و فراورده‌های سودمند در عرصه‌های مختلف و تولید انرژی از دیگر کاربردهای این علم به‌شمار می‌رود.

انرژی زیستی

با توجه به نیاز روزافزون بشر به منابع انرژی و محدودیت استفاده از سوخت‌های فسیلی به دلیل کاهش ذخایر موجود و پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از آن، تلاش‌های فراوانی در جهت دستیابی به منابع تجدیدپذیر انرژی صورت گرفته است. سوخت‌های گیاهی عمده‌ترین منبع جایگزین سوخت‌های فسیلی هستند. سوخت زیستی، نوعی سوخت است که از منابع زیست توده به‌دست می‌آید و امروزه ۱۱ تا ۱۴ درصد از مصرف کل انرژی جهان را به خود اختصاص داده است. از جمله منابع اولیه سوخت‌های زیستی می‌توان به ضایعات چربی، تفاله‌های فراورده‌های کشاورزی از جمله نیشکر، غلات، روغن گیاهی و سبزیجات، پسماندهای روغن مانند چربی مرغ و روغن آشپزی استفاده شده در رستوران‌ها، روغن گیاهان تازه همچون روغن دانه سویا و فراورده‌های غیرخوراکی مانند روغن جلبک‌ها اشاره کرد. سوخت‌هایی که از فراورده‌های پس‌مانده مانند روغن آشپزخانه، یا اتانول گرفته شده از علف و تراشه‌های چوب تولید می‌شوند، بیشترین سازگاری را با محیط‌زیست دارند. اتانول مایع، متانول، بیودیزل و سوخت‌های دیزل گازی مانند هیدروژن و متان، همه از انواع سوخت‌های زیستی هستند.

پلاستیک زیستی

تولید پلاستیک‌ها از پلیمرهای مصنوعی حاصل از منابع تجدیدناپذیر، مشکلات زیست‌محیطی زیادی از جمله تجزیه نابودن زیستی آن‌ها را به دنبال داشته

پاک‌سازی محل‌های آلوده به کمک فناوری‌های جدید امکان‌پذیر است و بر نابودی آلاینده‌ها تأکید دارد



زیست فناوری،
افزایش آگاهی از
ساختمان سلولی
موجودات و
استفاده از موادی
که در جریان
سوخت و ساز
سلولی تولید

می کنند، تحقیقات پایه ای را در سال های اخیر
دگرگون کرده است. افزایش جمعیت و کاهش
منابع به روز، مشکلات ناشی از به کارگیری
فناوری های شیمیایی و فیزیکی و مشکلات
بهداشتی و ناشی از تخریب محیط زیست توجه
سیاست گذاران را به فناوری زیستی جلب کرده
است که خود، نویدهای امیدبخشی را برای
توسعه به همراه دارد. به دلیل جوان بودن این
شاخه از فناوری، به کارگیری هرچه سریع تر
آن، فاصله ما را با کشورهای توسعه یافته کاهش
می دهد و امکان دستیابی به ارزش افزوده
فراورده ها و حق امتیاز زیست فناوری را نسبت
به دیگر فناوری ها، به عنوان انتخاب مناسبی
برای کشور ما مطرح می کند. توانایی چشمگیر
زیست فناوری در حفاظت از محیط زیست



1. Ereky, K.
2. rhizofiltration
3. phytotransformation
4. phytostabilization
5. phytoextraction
6. phytovolatilization
7. rhizosphere bioremediation



۱. ریتمن. بروس ای و مکاری. پری ال، بیوتکنولوژی
زیست محیطی: مبانی و کاربردها. ایوب ترکیان و
مهدی احمدی، مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه
صنعتی شریف. تهران. ۱۳۸۵.
۲. ولی الله بابایی پور، فناوری های نوین مهندسی
فرایندهای زیستی در تولید انرژی زیستی، دومین
همایش بیوانرژی ایران، تهران، ۲۱ مهر، ۱۳۹۰.
۳. مریم توکلی و بهراد معین نژاد، پتانسیل
بیوتکنولوژی در افزایش بهره وری از محیط زیست،
چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست،
۱۳۸۹.
۴. شهرزاد خرم نژادیان و فاطمه متین پور، پاکسازی
گیاهی خاک های آلوده به هیدروکربورهای نفتی و
فلزات سنگین، اولین همایش فناوری های پالایش در
محیط زیست، ۱۳۹۰.
۵. محمدعلی دانش، پایداری و اقتصاد سوخت های
زیستی، وزارت نفت، امور اوپک و روابط با جامع
انرژی، ۱۳۸۷.

است. تولید مواد جدید مانند پلاستیک های
زیستی با استفاده از قندها، چربی ها، پروتئین ها،
فیبرها و دیگر مواد طبیعی استخراج شده از
گیاهان مانع استفاده از منابع تجدیدناپذیر مانند
سوخت های فسیلی می شود و با صرف انرژی
کمتر و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای همراه
است. میکروب ها می توانند آنزیم های مورد
نیاز برای تبدیل مواد گیاهی به مواد ساختاری
پلاستیک های تجزیه پذیر را تولید کنند.

کود زیست شناختی

امروزه نیاز به فراورده های کشاورزی -
جهت رفع نیازمندی های رو به رشد جمعیت
در حال گسترش جهان - افزایش یافته است.
آلودگی های آب، خاک، هوا و فرسایش خاک،
مقاومت آفات به سموم و گسترش کودهای
شیمیایی سبب شده است برای حفظ منابع
روش های سنتی و کشت های صنعتی مورد
توجه قرار گیرد؛ عملکردی که در عین پایین
بودن بازده، سلامتی آبی بشر را تضمین می کند.
در این راستا بیشترین توجه به کشاورزی پایدار
معطوف شده است.

کودهای زیست شناختی، یا همان کودهای
طبیعی، حاوی سلول های زنده و انواع مختلف
موجودات زنده ذره بینی هستند که از طریق
فرایندهای شیمیایی توانایی تبدیل کمپلکس های
شیمیایی غذایی مهم را به شکل های ساده تر و
آماده ساختن آن ها را برای جذب توسط گیاهان
دارند.

نتیجه گیری

زیست فناوری یکی از محورهای اساسی
توسعه در بسیاری از کشورها قلمداد شده و در
تنظیم راهکارها و برنامه های ملی، توجه جدی
را به خود جلب کرده است. امروزه توانایی
ایجاد زیست فناوری، یکی از مباحث توسعه
کشورهاست. این دانش، عموماً در نقاطی از
جهان کاربرد دارد که به دانش های جدیدتری
دست می یابند. پیشرفت مداوم در پردازش های

همچنان که ملاحظه شد، این مقاله نگاهی
کوتاه به روند زیست فناوری و اثرات آن بر
محیط زیست داشت. امید است روزی فرا برسد
که در سایه این دانش، محیط زیستی پاک و
عاری از هرگونه آلودگی داشته باشیم.