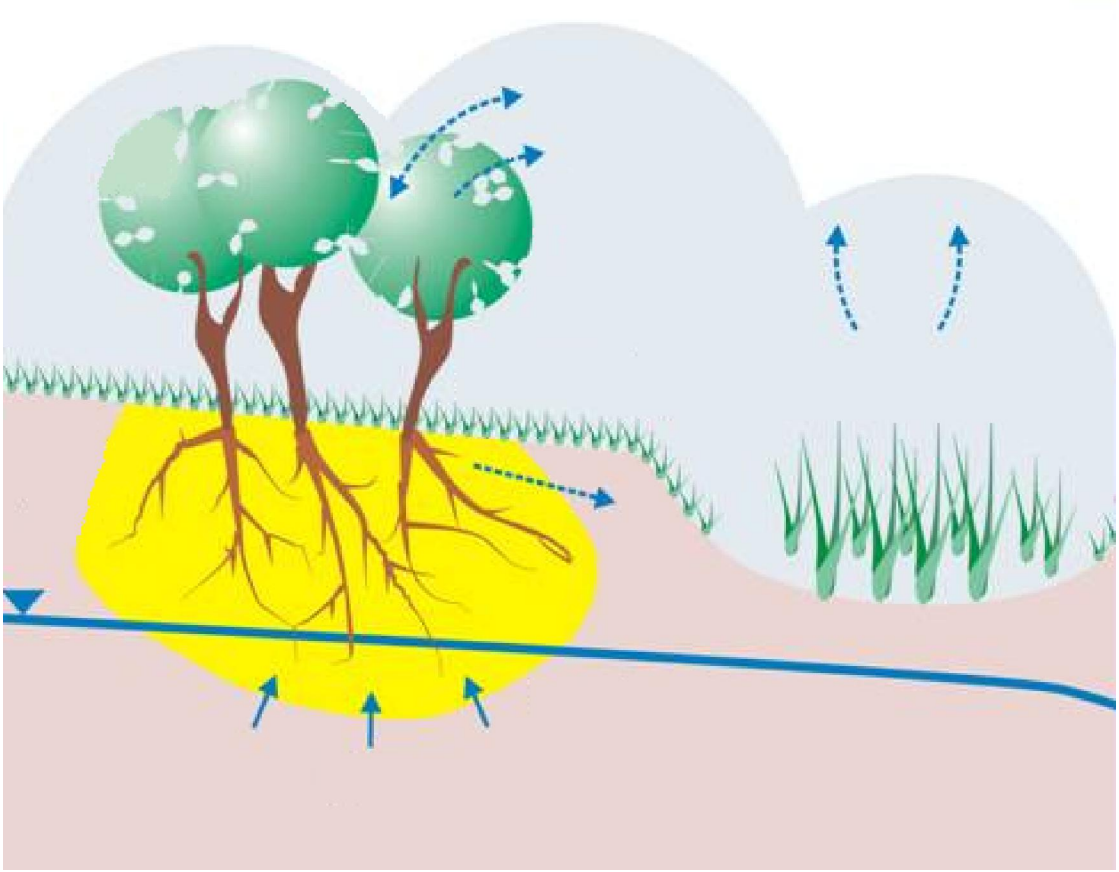
کاربرد بیو تکنولوژی در بهداشت محیط

گرد آوری و تدوین: دکتر روح اله دهقانی

استاد دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کاشان



Application of Biotechnology in Environmemt Health

Editor : Dr Rouhullah Dehghani

Professor Of Kashan University Sciences Medical

dehghani37@yahoo.com

dehghani_r@kaums.ac.ir

r.dehghani.g@yahoo.com

www.kaums.ac.ir

www.kamus.ac.ir

پیشگفتار

به نام خداوند جان وخرد　　کز این برتر اندیشه بر نگذرد

خداوند نام و خداوند جای　　خداوند روزی ده رهنمای

خداوند کیهان و گردون سپهر　　فروزنده ماه وناهید ومهر

ز نام ونشان و گمان برتر است　　نگارنده بر شده گوهر است

محیط به مجموعه ای از عوامل و شرایط خارجی و تاثیرات وارده ناشی از آنها بر زندگی موجود ات زنده اطلاق می گردد. بنابر این تعریف محیط شامل هوا، آب و خاک و روابط بین آن ها و کلیه موجودات زنده می باشد. بر این اساس هدف بهداشت محیط کنترل کلیه عواملی است که تاثیرات سویی بر بقاء و سلامتی انسان و سایر عوامل زنده آن اعمال می کنند. برای رسیدن به این هدف، بهره گیری از دانش زیست محیطی و نیز کاربست اصول مهندسی به منظور کنترل، اصلاح و بهبود عوامل فیزیکی، شیمیایی و زیستی محیط جهت حفظ و ارتقاء سلامتی و رفاه و آسایش انسان ضرورت می یابد. بر اساس مهمترین هدف بهداشت محیط، مطالعه عوامل محیطی مضر برای سلامتی انسان و تشخیص و پیشگیری، رفع و کنترل اثرات سوء ناشی از این عوامل تلقی می گردد. بهداشت محیط با پافشاری سلامتی انسان و بهداشت مردم را به عنوان هدف اصلی پیگیری می کند و کیفیت محیط و حفظ سلامتی اکوسیستم ها را به طور غیرمستقیم مورد توجه قرار می دهد.

رشد فزایندۀ جمعیت جهان، مشکلات عمده‌ای را در ارتباط با تامین غذا وپاک نگاه داشتن زمین ایجاد کرده است. نگرانی دربارۀ تأمین بهداشت و رفع آلودگی‌های ناشی از صنعت و کشاورزی که سرنوشت و حیات زمین را به مخاطره خواهند افکند برنامه‌ریزیهای جدی را برای تغییر و بهبود شرایط زندگی طلب می‌کند. در سالهای اخیر با پیدایش بیماریهایی غیرعفونی مانند بیماری های دستگاه های تنفسی ،پوستی، گوارشی ، خونی و .... ناشی از آلودگی آب ، هوا و خاک محیط و در پیرو آن آلودگی مواد غذائی با مواد شیمیائی ، اهمیت نگهداری زمین ، آب و خاک را صد چندان نموده است. به طوری که تحولات عمده‌ای درسیمای انواع بیماری ها پدید آورده است . گسترش بیش از حد صنایع شیمیائی و تنوع چشمگیر محصولات آنها در جهان علیرغم دارا بودن جنبه‌های مثبت فراوان آلودگی‌های نوینی را به محیط زیست وارد کرد و توجه مسئولان محیط زیست کشورها را به خود جلب نمود. همچنین ورود انواع آلاینده ها به فاضلاب شهری به لحاظ بروز مسائل و عوارض متعدد چون پدیده مغذی شدن وتجزیه ناپذیری گروه شوینده‌ها و ایجاد کف و ... سبب آلودگی منابع آبی و محیط زیست می‌شود. مشکلات زیست‌محیطی ناشی از آلودگی محیط زیست توسط صنایع شیمی ، نفت ، نساجی ،غذای و کشاورزی ،آلودگی با آفت کش ها ، شوینده‌ها و تأثیرات ترکیبات ناشی از آنها در محیط زیست بسیار فراوان است تا کنون راهکارهای موجود نظیر گزینش مواد اولیه مناسب، تهیه محصولاتی با کارایی بیشتر و آلودگی کمتر، کاهش پراکندگی ، افزایش تجزیه‌پذیری نتوانسته است که بروز عوارض ناشی از

آلودگی مواد گوناگون را در محیط زیست به میزانی قابل قبول برساند .استفاده از عوامل زیستی یا موجودات زنده گیاهی(فلور) و جانوری(فون) از حد و اندازه میکرو تا ماکرو برای از بین بردن هرگونه آلودگی زیست محیطی و تجزیه این مواد زیانبار با استفاده از بیوتکنولوژی از راهکارهای جدید و موثر مقابله با این مشکلات می باشد. در محافظت از محیط زیست میکروارگانیسم هایی هستند که در تصفیه فاضلابها و مبارزه بیولوژیک با عوامل عفونی آلودگی های فاضلابی مورد استفاده قرار می گیرند و آب سالم و در حقیقت بدون آلودگی تحویل می دهند همچنین در آلودگیهای نفتی عوامل زیستی نفت خواری هستند که پارافین و خود نفت را به عنوان مواد غذایی استفاده می کنند و توده ای سلولی(بیوفیلم) می سازند که مورد مصرف تغذیه آبزیان قرار می گیرد. عوامل زیستی در خلیج فارس برای تصفیه آلودگی ناشی از چاههای نفتی کویت بکار گرفته شده است.بکار گیری همه عوامل زیستی در کاهش یا حذف آلودگی محیطی بیوتکنولوژی نامیده می شود. گستردگی و تنوع کاربردهای بیوتکنولوژی، تعریف و توصیف آنرا کمی مشکل و متنوع ساخته است. برخی آن را مترادف میکروبیولوژی صنعتی و استفاده از میکروارگانیسم ها می‌دانند و برخی آنرا معادل مهندسی ژنتیک تعریف می‌کنند. هر چند که با گذشت زمان دانشمندان به مفاهیم مشترکی در مورد تعریف بیوتکنولوژی نزدیک شده اند اما هر متخصص و دانشمندی تعریف جداگانه ای از بیوتکنولوژی ارائه می‌دهد. علت این حقیقت را باید در ماهیت بیوتکنولوژی یافت. با توجه به نوع بهره برداری از این دانش می توان برای بیوتکنولوژی محیطی هم تعریف ارائه داد. بیوتکنولوژی محیطی عبارت است از کاربرد روشهای علمی و فنی در تبدیل بعضی مواد به کمک عوامل بیولوژیک (میکروارگانیسمها(ناچیز ها، کوچک ها)، یاخته‌های گیاهی و جانوری و آنزیمها و...) برای از بین بردن آلودگی محیط زیست یا کاهش اثرات آن. برای درک ماهیت بیوتکنولوژی و کاربرد آن در حوزه های گوناگون تخصصی بایستی نخست سرگذشت حیات، تنوع زیستی، خویشاوندی موجودات زنده گیاهی و جانوری، مفاهیم ژنتیک و سپس کاربردها و انواع بیوتکنولوژی را با پافشاری بر جنبه های عملی از بین بردن مواد آلوده کننده محیط زیست درک نمود . به طور خلاصه می توان گفت که بیوتکنولوژی استفاده از کوچکترین موجودات ویا به بیان دیگر استفاده از ناچیزها(به گمان انسان) است که به منظور توانمندی انسان در بهره برداری بیشتر و بهتر از امکانات خدادی بکار گرفته می شود. فردوسی دانای بزرگ در مورد ناچیزها می فرماید:

که یزدان ز ناچیز ، چیز آفرید بدان، تا توانائی آمد پدید

روح اله دهقانی
دانشیار دانشگاه علوم پزشکی کاشان
نیمسال اول سال تحصیلی ۹۱-۱۳۹۰

فصل اول

سرگذشت حیات و موجودات زنده به صورت خلاصه

آغاز و شکل گیری کائنات:

حدود پانزده میلیارد سال پیش، در اثر انفجار بزرگی موسوم به بیگ‌بنگ (Big Bang) جهانی که ما در آن زندگی می‌کنیم متولد شد.

تولد خورشید و سیارات دیگر:

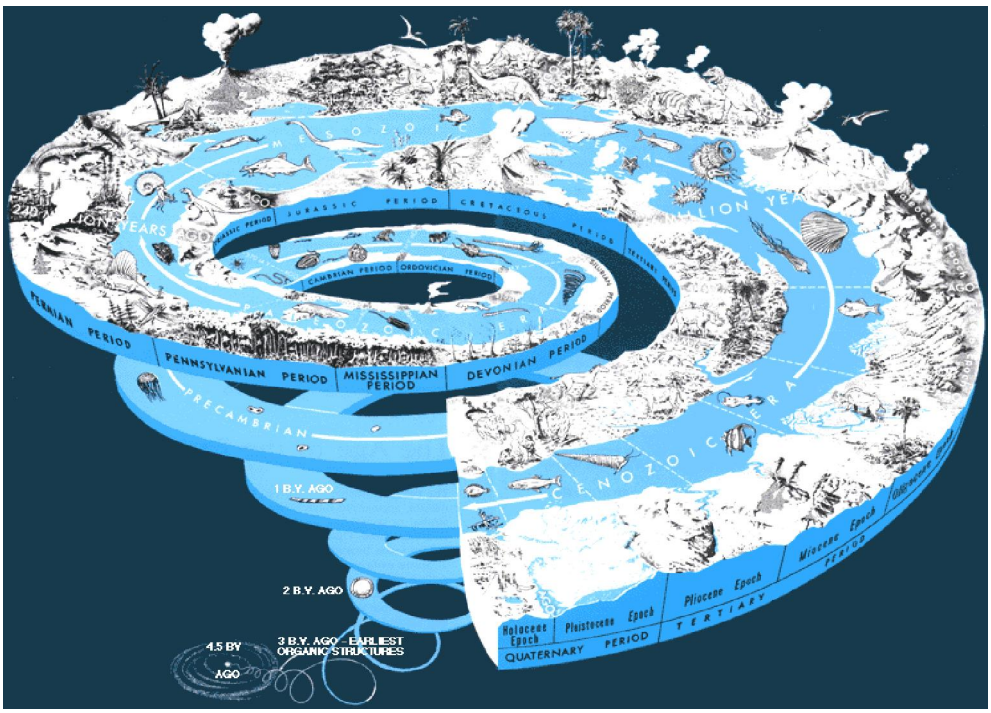
۷ میلیارد سال بعد از واقعه بیگ‌بنگ خورشید و به تدریج طی میلیاردها سال ۹سیاره اطراف آن ازیکی توده های غباری که در اثر انفجار بزرگ پدید آمده بود و آن را سحابی خورشیدی می نامیدند به وجود آمد .

تولد زمین :

بسیاری از دانشمندان عقیده دارند که زمین درحدود ٤٥٠٠ میلیون سال پیش تشکیل شده است.

حیات بر روی زمین :

از گذشته تا حال دانشمندان درباره‌ی منشأ حیات و تنوع جانداران تفکر کرده و به دنبال پاسخی می‌گشته‌اند . به همین جهت به دنبال شواهدی بودند .



شکل ۱: پیدایش حیات و تنوع آن در زمین درحدود ٤٥٠٠ میلیون سال پیش

شواهد مطالعه تاریخ حیات جانداران عبارتند از :

۱- لایه های سنگ های رسوبی

۲- فسیل ها

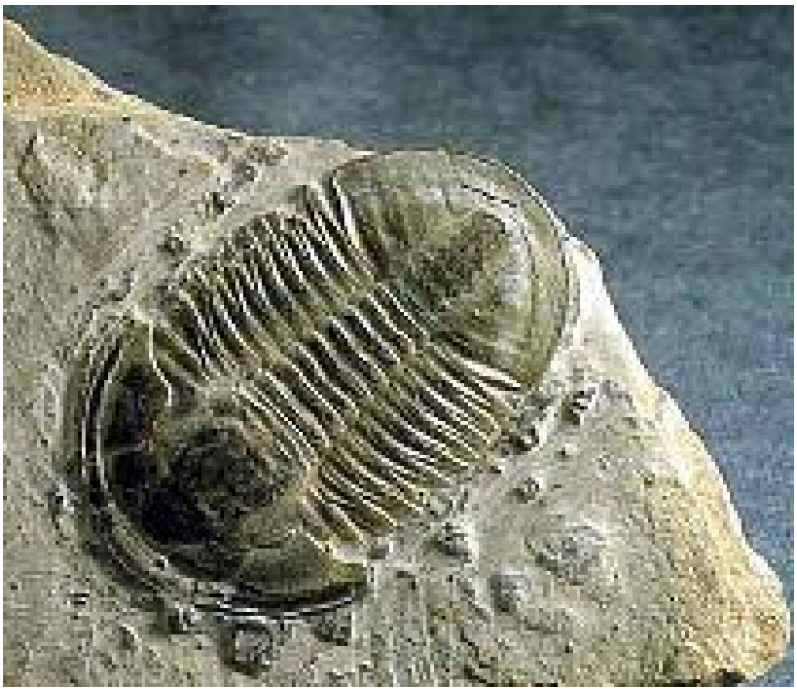
درمورد ترتیب قرارگرفتن لایه های رسوبی در سنگ های رسوبی. لایه های زیرین قدیمی تر از لایه های بالایی هستند .برای مطالعه تاریخچه گذشته زمین سنگ های رسوبی مناسب تر هستند زیرا :

الف- لایه لایه هستند

ب- دارای فسیل هستند .

۱- فسیل ها :

واژه فسیل (سنگواره) از کلمه لاتینی فسیلس fossilis گرفته شده که به معنای **درآوردن چیزی** از طریق حفاری است. موضوعی که مورد مطالعه علم فسیل شناسی قرار می گیرد شامل آثارو بقایای حیوانات و گیاهانی است که زمانی بر روی کره زمین می زیسته اند ، با این توصیف رد پا حیوانات یا حفره ها و دلان های موجودات حفّار نیز فسیل محسوب می شوند . علم دیرینه شناسی (Paleontology) این علم به شناسائی تمام موجودات زنده در زمانهای گذشته زمین شناسی با توجه به ساختمان ، روابط ارثی ، رده بندی و تکامل آنان می پردازد .



شکل ۲: سنگواره یک تریلوبیت نیای بندپایان

انواع سنگواره **شدن:**

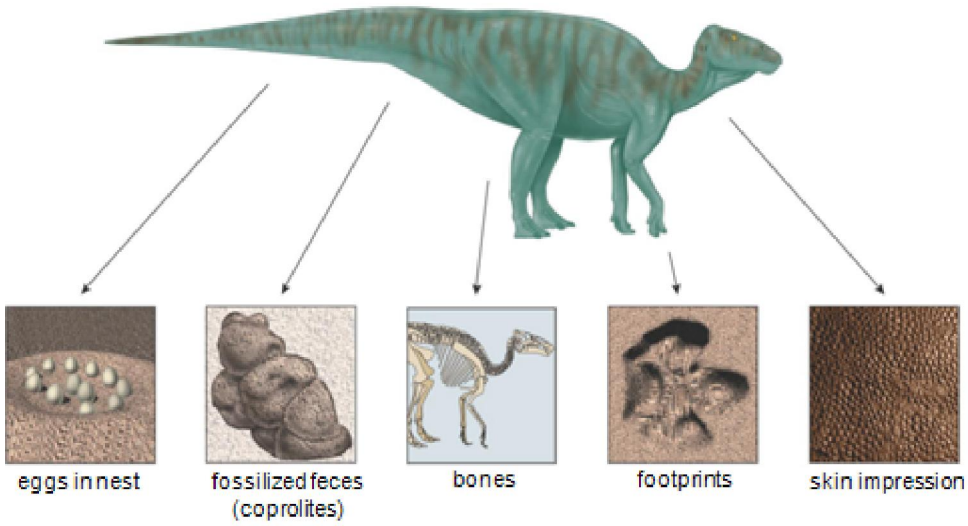
که در این حالت جسد موجود زنده بدون تجزیه شدن بطور کامل باقی

۱- سنگواره شدن کامل:

مانند فسیل ماموت در یخ های سیبری و فسیل مهره داران در رسوبات آغشته به قیر و مواد نفتی و فسیل شدن حشرات در صمغ های گیاهی .

۲- سنگواره شدن اعضای سخت:

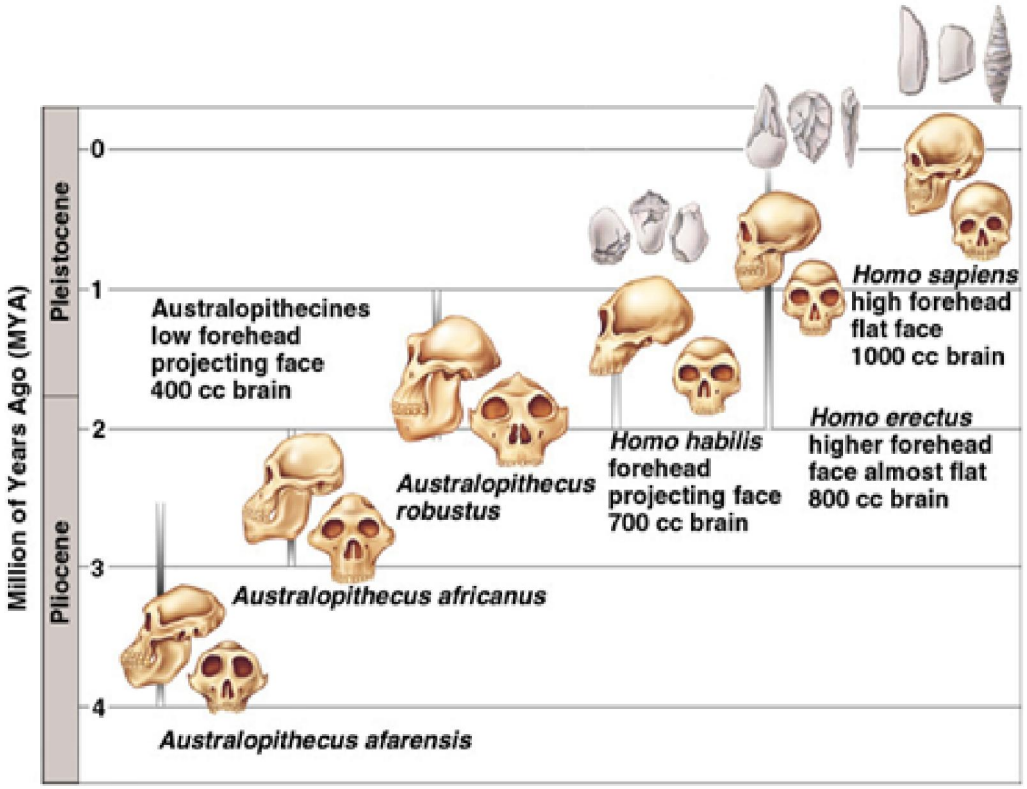
مانند اسکلت ، صدف و بدنه کیتینی (در بند پایان). اکثریت گیاهان و جانوران دارای اعضای سخت بوده و قابل فسیل شدن می‌باشند. دندان و استخوانهای سخت مهره‌داران اغلب ممکن است بدون کمترین تغییری محافظت شوند. دیاتومه‌ها و گیاهان آبزی تک‌سلولی با پوسته‌های سیلیسی همگی محافظت شده و به سنگواره تبدیل می‌گردند. گیاهان و دانه‌های گرده دارای کوتیکول (نوعی چربی) نیز در رسوبات دریائی و قاره ای محفوظ مانده اند .



شکل ۳: سنگواره شدن استخوان ها، جای پا، مدفوع، تخم و برجستگی و فرورفته گیهای دایناسور

۳- تبدیل اعضای سخت به مواد دیگر:

صدف بی مهرگان که در موجود زنده اغلب از کربنات کلسیم است در حالت فسیل شدن با کلسیت یا ترکیبات سیلیسی جایگزین می شود .این جایگزینی می تواند به دو صورت قالب خارجی و قالب داخلی باشد در حالت اول صدف به تدریج حل شده وجای آن به وسیله موادی پر میشود ، این مواد به شکل صدف در می آیند . در حالت دوم تزئینات داخلی صدف از رسوبات نرم پر شده سپس صدف حل شده واز بین می رود و قالب داخلی آن به صورت فسیل بر جا می ماند .



شکل ٤: دگرگونی جمجمه نیای انسان های امروزی در طی هزاران سال تکامل ، با تغییر شکل و افزایش حجم مغز

محیط های مناسب برای فسیل شدن :

الف- در آب ها :

۱- دریاها (دریاهای کم عمق) ، دریاچه ها

۲- رودخانه ها ، مرداب ها

دلایل :

۱- رسوب گذاری شدید . (امکان دفن سریع تر بقایای جانداران و پوشیده شدن آنها)

۲- تعداد و تنوع بیش تر جانداران (امکان فسیل شدن بیش تر می شود .)

ب- در خشکی ها :

- یخچال ها (به دلیل دمای بسیار پائین و عدم فعالیت تجزیه کنندگان)
- غارها (عدم وجود رطوبت برای فعالیت تجزیه کنندگان)
- شیره های گیاهی و حوضچه های نفتی (دارای مواد شیمیایی مضری هستند که تجزیه کنندگان را ازبین می برند)
- خاکستر های آتشفشانی .

موارد استفاده از سنگواره ها:

- تأمین انرژی

- تعیین بعضی از مواد معدنی
- استفاده از سنگواره ها در تشخیص آب و هوا
- استفاده از سنگواره ها در تشخیص جغرافیای گذشته زمین:
- استفاده از سنگواره ها برای پی بردن به چگونگی تغییر شکل ظاهری و ساختمانی جانداران از گذشته تا کنون

سنگواره ها دو تحول مهم در حیات جانداران را نشان می دهند :

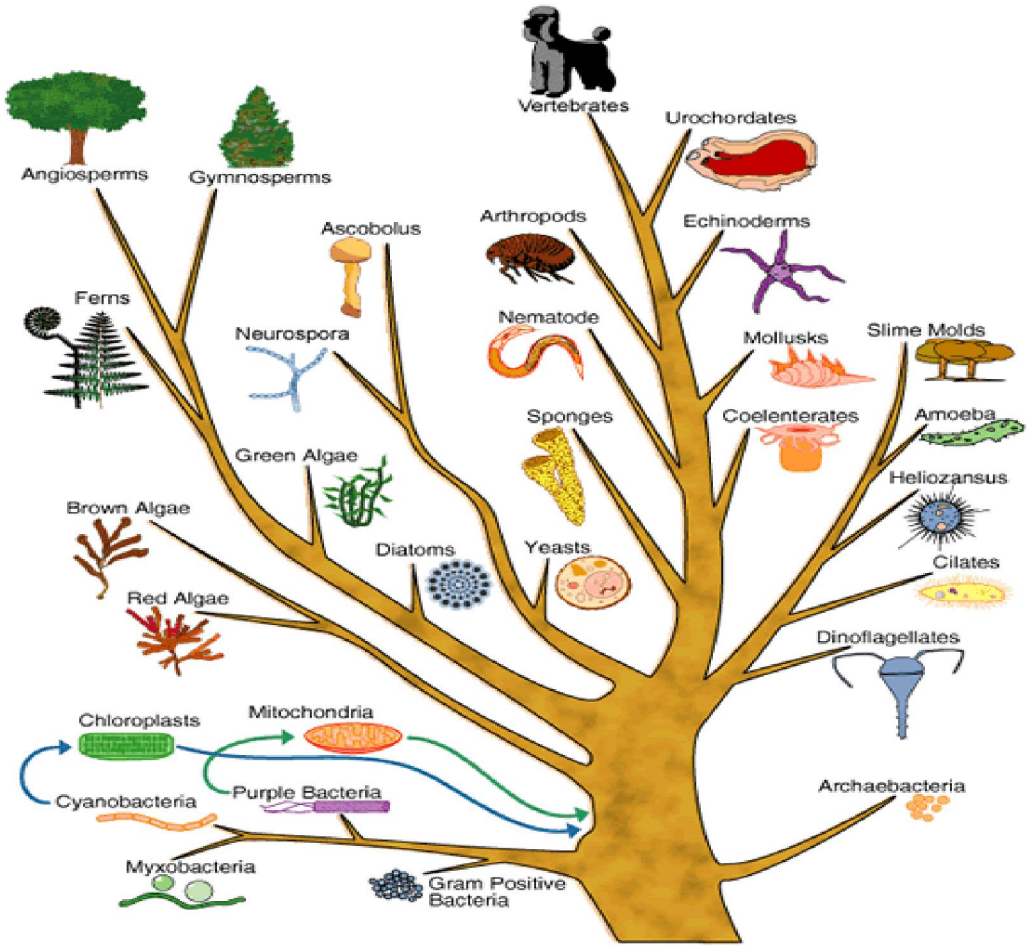
هرچه از گذشته به حال نزدیک می شویم

الف- ساختمان بدن آنها پیچیده تر می شود .

ب- تعداد انواع آنها بیش تر می شود .

تمام گونه های موجودات زنده خویشاوند یکدیگرند. درست همانطور که درخت حیات نشان می دهد تمام موجودات زنده چه زنده و چه منقرض شده با یکدیگر ارتباط دارند. هر شاخه از درخت معرف یک گونه می باشدو هر شکاف یک گونه را از گونه دیگر مجزا می کند این شکاف نشان دهنده جد یا نیای ancestor مشترک این دوگونه نیز می باشد. شکاف های بی شمار و شاخه های گسترده درخت حیات نشان می دهد که همبستگی بین گونه ها به طور قابل توجهی متنوع است. این حقیقت نیز به آسانی قابل مشاهده است که هر زوج گونه در تاریخ تکاملی خود در نقطه ای دارای یک جد مشترک می باشند به عنوان مثال دانشمندان تخمین می زنند که جد مشترک انسان ها و شمپانزه ها حدود ۵ تا ۸ میلیون سال پیش می زیسته است. انسان ها و باکتری ها جد مشترک بسیار دورتری می باشند. در حقیقت تحلیل های DNA نشان می دهد اگرچه میزان شباهت ماده ژنتیکی انسان با سایر خویشاوندان پریمات خود بسیار بیشتر است اما با این حال ژنوم انسان با ژنوم باکتری ها حداقل در ۲۰۰ ژن شباهت دارد. مهم است که توجه داشته باشید توصیف گونه ها به عنوان خویشاوند به این معنی نیست که یکی از موجودات زنده جد سایر موجودات زنده است یا این که هر موجود زنده جد موجود زنده دیگری محسوب می شود. به عنوان مثال یک فرد ممکن است با افرادی نظیر پسر عمه ها و پسر عموهایش, خاله , عمه و دایی اش به این دلیل که با این افراد دارای یک یا چند جد مشترک (پدر بزرگ ها – مادر بزرگ ها و اجداد پدری و مادری) می باشند,خویشاوند باشند. در این حالت باید به خاطر داشت خویشاوندان این فرد مثل عمه ها – عموها – دایی ها و فرزندان آنها اجداد وی محسوب نمی شوند. به همین دلیل انسان ها بر اساس شواهد موجود با سایر پریمات ها خویشاوند هستند اما این حقیقت هرگز به این معنی نیست که این خویشاوندان معاصر اجداد انسان محسوب می شوند. بنابراین ذکر عباراتی نظیر این که انسان از نسل شمپانزه ها و اورانگوتان ها است, یا این که این جانوران اجداد انسان می باشند , اشتباه می باشد.

محیط زنده با مجموع عوامل گیاهی و جانوری اثرات بسیار بزرگ در سلامتی و بیماری انسان دارد تمامی موجودات زنده کره زمین به دلیل اشتراک و تشابهات در مواد ساختمانی خود قادر به استفاده از یکدیگر می باشند . مواد موجود در بدن موجودات زنده به طور مرتب و دائمی در جسم آنان جابجا می گردد. این شکل وابستگی و تغذیه موجب بروز پدیده های انگلی یا انواع دیگر و ابستگی ها و در نهایت در بین موجودات زنده و به ویژه در انسان سبب بیماری می گردد.



شکل ۵:ارتباط،نیای مشترک، قرابت و خویشاوندی و وابستگی عوامل زنده از جمله گیاهان و جانوران را نسبت به هم نشان می دهد

نظریه هایی در توضیح چگونگی تغییرجانداران :

۱- نظریه وراثتی شدن صفات اکتسابی (نظریه لامارک)

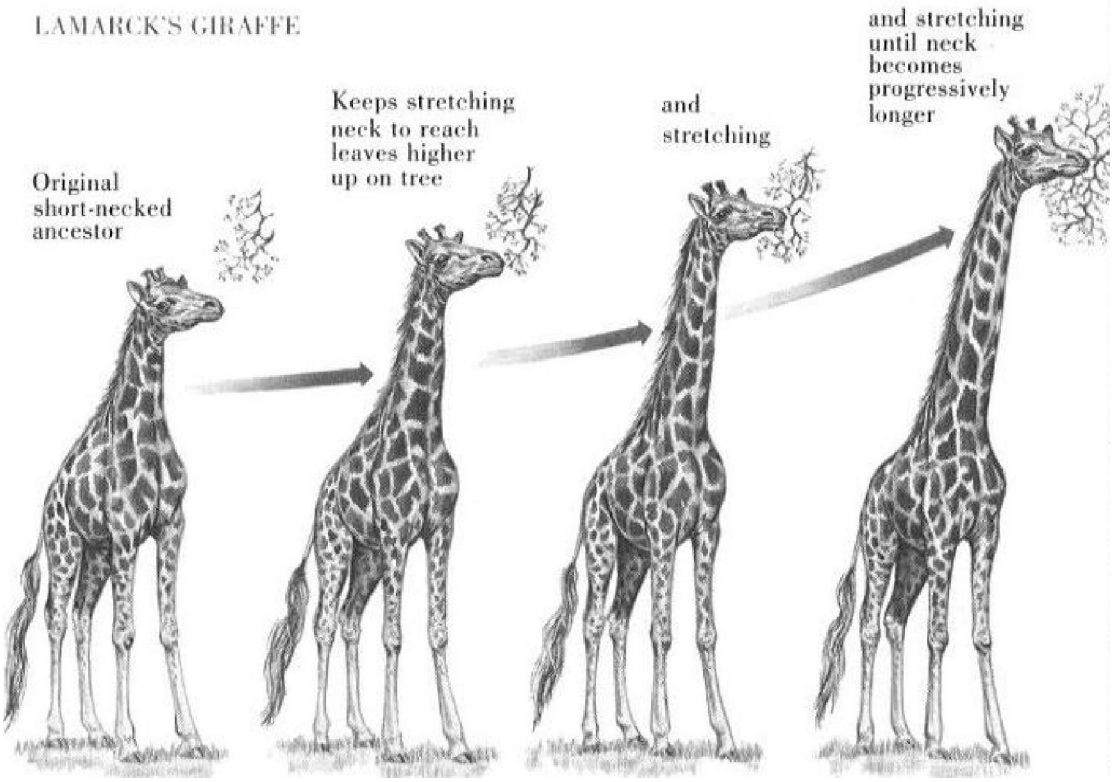
۲- نظریه انتخاب طبیعی (نظریه داروین)

۳- نظریه جهش (نظریه دووریس)

۱- فرضیه لامارک ۱۸۲۹-۱۷٤٤ : (فرضیه توارث صفات اکتسابی)

لامارک معتقد بود با تغییر شرایط محیط در جاندار نیاز جدید ایجاد می شود که برای رفع نیاز خود تلاش بیشتری می کند واز برخی از اعضای بدن خود بیشتر استفاده می کند و از اعضایی که به آن نیاز نداشته باشدکمتر ویا اصلاً استفاده نمی کند که همین امر سبب تغییر در بدن جاندار می شود . (بوجود آمدن صفت اکتسابی برای سازش با محیط) واین تغییرات به نسل بعد انتقال می یابد . (ارثی شدن صفت اکتسابی) وجانداربه تدریج تغییر پیدا کرده و تکامل می یابد . مثال معروف لامارک تغییر تدریجی اندازه

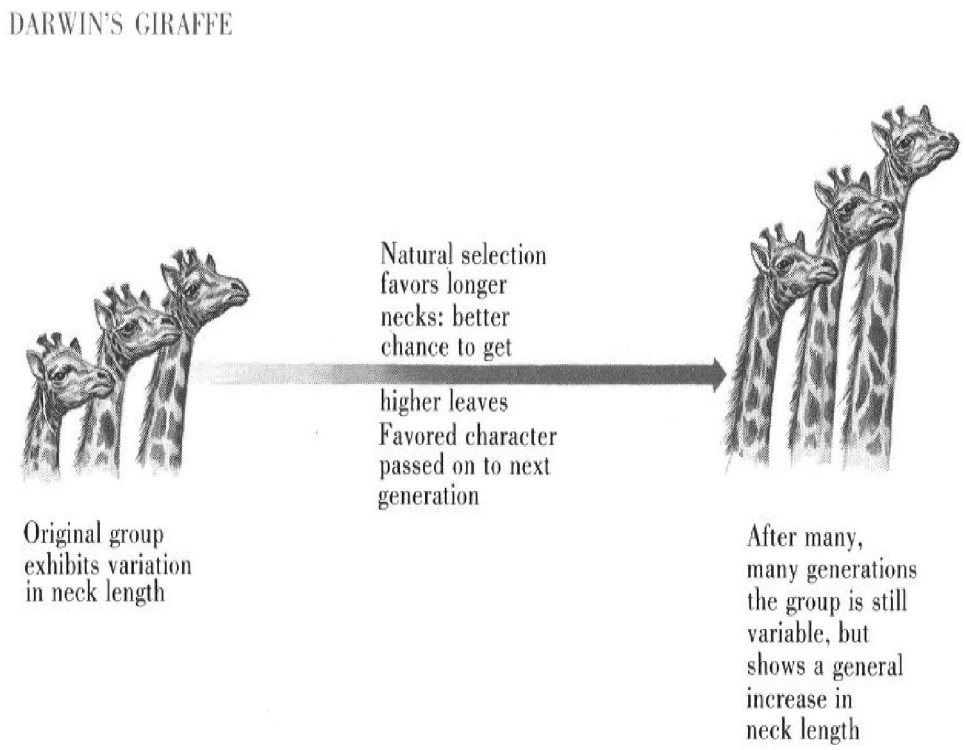
زرافه ها برای استفاده از درختان بلند تر به هنگام از بین رفتن گیاهان کوتاه تر است. این نظریه توسط وایسمن با آزمایش بر روی ۲۲ نسل موش مورد تردید جدی قرار گرفت .



شکل ٦: فرایند گمانه لامارک در تکامل زرافه

– نظریه داروین ۱۸۸۲– ۱۸۰۹: (نظریه انتخاب طبیعی)

داروین معتقد به تغییر گونه ها بود . او کلیه دلایل و برهان‌هایش را در کتابی تحت عنوان (اصل انواع) Origin of species تنظیم کردو در سال ۱۸۵۹ انتشار داد. داروین چگونگی تغییر وتحول گونه ها را اینگونه بیان داشت، تمام موجودات زنده خیلی بیش تر از آنکه طبیعت بتواند آنها را تغذیه کند، تولید مثل می کنند لذا طبیعت به خودی خود شمار موجودات زنده از هر گونه را محدود می‌کند، ازآنجا که افراد گونه ها هریک تفاوت های فردی یا مزیتی دارند (مثلاًچشمان بهتر، پاهای سریعتر یا دندان های تیزتر) آنهایی که توانایی سازش با شرایط جدید را دارند باقی می مانند افراد باقی مانده تفاوت ها یا مزیتهای خود را به نسل های بعد انتقال می دهند و به این ترتیب همواره یک جریان آهسته و قدم به قدم گونه ها را تغییر می دهد .



شکل ۷: فرایند گمانه داروین در تکامل زرافه

انتخاب طبیعی:

به این معنی است که طبیعت جانداران سازگار تر با خود را انتخاب کرده و نسل آنها را گسترش می دهد بقیه از بین می روند .

اما منشاء تفاوت های فردی چیست

دووریس، جهش یا تغییر ناگهانی صفات را منشاء ایجاد صفات جدید در جاندار می دانست که قابل ارث به نسل بعد است .

چگونگی جهش :

می دانید صفات ارثی از طریق DNA ی موجود در کرموزوم های درون هسته انتقال می یابند ، DNA مولکولی است دو رشته ای و بلند و مارپیچ که از هزاران واحد بنام نوکلئوتید ساخته شده است . نوکلئوتید های موجود در ساختار DNA چهار نوع هستند که آنها را با حروف T,C,Gو A نشان می دهند و به تعداد زیاد و ترتیب خاص قرار گرفته اند . هرگونه تغییر در ترتیب این نوکلنوتید ها را جهش گویند که منجر به ایجاد صفت جدید خواهد شد .

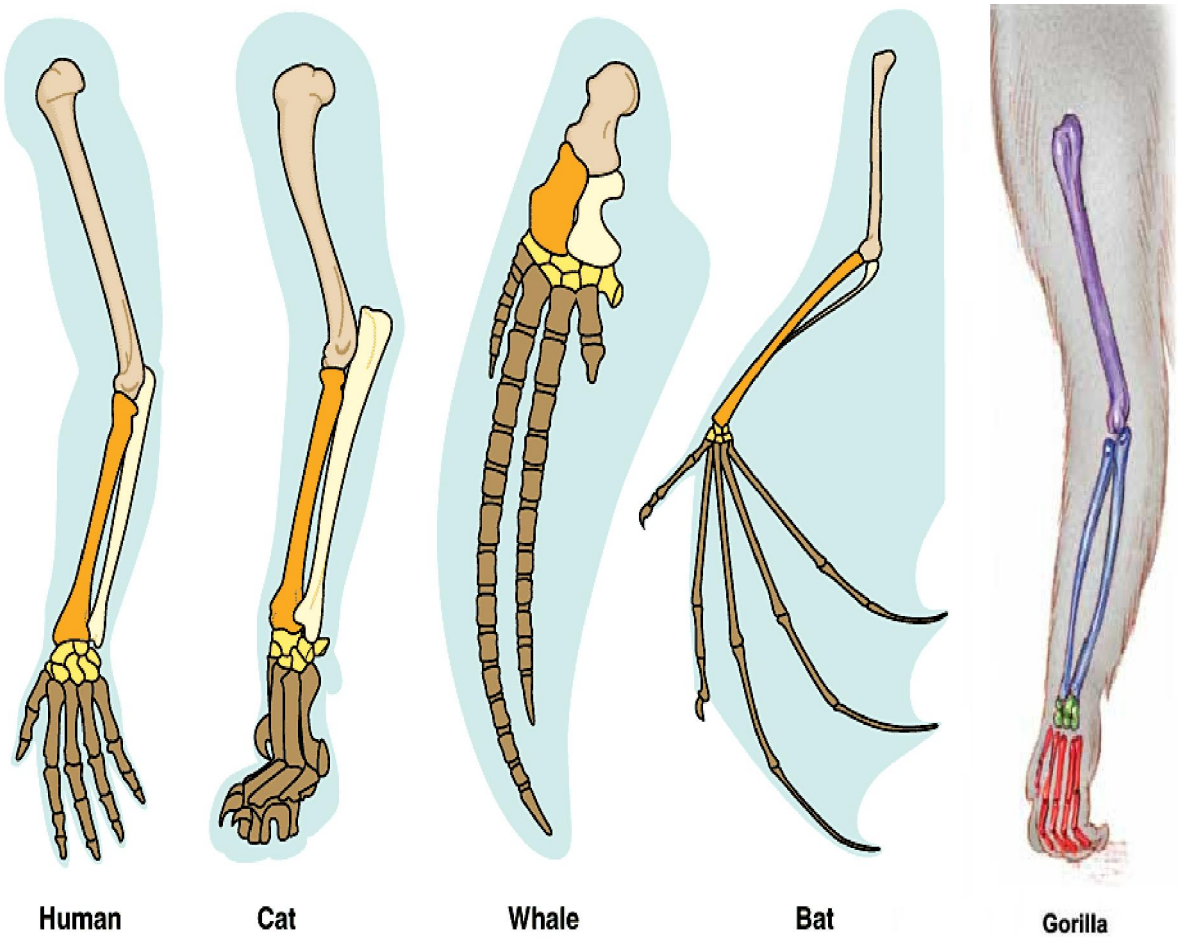
عوامل ایجاد جهش :

DNA مولکولی با ثبات است اما عواملی مانند مواد رادیواکتیو و مواد شیمیایی می توانند سبب تغییر یا جهش در این مولکول شوند . بیش تر جهش ها مضر هستند .نظریه جهش و انتخاب طبیعی مکمل یکدیگرند به این معنی که ، جهش به وجود آورنده تغییر است و انتخاب طبیعی گسترش دهنده ی آن (جهش مفید) است .

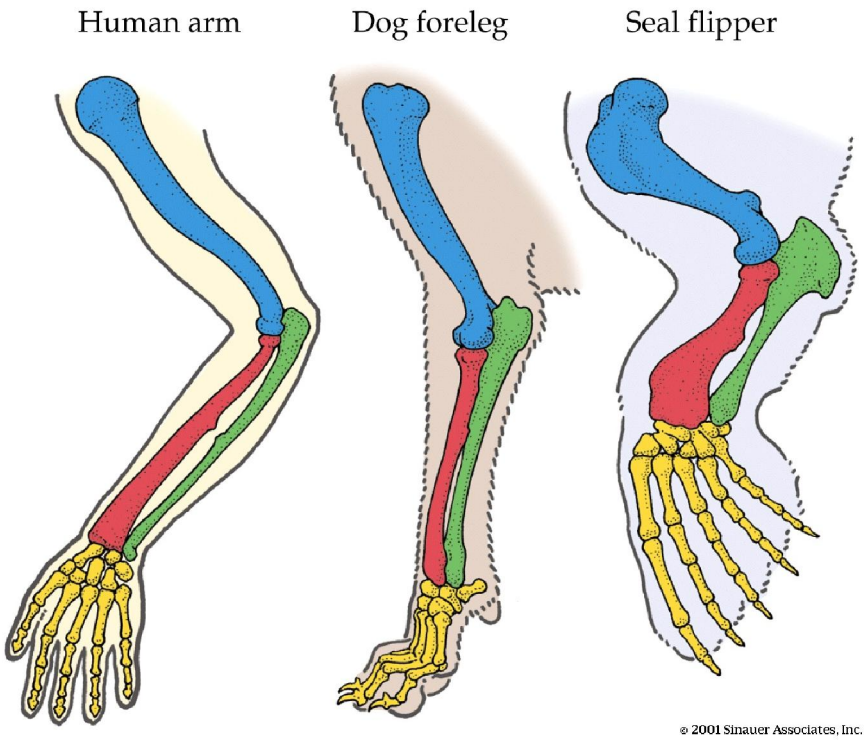
دلایل و شواهد تغییر گونه ها :

الف) فسیل: فسیل ها از بهترین نشانه‌های جریان تکامل موجودات زنده می باشند .

ب- اندام های مشابه (Homologus): اعضایی در بدن جانوران وجود دارد که اساس ساختار مشابه ای دارند اما بنا به شرایط محیطی در نتیجه تکامل تغییرشکل داده ودر هر جانور کار متفاوتی دارند .مثل اندام دست در مهره داران که در انسان، اسب، پرنده، خزنده ، استخوان های مشابه دارد ولی به علت تکامل در هر یک از موجودات مذکور تغییر کرده است .



شکل ۸: اندام های مشابه در حیوان های گوناگون(دست گوریل و انسان، بال خفاش،باله واله و پاهای پیشین گربه)



شکل ۹: اندام های مشابه در حیوان های گوناگون(دست انسان ،باله خوک دریائی و پاهای پیشین سگ)

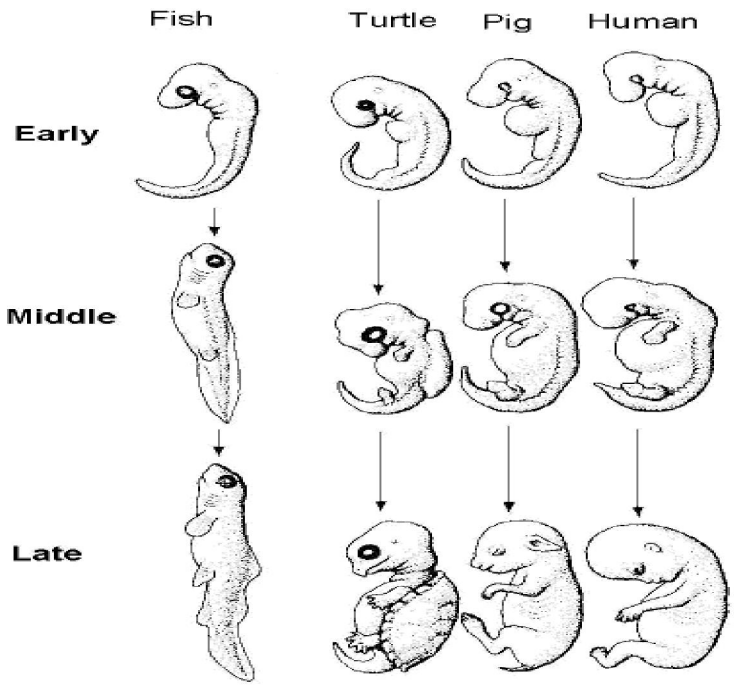
ج)مراحل جنینی مشابه :

مراحل رشد جنین از یک سلول تا مرحلهٔ جوانی و یک جانور بالغ تاریخ حیات یک فرد را تشکیل می دهد. بررسی تاریخ حیات این گونه جانوران مخصوصاً مهره داران نشان می دهند که جنین هر جانور مراحلی را طی می کند که در آن مراحل خصوصیات اجداد جانور نمایان می شود. مثلاً قورباغه که از دوزیستان است ابتدا در آب تخم ریزی می کند. جنین قورباغه در محیط آب ظاهر می شود. این جنین ابتدا مانند جنین ماهی است و دارای آبشش می باشد. در مرحله بعد پاها از بدن جنین جوانه می زند و آبشش تبدیل به شش می شوند و با داشتن پا و شش موجود به خشکی مهاجرت می کند و به حالت دوزیستی ادامه حیات می دهد. نتایج حاصل از مشاهده وبررسی فسیل ها ، مراحل جنینی جانداران و اندام های مشابه نشان می دهد

۱- جانداران از اجداد قدیمی و مشترکی بوجود آمده اند .

۲- تغییرات در جمعیت جانداران پدید می آید نه در افراد .

۳- زندگی از حالت ساده و ابتدایی به صورت پیچیده تحول یافته است



شکل ۹: شکل جنین در حیوان های گوناگون(انسان ، خوک ،لاک پشت و ماهی)

نظر دانشمندان ایرانی در موضوع تکامل

به نظر بزرگ توس فردوسی، آفرینش همه چیز ازهیچ را از ذات و توانائی خداوند بزرگ می داند در این نگاه تکامل انسان نیز مورد توجه قرار گرفته است . شعر زیبای دانشمند فرزانه فردوسی بزرگ حدود ۱۰۰۰ سال قبل از دانشمندان غربی در دوره داروین در قرن نوزدهم میلادی به نحوی در مورد تکامل انسان ارایه نظر می نماید

که یزدان زه ناچیز چیز آفرید — بدان تا توانایی آمد پدید
نه گویا زبان نه جویا خرد — ز خاشاک ها خویشتن پرورد
سرش راست بر شد چو سرو بلند — به گفتار خوب و خرد کار بند
پذیرنده هوش و رای و خرد — مرو را دد و دام فرمان برد

مولانا محمد جلالدین مولوی دانشمند بزرگ ایرانی حدود ۸۰۰ سال پیش نیز با اشعاری بسیار زیبا به موضوع فوق اشاره نموده است(به نقل از دفتر سوم مثنوی معنوی).

از جمادی مردم و نامی شدم — وز نـمـامـردم ز حـیـوان سر زدم
مـردم از حیوانی و آدم شـدم — پس چه ترسم کی ز مردن کم شدم

بـــاردیـگر مـن بـمـیـرم از بشر　　پـــــس بـــــــرآرم از مـــلائـک بال و پر

همچنین عارف، پزشک و دانشمند ایرانی عزیز(عزیزالدین) نسفی که در حدود ۸۰۰ سال پیش (متولد قرن ۱۳ میلادی در شهر نسف یا نخشب در نزدیکی بخارای امروزی در کشور ازبکستان) زندگی می کرده است در سال ۱۲۷۳ میلادی در پی جمله مغول به ایران به نواحی مرکزی ایران گریخت و در پی سفرهای فراوان در بین سالهای ۱۲۹۰ تا ۱۳۰۰ میلادی در ابرقوی یزد درگذشت در کتاب کشف الحقایق وی آمده است که نفس جزئی یا زندگی پست از آب به خاک می آید چندین هزار سال در خاک می باشد و نام آن طبیعت است. از خاک به نباتات می آید و گیاه می شود اولین صورت تهلب یا خزه است در طی مراحل خزه صورت گیاه و درخت پیدا می کند و درخت به حیوان نزدیک می شود اولین صورت حیوانی خراطی (کرم خاکی) است که درگل و خاک نمناک وجود دارد سپس به صورت مگس و پشه در آید و سپس حیوان غیر ناطق به ناطق در می آید و سپس به فیل ، بوزینه و نسناس در می آید . اولین صورتی که از انسان بدست می آید انسان زنگی یا سیاه است که با نظریه دانشمندان امروزی مبنی بر ظهور انسان در آفریقا مطابقت دارد صرف نظر از بیان جزئیات این دانشمند ایرانی حدود ٦۰۰ سال قبل از داروین معتقد به اصل تکامل موجودات زنده از پست به عالی بوده است.

گزیده ای از بخش دوم کتاب کشف الحقایق عزیز نسفی با حفظ اصل جملات:

بدانکه نفس جزوی به خاک می آید و چندین هزار سال(هزار قدیم معادل میلیون) در خاک می باشد و و اول در این مرتبه نام وی طبیعت است آنگاه از خاک به نباتات پیدا می کند صورت طلحب است و این گیاه طحلب گیاه سبزی است که در آبها پیدا می شود و او را باتفاق تخم نیست و این طلحب را در ماکه ماوراء النهر است (حقه زاده) گویند و در فارس (سبزه جوی -جلبک) خوانند. همچنین به مراتب بر می آید و صورت نبات و اشجار پیدا می کند تا به حدی که شجره به حیوان نزدیک شود و همچون درخت خرما و درخت لقاح و درخت واق(هنگام وزش باد این درخت برگهاش مانند صدای واق واق سگ است) و در این مرتبه نام وی نفس طبیعت است باز اول صورت که از صور حیوانات پیدا می کند صور خراطین است و این خراطین(کرم خاکی) کرمی سرخ ، دراز و باریک که در گل و زمین نمناک پیدا میشود این صورت را پیدا می کند و مانند این از حیوانات همچو پشه و مگس به مراتب بر می آید و صورت حیوان بتدریج پیدا می کند. تا به که حیوان غیر ناطق به حیوان ناطق نزدیک شود همچون پیل ، بوزینه و نسناس و در این مرتبه نام وی نفس حیوانی است. باز اول صورتی که از انسان پیدا می کند صورت زنگیان است و در این مرتبه نفس انسانی است.

مقدمه همین کتاب می گوید

نه هر آنچه آدمی داند بتواند گفت و نوشت بلکه از صد هزار کس یک کس دانا باشد و آن که دانا باشد از هزار چیز که بداند یکی بتواند گفت و از هزار چیز که بتواند گفت یکی چنان باشد که بتواند نوشت که نوشته بدست اهل و ناهل افتد و منظور نظر مستعد و نامستعد شود

نظریه اسپرمیست ها راجع به خلق انسان از اسپرم مردان

این گروه باور داشتند که ساختار و فرم انسان به صورت مینیاتور(Homunculus) ازبدن مرد و در درون اسپرم به داخل بدن ماده منتقل می شود و بدن ماده یا رحم محیطی مناسب را برای رشد آن فراهم می نماید.

شکل ۱۰ : سیمای شماتیک اسپرم که همونوکولوس (انسان کوچولو یا مینیاتور) را درون آن نشان می دهد

www.kamus.ac.ir

پیشکش به او:

دردی نچشیدم که دوای تو نداشت — اشکی نفشاندم که برای تو نبود

آهی نکشیدم که هوای تو نداشت — سنگی نشکستم که صدای تو نداشت

چنگی نزدم که نوای تونداشت — نقشی نزدم که نگار تو نداشت

خوابی ندیدم که نمای تو نداشت — پائی نکوبیدم که در راه تو نبود

دادی نستاندم که در دادگاه تو نبود — رودی ندیدم که خروش تو نداشت

چرخی نزدم که در گرد تو نبود — رقصی نکردم که در نوای تو نبود

فریاد نکشیدم که از کرنای تو نبود — دستی به آسمان نبردم که سوی تو نبود

جائی ندیدم که نام از تو نداشت — آدم ندیدم که نشان از تو نداشت

آبی ندیدم که زندگی از تو نداشت — دشتی ندیدم که سبزی از تو نداشت

باغی ندیدم که لاله زار از تو نبود — گل زار ندیدم که رنگ از تو نبود

شن زار ندیدم که بیکران از تو نبود — کوهسار ندیدم که استوار از تو نبود

چشمه ندیدم که نما از تو نداشت — خاکی ندیدم که حیات از تو نداشت

رخساره ندیدم که یادگار از تو نداشت — ترتیب ندیدم که چارچوب از تو نداشت

بی جان ندیدم که جنبش از تو نداشت — لحظه ندیدم که زمان از تو نداشت

پدیده ندیدم که از تو جاندار نبود — پروانه ندیدیم که گرد چراغ تو نبود

دشمن ندیدم که دوستی از تو نداشت — اندیشه ندیدم که از تو پندار نداشت

دستور ندیدم که در قانون تو نبود — مخلوق ندیدم که همه از تو نبود

دستی نفشاندم که آفرین تو نداشت　　دانائی ندیدم که توان از تو نداشت

پائیز ندیدم که خزان از تو نداشت　　آغاز ندیدم که ز تو پایان نداشت

فصل دوم

علم ژنتیک

کـــاشکـی زبـــان هستـی داشتـــی　　تا ز هستـان پـرده هـا بـــرداشتـی

هـر چـه گویی ای دم هستی از آن　　پـــرده ای دیگر بـر او بستـی بـدان

دانش زیست شناسی یکی از قدیمی ترین علومی بوده که بشر به آن توجه داشته است. شواهد بسیار زیادی که طی کاوشهای باستان شناسی بدست آمده حکایت از آن دارد که انسانهای پیشین به دانش زیست شناسی توجه داشته اند و در این میان اصلاح نژاد دامها و پرورش گیاهان با باردهی بیشتر از دانش گذشتگان در مورد علم ژنتیک خبر می دهد. اما از حدود یک قرن پیش دانش زیست شناسی وارد مرحله جدیدی شد که بعدا آن را ژنتیک نامیده اند و این امر انقلابی در علم زیست شناسی به وجود آورد. .در قرن هجدهم ، عده ای از پژوهشگران بر آن شدند که نحوه انتقال صفات ارثی را از نسلی به نسل دیگر بررسی کنند؛ این بررسی ها به نتیجه قابل ملاحظه ای پایان نیافت. دو دلیل مهم آن عبارت بودند از آگاهی نداشتن به ریاضیات و دلیل دوم انتخاب صفاتی بود که برای پژوهش های اولیه ژنتیک مناسب نبودند.اولین کسی که توانست قوانین حاکم بر انتقال صفات ارثی را شناسایی کند، کشیشی اتریشی به نام گریگور مندل بود که در سال ۱۸۶۵ این قوانین را که حاصل آزمایشاتش روی گیاه نخود فرنگی بود، ارائه کرد. این در حالی بودکه جامعه علمی آن دوران به دیدگاه ها و کشفیات او اهمیت چندانی نداد و نتایج کارهای مندل به دست فراموشی سپرده شد. و به نظر می رسید ، پرونده این دانش رو به بسته شدن است. در سال ۱۹۰۰ میلادی کشف مجدد قوانین ارائه شده از سوی مندل ، توسط درویس ، شرماک و کورنز باعث شد که نظریات او مورد توجه و قبول قرار گرفته و مندل به عنوان پدر علم ژنتیک شناخته شود.

جایگاه ژنها

در سال ۱۹۵۳ با کشف ساختمان جایگاه ژنها (DNA) از سوی جیمز واتسن و فرانسیس کریک ، رشته ای جدید در علم زیست شناسی به وجود آمد که زیست شناسی ملکولی نام گرفت . با حدود گذشت یک قرن از کشفیات مندل در خلال سالهای ۱۹۷۱ و ۱۹۷۳ در رشته زیست شناسی ملکولی و ژنتیک که اولی به بررسی ساختمان و مکانیسم عمل ژنها و دومی به بررسی بیماری های ژنتیک و پیدا کردن درمانی برای آنها می پرداخت ، ادغام شدند و رشته ای به نام مهندسی ژنتیک را به وجود آوردند که طی اندک زمانی توانست رشته های مختلفی اعم از پزشکی ، صنعت و کشاورزی را تحت الشعاع خود قرار دهد و دیدگاه های مختلف عصر حاضر را به خود اختصاص دهد.

اساس مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی انتقال یک یا تعدادی از ژنهای یک ارگانیسم به درون خزانه ژنتیکی یک ارگانیسم دیگر است. به این ترتیب ارگانیسم جدید واجد ژنهایی خواهد شد که در گذشته فاقد آن بوده و اینک وادار می شود که در شرایط محیطی مناسب اقدام به بیان آن ژن نماید که محصول آن می تواند منجر به بروز صفت خاص و یا تولید فراورده ای شود.

مهندسی ژنتیک

مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی در چند سال اخیر توانسته منشأ خدمات ارزنده ای برای نوع بشر باشد. از مهمترین دستاوردهای این دانش می توان تأثیر آن را حیطه های مختلف از جمله اصلاح نژادی حیوانات و گیاهان با هدف تولید فراورده های بیشتر، تهیه داروها و هورمون ها با درجه خلوص بالا و صرف هزینه های پایین ، درمان بیماری های ژنتیکی با ایجاد تغییرات در سلول تخم و موارد متعدد دیگر اشاره کرد. تشخیص قبل از بارداری بیماری های ژنتیکی ، تشخیص درستی رابطه فرزند با پدر و مادر و همچنین تکنیک شناسایی مجرمان از روی بقایای باقی مانده از بدن ، مو و یا خون آنها از جمله توانایی های دیگر ژنتیک مولکولی است. در نگاهی دیگر دورنمای دانش ژنتیک و بیوتکنولوژی بسیار زیبا جلوه می کند. تولید اعضای بدن از قلب گرفته تا چشم و دست و پا به صورت مجزا از طریق مهندسی ژنتیک و ارایه آنها به بانکهای اعضای بدن با هدف کمک به نیازمندان پیوند عضو ، یکی از این موارد است. به این ترتیب مشکل دفع پیوند حل خواهد شد و مخصوصاً در صورتی که عضو پیوندی از دارای خزانه ژنتیک همان فرد باشد هیچ آنتی ژن بیگانه ای نمیتواند عامل دفع عضو باشد. درمان بسیاری از بیماری های ژنتیکی مخصوصاً در دوره جنینی قابل درمان خواهد بود. هویت افراد از روی کارتهای شناسایی که بر پایه وراثت و ژنتیک آنها عمل می کند ممکن خواهد شد و مجرمان با گذاشتن کوچکترین اثر بیولوژیکی از خود مثل یک تار مو بسرعت شناسایی خواهند شد.

دنیای آینده در تسخیر دانش ژنتیک خواهد بود و برای این علم نمیتوان پایانی قائل شد. اگر چه به نظر می رسد مثل هر دانش دیگری، این علم هم می تواند ابزاری برای ارضاء حس قدرت طلبی بسیاری از سیاستمداران باشد و تا کنون شاهد جنجالهای بسیار زیادی هم در این مورد بوده ایم. یکی از مهمترین موارد آن تولید گیاهان تراریخت و کلونینگ و همسانه سازی انسان بوده است.

گریگور مندل

گریگوری مندل که او را پدر ژنتیک می دانند در روستای برنو که اکنون جزوی از کشور چک است در خانواده ای تنگ دست و آلمانی زبان متولد شد. پدر مندل، یک کشاورز بود که حداقل سه روز در هفته برای مالک زمین در شرایطی بسیار سخت و طاقت فرسا کار می کرد تا بالاخره روزی مالک یک زمین زراعی شد. مندل هم به پرورش درختان میوه علاقه زیادی داشت و باغ میوه کوچک خود را با پیوندهایی بهبود می بخشید که کشیش شهر، پدر «شریبر»، در اختیارش می گذاشت. یوهان جوان که پس از راهب شدن گرگور مندل نام گرفت، در این کار به پدرش کمک می کرد. و به تدریج با باغبانی و پرورش گل آشنا شد. پدر شریبر در مدرسه دهکده تدریس می کرد. کودکان در آن مدرسه نه تنها خواندن و نوشتن می آموختند، بلکه با تاریخ طبیعی و علوم نیز آشنا می شدند. مندل هم که شاگرد ممتازی بود ، درس را در همان مدرسه شروع کرد. پدر مندل که مرد فقیری بود ، با وجود امکانات بسیار اندک، هر آنچه در توان داشت، به کار گرفت تا پسرش آینده بهتری داشته باشد. یوهان، تحصیلات ابتدایی را با موفقیت پشت سر گذاشت و برای رفتن به دبیرستان آماده شد. هر چند که رفتن به دبیرستان برای خانواده یوهان بسیار سخت بود و والدین او نمی توانستند از نظر مالی کمک زیادی به او بکنند. به همین دلیل هم ، یوهان مجبور بود برای تأمین نیازهای مالی خود کار کند. با وجود این، او با موفقیت به تحصیل ادامه داد تا این که در شانزده سالگی پدر مندل در یک تصادف به شدت

صدمه دید و مجبور شد کار در مزرعه را رها کند. به این ترتیب، یوهان باید کلیه مخارج تحصیل خود را به تنهایی فراهم می کرد. او به خاطر کار زیاد و سوء تغذیه، مریض شد. با وجود این، دبیرستان را با موفقیت به پایان رساند و خود را برای رفتن به دانشگاه آماده کرد. از آن جا که یوهان سرگرم تحصیل بود و نمی توانست در کار مزرعه به پدر کمک کند، آنتوان مندل ، پدر یوهان تصمیم گرفت سرپرستی مزرعه را به دامادش واگذار کند. داماد نیز متعهد شد که هنگام ورود یوهان به صومعه، مبلغی را به او بپردازد. تقریباً بلافاصله پس از این که قرارداد امضا شد، خواهر مندل سهم جهیزیه اش را به برادرش داد تا تحصیلات خود را تکمیل کند. و در انتهای آن سال، تمام بودجه خانواده به اتمام رسید.

در چنان شرایطی، تنها امید خانواده، کشیش شدن یوهان بود مندل امیدوار بود به عنوان کشیش، شغلی همچون معلمی در مدرسه پیدا کند و در اوقات فراغت به مطالعات علمی بپردازد. مندل در صومعه ای مشغول فعالیت شد که دارای یک زیست شناس، یک ستاره شناس، یک فیلسوف و یک آهنگساز بود. طبق یک حکم سلطنتی، آنان مسئولیت تدریس مسائل دینی، فلسفی و ریاضیات را بر عهده داشتند. در واقع صومعه یک دانشگاه کوچک بود. این دانشگاه کوچک برای تکمیل گروه کوچک استادانش به شاگرد جوانی نیاز داشت که مایل به پیوستن به صومعه باشد. ازاین رو، مندل به توصیه استاد فیزیکش که مندل را در رشته فیزیک بهترین می دانست، به صومعه پیوست. چند سال بعد، مندل در یکی از یادداشتهایش چنین نوشت: «این قدم، تغییری اساسی در زندگی ام به وجود آورد. احساس می کنم به نقطه ای از زندگی رسیده ام که دیگر به مبارزه تلخ برای زنده ماندن نیازی ندارم.» او دیگر نگران به دست آوردن لقمه نانی نبود و سرانجام می توانست از نظر مالی به خانواده اش کمک کند و بخشش سخاوتمندانه خواهرش را با تأمین مخارج تحصیل پسرانش جبران نماید.

مندل به عنوان کشیش ناحیه و کشیش بیمارستان به کار مشغول شد. اما کار در بیمارستان برای مندل مناسب نبود و مجاورت با انواع بیماریها او را بیمار کرد. به همین جهت، او برای تدریس به یکی از دبیرستان های ناحیه اعزام شد. این شغل برای مندل بسیار مناسب بود. او ریاضیات و ادبیات روم و یونان باستان تدریس می کرد و بین دانش آموزان و اعضای دبیرستان، شهرت و محبوبیت زیادی داشت. مندل با کمک های صومعه توانست در دانشگاه وین تحصیل کند. او در کلاس های فیزیک تجربی آموخت که چگونه می توان به کمک مشاهده و تجربه، فرضیه ها را آزمایش کرد و به قوانین عمومی دست یافت. او به مطالعه آمار و احتمالات پرداخت و با نظریه اتمی در شیمی آشنا شد. همچنین در کلاس های زیست شناسی و فیزیولوژی گیاهی شرکت کرد تا دانش خود را در این زمینه تکمیل کند..در زمان مندل نظریه توارث آمیخته نظریه ای بود افراد آن را پذیرفته بودند بر این اساس ، صفات فرزندان همیشه حد واسطی از صفات والدین است و طبق نظر لامارک محیط بر وراثت تاثیر می گذارد و ممکن است باعث تغییر صفات منتقل شده از والدین به فرزندان شود. مندل هم که مطالعاتی در این مورد انجام داده بود بر روی اصول وراثت کار کرد و در نهایت نظریه لامارک را رد کرد.

مندل در سال ۱۸۵٦، مطالعات معروفش را روی گیاه نخود فرنگی آغاز کرد و پس از هفت سال موفق به کشف اصول اولیه وراثت شد. تمام فضایی که او برای انجام آزمایشاتش در اختیار داشت، قطعه کوچکی از باغ صومعه بود که ۳۵ متر طول و هفت متر عرض داشت. او با این که به طور تمام وقت تدریس می کرد، هر گاه فرصتی می یافت، به کار و آزمایش در باغچه اش می پرداخت. نتایج آزمایش های او در سال ۱۸٦۵ منتشر شد. مندل گیاه نخود را انتخاب کرد و از طریق دگر لقاحی در نخود سعی کرد که نخود هایی با صفات متقابل را با یکدگر آمیزش دهد و گیاهانی با صفات جدید را به وجود آورد. هر چند که هیچ گاه گیاهی با صفات جدید به وجود نیامد ، اما آزمایشات او به شناسایی اصول مهمی از وراثت ختم شد.

آزمایشگاه مندل همان باغچه کلیسا بود و او آزمایشات خود را از سال ۱۸۵٦ تا ۱۸٦۳ بر روی گیاه نخود انجام داد و با کمک دانش ریاضی احتمالات موفق شد نسبت های بیان صفات که به دو دسته غالب و مغلوب تقسیم بندی کرده بود را کشف کند که بعدها به قوانین وراثت مندل معروف شد. از آنجا که در آن زمان بسیاری از افراد با نفوذ همچنان نظریات داروین و لامارک را صحیح می پنداشتند حاضر به پذیرش نظریات او نشدند. و مندل در حالی که هنوز نتایج آزمایشات او در محفل علمی معتبری مطرح نشده بود درگذشت و این در حالی بود که حتی گروهی از فلاسفه علم اعتقاد داشتند که مندل به صورت غیر آگاهانه به نتایجی دست پیدا کرده و حتی میخواستند لقبی را که بعداً به عنوان پدر علم ژنتیک برای او انتخاب کردند را منکر شوند..مندل تا سال ۱۹۰۰ همچنان ناشناخته ماند تا این که در این سالها سه دانشجو به صورت جداگانه کارهای مندل را دنبال کردند و قوانین او را به تأیید رساندند. مندل قوانین حقیقی وراثت را کشف کرد، اما محیط فرهنگی اش مانع از آن شد که ارزش کارهایش شناخته شود. کشف مجدد قوانین مندل تنها هنگامی ممکن شد که سلسله ای از تهاجم های غیرمستقیم علمی تصورات قدیمی را از اعتبار ساقط کرد. پژوهش های مندل بر روی حدود ۲۸۰۰۰ بوته نخود و در مدت ۷ سال دنبال شد.

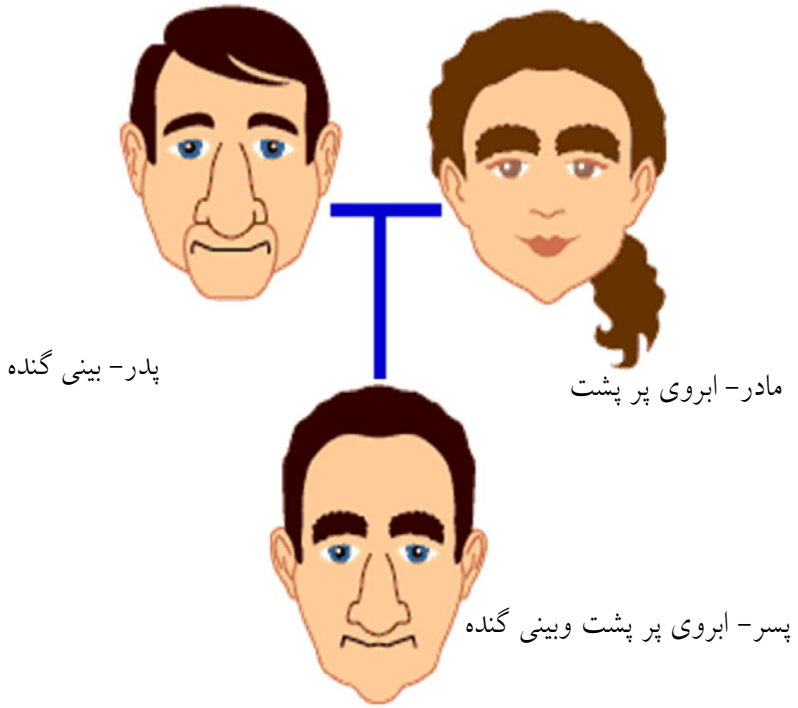
ژنتیک

ژنتیک عبارت است از علم توارث؛ علمی که از همانندی ها و گوناگونی ها در افراد خویشاوند صحبت می کند . ژن ها عوامل اطلاعاتی و دستورالعمل بیان ویژه گیهای هر گونه را در درون دارند و خود آنها روی دی.ان.ای قرار دارند . پژوهشگران پیش از جنگ جهانی دوم نشان داده بودند که ماده مرموزی که ژن ها را از نسلی به نسل دیگر منتقل می کند مولکولی به نام دی.ان.ای است. اما آنها علی رغم درک اهمیت دی.ان.ای، این مولکول معجزه گر، از نحوه عملکرد یا شکل درونی آن اطلاع نداشتند و این همچنان معمایی باقی مانده بود. پیش از آنکه واتسون و کریک در این جهت گام بردارند، دانشمندان می دانستند که مولکول های دی.ان.ای از چند ماده شیمیایی نسبتا ساده تشکیل شده اند. آنها دستور ساخت دی.ان.ای را در اختیار داشتند. واتسون و کریک به جای پرداختن به آزمایش های عملی سعی کردند این معما را به کمک نظریه های فکری حل کنند. سایر محققان مدل های مختلفی از ساختمان دی.ان.ای پیشنهاد کرده بودند، اما این مدل های خالی از ایراد نبود. این دو نفر مقاله معروف خود را در مجله "نیچر" به چاپ رساندند و "دابل هلیکس" را برای نخستین بار به جهانیان معرفی کردند که این واقعیت را نشان می داد که دی.ان.ای چگونه از دو رشته که به آن امکان می دهد نمونه ای عینی از خود را ایجاد کند تشکیل شده است. دی.ان.ای حاوی ژن ها هستند و آنها نیز تفاوت ها و شباهتها را در بین گونه ها و یا در درون گونه ها ایجاد می نمایند. بسیاری از شباهت ها در گونه ها به اندازه ای آشکار هستند که ما را متوجه خود نمی سازند. مثلا نتایج خرگوش همیشه خرگوش بوده و موش ها همیشه در تولید مثل خود موش میزایند. کشاورزی که گندم می کارد متعجب خواهد شد اگر دانه گندم کاشته شده , بعد از جوانه زدن به درختان بلوط تبدیل شوند. از طرف دیگر, گرچه درجه اختلافاتی که مابین افراد خویشاوند دیده می شود بسیار کمتر از اختلافات بین گونه های مختلف است ولی معمولا به آنها توجه بیشتری میشود. در گونه انسان ,*Homo sapiens* اختلافات جزئی در رنگ پوست و شکل بینی و یا رنگ چشم و یا در چگونگی گرفتاری به بیماری

و سیر آن بیشتر جلب توجه می کند تا صفات ثابتی که ما را از میمون ها جدا می سازند. این اختلافات بویژه در حوزه بهداشت و پزشکی را باید تشریح نمود و راه حل مناسب را جهت پیشگیری و کنترل این گونه بیماریها که بصورت ارثی منتقل می شوند شناسائی و به جامعه و مسئولین معرفی نمود . هم ا کنون حدود ۲۰۰۰ بیماری وراثتی و وابسته به ژن تخمین زده می شود بعضی از آن ها مانند دیابت ,چاقی , فشار خون ,کم هوشی ،کره هانگتینتون و.....بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند.

موضوع علم ژنتیک، انتقال، بیان و تکامل ژنها است به مولکول هایی که کارکرد، تکوین و خصوصیات ظاهری موجود زنده را کنترل می کنند . با انتقال ژن ها[1] از یک نسل به نسل بعد، گرگور مندل قوانین وراثت را کشف کرد .

۱– لازم به یاد آوری است که در لهجه کردی یکی از اصیل ترین شاخه های زبان های ایرانی ژن یعنی زن یا زندگی که در زبان لاتین هم با همین معنا بیان می شود و زن هم به ژن تبدیل شده است. زن در تاریخ فرهنگ ایران زمین از ارزش و مقام بالا بر خوردار بوده است. درشهر سوخته که در میانه راه زابل و زاهدان و در حاشیه رودخانه هیرمند قرار داشته و هم اکنون توسط باستانشناسان ایرانی و ایتالیائی مورد کاوش قرار گرفته است بررسی های آنان نشان داده است که زن ها در حدود ۵۰۰۰ سال پیش در ایران مسئول یکی کارهای بزرگ اجتماعی یعنی مسئولیت امور اداری و مالی بوده اند و همراه خود مهر های گلی نشان دار داشته اند همین طور در این کاوش ها برای اولین بار در تاریخ پزشکی دوران باستان چشم مصنوعی برای زنان استفاده شده است برای زیباتر شدن چشم برای عروق آن از طلا استفاده شده است. این موضوع نشان دهنده نقش زنان، توانمندی ایرانیان در پزشکی بویژه برای جراحی های زیبائی بوده است



شکل ۱: انتقال صفت از پدر و مادر به فرزند

در سال ۱۹۰۰ سه گیاه شناس به نام های Carl Correns از آلمان Erichron Tschermak از اتریش و Hugode Vries از هلند، قوانین حاکم بر انتقال صفات از والدین به زاده ها را گزارش کردند. این قوانین قبلاً در سال ۱۸٦٦ توسط یک کشیش اتریشی به نام Gregor Mendel گزارش شده بود. هر چند کارهای مندل بعد از ۱۸٦٦ به راحتی قابل دسترس بود، ولی تا قبل از پایان قرن، دانشمندان به اهمیت آنها پی نبردند. حداقل چهار دلیل برای این وقفه ۳٤ ساله وجود دارد.

-اول اینکه تا قبل از آزمایشات مندل، زیست شناسان به دنبال الگویی برای توضیح نحوه انتقال صفاتی بودند که به صورت پیوسته اندازه گیری می شدند . صفاتی مانند طول و وزن . آنها به دنبال قوانین وراثتی ای بودند که صفات پیوسته ای را به خصوص بعد از تئوری تکامل داروین که در سال ۱۸۵۹ ارائه شد، بیابند اما مندل پیشنهاد کرد که صفات وراثتی، مجزا و ثابت هستند (ناپیوسته). برای مثال نخود فرنگی ها سبز یا زرد بودند. طرفداران نظریه تکامل به دنبال تغییرات کوچک در صفات پیوسته بودند در حالی که مندل قوانین وراثت ناپیوسته را ارائه داد . قوانین مندل، آن نوعی از تنوع را که مورد نظر طرفداران نظریه تکامل بود، فرموله نمی کرد .

-دلیل دوم اینکه تا آن زمان هیچ ذره فیزیکی ای که بتواند معادل " ذرات ارثی " مندل باشد، شناخته نشده بود . هیچ کسی بعد از مطالعه مقاله مندل نمی توانست بگو ید که ذره خاصی در سلول رفتاری مشابه با عناصر تکاملی مندل دار د.

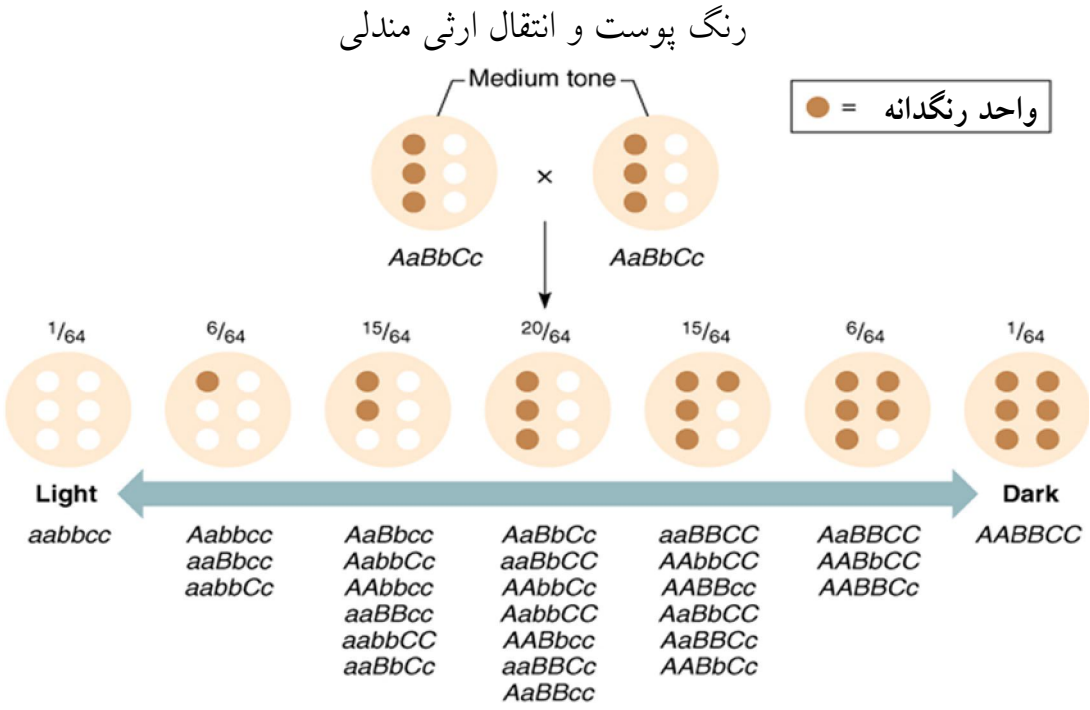
– سوم اینکه مندل تجربیات خود ر ا با تعداد زیادی گیاه انجام داد و نتایج را به صورت کسر درآورد . زیست شناسان که در آن زمان علم بسیار ناقص و ناپیوسته ای را مطالعه می کردند، معمولاً اطلاعات زیادی در مورد ریاضیات نداشتند –چهارم اینکه مندل شخصیت معروفی نبود و تلاش چندانی هم برای دفاع از نظریه اش در مقابل دانشگاه ها نکرد.

در طی سالهای ۱۸٦٦ تا ۱۹۰۰ دو تغییر عمده در علم زیست شناسی رخ داد . اول اینکه در طی این زمان نه تنها زیست شناسان کروموزوم را شناخته بودند، بلکه به حرکت های کروموزومی هم توجه کرده بودند و آنها را مورد مطالعه قرار د اده بودند و دوم اینکه در پایان قرن، زیست شناسان راحت تر و بهتر از زمان مندل با ابزارهای ریاضیاتی کار می کردند. ایده اصلی آزمایش های مندل ، آمیزش گیاهانی بود که صفات ناپیوسته و بدون overlap داشتند و سپس بررسی فراوانی و توزیع این صفات دروازه های چند نسل بعدی مندل با نخود فرنگی عادی Pisum sativum آزمایش می کرد . او حداقل به ۳ دلیل گیاه نخود فرنگی را انتخاب کرد.

اول اینکه آنها به راحتی پرورش داده می شوند و دوره ی تولید مثل کوتاهی دارند.

دوم اینکه این گیاهان صفات ناپیوسته ای مانند رنگ گل و الگوی میوه دهی دارند

و سوم اینکه به دلیل آناتومی این گیاه گرده افشانی گیاه به راحتی قابل کنترل است. می توان از ورود گرده های خارجی جلوگیری کرد و خود لقاحی نیز به طور مصنوعی در این گیاه قابل انجام است.مندل لقاح را به این صورت انجام می داد که قبل از بالغ شدن دانه گرده، گل را باز می کرد و گرده های یک گیاه دیگر را به روی خامه قرار می دا د. در بیش از ۱۰ هزار گیاهی که مندل مورد آزمایش قرار داد، تنها تعداد کمی به غیر از روش که مد نظر مندل بود لقاح انجام دادند.



شکل ۲: چگونگی انتقال صفت رنگ پوست بر اساس قوانین مندل

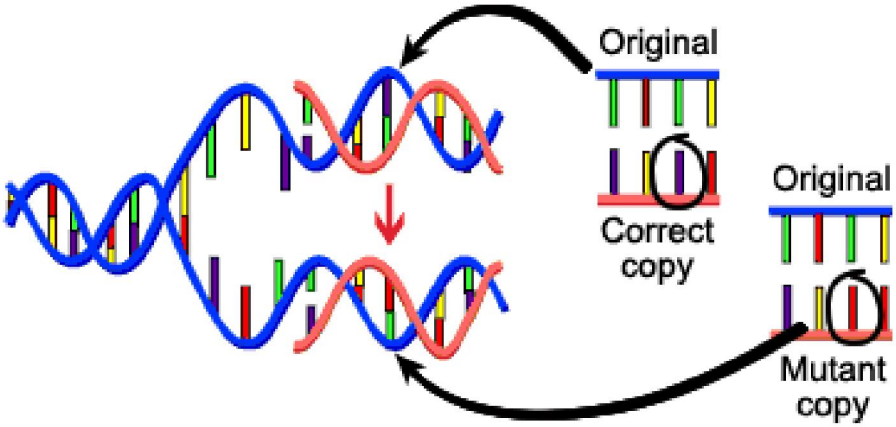
ژنتیک مگس سرکه و باکتری روده

در مطالعه ژنتیک، جانداران خاصی به کرات در آزمایش ها استفاده می شوند. اگر هدف این علم، مشخص کردن قوانین کلی در جهان موجودات زنده است، چرا ژنتیک دانان اصرار دارند که فقط از چند جاندار خاص استفاده کنند؟ جواب این سوال بر ای شما احتمالاً روشن است؛ جاندارانی که برای هر آزمایش انتخاب می شوند، خصوصیاتی دارند که آنها را برای آن آزمایش مناسب می کنند.

در مراحل اولیه تحقیقات ژنتیکی، در ابتدای قرن بیستم، تکنیکهای بررسی ماده ژنتیکی داخل یک باکتری یا ویروس هنوز به وجود نیامده بودند . جاندار اصلی ای که در آن زمان مورد استفاده قرار می گرفت یک مگس سرکه به نام علمی Drosophila melanogaster بود که قبلاً توسط زیست شناسان تکوینی مورد استفاده قرار می گرفت این جاندار دوره تولید مثل کوتاهی(در حدود ۲ هفته) دارد و در آزمایشگاه بقا و تولید مثل با لایی دار د. همچنین مگس سرکه، در برخی سلولهای

خود(سلول های غدد بزاقی) کروموزومهای بسیار بزرگی دارد(موسوم به کروموزومهای پلی تن) و بسیاری از خصوصیات ظاهری(فنوتیپ) این جاندار توسط ژنوم آن کنترل می شوند. برای مثال میتوان به آسانی جهش هایی را در این موجود یافت که در ژنهای کنترل کننده رنگ چشم، تعداد و شکل صفحات چشمی و صفاتی مانند شکل و تراکم کرک و رگ ها اتفاق افتاده اند در اواسط قرن گذشته، هنگامی که تکنیک های آزمایش های ژنتیکی بر روی باکتری ها ابداع شدند باکتری روده ای معمول Escherichia coli به جاندار مورد علاقه برای کارهای ژنتیکی تبدیل شد.

زیرا این باکتری دوره تولید نسلی برابر با ۲۰ دقیقه دارد، از هر ژن تنها ۱ نسخه دارد و مقدار ماده ژنتیکی آن بسیار کم است . بسیاری از گرو ه های تحقیقاتی از آن استفاده کردند. اتفاق بعدی، استفاده از ویروس های باکتریایی، موسوم به باکتریوفاژها بود ویرو س ها تنها از چند نوع پروتئین محدود و یک کروموزوم بسیار کوچک ساخته شده اند و برخی ویروس ها می توانند تا یکصد بار در ساعت رونویسی شوند.



شکل ۳: چگونگی دوتا شدن دی.ان.ا و امکان بروز یک اشتباه کوچک (موتانت) که سبب جهش و تغییر در وضعیت فرد می شود

روش های مطالعه ژنتیک

هر بخشی از دنیای ژنتیک، روش های خاص خود را در مطالعه دارد. معمولاً کشف یک تکنیک مطالعاتی جدید، بهینه کردن یک تکنیک پهنه جدیدی از تحقیقات را به روی محققین باز کرده است هر چه در طول این سالها تکنیک های ما رشد کرد ه اند، سوالات بیشتر و در سطوح پایین تری از حیات مورد بررسی قرار گرفته اند. مندل، پدر علم ژنتیک، مطالعاتی با انجام دادن آمیز ش های ساده بر روی گیاهان انجام داد امروزه، با روش های مدرن بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی، تعیین توالی نوکلئوتیدهایی (زیرواحدهای سازنده RNA,DNA) که سازنده یک ژن هستند به صورت یک روش روزمره درآمده است. یکی از بزرگترین پروژه های انجام شده در طول تاریخ، پروژه ژنوم انسان بود که با تعیین توالی ۳/۳ میلیارد نوکلئوتید موجود در ژنوم انسان، به

پایان رسید . تکنولوژی لازم برای انجام پروژ هھایی با چنین ابعادی، به تازگی به دست آمده است. تا ۱۵ سال پیش فرض بر این بود که چنین پروژه هایی حداقل یک دهه زمان و بودجه عظیمی میبرند. امروزه با تکنیک های جدید چنین پروژ ه ای ممکن است در کمتر از ۱ سال انجام شود.

تلومر

تلومر (Telomere) پایانه فیزیکی کروموزم های خطی میباشد که از یک توالی غیر کد کننده تشکیل یافته است. در پستانداران تلومر مرکب از تعداد متغیری توالی های تکراری ، با رمز TTAAGGG میباشد. توالی تکرار شونده تلومری در سایر جانداران نیز دارای فرمول کلی مشابهی است که این شباهت نشاندهنده نقش حیاتی و در نتیجه محفوظ باقی ماندن ساختار تلومر میباشد.با وجود اینکه تلومر از نظر ضخامت از DNA مضاعف (Dobell strand) است اما در انتهایی ترین منطقه یک توالی کوتاه (١٤ تا ١٦ نوکلوئیدی) دارد

شکل ٤: نمای شماتیک تلومر یا دم کروموزوم

۱- این ساختار با اتصال پروتئین های متصل شونده به تلومر تثبیت میگردد.

۲-انتهای مولکول خطی که بطور معمول چسبنده میباشد با حضور تلومر و ساختمان آن این چسبندگی را از دست میدهد. از این رو تلومر مانند سپری کروموزم را از ایجاد پیوستگی های نابجا و غیر صحیح و تخریب بوسیله آنزیمها اگزونوکلئاز سلول محافظت مینماید. همچنین ، مشخص شده است که تلومر درمکان یابی و جایگیری کروموزم در هسته و خاموشی انتخابی ژن های مجاور خود، ایفای نقش میکند علاوه برا ین ،تلومر نقش اساسی دیگری در ابتدای سنتز خود ایفا میکند که در ارتباط با رونویسی میباشد. در واقع در انتهای یک DNA خطی کار آنزیمهای همانند ساز در رشته پیرو به مشکل برخورد میکند چرا که این آنزیم ها برای برداشتن آخرین پرایمرو قراردادن آخرین بازها، پایانه 'OH3- در اختیار ندارند. آنزیم تلومراز (Telomerase) این مشکل را با ستنز تلومر حل میکند .این آنزیم که یک ریبونوکلئوپروتئین است با الگو قراردادن بخش ریبونوکلئیک اسیدی خود، توالی های تکراری تلومر را به پایانه رشته پیرو متصل کرده و این بخش اضافه برای سنتز پرایمر

جدید الگو قرار گرفته و همانند سازی انتهای DNA کامل میشود. خود پرایمر نیز تا نزدیکی انتها الگو قرار گرفته و دو رشته ای میشود.

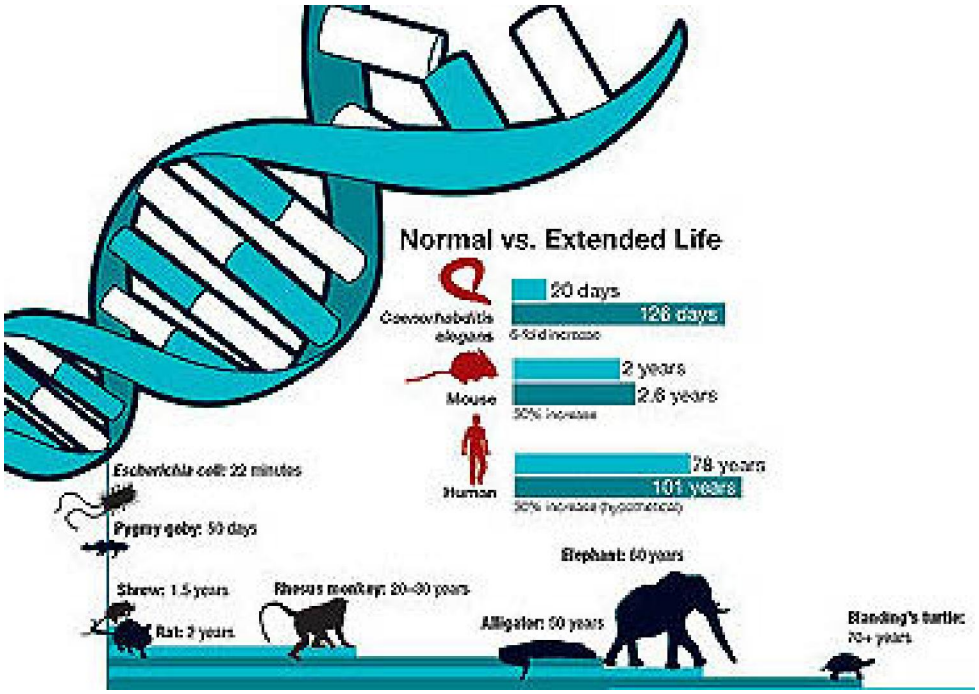
کنترل اندازه تلومر

با توجه به اینکه در هر دور همانند سازی با فعالیت تلومر به طول تلومر افزوده میشود به نظر میرسد که اندازه تلومر پیوسته افزایش می یابد اما درواقع چنین مسئله ای رخ نمیدهد بلکه حتی در سلولهای سوماتیک جانداران پر سلولی مثل انسان طول تلومر پیوسته کاهش می یابد. این سلولها طی تمایز،توانائی تولید آنزیم تلومراز را از دست داده اند بنابراین در هر دور همانند سازی در این سلولها آنزیم های درگیر درانتهای تلومر با مشکل عدم وجود پایانه روبرو شده وقسمتی از انتهای تلومر همانند سازی نمیگردد. این مسئله طی تقسیمات متوالی باعث کاهش تدریجی طول تلومر میگردد.البته سلولهای سوماتیکی که به سرعت تقسیم میشوند و سلولهای تولید مثلی، توانائی تولیدمثل تلومراز را دارند وبنابراین دچار این کاهش در طول تلومر نمیگردد.علاوه بر آنچه بالا گفته شد احتمال وجود سیستم کاهش طول وابسته به پروتئین که به اصطلاح باعث فرسایش یا خوردگی تلومر میشود نیز مطرح شده است.مشاهدات نشان داده است که در بین سلولهای سوماتیک سلولهای عصبی در رابطه با طول تلومر استثنا میباشند. چراکه در این سلولها طول تلومر همواره تقریباً ثابت باقی میماند. باتوجه به اینکه این سلولها پس ازدوران جنینی بطور معمول تقسیم نمیشوند ثبات طول تلومر در آنها مکانیزم کاهش طول تلومر براساس همانند سازی ناقص و یا هر مکانیزم دیگر را که وابسته به تقسیم سلولی باشد تائید میکند.سوالی که در اینجا مطرح میگردد این است که آیا در سلولهایی که بطور مداوم تقسیم می شوند مثل سلولهای تولید مثلی و یا تک سلولی های یوکاریوتیک که در آنها تقسیم سلولی به معنای تولید نسل است و بدون محدودیت دنبال میشود، طول تلومر به علت وجود آنزیم تلومراز پیوسته افزایش می یابد.مشاهدات و آزمایشات انجام شده بر روی سلولهای مخمر نشان داده اند که نوعی تعادل بین کاهش وافزایش طول تلومر در این سلولها وجود دارد. بدین صورت که سیستمهای مولکولی خاصی با کاهش تدریجی طول تلومر و رسیدن آن به یک آستانه معین امکان افزایش طول آنرا فراهم می آورند.

به عنوان مثال پیشنهاد شده است که پروتئین متصل شونده به تلومر به نام Telomere Binding Protienدارای تعدادی جایگاه اتصال روی تلومر است ،هرگاه که این پروتئین به تعداد معین (و یا بیشتر از آن) در اتصال با تلومر وجود داشته باشد تلومراز امکان اتصال و سنتز دنباله تلومر را نمی یابد. اما وقتی به علت کاهش طول تلومر، چه با فرسایش و چه با همانند سازی ناقص، تعداد جایگاه های TBP و در نتیجه تعداد مولکولهای این پروتئین بر روی تلومر کاهش پیدا کند، تلومراز اجازه می یابد به تلومر متصل شده و آنرا طویل کند این طویل شدن باعث ایجاد جایگاههای جدید برای اتصال تعدادی از مولکولهای این پروتئین به تلومر می شود که این امر دوباره باعث جلوگیری از افزایش طول مجدد تلومر توسط تلومراز شده و تعادل بین کاهش وافزایش طول حفظ میشود.

تلومر وطول عمر

وجود تلومر به عنوان سپر حفاظتی برای محافظت از ژنوم سلول یوکاریوتی اهمیت حیاتی دارد وکاهش زیاد طول تلومر منجر به از بین رفتن توانائی عملکرد این ساختار در انجام وظایف خود شده ودرنهایت سلول را به سوی نابودی میبرد. مشادهدات متعدد نشان داده اند که سلولهای سوماتیک انسانی طبیعی، که در سیستم در شیشه(in vitro)کشت داده شده اند ،تنها میتوانند تعداد محدودی تقسیم را انجام دهد و پس از آن رشد آنها متوقف شده و سلولها دچار سالخوردگی میشوند پس از اینکه کاهش طول تلومر به حد بحرانی برسد فرکانس بالائی از نوترکیبی های کروموزمی مشاهده میشود همین امر میتواند عامل سالخوردگی ونهایتاً نابودی سلول گردد. این اتفاق دربدن موجودات زنده (in vivo) نیز رخ میدهد و تحقیقات ارتباط طول عمر موجودات زنده پرسلولی وکاهش طول تلومر را نشان میدهند. به عنوان مثال در یک بررسی بر روی Rat مشاهده شد که کاهش طول عمر تلومر در بافتهای سوماتیک این جانور در جنس نر بیشتر (سریعتر) از جنس ماده است.و این مطلب با طول عمر آنها که در ماده ها بیش از نرهاست مطابقت دارد. همین مسئله باعث شد که بحث هائی پیرامون افزایش مدت عمر بشر وحتی جاودانگی بشر مطرح گردد و دانشمندان در تلاش هستند که ابتدا اینکار را با ساختن حیوانات آزمایشگاهی مثلاً موشهائی با عمرهای طولانی تر ازحد معمول به مرحله عمل برسانند. سالانه سه ماه به میزان امید به زندگی در جهان افزوده می شود و متخصصان پیش بینی می کنند تا سال ۲۰۳۰ در حدود یک میلیون انسان بیش از ۱۰۰ ساله در جهان خواهند بود. تا به امروز، رکورد بالاترین طول عمر در جهان به فردی ۱۲۲ ساله اختصاص یافته است، در عین حال در کشور ژاپن به تنهایی تا پایان سال ۲۰۱۰ بیش از ٤٤ هزار نفر با سنی بالای ۱۰۰ سال زندگی می کردند. با این همه برخی از متخصصان بر این باورند گرایش موجود به سوی افزایش طول عمر به واسطه پدیده چاقی همه گیری که جوامع ثروتمند و در حال توسعه را تحت تاثیر خود قرار داده، دچار اختلال خواهد شد.تحریک سلولها برای تولید آنزیم تلومراز ، فرآیند پیری را معکوس می کند .بشر از زمانهای بسیار دور به دنبال یافتن دارویی برای افزایش طول عمر بوده است و بسیاری از مردم آرزو دارند مدت زمان زندگی خود را بیشتر کنند ممکن است در آینده بنابر ادعای دانشمندان آمریکایی قرصی را تولید نمایند که می تواند طول عمر را افزایش دهد.



شکل ۵: طول عمر طبیعی و بیشینه تعدادی از موجودات

استرس مزمن منجر به کاهش طولانی مدت سطح پروتئین پی ۵۳ و آسیب DNA می‌شود.

پژوهشگران از سالهای قبل می دانستند که استرس مزمن موجب بی نظمی های کروموزومی شده و حاصل آن بروز بیمارهای ژنتیکی است. اما علت این مسئله کشف نشده بود و اکنون گروهی از محققین می گویند علت این تاثیرگذاری را شناسایی کرده اند. متخصصان با تزریق یک ترکیب شبه آدرنالین موجب استرس شدند و متوجه گردیدند که این نوع استرس مزمن موجب به کارافتادن مسیرهای بیولوژیک خاصی می شود که در نهایت این مسیرها به تجمع آسیب های دی ان آ منتهی می شوند. این یافته پاسخی منطقی برای این سوال در اختیار ما قرار می دهد که چرا استرس مزمن ممکن است منجر به بروز انواع مختلفی از مشکلات و اختلالات جسمی و روانی در انسان شود. این بررسی ها نشان داد که استرس مزمن منجر به کاهش بلندمدت سطح پروتئین P ۵۳ در بدن می شود. پی ۵۳ (P 53) یک پروتئین سرکوبگر تومور است و بعنوان یک گارد محافظ ژنومی در نظر گرفته می شود که از بروز نارسایی ها و نواقص ژنتیکی جلوگیری می کند .در نتیجه در شرایط استرس مزمن کاهش این پروتئین موجب بی نظمی های کروموزومی می شود و حاصل آن بروز بیمارهای ژنتیکی است. دانشمندان قبل از این کشف، استرس مزمن را با سفید شدن مو و بروز اختلالات خطرناک در عملکرد بدن مرتبط می‌دانستند. استرس مزمن می‌تواند باعث بروز مشکلات و ناراحتی‌های جسمی و هم چنین مشکلات رفتاری همچون اضطراب، افسردگی و ناباروری شود. آزمایشات روی موش‌هانشان می‌دهد؛ موشهایی که زیاد در معرض این فاکتور هستند بیشتر دچار رفتارهای اضطرابی و افسردگی می‌شوند و درعین حال فعالیتهای جنسی و تولید مثلی آنها نیز دچار اختلال می‌شود. این تغییرات رفتاری در انسان نیز در هنگام مواجهه با فاکتورهای استرس زای روزمره مشاهده می‌شود.

تلومر و سرطان

برخلاف سلولهای سوماتیک طبیعی،سلولهای سرطانی میتوانند بطورمتوالی تقسیم شده و خطوط سلولی نامحدود تولید نمایند. برای داشتن چنین خصوصیتی ، این سلولها باید توانائی حفظ طول تلومر خود را داشته باشند. این سلولها میتوانند این توانائی را با تولید آنزیم تلومراز بدست آوردند. در واقع ایجاد توانائی تولید این آنزیم که میتواند توسط ویروسها و یا سایر عوامل جهش زا ، در سلول های سوماتیک بدن ایجاد گردد یکی از عوامل سرطانی شدن این سلولها بشمار میرود.

از سوی دیگر همین مسئله از سوی پژوهشگران به عنوان پاشنه آشیلی برای سلولهای سرطانی تلقی میشود. چراکه با طراحی درمانهائی که ساز و کار حفظ تلومر را در این سلولها هدف قرار میدهد میتوان این سلولهای نامیرا را به سلولهایی با تقسیمات محدود و درواقع میرا تبدیل کرده و نابود نمود.

یکی از راحترین راهها برای انجام اینکار هدف قراردادن تلومراز است. چراکه این آنزیم مسئول نامیرائی در سلولهای سرطانی است. اما از سوی دیگر مشخص شده است که گاهی چنین مباررزه ای تاثیر معکوس میدهد به عنوان مثال در یک مطالعه درموشهای آزمایشگاهی مشاهده شده است که این نوع درمان اگر چه باعث کاهش توان حیاتی سلولهای سرطانی میشود اما فراوانی لنفوم را در این موشها افزایش میدهد. این امر ممکن است به علت افزایش امکان ایجاد نابسامانی های کروموزمی به علت کاهش طول تلومر ها باشد به بیان دیگر در این روش امکان بوجود آمدن خطوط سلولی جدید که نسبت به درمان مقاومت نشان میدهند وجود دارد.

ایراد دیگر این روش این است که پس از تحت تاثیر قرار دادن آنزیم تلومراز (که به طرق مختلف مثلاً طراحی شناساگرهای مکمل برای بخش RNA این ریبونوکلئوپروتئین که کار آن را مختل میکند،امکان پذیر است) بایدمنتظر ماند تا عوامل کاهش طول تلومر به تدریج اندازه تلومرها را کاهش دهند و این امر مستلزم سپری شدن چندین مرحله تقسیم سلولی است. بنابراین، درمانهای مبتنی بر توقف فعالیت تلومراز نمیتوانند بطور مستقیم وبی واسطه بر سلولهای سرطانی تاثیر گذار باشند وراه بهتر برای انجام درمان براساس تلومر هدف قراردادن پروتئینهای شرکت کننده در ساختمان آن برای از هم پاشاندن این ساختار و یا هدف قراردادن پروتئینهای شرکت کننده در مسیرها و واکنش های منتهی به ایجاد ساختار و یا هدف قراردادن پروتئینهای آن میباشد.که این امر خود مستلزم شناخت دقیقتر از ساختمان تلومر و چگونگی تشکیل آن با انجام پژوهشهای بیشتر در این زمینه است.

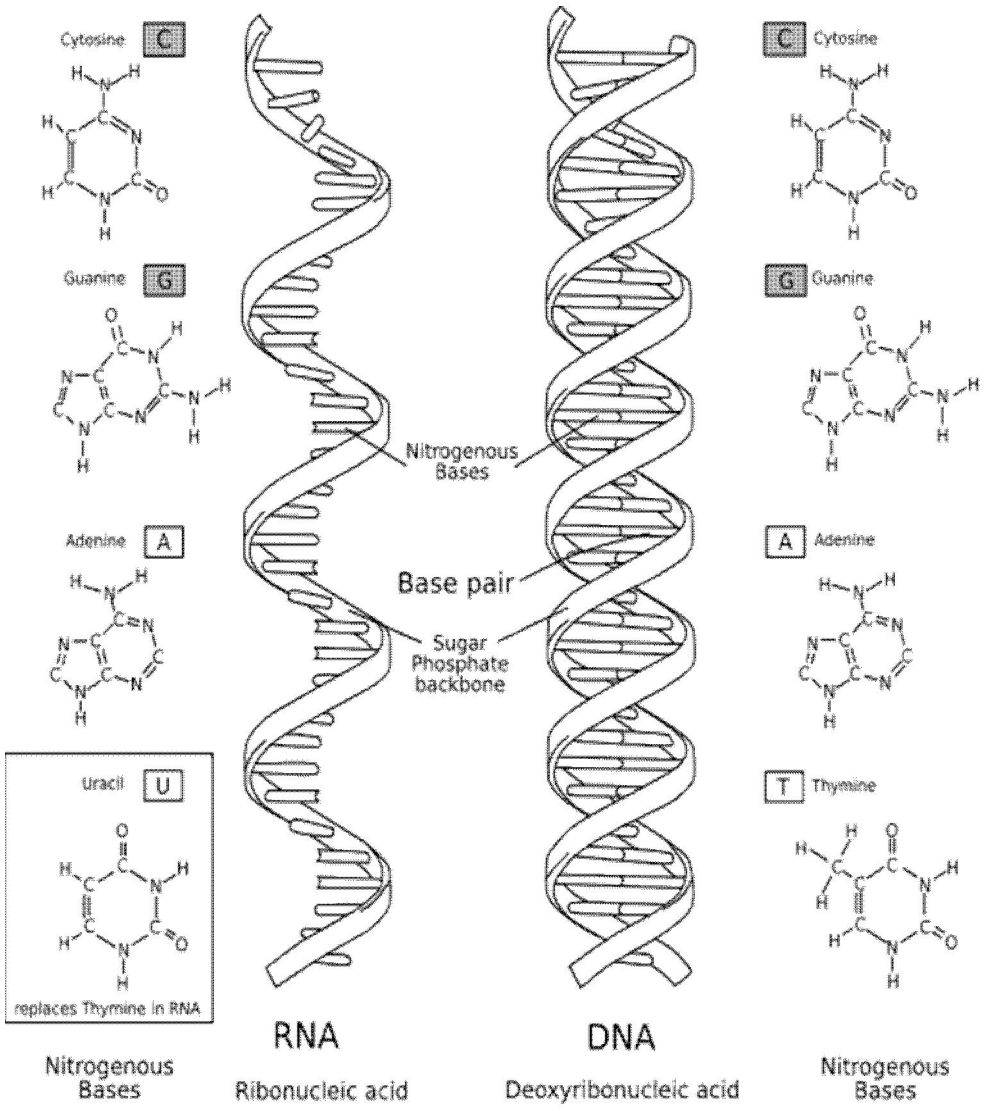
ساختمانDNA & RNA

ساختمانDNA

DNAیا دزاکسی ریبونوکلئیک اسید یکی از ماکرومولکولهای سلولی است که حامل اطلاعات وراثتی بوده و طی همانند سازی ژنتیکی از یک نسل به نسل بعد منتقل می‌شود. و در داخل سلول از روی آن RNA و پروتئین ساخته می‌شود . کشف ماده‌ای که بعدها DNA نام گرفت در سال ۱۸۶۹ بوسیله فردیک میشر انجام شد. این دانشمند هنگام مطالعه بر روی گویچه‌های سفید خون ، هسته سلولها را استخراج کرد و سپس بر روی آن محلول قلیایی ریخت. حاصل این آزمایش ، رسوب لزجی بود که بررسیهای شیمیایی آن نشان داد، ترکیبی از کربن ، هیدروژن ، اکسیژن ، نیتروژن و درصد بالایی از فسفر می‌باشد .میشر این ماده را نوکلئین نامید. زمانی که ماهیت اسیدی این ماده مشخص گردید، نام آن به اسید دزاکسی ریبونوکلئیک تغییر یافت .

ساختمان رشته‌ای DNA

سرعت پیشرفت تعیین ساختمان DNA بسیار کند بوده است. در سال ۱۹۳۰ کاسل و لوین دریافتند که نوکلئین در واقع اسید دزوکسی ریبونوکلئیک است. بررسیهای شیمیایی آن مشخص کرد که زیر واحد تکرار شونده اصلی DNA ، نوکلئوتید می‌باشد که از سه قسمت تشکل شده است. یک قند پنتوز (دزوکسی ریبوز) ، یک گروه فسفات و از یکی چهار باز آلی نیتروژن‌دار حلقوی آدنین (A) ، گوانین (G) ، سیتوزین (C) و تیمین (T) تشکیل شده است . از این چهار باز دو باز آدنین و گوانین از بازهای پورینی و دو باز سیتوزین و تیمین از بازهای پیریمیدینی می‌باشند .



شکل ٦: ساختمان DNA وRNA ، باز های آلی

به مجموعه قند و باز آلی نوکلئوزید گفته می‌شود. گروه فسفات می‌تواند به کربن۳ و یا۵ متصل شود. به مجموع نوکلئوزید و گروه فسفات متصل به آن نوکلئوتید می‌گویند. با توجه به اینکه یون فسفات می‌تواند هم به کربن ۳ و هم به کربن۵ متصل شود . پس دو نوکلئوتید از طریق یک پیوند فسفودی استر بهم متصل می‌شوند. به این صورت که گروه هیدروکسیل یک نوکلئوتید با گروه فسفات نوکلئوتید دیگر واکنش داده و پیوند فسفودی استر را بوجود می‌آورد. از آنجایی که پیوند فسفودی استر ، کربنهای۳ و۵دو قند مجاور را بهم متصل می‌کند، این پیوند را پیوند۳–۵فسفودی استر نیز می‌نامند. یک زنجیره در اثر اتصال پشت سر هم تعدادی۲–دزوکسی ریبونوکلئوتید بوسیله پیوندهای دزوکسی ریبونوکلئوتید تشکیل می‌شود .

تمامی نوکلئوتیدها در یک زنجیره پلی نوکلئوتیدی دارای جهت یکسان می‌باشند .به این صورت که نوکلئوتید انتهایی در یک سمت زنجیره دارای یک گروه۵ آزاد و نوکلئوتید انتهایی در سمت دیگر زنجیره دارای یک گروه۳ آزاد می‌باشد. بنابراین زنجیره پلی نوکلئوتیدی دارای جهت بوده و این جهت را به صورت۵<---۳ نشان می‌دهند .بنابراین اگر در نوکلئوتید ابتدایی کربن۵ در بالای حلقه پنتوز و کربن۳در زیر آن باشد، در تمامی نوکلئوتیدهای بعدی زنجیره کربن ۵ در بالای حلقه پنتوز جای خواهد داشت .

نتایج حاصل تا سال ۱۹۵۰

DNAیک پلیمر رشته‌ای متشکل از واحدهای۲دزوکسی اسید ریبونوکلئیک می‌باشد که بوسیله پیوندهای فسفودی استر۳-۵ به هم متصل شده‌اند . DNAحاوی چهار زیر واحد dc و dG و dT و dA می‌باشد . مقادیر متوالی dT و dA با یکدیگر و dc و dG نیز با یکدیگر مساوی می‌باشند .

مارپیچ دو رشته‌ایDNA

در سال ۱۹۵۳ در ساختمان سه بعدی DNA ، بوسیله واتسون و کریک کشف شد. واتسون و کریک با استفاده از مطالعات تفرق اشعه ایکس ، رشته‌های DNA که بوسیله فرانکلین و ویلکینز تهیه شده بود و همچنین ساختن مدلها و استنباطهای مشخصی ، مدل فضایی خود را ارائه دادند و در سال ۱۹۶۲ واتسون و کریک و ویلکینز به خاطر اهمیت کشف ساختمان DNA به صورت مشترک جایزه نوبل دریافت کردند .مدل پیشنهادی آنان چنین بود DNA .یک مارپیچ دو رشته‌ای است که رشته‌های آن به دور یک محور مرکزی ، معمولا به صورت راست گرد پیچ می‌خورند. طبق مدل واتسون و کریک ، ستونهای قند – فسفات همانند نرده‌های پلکان به دو قسمت خارجی بازهای آلی پیچیده و به این ترتیب در معرض محیط آبکی داخل سلول هستند و بازهای آلی که خاصیت آبگریزی دارند، در داخل مارپیچ قرار می‌گیرند. هنگام تشکیل مارپیچ رشته‌ها به صورت موازی متقابل قرار می‌گیرند .یعنی اگر جهت یک رشته۳-->۵ باشد، رشته دیگر ۵-->۳ خواهد بود. پیوندهای هیدروژنی بین آدنین از یک رشته با باز تیمین رشته مقابل و باز گوانین یک رشته با سیتوزین رشته مقابل بوجود می‌آیند. اگر چه از نظر اندازه هر باز پورینی می‌تواند در مقابل یک باز پیریمیدین قرار بگیرد. ولی به دلیل وجود گروههای شیمیایی روی بازهای G و C و T و A پیوندهای هیدروژنی مناسب فقط بین C - Gو T - A برقرار می‌شود و ایجاد پیوند بین G - T و C- A ممکن نیست .

واکنشهای توتومریزاسیون

اتم هیدروژن در بازهای آلی می‌تواند روی اتمهای نیتروژن و یا اکسیژن حلقه جابجا شود. این تغییر موقعیت هیدروژن روی حلقه باز را توتومریزاسیون می‌گویند. توتومریزاسیون در بازهای آدنین سیتوزین باعث تبدیل فرم آمینی به فرم ایمنی و در مورد بازهای تیمین و گوانین باعث تبدیل فرم کتونی به فرم انولی می‌شود .

در شرایط فیزیولوژیکی ثابت تعادل واکنش توتومریزاسیون بیشتر به سمت اشکال آمینی و کتونی می‌باشد. این حالت پایدار پروتونی ، الگوی تشکل پیوندهای هیدروژنی بین بازها را تعیین می‌نماید، بطوری که بازهای T و A با تشکیل دو پیوند هیدروژنی و بازهای G و C با سه پیوند هیدروژنی با هم جفت می‌شوند C .و A و همچنین T و G نمی‌توانند با هم جفت شوند .

زیرا در این بازها اتمهای هیدروژن هر دو در یک موقعیت قرار دارند و امکان ایجاد پیوند هیدروژنی وجود ندارد. به دلیل اینکه در رشته‌های DNA همواره باز A مقابل T و باز G مقابل C قرار دارد، این دو رشته را مکمل می‌نامند. بنابراین توالی موجود در یک رشته DNA ، توالی رشته مقابل را تعیین می‌کند. مکمل بودن دو رشته DNA ، اساس عمل همانند سازی DNA است.

ساختمانRNA

RNAمخفف اسید ریبونوکلئیک است که یکی از انواع اسیدهای نوکلئیک می‌باشد. در داخل سلول انواع مختلف RNA وجود دارد که هر کدام از آنها وظایف مخصوص به خود را دارند . RNAصرف نظر از انواعی که دارای ساختمان خاصی است، برخلاف DNA که ساختمان مارپیچ دو رشته‌ای دارد RNA معمولا یک رشته‌ای و تقریبا صاف و بدون تاخوردگی و یا به صورت کلاف است. علت اصلی عدم تشکیل مارپیچ دو رشته‌ای RNA مزاحمت فضایی گروه OH متصل به کربن شماره ۲- قند ریبوز است که مانع پیچش لازم می‌شود. زیرا گروه OH به طرف داخل محور مارپیچ قرار می‌گیرد و مانع فرم پایدار می‌گردد . بنابراین حتی در مقابل DNA الگو که دقیقا مکمل RNA است، RNAنمی‌تواند به شکل مارپیچی به آن متصل شود. همین خاصیت RNA باعث عدم پایداری آن در محیط قلیایی می‌شود، بطوری که در محیط قلیایی ، RNAبه مونونوکلئوتیدها تجزیه می‌شود، در حالی که DNA در محیط قلیایی فقط به صورت تک رشته‌ای درمی‌آید ولی تجزیه نمی‌شود . RNA انواع مختلفی دارد که سه گروه آز آنها بیشتر از بقیه مورد توجه قرار دارد.

انواع RNA

mRNA

mRNAیا RNA پیک به صورت تک رشته‌ای است. وظیفه اصلی پروتئین سازی را به عهده دارد و حاوی کدهای ژنتیکی برای ساخت پروتئین می‌باشد .پایداری آن کم است بطوری که گاهی پس از دو دقیقه بوسیله RNAase تجزیه می‌شود و به همین دلیل استخراج mRNA مشکل می‌باشد. گاهی هنوز ترجمه قسمت انتهایی mRNA تمام شده است که ابتدای mRNA تجزیه می‌شود. ولی در یوکاریوتها با مکانیسمهای خاص پایداری mRNA افزایش یافته است بطوری که گاهی پایداری mRNA در سلولهای یوکاریوت به ۱۰ ساعت می‌رسد .

rRNA

rRNAها یا RNA های ریبوزومی اصلی‌ترین اجزای تشکیل دهنده ریبوزومها می‌باشند و نام ریبوزوم نیز از ریبونوکلوئیک اسید (RNA)گرفته شده استRNA .های ریبوزومی نسبت بهmRNA ها پایدارترند. همچنین پروتئینهای ریبوزومی نیز به آنها متصل می‌شوند و باعث پایداری و عدم تجزیهrRNA ها در مقابل RNase ها می‌شوند

tRNA

tRNAها یا RNA های ناقل مولکولهای RNA کوچک به طول ۷۵ تا ۸۵ نوکلوئید هستند که وظیفه آنها انتقال اسید آمینه‌ها به داخل جایگاه خاص ریبوزوم می‌باشد. در واقع عمل اصلی ترجمه در پروتئین سازی را tRNA به عهده دارد، زیرا از یک طرف یک کد سه تایی روی mRNA را تشخیص می‌دهد و از طرف دیگر نیز اسید آمینه خاص مربوط به این کد سه تایی را حمل می‌کند که به زنجیره پلی پپتیدی اضافه می‌شود. در داخل سلولهای مختلف ، تعداد متفاوتی از tRNA یافت می‌شود، ولی حداقل ۲۰ خانواده از tRNA ها وجود دارد که هر خانواده یک اسید آمینه را حمل می‌کند. شکل کلی tRNA به صورت برگ شبدر می‌باشد. اتصال اسید آمینه به tRNA بوسیله آنزیم خاصی به نام آمینو اسیل tRNA - سنتتار انجام می‌شود .

hnRNA

این نوع RNA مخصوص سلولهای یوکاریوت می‌باشد که در آنها مواد ژنتیکی در داخل هسته قرار دارند در داخل هسته ، RNA در ابتدا به صورت رشته‌های حاوی نواحی کد کننده و غیر کد کننده ساخته می‌شود .به نواحی کدکننده اگزون و به نواحی غیر کد کننده ، انترون گفته می‌شود. این RNA برای تبدیل شدن به mRNA باید فرآیندهای خاصی را پشت سر بگذارد و قسمتهای انترون آن حذف شود به این RNA حاوی نواحی اضافی hnRNA گفته می‌شود که پس از اتمام فرآیند اصلاح تبدیل به mRNA می‌شود .

snRNA

snRNA قطعات کوچک RNA هستند که در داخل هسته وجود دارند و وظایف مختلفی را به آنها نسبت می‌دهند. گروهی معتقدند که این RNA ها همان پرایمرهای شروع همانند سازی RNA در سلول هستند و گروهی دیگر عمل دخالت در فرآیند اصلاح RNA را به آنها نسبت می‌دهند. گروهی نیز این قطعات را حاصل از اینترونها می‌دانند .

scRNA

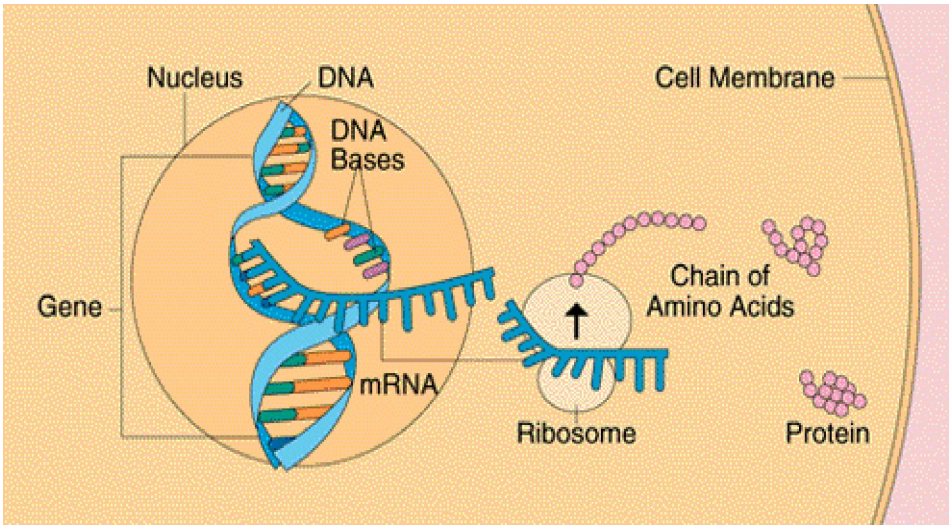
scRNA ها قطعات کوچک RNA موجود در سیتوپلاسم سلول می‌باشند که مانند scRNA عمل اصلی آنها هنوز مشخص نیست، ولی گروهی از دانشمندان معتقدند کهscRNA ها به عنوان قسمتی از بعضی آنزیمها عمل می‌کنند. برای مثال در پروتئین S.R.Pوجود دارند .

ساختمان RNA پلی مراز

عمل نسخه برداری نیاز به آنزیم خاصی دارد. از آنجایی که سنتز RNA به صورت متصل کردن نوکلوئیدهای مختلف به یکدیگر یا به عبارتی ، پلی مریزه کردن آنها می‌باشد ، به این آنزیم خاص RNA پلی مراز می‌گویند. ساختار این آنزیم در موجودات مختلف نسبت متفاوت است، ولی اصول کلی ساختار آن ثابت می‌باشد. شناخته شده ترین RNA پلی مراز مطالعه شده ، RNAپلی مراز E.Coliاست. این آنزیم دارای چهار زیر واحد اصلی و تعدادی زیر واحد فرعی می‌باشد . وزن مولکولی آنزیم RNA پلی مراز در باکتریهای مختلف متفاوت است ولی تعداد زیر واحدها و نوع آنها مشابه RNA پلی مراز E.Coli می‌باشد .

انواع RNA پلی مراز در یوکاریوتها

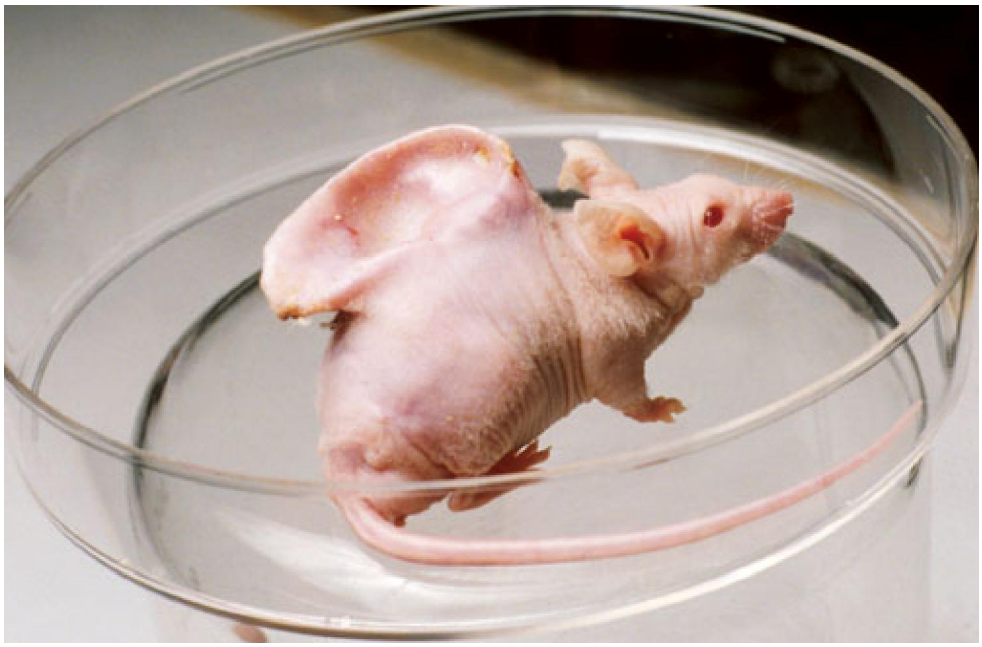
RNAپلی مراز I ، وظیفه آن ساخت rRNA می‌باشد .
RNA پلی مراز II ، وظیفه آن ساخت mRNA و تعداد کمی RNA های کوچک مانند SnRNA می‌باشد .
RNA پلی مراز III ، وظیفه آن ساخت tRNA و rRNA های کوچک می‌باشد .
ساختمان RNA پلی مراز E.Coli نسبت به ساختمان DNA پلی مراز ساده است و بسیاری از قسمتهای مربوط به DNA پلی مراز را ندارد و بنابراین باید تمامی اعمال خودش را به تنهایی انجام دهد. به همین دلیل عمل نسخه برداری در مقایسه با عمل همانند سازی کندتر صورت می‌گیرد.



شکل ۷: رونویسی از DNA به منظور ایجاد RNA و ساخت پروتئین توسط آن

یک موش با گوش انسان بر پشت خود

طی تحقیقات چند ساله مهندسین ژنتیک در کشورهای مختلف آنها با تلاش شبانه روزی در سال ۱۹۹۷ میلادی موفق به تولید ارگانهای انسانی بر روی حیوانات شدند . عکسی در تاریخ ۱۹۹۷ میلادی انتشار یافت ، یک عکس عجیب و غریب از یک موش که یک گوش انسان در بدنش رشد کرده بود به شکل انفجاری در دنیا انتشار یافت . گرچه بعضی از منابع تاریخ تولید این عکس را پیش از این زمان می دانند. جالب است که شوک این واقعه به حدی بود که بسیاری از مراکز علمی در ابتدا این عکس را یک مونتاژ عکاسی اعلام کردند . اما در زمانی بسیار کوتاه همه به واقعی بودن آن اطمینان پیدا کردند انتشار این عکس فکر و اندیشه تولید اندام های انسانی را برای درمان افراد نیازمند از درون آزمایشگاه های تحقیقاتی به سطح توده های مردمی وارد نمود.



شکل ۸: یک موش با اندامی شبیه گوش انسان بر پشت خود

البته معلوم بود که مهندسی ژنتیک می تواند به سرعت به این نقطه برسد ، زیرا سالها بود که محققین در کشورهای مختلف به دنبال این تکنولوژی بودند.آنچه در این موش رشد یافته بود تنها لاله و غضروف گوش بود که با پیوند ژن های انسانی کد کننده این قسمت های بدن بر روی ژنتیک موش حاصل شد . این گوش ساختار واقعی دستگاه شنوایی را نداشت اما در آن زمان جهش بسیار بزرگی برای علم ژنتیک بود.اما بر خلاف انتشار دهندگان این تصویر که منتظر تشویق محافل علمی و مردم کشورهای مختلف بودند ، موجی فراگیر از اعتراض نسبت به مهندسی ژنتیک در سطح جهان به راه افتاد. این اعتراض ها به نقطه ای رسید که دولتها مجبور به تصویب قوانینی در جهت ممنوعیت آزمایشات ژنتیکی بر روی انسانها در جهت تولید موجودات غیر طبیعی شدند.اکنون مهندسی ژنتیک نسبت به سال ۱۹۹۷ پیشرفت های بسیار زیادی داشته است و محققین توانایی تولید انواع ارگانهای انسانی بر روی حیوانات و همچنین تولید موجودات جدید حاصل از ژنهای انسان و چند موجود دیگر را دارند که پیش از این در دنیا وجود نداشته است . اما دیگر هیچ کس با افتخار یافته های خود را انتشار نمی دهد و بیشتر این فعالیتها در آزمایشگاه های زیر زمینی و مراکز تحقیقاتی مخفی کشورها انجام می شود .

موش بار سنگینی را در زمینه تحقیقات پزشکی در آزمایشگاه های سراسر جهان بردوش می کشد، به همین دلیل می تواند در نبرد با بیماری های انسانی موثر باشد. درک بهتر رمز ژنتیکی موش، که حدود ۷۵ درصد ژن های آن شبیه انسان است، می تواند به جستجو برای کشف معالجات نوین کمک کند. یک گروه بین المللی از پژوهشگران جزییات این پروژه را در نشریه علمی "Biology PLOS" چاپ کرد.این نقشه حاوی اطلاعات کامل مواد ژنتیکی موجود در هسته یک سلول است. این در عمل "کتابچه دستور ساخت" ژنتیکی یک موجود زنده است.این موش (Mus musculus) دومین پستاندار پس از انسان است که

نقشه کامل ژنتیکی آن تهیه می شود.البته نقشه ابتدایی از سلسله ژن های شامپانزه، سگ، گربه، میمون ماکاک و حتی پلاتیپوس قبلا منتشر شده بود.موش حیوانی است که اغلب برای درک بهتر بیماری های انسانی و چگونگی پدیدار شدن این بیماری ها مورد مطالعه قرار می گیرد.پژوهش های انجام شده به کمک موش آزمایشگاهی به پیشرفت هایی در معالجه سرطان، دیابت، بیماری قلبی و بسیاری دیگر از امراض منجر شده است. پژوهشگران توانستند بیش از ۲۰ هزار ژن را که حاوی رمز پروتیین هاست در موش شناسایی کنند. حدود پنج هزار ژن در موش هست که پس از جدایی اجداد انسان و موش از یکدیگر ظاهر شد. فرآیند تهیه نقشه ژنتیکی موش در سال ۱۹۹۹ آغاز شد و نقشه ابتدایی آن در سال ۲۰۰۲ منتشر شد. هزینه این پروژه که مراکزی در آمریکا و انگلیس آن را تقبل کرده اند بیش از ۱۰۰ میلیون دلار بوده است.

شباهت ژنتیکی موش‌ها با مجموعه ژنوم انسان سبب شده که بسیاری از پژوهش‌ها و آزمایش‌های پزشکی زیست‌شناسی روی موش‌ها صورت بگیرد. روند یادگیری و نحوه بایگانی اطلاعات در مغز انسان شباهت بسیاری به مغز موش‌ها دارد. برت ساکمن (Sakmann Bert) نوبلیست و زیست‌شناس معروف آلمانی از طرفدران موش‌هاست. او معتقد است روند یادگیری و نحوه بایگانی اطلاعات در مغز انسان شباهت بسیاری به مغز موش‌ها دارد، با این تفاوت که آموخته‌های بایگانی شده در مغز انسان به راحتی پاک نمی‌شوند. تعداد این سلول‌ها در مغز انسان بیش از صد میلیارد تخمین زده می‌شود که با یکدیگر در ارتباطند. ارتباط بین سلول‌ها ارتباط سیناپسی نامیده می‌شود. گاه میان دو سلول ده‌هزار ارتباط سیناپسی وجود دارد. با تکرار و تمرین در یادگیری این ارتباطات سیناپسی میان سلول‌ها بیشتر و قویتر می‌شوند. سلول‌های مغزی به طور مداوم در حال تبادل اطلاعات‌اند و مجموع ارتباطات مغزی، جریانی الکتریکی است که با دستگاه‌های مخصوص ثبت امواج مغزی قابل اندازه‌گیری است. در محوطه بیرونی یک سلول که غشای خارجی سلول نامیده می‌شود ذرات یا عناصر بارداری قرار گرفته‌اند که حضورشان موجب برقراری و روان شدن این جریان الکتریکی می‌شود. این جریان با عبور از سوراخ‌های کوچکی که در غشای خارجی سلول موجودند، از یک سلول به سلول مجاور منتقل می‌شود.

شباهت‌های ژنتیکی گاو و انسان

یک تیم بین‌المللی از دانشمندان موفق شدند توالی ژنوم گاوها را تکمیل کنند.به گزارش ایسنا، این محققان مرحله رمزگشایی ژنوم (نقشه ژنتیکی) گاو را با موفقیت به انجام رساندند بر اساس این گزارش که در مجله معروف ساینس به چاپ رسیده ، ۳۰۰ دانشمند از ۲۵ کشور مختلف طی یک دوره شش ساله برای تهیه این ژنوم تلاش کرده‌اند.نقشه ژنتیکی گاو اهلی شامل حدود ۲۲ هزار ژن جداگانه است که ۸۰ درصد از آنها با ژنهای انسان مشابه هستند. این محققان همچنین دریافته‌اند که روش سازمان یابی کروموزوم‌ها در انسانها به الگوی یافت شده در گاوها بسیار شبیه‌تر از موشها است، در حالی که موشها جانورانی هستند که در آزمایشگاهها برای مطالعه روی بیماریهای انسانی بسیار زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. درک و کشف ژنوم دام و احشام و تهیه نقشه ژنتیکی آنها به محققان امکان خواهد داد که اساس ژنتیکی بیماریها در دام‌های اهلی را پیدا کرده و بتوانند فرآورده‌های شیری و گوشتی سالمتری از آنها تهیه کنند و علاوه بر آن نیز از وابستگی به آنتی بیوتیک‌ها کاسته می‌شود.این پروژه تحقیقاتی ۳۵ میلیون دلاری به سرپرستی محققان کالج پزشکی بایلدرو مرکز خدمات تحقیقات کشاورزی آمریکا انجام گرفته است.

جدول ۱: اندازه ژنوم و تعداد ژن تخمین زده شده موجودات مختلف را در مقایسه با انسان نشان می دهد

موجود زنده	اندازه ژنوم (تعداد باز)	تعداد ژن تخمینی
Human (*Homo sapiens*)	3 billion	30,000
Laboratory mouse (*M. musculus*)	2.6 billion	30,000
Mustard weed (*A. thaliana*)	100 million	25,000
Roundworm (*C. elegans*)	97 million	19,000
Fruit fly (*D. melanogaster*)	137 million	13,000
Yeast (*S. cerevisiae*)	12.1 million	6,000
Bacterium (*E. coli*)	4.6 million	3,200
Human immunodeficiency virus (HIV)	9700	9

روشن و خاموش کردن ژن‌ها

در علم ژنتیک، هر ژنی که شناسایی می‌شود با یکی از حروف الفبا و یک شماره کدگذاری می‌شود، مثلاً ژن p53 ژنی است که به ژن نگهبان هم معروف است. دانشمندان معتقدند این ژن، مانع از رشد سلولهای سرطانی می‌شود. اما مشکل اینجاست که در سلولهای سرطانی، ژن p53 فرم تغییر یافته و غیرفعال دارد. گروهی از پژوهشگران آمریکایی موفق شده‌اند این ژن غیرفعال را فعال کنند. متخصصان ژنتیک معتقدند اگر ژن p53 در سلولهای سرطانی شده فعال شود رشد این سلولها متوقف می‌شود. این تغییر فرصت مناسبی برای سیستم ایمنی فراهم می‌کند تا سلولهای سرطانی شده از بین ببرد. این تئوری در مرحله عمل و بر روی حیوانات آزمایشگاهی جواب مثبت داده است. دو گروه پژوهشگر آمریکایی که به صورت جداگانه بر روی این ژن تحقیق می‌کنند، موفق شده‌اند با فعال کردن ژن p53 در سلولهای سرطانی کبد موشهای آزمایشگاهی رشد این سلولها را متوقف کنند. دکتر لارس زندا پژوهشگر آلمانی که با یکی از این تیم‌های تحقیقاتی همکاری می‌کند هسته اصلی موفقیت پروژه را اینگونه تعریف می‌کند:" ما برای نخستین بار در موقعیتی قرار گرفتیم که می‌توانستیم فعالیت یک ژن را درون سلول تنظیم کنیم، این کاری بود که قبلاً شدنی نبود. و غیر از این نتیجه بیولوژیکی این دست‌کاری ژنتیکی بسیار جالب است، وقتی ژن p53 در سلولهای

سرطانی فعال می‌شود سلول سرطانی واکنش نشان می‌دهد. پاسخ سلولها به این تغییر، ترشح ماده‌ای است که موجب تحریک سیستم ایمنی می‌شود این تحریک در نهایت منجر به حذف تومور خواهد شد. و دقیقاً این قسمت است که در پزشکی اهمیت دارد."

این پژوهشگران موفق شده‌اند درون سلولهای زنده تنها یک ژن را بر حسب نیاز به اصلاح روشن یا خاموش کنند. به محض اینکه ژن p53 روشن می‌شود ترشح ماده ای به نام شیموکین آغاز می‌شود. این ماده سیستم ایمنی را تحریک می‌کند و سیستم ایمنی گلبولهای سفید و سلولهایی که به سلولهای قاتل و سلولهای خورنده معروفند به غده سرطانی می‌فرستد. این سلولها به غده سرطانی حمله میکنند و آنرا از بین می برند. نتیجه استفاده از این روش در موشهای آزمایشگاهی بسیار موفقیت آمیز بوده است. رشد سلولهای سرطانی کبد موش‌ها ابتدا کاملاً متوقف شده و سرطان پس از مدت کوتاهی کاملاً از بین رفته است. استفاده از این روش احتمالاً اثرات جانبی ناخواسته‌ای به همراه خواهد داشت. فعال کردن یکباره سیستم ایمنی منجر به واکنش‌های متفاوتی از جمله التهاب عضو سرطانی خواهد شد. التهاب عضو پروسه درمان را مشکل‌تر می‌کند. گذشته از آن فعال کردن ژن p53تنها در صورتی ممکن است که این ژن به طور کامل تخریب نشده باشد. در بسیاری از سلولهای سرطانی این ژن به طور کامل از میان نرفته است اما ژنی که کمی تغییر ساختمانی پیدا کرده خوب عمل نمی کند.

خلق حیات در آزمایشگاها

گروهی علمی به سرپرستی یک دانشمند آمریکایی به نام کریگ ونتر توانسته است با استفاده از مواد شیمیایی بی‌جان ژنوم یک باکتری را ساخته و با گنجاندن آن در یک سلول معتقد است که اولین نوع حیات به شکل مصنوعی را خلق کرده است.به گزارش روزنامه گاردین چاپ لندن، این دستاورد بزرگ علمی راه را برای ساختن اندام‌هایی از پیش طراحی شده باز خواهد کرد.محصول این تلاش علمی یک موجود تک‌سلولی جنجال‌برانگیز است که گروهی شامل ۲۰ دانشمند در مدت بیش از ده سال و با صرف هزینه‌ای معادل ٤٠ میلیون دلار توانسته‌اند آن را خلق کنند.کریگ ونتر، دانشمند آمریکایی علوم ژنتیک که سرپرستی این تحقیقات را برعهده داشته، می‌گوید این دستاورد آغاز دوران جدیدی است که در آن اشکال حیات برای کمک به بشریت خلق خواهد شد. با استفاده از این کشف جدید می‌توان باکتری‌هایی خلق کرد که مواد سمی ناشی از سوخت‌های فسیلی در جو زمین را بمکد یا واکسن‌های موثرتری تولید کرد.به نوشته روزنامه گاردین، منتقدان از جمله گروه‌های مذهبی این تحقیقات را محکوم کرده و به خصوص یکی از گروه‌های منتقد می‌گوید که باکتری و اشکال دیگر حیات که با این روش خلق می‌شوند ممکن است به حیات وحش و محیط طبیعی گریخته و باعث فجایع زیست‌محیطی شوند. گروه دیگری از منتقدان نیز می‌گویند که این کشف دخالت در کار خداوند و خلقت است.موجود زنده‌ای که بر اساس این تحقیقات خلق شده شبیه به باکتری‌هایی است که باعث بیماری ورم پستان در بزها می‌شود، اما هسته اصلی آن ژنوم‌های مصنوعی است که تمام آنها در آزمایشگاه تولید شده‌اند. در شناسه دی‌ان‌ای این باکتری تک‌سلولی چهار علامت ثبت شده تا به عنوان باکتری مصنوعی شناخته شده و در صورت تسری ناخواسته آن به راحتی قابل تشخیص و ردیابی باشد. «این دستاورد هم از نظر علمی و هم از نظر فلسفی گامی بزرگ است. بدون هیچ تردیدی این کشف دیدگاه و تصور مرا از مفهوم حیات و چگونگی آن تغییر داده است. دکتر کریگ ونتر، مسئول این پروژه، گفت: «این

دستاورد هم از نظر علمی و هم از نظر فلسفی گامی بزرگ است. بدون هیچ تردیدی این کشف دیدگاه و تصور مرا از مفهوم حیات و چگونگی آن تغییر داده است.»به نوشته روزنامه گاردین، مسئولان این پروژه تحقیقاتی اکنون در نظر دارند تا با استفاده از موجودات تک‌سلولی که به شکل مصنوعی خلق شده‌اند تعداد ژن‌های مورد نیاز برای وجود حیات را بررسی کنند. از این طریق می‌توان از موجودات ذره‌بینی و با افزودن ژن‌های اضافه، مواد شیمیایی ضروری مثل پروتئین لازم برای واکسن را تولید کرد.جولیان ساوولسکو، استاد رشته اخلاق در علوم تجربی از دانشگاه آکسفورد، در این باره می‌گوید: «کریگ ونتر با این کشف خود در را به سوی بنیانی‌ترین موضوع در تاریخ بشریت و احتمالا سرنوشت و آینده آن گشوده است. کار او صرفا کپی کردن شکل حیات به صورت مصنوعی نیست .او دارد به ایفای نقش خداوند نزدیک می‌شود و آن خلق حیات به شکل مصنوعی است که هیچ گاه به صورت طبیعی نمی‌توانسته وجود داشته باشد.»مارک بدائو، استاد فلسفه از دانشگاه اورگون در آمریکا، نیز می‌گوید: «این نقطه عطفی شگرف در تاریخ بیولوژی و بیوتکنولوژی است.»روزنامه گاردین در پایان می‌نویسد که دکتر کریگ ونتر در دهه ۱۹۹۰ به چهره‌ای جنجالی در عالم علم و تکنولوژی بدل شد. در آن زمان وی توانست با وجود مخالفت‌های فراوان هدایت یک شرکت پزشکی را که با آن همکاری می کرد برای اجرای طرح» ردیابی تسلسل ژنوم‌های انسان» در دست بگیرد. دکتر ونتر قبل از آن نیز کشف ۳۰۰ نوع ژن را به نام خود ثبت کرده بود و به همین دلیل این نگرانی وجود داشت که شرکت تحت مدیریت وی حقوق معنوی مربوط به بخش مهمی از سازه‌های حیاتی را در انحصار خود بگیرد.

فصل سوم

بیوتکنولوژی

گستردگی و تنوع کاربردهای بیوتکنولوژی، تعریف و توصیف آنرا کمی مشکل و نیز متنوع ساخته است. برخی آنرا مترادف میکروبیولوژی صنعتی و استفاده از میکروارگانیسم‌ها می‌دانند و برخی آنرا معادل مهندسی ژنتیک تعریف می‌کنند به‌همین دلیل در اینجا مختصراً اشاره‌ای به تعاریف متفاوت از بیوتکنولوژی می‌کنیم که البته دارای وجوه اشتراک زیادی نیز هستند:

ـ بیوتکنولوژی مجموعه‌ای از متد و روشها است که برای تولید، تغییر و اصلاح فراورده‌ها، به‌نژادی گیاهان و جانوران و تولید میکروارگانیسم‌ها برای کاربردهای ویژه، از ارگانیسم‌های زنده استفاده می‌کند.

ـ کاربرد روشهای علمی و فنی در تبدیل بعضی مواد به کمک عوامل بیولوژیک (میکروارگانیسم‌ها، یاخته‌های گیاهی و جانوری و آنزیم‌ها) برای تولید کالاها و خدمات در کشاورزی، صنایع غذائی و دارویی و پزشکی

ـ مجموعه‌ای از فنون و روشها که در آن از ارگانیسم‌های زنده یا قسمتی از آنها در فرایندهای تولید، تغییر و بهینه‌سازی گیاهان و جانوران استفاده می‌شود.

ـ کاربرد تکنیکهای مهندسی ژنتیک در تولید محصولات کشاورزی، صنعتی، درمانی و تشخیص باکیفیت بالاتر و قیمت ارزانتر و محصول بیشتر و کم خطرتر

ـ استفاده از سلول زنده یا توانائیهای سلول‌های زنده یا اجزای آنها و فرآوری و انتقال آنها به‌صورت تولید در مقیاس انبوه

ـ بهره‌برداری تجاری از ارگانیسم‌ها یا اجزای آنها

ـ کاربرد روشهای مهندسی ژنتیک در تولید یا دستکاری میکروارگانیسم‌ها و ارگانیسم‌ها

ـ علم رام‌کردن و استفاده از میکروارگانیسم‌ها در راستای منافع انسان

تعاریف بالا از بیوتکنولوژی هرکدام به‌تنهائی توصیف کاملی از بیوتکنولوژی نیست ولی با قدر مشترک گرفتن از آنها می‌توان به تعریف جامعی از بیوتکنولوژی دست یافت. هر متخصص و دانشمندی تعریف جداگانه‌ای از بیوتکنولوژی ارائه می‌دهد. علت این تفاوت در تعاریف را باید درماهیت بیوتکنولوژی جُست.

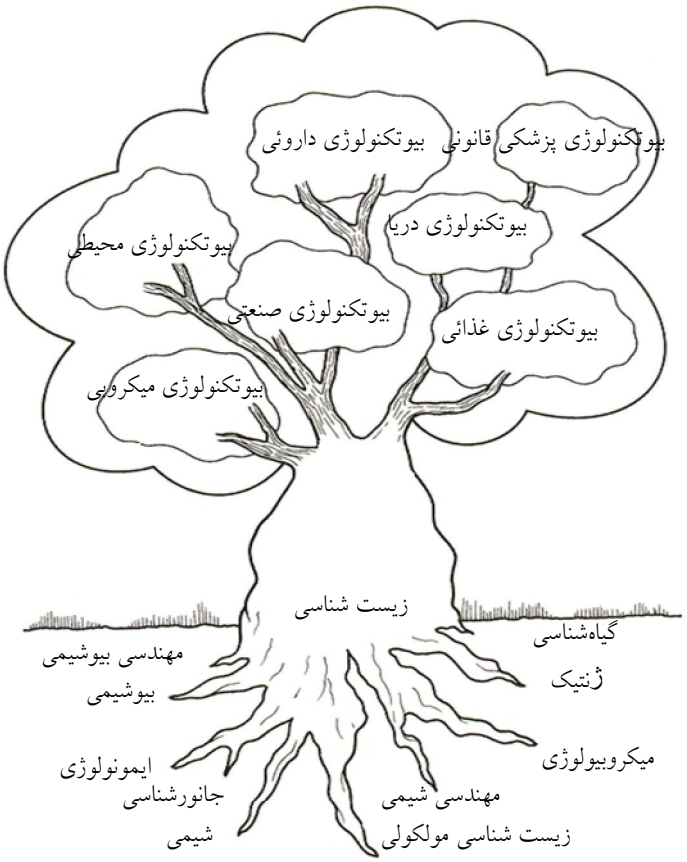
درخت بیوتکنولوژی

بیوتکنولوژی همانند زیست شناسی، ژنتیک یا مهندسی بیوشیمی یک علم پایه یا کاربردی نیست که بتوان محدوده و قلمرو آنرا بسادگی تعریف کرد. بیوتکنولوژی شامل حوزه‌ای مشترک از علوم مختلف است که در اثر همپوشانی و تلاقی این علوم بایکدیگر بوجود آمده است. بیوتکنولوژی معادل زیست شناسی مولکولی، مهندسی ژنتیک، مهندسی شیمی یا هیچ یک از علوم سنتی و مدرن موجود نیست؛ بلکه پیوند میان این علوم در جهت تحقق بخشیدن به تولید بهینه یک محصول حیاتی (زیستی) یا انجام یک فرآیند زیستی بروشهای نوین و دقیق با کارآئی بسیار بالا می‌باشد.

بیوتکنولوژی را می‌توان به درختی شبیه کرد که ریشه‌های تناور آنرا علومی بعضاً با قدمت زیاد مانند زیست شناسی بویژه زیست شناسی مولکولی، ژنتیک، میکروبیولوژی، بیوشیمی، ایمونولوژی، شیمی، مهندسی شیمی، مهندسی بیوشیمی، گیاه‌شناسی،

جانورشناسی، داروسازی، کامپیوتر و... تشکیل می‌دهند لیکن شاخه‌های این درخت که کم و بیش به تازگی روئیدن گرفته‌اند و هرلحظه با رشد خود شاخه‌های فرعی بیشتری را به‌وجود می‌آورند بسیار متعدد و متنوع بوده که فهرست کردن کامل آنها در این نوشته را ناممکن می‌سازد.

تقسیم‌بندی بیوتکنولوژی به شاخه‌های مختلف نیز برحسب دیدگاه متخصصین و دانشمندان مختلف فرق می‌کند و در رایج ترین تقسیم‌بندی از تلاقی و پیوند علوم مختلف با بیوتکنولوژی استفاده می‌کنند و نام شاخه‌ای از بیوتکنولوژی را بدین‌ترتیب وضع می‌کنند. مانند بیوتکنولوژی پزشکی که از تلاقی بیوتکنولوژی با علم پزشکی بوجود آمده است یا بیوتکنولوژی کشاورزی که کاربرد بیوتکنولوژی در کشاورزی را نشان می‌دهد. بدین ترتیب می‌توان از بیوتکنولوژی داروئی Pharmaceutical Biotechnology بیوتکنولوژی میکروبی، Microbial Biotechnology ، بیوتکنولوژی دریا Marine Biotech ، بیوتکنولوژی قضائی یا پزشکی قانونی Forensic Biotech ، بیوتکنولوژی محیطی Environmental Biotech ، بیوتکنولوژی غذائی food and food stuff Biotech بیوانفورماتیک Bioinformatic ، بیوتکنولوژی صنعتی Industrial ، بیوتکنولوژی نفت ..... بیوتکنولوژی تشخیصی و ... نام برد.



شکل ۱: درخت بیوتکنولوژی و شاخه های آن

این شاخه‌های متعدد در عمل همپوشانی‌ها و پیوندهای متقاطع زیادی دارند و باز بدلیل ماهیت همه‌جانبه بودن بیوتکنولوژی نمی‌توان در این مورد نیز به طور قاطع محدوده‌هائی را برای آنها تعیین نمود. گستردگی کاربرد بیوتکنولوژی در قرن بیست و یکم بحدی است که، اقتصاد، بهداشت، درمان، محیط‌زیست، آموزش، کشاورزی، صنعت، تغذیه و سایر جنبه‌های زندگی بشر را تحت تأثیر شگرفت خود قرار خواهد داد. بهمین دلیل اندیشمندان جهان قرن بیست و یکم را قرن بیوتکنولوژی نامگذاری کرده‌اند.

تاریخچه بیوتکنولوژی

واژه بیوتکنولوژی دارای قدمت است و آنگونه که همگان تصورمی کنند خیلی جدید نیست. این واژه ابتدا در کتابی که توسط نویسنده مجاری Erkey در سال ۱۹۱۹ نوشته شد مورداستفاده قرارگرفت. این کتاب مشتمل بر مسائل زیست شناسی است و به علاوه روش تولید محصولات توسط میکرو ارگانیزمها در آن تشریح شده است که موضوعی بود که در رشته کشاورزی به طور مشخص مورداستفاده واقع می شد، اما در همان سال ها دکتر chaim wiezman از دانشگاه منچستر موفق به توسعه فرایند صنعتی تولیدانبوه استون توسط فرمانتاسیون شده بود که این فرایند با تعریفی که توسط Erkey از بیوتکنولوژی شده بود تطابق کامل داشت.

با پیشرفت زمینه های استفاده از بیوتکنولوژی مترادف با تکنولوژی تعاریف رایج از این رشته نیز دستخوش تغییرات شد تا این که واژه بیوتکنولوژی مترادف با تکنولوژی تخمیر شد. این واژه در سال ۱۹۶۲ توسط Elmer Qarden در مقاله ای در مجله بیوتکنولوژی و مهندسی زیستی مورداستفاده قرارگرفت و همزمان با این کاربرد از سوی اتحادیه بیوتکنولوژی اروپا که تازه نیز تأسیس شده بود تعریف مشابهی ارائه شد. اما در سال بعد در مقاله ای منتشر شده در یک مجله مهندسی ژنتیک تعریف توسعه علمی و اقتصادی در زمینه ژنتیک برای تعریف بیوتکنولوژی مورداستفاده قرارگرفت واین تعریف موردتأیید کمیسیون علائم تجاری آمریکا قرارگرفت و به صورت علامتی تجاری درزمینه مهندسی ژنتیک مورداستفاده قرارگرفت .بیوتکنولوژی ریشه در تاریخ دارد و تکوین آن از سالهای بسیار دور آغاز شده تابحال ادامه یافته است. در تقسیم‌بندی زمانی می‌توان سه‌دوره برای تکامل بیوتکنولوژی قائل شد.

۱- دورهٔ تاریخی که بشر با استفاده ناخودآگاه از فرآیندهای زیستی به تولید محصولات تخمیری مانند نان، مشروبات الکلی، لبنیات ترشیجات و سرکه و غیره می‌پرداخت. در شش هزار سال قبل از میلاد مسیح، سومریان و بابلیها از مخمرها در مشروب‌سازی استفاده کردند. مصریها در چهار هزار سال قبل با کمک مخمر و خمیر مایه نان می‌پختند. در این دوران فرآیندهای ساده و اولیه بیوتکنولوژی و بویژه تخمیر توسط انسان بکار گرفته می‌شد.

شکل ۲: شروع کشاورزی و اهلی کردن حیوانات در میان رودان Mesopotamia حدود ۸۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح

۲- دوره اولیه قرن حاضر که با استفاده آگاهانه از تکنیکهای تخمیر و کشت میکروارگانیسم‌ها در محیط‌های مناسب و متعاقباً استفاده از فرمانتورها در تولید آنتی‌بیوتیکها، آنزیمها، اجراء مواد غذائی، مواد شیمیائی آلی و سایر ترکیبات، بشر به گسترش این علم مبادرت ورزید. در آن دوره این بخش از علم نام میکروبیولوژی صنعتی بخود گرفت و هم‌اکنون نیز روند استفاده از این فرآیندها در زندگی انسان ادامه دارد. لیکن پیش‌بینی می‌شود به تدریج با استفاده از تکنیکهای بیوتکنولوژی نوین بسیاری از فرآیندهای فوق نیز تحت تأثیر قرار گرفته و به‌سمت بهبودی و کارآمدی بیشتر تغییر پیدا کنند.

۳- دوره نوین بیوتکنولوژی که با کمک علم ژنتیک درحال ایجاد تحول در زندگی بشر است. بیوتکنولوژی نوین مدتی است که روبه توسعه گذاشته و روز بروز دامنه وسعت بیشتری به خود می‌گیرد. این دوره زمانی از سال ۱۹۷٦ با انتقال ژنهائی از یک میکروارگانیسم به میکروارگانیسم دیگر آغاز شد. تا قبل از آن دانشمندان در فرآیندهای بیوتکنولوژی از خصوصیات طبیعی و ذاتی (میکرو) ارگانیسم‌ها استفاده می‌گردند لیکن در اثر پیشرفت در زیست‌شناسی مولکولی و ژنتیک و شناخت عمیق‌تراجزاء ومکانیسم‌های سلولی ومولکولی متخصصین علوم‌زیستی‌توانستند تا به اصلاح و تغییر خصوصیات (میکرو) ارگانیسم‌ها بپردازند و(میکرو) ارگانیسم‌هائی باخصوصیات کاملاً جدید بوجود آوردند تا با استفاده از آنها بتوان ترکیبات جدید را بامقادیر بسیار بیشتر و کارائی بالاتر تولید نمود.

www.kamus.ac.ir

جدول ۱: تاریخچه مختصر بیوتکنولوژی

آبجو سازی در مصر و کشورهای حاشیه رود نیل	۶۰۰ سال قبل از میلاد
کشف پروتئین‌ها	۱۸۳۰ میلادی
جداسازی اولین آنزیمها	۱۸۳۳
کشف باکتری ای‌کلای	۱۸۵۵
کشف DNA	۱۸۶۹
استفاده از باکتریها در تصفیه فاضلاب	۱۹۱۴
استفاده از واژه بیوتکنولوژی توسط یک مهندس کشاورزی	۱۹۱۹
استفاده از اصلاح بیولوژی مولکولی	۱۹۳۸
کشف فعالیت ضدباکتریائی قارچ پنی‌سیلیوم توسط فلمینگ)کشف پنی‌سیلین)	۱۹۳۹
کشت ساختمان رشته‌ای مارپیچ DNA توسط واتسون و گریک	۱۹۵۳
توضیح و تشریح ساختمان آنتی‌بادی توسط پورتر، ارلن وینسونوف	۱۹۵۹
کشت سلول	۱۹۵۴
جداسازی یک آنزیم سنتز کننده DNA	۱۹۵۵
کشف کدهای ژنتیکی	۱۹۶۶
اولین سنتز کامل یک ژن	۱۹۷۰
کشف آنزیمهای برش دهنده اسیدهای نوکلئیک	۱۹۷۱
اولین آنتی‌بادی مونوکلونال	۱۹۷۵
اولین بیان ژن مخمر در باکتری ای‌کلای	۱۹۷۶
اولین بیان ژن انسان در باکتری	۱۹۷۷
تولید انسولین نوترکیب انسانی	۱۹۷۸
ابداع روش PCR برای تکثیر قطعات DNA	۱۹۸۳
ابداع روش انگشت‌نگاری DNA ـ اولین واکسن مهندسی ژنتیک	۱۹۸۴
EPA اولین تنباکوی مهندسی ژنتیک را تأیید کرد	۱۹۸۶
شروع پروژه ژنوم انسانی ـ تولید اولین گاو ترانس‌ژنیک	۱۹۹۰
کشف اولین ژنوم کامل یک موجود زنده	۱۹۹۵
ابداع تکنیک جدید DNA با استفاده از PCR و چیپ‌های DNA و یک برنامه کامپیوتری برای کشف ژنهای بیماریزا	۱۹۹۷
استفاده از سلولهای ریشه‌ای برای معالجه بیماریها	۱۹۹۸
شناسائی کامل ژنوم مگس سرکه و بسیاری از موجودات دیگر	۲۰۰۰
شناسائی کامل ژنوم انسان و بسیاری دیگر از ارگانیسم‌ها	۲۰۰۱

کاربردهای بیوتکنولوژی یامهندسی تغییر در موجودات زنده

بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک دانش جدیدی است که دستاوردهای آن در هاله ای از بیم و امید است. درطول تاریخ علوم و کشفیات جدید بسیاری از اختراعات و کشفیات علمی در مراحل ابتدایی خود با مقاومت و انکار ازسوی سایر متخصصان و پژوهشگران روبه رو شده اند و این درحالی بوده است که این کشفیات تنها تغییرات اندکی در نحوه زندگی و تفکر بشر به وجود آورده اند اما مهندسی ژنتیک با ساختار اصلی و قانونمند سامانه هستی درافتاده است و خواهان تغییرات اساسی و اصلی دراین ساختار است. در این مرحله از پیشرفت علم بشر به دنبال آن است که با بهره گیری از علم و دانش خود هم چنان بر کاستی ها غلبه کرده و مسیر رشد و ترقی خود را ادامه دهد. اما این تغییرات به دلیل آمیخته بودن با قوانین طبیعی بسیارحساس و شگفت انگیز خواهدبود و لذا وارد شدن در این مقوله آمیخته با بیم و امید است.کاربردهای بیوتکنولوژی بقدری وسیع است که تقریباً تمام جنبه‌های زندگی بشر را تحت تأثیر قرارداد و خواهد داد. به‌نحوی که حدس زده می‌شود در آینده نزدیک کنار اکثر نامهای رایج علوم و فنون یک کلمهٔ »بیو» یا «بیوتک» هم اضافه شود که نشانه تأثیر این علم بر آن رشته می‌باشد.

بیوتکنولوژی کشاورزی

با توجه به رشد روزافزون جمعیت جهان و نیز افزایش تقاضا برای موادغذایی طی سال های اخیر شاهد تغییرات اساسی در زمینه تولید محصولات کشاورزی در سال های اخیر بوده ایم و این خود سبب گذر جدی و اجتناب ناپذیر از کشاورزی سنتی به کشاورزی پیشرفته گردیده است و به علاوه سبب شده است که علاوه بر استفاده از ادوات و تجهیزات کاشت، داشت و برداشت جدید برای محصولات، روش های نوین بیوتکنولوژی نیز در تولید محصولات دامی و زراعی مورد استفاده قرار گیرد تا بدین وسیله مشکلات تأمین موادغذایی جوامع مرتفع شود. استفاده از روش های افزایش کمی وکیفی و نیز استفاده از روش های مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی در تولید محصولات غذایی و نیز کاهش هزینه ها و زمان تولید در این روش ها سبب شده است که گیاهان به عنوان اصلی ترین و مهم ترین منابع تجدید شونده جهان که علاوه بر تأمین غذای انسان و حیوان نیازهای غیرتغذیه ای مانند شیمیایی و صنعتی را نیز مرتفع می کنند، در کانون توجهات برای تولید انبوه قرار گیرند. علاوه بر تولید گیاهان تراریخته (دستکاری شده) دانشمندان اقداماتی نیز در جهت تولید جانوران ژنتیکی به عمل آورده اند و تولید جانوران ترانس ژنتیک از دستاوردهای مهندسی ژنتیکی است که نمونه واقعی این جانوران تولیدی را می توان در پژوهشکده های صنعتی شاهد بود و «دالی گوسفنده» نخستین نسل از این گونه از جانوران است.

کلون سازی اصطلاحی است که آن را معادل همسان سازی در نظر می‌گیرند . و در آن سعی بر آن است تا از یک موجود ، موجودی دیگر اما با صفات ژنتیکی کاملا مشابه با موجود اول تولید گردد. جهت تامین این هدف می‌باسیت از سلولهای سوماتیک (بدنی) با $2n$ کروموزوم بهره برد ،چون در سلولهای گامت ژنوم اولیه به صورت آللهای مختلف یک صفت در گامتها پخش می‌شود.لذا هیچگاه نمی‌توان از ترکیب دو گامت یک موجود، به همسان سازی پرداخت. در سال ۱۹۹۷ محققی به نام Ian Wilmut موفق به کلون کردن گوسفندی شد که دالی نامیده شد . یادآوری مهم در مورد کلونینگ این است که اصطلاح

همسان سازی نمی‌تواند معنای ۱۰۰٪ صادقی برای این روشها باشد. زیرا هیچگاه نمی‌توان موجودی تولید کرد که دقیقا تمام صفات موجود اول را دارا باشد. چون اگر چه ژنوم هر دو موجود دقیقا شبیه هم است اما فنوتیپ موجود جدید تحت تاثیر عوامل اپی ژنتیکی قرار می‌گرد که خارج از کنترل شرایط آزمایش است.

شکل ۳: رویان اولین گوسفند شبیه سازی شده در ایران در مهر ماه ۱۳۸۵

بومی سازی گیاهان را می توان یکی از مهم ترین دستاوردهای علم ژنتیک به حساب آورد که هدف اصلی از انجام این کار افزایش عملکرد در واحد سطح، بهتر نمودن کیفیت محصولات و فراورده های کشاورزی و نیز تولید مواداولیه مورد نیاز برای جوامع انسانی است. در بیشتر گیاهان یک یا چند ژن باارزش اقتصادی وجود دارد، این دسته از ژن ها حساسیت و مقاومت گیاهان را نسبت به امراض و آفات کنترل می کنند و در اولویت برنامه های اصلاح نباتات نیز قرار دارند. هدف اصلاح گر نباتات نباید در توسعه روش های سنتی کشت نباتات اصلاحی خلاصه شود بلکه باید همواره در تلاش برای ایجاد ترکیبات جدید از ژنوتیپ های مطلوب باشد. هدف اصلاحی نهایی در هر برنامه اصلاحی افزایش عملکرد است که در شرایط نامساعد افزایش عملکرد به طریق اصلاح نباتات صرف زمان طولانی تری نیاز دارد، ژن های کنترل کننده عملکرد برای بروز حداکثر پتانسیل خود به عوامل محیطی تولید وابسته می باشند. به طوری کلی اصلی ترین اهداف اصلاح نباتات را می توان به صورت زیر بیان کرد:

۱ -بهبود کیفیت

۲ -افزایش تولید در واحد سطح

۳ -مقاومت نسبت به آفات و بیماری

٤ -مقاومت نسبت به کنش های محیطی

عمده‌ترین کاربردهای بیوتکنولوژی در کشاورزی را می‌توان به دسته‌های زیر تقسیم کرد.

ـ ایجاد گیاهان مقاوم به حشرات و آفتها

ـ ایجاد گیاهان تحمل کننده علف‌کشها

ـ ایجاد گیاهان مقاوم به بیماریهای ویروسی و قارچی

ـ ایجاد گیاهان مقاوم به شرایط سخت مانند سرما، گرما و شوری

ـ ایجاد گیاهان دارای ارزش‌های غذائی ویژه

ـ ایجاد گیاهان دارای خاصیت درمانی ـ پیشگیری

ـ ایجاد گیاهان دارای خصوصیت متابولیکی تغییر یافته مانند رشد سریع و راندمان کشت بالاتر

ـ ایجاد گیاهان و میوه‌های دارای زمان ماندگاری بیشتر

همچنین باید اضافه کرد:

ـ ایجاد دامهای ترانسژنیک که دارای خصوصیات ویژه‌ای مانند تولید شیر زیاد یا گوشت کم‌چربی و... هستند.

ـ ایجاد جانورانی که بعنوان کارخانه تولید آنتی‌بادی و واکسن و دارو عمل کنند

ـ ایجاد ماهیها و سایر دامهائی که با سرعت زیاد رشد می‌کنند

گیاهان مقاوم به حشرات و آفتها

باتوسعه تکنیکهای بیوتکنولوژی دانشمندان قادرند ژنهائی از یک موجود زنده را به موجود دیگری انتقال دهند. در سال ۱۹۹۰ اولین گیاه ترانس‌ژنیک در مزرعه واقعی کشت گردید و در ۱۹۹۳ FDA گیاهان و غذاهای ترانس‌ژنیک را بعنوان مواد اساساً بی‌ضرر معرفی کرد. هم‌اکنون با استفاده از این تکنیکها ژن‌های مربوط به تولید یک پروتئین سمی (بتاتوکسین) از باکتری باسیلوس تورینجینسیس به گیاهان متعددی از قبیل ذرت، پنبه و سیب‌زمینی و... انتقال یافته است و بدینوسیله این گیاهان به حشراتی که

علاقه به تغذیه از آنها را دارند مقاوم گشته‌اند. چرا که به محض استفاده حشرات از این گیاه بدلیل نابودی دستگاه گوارش آنها از بین خواهند رفت. هرساله هزینه‌های هنگفتی بابت مبارزه شیمیائی با این آفات صورت می‌گیرد که علاوه بر هزینه‌بری زیاد آلودگیهای زیست‌محیطی فراوانی را به‌دنبال دارد. راندمان این مواد شیمیایی نیز بدلیل ایجاد مقاومت در حشرات در برابر سموم بمرور پایین آمده است و بهمین خاطر نیاز به تعویض مکرر این آفت‌کش‌ها وجود دارد. هم‌اکنون در آمریکا ذرت و پنبه و سیب‌زمینی ترانس‌ژنیک تا میزان زیادی مورد استقبال واقع شده است بطوریکه تا سال ۱۹۹۸ حدود ۱۸٪ از ذرت و ۱۷٪ از پنبه و ٤٪ از سیب‌زمینی کشت داده شده در آمریکا از نوع ترانس‌ژنیک بوده است و هم‌اکنون براساس روند رشد موجود برآورد می‌شود که بیش از ۵۰٪ غلات کشت داده شده در آمریکا از نوع ترانس‌ژنیک باشند.

گیاهان مقاوم به بیماریهای ویروسی و قارچی

بیماریهای ویروسی و قارچی از مهمترین بیماریهای گیاهی هستند که علاوه بر وارد کردن خسارات زیاد به محصولات کشاورزی مانع کشت آن‌ها در بسیاری از شرایط آب و هوائی می‌شود. باکلون کردن برخی ژنهای گیاهان مقاوم در گیاهان حساس مانند ژنهای کیتنیاز و ۱ و ۳ گلوکاناز که باعث تخریب دیواره پلی‌ساکاریدی قارچهای پاتوژن می‌شوند بیوتکنولوژیستها به گیاهانی دست یافته‌اند که مقاوم به قارچهای پاتوژن می‌باشند. همچنین باکلون کردن ژنهای جانوری و انجام اقداماتی شبیه واکسیناسیون می‌توان به گیاهان مقاوم به ویروس نیز دست یافت. روشهای مبارزه بیولوژیک بسیار متعدد و متنوع بوده و تنها موارد بالا تنها مثالهائی از این دست می‌باشند.

گیاهان مقاوم به علف‌کشها

روشهای رایج مبارزه با علفهای هرز به‌نحوی که باید انتخابی نیست و علف‌کشها در موارد زیادی علاوه بر نابودی علفها به گیاهان زراعی نیز آسیب می‌زنند. بعنوان مثال Glyphosate که یک علف‌کش کارآمدی است بهمین منظور بیوتکنولوژیستها با وارد کردن ژن مقاومت گلیفوسیت سنتتاز به گیاهانی مانند چغندرقند، سویا، پنبه، گوجه‌فرنگی و تنباکو آنها را در برابر علف‌کشها مقاوم کرده‌اند.

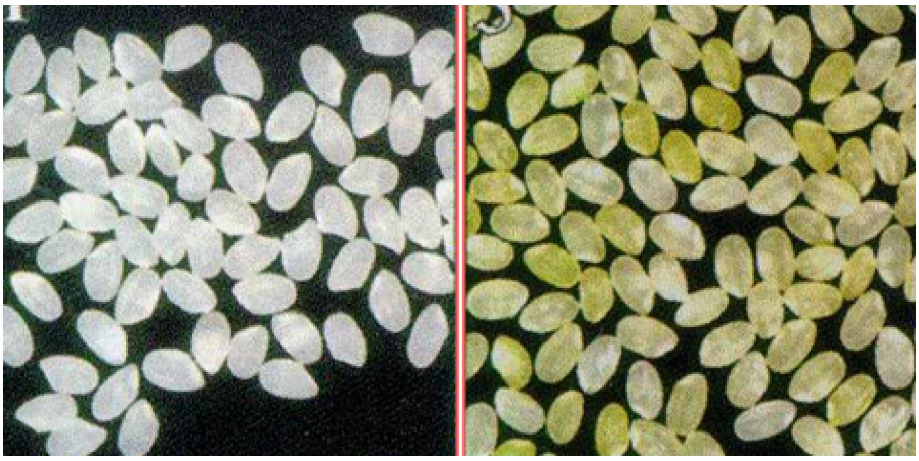
گیاهان تحمل کننده شرایط سخت

ارزش گیاهانی که بتوانند در خاکهای شور با حرارت بالا، سرمای زیاد و... رشد کنند برکسی پوشیده نیست. مقدار زیادی از زمینهای قابل آبیاری جهان دارای درصد غیرقابل تحمل نمک در خود هستند. بیوتکنولوژیستها با بررسی گیاهانی که بصورت خودرو در شرایط سخت مانند فشار اسمزی بالا، سرمای زیاد، گرمان فراوان و... رشد می‌کنند به ژنهائی دست یافته‌اند که عامل مقاومت این گیاهان در برابر این شرایط سخت می‌باشد. با انتقال این ژنها گیاهان متعددی تولید شده‌اند که قادرند در خاکهای نامناسب با املاح زیاد رشد کنند. بعنوان مثال با انتقال ژنهای مسئول انتقال یونهای سدیم بداخل گیاهانی مانند آرابیدوپسیس سطح تحمل این گیاه تا ۲۰۰ میلی مولار نمک افزایش پیدا کرده است. همچنین با خاموش کردن سیستم بیان ژنهای سنتز اسیدهای چرب‌تری ئنوئیک در گیاهان بیوتکنولوژیستها توانسته‌اند تا این گیاهان را در دماهای بالاتر از حد معمول رشد دهند. همچنین با

انتقال ژنهای مسئول تولید نوعی پروتئین ضدیخ که در ماهیهای آب‌های قطبی یافت می‌شود به گیاهان بسیاری، باعث ایجاد مقاومت در برابر سرمای زیاد در این گیاهان شده‌اند.

پرورش گیاهان ارزشمند ویژه

هرمادهٔ با ارزشی که در درون یک گیاه یا هر موجود زنده دیگر ساخته شده و تجمع می‌یابد بواسطه عملکرد ژنهای مسئول سنتز آن ماده می‌باشد. بیوتکنولوژیستها با شناسائی این ژنها و افزایش قدرت بیان این ژنها و یا افزایش تعداد نسخه‌های این ژنها در یک گیاه می‌توانند گیاهان و میوه‌هائی کنند که دارای ارزشهای غذائی ویژه‌ای هستند. بهمین سبب اصلاح جدید Nutritional Genomics وضع شده است که نشان از کاربرد ژنها در بهبود تغذیه انسان و دام دارد. بعنوان مثال «برنج طلائی» برنجی است که دارای مقادیر بسیار زیادی از ویتامین A می‌باشد. این برنج مایه امیدی شده است برای نجات هزاران آفریقائی که هرساله در اثر کمبود ویتامین A به کوری کامل مبتلا می‌شوند. همچنین بدلیل پایین بودن میکرو نوترنیت‌ها در علوفه دامها، انتقال ژنهای مسئول متراکم ساختن آنها در گیاهان علوفه‌ای نقش مؤثری در تغذیه دامها و انسان خواهد داشت.



شکل ٤: برنج طلائی گیاه ترانسژنیک (حاوی ویتامین A)

گیاهانی که دارای خصوصیت متابولیکی تغییر یافته هستند

افزایش سرعت رشد جمعیت انسانی در سالهای اخیر برکسی پوشیده نیست، لیکن افزایش سرعت تولید محصولات کشاورزی پابه‌پای آن رشد نکرده است. تا سال ۲۰۲۰ نیاز به افزایش ٤٠ درصدی در راندمان کشت برنج وجود دارد. بیوتکنولوژیستها بدو طریق باعث کاهش فاصله این دو مقوله از یکدیگر خواهند شد. اول با افزایش راندمان کشت محصولات کشاورزی در هرهکتار و دوم با افزایش سرعت رشد گیاهان. بعنوان مثال ژنهائی که مسئول کنترل قد در کوتاه شدن آن در گیاهان هستند بطور غیرمستقیم باعث افزایش راندمان محصول می‌شوند. با انتقال این ژنها در گونه‌های فاقد آن باعث افزایش راندمان گردیده‌اند. همچنین با انتقال ژنهای مسئول فتوسنتز در ذرت به برنج توانسته‌اند راندمان تولید برنج را تا ۳۵٪ افزایش دهند. همچنین با دستکاریهای ژنتیکی در

سلولهای درختانی که از چوب آنها استفاده می‌گردد باعث افزایش سرعت رشد آن‌ها تاحد قابل توجهی شده‌اند که این امر می‌تواند روند تخریب جنگلها را متوقف سازد.

گیاهان و میوه‌هائی که دارای زمان ماندگاری بیشتر هستند

درصورتیکه میوه‌هائی مانند گوجه‌فرنگی زمان ماندگاری بیشتری داشته باشند در کاهش ضایعات این میوه مؤثر خواهد بود. بیوتکنولوژیستها با به تأخیر انداختن سرعت رسیدن گوجه‌فرنگی به این امر دسترسی پیدا کرده‌اند.

گیاهانی که دارای خاصیت درمانی یا پیشگیری هستند

بیوتکنولوژیستها با انتقال ژنهای سنتز پروتئینهای مختلف میکروبی و انسانی به گیاهان و تولید این پروتئینها در گیاهان دست به ابتکارات مؤثری زده‌اند. بعنوان مثال تولید واکسنهای مختلف در گیاهان و ایجاد میوه‌هائی که دارای خاصیت واکسیناسیون هستند. و یا امکان تولید پروتئینهائی مثل انسولین در گیاهان که در آیندهٔ بسیار نزدیک به تحقق خواهد پیوست باعث انقلابی در این زمینه خواهد شد. همچنین گیاهان بعنوان ارگانیسم‌های کاندید برای تولید پروتئینهائی مانند آنتی‌بادیها و آنزیمها و... در مقیاس بسیار بالا در نظر گرفته شده‌اند و عملاً کارآئی خود را در این زمینه نشان داده‌اند.

حیوانات ترانسژنیک

امروزه بدلیل رشد روزافزون جمعیت نیاز به مواد غذائی اهمیت بیشتری پیدا کرده است و این اهمیت هنگامی بیشتر می‌شود که موضوع کیفیت نیز در کنار آن مطرح شود. بیوتکنولوژیستها با دستکاری‌های بدون ضرر در ژنهای حیواناتی مانند گوسفند و گاو و ماهی باعث رشد سریع آنها می‌شوند. همچنین با دستکاریهای ژنتیکی می‌توان به گوشت کم‌چربی و ترد دست یافت که ارزش غذائی و سلامت بخش آن بسیار بالا باشد. با انتقال ژنهای مختلف به این جانوران می‌توان آنها را غنی از مواد خاصی کرد. اخیراً دانشمندان ژاپنی با انتقال برخی از ژنهای گیاه اسفناج به خوک موجب تولید گوشتی شده‌اند که دارای برخی خواص اسفناج نیز می‌باشد. گاوهای شیری ترانس‌ژنیک می‌توانند بعنوان کارخانه‌های تولید پروتئینها و واکسنها و آنتی‌بادیها عمل کنند. هم‌اکنون این روش بصورت کاربردی در تولید بسیاری از پروتئین‌ها بکار می‌رود. بعنوان مثال گاو ترانسژنیک حامل ژن لاکتوفرین انسان که یک پروتئین، حاوی آهن و ضروری برای رشد نوزادان است می‌تواند باتولید شیر نزدیک به شیر انسان نیازهای نوزادان انسان را تاحد زیادی برآورده کند. یا بعنوان مثال بزهای ترانسژنیک می‌توانند در هر لیتر شیر بیش از چهارگرم آنتی‌بادی مونوکلونال تولید کنند که ارزش آن بسیار بالا می‌باشد. بدین نحو با جایگزینی تنها ۱۰ بز ترانس‌ژنیک بجای یک کارخانه بزرگ مدرن می‌توان به یک روش کاملاً اقتصادی دست یافت. با دستکاری ژنهای تولید هورمون رشد در ماهیها و افزایش تولید این هورمون بصورت طبیعی به ماهیهائی دست یافته‌اند که دارای سرعت رشد بسیار بیشتری از گونه مشابه خود هستند.

بیوتکنولوژی و علوم پزشکی

کاربرد رشته بیوتکنولوژی در زمینه علوم پزشکی و دارویی شامل ابداع روش های کاملاً جدید برای تشخیص مولکولی مکانیسم های بیماری زایی و گشایش رشته جدیدی در زمینه پزشکی تحت عنوان پزشکی مولکولی است و به علاوه امکان تشخیص پیش از تولد بیماری ها و پس ازتولد بیماری ها، ژن درمانی و ازبین بردن معلولیت های کودکان پیش از تولد، تولید واکسن های جدید، ساخت کیت های تشخیصی، تولد پادتن های منوکلونال، ایجاد میکرو ارگانیسم های دست کاری شده برای کاربردهای خاص و غیره را شامل می شود.

امروزه برای تشخیص مداوای دقیق بیماران، پیشگیری از بیماری ها و درمان بیماری ها راه دیگری جز پزشکی مولکولی وجودندارد. به علاوه به عنوان نمونه های عملی از کاربرد بیوتکنولوژی درعلوم پزشکی و درمانی می توان به موارد زیر نیز اشاره کرد:

۱ -ژن درمانی

۲ -طرح بین المللی ژنوم انسان

۳ -شبیه سازی مکانیسم های مولکولی پیدایش سرطان

٤ -شبیه سازی

کاربرد بیوتکنولوژی در پزشکی به وسعت علم پزشکی بوده و حتی این علم با سرعت روزافزون بر وسعت و دامنه علم پزشکی می‌افزاید.

از مهمترین کاربردهای بیوتک در پزشکی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ـ تأثیر دگرگون بخش در امر پیشگیری از بیماریهای میکروبی، بیماری‌های ژنتیکی، بیماریهای تغذیه‌ای و متابولیسمی و بیماریهای روحی‌روانی و...

ـ تأثیر دگرگون بخش در امر درمان بیماریهای عفونی، ژنتیکی، سوءتغذیه و متابولیسم و نازائی

ـ تأثیر دگرگون بخش در پزشکی قانونی

ـ تأثیر دگرگون بخش در پزشکی زیبائی

عناوین مطرح در بیوتکنولوژی پزشکی که هرکدام نیاز به توصیف کامل دارند عمدتاً عبارتند از: ژن‌درمانی، واکسنهای نوترکیب، DNA واکسنها، بیوانفورماتیک، ژنومیکس، پروتئومیکس، بیومدسین و بیوفارماسئوتیکال

امروزه پیشرفت‌های پزشکی به کمک بیوتکنولوژی درحال سرعت گرفتن می‌باشد. پزشکی سنتی بتدریج جای خود را به پزشکی مولکولی خواهد داد. درآینده نه‌چندان دور مکانیسم هیچ بیماری ناشناخته نخواهد ماند و تقریباً هیچ بیماری غیرقابل کنترل

نخواهد بود. پزشکی سنتی عمدتاً بدنبال علائم و نشانه‌ها Symptoms & Sign بیماریها بوده و از روی آن به استنتاج وجود بیماری و عامل بیماری‌زا می‌پرداخت و در مواردی بدلیل ناشناخته بودن عوامل بیماریها، مکانیسم‌ها و سیستم‌های کنترلی آنها مبارزه تنها برعلیه علائم و نشانه‌ها صورت می‌گرفت. امروزه بکمک بیوتکنولوژی، علم پزشکی درحال شناخت ریشه‌ای‌ترین بخش از حیات و مظاهر آن می‌باشد. با کشف کامل توالی ژنوم انسان در سال ۲۰۰۱ هم‌اکنون دانشمندان بیوتکنولوژیست بدنبال شناسائی ژنهای مسئول صفتهای مختلف و نیز ژنهای مسئول نقائص گوناگون انسانی می‌باشند. تا به‌حال ژنهای مسئول ایجاد بیماریهای بسیاری شامل سرطانها، بیماریهای قلبی عروقی، تنفسی، روانی و... شناسائی شده‌اند. با شناسائی تک‌تک این ژنها و سپس شناسائی پروتئینهای حاصله از این ژنها داروهای کاملاً انتخابی و مؤثر برای مقابله با یک بیماری ساخته می‌شوند

بیماریهای ژنتیکی بسیاری درحال حاضر بعنوان کاندید برای ژن‌درمانی درنظر گرفته شده‌اند. تقریباً هرکدام از ما تعدادی ژن ناقص در بدن خود داریم که برخی از آنها خصوصیات خود را در فنوتیب ما آشکار نکرده‌اند و برخی دیگر کم یا زیاد خصوصیات خود را در فنوتیپ ما آشکار نموده‌اند تقریباً از هر ۱۰ نفر یکنفر دارای اختلالات ژنتیکی تظاهر یافته می‌باشد. تقریباً ۵٪ مراجعه کودکان به بیمارستانها بخاطر نقص در یک تک‌ژن می‌باشد. بیماریهائی مانند سیستیک فیبروزیس، دیستروفی عضلانی ، بیماری سیستم عصبی هانتینگتون، تالاسمی، هموفیلی، کم‌خونی داسی شکل، فنیل کتونوری و... جزو کاندیداهای ژن درمانی هستند. بیشتر توجه در ژن درمانی متوجه بیماریهای ژنتیکی – متابولیکی است که نقص یک ژن باعث عدم سنتز یا سنتز ناقص یک پروتئین و عدم انجام یک فرآیند شیمیائی می‌شود. فرآیند ژن درمانی می‌تواند بر روی سلولهای سوماتیک بدن صورت گیرد و یا بر روی سلولهای زایا صورت گیرد که در این صورت صفت اصلاح شده به نسل بعد نیز منتقل می‌شود. در فرآیند ژن درمانی معمولاً از قطعات ژن سالم ساختگی بهره گرفته می‌شود. تکنولوژی دیگری که استفاده می‌شود آنتی سنس است که در آن از قطعات اسیدهای نوکلئیک DNA و RNA یا ترکیبات آنالوگ آنها استفاده می‌شود و بدین‌ترتیب اتصال احتمالی این قطعات به محل موردنظر مانع بیان یک ژن ناقص و یا تولید یک پروتئین مضر می‌گردد.

واکسنهای نوترکیب

می‌توان گفت که در تولید همه‌گونه از واکسنها از تکنیکهای بیوتکنولوژی بهره‌گرفته شده و می‌شود. لیکن اوج توانمندیهای بیوتکنولوژی نوین را می‌توان در واکسنهای نوترکیب نسل چهارم (و نیز DNA واکسنها) مشاهده کرد. تابحال برای تولید واکسنها از میکروارگانیسم‌های ضعیف شده یا کشته شده یا اجزاء آنها که بصورت طبیعی از آنها استخراج می‌شدند استفاده می‌شد و این امر در موارد قابل توجهی باعث ایجاد عوارض جانبی در افراد می‌گردید. لیکن باتوسعه تکنیکهای DNA نوترکیب، واکسنهای نسل چهارم تولید شدند که در آن‌ها تنها از جزء مؤثر در ایجاد ایمنی (جزء ایمونوژن) میکروارگانیسم‌ها استفاده می‌شود. نمونه آن واکسن ساب‌یونیتی مؤثر در برابر هپاتیت B می‌باشد.

فرآیند تولید یک واکسن نوترکیب بسیار طولانی و پیچیده می‌باشد. در ابتدا بیوتکنولوژیستها باید ایمونوژن‌ترین جزء میکروارگانیسم‌ها را که معمولاً پروتئینها یا گلیکوپرتئینهای غشائی هستند طبق فرآیندهای بسیار طولانی و پیچیده شناسائی کنند و پس از آن با شناسائی محل و توالی ژن آن در ژنوم میکروارگانیسم اقدام به تکثیر آن بخش کرده و قطعات تکثیر شده را درون

پلاسمیدهای ویژه کلونینگ قرار دهند و سپس اقدام به انتقال پلاسمیدهای نوترکیب به سلول میزبان مناسب برای تولید آن پروتئین بنمایند.

درصورت موفقیت در تولید اقتصادی یک پروتئین کاندید برای واکسن یک بانک سلولی و یک بانک پلاسمید از سلولهای نوترکیب ایجاد شده و ساختارهای پلاسمیدی آنها ایجاد می‌شود که برای مراحل بعد مورد استفاده قرار گیرد. برای تأیید این واکسن از نظر مؤثر بودن، کارآئی و بی‌ضرر بودن برای انسان (یا دام) با کارآزمائی بالینی (ClinicalTrials) مراحل زیادی باید طی شود که چندین سال بطول می‌کشد. برای تولید صنعتی و تجاری یک واکسن نیاز به سرمایه‌گذاری فراوانی می‌باشد. بخشی از این سرمایه‌گذاری باید برای ایجاد یک محیط کاملاً استاندارد مطابق با شرایط (Good Manufacturing Practices) GMP و تسهیلات و تأسیسات استاندارد مطابق با GMP و افراد کاملاً متخصص و آموزش دیده و ایجاد یک سیستم با ثبات حفظ کیفیت گردد.

واکسنهای DNA

با پیشرفت تکنیکهای بیوتکنولوژی نسل بعدی واکسنها پیشنهاد شدند که در آنها بجای تولید بخش ایمونوژن عامل بیماریزا در کارخانه‌ها با ارسال اطلاعات ژنتیکی (DNA) لازم برای تولید این اجزاء درون سلولهای بدن به تولید این ایمونوژنها در بدن پرداخته می‌شود. از مهمترین مزایای این واکسنها درعین مشکل بودن طراحی و تولید آنها پایدار بودن ایمنی حاصله و کنترل بیشتر بر نحوه ایمنی‌زائی در بدن می‌باشد.

بیومدسین یا بیوفارماسئوتیکال

بسیاری از بیماریهای رایج انسانی بدلیل نقص ژنتیکی در تولید یک پروتئین فانکشنال در سلولهای بدن می‌باشد. این بیماری‌ها که شیوع زیادی در جوامع انسانی دارند اغلب دارای آثار اقتصادی – اجتماعی بیشتری نسبت به سایر بیماریها هستند. بعنوان مثال بیماریهائی مانند هموفیلی، تالاسمی، کم‌خونی‌ها، انواع نقص‌های سیستم ایمنی، اختلالات رشد و دیابت و... .با پیشرفتهای اخیر در زمینه علوم زیستی بیوتکنولوژیستها قادر شده‌اند تا با شناسائی این اختلالات و ژن‌های مربوطه به تولید پروتئینهایی بپردازند که بدن این بیماران قادر به تولید آنها نیست یا میزان تولید آنها کافی نیست. از جمله این پروتئینها می‌توان به انواع فاکتورهای خونی، اریتروپوئیتین، انواع اینترلوکین‌ها، انواع هورمونها مانند انسولین، هورمون رشد اشاره کرد که درحال حاضر در کارخانه‌های بیوتک در مقیاس صنعتی درحال تولید هستند. تولید این پروتئینها هرچند که هزینه‌بری زیادی را بهمراه دارد اما باعث کاهش چشمگیر مرگ‌ومیر ناشی از اختلالات ژنتیکی شده است. بازار تولید این مواد درحال حاضر بالغ بر میلیاردها دلار است و دارای رشد روزافزونی نیز می‌باشد. درحالیکه رشد سالانه صنعت دارو ۳٪ می‌باشد، رشد سالانه صنعت داروهای بیوتکنولوژی ۲۵٪ می‌باشد.

ژنومیکس Genomics

پروژه ژنوم انسانی بزرگترین و باارزش‌ترین پروژه در علوم‌زیستی بوده است که تابحال اجرا شده و در حقیقات منشاء پدید آمدن علم ژنومیکس نیز محسوب می‌شود. پروژه ژنوم انسانی(HGP)باهدف تعیین توالی ژنوم (محتوای ژنتیکی) انسان در سال ۱۹۹۶ شروع شده و درسال ۲۰۰۱ با اتمام نسخه اولیه به اوج خود رسید . با کامل شدن پروژه ژنوم انسان دانشمندان به محل دقیق ژنهای انسان پی‌خواهند برد و با شناسائی ژنوتیب مربوط به تمام جنبه‌های فنوتیپ انسان به کلید اصلی صفات انسانی دست پیدا خواهند کرد. شناسائی این ژنها دانشمندان را قادر خواهد ساخت که به رفع تمام نقائص ژنتیکی انسانها بپردازند و نیز منشاء تمام حالات جسمی و روحی و رفتاری انسان را شناسائی کرده و در دست خود بگیرند.

هم‌اکنون ژنهای جدیدی برای اختلالات جسمی و حتی روحی مانند بیماریهای قلبی و عروقی، اسیکزوفرنی و... شناسائی شده است و پیمودن این راه باسرعت هرچه تمام ادامه دارد. اینک قدمهای زیادی به انتهای این مرحله سرنوشت‌ساز از تاریخ بشر باقی نمانده است و همگی دانشمندان منتظر به‌ثمر رسیدن دستاوردهای این پروژه در آینده بسیار نزدیک می‌باشند. یکی از ابزارها و شاخه‌های بیوتکنولوژی که اخیراً به شکوفائی رسیده است بیوانفورماتیک می‌باشد که کار تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده از HGP و... را انجام داده و آنها را تبدیل به اطلاعات باارزش و قابل استفاده برای دانشمندان مختلف می‌نماید.

موضوع مرتبط با این امر موضوع کشف تفاوت‌های تک‌نوکلئوتیدی هستند که بین دو فرد، از نظر یک ژن بین آنها وجود دارد. شناسائی این تفاوتها ارزش فراوانی دارد. چراکه بطور مثال فردی که دارای هوش بیشتر یا دندان مستحکمتر نسبت به فرد دیگری است ممکن است تنها در یک نوکلئوتید از یک ژن با یکدیگر تفاوت داشته باشند و شناسائی مکان و نوع این تفاوت ارزش اقتصادی زیادی برای کاشف و انحصارگر آن دارد. بهمین دلیل هم‌اکنون شکارچیان ژن درحال شناسایی قوم‌ها و نژادهائی هستند که در یک یا چند زمینه خاص دارای خصوصیات برتر می‌باشند.

پروتئومیکس Proteomics

دنیای پروتئومیکس دنیای بی‌انتهائی است که ما هم‌اکنون در روزنه ورودی آن قرار گرفته‌ایم. دانشمندان بعد از استخراج اطلاعات ژنوم انسانی به کاربرد آن در حوزه پروتئومیکس می‌اندیشند. در پروتئومیکس دانشمندان براساس اصل یک پروتئین یک ژن بدنبال یافتن کلیه پروتئین‌های تولید شده در بدن انسان و ربط آن به یک ژن هستند. پس از اتمام پروژه پروتئومیکس که حتی بسیار بزرگتر و طولانی‌تر و پرابعادتر از پروژه ژنومیکس خواهد بود می‌توان گفت که انسان به عمده اطلاعات حیاتی لازم در مورد خود دست یافته است و پس از کاربرد این اطلاعات در طراحی داروها و فرآیندهای مناسب تقریباً قادر به مبارزه با هر بیماری و هر اختلال در بدن خود خواهد بود و حتی قادر به پیشگیری از اکثر آنها خواهد شد. مرحله بعد از (و حتی همگام با) پروتئومیکس طراحی داروهای بیولوژیک می‌باشد که دانشمندان را قادر می‌سازد پروتئینهای مزاحم یا ناقص را خنثی کنند یا تولید پروتئینهای ضروری در بدن را باعث شوند. بازار پروتئومیکس برعکس ژنومیکس بسیار گسترده‌تر و غیر متمرکز بوده و هم‌اکنون بسیاری از کشورها حتی کشورهای جهان سوم مثل برزیل نیز قدم به این عرصه گذاشته‌اند.

کلونینگ انسان

از زمانی که دانشمندان با ابداع روش جدید همانندسازی گوسفندی بنام دالی را خلق کردند امیدها و نگرانیهای زیادی در جوامع انسانی بوجود آمد. بیوتکنولوژیستها توانستند با انتقال محتوای ژنتیکی یک سلول سوماتیک به یک سلول تخم که محتوای ژنتیکی آن تخلیه شده بود به تولید موجوداتی کاملاً مشابه موجود دالی دست یابند. بازار این فناوری در تکثیر دام‌هایی با خصوصیات ویژه مانند شیر زیاد یا گوشت مناسب بسیار گسترده است. با اینحال کشیده شدن این بحث به همانندسازی انسان نگرانیهائی را در کشورهای مختلف بوجود آمده است. موضوع مرتبط با این امر تولید موجودات یا ارگانهای انسانی از سلولهای ریشه‌ای جنین می‌باشد که همانند کلونینگ دارای مخالفان و موافقان خاص خود می‌باشد.

تراشه‌های زیستی

تراشه‌های زیستی مانند DNA Chips از کاربردهای نوین و بسیار اغواگر بیوتکنولوژی می‌باشد. در یکی از این کاربردها دانشمندان توانسته‌اند با استفاده از رشته‌های DNA به تولید تراشه‌هائی دست بزنند که سرعت پردازش اطلاعات در آنها در مقایسه با حجم کوچک آنها بسیار بیش از تراشه‌های معمولی می‌باشد. از کاربردهای دیگر و اصلی تراشه‌های زیستی دو مورد DNA Chips و DNA Microarray می‌باشد.

DNA Chips : در این تکنولوژی بیوتکنولوژیستها با ساختن قطعات الیگو نوکلئوتیدی ۲۰ تا ۸۰ نوکلئوتیدی با توالی‌های متفاوت و تثبیت آن بصورت آرایشی از نقاط بسیار ریز (کمتر از ۳۰۰ میکرون) بر روی بستر مناسب (مانند نیتروسلولز یا برخی فلزات و مواد پلاستیکی) و سپس مجاور کردن نمونه‌های DNA مجهول با این نقاط تثبیت شده شرایط یک واکنش هیبریدیزاسیون را بوجود می‌آورند. در صورتیکه بین سکانس مجهول و سکانس معلوم هر یک از الیگونوکلئوتیدها واکنش هیبریداسیون صورت گیرد می‌توان پی‌به سکانس DNA مجهول برد. از این روش همچنین برای تعیین میزان بیان پروتئین یا فراوانی نیز استفاده می‌شود.

استفاده از سموم دریایی به عنوان دارو

با این که سمی بودن نشانه مشخصی از دارویی بودن است، اما سموم دریایی معمولا، برای استفاده در دارو چندان مناسب نیستند؛ زیرا معمولا خیلی قوی و خطر ناکند. از سوی دیگر ثابت شده که در مواردی به عنوان ترکیبات نمونه در بررسی سازوکارهای بیوشیمیایی و سوخت و سازهای کمتر سمی، مفید واقع شده‌اند. اگر یک قطعه بافت فعالیت زیستی خاصی نشان دهد، در مرحله بعدی ساخت دارو، جداسازی و شناسایی ماده یا مواد فعال آن بافت انجام می‌گیرد. برای این کار، محققان به مقدار زیادی از عصاره بافتی نیاز دارند و بنابر این موجودات زنده دریایی را در حجم گسترده جمع‌آوری می‌کنند. از آنجا که تنها اندام‌های فعال باید به صورت زیادتر جمع‌آوری شوند، بهتر است که موجودات دریایی را در محل تجمع شکار کنند. ترکیب و شناسایی ترکیبات کار مشکلی است، چراکه بیشتر این مولکول‌ها دارای ساختمان بزرگ و پیچیده هستند. از آنجا که بسیاری از این ترکیبات در دماهای بالا ناپایدار هستند، با روش‌های تشخیصی بسیار پیچیده و پیشرفته می‌توان آنها را از هم

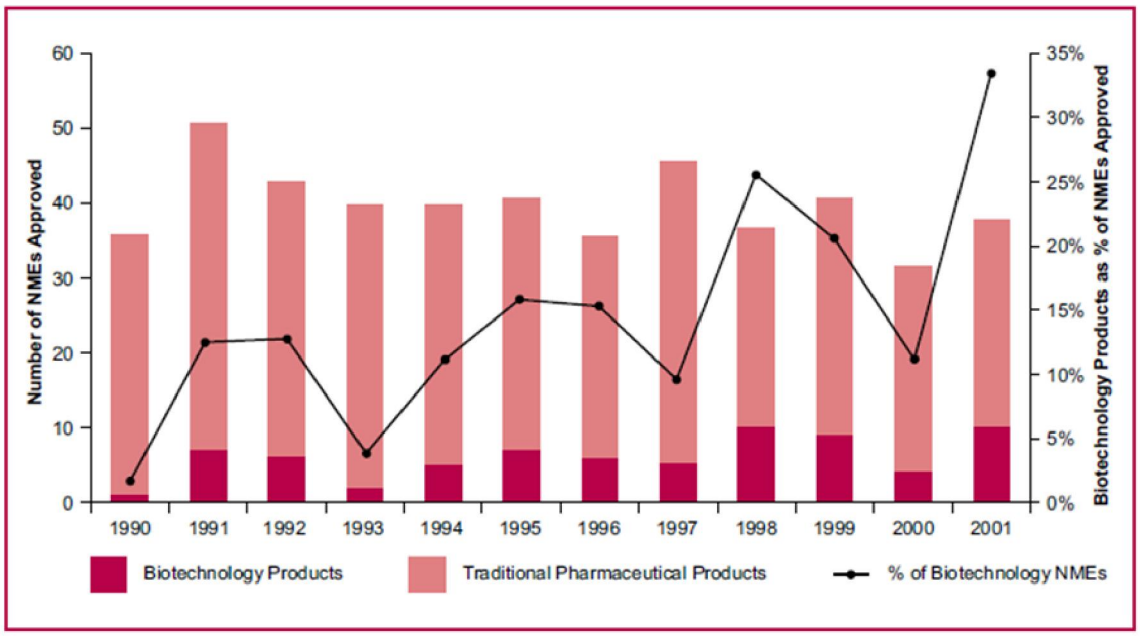
تفکیک کرد. جزییات ساختاری این ترکیبات معمولا به وسیله دستگاه‌های طیف سنجی عوامل شیمیایی تعیین می‌شود. اما تجزیه و تحلیل طیف‌ها هم نیاز به مهارت ویژه‌ای دارد.

کاربرد فناوری‌های جدید که با مهندسی ژنتیک در ارتباط است، می‌تواند از میزان شکارهای بیش از حد جلوگیری کند؛ چرا که با روش‌های مهندسی ژنتیک فقط کافی است نوع ماده شیمیایی که از جاندار زنده استخراج می‌شود شناسایی شود و بعد همین ماده با روش‌های بیوفناوری در آزمایشگاه تولید خواهد شد و نیازی به شکار و صید مقادیر بالایی از این موجودات دریایی از اعماق اقیانوس‌ها نخواهد بود. وجود این فناوری‌ها همچنین به احتمال زیاد امکان موفقیت در کشت محصولات دریایی و نیز موفقیت در مقابله با آلودگی‌های دریایی را افزایش خواهد داد. برای مثال از باکتری به دست آمده از طریق مهندسی ژنتیک برای تولید بیو مولکول‌ها در مقدار زیاد استفاده می‌شود.

همچنین با تکثیر غیرجنسی، پیشرفت‌های عظیمی در کشت محصولات دریایی حاصل می‌شود. مهندسی ژنتیک، همچنین با کمک به پیشرفت در تولید آنتی‌سرم‌ها و واکسن‌ها می‌تواند بر بیماری‌های ماهی‌ها فائق بیاید. ارتباطات تکاملی در بین گونه‌ها را می‌توان با طراحی دی ان ای آنها ارزیابی کرد. ساختارهای جمعیتی طبیعی را می‌توان با تحلیل ژنتیک بررسی کرد. کشت سلول‌های سرطانی هم می‌تواند در شناسایی، تفکیک و مشخص کردن موادی که از نظر فیزیولوژیک فعال هستند، مثل سموم سودمند باشد.

بیوتکنولوژی و صنعت

کاربردهای دانش بیوتکنولوژی علاوه بر مسائل زیستی در مسائل صنعتی نیز وجود دارد و به عنوان نمونه استفاده از میکروارگانیسم ها در استخراج و بازیافت کانی های پرارزشی مانند طلا، نقره، مس و اورانیوم در برخی از معادن دنیا رواج پیدا کرده است و نیز تولید اسیدهای آلی و یا اسیدهای چرب ویژه از دیگر زمینه های همکاری صنعت و دانش بیوتکنولوژی است. تولید پلاستیک های قابل تجزیه، تولید انرژی های تجدیدپذیر، تولید ساختارهای نانومتری و نیز تولید آنزیم های خاص در صنایع غذایی، شیمیایی، سلولزی، نفت وتولید شوینده ها از دیگر عرصه های جدید و با ارزش بیوتکنولوژی در صنعت و محیط زیست به حساب می آید.



شکل ۳:رشد روز افزون تولید محصولات بیوتکنولوژیک در مقایسه با تولید محصولات سنتی

www.kamus.ac.ir

فصل چهارم

اهمیت میکروب ها و نقش آنها در تجزیه بیولوژیک مواد در خاک

میکروب ها مهمترین عوامل زیستی تجزیه مواد هستند و نقش آنها در طبیعت بسیار چشمگیر است مردم غالباً از میکروبها تصور بدی دارند.دلیلش آن است که معدودی از میکروبها موجبات ناراحتی آدمیان را فراهم می آورند.اما اکثر میکروبها نسبتاً بی ضررند ودر نتیجه تأثیرات مفید آنها بر زیانهایشان برتری دارد.میکروبها شایسته دقت و شناخت بیشتری هستند.در حالی که میکروبها می توانند بدون انسان به طور موفقیت آمیزی زندگی کنند،عکس این حالت مصداق ندارد.وزن تمامی میکروبهای موجود در بیوسفر را ۲۵ برابر وزن تمامی جانوران موجود درآن تخمین می زنند.در حقیقت میکروبها ۹۰ درصد از کل موجودات زنده را تشکیل می دهند و عمده تغییرات شیمیایی که در موجودات زنده روی می دهد بوسیله این جانداران صورت می گیرد.در نتیجه،آنها در بر قراری توازن در طبیعت،نقش تعیین کننده ای دارند.

باکتریها

باکتریها متنوع‌ترین و مهمترین میکروارگانیسمها هستند. تعداد کمی از آنها در انسان و حیوانات و گیاهان بیماریزا است. بطور کلی بدون فعالیت آنها ، حیات بر روی زمین مختل می‌گردد. بطور یقین یوکاریوتها از موجودات زنده باکتری مانند بوجود آمده‌اند. نظر به اینکه باکتریها ساختمان ساده‌ای داشته و می‌توان به آسانی بسیاری از آنها را در شرایط آزمایشگاه کشت داد و تحت کنترل درآورد، میکروب شناسان مطالعه وسیعی درباره فرایندهای حیاتی آنها انجام داده‌اند. درباره نحوه رشد و مرگ باکتریها ، متابولیسم باکتریها ، ژنتیک باکتریها ، ارتباط آنها با ویروسها و ... مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است .

در شرایط مساعدباکتری ها به سرعت تکثیر می یابند.تقسیم یک باکتری به دو باکتری ظرف چند دقیقه صورت می گیرد.حتی باکتری های کم رشد،ظرف چند ساعت دوبرابر می شوند.بطور نظری یک باکتری به نام اشریشیاکلی در شرایط مساعد ظرف ۳ روز توده ای از باکتریها را به وجود می آورد که حجم آنها از حجم کره زمین نیز بیشتر خوهاد بود!حتی با محدودیتهایی که در شرایط عملی رشد باکتری وجود دارد،باکتری نام برده می تواند ظرف ٢٤ ساعت،۱۰ باکتری جدید را پدید آورد.توانایی میکروبهای مختلف برای تحمل یا استفاده از شرایط محیطی مختلف قابل توجه است.تنوع میکروبها به حدی است که هیچ ترکیب آلی به طور طبیعی از دسترس آنها در امان نیست.در نتیجه،میکروبها تقریباً در همه جا یافت می شوند.در محیط های دور افتاده ای نظیر بحر المیت،سرزمینهای بی حاصل و اقیانوسهای قطبی،در کوه ها ،چشمه های گرم گوگرددار،کف اقیانوسها و لایه های بالای جو،در شرایط اسیدی و قلیایی شدید،در محلولهای غلیظ نمکها،قندها و محلولهای مربوط به فلزات سنگین یافت می شوند.محیط های عادی تر زیست میکروبها،خاک،هوا،گیاهان ،غذا و بدن جانوران است.مثالهای فوق گسترش پراکندگی میکروبها را نشان می دهند.میکروبها ممکن است در چنین محیطهای گوناگونی ،فعالانه رشد کنند یا اینکه بقاء و تکثیرشان وقتی صورت گیرد که شرایط محیطی مناسب احراز شود.یکی از مکانیزمهایی که سبب بقای میکروبها می شود ،هاگسازی است.میکروبهای هاگساز قادرند شرایط دشوار از قبیل محیط آب جوش را برای چند دقیقه و کمبود غذا را در خاک برای چند سال تحمل کنند.

ویروسها

ویروسها به علت داشتن خصوصیات خاصی با سایر موجودات زنده تفاوت دارند .یک ذره ویروس دارای مولکول اسید نوکلئیک **DNA**یا **RNA** بوده که توسط پوشش پروتئینی یا کپسید احاطه شده است. اسید نوکلئیک ویروس برای تکثیر در درون سلول به آنزیمهای سلول میزبان وابسته است. از تجمع اسید نوکلئیک و قطعات پروتئینی که به تازگی سنتز شده‌اند، ذرات کامل ویروسی تشکیل می‌شود که به محیط خارج سلول رها می‌گردند. ویروسها بسیار متنوع بوده و از نظر ساختمان ، تشکیلات ژنوم ، بیان ژنوم ، راههای تکثیر و سرایت باهم تفاوت زیادی دارند .ویروسها قادرند باکتریها ، گیاهان و جانوران را آلوده کنند .

پریونها

برخی کشفیات قابل توجه در سه دهه گذشته منجر به شناسایی خصوصیات مولکولی و ژنتیکی عاملی قابل انتقال به نام عامل بیماری اسکراپی که نوعی بیماری تخریب کننده سیستم عصبی مرکزی در گوسفندان است، شده است. ساختمان پریونها فقط از پروتئین ساخته شده و فاقد اسید نوکلئیک است. بیماریهای ناشی از پریون در انسان به علت اینکه به صورت بیماریهای ژنتیکی و عفونی بروز می‌کند کاملا اختصاصی هستند. بررسی بر روی بیولوژی پریونها ، ضرورتی در تحقیقات پزشکی محسوب می‌شود .

قارچها

قارچها دسته جداگانه‌ای از یوکاریوتها را تشکیل می‌دهند. این دسته از میکروارگانیسمها همگی هتروتروف بوده و برای رشد و تکثیر به ترکیبات آلی جهت اخذ انرژی و کربن نیاز دارند. قارچها هوازی و یا بیهوازی اختیاری هستند. اکثر قارچها ساپروفیت بوده و در خاک و آب به سر می‌برند و در این نواحی ، بقایای گیاهی و جانوری را تجزیه می‌نمایند. قارچها مانند باکتریها در تجزیه مواد و گردش عناصر در طبیعت دخالت داشته و حائز اهمیت هستند. علم مطالعه قارچهای انگل برای انسان را قارچ شناسی پزشکی گویند. که این انگلها بیماریهای زیادی را بوجود می‌آورند .

پروتوزوئرها

پروتوزوئرها جانداران یوکاریوتیک تک سلولی هستند که به قلمرو آغازیان تعلق دارند. پروتوزوئرها از نظر ساختمان تفاوت بسیاری با یکدیگر دارند. این دسته از جانداران ساکن آب و خاک بوده و از ذرات مواد غذایی و باکتریها تغذیه می‌کنند .عده‌ای از آنها بخشی از فلور طبیعی بدن جانداران را تشکیل می‌دهند. مطالعات این جانداران در محدوده علم میکروبیولوژی قرار دارد .

علم میکروبیولوژی از سال ١٦٧٤ هنگامی که آنتوان لوون هوک ، با عدسی شیشه‌ای خود دنیایی از موجودات ریز را در قطره آب برکه مشاهده کرد. در اواخر قرن ١٧ نظریه تولید خودبخودی مورد بحث قرار گرفت. در این زمان بسیاری از دانشمندان از جمله فرانسیکوردی ، فکر می‌کردند میکروارگانیسمها از مواد غیر زنده ایجاد شده‌اند. در سال ١٧٦٦ اسپالانزانی نتیجه گرفت که میکروبها از هوای غیرسترون وارد محلولهای غذایی شده و آنها را فاسد می‌کنند. دو ابرمرد دنیای علم که به کنار گذاشتن نظریه

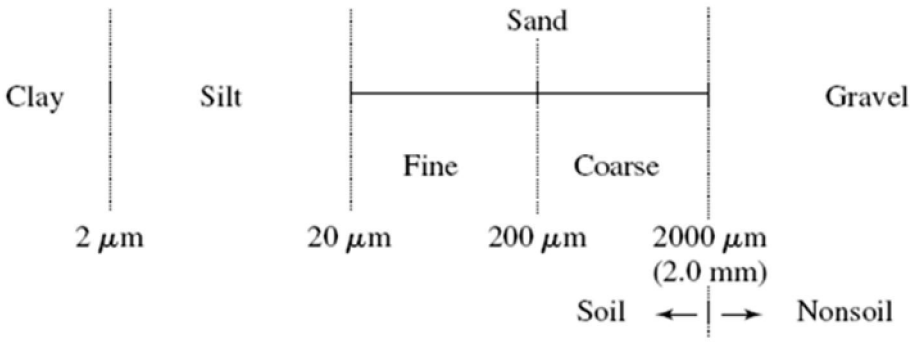
خلق‌الساعه کمک شایانی کردند شیمیدان فرانسوی به نام پاستور و پزشک انگلیسی به نام تندال بود. در ۱۰۰ سال گذشته میکروب شناسان موفق به دریافت چند جایزه نوبل شده‌اند .

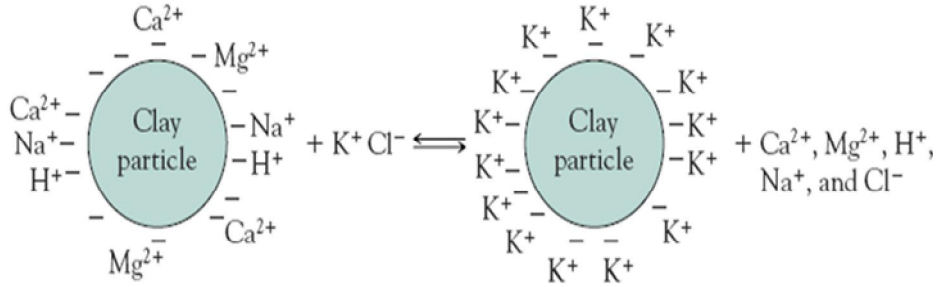
نقش عوامل زیستی خاکزی

خاک یکی از مخازن عمده میکروارگانیسمها محسوب می‌شود. فراوانترین میکروارگانیسمها در خاک ، باکتریها هستند. خاک باغچه در هر گرم محتوی میلیونها باکتری است. در جاهای عمیق تعداد آنها کاهش می‌یابد. قارچها به تعداد کمتر از باکتریها در خاک یافت می‌شوند. شاید مهمترین نقش میکروارگانیسمهای خاک ، شرکت آنها در چرخه‌های بیو- ژئوشیمیایی است که به گردش برخی عناصر شیمیایی در طبیعت کمک کرده و آنها را قابل مصرف می‌سازد.

واژه خاک یا Soil از زبان فرانسوی و از ریشه لاتین Solum به معنی کف یا زمین مشتق شده است .به طور اعم لفظ خاک به مواد سطحی و خرد شده پوسته زمین اطلاق می شود و بدین ترتیب از سنگهای محکم زیرین متمایز می گردد. از طرفی، بسیاری از افراد خاک را به منزله وادی تلقی می نمایند که تغذیه و حمایت از گیاهان در حال رویش را عهده دار است. تعریف اخیر بسیار کلی و جامع می باشد زیرا که علاوه بر خاک، سنگها، آب، برف و حتی هوا نیز قادر به حمایت از زندگی گیاهان می باشد .واژه خاک ممکن است به موادی اطلاق شود که مخلوطی از مواد معدنی، مواد آلی، آب و هوا باشند. در این صورت حجمی که به وسیله هر یک از مواد فوق الذکر در شرایط ایده آل اشغال شده عبارت است از ٤٥ درصد مواد معدنی، ٥ درصد مواد آلی، ٢٥ درصد آب و ٢٥ درصد هوا. این نکته قابل توجه است که تقریبا نیمی از حجم کل خاک به وسیله خلل و فرج یا روزنه ها اشغال شده است. نسبت و مقدار اجزای متشکله مزبور در دوران مختلف و همچنین از محلی به محل دیگر متغیر بوده و به خصوص میزان آب و هوا در خاک با یکدیگر رابطه معکوس دارند به نحوی که در اثر ورود آب به داخل خاک از مقدار هوای آن کاسته می گردد. از طرفی چنانکه آب موجود در خاک به وسیله زهکشی، تبخیر یا گیاهان خارج گردد گازها و هوا خلل و فرج تخلیه شده را پر می کنند. محتوا مواد آلی یک خاک آلی از قبیل یک خاک پیت نیز در مقایسه با یک خاک معدنی به مراتب بیشتر است. به طور کلی سطح زمین از خاکهای گوناگون تشکیل یافته به نحوی که گوناگونی خاکی ناشی از تحول آنها می باشد. خاکهای موجود در سطح کره زمین دائما در حال تغییر و تحول بوده و علاوه بر آن هر خاک از نقطه نظر زمین شناسی دارای دوران حیات مخصوص به خود می باشد. این حالت تغییر و تحول پذیری در تعریف خاک نیز گنجانیده شده و چنین بیان شده است که « مشخصات خاک در نتیجه اثرات اقلیم وموجودات زنده بر روی مواد اولیه بروز می نماید و اثرات مزبور نیز خود تابعی از پستی و بلندی یا شیب زمین بوده و در طی زمان ظاهر می گردند »در نتیجه عمل هوا دیدگی، سنگ بستر شکسته و خرد شده و مواد اولیه و سازنده خاک به وجود می آیند که به تدریج اثرات اقلیم، موجودات زنده، پستی و بلندی زمین و زمان در آنها ظاهر گشته و بدین وسیله خاک به وجود می آید. هنگامی که مواد اولیه در معرض هوا قرار می گیرند و شرایط مساعد باشد گیاهان فتوسنتز کننده نیز استقرار پیدا نموده و در نتیجه رشد و نمو آنها بقایای مواد آلی تجمع حاصل می نماید.حیوانات، باکتریها و قارچها نیز به این جامعه بیولوژیکی پیوسته و از بقایای مواد آلی تغذیه می نمایند. از طرفی در اثر تجزیه مواد آلی عناصر غذایی موجود در آنها آزاد گردیده و مورد استفاده گیاهان قرار گرفته و یک دوره دیگر از فعالیتهای حیاتی آغاز می گردد. این نظریه که خاکهای کنونی دنیا در حال تحول بوده به تدریج به خاکهایی با خصوصیات کاملا

متفاوت تبدیل می گردند کاملا تایید شده و بسیارمهم نیز می باشد. از طرفی چنین به نظر می رسد که برخی از خاکها به نهایی تکامل رسیده و از آن به بعد تغییرات آنها چندان محسوس نیست. از نقطه نظر تئوری تحول و گسترش خاکها تا زمانی ادامه می یابد که دیگر بعد از آن خاک قادر به حمایت از زندگی نباتات نمی باشد و این امر حتی در مورد خاکهای مناطق مرطوب که برای مدتهای طولانی به حال خود رها شده باشند نیز صادق است. در این گونه موارد عناصر غذایی موجود در کانیهای معدنی در اثر هوا دیدگی آزاد شده و به وسیله آب از خاک خارج گردیده و به اصطلاح، خاک کاملا تهی ازعناصر غذایی می گردد. چنین خاکی نیپ نامیده می شود که حاوی ٦٠ درصد اکسید آهن بوده و وجود این مقدار اکسید آهن سبب گردهمایی و ثبات ذرات آن گردیده است. سنگ و مواد اصلی که خاک از آنها تشکیل شده دارای ٦ درصداکسید منیزیم بوده است درحالی که مقدار اکسیدمنیزیم موجود در خاک بسیار جزئی می باشد.خوشبختانه مقدار این قبیل خاکها دردنیا چندان زیاد نیست وازطرفی اعمال فرسایش،رسوب گذاری،آتش فشان وسایر پدیده های ژئولوژیکی با چنان سرعتی به وقوع می پیوندند که درنتیجه پوسته زمین برای مدت طولانی پایدارباقی نمانده وفرصت کافی برای تشکیل چنین خاکهایی دست نمیدهد. اندازه ذرات خاک در روند واکنش های شیمیائی نقش مهمی دارد ذرات رس یا کلوئید های رس که داری بارهای منفی و مثبت هستند از فعال ترین عناصر و اجزای خاک محسوب می شود.





شکل !: اندازه ذرات خاک(رسی، ماسه ای، شنی و سنگی) و نامگذاری آن بر اساس انجمن بین المللی علوم خاک(بالا) در پائین تعادل یونی سطح ذرات رس

میکروب شناسی خاک

خاک مخلوط نسبتا پیچیده ای از مواد معدنی جامد (صخره ها و کانی ها)،آب، هوا و جانداران و فرآورده های آنها می باشد. در مواد خاک تغییرات شیمیایی و فیزیکی متعددی رخ می دهد. فوقانی ترین لایه خاک از لحاظ حضور جانداران حائز اهمیت می باشد. بافت فیزیکی، ترکیب شیمیایی، منشا، عمق و حاصلخیزی این لایه فوق العاده متفاوت است ▪ جانداران خاک

خاک حاصلخیز دارای تعداد بیشماری جانداران میکروسکپی و ماکروسکپی است، نظیر نماند ها، حشرات، هزارپایان، عنکبوتیان، حلزون ها، کرم های خاکی، موش، خزندگان و ▪▪▪▪▪ اکثر این جانداران از لحاظ جابجایی مکانیکی که در خاک ایجاد می کنند و بافت خاک را نرم و شل می سازند حائز اهمیت می باشند. بعلاوه،همه جانداران خاک خود به شکل مواد آلی خاک کمک می کنند و مواد زاید و لاشه آنها در خاک مدفون می گردد ▪خاک همچنین دارای سیستم ریشه های گیاهان عالی و تعداد زیادی میکروب می باشد ▪بدون وجود میکروبها بویژه باکتریها خاک بزودی غیر قابل زندگی می گردد.باکتریها به طرق مختلف در خاک تاثیر می گذارند. عده زیادی مواد آلی را به مواد ساده تبدیل می کند و در این واکنش ها مواد غذائی در دسترس جانداران دیگر قرار می گیرد. برخی از آنها در تغییر و تبدیل ترکیبات ازت دار و گوگرد دار شرکت کرده و مواد قابل مصرف این عناصر را بطور دائم فراهم می سازند ▪

میکروبهای خاک

خاک یکی از مخازن عمده میکروبها محسوب می شود. خاک زراعی مرغوب به وسعت زمین فوتبال محتوی توده میکروبی است به وزن یک گاو که در آن زمین می چرخد. ولی ظرفیت متابولیکی این تعداد انبوه میکروبها احتمالا صد هزار برابر گاو مـی باشد ▪ معهذا، اندازه گیـــری دی اکسید کربن رها شده از خاک و شواهد دیگر نشان می دهد که میکروبها در شرایط کمبود مواد غذائی بسربرده و با سرعت کمی تولید مثل می کنند ▪هنگامیکه مواد غذائی به خاک افزوده می شود، توده های میکروبی و فعالیت آنها به سرعت افزایش می یابد و در نتیجه مواد غذائی خاک مجددا کم می شود و در این حال در سرعت پائین به تولید مثل، خود ادامه می دهند

جدول ۱: انتشار میکربها برحسب تعداد در هر گرم خاک باغچه در اعماق مختلف

عمق بر حسب سانتیمتر	باکتری ها	اکتینومیستها	قارچها	جلبکها
۳-۸	۹۷۵۰۰۰۰	۲۰۸۰۰۰۰	۱۱۹۰۰۰	۲۵۰۰۰
۲۰-۲۵	۲۱۷۹۰۰۰	۲٤۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	۵۰۰۰
۳۵-٤۰	۵۷۰۰۰۰	٤۹۰۰۰	۱٤۰۰۰	۵۰۰
٦۵-۷۵	۱۱۰۰۰	۵۰۰۰	٦۰۰۰	۱۰۰
۱۳۵-۱٤۵	۱٤۰۰	-	۳۰۰۰	-

فراوان ترین میکروبها در خاک باکتریها هستند .در چند سانتیمتر از بخش فوقانی خاک تعداد میکروبها حداکثر بوده و به تدریج هر چه عمق بیشتر می شود تعداد آنها رو به کاهش می گذارد. تعداد باکتریها را با روش کشت در بوات تعیین می کنند و احتمالا تعداد واقعی آنها دقیقا تخمین زده نمی شود زیرا، یک نوع محیط کشت یا شرایط رشد نمی تواند امکانات لازم را برای رشد فراوان انواع میکروبها در خاک فراهم سازد ▪

آکتینومیست ها گر چه جزء باکتریها رده بندی می شوند ولی بطور جداگانه در خاک مورد مطالعه قرار می گیرند. این دسته از میکروبها ماده ای به نام ژئوزمین Geosmin در خاک تولید می کنند که بوی کپک زده به خاک می دهد. در این دسته از میکروبها تولید مثل بوسیله اسپورهای غیر جنسی و قطعه قطعه شدن میسلیوم انجام می گیرد. توده واقعی زیاگان یا بیوتا (توده کلی جانداران در حجم معین) در مورد آکتینومیست ها احتمالا در حد باکتریها است. این دسته از میکروبها بویژه گونه های استرپتومیسس از لحاظ تولید آنتی بیوتیک اهمیت دارند▪

قارچها به تعداد کمتر از باکتریها و آکتینومیستها در خاک یافت می شوند. چون بسیاری از کلنی های قارچی که از تندش اسپور غیر جنسی در محیط های کشت تشکیل می شود شمرده می شود لذا، رابطه واقعی بین شمارش و توده قارچها مورد تردید قرار می گیرد ▪مجموع توده قارچها احتمالا برابر مجموع توده باکتریها و آکتینومیست ها می گردد زیرا، ابعاد میسلیوم قارچ چندین بار بیشتر از ابعاد سلولهای باکتری است.کپک ها بیش از مخمر ها در خاک دیده می شوند▪ جلبک ها و سیانوباکترها گاهی توده های انبوهی بر روی خاکهای مرطوب تشکیل می دهند و همچنین در خاکهای خشک بیابانی نیز دیده می شوند.این دسته از میکروبها غالبا در لایه سطحی خاک جائیکه تابش نور خورشید، آب و دی اکسید کربن فراوان است رشد می کنند. معهذا، تعداد زیادی از جلبکها و سیانوباکترها تا عمق ۵۰سانتیمتری خاک نیز دیده می شوند. اهمیت

این دسته از میکروبها و تغییراتی که در محیط ایجاد می کنند در مواد خاصی جالب توجه است. بعنوان مثال، تثبیت ازت جوی در مراتع، نواحی توندرا توسط برخی از گونه های سیانوباکترها انجام می گیرد و در نواحی بیابانی بعد از بارندگی این عمل سیانوباکترها در حاصلخیزی خاک اهمیت دارد ▪

میکروبهای بیماری زا در خاک

برای میکربهای بیماریزای انسانی که به زندگی انگلی عادت کرده اند، خاک محیط نامساعدی است. حتی برخی انواع بیماریزای نسبتا مقاوم نظیر گونه های سالمونلا هنگامیکه وارد خاک می شوند فقط مدت چند هفته یا چند ماه می توانند زنده بمانند.اغلب میکروبهای بیماریزای انسانی که قدرت زندگی را در خاک دارند، انـواع اسپوردارمی باشند ▪اسـپـور با سیلوس آنتراسیس (عامل سیاه زخم در حیوانات) در برخی از خاکها دهها سال به حالت زنده بسر برده و سرانجام هنگامیکه بوسیله حیوانات چراگر خورده می شود تندش حاصل می نماید. در مدفون کردن لاشه حیوان آلوده به سیاه زخم احتیاط لازم را باید به کار گرفت تا از آلوده شدن خاک بوسیله اسپورهای این باکتریها جلوگیری شود ▪کلاستریدیوم تتانی (عامل کزاز)، کلاستریدیوم بوتولینم (عامل بوتولیسم) و کلاستریدیوم پر فرنجنس (عامل قانقرن گازی) نیز مثالهای دیگری از میکروبهای بیماریزای اسپوردار ساکن خاک می باشند. از این محیط این میکروبها در مواد غذائی یا نواحی زخمی بدن وارد شده و پس از رشد سمومی ایجاد می کنند.

میکروبهای بیماریزا در گیاهان غالبا ساکن خاک می باشند. اکثر میکروبهای بیماریزای خاک را قارچها تشکیل می دهند زیرا، این دسته قادرند در رطوبت کم سطح گیاهان رشد نمایند. بسیاری از زنگها، سیاهکها، سوختگیها و پژمردگیها در گیاهان بوسیله قارچهائی که قادرند بخشی از چرخه زندگی خود را در خاک طی کنند ایجاد می گردد. برخی از میکروبـهای خاکزی در حشـرات بیماریـزا هسـتند و از ایـنرو می توان برای مبارزه با آفات از آنها استفاده کرد. بعنوان مثال، باسیلوس تورینجینسیس .B Thuringiensis خاکزی بوده و در لارو بسیاری از حشرات بیماریزا است و امروزه از آن برای کنترل حشـرات استـفـاده می شود. اسپور بلعیده شده بوسیله حشره تندش یافته و باسیل حاصل کریستال پروتئینی سمی تولید می کند که سرانجام حشره را می کشد. در خاک انواع دیگری از میکروبهای بیماریزا در حشرات یافت می شود مانند ویروس ها و قارچها و تحقیقات در مورد آنها برای استفاده جهت مبارزه با آفات در حال پیشرفت است ▪

تاثیر میکروارگانیسم ها در روی خاک

با وجود آنکه بعضی از میکروارگانیسم ها در گیاهان ایجاد بیماری می کنند و اکثرا این بیماریها در مزرعه توسط آب پخش می شوند ولی حیات خاک وابستگی زیادی به فعالیت میکروارگانیسم های آن دارد. فواید این میکروارگانیسم ها عبارتند از:

۱-ایجاد خاک در اثر تجزیه سنگها و صخره ها

۲-استحکام خاک: توسط میکروارگانیسم های رشته ای مانند قارچها، استرپتومیستها، اکتینومیستها و جلبکها ▪

۳-حفظ تعادل اکولوژی در خاک: این تعادل توسط باکتریوفاژها، ویروسها، پروتوزئرهای شکاری و میکسوباکتریها انجام می گیرد که با خوردن میکروارگانیسم های دیگر در فلورمیکروبی خاک تعادل به وجود می آورند▪

٤-تجزیه سموم کشاورزی

٥-ازبین بردن حشرات موذی: بسیاری از باکتریها بر ضد حشرات توکسین ایجاد می کنند از این میان باسیلوس پوپیلیه که سوسک ژاپنی را از بین می برد و باسیلوس تورنجینسیس که بر ضد پشه آنوفل استفاده می شود را می توان نام برد.

٦-چرخه عناصر: میکروارگانیسم ها نقش مهمی در چرخه کربن و ازت دارند و بیشتر ازت موجود در خاک توسط باکتریها تامین می گردد و در اثر فتوسنتز CO_2 به مواد آلی تبدیل می شود و میکروارگانیسم ها در اثر تجزیه این موادCO_2 را به جو بر می گردانند .

٧-تجزیه مواد آلی پیچیده و کمک به زیست پالایی

انواع باکتریهای موجود در خاک

با وجود آنکه باکتریها زیاد در خاک وجود دارند ولی بعضی از آنها اهمیت بیشتری در خاک دارند. به طور کلی در خاکهای با ظرفیت ٢٠ درصد رطوبت میکروارگانیسم ها به صورت فعال وجود دارند بعضی از باکتریها مانند کلستریدیوم و باسیلوس به علت داشتن اسپور در خاک خشک نیز دیده می شوند. باکتریهای خاک نقش اصلی را در چرخه عناصر دارند و مهمترین آنها عبارتند از:

باکتریها هوازی و میکروآئروفیلیک میله ای یا کوکسی گرم منفی

این دسته از باکتریها اکثر میله ای و یا کوکسی گرم منفی می باشند جنسهای مهم این گروه عبارتند از:

آگروباکتریوم **Agrobacterium**

این باکتری گرم منفی است و دارای پلاسمید می باشد و بیماری گال را به سیب زمینی و گوجه فرنگی و تنباکو انتقال می دهد. امروزه از این باکتری در مهندسی ژنتیک برای وارد کردن ژن مطلوب به گیاه استفاده می کنند. بعضی از گونه های این باکتری فاقد قدرت ایجاد گال می باشند.

ازتوباکتر **Azotobacter**

این باکتری میله ای تا کوکسی گرم منفی است. در حالی که تشکیل اسپور نمی دهد گاهی کیست ایجاد می کند، توسط فلاژل پیرامونی حرکت می کند ولی گونه های غیر متحرک نیز در میان آنها وجود دارد. این باکتری تثبیت کننده ازت است و ١٠ میلی گرم نیتروژن به ازای مصرف هر گرم قند تولید می کند. برای تثبیت ازت به مولیبدن و یا وانادیوم احتیاج دارد. کاتالاز این باکتری مثبت است و در پ هاش ٥/٨-٤/٨ رشد می کنند تعداد آن در اطراف ریشه ها بیشتر است .

آزوموناس **Azomonas**

یک باکتری گرم منفی میله ای است که قادر به تشکیل کیست نمی باشد. کاتالازمثبت بوده و در شرایط اسیدی ٤/٨-٤/٦ تثبیت ازت انجام می دهد.

آزو ریزبیوم

یک باکتری گرم منفی تثبیت کننده ازت است ولی باوجود آنکه خود باکتری هوازی است تثبیت ازت رادرشرایط میکروآئروفیلیک انجام می دهد.

بیژرنکیا

به صورت میله ای و یا خمیده در مناطق حاره ای وجود دارد.

موچواَ

این باکتری تثبیت ازت را در شرایط هوازی و یا میکروآئروفیلیک انجام می دهد ودارای کیست و کپسول است و در پ هاش ۱۰-۳ قادر به رشد است.

برادی ریزوبیوم

یک باکتری گرم منفی تشکیل دهنده غده در سویا می باشد بعضی از گونه های آن در حالت آزاد نیز قادر به تثبیت ازت می باشد. این باکتری توسط تاژکهای قطبی حرکت می کند .

دلئیا

این باکتری شدیدا نمک دوست است و در خاکهای شور یافت می شود ولی اکثر گونه های آن دریازی می باشند.

درکسیا**Derxia**

یک باکتری میله ای گرم منفی تثبیت کننده ازت می باشد که به صورت اتوتروفی نیز می تواند ازهیدروژن ومتان به عنوان منبع انرژی استفاده کند.در خاکهای حاره ای یافت می شود.

پسودوموناس**Pseudomonas**

یک باکتری میله ای گرم منفی، متحرک و هوازی می باشد که تست اکسید ازآن مثبت و یا منفی و کاتالاز مثبت می باشد.

ریزوبیوم

یک باکتری میله ای متحرک گرم منفی همراه با ذخیره چربی پلی B هیدروکسی بوتیرات است این باکتری قادر به ایجاد غده در گیاهان بوده و ازت را تثبیت می کند.

ریزوموناس

یک باکتری گرم منفی بیماریزا در کاهو می باشد. این باکتری اکسیدازو کاتالاز مثبت است.

گزانتوباکتر

این باکتریها پلی مورف،غیرمتحرک و یا متحرک،کاتالازمثبت وگرم منفی هستند .

گزانتوموناس
باکتریهای میله ای بدون ذخیره چربی می باشند و احیاء نیترات را انجام نمی دهند اکسید از منفی و کاتالاز مثبت بوده و مانند گزانتوباکتر کلنی های رنگی تولید می کنند ▪

باکتریهای احیا کننده سولفات

این گروه از باکتریها شدیدا بی هوازی،گرم منفی وتولید کننده SH_2 می باشند این گروه از٤ زیر گروه تشکیل شده است :

-زیرگروه اول شامل باکتریهای منفی اسپوردار مانند دسولفوتوماکولوم می باشد▪

-زیر گروه دوم باکتریهای تولیدکننده استات ازمواد آلی می باشند. مانند دسولفولوبوس،دسولفوموناس،د سولفومیکروبیوم و دسولفوویرید▪

-زیر گروه سوم باکتریهایی می باشند که SH_2 تولیدمی کنند و ترکیبات آلی را به CO_2 تبدیل می کنند مانند دسولفوباکتر، دسولفوباکتریوم و دسولفوکوکوس ▪

-زیر گروه چهارم باکتریهای تولید کننده SH_2 و ترموفیل می باشند مانند دسولفوروموناس ▪

باکتریهای بی هوازی فتوسنتز کننده

این باکتریها در شرایط بی هوازی در مجاور نور یافت می شوند و بیشتر در پساب و شالیزارهای برنج وجود دارند.این باکتریها ۷ زیرگروه دارد▪

زیر گروه اول

این باکتریها از SH_2 به عنوان منبع الکترون برای تثبیت CO_2 استفاده می کنند وگوگرد را درون سلول رسوب می دهند▪

این گروه دارای کلروفیل aو bمی باشند.مانند کروماتیوم، تیوکاپسا، تیوسیستیس، تیواسپیریلیوم ▪

زیر گروه دوم

این باکتریها قادرند از سولفید و یا سولفات به عنوان منبع الکترون استفاده کنند.دارای کلروفیل aو bمی باشند ولی رسوب گوگرد برون سلولی است مانند اکتوتیوردوسپیرا▪

زیر گروه سوم

این باکتریها باوجود آنکه فتوسنتز انجام می دهند ولی مواد آلی را نیز جذب می کنند ممکن است ازسولفید یا تیوسولفات بعنوان منبع الکترون برای تثبیتCO_2استفاده کنند وگوگرد رابه صورت برون سلولی رسوب دهند وبعضی ازآنها به نیاسین، تیامین وریبوتین برای رشد احتیاج دارند. مانند رودوباکـتر، رودومیـکروبیوم، رودوسپودوموناس، رودواسپـیریلیوم

زیر گروه چهارم

این باکتری قادر به مصرف ترکیبات گوگردی به عنوان منبع الکترون نمی باشند شدیدا بی هوازی و دارای باکتریوکلروفیل g می باشند مانند هیلوباسیلوس و هیلوباکتریوم.

زیر گروه پنجم

این باکتریها سولفید و یا سولفور را به عنوان منبع الکترون برای تثبیت CO_2 به کار می برند و رسوب سولفور را در بیرون از سلول به جا می گذارند مانند کلروبیوم دارای باکتریوکلروفیل c و dمی باشند. بعضی از باکتریهای قهوه ای در این گروه کلروفیل eدارند .

زیر گروه ششم

باکتریهای این گروه رشته ای و دارای حرکت لغزنده می باشند. قادر به مصرف مواد آلی می باشند و مواد آلی را به عنوان منبع الکترون ترجیح می دهند، مانند کلروفلکس و هلیوتریکس .

زیر گروه هفتم

باکتریهای این گروه هوازی شیمیو هتروتروف می باشند و دارای باکتریوکلروفیل a هستند مانند اریتروباکتر .

گروه باکتریهای اتوتروف

باکتریهای این گروه به سه زیر گروه تقسیم می شوند:

زیر گروه ۱

این باکتریها اکسید کننده گوگرد می باشند ولی فتوسنتز کننده نیستند .اکثر این باکتریها گرم منفی هوازی می باشند. اکسیداسیون گوگرد را در شرایط هوازی انجام می دهند مانند ماکروموناس، تیوباکتریوم، تیودندرون، تیواسپیرا، تیوولوم و تیوباسیلوس.
زیر گروه ۲

باکتریهای این گروه زیر گروه آهن و منگنز را اکسید و یا ذخیره می کنند.این باکتریها نیز گرم منفی هوازی هستندو باکتریهای مگنتوتاکتیک جزء این زیر گروه هستند. باکتریهای این گروه عبارتند از گالیونلا، لپتواسپیریلوم، متالوژنیوم، سیدروکاپسا، سیدروکوکوس و سولفوباسیلوس

زیر گروه ۳

باکتریهای نیتریفیکاتور در این زیر گروه قرار دارند و به دو بخش A و B تقسیم می شوند. در بخش A باکتریهای اکسید کننده نیتریت مانند نیتروباکتر، نیتروسپیرا و نیتروکوکوس وجود دارند. باکتریهای این بخش همگی گرم منفی هوازی بدون اسپوراتوتروف می باشند. باکتریهای بخش B باکتریهای اکسید کننده آمونیاک می باشند .این باکتریها عبارتند از نیتروزوموناس، نیتروکوکوس و نیتروزواسپیرا .

گروه باکتریهای زائده دار جوانه زن

این گروه از باکتریها دارای زائده و خار می باشند. به زائده های آن پروستکا می گویند. معمولا در چرخه عناصر خاک نقشی ندارند و همگی هتروتروف می باشند. بعضی از آنها مانند هیفومیکروبیوم و استلا آبزی می باشند .گالیونلا با وجود آنکه جزء باکتریهای اکسید کننده آهن گرم منفی می باشند ولی به علت داشتن زائده و پایه در این گروه قرار می گیرند.

گروه باکتریهای غلافدار

این باکتریها همگی گرم منفی، واجد غلاف و اکثرا آبزی می باشند و به ندرت در خاک دیده می شوند. مانند کلونوتریکس، کرنوتریکس، لپتوتریکس و اسفروتیلوس. لپتوتریکس نیز قادر به اکسید کردن منگنز و آهن می باشد ولی از آن به عنوان منبع انرژی استفاده نمی کند .

گروه باکتریهای لغزنده غیر فتو سنتز کننده

این گروه نیز باکتری گرم منفی غیر فتوسنتز کننده می باشند. بعضی از آنها منفرد (مانند فلکسی باکتر) و بعضی رشته ای (مانند بژیاتوا) می باشند. اکثرا هوازی هستند ولی در شرایط میکروآئروفیلیک نیز وجود دارند. بعضی از باکتریهای این گروه با وجود آنکه هتروتروف هستند ولی قادر به اکسید کردن گوگرد می باشند مانند بژیاتوآ، تیوپلوکا و تیوتریکس .تیوتریکس آرایش رزت مانند دارد و در اطراف چشمه های آب گوگردی دیده می شود .

گروه باکتریهای اسپوردار

این باکتریها گرم مثبت، هوازی و یا بی هوازی می باشند. گسترش آنها در خاک بسیار است و در پوسیدگی ترکیبات آلی و کودهای حیوانی و کمپوست نقش دارند.چون قادر به تولید اسپور می باشند در شرایط نامساعد مقاومند و به اسپور تبدیل می شوند.باسیلوس و آمفی باسیلوس هوازی می باشند در حالی که کلستریدیوم و دسولفوتوماکولوم بی هوازی هستند.

گروه باکتریهای گرم مثبت بی نظم بدون اسپور

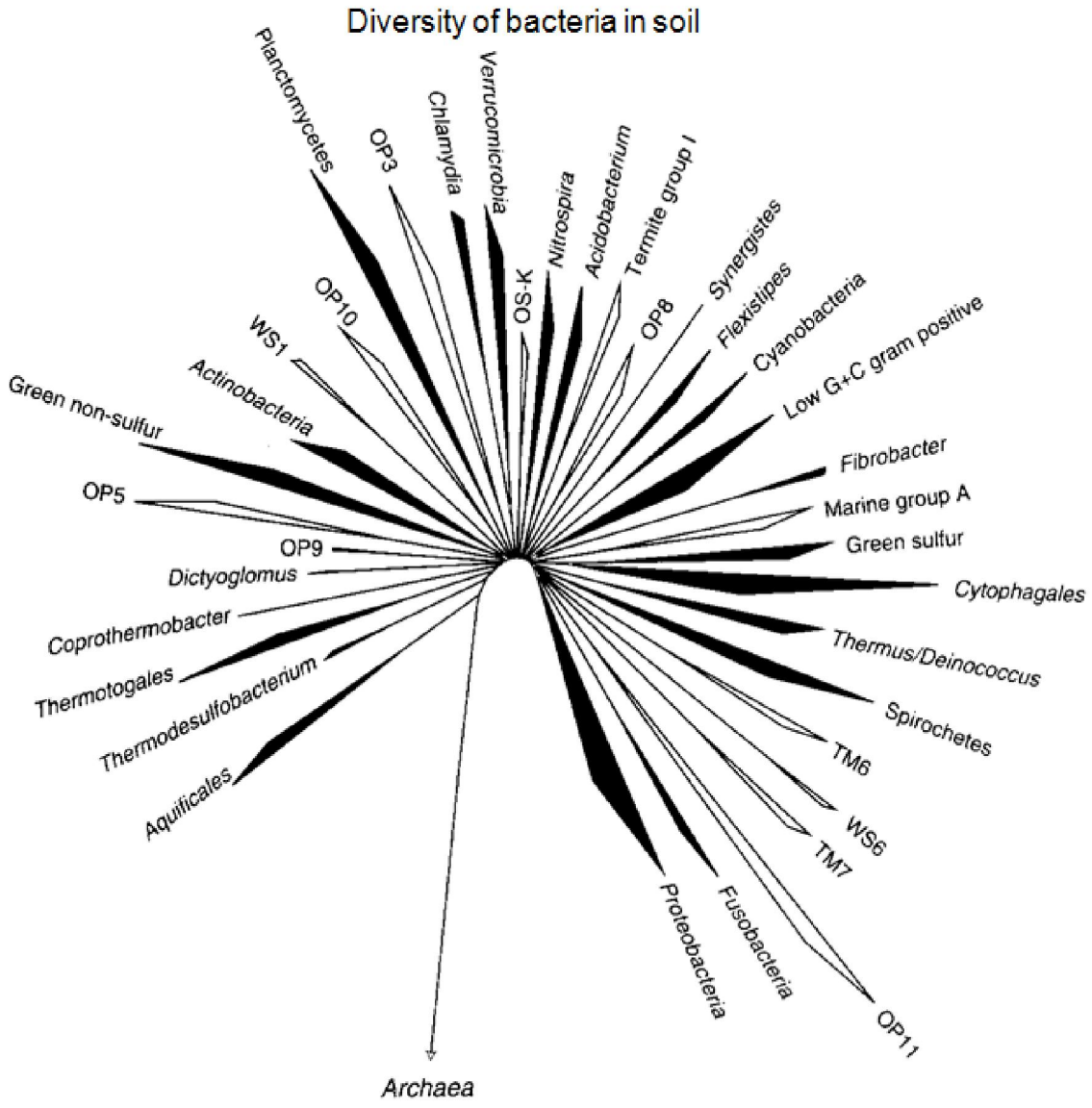
این گروه از باکتریها گسترش بسیاری در خاک دارند و در تشکیل خاک و یا تجزیه ترکیبات گزانتوبیوتیک مؤثر هستند .بعضی از آنها هوازی و بعضی از آنها بی هوازی هستند. مهمترین باکتریهای خاکزی این گروه عبارتند از اکتینومایسس، آتروباکتر، سلولوموناس، کورینه باکتریوم، یوباکتریوم، وپروپیونی باکتریوم .

گروه میکوباکتریوم ها

این باکتریها گرم مثبت اسیدفاست، هوازی و هترتروف می باشند. این باکتریها کند رشد می باشند و جداسازی آنها مشکل است ولی در خاک، خاک برگ و کود وجود دارند در تجزیه علف کشها و حشره کشها و تجزیه سموم مؤثر می باشند .

گروه اکتینومیستها

٤٠ درصد از باکتریهای خاک در این گروه قرار دارند. باکتریهای استرپتومیست، نوکاردیا فورم، اکتینومیست و فرانکیا در این گروه قرار گرفته اند. این دسته از باکتریها به علت آنکه رشته ای هستند باعث استحکام بافت خاک می شوند و آن را در مقابل باد و باران حفظ می نمایند. بعضی از این باکتریهای این گروه گرم مثبت می باشند و اکثرا تولید کننده آنتی بیوتیک می باشند و در نتیجه تعادل اکولوژی در خاک بوجود می آورند. باکتریهای گروه های دیگر برگی کمتر در خاک یافت می شوند .



شکل ۲:تنوع زیستی باکتری ها در خاک

یوکاریوتهای موجود در خاک

آلگها

آلگها طیف وسیعی از میکروارگانیسم های فتوسنتز کننده می باشند. این موجودات هوازی می باشند. گروهی از آلگها که سیانوباکتر می باشند جزء پروکاریوتها هستند. بعضی از آلگها میکروسکوپی و بعضی دیگر با چشم غیر مسطح قابل رؤیت هستند. ولی جلبکهای خاکستری معمولا کوتاه تر از جلبکهای آبزی می باشند. جلبکها از یک سلول یا کلنی های مجتمع تشکیل یافته اند

در میان جلبکهای رشته ای بعضی از آنها انشعاب دارند و بعضی از آنها بدون انشعاب می باشند. بیشتر جلبکها کلروفیل دارند و سبز می باشند. اما بعضی از آنها قرمز و یا قهوه ای هستند زیرا علاوه بر کلروفیل حاوی کاروتن می باشند. جلبکها مانند گیاهان حاوی کلروپلاست و غشاءهای فتوسنتز کننده می باشند. از لحاظ مطالعه RNA بعضی از جلبکها نزدیک به گیاهان می باشند وبعضی مانند اوگلنا شبیه پروتوزوئرها هستند وحتی اوگلنا گاهی کلروپلاست خود را از دست داده ومانند پروتوزوئرها هتروترف می شود.بیشتر جلبکها را از روی شکل،نوع پیگمان ونوع ذخیره آنها تقسیم بندی می کنند.مشخصات جلبکها درجدول مشاهده می شود. اکثر جلبکها مانند گیاهان فتوسنتز انجام می دهند واز H2O بعنوان منبع الکترون استفاده می کنند ولی بعضی از آنها از H2 برای فتوسنتز استفاده می کنند وبسیاری از جلبکها در تاریکی از بین می روند ولی بعضی از جلبکها در تاریکی شیمیوارگانوتروف می باشند واستات ویا ترکیبات ساده را به عنوان تغذیه فتوهتروتروفی می گویند. در اکثر موارد دیواره سلولی جلبکها از سلولز تشکیل یافته است اما گاهی پکیتن،کربنات کلسیم وسیلیس نیزدردیواره وجود دارند بعضی ازجلبکها مانند اوگلنا فاقد دیواره می باشند. با وجود اینکه حرکت لغزنده در میان جلبکهای سبز آبی وجود دارد ولی در جلبکهای یوکاریوت فقط در دیاتومه ها مشاهده می شود و حرکت با تاژک در بعضی از آنها نیز دیده می شود همانطور که در جدول مشاهده می شود کریزوفینا و کلروفیتا خاکزی می باشند و بیشتر جلبکهای دیگر در آب شور و شیرین یافت می شوند .

جدول ۲: مشخصات جلبکها

گروه جلبک	نام آنها	شکل	رنگدانه	نمونه	ذخیره	دیواره	محیط طبیعی
کلروفیتا	جلبک سبز	تک سلولی	کلروفیل a و b	کلامیدرموناس	نشاسته ساکارز	سلولز	آبزی و خاکزی
اگلنوفیتا	اکلئوئیدها	تک سلولی تاژکدار	کلروفیل a و b	اگلنا	کلوکان	بدون دیواره	آبزی
کریزوفیتا	جلبکهای طلایی و قهوه ای	تک سلولی	کلروفیل ab و c	ناویکلا	لیپید	سیلیس	آبزی و خاکزی
فائوفیتا	جلبکهای قهوه ای	رشته ای	کلروفیل a و b وگزانتوفیل	لامیناریا	گلوکان	سلولز	دریازی
پیروفیتا	دینوفلاژل ها	تک سلولی تاژکدار	کلروفیل a و c	گونیولاکس	نشاسته	سلولز	دریازی و آب شیرین
رودوفیتا	جلبک قرمز	تک سلولی	کلروفیل a و d	سیانین وفیکواریتری، پلی سیفونیا	نشاسته	گلوکان و سلولز	دریازی

همانطور که در جدول مشاهده می شود کریزوفیتا و کلروفیتا خاکزی می باشند و بیشتر جلبکهای دیگر در آب شور و شیرین یافت می شوند .

قارچها

برخلاف جلبکها کلروفیل ندارند وبر خلاف پروکاریوتها دارای هسته، واکوئل ومیتوکندری هستند.مخمر،کپکهای لزج وقارچ چتری از قارچهای مهم میباشند.با وجود آنکه بعضی از قارچها خاکزی میباشند ولی بعضی ازآنها آبزی هستند.بعضی قارچها انگل حیوانات و گیاهان هستند ونسبت به باکتریها بیشتردرگیاهان ایجاد بیماری می کنند.در دیواره سلولی قارچها سلولز و کیتین وجود دارد.تمام قارچها شیمیوارگانوتروف هستند وقادربه رشد درشرایط بدون ماده آلی نمیباشند.تقسیم بندی کلی قارچها درجدول مشاهده میشود

همزیستی قارچ

قارچ ها به عنوان موجوداتی تجزیه کننده نقشی حیاتی در طبیعت ایفا می کنند. بدون قارچ ها بسیاری از ترکیبات گیاهی نظیر سلولز و لیگنین تجزیه نمی شوند و به چرخه مواد باز نمی گشتند. بعضی قارچها با گیاهان شریک می شوند. به این ترتیب که قارچها به دور ریشه گیاه می پیچند و به گیاه کمک می کنند تا مواد غذائی موجود در خاک را جذب کند .در عوض از قند تولید شده توسط گیاهان استفاده می کنند. این شراکت در ساختاری به نام قارچ ریشه (میکوریز) صورت می گیرد.

جدول۳: تقسیم بندی قارچها

گروه	نام عمومی	هیف	نمونه	تولید مثل جنسی	محیط طبیعی
آسکومیست	قارچ آسک دار	فاصله و سپتا وجود دارد	نوروسپورا ساکارومامیسس	آسکوسپور	خاک و کود گیاهی
بازیدیومیست	قارچ چتری	فاصله و سپتا وجود دارد	آرمیلاریا آگاریکوس	بازید و اسپور	خاک و کود گیاهی
زیگومیست	کپک نان	بدون سپتا	موکور ریزوپوس	زیگوسپور	خاک و کود گیاهی
اوومیست	کپک آب	بدون سپتا	آلومیسس	اووسپور	آب
دوترومیست	قارچ ناقص	با سپتا	پنی سیلیوم، اسپرژیلوس، کاندیدا	ندارد	خاک و کود گیاهی

زیگومیست

زیگومیست ها درخاک و فضولات به وفوریافت می شوند وبه شکل خزه بر روی نان نم دار ومیوه های در حال فساد ظاهرمی شوند.

آسکومیست

آسکومیست ها فراوانترین نوع قارچها هستند. این قارچها را قارچهای کیسه ای نیز می نامند زیرا هاگ آنها درون سلول کیسه مانندی به نام آسک تشکیل می شود .تعداد هاگ ها بر حسب گونه قارچ از یک تا بیش از یک هزارهاگ متغیر است. بیشتر آسکومیست ها نوعی هاگ به نام کنیدیوسپور به معنای «ذرات ریز غبار» نیز تولید می کنند. آسکومیست ها در خاک، آب های شیرین و گیاهان و جانوران در حال تجزیه، یافت می شوند. این قارچها بیماریهای زیادی در گیاهان و جانوران ایجاد می کنند و از طریق فاسد کردن مواد غذائی، پوشاک و سایر مواد خسارات اقتصادی زیادی از خود بر جا می گذارند

الف- کپکها

کپکها قارچهای رشته ای هستند ودرخاک، نان ومواد غذایی دیگریافت میشوند. این قارچها تشکیل میسلیوم میدهند وچندین هسته درمیسلیوم وجود دارد وبه همین جهت به آنها کولینوسیتیک میگویند.میسلیوم درانتها تشکیل کنیدی می دهد. کنیدیها اسپورهای غیر جنسی میباشند و نسبت به خشکی مقاومند.اکثر کنیدیها رنگدانه دارند وبه رنگهای سیاه،سبز،آبی، قرمز،زرد وقهوه ای دیده میشوند وگاهی درآزمایشگاه این کنیدی ها آلرژی ایجاد میکنند.بعضی ازکپکها تولید مثل جنسی دارند ودراثرتلقیح سیتوپلاسمی دومیسلیوم تولید گامتوتانجیا میکنند.ودوسلول هاپلوئید تبدیل به سلول دیپلوئید می شود وبا تقسیم میوز و میتوز اسپور تشکیل می شود. اسپورهایی که درون آسک می باشند آسکوسپورو اسپورهایی که درتیغه های چترمیباشند بازیدوسپور نام دارند.اسپورها به شرایط نامساعد مقاوم میباشند ولی مانند اسپور باکتریها به حرارت مقاوم نیستند.

ب- مخمرها

مخمرها قارچهای تک سلولی می باشند و بیشتر آنها به صورت آسکومیست تقسیم بندی شده اند. مخمرها کروی و یا بیضوی می باشند و توسط جوانه زدن تکثیر می یابد. مخمرها تشکیل هیف نمی دهند ولی بعضی از آنها در شرایط خاص به میسلیوم تبدیل می شوند مانند کاندیدا آلبیکنس که یک قارچ بیماریزا می باشد و تشکیل میسلیوم می دهد. حتی ساکارومایسس سرویزیه در شرایط خاص قادر به تولید میسلیوم می باشد. مخمرها معمولا بزرگتر از باکتریها می باشند و بعضی اوقات از طریق الحاق دو مخمر تولید مثل جنسی دارند.

ث- قارچهای چتری

این نوع قارچها تشکیل اجسامی به نام اجسام میوه ای می دهند. بعضی از آنها در خاک و یا تنه درختان وجود دارند. این قارچها تولید بازیدیوسپور می کنند. در اثر الحاق دو میسلیوم، هیف دی کاریوتیک تشکیل می گردد. این هیف تشکیل پایه قارچ را می دهد. این پایه در خاک برای مدت طولانی باقی می ماند و در شرایط مساعد رشد می کند و تشکیل چتر می دهد.

ج- کپکهای لزج

کپکهای لزج از یوکاریوتهای غیر فتوسنتز کننده می باشند که شبیه قارچها و پروتوزوئرها هستند. کپک لزج به دو گروه سلول واقعی و کاذب تقسیم می شود. در فرم کپک لزج واقعی فرم رویشی یک آمیب واقعی است ولی در فرم کپک لزج کاذب حالت رویشی از چند پلاسمودیا که پروتوپلاسم می باشند تشکیل یافته است. کپکهای لزج در برگ و خاک وجود دارند .

تعریف و اهمیت رابطه همزیستی میکوریزایی

قارچ (مایکوریزا) با اهمیت ترین میکروارگانیسم های موجود در اغلب خاک های تخریب نشده می باشند. بطوریکه بر طبق تخمین های موجود حدود ۷۰ درصد از توده ی زنده جامعه میکروبی خاکها را میسیلیوم این قارچ ها تشکیل می دهند. اصطلاح مایکوریزا در واقع از دو کلمه تشکیل شده است. یکی از کلمه ی یونانی mikes به معنی قارچ و دیگری کلمه ای با ریشه لاتین rhiza که به معنی ریشه است و بیان کننده ی رابطه همزیستی بوجود آمده بین ریشه گیاه میزبان و قارچ های مایکوریزا است. همزیستی بین اغلب گیاهان آوندی (بیش از ۸۵ درصد) با قارچ های مایکوریزا موجود در خاک و متعلق به سه کلاس Ascomycets، Zygomycetea ، Asiolomycetea به وجود می آید و نتیجه حاصل از این همزیستی، فعالیت قارچ در جهت جذب و انتقال عناصر غذایی به گیاه میزبان از یک طرف و از طرف دیگر دریافت ترکیبات کربنه حاصل از فتوسنتز گیاه میزبان توسط قارچ همزیست باشد.

همزیستی مایکوریزا یکی از شناخته ترین و در عین حال گسترده ترین و مهمترین رابطه همزیستی موجود در کره زمین است. از آنجایی که اکثر گیاهان مورد استفاده در تغذیه انسان و تعلیف دام و طیور دارای همزیستی مایکوریزا می باشند با انتخاب و بکارگیری بهترین ترکیب گیاه میزبان قارچ همزیست می توان به نحو مؤثری از این همزیستی در افزایش تولید محصولات کشاورزی استفاده کرد. همچنین با استفاده از این سیستم همزیستی می توان مصرف نهاده های شیمیایی از قبیل کود شیمیایی و سموم، سیستم کشت و کار سالم تر و محیط زیستی عاری از آلودگی های جانبی داشت . گیاهانی دارای همزیستی مایکوریزایی می باشند به دلیل اینکه عناصر غذائی و آب بیشتری از خاک جذب می نماید دارای رشد بهتری خواهند بود، عملکرد بیشتری خواهند داشت مقاومت بیشتری در برابر تنش های زنده(عوامل بیماریزا که ریشه گیاهان را مورد حمله قرار می دهند) و غیر زنده(خشکی، سرما و شوری) از خود نشان می دهند. رابطه همزیستی مایکوریزا تمامی جنبه های بیولوژیکی سیستم ریشه گیاه میزبان را تحت تاثیر خود قرار می دهد. همچنین تمامی گیاه به نحوی در ارتباط با رابطه همزیستی مایکوریزا می باشند. با توجه به اینکه اولین تولید کنندگان در هر اکوسیستمی می باشند. لذا می توان نتیجه گرفت تمامی موجودات زنده و تمامی اکوسیستم ها از باکتری ها گرفته تا انسان و از اراضی مرطوب تا صحراهای خشک به نوعی وابسته به روابط همزیستی مایکوریزایی می باشند. در گیاهان دارای همزیستی مایکوریزایی عضو اصلی در جذب عناصر معدنی از خاک قارچ مایکوریزا است .همچنین نتایج تحقیقاتی که اخیرا صورت گرفته است مؤید نظرات قبلی مبنی بر نقش کلیدی قارچ های مایکوریزا در استقرار گیاهان اولیه در شرایط خشکسالی است از آنجایی که قارچ های مایکوریزا موجب افزایش توانایی گیاهان میزبان در جذب فسفر و عناصر معدنی از خاک و بخصوص از منابع غیر قابل دسترس آنها می شوند، لذا به این میکروارگانیسم های مفید

لفظ Biofertilizer اطلاق شده وعقیده بر این است که قارچ های مایکوریزا می توانندجایگرین خوبی برای قسمتی از کودهای شیمیایی مصرف شده مخصوصا کودهای فسفاته دراکوسیستم های مختلف باشند.

کپکهای لزج سلولی

دیکتیوستلیوم دیسکوئیدوم (Dictyostelium discoideum) از کپکهای باسلول واقعی است که تشکیل اجسام میوه ای می دهد و سپس اجسام میوه ای تبدیل به اسپور می شوند در حالت گرسنگی این کپک لزج تشکیل پلاسمودیوم کاذب می دهد و در این حالت گلیکوپروتئین تولید می کند.سپس تشکیل جسم میوه ای را می دهند و جسم میوه ای به ساقه و سر تبدیل می شود. ساقه سلولز تولید می کند و اسپور در قسمت سر تشکیل می شود و هر اسپور یک سلول آمیب مانند ایجاد می کند. در این حالت تکثیر در این نوع کپک لزج، غیر جنسی است. تولید مثل جنسی از طریق الحاق دو آمیب و تشکیل ماکروکیست انجام می گیرد

کپکهای لزج تشکیل دهنده پلاسمودیا

این کپکها تشکیل دهنده پلاسمودیوم می باشند. پلاسمودیوم دیپلوئید است و تشکیل اسپورانژ و اسکلروتیا می دهد. اسپورانژیا از تولید مثل جنسی حاصل می شود و بعد از تقسیم میوز اسپور را تشکیل می دهد. اسپور با تقسیم دوتایی در شرایط مساعد تشکیل سلول آمیب مانند را می دهد از الحاق دو آمیب سلول آمیب مانند دیپلوئید به دست می آید و این سلول پلاسمودیدم دیپلوئید را ایجاد می کند. در شرایط نامساعد اسپور جنسی تشکیل نمی شود ولی بعضی از سلولهای کپک مقاوم شده و خشکی را تحمل می کنند و در شرایط مساعد به پلاسمودیوم تبدیل می شوند .

پروتوزوئرها

پروتوزوئرها سلولهای یوکاریوتی می باشند که دیواره سلولی ندارند. آنها اکثرا بدون رنگدانه و متحرک هستند. این سلولها از باکتریها، مخمرها و جلبکها قابل تشخیص می باشند. پروتوزوآ در آب دریا و خشکی وجود دارند و بعضی از آنها انگل جانوران هستند. در خاک هارتمانلا، تستاسئا، میتوس، تترامیتوس و بدوسرکوبدو دیده می شوند. پروتوزوئرها از طریق پینوسیتوز تغذیه می کنند. بیشتر پروتوزوئرها از طریق فاگوسیتوز تغذیه می کنند. در خاک پروتوزوئرها با خوردن باکتریها تعادل بیولوژیکی را حفظ می کنند. پروتوزوئرها به گروهای مختلف تقسیم بندی می شوند.

جدول ٤: گروههای اصلی پروتوزوئرها

گروه	نام	نمونه	محیط طبیعی
ماستیگوفورا	فلاژلاتا	ژیاردیا	آب شیرین یا انگل حیوانات
اگلئوتید	فلاژل دار فتوسنتز کننده	اوگلنا	آب شیرین یا دریا
سارکودینا	آمیب	آمیب	آب شیرین، خاک، دریا
سیلیوفورا	مژه داران	کولپودا	آب شیرین، دریا، خاک
اسپروزوآ	اسپروزوآ	پلاسمودیوم	انگل حیوانات و حشرات

الف- تاژکداران(ماستیگوفورا)

این میکرواورگانیسم ها توسط تاژک خود متحرک می باشند و اکثرا زندگی آزاد دارند ولی بعضی از آنها مانند تریپانوزوم در انسان و حیوانات دیگر بیماری ایجاد می کنند. بعضی از تاژکداران جزء اگلنوئیدها می باشند در تاریکی کلروپلاست خود را از دست می دهند و زندگی هتروترونی دارند ولی اکثرا آبزی و نیز بیماریزا می باشند و از میان تاژکداران خاکزی بدوسرکوبدو، میتوس و تترامیتوس را می توان نام برد .

ب -آمیبها(سارکودینا)

این میکروارگانیسم ها با پاهای کاذب حرکت می کنندو بعضی از آنها مانند آنتامباهیستولیتیکا پارازیت می باشند و در انسان بیماری اسهال خونی ایجاد می کنند ولی در خاک بیشتر آمیبهای پوسته دار دیده می شوند بعضی از آمیبهای پوسته دار مانند فورامینیفورا دریازی می باشند. تستاسئا و هاتمانلا از آمیبهای پوسته دار خاکزی هستند. پوسته آنها از کربنات کلسیم است و سلول به پوسته نمی چسبد و در هنگام تغذیه پاهای کاذب از منافذ موجود در پوسته خارج می گردد. این نوع آمیبها به شرایط خشکی و حرارت بالا مقاومند.

ث- مژه داران(سیلیوفورا)

این میکروارگانیسم ها واجد مژه می باشند و معمولا دو هسته دارند و از طریق دهان تغذیه می کنند و واکوئل گوارشی تشکیل می دهند. از نمونه های بارز این پروتوزوئرها پارامسی می باشند. این تک سلولی مژه دار با بسیاری از باکتریها از جمله سیانوباکتریهای تک سلولی زندگی همزیستی دارد. پارامسی بیشتر محیط آبزی را ترجیح می دهد ولی کولپودیوم کولپودا مژه دار

خاکزی است که باعث افزایش تثبیت ازت بعلت حفظ تعادل اکولوژیکی می شود. با وجود آنکه مژه داران ساپروفیت هوازی هستند ولی بعضی از آنها پارازیت و بعضی نیز بی هوازی اجباری می باشند. در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان مژه داران بی هوازی نقش مهمی در تخمیر مواد دارند.

ج- اسپوروزوآ

این میکروارگانیسم ها انگل اجباری انسان و حیوانات می باشند و تولید اسپور نمی کنند. برای انتقال به میزبان جدید تولید اسپوروزوئیت می کنند. از میان این پروتوزوئرها، پلاسمودیوم عامل مالاریا و کوکسیدیا پارازیت پرندگان است.

ویروسها

ویروسها در خاک به صورت ذرات بی جان و غیر فعال می باشند و در بیولوژی خاک فقط از نظر تاثیر روی بعضی از موجودات زنده آن اهمیت پیدا می کنند. از نظر بیولوژی خاک، ویروسهای آلوده کننده میکروارگانیسم ها که اصطلاحا فاژ خوانده می شوند، به دلیل تاثیری که ممکن است در کنترل فعالیت موجودات ذره بینی خاک داشته باشند، اهمیت بیشتری پیدا می کنند. آلودگیهای ویروسی، تاکنون در بین کلیه میکروارگانیسم ها به غیر از پروتوزوئرها دیده شده است و معمولا برای مشخص کردن ویروسهای اختصاصی هر گروه، نوع میکروارگانیسم میزبان به کلمه فاژ اضافه می شود(باکتریوفاژ، میوفاژ، سیانوفاژ) بعضی از ویروسها فاژهای باکتریهای مهم خاک مانند ریزوبیوم، ازتوباکتر، آگروباکتریوم، پسودوموناس، آتروباکتر و غیره می باشند. این فاژهای مخصوص از خاکهای مختلف مجزا و مشخص شده اند.

برای جدا کردن باکتریوفاژ اختصاصی یک نوع باکتری، مقدار زیادی از کشت تازه باکتری مورد نظر را به نمونه خاک اضافه کرده و آن را در شرایط رطوبت و حرارت مناسب قرار می دهند تا فاژهای مخصوص آن باکتری تکثیر شوند. سپس مقدار کمی از این خاک را به محیط کشتی که دارای باکتری میزبان است اضافه می کنند. صاف شدن سوسپانسیون باکتری و یا کاهش کدورت آن پس از مدتی حدود ٢٤ تا ٤٨ ساعت نشانه وجود فاژ مخصوص در نمونه خاک مورد آزمایش می باشد که در این صورت با عبور دادن محلول از صافیهای مخصوص که فقط ویروسها از آن قابل عبور هستند، محلول حاوی باکتریوفاژ مورد نظر را به دست می آورند. زمین هایی که چند سال به طور مداوم زیر کشت حبوبات قرار می گیرند، همیشه دارای مقدار زیادی فاژ مخصوص ریزوبیوم یا ریزوبیوفاژ می باشند.در حالی که این نوع فاژ در اکثر زمینهای دیگر نادر است و به همین دلیل تصور می شود که یکی از علل مهم کاهش محصول یونجه و شبدر و امثال آنها در اثر کشتهای متوالی، ازدیاد و تراکم فاژهای ریزوبیوم باشد که می تواند با آلوده کردن این باکتریهای مفید، امکان همزیستی آنها را با گیاه و در نتیجه انجام تثبیت ازت به وسیله آنها را به شدت تقلیل دهد. البته عوامل دیگر مانند ترشح مواد سمی به وسیله ریشه گیاه و یا ازدیاد موجودات بیماریزا هم در این مورد دخالت دارند. فاژها به شرایط محیطی مثل اسیدیته خاک و تغییرات درجه حرارت خیلی مقاومتر از باکتریهای میزبان خود هستندو به همین دلیل می توانند در انتظار میزبان مناسب، سالها در خاک باقی بمانند. به طور کلی تعداد ویروسها و همین طور شدت فعالیت و سرعت عمل آنها در خاکهای رسی و هوموسی خیلی بیشتر از خاکهای سبک رسی است . به طوری که نتایج مطالعات انجام شده در مورد فاژهای خاک نشان میدهند، این موجودات علی رغم فراوانی دائمی سلولهای میزبان، هرگز در خاک به تعداد زیاد وجود ندارند و به علاوه انواعی از باکتریهای خاک که در محیط کشت مصنوعی، در مجاورت فاژ اختصاصی جدا شده از خاک به سرعت نابود می شوند، در شرایط طبیعی در همان خاک حاوی فاژ به خوبی رشد کرده به تعداد

فراوان پیدا می شود. به این ترتیب مسلم می شود که باید موانعی در راه ازدیاد سریع فاژهای خاک وجود داشته باشد، ولی تاکنون عواملی که از شدت عمل این موجودات در خاک جلوگیری می کنند شناخته نشده اند.

آنتاگونیسم(ضد همدیگر)Antagonism آمنسالیسم(دگر آسیبی یا بازدارندگی یک طرفه))Amensalism

وقتی ارگانیسمها مواد سمی بر ضد یکدیگر ترشح می کنند حالت ارتباطی آنتاگونیسم پیش می آید ترشح آنتی بیوتیک توسط استرپتومیستها درخاک باعث کنترل جمعیت باکتریها می شود. ویروسهای لیتیک نیزباعث ازبین رفتن باکتریها می شوند. تولید اسیدلاکتیک، اتانول و یا اسیدهای چرب برای بعضی از باکتریها بازدارنده باکتریهای تولید کننده ی اسیدهای چرب مانع رشد هستند. مخمردرپوست می شوند.

پارازیت

دراین رابطه میکروارگانیسم به یک جمعیت دیگر ضمن سود بردن آسیب می رساند. این رابطه به دو حالت اکتوپارازیت واندوپارازیت وجود دارد.فاژها نمونه ی بارزی ازرابطه ی پارازیتی می باشند .بدلوویبریو Bdellovibrio نیزپارازیت باکتریهای گرم منفی است. این باکتری چون به غشاء میزبان می چسبد به عنوان اکتوپارازیت شناخته شده است. میکسوباکتریها نیزبا ترشح آنزیمهای باعث لیزمیکروارگانیسم حساس می شوند. آنها قادرند جلبکها وباکتریهار گرم مثبت و منفی را ازبین ببرند. باکتریهای تولید کننده ی سلولاز و کیتیناز پارازیت گیاهان ویا قارچها می باشند.

شکاری

درزندگی میکروارگانیسمها نمی توان تفاوت زیادی بین حالت شکاری و انگلی قائل شد. برای مثال بدلوویبریو ممکن است حالت شکاری بیشتر به حالت جذب و هضم شکارگفته می شود و معمولا شکارچی باید بزرگتر ازشکارباشد در حالی که ویروسها که کوچک می باشند انگل باکتریهاهستند اما شکار باکتریها توسط پروتوزوئر حالت شکاری را به وجود میآورد.

جدول ۵: انواع رابطه بین جمعیت ها و گونه ها

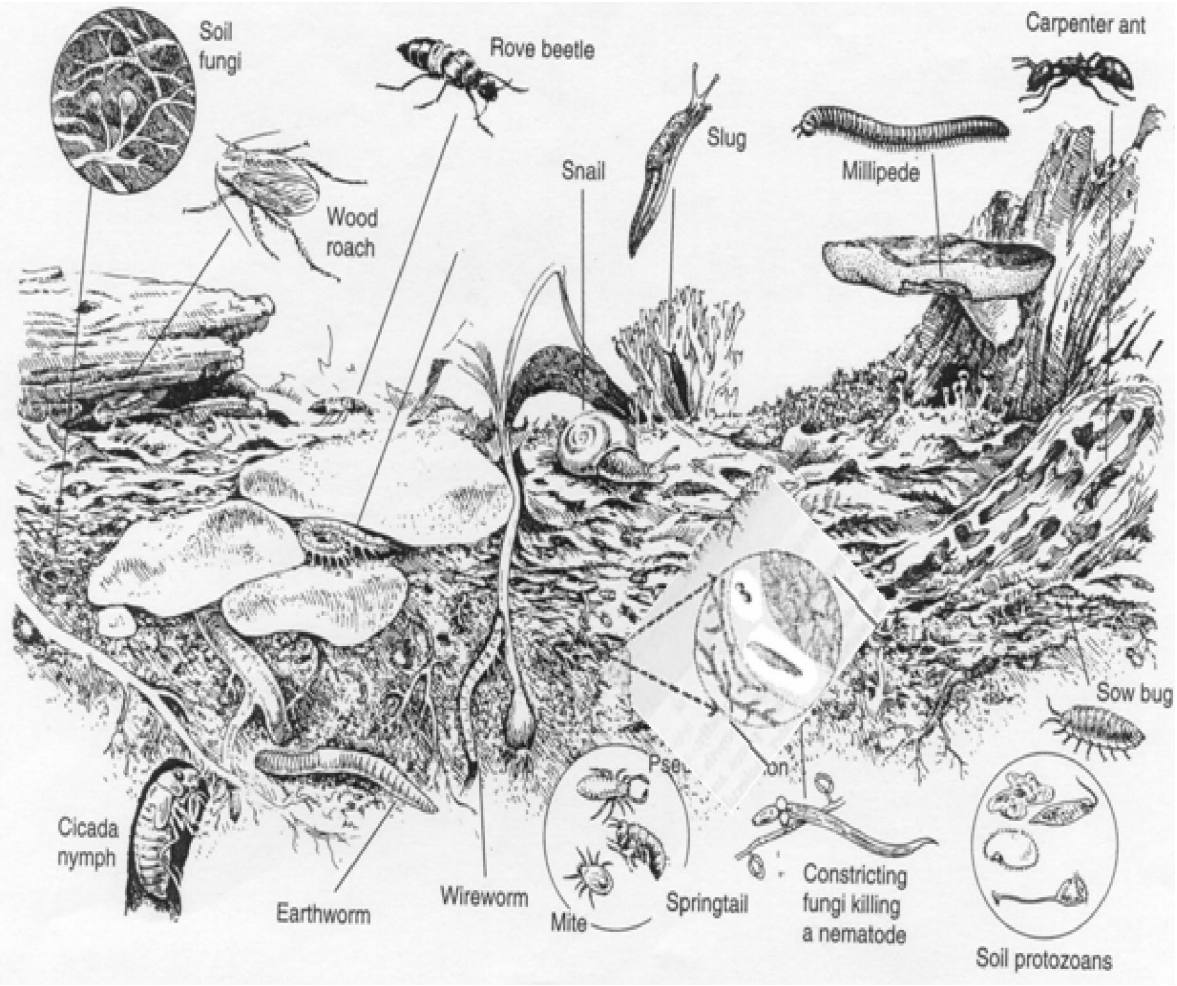
ردیف	نام رابطه	نتیجه حاصل از رابطه برای گونه		ماهیت رابطه
۱	رقابت Competition	−	−	هر دو طرف برای یکدیگر محدودیت ایجاد می کنند
۲	خنثائی Neutralism	۰	۰	هیچ کدام از موجود روی هم اثری ندارد
۳	همیاری یا همزیستی Mutualism (symbiosis)	+	+	برای هر دو سودمند ولی اجباری نیست (جلبک- قارچ)
٤	شکارگری(صیادی)Predation	−	+	افراد یک گونه افراد گونه مقابل را کشته واز پیکرآنها تغذیه می کنند
٥	انگلی Parasitism	−	+	افراد گونه انگل افراد گونه مقابل را تدریجاً بدون کشتن سریع مورد استفاده قرار می دهند(کرم های روده ای)
٦	همسفره ای Commensalism	۰	+	افراد یک گونه در این رابطه سود می برند و طرف مقابل نه سود می برد نه زیان.(خزه روی تنه درخت)
۷	دگر آسیبی Allelopathy (inhibition) یا Amensalism	۰	−	یک طرف آسیب می بیند طرف مقابل نه سود نه زیان

رابطه میان میکروارگانیسم ها و حیوانات

با اینکه وجود میکروارگانیسم ها برای بسیاری از موجودات مفید است و در اکثر حشرات و چهارپایان عامل اصلی هضم غذا میکروارگانیسم ها می باشند و خود نیز به عنوان غذا برای بسیاری از موجودات به شمار می روند ولی حالت انگلی نیز دارند و می توانند در موجودات مختلف بیماری ایجاد کنند .در دستگاه گوارش چهارپایان میکروارگانیسمها نه تنها باعث هضم غذا می شوند بلکه ویتامینها و مواد دیگر مورد نیاز حیوانات را نیز تولید می کنند. میکروارگانیسم ها نه تنها باعث هضم فیبر می شوند بلکه مواد دیگری مانند نشاسته را به مواد پر انرژی تبدیل می کنند. مورچه های برگ بر برگهای مورد نیاز قارچها را در لانه تهیه

می کنند و هر گونه ای از مورچه گونه ای خاص از قارچ رادر تجزیه برگ انتخاب می کند که مکانیسم این عمل هنوز ناشناخته است. مورچه آتا فقط یک نوع قارچ را برای کشت خالص انتخاب می کند و آن را در برگهای جویده کشت می دهد. سوسکهای خاکی و مورچه ها اندام های خاصی برای حمل اسپور مورد نظر دارند به این اندام مایسنتانجیا Mycentangia گفته می شود که در سوسک خاکی در پا قرار دارد و در مورچه برگ بر درآرواره قرار گرفته است. قارچ، ارگسترول، ویتامینها و مواد پروتئنی لازم برای رشد سوسک را آماده می کند در عوض سوسک، خاک اره و مواد مدفوعی و رطوبت مناسب را در اختیارقارچ قرار می دهد. موریانه ها نیز با قارچها همزیستی دارند. بدون قارچ این موریانه ها قادر به زندگی در روی چوب نمی باشند. چون چوب عاری از منبع نیتروژن است این حشرات با باکتریهای تثبیت کننده ی ازت نیز همزیستی دارند. در دستگاه گوارش انسان میکروارگانیسمهای دستگاه گوارش ویتامینهای لازم از جمله ویتامین k را تولید می کنند و عامل مهمی برای جلوگیری از رشد پاتوژنها می باشند. متانوژنها و استوژنها در دستگاه گوارش حالت کومنسالیسم دارند بعضی از حشرات مانند شپش به میکروارگانیسمها و تولیدات آنها برای رشد و تولید مثل احتیاج دارند. در دستگاه گوارش نشخوار کنندگان میکروارگانیسم های بسیاری در هضم غذا دخالت دارند. بیشتر میکروارگانیسمهای بی هوازی که از pH ۵/۵ الی ۷ قادر به رشد باشند در دستگاه گوارش نشخوار کنندگان وجود دارند. اکثر باکتریهای موجود در دستگاه گوارش نشخوار کنندگان در جدول بعدی آمده اند.

علاوه بر باکتری ، پروتوزوآی مژه دار وبعضی از تاژکداران مانند دیپلودی نیوم و سارکودینا نیز در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان وجود دارند. بعضی از پروتوزوئرها از سلولز و نشاسته و بعضی دیگر از باکتریها تغذیه می کنند.



شکل ۳: عوامل زیستی خاک

www.kamus.ac.ir

جدول ٦: منبع انرژی و محصول حاصل از تخمیر توسط باکتریهای نشخوارکنندگان

باکتری	منبع انرژی*	محصولات تولیدی**
باکتروئیدز سوکسینوژنز	C\S\G	A\S
باکتروئیدز آمیلوفیلوس	S	A\S\F
باکتروئیدز رومینوکولا	S\X\G	A \ S \ F
رومینوکوکوس فلاووفاسی انس	C\X\G	A\ S \ F \H
سوکسینی ویبریو دکسترینوسالونس	G	A\ S
سوکسینی ویبریوآمیکولاتا	S\G	S
رومینوکوکوس آلبوس	C\X\G	A\ F \ H \E
بوتیروویبریو رومینانتوم	C\S\X\G	F\ B \L
سلولوموناس رومینانتوم	S\GL\Y	A\P\L
ویلونلا الکالسنس	L	A\P\H
استرپتوکوکوس بویس	S\G	L
لاکتو باسیلوس ویتولینوس	G	L
متانوباکتریوم رومینانتوم	H2 + CO2 \ F	M
یوباکتریوم رومینانتوم	X\G	F\B\L

منبع انرژی* : F=فورمات C =سلولز S = نشاسته X =

G=گلوکز L = لاکتات Y=گلیسیرول

محصولات تولیدی **: F= فورما ت S= سوکسینا ت A= استات

P = پروپیونا ت B = بوتیرات E = اتانل H=هیدروژن

رابطه ی نرم تنان و میکروارگانیسم های فتوسنتز کننده

بعضی از جلبکهای تک سلولی و سیانو باکتریها الگ اندوزئیک نامیده می شوند. جلبک برای نرم تن اسید های آمینه، اسید های چرب استرول و اکسیژن تولید می کند و حیوان کربن دی اکسید و اوره در اختیار جلبک می گـذارد. گـاهی همـکاری بیـن اوگـلنا و نیمف در فصل زمسـتان بیشـتر است ولی در تابستان هر کدام به صورت جداگانه رشد می کنند .

رابطه ی نرم تنان و میکروارگانیسم های لیتوتروف

بعضی از نرم تنان دارای زندگی همزیستی با باکتریهای اتوتروف می باشند مثلا کرم لوله ای ریفتیا با باکتریهای اتوتروف همزیستی دارد این کرم فاقد دهان و دستگاه گوارش ولی واجد اندامی به نام تروفوزوم می باشد CO_2 ،، O_2 ، SH_2 از راه آبشش جذب شده و به تروفوزوم می رسد. باکتری های اتوتروف موجود در تروفوزوم SH_2، CO_2ومواد آلی تولید می کنند و در اختیار نرم تنان می گذارند . با وجود آنکه باکتریهای اتوتروف قادر به رشد نمی باشند ولی از طریق شناسائی DNA آنها وجودشان به اثبات رسیده است.

همزیستی قارچ و حشره ی ساقه دار

بعضی از حشرات برای تولید مثل به قارچ وابسته می باشند. قارچ سپتو بازیدیومSeptobasidium در لارو بعضی از حشرات هیف تشکیل می دهد و مانع از بین رفتن آن توسط حشرات شکاری دیگر می شود . علاوه بر آن بر جنسیت این حشره نیز تاثیرمی گذارد. تخمهای حشره که با این قارچ همزیستی داشته باشند ماده و تخمهایی که فاقد این قارچ باشند نر خواهند بود. مکانیسم این نوع همزیستی برای تعیین جنسیت مشخص نیست. بعضی از باکتریها دارای لوسیفرین نیز با آبزیان دریایی همزیستی دارند و باعث تولید نور برای آنان می شوند و این نور به حرکت ماهی سرو پا و ماهی نورانی کمک می کند. در عوض باکتری تولید کننده ی نور جایگاه مناسبی را روی این آبزیان پیدا می کند.

تجزیه حشره کش ها و سایر مواد شیمیائی ساختگی

میکروبهای خاک نقش مهمی در تجزیه موادی که در خاک وارد می شوند به عهده دارند. مواد آلی طبیعی نظیر برگهای درختان، بقایای جانوران به راحتی تجزیه می شوند. معهذا، در عصر صنعتی کنونی بسیاری از مواد شیمیائی نظیر آفت کش های کشاورزی، پلاستیک به مقدار زیاد در خاک وارد می شود. بسیاری از این مواد شیمیائی ساختگی در برابر عمل تجزیه کنندگی میکروبها مقاوم هستند. معروفترین مثال حشره کش د.د.ت است. هنگامیکه این حشره کش اول بار به کار گرفته شد نتیجه خوبی از خود نشان داد بطوریکه با یک بار مصرف اثر حشره کشی آن به مدت طولانی باقی می ماند، ولی به زودی دریافتند که این قبیل مواد شیمیائی به علت محلول بودن در چربی در نواحی خاصی از زنجیره غذائی متراکم می گردد. عقاب ها و سایر پرندگان طعمه خوار با تغذیه از مواد غذائی آلوده شده د.د.ت را در بافتهای خود متراکم کرده و در نتیجه اختلالات تولید مثلی پیدا می کنند (تخم ها پوسته نرمی پیدا کرده و جوجه تولید نمی گردد). همه مواد شیمیائی ساختگی مانند.د.ت پایا نیستند. برخی از این مواد از پیوندهای

شیمیائی و واحدهای کوچکتری که توسط آنزیم های باکتریها تجزیه می شوند ساخته شده اند ولی تغییرات کوچک در ساختمان شیمیائی می تواند آنها را به صورت مواد تجزیه ناپذیر در آورد. مثال در این مورد دو علف کش 2,4-D (علف کش چمن) و 2,4,5,-T (درختچه کش) است. افزایش یک اتم کلر به ساختمان 2,4-D برای طولانی کردن حیات این ماده در خاک از چند روز تا زمان نامحدود کافی است.

تجزیه سموم در خاک

مهمترین فرایندهای مسئول تجزیه و فروسائی سموم در خاک را به سه گروه تجزیه نورانی(Photodecomposition) ، تجزیه کاملا شیمیایی و فروسائی یا فساد میکروبی می توان تقسیم نمود که با همین ترتیب، نقش فرایند ای در تباهی سموم در خاک دارند. هریک از این مکانیسم ها ممکن است به تنهایی عمل نمایند ولی تجزیه و فسادی که در خاک رخ می دهد نتیجه عملکرد اقلا دو مکانیسم از سه فرایند فوق است که همزمان به وقوع پیوندد .تجزیه میکروبی سموم، در بند فعالیت میکروارگانیسم ها در خاک بوده و عواملی که در فراوانی و فعالیت آنها مؤثر است بر تجزیه و تباهی سموم در خاک نیز حاکم می باشد. این عوامل عبارتند از درجه حرارت، وجود مواد آلی و رطوبت مناسب. میکروبهای خاک، سمومی را که منشاء آلی دارند به عنوان (مخزن) بنخان انرژی جهت فرایند های زیستی به کار می برند و بدین ترتیب در طبیعت سموم، دگرگونی ایجاد می کنند. چون توانایی میکروارگانیسم ها برای تجزیه و فساد سموم به تدریج ایجاد شده و افزایش می یابد، لذا در مواردی که سمومی برای اولین بار به خاک افزوده شده اند، میکروبها در فرسایی این ترکیبات ناتوان بوده و اگر غلظت سموم زیاد نباشد، به تدریج فرایندهای تجزیه و فساد همزمان با سازگاری میکروبها به ترکیبات جدید، آغاز شده و ادامه می یابد. بدیهی است برای اینکه ملکول های سموم بتوانند جذب یاخته میکروبها گردند، بایستی به صورت محلول باشند .

د.د.ت یکی از سمومی است که از نظر آلودگی محیط زیست، مورد توجه فراوان می باشد. این سم مانند سایر سموم کلر، بسیار مقاوم بوده و تجزیه آن در خاک به D.D.D منجر می شود که خود نیز مقاوم می باشد. هر دو ماده می توانند در چربیها ذخیره شوند و از نقطه نظر تغذیه فرآورده های دامی، زیانبار باشند. آلدرین نیز سرنوشت مشابهی در خاک دارد، زیرا پس از اکسید شدن به دیلدرین تبدیل می شود که از سمیت یکسانی برخوردار است. تجزیه D.D.T و D.D.D در شرایط بی هوازی بسیار سریع بوده و معمولا پس از چند ماه فقط یک تا دو درصد از آن باقی می ماند، در صورتیکه در شرایط هوازی، بیش از ۷۰ درصد از D.D.Tپس از شش ماه به همان صورت اولیه باقی مانده و فقط چهار درصد به D.D.D تبدیل شده است .بنابراین با غرقاب کردن ساختن خاک می توان سرعت تبدیل و تجزیه د.د.ت را در خاک افزایش داده و آلودگی آنرا مهار کرد. در حدود ۲۶ گونه میکروبی توانایی تجزیه و تبدیل D.D.T را به D.D.D دارند .

برخی از ویژگیهای د.د.ت در پیش بینی رفتار آن در زیست بوم اهمیت دارد .مثلا حلالیت زیاد د.د.ت در چربیها و قابلیت انحلال ناچیز آن در آب، سبب می شود که این سم در لیپیدها و در نتیجه گیاهان و جانوران انباشتگی یابد. از طرفی بقایای آن بسیار پایدار بوده و نیم عمر آن در حدود بیست سال است. فشار بخار آن نیز به میزان کافی بالا بوده و مستقیما وارد جو می شود. بنابراین آب، خاک، هوا و دنیای موجودات زنده، همه مخزن مناسبی برای انباشتن د.د.ت است .مصرف د.د.ت از آغاز سال

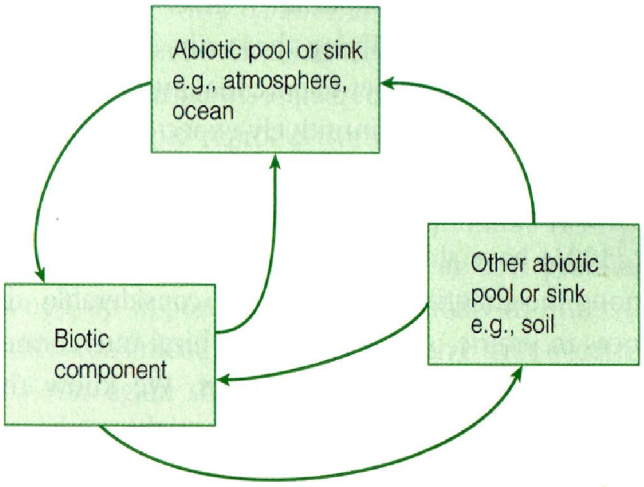
۱۹۷۰ در بسیاری از کشورها ممنوع شده است و با وجود اینکه آنچه از د.د.ت در موجودات زنده یافت می شود، از ۳ درصد تولید سالیانه تجاوز نمی کند ولی همین مقدار ناچیز زیانهای غیر قابل جبرانی به پرندگان، ماهی ها و انسان وارد ساخته و خسارات حاصله نیز در سطح جهانی گزارش شده است. مصرف د.د.ت به منظور مبارزه با آفات بهداشتی از جمله پشه های آنوفل در منازل مسکونی توسط سازمان بهداشت جهانی اخیرا توصیه شده است.

جدول ۷: شرایط زیستی مطلوب تجزیه و تخریب مواد در خاک

Parameters	Condition required for microbial activity	Optimum value for an oil degradation
Soil moisture	25–28% of water holding capacity	30–90%
Soil pH	5.5–8.8	6.5–8.0
Oxygen content	Aerobic, minimum air-filled pore space of 10%	10–40%
Nutrient content	N and p for microbial growth	C:N:P = 100:10:1
Temperature (°C)	15–45	20–30
Contaminants	Not too toxic	Hydrocarbon 5–10% of dry weight of soil
Heavy metals	Total content 2000 ppm	700 ppm
Type of soil	Low clay or silt content	

میکروبها و چرخه های بیو- ژئوشیمیایی

شاید مهمترین نقش میکروبهای خاک شرکت آنها در چرخه های بیو_ژئو شیمیایی باشد که به گردش برخی عناصر شیمیایی در طبیعت کمک کرده و آنها را قابل مصرف می سازد مانند : کربن، ازت، گوگرد و فسفر، در صورتیکه، این فعالیت میکروبی در جهت گردش عناصر در طبیعت انجام نمی گرفت سرانجام عناصر ضروری به مصرف رسیده و حیات متوقف می شد.



شکل ٤: مدل ساده شده چرخه های بیوشیمیائی

چرخه کربن

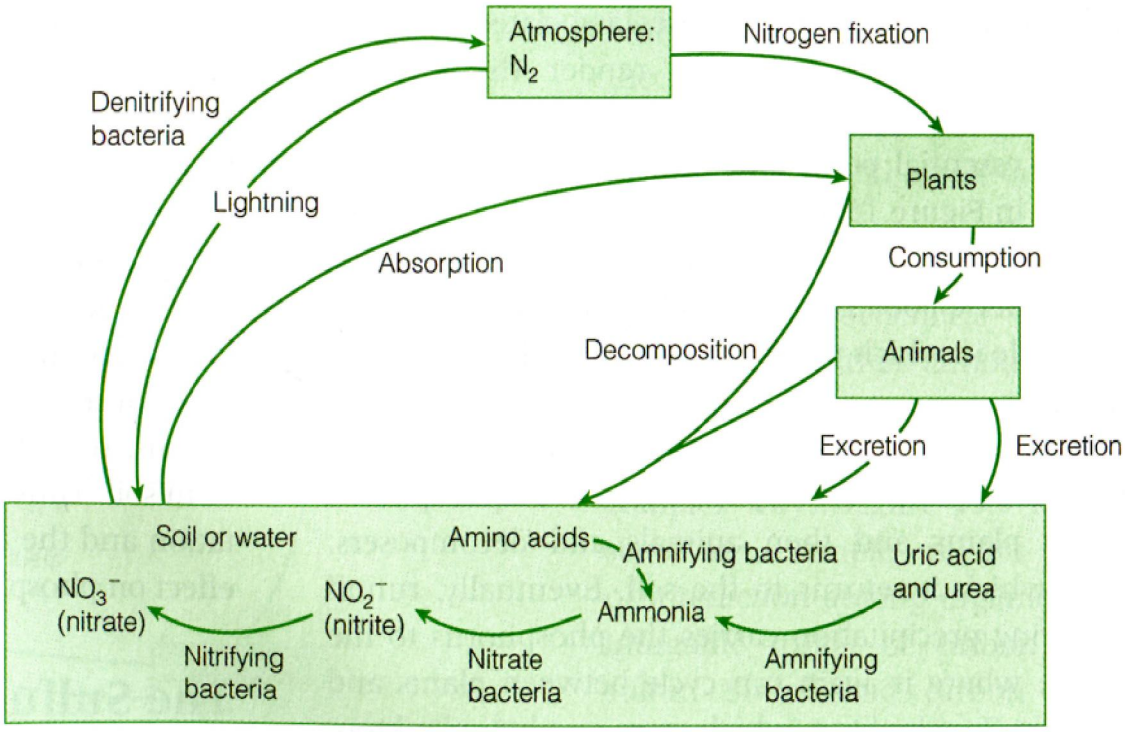
همه ترکیبات آلی دارای چرخه کربن است. بخش عمده کربن معدنی که برای سنتز ترکیبات آلی به مصرف می رسد از دی اکسید کربن جو تامین می گردد. مقداری کربن نیز در آب حل می شود. اولین مرحله در چرخه کربن مصرف دی اکسید کربن در فتوسنتز به وسیله فتواتوتروفهائی نظیر سیانوباکترها، گیاهان سبز، جلبکها و باکتریهای گوگردی سبز ارغوانی می باشد . دی اکسید کربن توسط فتواتوتروفها به صورت ترکیبات آلی در می آید. در مرحله بعد شیمیو اتوتروفها ترکیبات آلی را به مصرف می رسانند بدین معنی که جانوران فوتواتوتروفها بویژه گیاهان سبز و همچنین جانوران دیگر را می خورند و بدین طریق ترکیبات آلی گوارده شده و بار دیگر ساخته می شود. در این راه اتم های کربن اولیه دی اکسید کربن از جانداری به جاندار دیگر انتقال می یابد .

برخی از ملکولهای آلی توسط شیمیو هتروتروفها از جمله جانوران به عنوان انرژی مورد استفاده قرار می گیرند .در فرایند تنفس دی اکسید کربن در جو رها می گردد و این دی اکسید کربن به سرعت وارد چرخه دیگر می شود. معهذا، بخش عمده کربن در پیکر جانداران باقی می ماند که به صورت مواد دفعی، دفع شده یا پس از مرگ آنها در طبیعت رها می گردد. با مرگ جانداران ترکیبات آلی آنها در خاک وارد شده و بوسیله میکروبها بویژه باکتریها و قارچها تجزیه حاصل می کند و در نتیجه آن ترکیبات آلی به مواد ساده تر تجزیه شده و دی اکسید کربن به جو باز می گردد. گرچه دی اکسید کربن جو فقط ۰/۰۳ درصد گازهای جو را تشکیل می دهد ولی همین مقدار برای سنتز ماده زنده ضروری است.

کربن در صخره هائی نظیر سنگ آهک ذخیره می شود و در آب اقیانوسها به صورت یون کربنات حل می شود و همچنین به صورت آلی در ذغال سنگ و نفت انباشته می شود. سوزاندن این قبیل مواد سنگواره سوختنی موجب رها شدن دی اکسید کربن در جو می گردد.

چرخه ازت

همه جانداران برای سنتز پروتئین ها، اسیدهای نوکلئیک و سایر ترکیبات ازت دار، به ازت احتیاج دارند. ازت ملکولی ۸۰ درصد گازهای جو را شامل می گردد و جو بالای هر جریب خاک حاصلخیز دارای بیش از ۳۰ هزار تن ازت است. معهذا، با وجود فراوانی این گاز هیچیک از جانداران یوکاریوت نمی توانند از آن استفاده کنند. این ازت بایستی با سایر عناصر نظیر هیدروژن و اکسیژن تثبیت گردد، ترکیبات حاصله که شامل یون نیترات و آمونیوم است توسط جانداران مورد استفاده قرار می گیرد .نیروهای فیزیکی و شیمیائی که در خاک، آب و هوا عمل می کنند همراه با فعالیت های میکروبهای خاص عوامل مهمی در تبدیل ازت با اشکال قابل مصرف محسوب می شوند .همه ازت موجود درخاک به صورت ملکولهای آلی بخصوص پروتئین ها می باشد. هنگامیکه جانداران می میرند تجزیه پیکر آنها موجب هیدرولیز پروتئین ها به صورت اسید های آمینه می شود و گروههای آمین این اسید ها در فرایند آمونیاک سازی رها می گردد. آمونیاک سازی توسط باکتریها و قارچهای هوازی و بی هوازی انجام می گیرد .



شکل ۵: چرخه جهانی نیتروژن

رشد میکروبها آنزیمهای پروتئولیتیک برون سلولی رها می سازد که به ساده شدن مواد شیمیائی کمک می کند. سرنوشت آمونیاک حاصل به شرایط خاک بستگی دارد. چون آمونیاک به صورت گاز است ممکن است به سرعت از خاکهای خشک خارج گردد ولی در خاکهای مرطوب در آب حل شده و یون آمونیوم تشکیل می دهد .

$$NH3 + H2O \rightarrow NH4OH \rightarrow NH4 + OH$$

یون آمونیوم توسط باکتریهاوگیاهان درستنزاسیدهای آمینه به کارگرفته میشود.سری واکنشهای دیگری که درچرخه ازت رخ میدهد شامل اکسید شدن یون آمونیوم به نیترات طی فرایند شوره گذاری (Nitrification)می باشد.دو نوع باکتری درخاک به نام نیتروزوموناس (Nitrosomonas)و نیترو باکتر(Nitrobacter)دردومرحله متوالی آمونیاک را به نیترات اکسیده می کنند.

$$NH4 \rightarrow NO2 \rightarrow NO3$$

نیترات- نیتریت -یون آمونیوم

نیتراتها شکل قابل استفاده ازت برای گیاهان است و گیاهان ازت آن را در سنتز پروتئین به کار می برند . در نقاط مختلف چرخه، ازت جوی وارد یا از آن خارج می شود. خارج شدن ازت از چرخه طی فرایند شوره برداری (Deniritication) انجام می گیرد که طی آن نیترات به گاز ازت تبدیل می گردد.

$NO3 \rightarrow NO2 \rightarrow N2O \rightarrow N2$

گاز ازت اکسید نیترو نیتریت نیترات

گونه های پسودوموناس مهمترین باکتریهای خاک در شوره برداری محسوب می گردند. تعدادی از انواع دیگر از جمله پاراکوکوس(Paracoccus)، تیوباسیلوس نیز دارای گونه هائی هستند که قادرند شوره برداری انجام دهند. باکتریهای شوره بردار هوازی هستند ولی تحت شرایط بی هوازی به جای اکسیژن می توانند نیترات را به عنوان پذیرنده نهائی الکترون به کار گیرند (تنفس بی هوازی). از این رو فرایند شوره برداری غالبا در خاکهای پر آب که عاری از اکسیژن می باشد فعالتر است. چون باکتریهای شوره بردار ازت را در جو رها ساخته و نیترات را از خاک می گیرند لذا، از نظر حاصلخیزی خاک این فرایند نا مطلوب است .

مرحله آخر چرخه ازت تبدیل ازت به آمونیاک تحت فرایند تثبیت ازت می باشد. فقط برخی از باکتریها و سیانوباکترها قادر به انجام این عمل می باشند. آنزیم نیتروژناز مؤثر در تثبیت ازت احتمالا در اوایل پیدایش زمین قبل از آنکه جو دارای اکسیژن گشته و ترکیبات ازت دار از منابع آلی در دسترس قرار گیرد به وجود آمده است. تثبیت ازت توسط دو نوع میکروب هم زی و غیر هم زی انجام می گیرد .

باکتریهای غیر هم زی که زندگی مستقل دارند بخصوص در ریزوسفر گیاهان در مراتع یافت می شوند مانند ازتوباکتر. این باکتریها ظاهرا با مصرف سریع اکسیژن که نفوذ آنرا در سلول به حداقل می رساند آنزیم نیتروژناز را حفظ می کنند. باکتری دیگر هوازی اجباری غیر هم زی که ازت جوی را ثابت می کند بایـرنکیا (Beijerinckia)نام دارد. برخی از باکتریهای بی هوازی نظیر کلاستریدیوم ها نیز ازت جوی را ثابت می کنند. درسیانوباکترها معمولا آنزیم نیتروژناز در درون سلولهای اختصاص یافـته ای به نام هتروسـیست (Heterocyst)قرار دارد و ایـن سلولها در شرایط کاملا بی هوازی برای تثبیت ازت را دارا می باشند. وجود این میکروبها به ویژه در خـاک های پـر آب نظـیر شـالـیزارهـا حائـز اهـمیت می باشـد .یـکی از میکروبهای بی هوازی اجباری ثابت کننده ازت کلاستریدیوم پاستوریانوم است. سایر باکتریهای غیر هم زی تثبیت کننده ازت شامل گونه های بی هوازی اختیاری کلبسیلا، آنتروباکتر، باسیلوس و فتواتوتروفهائی مانند رودواسپیریلوم Rhodospirillum و کلروبیوم Chlorobium می باشند.

اغلب میکروبهای غیر هم زی ثابت کننده ازت قادرند تحت شرایط آزمایشگاه مقدار زیادی ازت تثبیت نمایند ولی در محیط خاک مقدار هیدرات کربنی که برای تامین انرژی جهت احیای ازت به آمونیاک و وارد کردن آن در ساختمان پروتئین ها لازم است کم

می باشد و از این رو تثبیت ازت به کندی انجام می گیرد. با وجود این، باکتریها در اقتصاد ازت مناطقی نظیر مراتع، جنگل ها و تونداراهای قطبی نقش مهمی بعهده دارند .

باکتریها هم زی (هم یار) ثابت کننده ازت حتی نقش مهم تری در رشد گیاهان و تولید محصول بازی می کنند. در رابطه هم زیستی دو موجود متعلق به دو گونه مختلف با یکدیگر زندگی کرده و هر یک از دیگری بهره مند می گردد. این چنین رابطه ای در گونه های ریزوبیوم با ریشه گیاهان خانواده پروانه آسا نظیر لوبیا، لوبیا چیتی، نخود، بادام زمینی، شبدر و یونجه شرح داده شده است. این گیاهان مهم از نظر کشاورزی فقط نمونه هائی از چند هزار گونه پروانه آسا هستند که به صورت بوته یا درختچه در خاکهای فقیر بسیاری از نواحی دنیا رشد می کنند.

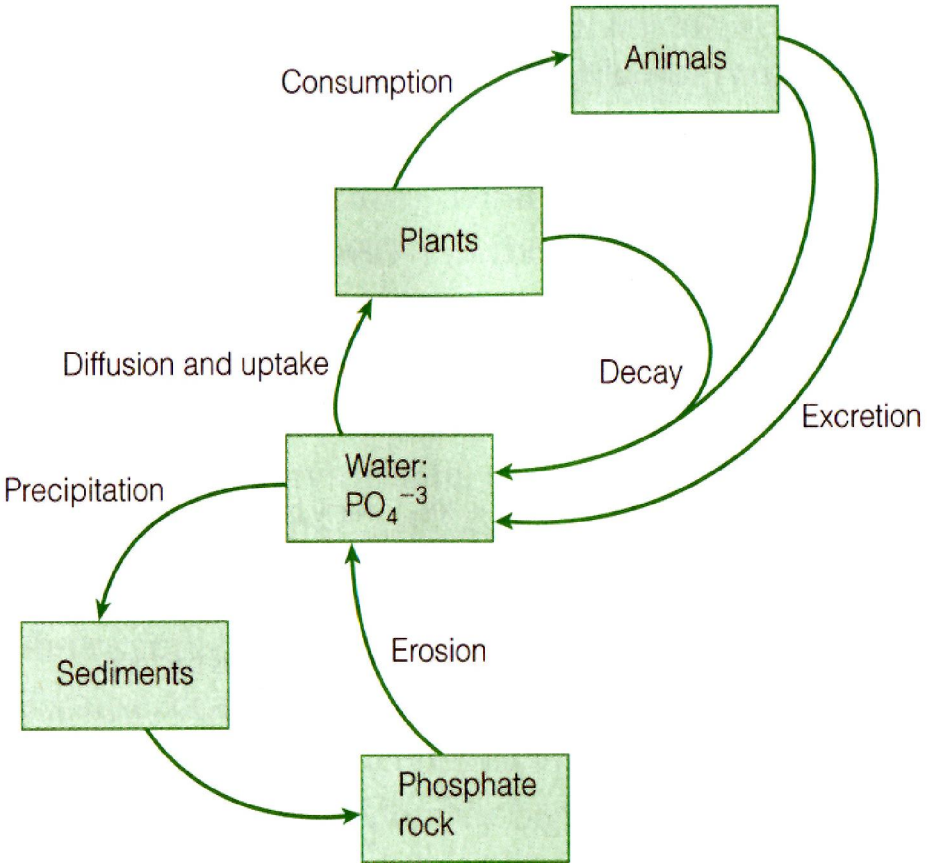
باکتریهای ریزوبیوم با گونه های خاصی از گیاهان پروانه آسا زندگی همزیستی دارند. این باکتریها به ریشه گیاهان میزبان معمولا در ناحیه تارهای کشنده متصل می شوند.در تار کشنده ریشه در نتیجه آلودگی با باکتری تورم ایجاد می شود که منجر به پیدایش آلودگی گشته و این رشته از تار کشنده گذشته و وارد ریشه می گردد. باکتریها این رشته آلودگی را دنبال کرده و وارد سلولهای ریشه می شوند. در درون سلولها شکل آنها تغییر یافته به صورت اشکال درشت تری با نام باکتروئید در می آیند که سرانجام سلول گیاه را پر می کنند. سلولهای ریشه در اثر آلودگی تحریک شده و گره های تومر مانند مرکب از سلولهای پر از باکتروئید تشکیل می دهد. آنگاه ازت جوی با همزیستی بین گیاه و باکتری تثبیت می گردد. گیاه شرایط بی هوازی فراهم ساخته و مواد غذایی لازم را در اختیار باکتری می گذارد و باکتری ازت جوی را ثابت می کند که بعدا این ازت در ساختمان پروتئین وارد می گردد.

هر سال میلونها تن ازت جوی از این راه در خاک وارد می شود. مثالهای دیگری از تثبیت ازت با طریقه همزیستی در گیاهان سایر خانواده ها درخت غان است. این درختان نخستین گیاهانی هستند که بعد از آتش سوزی یا یخبندان در جنگل می رویند. درخت غان بوسیله آکتینومیســـت هم زی به نام فرانکیاFrankia آلوده شده و بر روی ریشه آن گره های ثابت کننده ازت تشکیل می گردد. با پرورش درخت غان می توان در سال حدود ۵۰ کیلو ازت در جریب تثبیت کرد و به این ترتیب به اقتصاد جنگل کمک نمود .

گلسنگ ها نیز به اقتصاد ازت در جنگل کمک می کنند. هم زیستی بین قارچ و یک جلبک با سیانوباکتر گلسنگ را به وجود می آورد .هنگامیکه یکی از یاران سیانوباکتر باشد ازت جوی تثبیت شده و خاک جنگل از نظر ازت غنی می گردد. سیانوباکترها می توانند مقدار زیادی ازت را در خاکهای نواحی بیابانی به دنبال با زندگی و هم چنین در خاکهای سطحی تونداراهای قطبی تثبیت نمایند. در ممالک شرقی شالیزارها می تواند محل رشد توده انبوهی از میکروبهای تثبیت کننده ازت باشد .این سیانوباکترها قادرند با سرخس های کوچک شناور به نام آزولا Azolla که بطور فراوان در شالیزارها در سطح آب رشد می کنند زندگی هم زیستی بر قرار سازند. این دسته از میکروبها به حدی ازت جوی را تثبیت می کنند که نیازی به افزودن کودهای ازت دار به شالیزار برنج نیست .

سایر چرخه های بیو__ژئو شیمیائی

میکروبها همچنین در گردش عناصر دیگری در چرخه های طبیعی دخالت دارند (نظیر گوگرد فسفر). به علاوه، میکروبها تغییر و تبدیلات زیادی در پتاسیم، آهن، منگنز، جیوه، سلنیوم، روی و سایر کانی ها ایجاد می کنند .انواع واکنش های شیمیائی در این چرخه ها غالبا برای قابل مصرف کردن عناصر جهت تغذیه گیاهان (به صورت محلول) و در متابولیسم آنها لازم و ضروری است.



شکل ٦: چرخه جهانی فسفر

فصل پنجم

بیوتکنولوژی ومحیط زیست

بیوتکنولوژی محیطی عبارت است از بکارگیری موجودات زنده(گیاهان،جانوران از حد ماکرو تا میکرو) به منظور پاکسازی محیط زیست ازعوامل گوناگون شیمیائی ،هسته ای و... ، یا کم خطر نمودن این عوامل در محیط آلوده شده به منظور ادامه زندگی.

باکتریها به دلیل تنوع متابولیزمی گسترده ، دارای خزانه ژنتیکی بسیار غنی می‌باشند. در بعضی موارد در این خزانه ژنهایی یافت می‌شوند که مواد آلوده کننده محیط زیست را تجزیه می‌کنند. ژنهای تجزیه بیولوژیکی بسیاری از مواد زاید فاضلابهای شهری و پسابهای صنعتی ، از باکتریهای موجود در طبیعت جدا شده‌اند. از این ژنها می‌توان برای کاهش آلودگیهای محیط زیست استفاده کرد**.** مثالی از این کار ، ژنهای تجزیه کننده حشره کشهای کلردار ، مانند **تری کلروفنوکسی استیک اسید ، کلروبنزن ، نفتالین ، تولوئن ، آنیلین** و هیدروکربنهای مختلف دیگر می‌باشد. ژنهای مورد نظر از باکتریهای پسودوموناس ، آلکالیژنس و تعدادی از باکتریهای دیگر جدا شده و در پلاسمیدهای مختلف وارد شده است. همچنین پلاسمیدهایی ایجاد شده است که ژنهای تجزیه کننده چند ماده مختلف را بطور همزمان بر روی خود دارند **.**

بسیاری از باکتری‌ها ، از نظر زیستی بسیار منحصر به فرد عمل می‌کنند. مثل باکتری‌هایی که در خود فلز یا مواد معدنی جمع می‌کنند، تغذیه خود به خودی دارند یا با ترفندهایی نور از خود ساطع می‌کنند یا فرمول‌های غیر عادی از مواد می‌سازند. این ریز سازواره‌ها حاوی ژن‌های منحصر به فردی هستند که می‌توان از آنها در پرورش موجودات زنده استفاده کرد. علاوه بر این، قابلیت اکسید کردن سولفید توسط برخی از باکتری‌ها ، می‌تواند در پرورش میکروب‌هایی که می‌توانند به تجزیه فاضلاب کمک کنند، مفید باشد. همچنین می‌توان از ژن جلبک‌های بزرگ در دهانه ورودی رودخانه برای پرورش گیاهان خشکی زی مقاوم در برابر نمک استفاده کرد. ریز سازواره‌هایی که می‌توانند مواد را به طور انتخابی تجزیه کنند همچنین می توانند برای اهداف خاص زیست‌محیطی مورد استفاده قرار بگیرند. برای مثال، با استفاده از آنها می‌توان زباله‌هایی که به اقیانوس ریخته می‌شوند را تجزیه کرد.

زیست پالایی Bioremediation

خاک اساس هستی ، تولید و انبار مواد خام است و نقش بسیار مهمی در زندگی انسان ایفا می کند . نقش عمومی خاک نسبت به هوا و آب از اهمیت بیشتری برخوردار است.حفاظت خاک به عنوان یک وظیفه سیاست محیطی مانند آب و هوا ضروری می باشد . انسان هرچه بیشتر سعی می کند هوا وآب را تمیز کند به همان نسبت در نتیجه این اقدام پاک کننده خود ، خاک را آلوده تر می کند و بر بار آلودگی خاک اضافه می شود .هرگونه تغییر در ویژگی های اجزای تشکیل دهنده خاک به طوری که استفاده

از آن ناممکن گردد آلودگی خاک نامیده می شود .خاک منبع درآمد و تولید و اساس تمامی تمدن مادی است حفظ خاک همانند حفظ آب و هوا ضروری می باشد . از آنجایی که خاک روز به روز به قبرستان مواد زیانبخش و دریافت کننده مواد زیان آور تبدیل شده است و نیز بیشتر از آب و هوا بر بار آلودگی خاک افزوده می شود و توان خود پالائی خاک به علت کم بودن مبادله ی آن کمتر از توان خود پالائی هوا وآب است و از طرفی به طور روز افزون بر اثر ایجاد ساختمان و راه وتاسیسات شهری و صنعتی مقدار زیادی از خاک از گردش طبیعی و نیز از حوزه زراعتی خارج می گردد و تبدیل به خاک مرده می شود .▪

در صورتی که خاک بر اثر فعالیت های بشر وضعیتی پیدا کند که دیگر نتوان بهترین کاربری را از آن داشته باشیم در اصطلاح می گویند خاک آلوده شده است. یا به عبارتی دیگر:▪هر فعالیتی که توسط بشر صورت پذیرد، بطوریکه نتوان ازآن خاک بهترین استفاده را داشت،اصطلاحا آلودگی خاک می گویند. خاک یکی از منابع مهم و ارزشمند طبیعت است و هم اکنون ۹۵ درصد غذای انسان ها از زمین به دست می آید، با این وجود یکی از انواع مهم آلودگی های محیط زیست، آلودگی خاک است. خاک، پالاینده طبیعت محسوب می شود که علاوه بر تامین موادغذایی، ویژگی تصفیه کنندگی نیز دارد، اما مدت هاست که مواد نفتی و مشتقات آن در اثر حمل و نقل یا ذخیره سازی موجب آلودگی خاک می شود، این درحالی است که هرچقدر مواد نفتی به عمق بیشتری از خاک نفوذ کند، رفع آلودگی آن مشکل تر و هزینه آن چندین برابر خواهد بود▪

خاصیت پالایش پذیری خاک:

می توان گفت خاک به سه دلیل خاصیت پالایش پذیری دارد:

۱-خاصیت فیزیکی: وجودمنافذ وخلل وفرج و..

۲-خاصیت جذب سطحی: وجود بارهای ناهمنام

۳- خاصیت بیولوژیکی: وجود میکروارگانیسم ها (باکتری، قارچ، کرم)▪.

اصفهان، جنوب تهران، عسلویه بوشهر ،زمین های اطراف مس سرچشمه، استان سیستان و بلوچستان و مناطق زیادی از خوزستان از جمله مسجد سلیمان به ترتیب بالاترین میزان آلودگی خاک را دارند.آلودگی خاک باعث از بین رفتن پوشش گیاهی و کاهش رشد و نمو گیاهان و در نهایت فرسایش خاک و بیابان زایی می شود.

انواع مواد آلوده کننده خاک :▪

الف-آلودگی از طریق صنعت

دود کارخانه ها و سوخت موتور ها

فاضلاب ها و مواد زائد صنعتی کارخانه ها

ب- آلودگی خاک از طریق زباله و فاضلاب های شهری

زباله های بیمارستانی

زباله ها و آشغال ها و فاضلاب های شهری

ج- آلودگی از طریق مواد مورد استعمال در کشاورزی

مصرف بی رویه و نامناسب کود شیمیایی

استعمال حشره کش ها

سموم دفع آفات

انواع Bioremediation :

Bioremediation می تواند بر حسب مورد،به دو صورت زیر انجام شود :

In-situ Bioremediation بیورمدیشن درجا یعنی اصلاح آلودگی آب و خاک درمحیطی که شناسایی کرده ایم .

Ex-situ Bioremediation : بیورمدیشن بیرون ازجا شامل انتقال آب یا خاک آلوده به محلی دیگروسپس اصلاح آن است

مقایسه مزایا و معایب زیست پالایی درجا (In-Situ) و دگرجا (Ex-Situ):

۱-روشهای Ex-situ به زمان کمتری نسبت به روشهای In-situ نیاز دارند.

۲-قطعیت بیشتری در خصوص یکنواختی حذف در Ex-situ وجود دارد ، که به لحاظ قابلیت همسان سازی و اختلاط پیوسته خاک در این روش است.

۳-کنترل و بهینه سازی برخی پارامترها در روش Ex-situ نسبت به In-situ آسانتر است.

٤-هزینه عملیات Ex-situ بعلت نیاز به حفاری و جابجایی خاک ، بیشتر است.

٥-در روشهای Ex-situ نیاز به نیروی مهندسی متخصص و تجهیزات سبک و سنگین نسبت به روشهای In-situ بیشتر است.

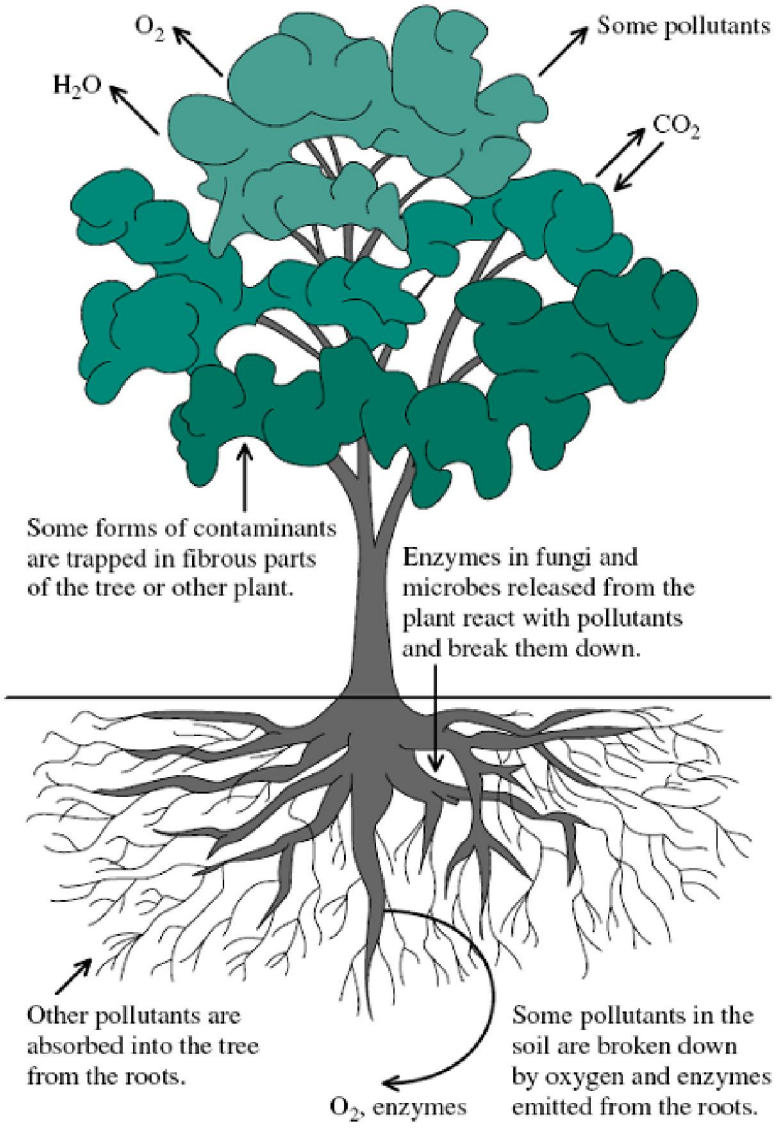
جدول ۱: استراتژی ها یا رابرد های زیست پالائی (به صورت خلاصه)

Technology	Examples	Benefits	Limitations	Factors to consider
In situ	*In situ* bioremediation Biosparging Bioventing Bioaugmentation	Most cost efficient Noninvasive Relatively passive Natural attenuation processes Treats soil and water	Environmental constraints Extended treatment time Monitoring difficulties	Biodegradative abilities of indigenous microorganisms Presence of metals and other inorganics Environmental parameters Biodegradability of pollutants Chemical solubility Geological factors Distribution of pollutants
Ex situ	Landfarming Composting Biopiles	Cost efficient Low cost Can be done on site	Space requirements Extended treatment time Need to control abiotic loss Mass transfer problem Bioavailability limitation	See above
Bioreactors	Slurry reactors Aqueous reactors	Rapid degradation kinetic Optimized environmental parameters Enhances mass transfer Effective use of inoculants and surfactants	Soil requires excavation Relatively high cost capital Relatively high operating cost	See above Bioaugmentation Toxicity of amendments Toxic concentrations of contaminants

گیاه پالائی Phytoremediation

از عوامل مهم آ لایندۀ محیط زیست که مناطق ساحلی، تالاب ها و رودخانه ها را با تهدیدی جدی مواجه نموده است عناصر سنگین ناشی از پساب های صنعتی، کشاورزی و شهری می باشد که از طریق زنجیرۀ غذایی در بدن آبزیان تجمع می یابند. گیاهان آبزی به عنوان حلقه ای از زنجیره غذایی به واسطۀ جذب فلزات سنگین می توانند نشانگر افزایش نسبی غلظت این عناصر در آب یا ر سوبات اکوسیستم های موردنظر باشند. ورود این عناصر به چرخه محیط زیست عملکرد و ترکیب محصولات را تغییر داده، به گونه ای که می توان اثر آن را در چرخه غذایی مشاهده نمود. از مهمترین جنبه های زیست محیطی عناصر سنگین، تجمع آن در آب های زیر زمینی و در نتیجه حضور در چاه های تامین کننده آب آشامیدنی شهری و چاه های کشاورزی می باشد. با توجه به افزایش آلودگی جهانی و نیازمندی به غذای سالم، استفاده از تکنولوژی های جدید از جمله گیاه پالایی می تواند در این راه بسیار حائز اهمیت باشد. گیاه پالایی تکنولوژی به وجود آمده بر اساس ترکیب فعالیت گیاهان و جامعه میکروبی همراه آن برای تجزیه، انتقال، غیرفعال کردن و ایموبیلیزه کردن(آلی کردن) ترکیبات آلاینده خاک و آب های زیرزمینی می باشد. گیاه پالایی یکی از روش های زیست پالایی است که در دهه های اخیر به آن توجه زیادی شده است. در این روش از گیاهان مقاوم جهت پالایش خاک های آلوده به ترکیبات آلی و معدنی استفاده می گردد. مزیت هایی که این روش نسبت به سایر روش ها دارد عبارتند از سادگی،

ارزان بودن و امکان بهره گیری د ر سطح وسیع می باشد .دراین روش انتخاب گیاه از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. درختان از جمله عوامل اصلی فیتورمدیشن محسوب می شوند.درختان در کاهش میزان سرب به ویژه در حاشیه جاد ها و شاهراهها نقش مؤثری دارند. مقایسه تطبیقی درختان با سایر اشکال گیاهی علفی و گیاهان زراعی نشان می دهد که درختان ۱۰ تا ۲۰ برابر گیاهان علفی و ۲ برابر گیاهان زراعی (در مقایسه با سطح معیار که مناطق فاقد جاده هستند) می توانند توان رسوب گیری داشته باشند. در مناطق پرترافیک، شهرهای انبوه و شاهراهها اهمیت درختان (برگها، شاخه و برگها و حتی تنها درختان) در جذب میزان سرب هوا که از اگزوز ماشینها پراکنده می شود بسیار دارای اهمیت است.



شکل ۱: مکانیزم فیتورمیدیشن در گیاهان

در فرایند گیاه پالایی، چندین مکانیسم می تواند باعث تصفیه شود که عبارت اند از:

گیاه تبدیلی (Phyto degredation or Phyto transformation)

گیاه تبخیری (Phyto volatilization)

زیست پالایی محیط ریشه (Rhizospher degredation)

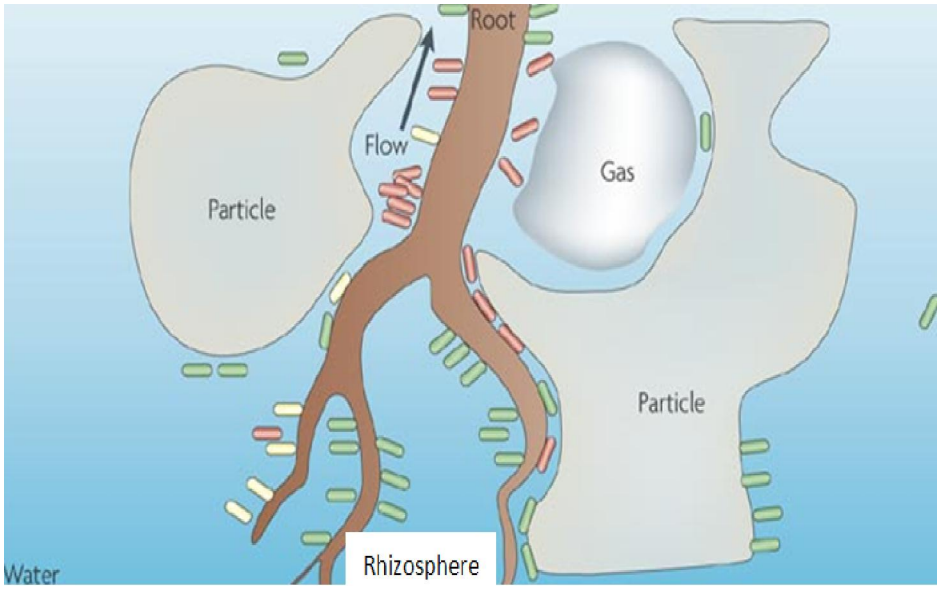
گیاه تثبیتی (Phyo stabilization)

گیاه استخراجی (Phyto extraction)

فیلتراسیون ریشه ای (Rhizo filtration)

و احیاء نمودن گیاهی (Phyto restoration)

گیاه تبدیلی به جذب و تجمع آلاینده های خاک و آب زیرزمینی در گیاه و متعاقباً تجزیه آن ها توسط گیاه اطلاق می شود. در گیاه تبخیری، آلاینده های جذب شده توسط گیاه، با فرایند فراریت (تبخیر) وارد جو می شوند. در زیست پالایی محیط ریشه، ریشه گیاهان با مکانیزم های مختلف باعث بهبود زیست پالایی خاک در محیط ریشه می شوند. گیاه تثبیتی، به نگهداری خاک و رسوبات آلوده در محل توسط پوشش گیاهی و همچنین ایستا کردن آلاینده های سمی در خاک اطلاق می شود. در گیاه استخراجی از گیاهان تجمع دهنده فلز (Metal- accumulating plant) برای انتقال فلزات از خاک به ریشه و سپس به ساقه ها، برگ ها و انباشته نمودن آن ها در گیاه استفاده می شود. فیلتراسیون ریشه ای به استفاده از ریشه های گیاه برای جذب آلاینده های فلزی از آب های سطحی یا زیرزمینی اشاره دارد.فهرست زیر گونه های گیاهی آبزی جاذب عناصر سنگین در اکوسیستم های آبی شمال ایران را نشان می دهد.



شکل ۲: مکانیزم فیتورمیدیشن در محل ریشه

جدول ۲ : لیست فلورستیک گونه های آبزی جاذب عناصر سنگین در اکوسیستم های آبی شمال ایران

گونه ی گیاهی	خانواده	نوع عنصر جذب شده	مکانیزم	اندام جذب کننده
Myriophyllum aquaticum	Haloragaceae	Se	Phytoextraction, Rhizofiltration	ریشه ها
Agrostis capillaris	Poaceae	Zn	Phytoextraction	ریشه ها
Vallisneria spiralis	Hydrocharitaceae	Cr, Cu, Hg, Pb, Fe, Mn, Zn	Phytoextraction, Rhizofiltration, Phytovolatilization	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Juncus effusus	Juncaceae	As, Se, Zn, Ni, Pb, Cd, Cr, Hg	Phytostabilization	ریشه ها
Typha latifolia	Typhaceae	Ni, Cr, Co, Zn, Mn, Pb	Phytovolatilization, Rhizofiltration	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Ruppia maritima	Ruppiaceae	Se	Rhizofiltraction	ریشه ها
Lemna minor	Lemnaceae	Fe, As, Mn, Pb, Cd, Cu, Cr, Ni, Se, Zn, U	Phytovolatilization, Rhizofiltration	ریشه ها، برگ ها
Lemna trisulca	Lemnaceae		Rhizofiltration, Phytovolatilization	ریشه ها، برگ ها
Potamogeton natans	Potamogetonaceae	Cd, Cu, Pb, Zn	Phytoextraction, Rhizofiltration	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها

جدول ۳: لیست فلورستیک گونه های آبزی جاذب عناصر سنگین در اکوسیستم های آبی شمال ایران

گونه ی گیاهی	خانواده	نوع عنصر جذب شده	مکانیزم	اندام جذب کننده
Azolla filiculoides	Azollaceae	Cu, Cd	Phytoextraction	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Eriophorum angustifolia	Cyperaceae	Cr, Ni, Zn, Fe, Cu, Pb	Phytostabilization	ریشه ها
Eriophorum scheuchzeri	Cyperaceae	Zn, As, Cd, Pb	Phytostabilization	ریشه ها
Phragmites australis	Poaceae	Zn, As, Cd, Cu, Pb	Phytodegredation	ریشه ها
Polygonum amphibium	Polygonaceae	Zn, As	Phytoextraction, Rhizofiltration, Phytovolatilization	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Nymphaea alba	Nymphaeaceae	Cd, Cu, P, Pb	Phytoextraction	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Hydrilla verticillata	Hydrocharitaceae	Hg, Fe, Ni, Pb	Phytovolatilization, Phytoextraction, Phytodegredation Phytostabilization	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Lycopus europaeus	Labiatae	Cd	Phytoextraction	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Cynodon dactylon	Poaceae	As, Cd, Cu, Pb, Hg, Mo, Ni, Se, Zn	Phytostabilization, Phytoextraction, phytovolatilization, Rhizofiltration,	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها

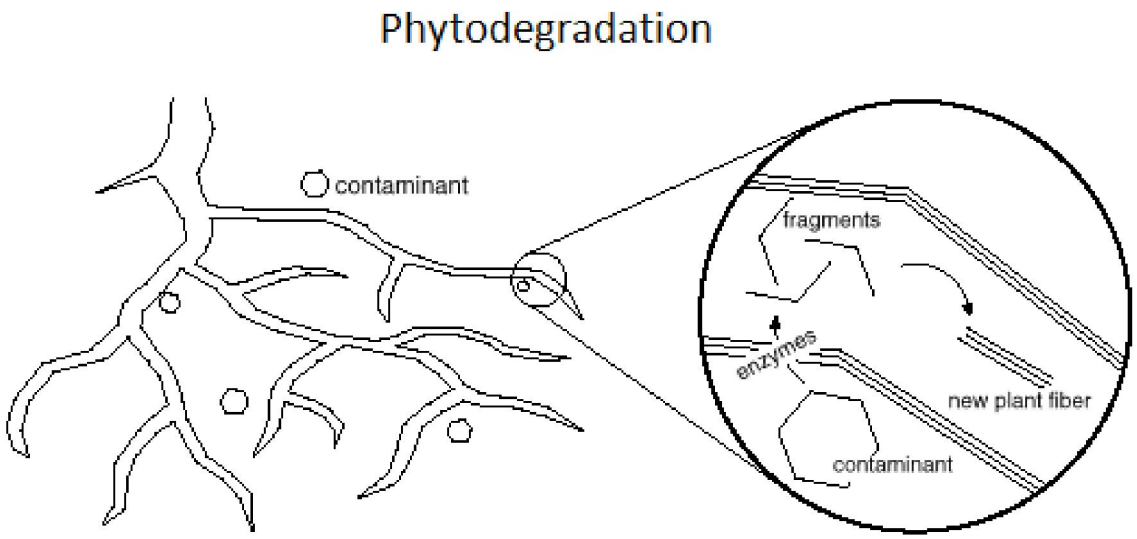
جدول ٤ : لیست فلورستیک گونه های آبزی جاذب عناصر سنگین در اکوسیستم های آبی شمال ایران

گونه ی گیاهی	خانواده	نوع عنصر جذب شده	مکانیزم	اندام جذب کننده
Equisetum arvense	Equisetaceae	Pb, Zn	Phytostabilization	ریشه ها
Arundo donax	Poaceae	Ni, Cd, Zn, Cu, Pb	Phytoextraction	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Mentha aquatica	Labiatae	Se, Cd, Zn, Cu, Fe, Hg	Phytoextraction, Phytovolatilization	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Mentha longifolia	Labiatae	Cu, Cr, Fe, Mn, Cd, Pb	Phytoextraction, Phytovolatilization , Phytostabilization, Rhizofiltration	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Najas marina	Najadaceae	Cd, Fe, Pb, Mn	Phytoextraction, Phytovolatilization	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Nuphar lutea	Nymphaeaceae	Cu, Ni, Cr, Co, Zn, Mn, Pb, Cd, Cu, Hg, Fe	Phytoextraction	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Potamogeton crispus	Potamogetonaceae	Cd, Pb, Fe, Mn	Phytoextraction, Rhizofiltration	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Potamogeton perfoliatus	Potamogetonaceae	Cd, Fe, Pb, Mn	Phytoextraction, Rhizofiltration	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها

جدول ۵ : لیست فلورستیک گونه های آبزی جاذب عناصر سنگین در اکوسیستم های آبی شمال ایران

گونه ی گیاهی	خانواده	نوع عنصر جذب شده	مکانیزم	اندام جذب کننده
Potamogeton pectinatus	Potamogetonaceae	Mn, Pb, Cd, Cu, Cr, Zn, Ni, As, Se	Phytovolatilization, Phytoextraction	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Salvinia natans	Salviniaceae	Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn	Phytoextraction, Phytovolatilization, Phytostabilization, Rhizofiltration	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Tussilago farfara	Asteraceae	Zn, Pb, Fe, Mn, Cu, Cd, As, Hg	Phytoextraction, phyto restoration, phyto degradation	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Ranunculus aquatilis	Ranunculaceae	P, F, Cd, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb	Phytoextraction, Phytovolatilization, Phytostabilization, Rhizofiltration	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Scirpus lacustris	Cyperaceae	Cu, Pb, Cd, Ni, Zn	Phytoextraction, Phytovolatilization, Phytostabilization	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Spirodela polyrhiza	Lemnaceae	Mn, Ni, Sr, V, Zn, Cd, Cu, Pb	Phytoextraction, Phytovolatilization, Phytostabilization, Rhizofiltration	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Empetrum nigrum	Ericaceae	Zn, Cu, Ni, Cd, Cu	Phytoextraction, Phytodegredation	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Elodea canadensis	Hydrocharitaceae	Zn, Cu	Phytoextraction, Phytovolatilization, Phytorestoration	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها
Carex rostrata	Cyperaceae	Cu, Pb, Zn, Co, Ni, Cr, Mo, U	Phytodegredation	ریشه ها
Oryza sativa	Poaceae	Cd, Co, Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Fe	Phytoextraction, Phytovolatilization, phytrestoration, phytodegredation	ریشه ها، ساقه ها و برگ ها

در روش فیتورمیدیشن با استفاده از گیاهان، خاک، رسوبات یا آب آلوده، پاکسازی محلی صورت می‌گیرد. بررسی‌ها نشان داده است بیشترین کاربرد آن در مورد آلودگی‌های کم و مربوط به آلاینده‌های آلی، نوترینت‌ها و فلزات است. این روش در ۵ حوزه کاربرد دارد، گیاه درمانی، استحاله گیاهی، درمان‌زیستی گیاهی، پایدارسازی گیاهی، استخراج گیاهی و صافی گیاهی جزو روش‌هایی است که خالص‌سازی طبیعی در این حوزه‌ها کاربرد دارد. استفاده از این فناوری به دلیل هزینه کم، ایجاد فضای سبز و کاربرد درازمدت، می‌تواند در حذف سریع آلاینده‌ها بسیار مفید واقع شود.



شکل ۳: فعالیت آنزیمی گیاه در فیتودگرادیشن

درمان بیولوژیکی یا گیاه درمانی

بررسی‌ها نشان داده است درمان بیولوژیکی، یکی از روش‌های پاکسازی پساب است که نسبت به سایر روش‌های پاکسازی مقرون به صرفه یا عملی نیست، بلکه تنها به عنوان فرآیند نهایی، براق‌سازی و گندزدایی در وسعتی زیاد استفاده می‌شود. همچنین از این روش می‌توان در ترکیب با سایر روش‌های تصفیه بسادگی استفاده کرد. البته پیش از انتخاب روش گیاه درمانی به عنوان یک روش تصفیه باید جنبه‌های مختلف آن نیز در نظر گرفته شود. در گیاه درمانی، قابلیت تطبیق منطقه و نوع آلودگی با این روش، پاکسازی اولیه پیش از آغاز مرحله اجرایی که معمولا بسیار هم زمان‌بر است، پتانسیل پذیرش آلودگی توسط گیاهان، زنجیره غذایی، احداث محل مناسب برای نگهداری گیاهان و پساب‌های سمی در صورت وجود، باید مورد توجه قرار گیرد.

گیاهان ظرفیت پذیرش غلظت‌های بالایی از مواد آلی را دارند بدون آن که علائم مسمومیت از خود بروز دهند. گیاهان می‌توانند مواد شیمیایی را بسرعت جذب و به موادی با سمیت کمتر تبدیل کنند. به علاوه موادی که از ریشه گیاهان ترشح می‌شود، شرایط تجزیه مواد آلی را در محیط پیرامون ریشه (ریزوفر) فراهم می‌کند.

این فرآیند به آنزیم‌های گیاهی که ساخت ترکیبات آلی را در خاک به عهده دارند، مربوط می‌شود. گیاهان پتانسیل بالایی برای استخراج مانند جذب آلاینده‌ها از محیط، تصفیه و برگردان آنها به زیست توده و صاف کردن فلزات از آب توسط ریشه و تثبیت حوزه‌های پساب از طریق کنترل فرسایش و تبخیر و تنفس در سطح وسیعی از آب را دارند. طی سالیان اخیر آزمایش‌های موفقیت‌آمیزی در زمینه درمان بیولوژیکی پساب‌های حاوی هیدروکربن‌های نفتی، از قبیل بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن (BTEX) انجام پذیرفته است. همچنین درمان بیولوژیکی برای پساب‌های حاوی هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای ها ، پنتاکلروفنل، بی‌فنیل‌های پلی‌کلره ها، آلیفاتیک‌های کلردار، پساب‌های آمونیاک‌زا، فلزات (سرب، کادمیوم، روی، آرسنیک، کروم، سلنیوم)، پساب آفت‌کش‌ها و پساب‌های مواد مغذی خاک (آمونیاک، فسفات و نیترات) نیز انجام پذیرفته است.

در این خصوص می‌توان از گونه‌های متفاوت گیاهی استفاده کرد. ازجمله می‌توان به گونه‌های مختلف مانند بید، تبریزی و پنبه، انواع علف‌ها (چاودار یا تلخه، ذرت خوشه‌ای، بوریا و جوی دوسر)، گیاهان لگومینه (شبدر، یونجه، لوبیای چشم بلبلی)، گیاهان آبی (خزه و جلبک استخری) و گیاهانی که ظرفیت بالایی برای ذخیره فلزات دارند مانند آفتابگردان و خردل هندی اشاره کرد.

نمونه‌های موفقی که در زمینه گیاه درمانی استفاده شده و نتیجه داشته است، گیاه پالائی برای رفع یا حداقل کاهش آلودگی از خاک مناطق Brownfields (آلوده به سرب)، دریاچه کوچکی در چرنوبیل (آلوده به اورانیوم)، خط بافر منطقه Riparian در آمانای آیووا (حذف نیترات و آترازین از پساب‌های کشاورزی) و یک تالاب مصنوعی در میلان، ایالت تنسی (حذف TNT) با موفقیت استفاده شده است. علاوه بر این، تحقیقات نشان داده است درمان بیولوژیکی کاربردهای موفقیت‌آمیز دیگری نیز در حوزه‌های کوچک‌تر، مانند زمین‌های کشاورزی آلوده به آفت‌کش‌ها و تثبیت آمونیاک داشته است.

تصفیه پساب‌های نساجی با گیاه آزولا

ترکیبات رنگی، بخصوص رنگزاهای آلی، یکی از پر مصرف‌ترین مواد در صنعت هستند که هرچند با استفاده از روش‌های بهینه استفاده از آنها می‌توان از ورود مقدار زیادی از این مواد آلاینده به پساب جلوگیری کرد، ولی مقدار کمی نیز از این مواد، به غیر از مشکلات زیست‌محیطی، چهره ناخوشایندی را برای آبگیرها، رودخانه‌ها و دیگر اکوسیستم‌های طبیعی ایجاد می‌کنند. بررسی‌های کارشناسان نشان می‌دهد حدود ۱۰ هزار نوع ماده رنگزا و رنگدانه تجاری گوناگون موجود است که میزان تولید آنها در سراسر جهان به بیش از هزاران تن در سال می‌رسد، همچنین از آنجا که حدود ۱۰ الی ۱۵درصد از این مواد رنگی که اغلب مصنوعی هستند، طی مراحل مختلف تولید و مصرف، وارد پساب می‌شوند، در صورت عدم توجه به اجرای مراحل صحیح تصفیه، این مواد

همراه با پساب وارد محیط زیست می‌شوند. از این‌رو کارشناسان، متخصصان و پژوهشگران پژوهشکده صنایع رنگ به منظور حل این معضل زیست‌محیطی موفق به حذف مواد آلی رنگزای موجود در پساب‌های نساجی یا رنگزای آلی اسیدی با استفاده از گیاه آزولای گونه Azolla filiculoides شدند که این روش یکی از راهکارهای تازه زیست‌محیطی برای تصفیه پساب‌ها و حذف آلاینده‌هاست. از آنجا که ترکیبات رنگی از جمله موادی هستند که در صنایع مصرف بالایی دارند، برنامه‌ریزی برای حذف این مواد که به طور ناخواسته در پساب این صنایع وجود دارد، باید در دستور کار صاحبان صنایع قرار گیرد.امروزه توجه به تصفیه پساب و ایجاد سیستم‌های تصفیه پساب در صنایع یکی از محورهای انتخاب صنایع سبز است که صنایع نیز باید به آن توجه کنند.

بررسی‌ها نشان داده است مواد رنگزا و رنگدانه تجاری علاوه بر آلودگی‌های اولیه، طی فرآیندهای شیمیایی می‌توانند به ترکیبات ثانویه بسیار خطرناک سرطانزا و سمی تجزیه شوند. بررسی اثرات زیست‌محیطی و اکولوژیکی این مواد در پساب‌ها نشان می‌دهد این مواد از نفوذ نور جلوگیری کرده و در نتیجه بر فعالیت فتوسنتز گیاهان آبزی تأثیر منفی می‌گذارند. همچنین از آنجا که مواد رنگی به جهت ساختار پیچیده مولکولی و پایداری در مقابل نور، حرارت و تجزیه بیولوژیکی، با روش‌های معمول تصفیه پساب به آسانی و به‌طور کامل حذف نمی‌شوند، متخصصان و محققان صنایع رنگ در طرحی پژوهشی حذف مواد آلی رنگزای موجود در پساب‌های نساجی (رنگزای آلی اسیدی) با استفاده از گیاه آزولای گونه Azolla filiculoides را بررسی کردند.

در سال‌های اخیر، چندین فرآیند رنگبری فیزیکی – شیمیایی، مانند جداسازی غشایی، الکتروشیمیایی، انعقاد، لخته‌زایی، فوتوکاتالیستی، اکسیداسیون به وسیله ازن و تصفیه بیولوژیکی توسعه یافته‌اند. استفاده از این روش‌ها در بخش صنعت بسیار گران هستند و در پاره‌ای از موارد، نیاز به زیربنای اقتصادی خاص و تخصص بالای علمی دارند. یکی از روش‌های کنترل پساب‌ها از طریق حذف آلاینده‌ها بویژه مواد رنگزا، خالص‌سازی طبیعی است، این روش هرچند همیشه در کنار بشر بوده است، ولی طی سالیان اخیر مورد توجه تعداد زیادی از محققان واقع شده است.

گیاه آزولا و تصفیه پساب‌ها

در زمینه رنگبری یا حذف مواد رنگزای آلی و تصفیه پساب صنایع رنگ و وابسته آن نشان داده است که تا به حال پژوهش‌های علمی شاخصی در این زمینه صورت نپذیرفته است. گیاه آزولا که بومی خارج از کشور بوده، به اکوسیستم ایران معرفی و سازگاری خوبی با آن نشان داده و مورد تحقیق قرار گرفته است. گیاه آزولا مورد استفاده Azolla filiculoides است که جهت رنگبری از پساب‌های حاوی مواد رنگزای آلی اسیدی استفاده شده است. این گیاه ارزان قیمت است و نگهداری آسانی دارد. همچنین استفاده از گیاه آزولا، تیره Azolla filiculoides که در نواحی شمالی کشور (بیشتر استان گیلان) به عنوان گیاه مزاحم و آفت شناخته می‌شود، برای رفع آلودگی از پساب‌های صنعتی می‌تواند کاربردی به نفع محیط زیست داشته باشد. در هر

صورت گیاه آزولا در دسترس است و تحقیقات نشان می‌دهد به دلیل آماده‌سازی آسان، کاربرد آسانی دارد. از این رو می‌توان در وسعت عملیاتی زیاد از آن استفاده کرد. همچنین به دلیل زیست سازگاری کامل، دارای مزایای زیست‌محیطی فراوانی است.

عملکرد آزولا در تصفیه پساب

درمان گیاهی یکی از روش‌های طبیعی است که امروزه به منظور رفع آلودگی از محیط‌های آلوده استفاده می‌شود. از بین گیاهانی که برای گیاه درمانی استفاده می‌شوند، گیاه آزولا هرچند که بومی ایران نیست، ولی به دلیل رشد گسترده، بخصوص در محیط‌های آبی، قابل استفاده در رفع آلودگی از پساب است. ته‌رنگ باقی‌مانده از فرآیندهای اولیه الی ثالثیه تصفیه پساب‌های نساجی و سایر صنایع مشابه معمولا در حد غلظت ppm و کمتر هستند که هرچند در این غلظت سمی نیز نباشند، از نظر کارشناسی روی استفاده‌کنندگان از آب خروجی از سیستم پساب اثر منفی دارند. بر همین اساس و به منظور حذف آلودگی ناشی از رنگزاهای آلی، در این اختراع از گیاه آزولا، تیره Azolla filiculoides ، جهت رنگبری از پساب حاوی رنگزای اسیدی استفاده شده است. عملکرد آزولا برای حذف این رنگزا در غلظت‌های مختلف از ppm۵۱ الی ppm۵۷ تحت شرایط وجود نور و تاریکی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین تاثیر افزودن پاره‌ای نمک‌های مغذی بر این فرآیند تحقیق شد. نتایج نشان‌دهنده توانایی بیشتر گیاه در شرایط وجود نور نسبت به تاریکی به منظور حذف بیشتر و سریع‌تر آلاینده‌ها بود. همچنین وجود نمک‌های مغذی به طور محدود بر افزایش میزان و سرعت حذف آلاینده موثر بود که مجموعه نتایج، منجر به دستاورد ویژه‌ای در زمینه حذف مواد آلی رنگزای موجود در پساب‌های نساجی توسط گیاه آزولا شد

شکل ٤: فاضلاب آلوده به مواد آلی و فلزات سنگین

چگونگی استفاده از آزولا

کارشناسان پژوهشکده صنایع رنگ در این طرح، از گیاه آزولا Azolla filiculoides که در نواحی شمالی کشور و بخصوص استان گیلان به عنوان آفت کاشت برنج شناخته شده و با وجود آورده شدن از خارج از کشور و غیربومی بودن در ایران از سازگاری بی‌نظیری با طبیعت شمال کشور برخوردار است، برای حذف مواد رنگزای اسیدی آلی که در صنایع نساجی کاربرد زیادی دارند، استفاده کردند. برای این منظور گیاه از تالاب انزلی به تهران منتقل شد و در محیط آزمایشگاهی و با شرایطی مشابه محیط زیست آن، بخصوص از نظر دمایی، مورد مطالعه قرار گرفت. برای بررسی توانایی این گیاه در حذف رنگزاهای اسیدی، از رنگزای اسیدی آبی ۹۲ برای شبیه‌سازی پساب استفاده شد. برای رسیدن به این هدف غلظت‌های مختلفی از رنگزا تهیه شد و گیاه در شرایط مشخصی در مجاورت آن قرار گرفت. به این ترتیب درصد حذف رنگزای اسیدی آبی ۹۲ در محلول آبی توسط گیاه آزولا حدود ۹۰ درصد محقق شد.

آلودگی نفتی

از جمله آلاینده های خاک، آلاینده های نفتی را می توان نام برد. متداولترین آنها شامل؛ نفت (Oil)، گازوئیل، حلالهای کلردار، BTEX (بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و گزیلن)، PHA (پلی هیدرو آروماتیک حلقوی) می باشند. در میان اینها، نفت ازمعمولترین آلاینده هاست که هم اکوسیستم های آبی و هم خشکی را به خطر می اندازد. از جمله علل آلودگی نفتی، تصادف تانکرهای نفت، بمباران، پخش مواد نفتی و نشت گاز در اطراف چاههای نفت و برخی فعالیتهای بی ملاحظه انسان می باشد. در واقع نفت خام روی خاک، تهدیدی جدی و گسترده برای هوا، آبهای زیرزمینی، کیفیت خاک و ریز جانداران گیاهی و جانوری است و پالایش خاکها و رسوبات و آبهای آلوده به نفت، یک چالش جدی و اساسی برای تحقیقات محیط زیست است. آلودگی نفتی یکی از معمولی ترین و شایع ترین نوع از آلودگی ها ، هم در اکوسیستم خشکی و هم در اکوسیستم آبی است .به دلیل نشت مقادیر عظیم نفتی، فعالیتهای صنعتی و همچنین کاربرد ترکیبات مختلف شیمیایی مثل هیدروکربنهای آروماتیکی و مواد سوختی ،امکان آلودگی خاک و نهایتا آبهای زیرزمینی با نفت بسیار محتمل است .

در کشور ما ایران نیز به دلیل نفت خیز بودن و مصرف بالای مواد نفتی ، آلودگی خاک به مواد نفتی یکی از معضلات اساسی می باشد.تاثیرات منفی ناشی از آلودگی منجر به ارائه برنامه ها و دستورالعمل ها یی برای حفظ و حمایت از محیط زیست شد. که در این میان کاربرد روشهای زیستی از میان گزینه های اصلاح خاک برتری دارد.

آلودگی خاکهای کشور به مواد نفتی موجب می شود که:

الف–از یک سو به لحاظ آلودگی های زیست محیطی و انتقال این هیدروکربن های نفتی به آب های زیرزمینی مشکل ساز باشد

ب- و از سوی دیگر ، پتانسیل بالفعل این خاکها را برای استفاده های بهینه در زمینه کشاورزی و تولید محصول ،بسیار کاهش می دهد.

اثرات آلاینده های نفتی

۱-اولین اثراتی که پخش مواد نفتی یا نفوذ گازهای طبیعی، در خاک می گذارد، جایگزین شدن هوای خاک با گازهای مذکور و بوجود آمدن یک محیط بی هوازی است که نهایتا منجر به نابودی میکرو ارگانیسم ها M.O و پوشش گیاهی خواهد شد.

۲-از دیگر مضرات پخش مواد نفتی، سمیت خاص برخی از هیدروکربنهای حلقوی روی رشد و نمو گیاهان می باشد. لذا خارج کردن ضایعات و آلاینده ها به طریق ایمنی از محیط زیست انسان، برای ادامه تمدن به عنوان ضرورت شناخته شده است.

روشهای پالایش خاکهای آلوده:

خاکهای آلوده به جهت طبیعت ناهمگن خاک و حجم بالای موادی که باید اصلاح شوند محیطی پیچیده و پرهزینه برای پاکسازی هستند.به طور کلی روش های زیر برای اصلاح خاکهای آلوده ارائه شده است که هر کدام از این روشها به طرق مختلف انجام می شود.

۱-روشهای فیزیکی مانند سوزاندن ،افزایش تهویه و جذب دمایی و ... میباشد

۲-روشهای شیمیایی شامل رسوب دادن ،استخراج از طریق حلال ها ، اکسایش و احیا می باشد.

۳-زیست پالایی نیز می تواند با یکی از مکانیزمهای استفاده از راکتور زیستی ،تهویه زیستی،افزایش زیست توده میکروبی انجام شود.

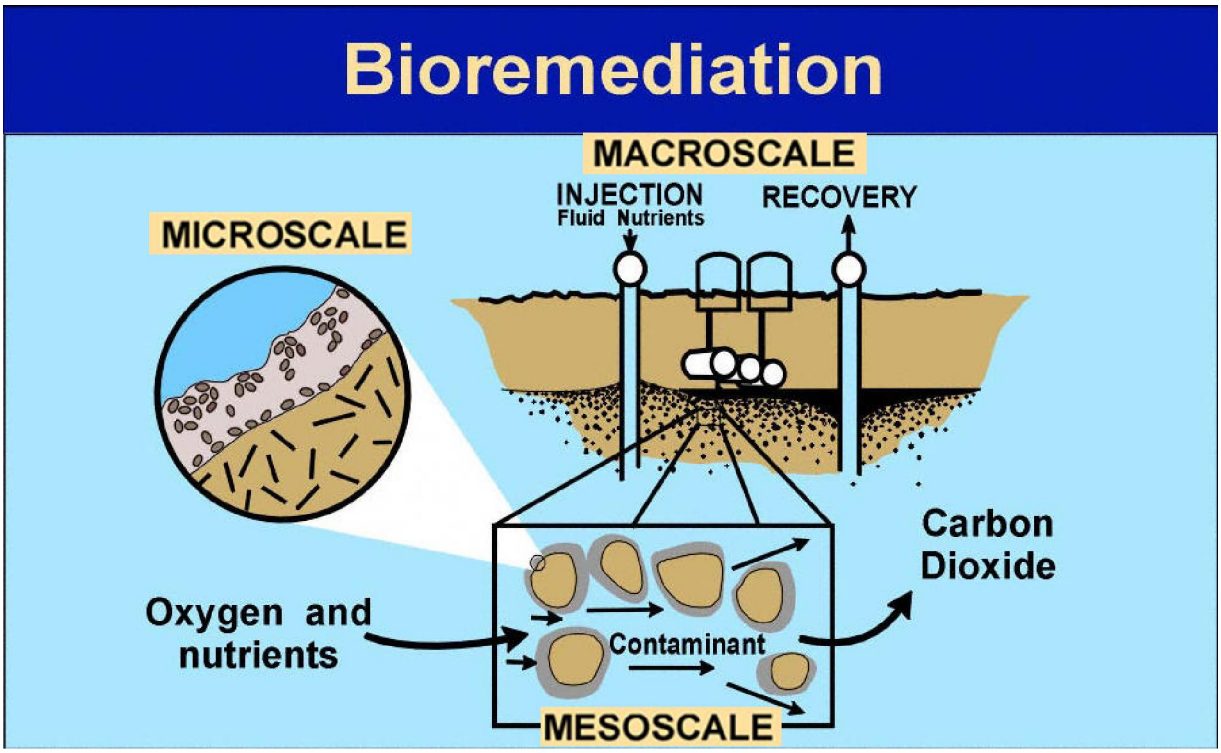
روشهای پالایش خاکهای آلوده:

جهت اصلاح خاکهای آلوده به نفت استفاده از bioreactors مورد توجه قرار می گیرد اما برای این کار خاکهای آلوده باید منتقل شوند و این فرآیندها هزینه بالایی دارد و نکته دیگر اینکه برای بافت و ساختمان طبیعی خاک خطرناک می باشد. استفاده درجا از ریز جانداران یا زیست پالائی(bioremediation) جهت اصلاح خاکهای آلوده نیز مورد توجه است اما اغلب برای تولید زیست توده کافی در یک خاک طبیعی جهت کاهش آلاینده های نفتی تا حدودی با مشکل مواجه می شویم. آلودگی های صنعتی فشار مضاعفی بر اکوسیستم‌ها و به‌عبارتی تنوع زیستی وارد می کنند و بدون اتخاذ تدابیر فوری این روند برگشت ناپذیر، جهانی فقیر از لحاظ زیستی را برای نسل های آینده به ارث خواهد گذاشت. صنایع مختلف از جمله صنایع پتروشیمی خود می بایست پیش قدم در مسیر حفظ محیط زیست و اکوسیستم در اقلیم جغرافیایی خود باشند. با شدت یافتن آلودگی محیط زیست با

مواد خطرناک در نیم قرن اخیر، استفاده از زیست‌فناوری برای رفع آلودگی محیط زیست، مورد توجه قرار گرفته و موفقیت های بدست آمده در ابعاد صنعتی در این زمینه از مهمترین دستاوردهای زیست فناوری است.

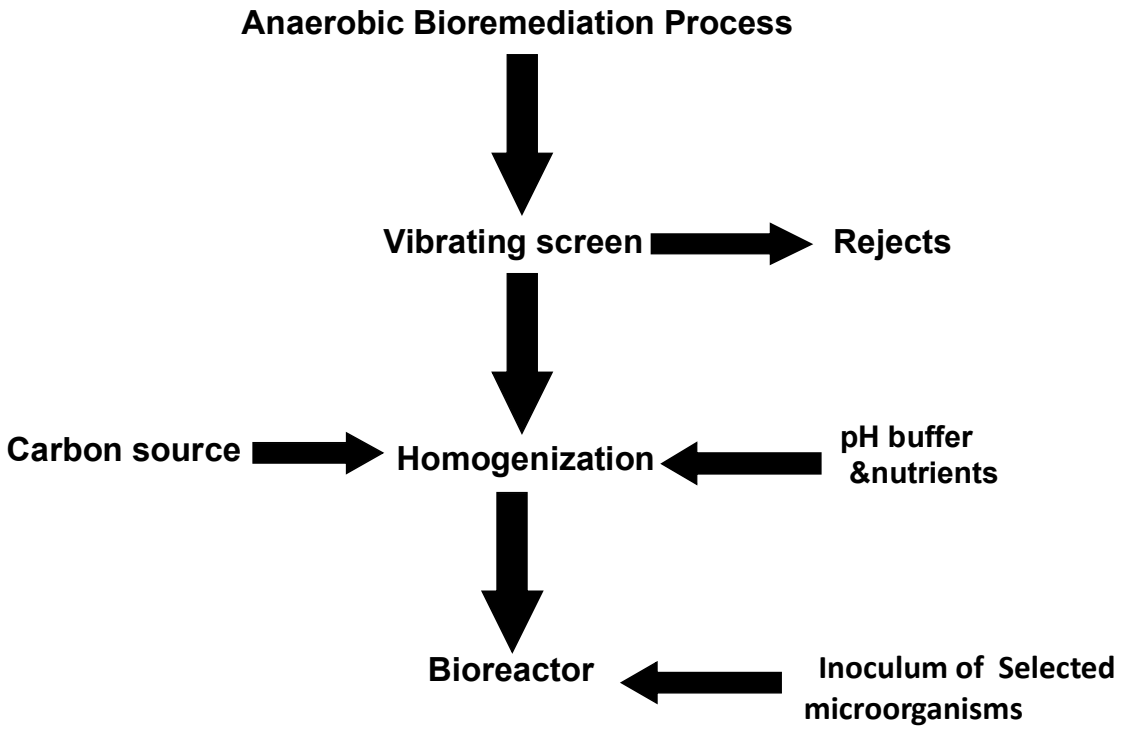
فعالیتها در حوزه زیست فناوری به عنوان یکی از حوزه های فناوری های نوین بعضا تجاری نشده و در سطوح آزمایشگاهی و نیمه تجاری می باشند اما در حوزه زیست فناوری محیطی و زیست پالایی بسیاری از صنایع از جملع صنایع پتروشیمی دنیا از فناوری های تجاری شده زیست پالایی استفاده می کنند. در برخی از مجتمع های پتروشیمی ایران نیز از فناوری های نوین زیست پالایی جهت حذف آلاینده ها از پساب توصیه می گردد.

زیست پالایی یک اصطلاح کلی در جهت رفع آلودگی های زیست محیطی به وسیله فرآیندهای بیولوژیکی و توسط میکروارگانیزمها (خصوصا باکتری ، مخمر و قارچ) در خاکها و آبهای آلوده می باشد. زیست پالایی هم می تواند با تکیه بر میکروارگانیزمهای اندوژن (بومی خاک) وهم میکروارگانیزمهای اگزوژن(جداسازی شده از محیط های دیگر) صورت گیرد.تکنولوژی زیست پالایی محیط را بهینه می سازد که میکروارگانیزمهای اختصاصی بتوانند رشد کنند و حداکثر مقدار آلودگی را تخریب کنند.زیست پالایی هم می تواند در محیط های هوازی و هم در محیط های غیر هوازی رخ دهد



شکل ۵: زیست پالایی در سه مقیاس(بزرگ،میانی و کوچک)

در شرایط هوازی ، میکروارگانیزمها ،از اکسیژن اتمسفرو در شرایط بی هوازی ، میکروارگانیزمها از ترکیبات شیمیایی درون خاک (نیترات ،سولفات، کربنات و ...) به عنوان پذیرنده الکترون استفاده می کنند .در طی عملbioremediation میکروارگانیسمها از هیدروکربنهای نفتی به عنوان منبع غذا و انرژی استفاده می کنند و آنها را به مواد ساده تر و غیر سمی (آب و دی اکسید کربن)تبدیل می کنند. به کل هیدروکربنهای نفتی یک خاک TPH (Total Petroleum Hydrocarbon) گویند که در طی عمل زیست پالایی مقدار آن کاهش می یابد و در نتیجه آلودگی نفتی خاک مورد نظر کم می شود



Bioremediation uses anaerobic bacteria to degrade wastes and detoxify soil

شکل ٦: روند بیورمدیشن بی هوازی

از زیست پالایی برای پاکسازی هیدروکربنهای نفتی نیز استفاده می‌شود. زیرا نگهداری آن ساده است ، قابل استفاده برای مساحتهای زیاد است ، اقتصادی است و از همه مهمتر اینکه به نابودی کامل مواد آلاینده می‌انجامد. فرآورده نهایی به دست آمده

از فرآیند تجزیه میکروبی، مادههای بی ضرری مانند دی اکسیدکربن، آب و زیست توده میکروبی خواهد بود. در این فن آوری دانشهای گوناگونی مانند میکروبیولوژی، بیوشیمی، مهندسی محیط و مهندسی شیمی آن محل تعیین کننده است. تاریخچه استفاده از این تکنیک قدمت چندانی نداشته و بر اساس مستندات موجود به حدود ۱۲۰ سال قبل برمی گردد . در این روش امکان رفع آلودگی از آب و خاک فراهم شده است . البته همه موجودات توانایی رفع آلودگی از محیط را ندارند .

جدول ٦: واکنش های فرایند هوازی و بی هوازی بیورمدیشن

فرایند	واکنش
Aerobic	$O_2 + 4e^- + 4H^+ \rightarrow 2H_2O$
Anaerobic	
Denitrification	$2NO_3^- + 10e^- + 12H^+ \rightarrow N_2 + 6H_2O$
Manganese IV reduction	$MnO_2 + 2e^- + 4H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$
ironIII reduction	$Fe(OH)_3 + e^- + 3H^+ \rightarrow Fe^{2+} + 3H_2O$
Sulfat reduction	$SO_4^{2-} + 8e^- + 10\ H^+ \rightarrow H_2S + 4H_2O$
Fermentation	$2CH_2O \rightarrow CO_2 + CH_4$

برخی فاکتورهای مهم که بر تجزیه ترکیبات نفتی اثر می گذارند:

- عناصر غذائی
- دما
- رطوبت
- شوری
- pH
- تهویه
- حضور گیاهان (همکاری با گیاهان)
- کرمهای خاکی و سایر عوامل زنده جانوری

کرمهای خاکی Earthworm:

کرمهای خاکی می توانند در پالایش زیستی خاکهای آلوده نفتی وسیله مفیدی باشند وقتی که غلظت TPH (Total Petroleum Hydrocarbon) متوسط است (کمتر از ٤٠٠٠ میلی گرم بر کیلوگرم و غیر مرگ آور). تحقیقات نشان می دهدکه کرمهای خاکی می توانند در مراحل انتهایی زیست پالایی هر سایت با آلودگی بالا به کار روند زمانی که غلظت TPH و پتانسیل سمیت به یک سطح قابل تحمل، کاهش یافته باشد. کرمهای خاکی ممکن است، به طور اختصاصی در پالایش "درجا" مفید باشند (Natral attenuationیا پالایش طبیعی)، جائیکه خاک به وسیله ماشینهای سنگین مزاحمت نمی شود. طبق تحقیقاتی که انجام شده ، تیمارهای خاکی که با کرم خاکی درمان شده اند نسبت به تیمارهای شاهد ، تجزیه زیستی بیشتری از هیدروکربنهای نفتی را نشان می دهد

اثر کرم خاکی بر افزایش تجزیه زیستی TPH در خاک به دلایل زیر است : (به ترتیب اهمیت)

۱-تحریک فعالیت متابولیکی میکروبها و تحریک رشد آنها . (که این کار را به طرق زیر انجام می دهد)

- ترشح مواد موکوپروتئینی از بدن کرم

- تکه تکه کردن و تلقیح مواد آلی پوسیده شده به میکروارگانیسم ها

شکل ۷: تبدیل مواد آلی به هوموس توسط کرم خاکی

۲- پراکنده کردن ریز موجودات

۳ -افزایش زیست فراهمی "Bioavailability " در هیدروکربنهای نفتی : کرمهای خاکی ترکیبات و کمپلکس هایی از بدنشان ترشح می کنند که باعث این کار می شوند .

٤ -تهویه بهتر خاک : کرمهای خاکی با حفاری تونل در خاک ، باعث بهبود وضعیت تهویه خاک و اثر مثبت بر تجزیه زیستی *TPH* می شوند .

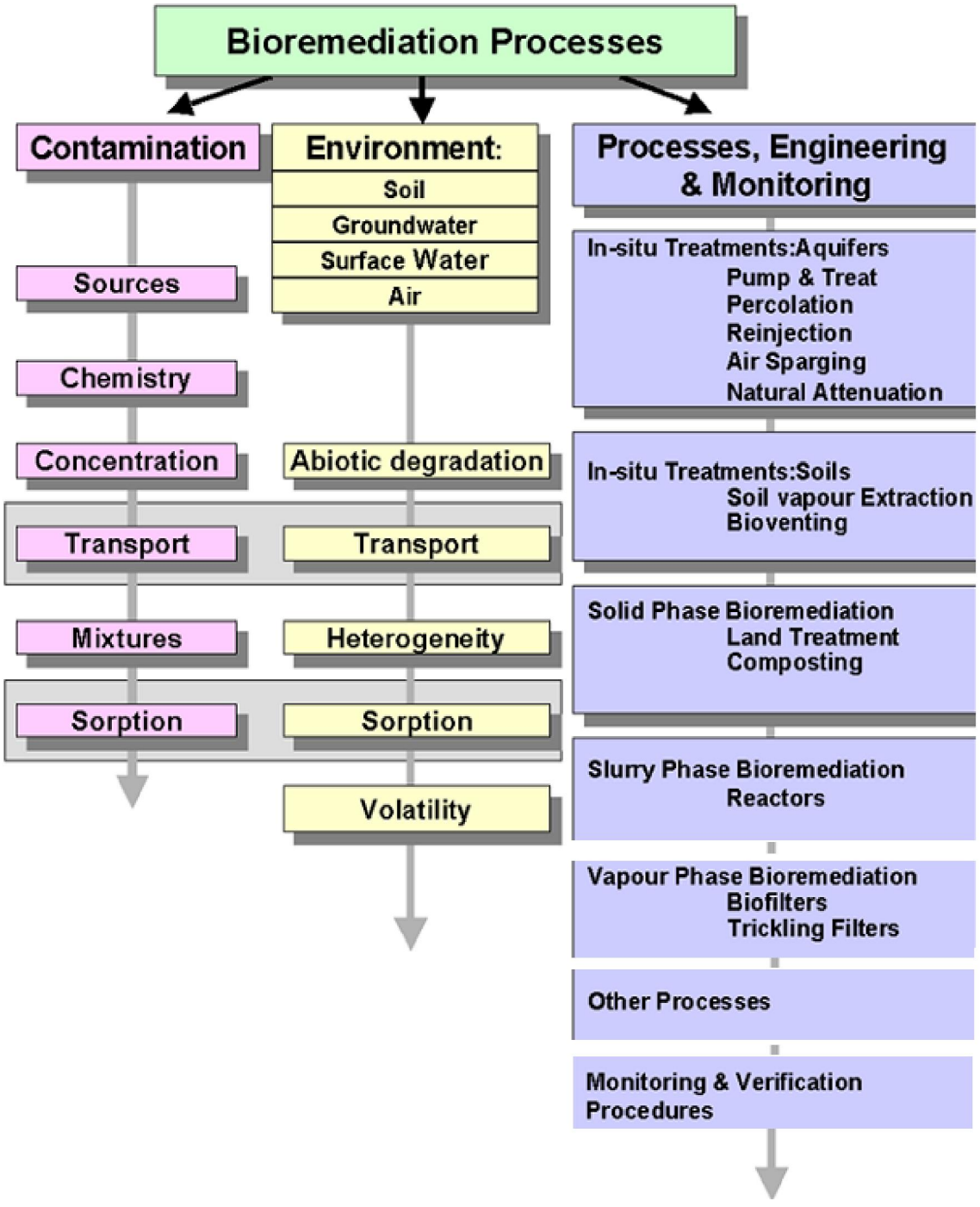
تفاوت گونه های مختلف کرم در میزان تجزیه زیستی به عوامل زیر بستگی دارد :

۱- تفاوت کرمها از نظر میزان تولید مواد موکوپروتئینی

۲-تفاوت در *Aestivation* (رکود تابستانی یا تابستان گذرانی) کرمها .

۳-تفاوت کرمها از نظر میزان حفاری و بهبود تهویه خاک

لذا این مساله نشان می دهد ، که قبل از شروع عملیات بیورمدیشن بایستی در مورد انتخاب گونه کرم تصمیم گرفت



شکل ۸: خلاصه فرآیند های بیورمیدیشن

جدول ۷: تعدادی از آلوده کننده های محیطی که برای بیوریمیدیشن مناسب است

Class of contaminants	Specific examples	Aerobic	Anaerobic	More potential sources
Chlorinated solvents	Trichloroethylene Perchloroethylene		+	Drycleaners Chemical manufacture
Polychlorinated biphenyls	4-Chlorobiphenyl 4,4-Dichlorobiphenyl		+	Electrical manufacturing Power station Railway yards
Chlorinated phenol	Pentachlorophenol		+	Timber treatment Landfills
"BTEX"	Benzene Toluene Ethylbenzene Xylene	+	+	Oil production and storage Gas work sites Airports Paint manufacture Port facilities Railway yards Chemical manufacture
Polyaromatic hydrocarbons (PAHs)	Naphthalene Antracene Fluorene Pyrene Benzo(a)pyrene	+		Oil production and storage Gas work sites Coke plants Engine works Landfills Tar production and storage Boiler ash dump sites Power stations
Pesticides	Atrazine Carbaryl Carbofuran Coumphos Diazinon Glycophosphate Parathion Propham 2,4-D	+	+	Agriculture Timber treatment plants Pesticide manufacture Recreational areas Landfills

کرم خاکی *Eisenia foetida*

کرم خاکی از شاخه کرمهای حلقوی (Annelidae) و رده کم کاران ((Oligochaeta و خانواده (Lumbricidae) است که مانند سایر کرمهای این رده در خاکهای مرطوب و آبهای شیرین زندگی می کنند. تا کنون ۳۲۰۰ گونه کرم خاکی شناسایی شده است که عمده آنها متعلق به خانواده Lumbricidaeهستند دوگونه کرم خاکی با ویژگی خاصی نجات دهنده محیط زیست انسانها و تامین کننده غذای سالم آنها هستند، یکی از این دو نوع کرم، کرم خاکی است که در زبان فارسی به کرم قرمز خاکی حلقوی بارانی و در دنیا به کرم قرمز کالیفرنیایی معروف است. این کرم دارای ۷۰ درصد پروتئین است که در مقایسه با ۲۲ درصد پروتئین گوشت قرمز یعنی بیش از سه برابر و همچنین دارای اسید های چرب امگا ۳ نیز می‌باشد. از این کرم بدلیل داشتن

پروتئین برای مصرف انسانی و حیوانی(غذای داو و پرندگان و ماهی ، مصرف خود کرم در تولید لوازم آرایشی و بهداشتی ، مصارف در داروسازی ، تولید کود جدیدی به نام ورمی‌کمپوست یا هوموس[1] تبدیل می‌شود. (تبدیل زباله به کود غنی طبیعی کشاورزی) ، بدلیل خاصیت اسفنجی کود تولید شده در نگهداشت آب، در آباد نمودن زمین‌های کوهپایه، بایر و شوره‌زار استفاده می گردد.

همه نوع زباله تر شهری و فضولات حیوانی بجز سنگ، شیشه، پلاستیک، آهن‌آلات و مواد گوشتی خام و چربی غذای این کرم می‌باشد. به همین دلیل اسم دیگر این کرم، کرم آشغال‌خوار است. در کشور ما هر شهروند ایرانی روزی ۷۰۰ گرم و هر روستایی روزی ۳۵۰ گرم زباله تولید می‌کند که به طور خاص در ایران ۷۰ درصد آن زباله آلی است و این مقدار، خوراک این کرم می‌باشد. این کرم حداقل معادل وزن خود در روز غذا می‌خورد و ٦٠ درصد آن به کود تبدیل می‌شود و مابقی برای تکثیر و افزایش وزن کرم مصرف می‌شود. از خواص عمده ورمی‌کمپوست[2] بی بو بودن آن است.. استفاده از این نوع کود، کیفیت محصولات کشاورزی را نسبت به کود شیمیایی عملاً حدود ۵۰ درصد و کمیت (تعداد در واحد سطح) آنها را نیز چیزی در حدود ۲۰ تا ۷۰ درصد افزایش می‌دهد. و به علاوه مشکلات مربوط به باقی ماندن کود شیمیایی در مواد غذایی را ندارد. و بدلیل خاصیت اسفنجی کود تولید شده در نگهداشت آب و آزادسازی تدریجی آب موجود، از این کود به همراه فنّاوری خاص، اقدام به بارور نمودن و حاصلخیزی زمین‌های شوره‌زار، شیمیایی شده، کوهپایه و غیرقابل کشت می‌شود. در سایر کشورها از جمله در کشورهای کانادا و آمریکا، سطل‌های مخصوص زباله طراحی شده است که زباله تر در منازل به صورت خانگی تبدیل به کود شده و کود هوموس تولیدی جمع‌آوری و در باغچه‌ها استفاده شده و یا فروخته می‌شود. و از این طریق هزینه جمع‌آوری و حمل و نقل و دفن زباله به حداقل رسیده است. بدلیل راحتی تولید کود، این روش برای کلیه مناطق کشور، بالاخص در مناطق شمالی کشور با وجود رطوبت بالا توصیه می‌گردد. این صنعت با توجه به اینکه در حفظ و استفاده بهینه از محیط زیست و کاهش هزینه‌های حمل و نقل و دفع زباله‌ها و فضولات نقش قابل توجهی دارد می‌تواند در پیشرفت اقتصاد و توسعه پایدار کشور بسیار مفید باشد. در حال حاضر کشورهای کانادا، ایتالیا، ژاپن، فیلیپین، آمریکا و هند کارخانه‌های زیادی را در زمینه این صنعت و مخصوصا سامانه‌های بازیافت در ابعاد وسیع به اجرا درآورده‌اند و از منافع آن بهره‌مند شده‌اند. این صنعت در زمینه کشاورزی، باغداری و تولید چای کمپوست کاربردهای فراوانی دارد. هرکشور سالانه میلیون‌ها تن زباله تولید می‌کند که منبع بسیار با ارزشی برای تولید ورمی‌کمپوست و خلق ارزش است. به عنوان مثال هند سالانه ۲۵ میلیون تن زباله تولید می‌کند که درصد قابل توجهی از آن به کود ورمی‌کمپوست تبدیل می‌شود. هم اکنون در کانادا هر هفته ۷۵ تن زباله توسط ورمی‌کمپوست بازیافت می‌شود. در حال حاضر ۳۰۰۰ کارخانه ورمی کمپوست در ژاپن وجود دارد که هر یک ظرفیت ۵ تا ۵۰ تن در ماه دارند. اکنون نوبت ایران است تا

[1] -Humus

[2] -Vermicompost

وارد صنعت ورمی کمپوست و فنّاوری‌های تجاری آن شـود. قیمـت جهـانی کـرم هـر کیلـوگرم ۳۳ دلار و قیمـت جهـانی کـود ورمی‌کمپوست هر کیلوگرم ۳۰۰۰ ریال می‌باشد. کرم خاکی یا آیزینیا فوتیدا همان کرمی است که در باغچه هـا و در داخـل خـاک زندگی می کند و معمولاً در مواقع بارندگی که آب موجود در خاک باغچه تجمع می کند این موجود زیاد می شود و از ترس خفه شدن خاک را ترک می کند.این کرم را کرم باران و برخی کرم باغچه می نامند و چون بعنوان طعمه برای صید ماهی بـا قـلاب هـم بکار می رود، عده ای دیگر به آن کرم ماهیگیری می گویند .طول آنها گاهی ممکن است تا ۲۰ سانتیمتر هم برسد .

شکل ۹: کرم خاکی قرمز یا بارانی ***Eisenia foetida***

تولید مثل در کرم خاکی

تولید مثل در کرم خاکی از طریق جفت گیری انجام می شود. بدین صورت که یک جفت کرم خاکی قسمت قـدامی بـدن خـود را در جهت خلاف هم قرار داده و از سمت شکمی به همدیگر می چسبند. عمل چسـبیدن بـا اتصـال تارهـای دو کـرم بـه همـدیگر صورت می گیرد. و با ترشح لعاب مانند کمربند تناسلی تقویت می شود. جفت گیری حدود ۱ تا ۲ ساعت طول می کشـد و تبـادل اسپرم بین دو کرم از طریق منافذ تناسلی انجام می گیرد. در هر کدام یک جفت شیار اسپرمی تشکیل شده که در طول ان توده هـای اسپرم در جایگاه اسپرمی کرم دیگر عبور می کند. پس از این عمل کرمها از یکدیگر جدا شده و تشکیل سلولها ی تخم شروع مـی شود. ابتدا پیله ای به وسیله ترشحات مکرر حاصل از کمربند تناسلی به وجود آمده که با حرکت ماهیچه ای بدن به جلو رانده مـی

شود. به محض عبور از روزنه های ماده سلولهای ماده در آن قرار می گیرد و به هنگام عبور از مقابل منافذ پذیرنده اسپرم،اسپرم ذخیره شده زوج به داخل آن ریخته شده و سلول های ماده را بارور می کند، تشکیل تخم و باروری در خارج از بدم کرم انجام می شود. نوزادها بین چند هفته تا چند ماه بسته به نوع کرم از پیله خارج شده و به رشد خود ادامه می دهند. طبق تحقیقات انجام شده می توان از یک جفت کرم خاکی در مدت یک۱ ماه ۱۷ تا ۳۱ کرم جوان تولید نمود که بین ٤ تا ٦ هفته قادر به تولید مثل هستند. شکل زیر کلیه عوامل تولید کمپوست را نشان می دهد.

تولید کمپوست

در کشور ما ایران با محاسبه ۸۰۰ گرم زباله سرانه، هر روزه بالغ بر ٦۰۰۰۰ تُن مواد زاید جامد تولید می شود که در مقایسه با سایر کشورهای جهان با ۲۹۲ کیلوگرم زباله هر نفر در سال در حد متعادلی قرار گرفته است، لکن ازدیاد جمعیت و توسعه صنعت موجبات ازدیاد مواد زاید جامد و بالطبع تغییرات فیزیکی ـ شیمیائی آن ها را بوجود می آورد به طوریکه برنامه های جمع آوری و دفع زباله موجود جوابگوی نیازهای این بخش ازکار نخواهد بود. امر جمع آوری، دفع، بازیافت و اصولا مدیریت مواد زاید جامد در ایران با توجه به نوع و کیفیت زباله های ایران تفاوت فاحشی با سایر کشورهای جهان دارد، لذا بکارگیری هر گونه تکنولوژی بدون شناخت مواد و سازگاری عوامل محلی کار ارزنده ای نیست. وجود ۷۰ درصد مواد آلی قابل کمپوست و بیش از ٤۰ درصد رطوبت در زباله های خانگی از یک سو و تفاوت فاحش آب و هوا و شرایط زیست در مناطق مختلف کشور با سبک و فرهنگ منحصر بخود از سوی دیگر خود دلیلی بر عدم استفاده بی رویه از تکنولوژی های وابسته به خارج است، تجربه سال ها رکود در عمل آوردن کمپوست و پرداخت هزینه های گزاف جمع آوری و دفع زباله که تنها برای شهرهای مختلف کشور روزانه حدود ۲۰٪ بودجه شهرداری ها را تشکیل می دهد نشانگر اهمیت این مسئله در برنامه های محیط زیست کشور است.

تهیه بیوکمپوست از فضولات شهری در مقایسه با سایر روش های دفع زباله، بخصوص سوزاندن، ارزان تر و اقتصادی تر است، بطوریکه در حوالی شهرها با سرمایه گذاری کمی می توان کود مناسبی جهت توسعه فضای سبز شهری و یا به منظور فروش تهیه نمود. یادآور می شود که به علت گنجایش نسبتا زیاد تاسیسات تهیه کمپوست و نیز محدودیت حجم تولید و الزام به رعایت زمان تبدیل مواد آلی زباله به کمپوست، نمی توان کلیه زباله های شهری را به کود کمپوست تبدیل کرد، بلکه استفاده از روش های دیگر دفع زباله نظیر دفن بهداشتی نیز یک مسئله اجتناب ناپذیر است. از آنجا که بیش از ۷۰٪ از زباله های شهری در ایران را مواد آلی تشکیل می دهند تولید بیوکمپوست می تواند بخوبی در صدر برنامه های بازیافت و دفع بهداشتی زباله در کشور ما قرار گیرد.

کمپوست عبارت است از تجزیه کنترل شده مواد آلی در حرارت و رطوبت مناسب بوسیله باکتری ها، قارچ ها، کپک ها و سایر میکروارگانیسم های هوازی و یا غیر هوازی. کمپوست دارای درصد زیادی هوموس است. هوموس اصلاح کننده خاک بوده و

باعث بهبود شرایط زندگی و عملکرد موجودات خاک می شود. نکته مهم اینکه هوموس حاوی مقدار زیادی مواد ازته می باشدکه بتدریج در خاک آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می گیرد.

عوامل موثر در تهیه کود از زباله

۱- رطوبت توده کمپوست بایستی بین ۵۰ تا ٦۰ درصد باشد.

۲- تامین اکسیژن مورد نیاز برای تجزیه مواد (هوادهی) .

۳- درجه حرارت مورد نیاز برای تجزیه مواد حدود ٦۰ درجه سانتی گراد است.

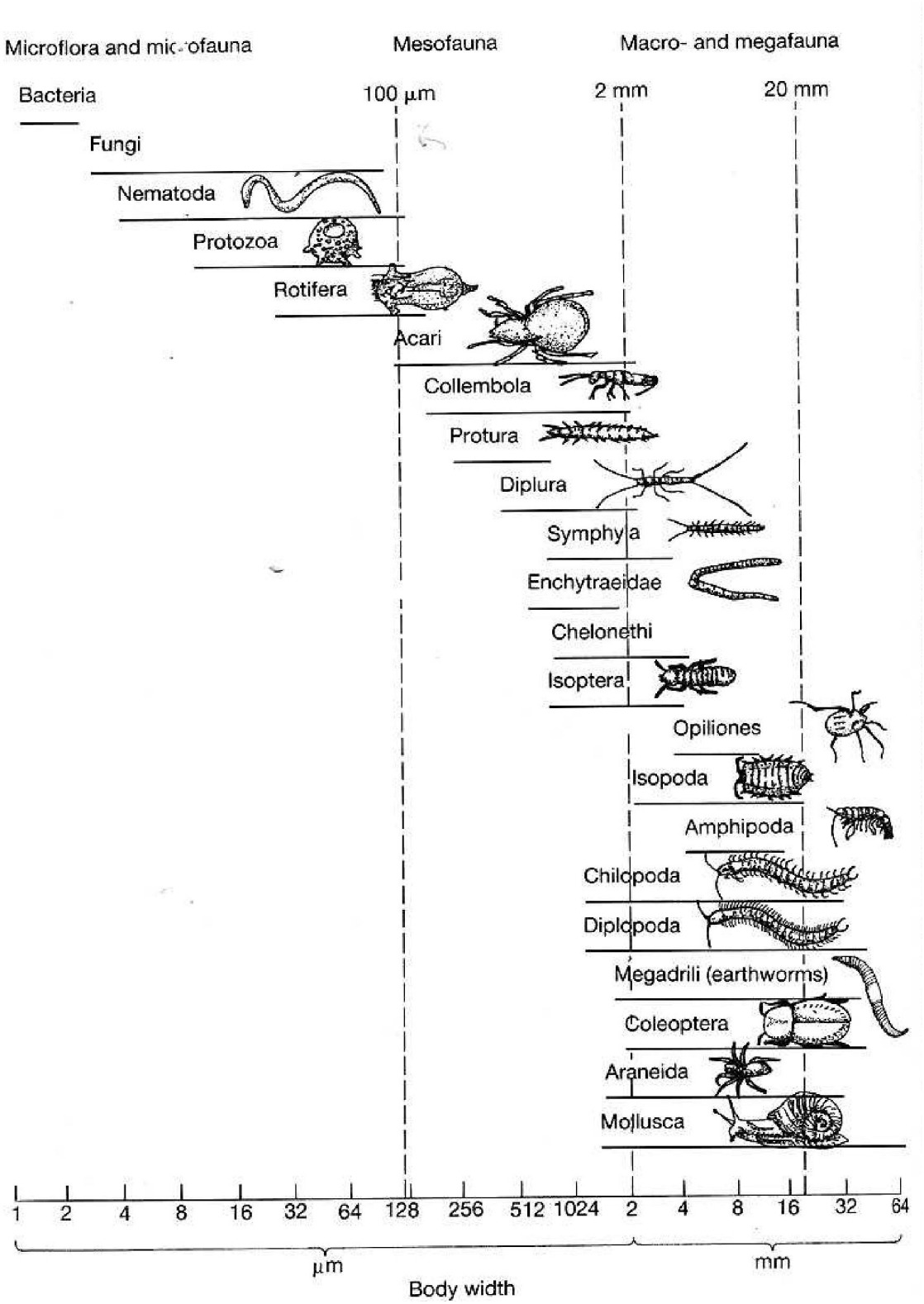
٤- همگن بودن مواد به منظور کنترل عمل تجزیه .

۵- تنظیم نسبت کربن به ازت (این نسبت باید حدود ۳۰ باشد) .

٦-ابعاد و قطعات موادی که باید تجزیه گردند هرچه کوچکتر باشد، مجموع سطح آن ها بیشتر شده و در نتیجه سطح تماس آن ها با میکروارگانیسم افزایش می یابد.

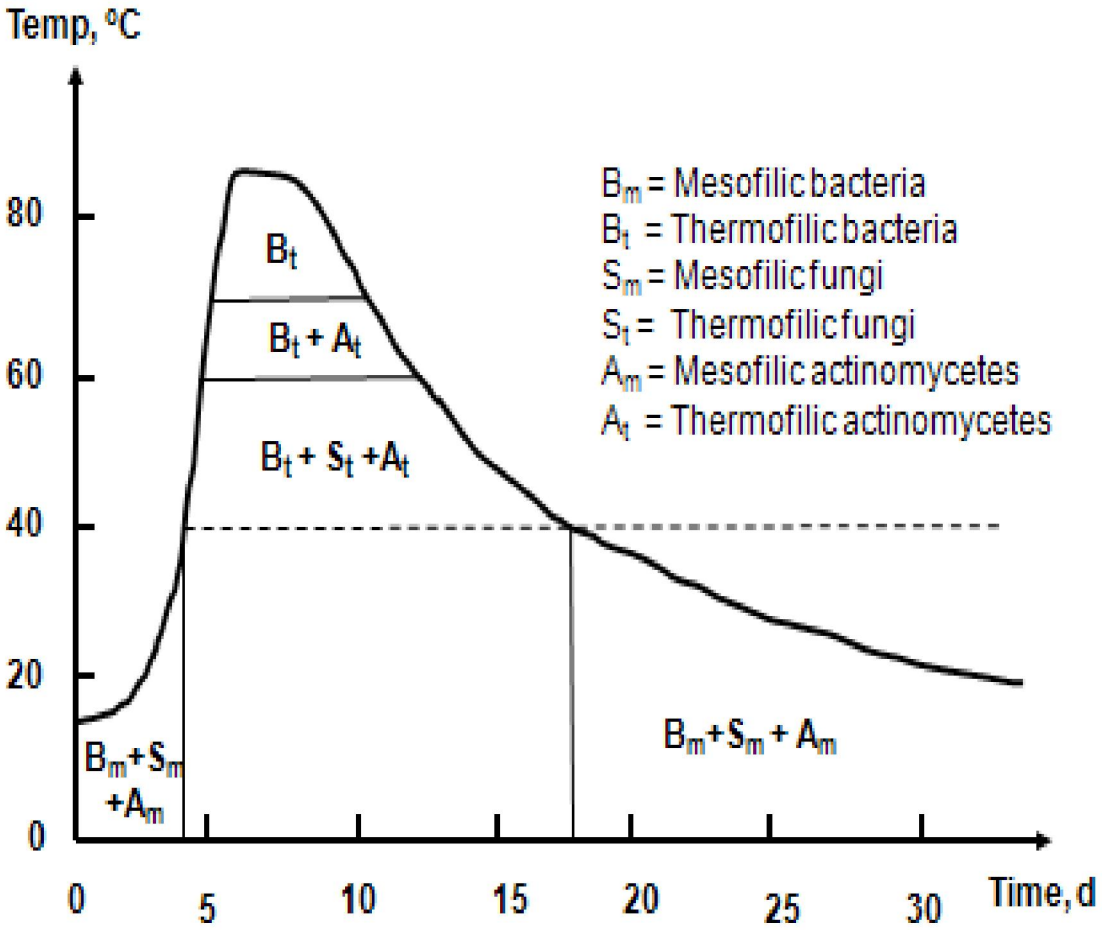
اصول کار در تهیه کود از زباله، هوادهی متناوب موادی است که از آن ها کمپوست تهیه می شود. هوادهی علاوه بر تامین اکسیژن مورد نیاز برای تجزیه مواد، باعث افزایش درجه حرارت، کنترل مگس و بوهای ناهنجار و در نهایت تسریع در عمل تجزیه مواد می شود. در تهیه کود از زباله، دفع مواد غیر قابل کمپوست، جداسازی مواد غیرقابل کمپوست، میزان نیاز به کمپوست، و نحوه کاربرد آن، تولید بو و کنترل آن، جنبه های بهداشتی و قیمت تمام شده کمپوست همگی فاکتورهایی هستند که باید به دقت مورد توجه قرار گیرند.

www.kamus.ac.ir



شکل ۱۰: عوامل زیستی تولید کمپوست بر حسب اندازه

جدول ۸: فراوانی انواع میکروفلور در مراحل مختلف تولید کمپوست



مگس نفت (fly Petroleum) با نام علمی *Helaeomyia petrolei*

به طور معمول، نفت و حیات وحش آمیزه خوبی نیستند. کافی است نگاهی به آشفتگی های بوم شناسی بسیاری بیندازیم که پس از نشت نفت در سراسر جهان رخ داده است. برای مثال، زمانی که نفتکش پرستیژ در سال ۲۰۰۲ میلادی در شمال غربی اسپانیا آسیب دید و نشت کرد، نزدیک ٤۰۰ کیلومتر از آب های ساحلی را آلوده کرد و به ماهیگیری آسیب زیادی رساند. سه سال پیش از آن نیز ده ها هزار نوع از پرندگان دریایی در پی نشت نفت در ساحل فرانسه کشته شده بودند. در پرتو چنین رویدادهایی، سخن گفتن از بوم شناسی نفت و زندگی در نفت ممکن است چندان بجا به نظر برسد. با این همه، زندگی در نفت جریان دارد و به نظر می رسد برخی از گونه های حشره ها از این ماده کامیاب می شوند. شناخته شده ترین آنها، حشره یی است که مگس نفت

نام گرفته و در جاهایی مانند گودال های قیر «رانکو لبرا» در لس آنجلس دیده می شود. این مگس که از نزدیک یک سده پیش نگاه ها را به سوی خود جلب کرده است

شکل ۱۱: لارو مگس نفت

لاروهای این مگس، که با نام «ماگوت های» برکه نفت شناخته می شوند، بیشتر زمان خود را غوطه ور در نفت می گذرانند و از باکتری های نفت خوار و پس مانده های آلی بهره مند می شوند. مگس نفت زمان درازی است که نگاه پژوهشگران را متوجه خود کرده است، زیرا در جایی زهرآگین زندگی می کند که گونه های دیگر را می کشد. این جاندار چگونه چنین توانایی را به دست آورده است پاسخ را باید در باکتری هایی جست وجو کرد که در دستگاه گوارش لاروهای این جانور زندگی می کنند. با این همه، در نظر بگیرید لوله گوارش جانور از آسفالت پر می شود، زنده ماندن میکروب ها در چنین محیطی بسیار شگفت انگیز است. این باکتری ها می توانند هیدروکربن ها را دگرگون کنند و نیاز خود را برآورده سازند. پژوهشگران امیدوارند این میکروب ها راه رویارویی با هیدروکربن های سرطان زا را که در دود کارخانه ها و خودروها یافت می شوند، به ما نشان دهند.

شگفت آور اینکه محیط های سرشار از نفت ممکن است میزبان مناسب و پرباری از گیاهان باشند که حیات وحش را به سوی خود فرامی خوانند. در برخی از جاهای خشک مرکز کالیفرنیا، قیر بیرون می زند و در آنجا می توانید گوناگونی زیستی بیشتری نسبت به زمین های پیرامون ببینید. نمونه این عوامل زیستی را می توان در مناطقی مانند مسجد سلیمان در کشورمان مورد جستجو قرار داد. زیرا همان گونه که نفت به سطح زمین می آید، مواد فرار خود را از دست می دهد و به صورت قیر چسبان یا آسفالتی بیرون می زند که آب را همراه خود می آورد. آب، فرآورده جانبی تولید نفت طبیعی است که به طور معمول زیر لایه هایی از

سنگ های نفوذناپذیر به دام می افتد، اما در این شرایط نادر، بوم شناسی موضعی به آب اجازه می دهد همراه نفت بالابیاید. با این همه، جانورانی که از این واحد های نفتی غذا برمی گیرند، باید مواظب باشند. در برخی از این نهشته های قیری فسیل های پستانداران و پرندگان زیادی به دست آمده است که در این بستر چسبناک به دام افتاده اند. به نظر می رسد آن جانوران از گرسنگی یا خستگی جان باخته بودند یا جانوران شکارچی زمانی که به قیر چسبیده بودند، آنها را خورده بودند. هنوز هم در این منطقه روزانه بیش از ۵۰ لیتر آسفالت به سطح زمین می رسد که پرندگان و پستانداران کوچک در آن به دام می افتند.

با مطالعه و دقت بر همه روشهای رفع آلودگیهای نفتی در محیط زیست واشاره به اینکه سایر روشهایی مثل سوزاندن و دفن کردن در زمین هم هزینه بر است و هم در دراز مدت اثرات زیست محیطی بدی را به جا می گذارند، می توان تکنولوژی زیست پالایی را به عنوان یکی از بهترین و عملی ترین روشهای رفع آلودگی های نفتی در اکوسیستمهای آبی و خشکی مطرح کنیم. زیست پالایی یک روش قابل انعطاف پر اهمیت و تکنیکی برای بهبود نواحی آلوده نفتی می باشد. با توجه به سرطان زا بودن بسیاری از آلاینده ها و امکان ورود آنها به چرخه غذایی انسان ها توجه به اصلاح خاکهای آلوده به آلاینده های آلی امری ضروری است. وبا توجه به اهمیت حفظ محیط زیست و تعهد ما نسبت به نسل آینده کشور توجه به راهکارهای زیستی به جای دیگر روشها در اصلاح خاکهای آلوده پیشنهاد می گردد. استفاده از عوامل زیستی گوناگون می تواند راه کار بی خطر و مناسب در رفع آلودگی ها باشد.

تجزیه سلولز

عمده قسمتهای کربن دار گیاه را سلولز تشکیل می دهد که اهمیت آن در این است که قسمتهای پوسیده گیاه که حاوی سلولز هستند نقش عمده ای را در چرخه کربن ایفا می کنند. محتوای سلولزی گیاهان هرگز ثابت و یکسان نیست و بافتهای جوان و یا آبدار گیاه از لحاظ سلوبزی بسیار فقیر هستند اما با افزایش سن گیاه و افزایش روند چوبی شدن محتوای سلولزی گیاه هم بالا می رود که عمدتا در دیواره سلولهای بالغ و بافتهای پیر دیده می شود. قطعات سلولزی و گیاهی یکی از مواد اصلی زباله های خانگی است که بایستی تخریب یا تجزیه آن مورد توجه قرار گیرد.

ساختار سلولز

سلولز پلیمری متشکل از واحدهای گلوکز است که با پیوندهایی از نوع β در اتمهای کربن ۱ و ٤ بهم متصلند. اصولاً ۱۵۰۰۰ واحد گلوکز در تشکیل زنجیره دخالت دارند که با ۲۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ پیوند به هم متصلند.وزن مولکولی عمدتاً بین ۲۰۰۰۰۰da تا ۲٤۰۰۰۰۰da است. متابولیسم سلولز تحت کنترل یکسری عوامل محیطی است شامل:
نیتروژن قابل دسترس

درجه حرارت

تهویه

رطوبت

اسیدیته

حضور سایر باکتریها

نسبت لیگنین در بافتهای گیاهی

نیتروژن:

عموماً با افزایش نیتروژن غیر گیاهی تخریب سلولز افزایش می یابد و املاح آمونیوم و نیترات بیشتری تولید می شود. یافته ای نشان می دهد هر ۱ واحد نیتروژنی برای تجزیه ۳۵ واحد اکسیژن کافیست.

فسفر:

تاثیر فسفر بر تجزیه این پلی ساکارید هم تاثیری مستقیم است و کمبود فسفر ممکن است باعث پایین آمدن فعالیت میکربی در تخریب آن شود.

درجه حرارت:

سلولز می تواند از دماهای نزدیک به یخ زدگی تا **دمای** ^{c} **٦٥** فعال باشد.دما عمدتاً با تأثیر بر روی عملکرد آنزیمها در این روند تجزیه دخالت می کند.

تهویه:

متابولیسم سلولز در محیطهای بی هوازی و مواجه با کمبود اکسیژن به دلیل انرژی کم فرایندهای بی هوازی کاهش پیدا می کند.از آنجا که رطوبت در خاکها باعث پایین آمدن مقدار اکسیژن می شود.پس زهکشی ضعیف منجر به تکثیر باکتریهای بی هوازی شده و قارچها و اکتینومیستهای تغذیه کننده از سلولز هم کاهش می یابند.پس در مدیریت سطوح رطوبتی شرایطی را برای رشد قارچها و باکتزیهای هوازی تحمل کننده رطوبت زیر حد نرمال فراهم می آورند.

اسیدیته:

محیط خنثی:بسیاری از میکروارگانیسمهای هیدرولیز کننده پلی ساکاریدها می توانند آنزیمهای ویژه این کار را آزاد سازند.

محیط اسیدی:در این که محیط نابودی سلولز عمدتا توسط قارچهای فیلامنتوس صورت می گیرد.بیشترین سرعت تجزیه در اسیدیته ٤ تا ٥ است.

محیط قلیایی(اکسیژن پایین): فرایند تجزیه به سرعت کاهش می یابد.

حضور سایر باکتریها:

سلولز به عنوان تنها منبع کربن به کاهش رشد و افزایش تعداد در باکتریها منجر خواهد شد.در حضور منابع ساده کربن مصرف سلولز کاهش می یابد اما پوسیدگی و فاسد شدن سلولز در صورت حضور سایر منابع کربوهیدراتی به دلیل افزایش آنزیمهای تجزیه کننده پلی ساکاریدها افزایش می یابد.

نسبت لیگنین:

این ماده نابودی سلولز را کاهش می دهد.این ماده گرچه سمی نیست اما با تأثیر فیزیکی با ایجاد ساختارهای زنجیره مانند با سلولز از آن محافظت می کند.

ارگانیسمهای مؤثر بر تجزیه سلولز:

قارچها:

بعد از تیمار خاک با سلولز افزایش معنی داری در تعداد یکسری قارچها دیده می شود.بعد از تجزیه کاه و کلش می توان صفحه ای متشکل از $۱۰^{٦}$ قارچ فیلامنتوس در هر گرم خاک مشاهده کرد.قارچهای سلولزی عمدتاً شامل گونه های آسپرژیلوس،چائتومیوم،کورولاریا،فوزاریوم،فوما،تیلاویا و تریجیدرما هستند..نکته مهم آن است که قارچها عامل اصلی پوسیدگی سلولز در خاکهای مرطوب هستند.

بازیدیومیستها:بازیدیومیستهای سلولزی در نابودی فضولات جنگلی و بافتهای چوبی تخصص یافته اند اما کمتر قابل توجه هستند زیرا در محیطهای عادی کمتر رشد می کنند.

استفاده از کاه و کلش برای تهیه بستر قارچ

استفاده از کاه و کلش برای تهیه بستر قارچ اولین بار به وسیله دانشمندی لهستانی به نام تریشو صورت گرفت . وی در سال ۱۹٤٤ متوجه شد که قارچ بر روی ماده زایلز رشد مناسبی دارد . نوعی از این کربوهیدرات به نام زایلان در ساقه گندم به وفور یافت میشود . استفاده از کاه وکلش باران نخورده ، برای کشت قارچ مناسبتر است . کلشهایی که یک سال از عمر آنها گذشته و رنگ زرد براق خود را از دست داده اند، در صورتی میتواند مصرف شوند که هنوز استحکام بافت آنها از بین نرفته باشد . چنانچه رشته های کاه و کلش زیاد طویل باشند ، قبل از تهیه کمپوست باید آنها را خرد کنند . اگر طول قطعات کاه و کلش بیشتر از ۸ تا ۱۰ سانتیمتر باشد ، در موقع توده کردن به علت زیادی فاصله بین قطعات ، رطوبت را سریع از خود عبور داده ودیر کمپوست میشوند . زیرا عمل تخمیر در آنها بکندی صورت میگیرد . وقتی طول قطعات کاه و کلش کم باشد فاصله بین ذرات در موقع توده کردن کم شده و بیشتر متراکم میشوند . لذا آب دیرتر از آن خارج میشود و کلش رطوبت بیشتری جذب میکند . هوای موجود در کاه و کلش نیز خارج شده و تخمیر بی هوازی در آن افزایش می یابد . کاه و کلشی که در بازار برای مصرف غذای دام به فروش میرسد . برای تهیه کمپوست کاملا مناسب است . تهیه کمپوست فرایندی میکروبی است و نیاز به افزایش فعالیتهای بیولوژیکی کنترل شده در تمامی توده کاه و کلش دارد . به گونه ای که بافتهای گیاهی مورد استفاده به طور کامل تحت تاثیر آنزیمهای قارچی و باکتریایی خاص قرار گیرند . به محض انباشتن کاه وکلش خیس بر روی هم فعالیتهای میکروبی در آن آغاز میشود . ذرات کاه و کلش کوتاه و شکننده و مرطوب باشد ، بزودی تمامی قسمتهای آن به وسیله میکروارگانیسمها تجزیه میشود و کمپوست سازی به سرعت شروع شده و به طور مناسب و یکنواخت فرایند تولید کمپوست انجام میپذیرد . چنانچه قطعات کاه و کلش بلند ،؛ براق و خشک باشد باید با خرد کردن و شکستن قطعات، امکان فعالیت میکروبی بر روی آنها را افزود وبه تخمیر آن کمک کرد . به طور کلی برای افزایش سرعت تخمیر و ایجاد کمپوست یکنواخت ، لازم است در بدو امر میزان رطوبت و مقدار شکستگی قطعات کاه و کلش افزوده شود .

شکل ۱۲: تجزیه و تخریب چوب توسط قارچ ها کلاهک دار(بازیدیو مایست)

باکتریهای تخریب کننده چوب:

الف-باکتریهای خشکی دوست و هوازی:

تعداد این باکتریها به طرز شگفت انگیزی از یک مکان به مکانی دیگرمتغیر است.در بعضی خاکها به ازای هر گرم ۱۰۰ و در بعضی بیش از صد میلیون باکتری وجود دارد.

Cytophaga باکتریهای میله ای مارپیچی بلند با انتهای نوک تیز و هوازی که در تجزیه سلولز بسیار حائز اهمیت هستند و در خاکهای حاوی کود فراوانند.

Sporocytophaga که از سلولز تغذیه می کند و با نوع قبل که به حالت میکرو اووسیت است متفاوت است.

Myxobactria
Argiococus
Polyangius

که بر اساس تأثیرشان بر روی سلولز طبقه بندی می شوند.

و گاهاً گونه هایی از Bacillus, Vibrio, Pseudomonas از سلولز تغذیه می کنند اما این خصلت برای آنها یک خصوصیت غیر نرمال است.

Cellulomonass یک جنس مصرف کننده سلولز است.

Actinomyset که بعضی از آنها بر روی سلولز رشد می کنند.در ٦٥٪ اکتینومیستها آنزیمهای ضروری را دارا هستند اما آنها بسیار آرامتر از قارچها و باکتریهایی حقیقی پلی ساکاریدها را تجزیه می کنند و رقابت کننده های قوی نیستند.
Streotrmyset در کشت آنها مشاهده می شود که آنزیم آنها بر روی آگار سلولزی غیر گیاهی در فواصل دورتر از میکروارگانیسم عمل می کند.
گونه هایی ازMicromonospora , Streptoprongium , Nocardia پلی ساکاریدها را تجزیه می کنند
عامل مؤثر بر فعالیت میکرو ارگانیسمهای تجزیه کننده چوب خشکی دوست pH است.در خاکهایی باشرایط خنثی گروهی متشکل از ویبریوس و قارچ در pH ٦/٥ تا ٧ فعالیت می کنند و در خاکهایی با اسیدیته کمی زیاد یعنی ٥/٧ تا ٦/٢ اغلب سیتوفاگاها و تعدادکمی ویبریو وجود دارد.در خاکهای به شدت اسیدی یعنی در حدود ٥/٥ غالباً قارچهای فیلامنتوس وجود دارند و سیتوفاگا به صورت تجمعات بسیار خفیف موجود است. نتیجه اینکه هم قارچ و هم باکتری در pH بیش از ٦ با افزوده شدن پلی ساکارید خالص و یا باقیمانده محصولات سلولزی افزایش چشمگیری را نشان می دهند.

ب-میکرو فلورای مزوفیلی غیر هوازی:

میکروارگانیسکهای سلولزی بی هوازی شامل مزوفیلهای اسپور شکل،ترموفیلهای اسپور شکل،میله ای های غیر اسپور و چند نوع اکتینومیست و قارچ هستند که به صورت بی هوازی رشد می کنند.به ندرت در خاکهای اصلاح شده فراوانی دارند اما حتی در خاکهایی با زهکشی مناسب و حاوی کودهای سبز گیاهی و باتلاقی جمعیتی قابل اندازه گیری را حفظ می کنند که بین 10^2 تا 10^3 باکتری در هر گرم خاک غرقاب نشده است. تفاوت آنها در انواع هوازی در حساسیت کمتر آنها به اسیدیته است و در خاکهایی با pH ٣ تا ٤ هم یافت می شوند.از فعالیت تخمیری آنها اسیدهای آلی مثل استیک ، فرمیک ولاکتیک به دست می آید و بوتانول.عمده ارگانیسمها از جنس Clastridium و قارچهای Merulius و Fomes هستند.اکتینومیستها هم گاهی در شرایط بی هوازی به آرامی بر روی سلولز رشد می کنند.

تجزیه ترموفیلی:

تجزیه ترموفیلیک علیرغم توضیع گسترده باکتریهای ترموفیلیک در خاک،نقش ناچیزی را ایفا می کند البته به استثناء تجزیه در کمپوستها. نکته آن است که سلولز در دماهای بالا به طور ویژه ای پرتوان و سخت است.هم میکرو_ ارگانیسمهای هوازی و هم بی هوازی می توانند در این نوع تجزیه نقش ایفا کنند.

Clostridium thermocellum یک اسپور بی هوازی است که اسید استیک،بوتانول،H2،CO2 و پتاانسیل های پایین اکسایش_کاهش را تولید میکند.دمای اپتیمم آن ٥٥-٦٥ درجه است و pH مطلوب آن نزدیک به خنثی است.

بیوشیمی تجزیه سلولز:

باکتریهای تجزیه کننده سلولز از نوع هوازی سلولز را به ۲ محصول اصلی تبدیل می کنند: CO_2 و ماده سلولی. تولیدات قارچها و اکتینومیستها هم CO_2 و مواد کربن دار و همچنین احتمالاً مقادیر کمی از اسیدهای آلی است.

اما در نوع بی هوازی CO_2 و H_2 و اتانول و اسیدهای آلی تولید می شود .اخیراً وجود گاز متان هم گزارش شده است اما این گاز توسط باکتریهای استفاده کننده از سلولز تولید نمیشود و تولید آن مربوط به یکسری باکتریهای ثانویه استفاده کننده از اسیدهای آلی تولید شده از باکتزیهای اولیه است.

تجزیه:

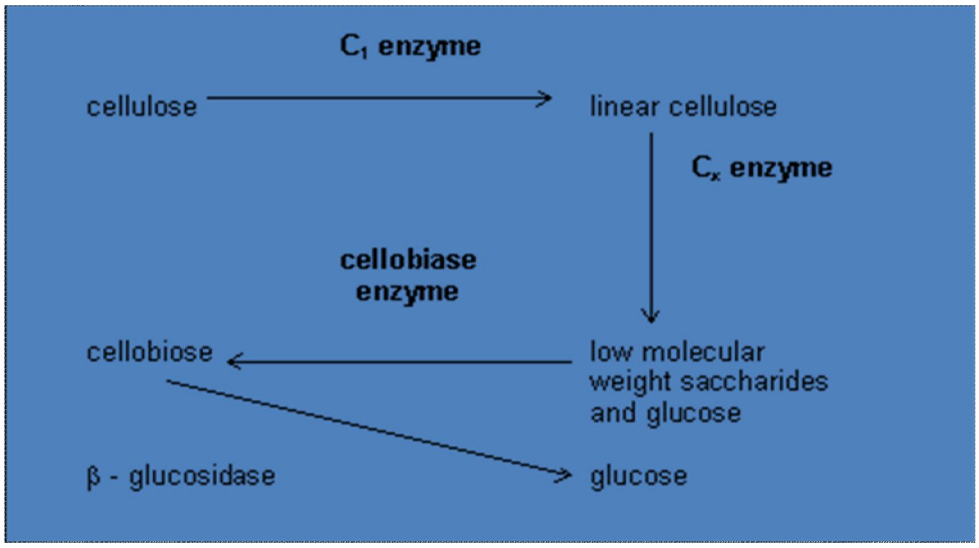
هیدرولیز آنزیمی:

تبدیل سلولز نامحلول به مونو ساکارید و دی ساکارید محلول در آب بوسیله آنزیمهای سلولاز زیرا سلول نسبت به سلولز نشت ناپذیر است.پس این کار توسط عوامل برون سلولی صورت می گیرد. در طی این عمل سلولز به الیگومرهایی که دارای ساختار بلوکی چند گلوکزی هستند تبدیل می شود.این گروه شامل آنزیمهای زیر است:

I .آنزیم G1 که بر روی سلولز دست نخورده عمل می کند.

II .آنزیم β(1→4) گلوکاناز که Gx هم نامیده می شود که پلیمرهای بور ناقص تخریب شده را می شکند.

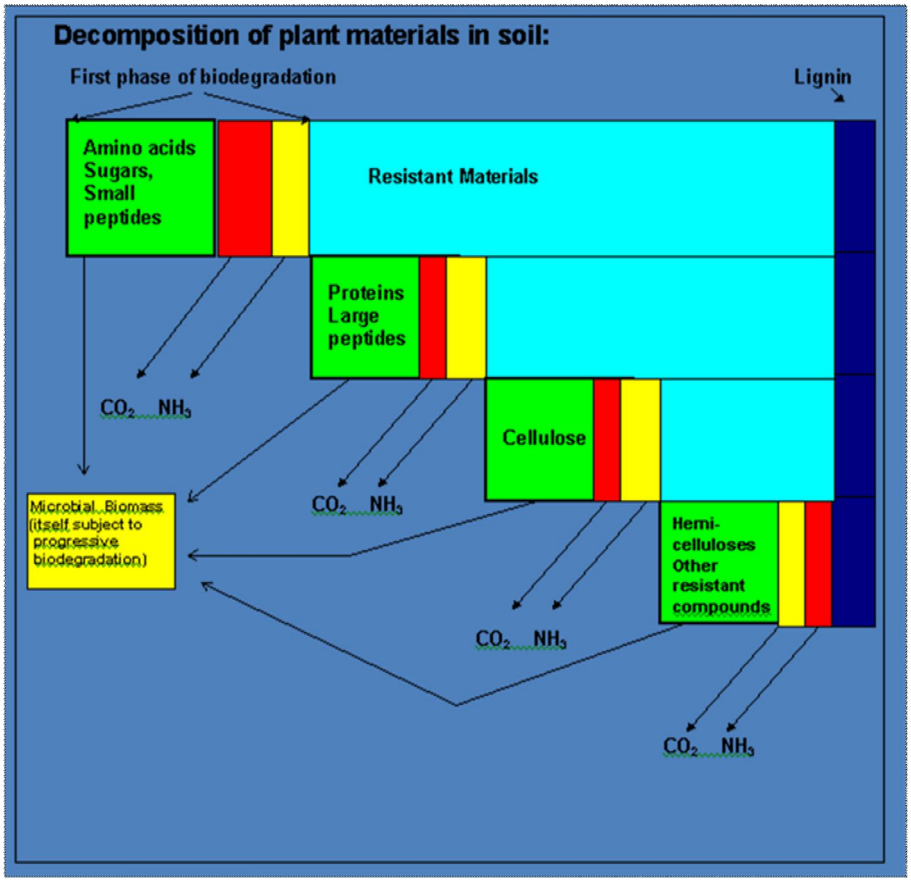
III.آنزیم β_گلوکزیداز که سلوبیاز،سلوتریوز و سایر اولیگومرهای با وزن مولکولی پایین را به گلوکز می شکند.



شکل ۱۳: تجزیه آنزیمی سلولز

کمپلکس سلولاز در اغلب میکرو ارگانیسمها تحریک پذیر است و در حضور سلولاز سنتز می شود.علاوه بر سلولز القاء کننده های دیگری هم مثل پلی ساکاریدهای دیگر و سلوبیوز و مقدار کمی کربوهیدراتهای ساده مثل گلوکز سنتز آنزیمها را القاء می کند.یک مکانیسم تنظیمی به نام **catabolite repression** که منجر به آن می شود که زمانیکه تجمع گلوکز یا سلولز آزاد شده از پلیمر افزایش پیدا می کند سرعت تشکیل آنزیم کاهش یابد. یک فاکتور بسیار مهم در بیوشیمی تجزیه سلولز تأثیر مواد خاکهای

رسی است. سلولز و تولیدات آن می توانند توسط مواد معدنی رسی جذب و کشش سطحی شوند.آنها می توانند بر آنزیمهای برون سلولی اثر بگذارد و ازین طریق بر میزان تجزیه سلولز اثر گذار باشند.



شکل ١٤: تخریب زیستی سلولز در خاک

www.kamus.ac.ir

فصل ششم

بیوتکنولوژی در پتروشیمی

استفاده از علوم وفناوری هایی که عواقب سوء برای محیط زیست ندارند، می تواند دستیابی به توسعه پایدار و مطمئن برای بشر امکان پذیرسازد. یکی از روشهایی که اساساً ماهیتی حیاتی و طبیعی داشته و همراه با ساختار طبیعت و در جهت تعادل و همکاری با طبیعت می باشد، روشهای بیوتکنولوژی است. استفاده از میکرو ارگانیسم ها یا بیورمیدشن یکی از بهترین شیوه هایی جهت حذف ضایعات سنگین (نظیرتری کلرواتیلن و بی فنیل های پلی کلرینه شده)، تصفیه بیولوژیکی فاضلاب، حذف فلزات سنگین از فاضلاب وتجزیه میکروبی نفت و مشتقات آن، در صنایع پتروشیمی می باشدکه در آمریکا و ژاپن به شدت مورد حمایت و توجه قرار می گیرند. هرچند ماهیت آلاینده های محیط زیست به دلیل تنوع آنها متفاوت است، به طور کلی می توان آنها را به سه دسته تقسیم کرد:

الف- آلاینده ها یی که به راحتی قابل تجزیه زیستی هستند نظیرضایعات و پس مانده های خا نگی .
ب- آلاینده هایی که به سختی تجزیه می شوند، مانند ترکیبات شیمیایی صنعتی و برخی حشره کشها .
ج- آلاینده هایی که مقاوم به تجزیه زیستی هستند مانند ترکیبات پتروشیمی .
با توجه به تقسیم بندی فوق و قرارگرفتن ترکیبات پتروشیمی در دسته سوم لازم است جهت ریشه کنی آلودگی ها از روشها ی زیر استفاده نمود:
- استفاده ازتجزیه شیمیایی ترکیبات آلاینده به محصولات مناسبتر و قابل قبول تر.
- جذب و تغلیظ مواد سمی خاص به موادی که بتوانند با یک روش بی خطر دور ریخته شوند .
با توجه به مطالب فوق و اهمیت بکارگیری بیشتر این علم در صنعت پتروشیمی دراینجا به دوکاربرد مؤثر آن در صنایع پتروشیمی اشاره می شود:

گسترش فضای سبز صنایع پتروشیمی ایران با بیوتکنولوژی

به طورکلی تلفیق صنعت با فضای سبز، یکی ازا هداف ا صلی مجتمع ها می باشد. طبق استانداردهای زیست محیطی، باید ده درصد ا ز فضای صنعتی به فضای سبز ا ختصاص داده شود، که آبیاری این فضا ی سبز با استفاده ازپسابها ی صنعتی صورت می گیرد. احیا مراتع، جنگلها و حفظ تنوع گونه های گیاهی و جانوری به خصوص در مناطق کویری، بیابانی و همچنین شناسایی، تکثیر گونه های مقاومی نظیر کاکتوس ها، کاج و سرو که قابل رشد و پرورش در مناطق سخت و بیابانی است از دیگر موضوعاتی است که با کمک روشهای بیوتکنولوژی روند سریعتری می گیرد و می توان بیشتر به آن توجه کرد. در حال حاظر پروژه های تحقیقاتی مهمی، به منظور پرورش گونه ها یی که دا را ی ژنهای مقاوم به نمک هستند، برای رشد در مناطق کویری، فعال می باشند.

کاهش دادن ضایعات وآلودگی ها با بیوتکنولوژی

خلیج فارس ودریای عمان، جزو متنوع ترین اکوسیستم های جهان هستند وشرایط خاص این مناطق، از نظرتنوع ویژه رویشگاه های گرمسیری ،گونه های مختلف جانداران آبزی و غیره، حساسیت ویژه ای را برای این محیط های آبی به وجود آورده است. احداث مجتمع های متعدد نفت ،گاز، پتروشیمی درکنار این مناطق و پیامدهایی از قبیل ایجاد پسابهای نفتی و شیمیایی، جمع شدن مواد زائد، دفع زباله از مواردی است که باید بیشتر در مورد آن تحقیق و بررسی نمود . یکی ازروشهای جدیدی که می توان در کاهش دادن این معضل به کار گرفت، تبدیل گل ولای لجن دریاچه ها ، دریا ها و سدها به کودهای آلی با استفاده از روشهای بیوتکنولوژی است. این کار ضمن پاکسازی محیط زیست وجلوگیری از انباشته شدن آلودگی ها وضایعات در اکوسیستم های آبی، مواد و فرآورده های سودمندی را برای حاصلخیزی زمین های کشاورزی فراهم می کند.

استفاده از تکنولوژی جدید درصنایع پتروشیمی

با مقایسه وضعیت آلایندگی صنایع کشورهای درحال توسعه نظیر صنایع پتروشیمی با کشورهای توسعه یافته می توان به این نتیجه رسید ارتباط مستقیمی بین عدم برخورداری ازفناوری های جدید وکارآمد با آ لودگی محیط زیست می باشد. همین مشکل باعث گردیده که مثلاً درصنعت پتروشیمی دریک فرآیند تولیدی، مواد اولیه به طور کامل مصرف نگردد و مواد ضایع شده به محیط دفع گردد وباعث آلوده شدن محیط اطراف خود شود.

زمانی که یک استاندارد جدید برای از بین بردن آلودگیهای موجود محیط زیست وضع می شود، ، هزینه ونیروی انسانی زیادی را متوجه خود می سازد تا درصدی ازآلودگی ها راکاهش دهد، حال اگراین استاندارد با تکنولوژی جدیدی درصنعت بکار گرفته شود، علاوه برکاهش آلودگی، با راندمان بالای خود باعث افزایش تولید نیز می شود. بعضی کارشناسان بحث تقدم صرفه اقتصادی را برحفظ محیط زیست مد نظر قرار می دهند اما بایدگفت که در مقایسه هزینه هایی که بدلیل به کارگیری تکنولوژی نا مناسب در مصرف مواد اولیه، انرژی و احیای محیط زیست هدرمی رود با هزینه هایی که باید پرداخت شود تا تکنولوژی جدید تهیه گردد، این نتیجه حاصل می گرددکه مورد دوم مناسب و با صرفه تراست

سوخت و پلاستیک سبز

شیمیدان‌های سبز در پی آن هستند که روندهای شیمیایی سالم‌تری را جایگزین روندهای کنونی کنند یا بـا جـایگزین کـردن مـواد اولیه‌ی سالم‌تر یا انجام دادن واکنش‌ها در شرایط ایمن‌تر، فراورده‌های سالم‌تری را به جامعه هدیه دهند. برخی از آن ها مـی‌کوشـند شیمی را به زیست‌شیمی نزدیک کند، چرا که واکنش‌های زیست‌شیمیایی طی میلیون‌ها سال رخ داده‌اند و چـه بـرای آدمـی و چـه برای محیط زیست، چالش‌ها نگران کننده‌ی به وجود نیاورده‌اند. بسیاری از این واکنش‌ها در شرایط طبیعی رخ می‌دهند و به دمـا و

فشار بالا نیاز ندارند. فراورده‌های آن‌ها نیز به آسانی به چرخه‌ی مواد بازمی‌گردند و فراورده‌های جانبی آن‌ها برای جانداران سودمند هستند. الگو برداری از این واکنش‌ها می‌تواند چالش‌های بهداشتی و زیست‌محیطی کنونی را کاهش دهد.
گروه دیگری از شیمیدان‌های سبز می‌کوشند بهره‌وری اتمی را افزایش دهند. طی یک واکنش شیمیایی شماری اتم آغازگر واکنش هستند و در پایان بیش‌تر واکنش‌ها با فراورده‌هایی رو به رو هستیم که شمار اتم‌های آن‌ها از شمار همه‌ی اتم‌های آغازین بسیار کم‌تر است. بی‌گمان آن اتم‌ها نابود نشده‌اند، بلکه در ساختمان فرآورده‌های بیهوده و اغلب آسیب‌رسان به طبیعت رها می‌شوند و سلامت آدمی و دیگر جانداران را به چالش می‌کشند. هر چه بتوانیم اتم‌های بیش‌تری در فرآورده‌های بگنجانیم، هم به سلامت خود و محیط زیست کمک کرده‌ایم و هم از هدر رفتن اتم‌هایی که به عنوان مواد اولیه برای آن‌ها پول پرداخت کرده‌ایم، پیش‌گیری می‌کنیم.

بازطراحی واکنش‌های شیمیایی نیز راهکار سودمند دیگری برای پیش‌گیری از پیامدهای ناگوار مواد شیمیایی است. در این بازطراحی‌ها از مواد آغازگر سالم‌تر بهره می‌گیرند یا روندهایی را طراحی می‌کنند که با واکنش‌های مرحله‌ای کم‌تر به فراورده برسند. هم‌چنین، روندهایی را طراحی می‌کنند که به مواد کمکی کم‌تر، به‌ویژه حلال‌های شیمیایی، نیاز دارند. گاهی نیز واکنش‌های زیست‌شیمی و شیمی را به هم گره می‌زنند و روند سالم‌تری و کارآمدتری را می‌آفرینند. بازطراحی روند داروها می‌تواند همراه با افزایش کارآمدی آن‌ها به هر چه سالم‌تر شدن آن‌ها بینجامد و اثرهای جانبی آن‌ها بر روندهای زیست شناختی بدن، تا جایی که امان دارد، کاهش دهد.

در ادامه به نمونه‌هایی از کوشش‌ها و دستاوردهای شیمیدان‌های سبز اشاره می شود.

۱- سوخت‌های جایگزین

به کارگیری سوخت‌های فسیلی در خودروها با رهاشدن انبوهی از گازهای گلخانه‌ی به جو همراه شده که دگرگونی‌های آب و هوایی را در پی داشته است. از سوختن نادرست آن‌ها نیز، مواد زهرآگینی به هوا آزاد شده که سلامتی آدمی را به چالش کشیده است. حتی اگر بتوانیم بر این دو چالش بزرگ پیروز شویم، با کاهش روز افزون اندوخته‌های فسیلی روبه‌رو هستیم که از آن گریزی نیست. این تنگناها همراه با افزایش روز افزون بهای این گونه سوخت‌ها، که به نظر می‌رسد همچنان ادامه یابد، پژوهشگران و مهندسان بسیاری را به فکر طراحی خودروهایی با سوخت هیدروژن انداخته است. چرا که خاستگاه این سوخت، آب است که فراوان‌ترین ماده در طبیعت است و فرآورده‌ی سوختن این سوخت در خودرو نیز خود آب است.

با این همه، سوخت هیدروژن با چالش بزرگی روبه‌رو است. فراهم آوردن هیدروژن از آب با فرآیند الکترولیز انجام می‌شود که برای پیشبرد آن به الکتریسیته نیاز هست و اکنون نیز بیش‌تر الکتریسیته از سوختن اندوخته‌های فسیلی به دست می‌آید. شاید روزی با به‌کاربردن برخی کاتالیزگرها بتوانیم از انرژی خورشیدی به جای سوخت‌های فسیلی در پیش بردن روند الکترولیز بهره

گیریم، اما هنوز راهکار کارآمدی برای تولید ارزان هیدروژن پیشنهاد نشده است و به نظر نمی‌رسد در آینده‌ای نزدیک به چنین توانی دست یافت. با این همه، برخی دانشمندان امیدوارند بتوانند خواستگاه زیستی برای هیدروژن به وجود آورند.

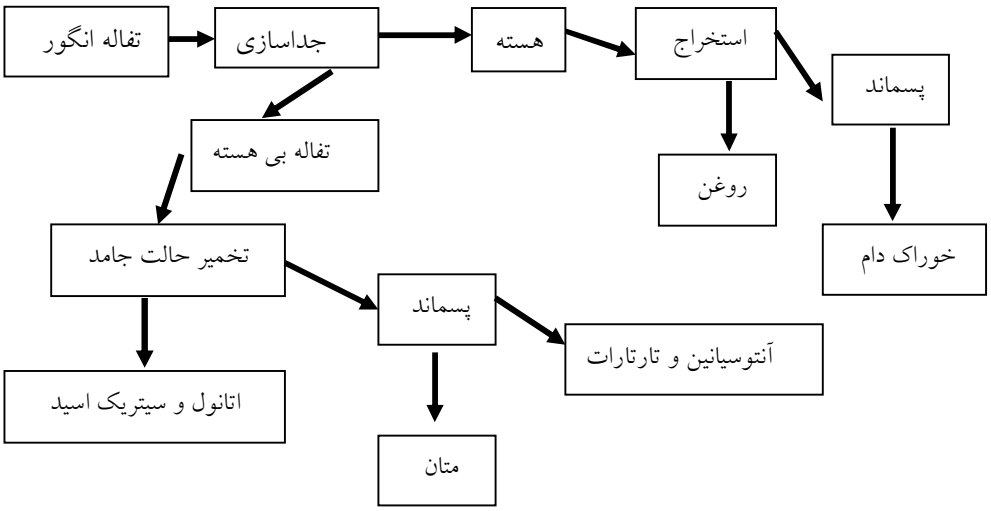
گروهی از پژوهشگران در سال ۲۰۰۰ میلادی گزارش کردند که توانسته‌اند از جلبک‌های سبز برای آزاد کردن هیدروژن از مولکول‌های آب، به همان اندازه که از الکترولیز به دست می‌آید، بهره گیرند. اما نور خورشید برای این رویکرد گرفتاری درست می‌کند، چرا که جلبک طی فرآیند فتوسنتز اکسیژن نیز تولید می‌کند. این اکسیژن از کار آنزیم تولیدکننده‌ی هیدروژن جلوگیری می‌کند و در نتیجه هیدروژن اندکی به دست می‌آید دانشمندان می‌کوشند با تغییرهایی که در این فرایند طبیعی می‌دهند، بازده‌ی تولید هیدروژن را بالا ببرند. شاید یک روز آبگیر کوچکی که از جلبک پوشیده شده است، خواستگاه هیدروژن خودروهای ما باشد.

در رویکرد دیگر که مورد توجه است، از روغن‌های گیاهی به عنوان خواستگاهی برای تهیه‌ی سوخت جایگزین بهره می‌گیرند. برای تهیه‌ی این نوع سوخت، که با عنوان بیودیزل شناخته می شود، پس مانده‌ی روغن آشپزی را نیز می‌توان به کار گرفت. هر چند از سوختن این نوع سوخت نیز مانند دیگر سوخت‌های فسیلی گاز گل‌خانه‌ی آزاد می‌شود، اما به اندازه‌ای تولید می‌شود که گیاهان طی فرآیند فتوسنتز آن را برای تولید قند به کار می‌گیرند. از سوی دیگر، روغن‌ها گیاهی نوشدنی هستند و از سوختن آن‌ها گوگرد و آلاینده‌های آسیب‌رسان دیگری آزاد نمی‌شود. از سودمندی‌های دیگر این نوع سوخت این است که گلیسرین، ماده‌ای که در صابون، خمیردندان، مواد آرایشی و جاهای دیگر به کار می‌رود، از فرآورده‌های جانبی روند تولید آن است. هم‌چنین، چون طی روند تولید این سوخت، به آن اکسیژن افزوده می شود، بهتر از سوخت نفتی در موتور می‌سوزد. به روغن‌کاری موتور نیز کمک می‌کند و بر درازی عمر آن می‌افزاید.

استفاده از تفاله انگور

تفاله انگور یک پسماند لیگنوسلولزی و باقیماندهٔ فرآیند آب گیری از میوه انگور است. تفاله انگور حدود بیست درصد وزن مرطوب میوه اولیه را تشکیل میدهد. به طور معمول این پسماند در زمین مدفون می‌شود. اما این روش علاوه بر هزینه بر بودن باعث مشکلات زیست محیطی نیز می شود. از طرفی به دلیل میزان پروتئین و هضم پذیری پایین، کاربرد مستقیم تفاله به عنوان خوراک دام چندان مناسب نیست. بنابراین در سالهای اخیر توجه محققین به بازیافت محصولات مفید از تفاله انگور و بهبود کیفیت آن برای خوراک دام جلب شده است. میزان تولید انگور در کشور در سال ۱۳۷٦، ۲۱۵۰ هزار تن بوده است و مقدار قابل توجهی از آن جهت تولید آب انگور در کارخانجات صنایع تبدیلی مورد استفاده قرار گرفته است. ترکیب شیمیایی تفاله انگور به طور قابل توجهی نسبت به نوع انگور و نوع فرآیند آبگیری (پرس داغ یا سرد) متغیر است. اما به طور کلی تفالهٔ انگور حاوی مقادیر نسبتا زیادی قند (عمدتاً، گلوکز، فروکتوز و ساکارز)، تارتارات، آنتوسیانین و فیبر خام است که می توان آنها را بازیابی و

مورد استفاده قرار داد. از تفاله انگور می توان با تخمیر حالت جامد یا غوطه ور اتانول تولید کرد. تفاله انگور از نظر میـزان تاتـارات خیلی غنی است. پس از تخمیر الکلی تفاله، تارتارات موجود در پسماند را می توان بـا آب داغ اسـتخراج کـرد. تفالـۀ انگـور منبـع خوبی از آنتوسیانین ها است. آنتوسیانین ها رنگدانه های طبیعی موجـود در میـوه هـا و سـبزیجات هسـتند. ایـن رنگدانـه هـا در محدودۀ pH بین ۳-۱ رنگ قرمز از خود نشان داده و می توانند در بعضی مواد غذایی با اسیدیتۀ بـالا مـورد اسـتفاده قـرار گیرنـد. فیبر خام موجود در تفالۀ انگور را به دو صورت می توان مورد استفاده قرار داد. صورت اول هضم بی هوازی آن برای تولیـد متـان است و صورت غنی سازی آن از نظر میزان پروتئین و استفاده از آن به عنوان خوراک دام است. از طرف دیگر هسته انگور منبع بـا ارزشی برای تهیه روغن جهت مصارف خوراکی و صنعتی است. حدود ۲۶-۲۳ درصد از تفاله انگور را هسته های آن تشکیل مـی دهد. ترکیب اسیدهای چرب استخراج شده از آن شامل اسید میریستیک، پالمتیک، استئاریک، اولئیـک و لینولئیـک اسـت بـالاترین مقدار آن اسید لینولئیک است. میزان کل اسیدهای چرب اشباع شده و غیر اشباعی هسته انگور به ترتیب ۱۳-۱۲ و ۸۷-۸۶ درصـد می باشد.



شکل ۱: محصولات بازیابی مفید از تفاله انگور بصورت خلاصه نشان داده شده است.

۲- پلاستیک‌های سبز و تجزیه‌پذیر

زندگی در جهانی بودن پلاستیک بسیار دشوار است. پلاستیک‌ها د ر تولید هر گونه فـرآورده ی صـنعتی، از صـنعت خودروسـازی گرفته تا دنیای پزشکی، به کارگرفته شده‌اند . تنها در ایالات متحده ی امریکا سالانه نزدیک ۵۰ میلیون تن پلاستیک تولید می‌شـود. اما این مواد به عنوان زباله‌های پایدار به تجزیه میکروبی، چالش‌های زیست محیطی پیچیده‌ای به بار آورده‌اند. پلاستیک‌ها علاوه بر این که جاهای به خاک‌سپاری زباله را پر کرده‌اند، سالانه در حجمی برابر با چند هزار تن بـه محـیط‌هـای دریـایی وارد مـی‌شـوند. برآورد شده است که هر سال یک میلیون جانور دریایی به دلیل خفگی حاصل از خوردن پلاستیک‌ها به عنوان غذا یا بـه دام افتـادن در زباله‌های پلاستیکی از بین می‌روند.

شکل۲: مرگ حیوانات مختلف اهلی و وحشی در اثر خوردن مواد پلاستیکی.

در سال های اخیر، کوشش‌های قانونی برای جلـوگیری از دورریـزی پلاسـتیک‌هـای تجزیـه ناشـدنی، افـزایش یافتـه اسـت. ایـن کوشش‌ها صنعت‌گران پلاستیک را واداشته است تا در پی پلاسـتیک‌هـایی باشـند کـه پیامـدهای زیسـت‌محیطـی کـم‌تـری دارنـد. پلاستیک‌های نشاسته‌ای تجزیه‌پذیر و پلاستیک‌های میکروبی از دستاورد کوشش‌های چند ساله‌ی پژوهشگران این زمینه‌ی در حال پیشرفت و گسترش است.

در پلاستیک های نشاسته‌ای، قطعه‌های کوتاهی از پلی‌اتیلن با مولکول‌های نشاسته به هم می‌پیوندند. هنگامی که ایـن پلاسـتیک‌هـا در جاهای به خاک‌سپاری زباله ها، دور ریخته می‌شود، باکتری‌های خاک به مولکول‌هـای نشاسـته یـورش مـی‌برنـد و قطعـه‌هـای پلی‌اتیلن را برای تجزیه‌ی میکروبی رها می‌سازند. این گونه پلاستیک‌ها اکنون در بازار وجود دارند و بـه ویـژه بـرای پلاسـتیک‌هـا جابه‌جایی و نگهداری مواد غذایی و دیگر وسایل یک‌بار مصرف بسیار سودمند هستند. با این همه، کمبود اکسـیژن در جاهـای بـه

خاک‌سپاری زباله‌ها و اثر مهاری قطعه‌های پلی‌اتیلن بر عملکرد باکتری‌ها، بهره‌گیری استفاده از این پلاستیک‌ها را محدود ساخته است.

در سال ۱۹۲۵ میلادی گروهی از دانشمندان کشف کردند که گونه‌های زیادی از باکتری‌ها ، پلی‌بی هیدروکسی بوتیرات(PHB) می‌سازند و از آن به عنوان اندوخته‌ی غذایی خود بهره می‌گیرند. در دهه ی ۱۹۷۰، پژوهش‌های نشان داد که PHB بسیاری از ویژگی‌های پلاستیک‌های نفتی(مانند پلی‌اتیلن) را دارد. از این رو، کم کم گفت و شنود پیرامون بهره‌گیری از این بسپار به عنوان جایگزینی مناسب برای پلاستیک‌های تجزیه‌ناپذیر کنونی آغاز شد. سپس در سال ۱۹۹۲، گروهی از پژوهشگران ژن‌های درگیر در ساختن این بسپار را به گیاه رشادی(Arabidopsis thaliana) وارد کردند و به این ترتیب گیاهی پدید آوردند که پلاستیک تولید می‌کند.

سال پس از آن، تولید این پلاستیک سبز در گیاه ذرت آغاز شد و برای این که تولید پلاستیک با تولید مواد غذایی رقابت نکند، پژوهشگران بخش‌هایی از گیاه ذرت (برگ‌ها و ساقه‌ها) را ، که به طور معمول برداشت نمی‌شوند، هدف قرار دادند. پرورش پلاستیک در این بخش‌ها به کشاورزان امکان می‌دهد که پس از برداشت دانه‌های ذرت، زمین را برای برداشت ساقه‌ها و برگ‌های دارای پلاستیک درو کنند. پژوهشگران درباره‌ی افزایش مقدار پلاستیک در گیاهان، پیشرفت‌های چشم‌گیری داشته‌اند. با این همه، هنوز دشواری‌هایی برای رسیدن به نتیجه‌ی مناسب وجود دارد.

کلروپلاست‌های برگ بهترین جا برای تولید پلاستیک به شمار می‌آیند، اما چون کلروپلاست‌های جای جذب نور هستند، مقدار زیاد پلاستیک می‌تواند فتوسنتز را مهار کند و بازده محصول را کاهش دهد. بیرون کشیدن پلاستیک از گیاه نیز دشوار است. این کار به مقدار زیادی حلال نیاز دارد که باید پس از بهره‌گیری، بازیافت شود. بر اساس تازه‌ترین تخمین‌ها, تولید یک کیلوگرم PHB در گیاه ذرت در مقایسه با پلی‌اتیلن به سه برابر انرژی بیش‌تری نیاز دارد. کشت انبوه میکروب‌های پلاستیک ساز نیز به همین میزان انرژی نیاز دارد.

پلاستیک چوبی

در این نوع چندسازه، رشته‌های سلولوزی به دست آمده از کاغذ روزنامه یا خاکاره درون رزین‌هاس حساس به دما مانند پلی پروپیلن، پلی اتیلن، پلی استیرن و پلی وینیل کلرید(PVC) جای می‌گیرند. از این نوع چند سازه می‌توان در بدنه‌ی خودرو و بخش‌های درونی آن و نیز در لوازم خانگی از جمله دسته‌ی قیچی، دسته‌ی قلم مو و پوشش دیسکت‌های رایانه بهره گرفت. در این حالت، فراورده‌هایی در اختیار داریم که ظاهری چوب مانند دارند، اما ویژگی‌های پلاستیک را از خود نشان می‌دهند.

شکل ۳: پلاستیک قابل تجزیه زیستی

بیوپلیمر

پلیمر های متداول امروزی از نفت خام ساخته می شوند که با توجه به محدود بودن منابع نفتی باید به تدریج با بیوپلیمر ها که از منابع تجدید شونده ساخته می شوند، جانشین شوند. بیوپلیمر از نظر بیوشیمی دان ها عبارت است از ماکرومولکول های بیولوژی که از تعداد زیادی زیر واحد کوچک و شبیه به هم که با اتصال کووالانسی به هم متصل شده اند ویک زنجیره طولانی را ایجاد می کنند، ساخته شده اند. در روند طبیعی، بیوپلیمر ها و یا همان ماکرومولکول ها، ترکیبات داخل سلولی هستند که قابلیت زنده ماندن را به ارگانیسم در شرایط سخت محیطی می دهند.

مواد بیوپلیمری در شکل های گوناگونی توسعه یافته اند؛ بنابراین ظرفیت استفاده در صنایع گوناگون را دارند. توسعه مواد بیوپلیمری به چنددلیل اهمیت دارد. اول این که این مواد بر خلاف پلیمر های امروزی که از مواد نفتی به دست می آیند، به محیط زیست برگشت پذیر هستند؛ بنابراین موادآلوده کننده محیط زیست به شمار نمی آیند. در این خصوص مواد بیوپلیمری در ساخت پلاستیک ها به دو صورت استفاده قرار می شوند. اول استفاده از پلاستیک هایی که درآنها یک ماده تخریب پذیر(مانند نشاسته) به یک پلاستیک متداول (مانندپلی اتیلن) اضافه می شود، درنتیجه این ماده به افزایش سرعت تخریب پلاستیک کمک می کند. این مواد چند سالی هست که وارد بازار شده اند و با آن که کمک زیادی به کاهش زباله های پلاستیکی کرده اند، اما به دلیل این که در آنها از همان پلاستیک های متداول تخریب ناپذیر استفاده می شود و استفاده از مقدار زیادی مواد تخریب پذیر در پلاستیک ویژگی آن را تضعیف می کند، موقعیت چندان محکمی ندارند.

دوم استفاده از پلاستیک های تخریب پذیر ذاتی است که به دلیل ساختمان شیمیایی خاص به وسیله باکتری ها، آب یا آنزیم ها در طبیعت تخریب می شوند و خیلی سریع تر از نوع اول به محیط زیست بر می گردند، دردرجه دوم اهمیت مواد بیوپلیمری به وسیله موجودات زنده

ساخته می شوند و در نتیجه در چرخه ساخت و تجزیه مواد بیولوژیک قرار می گیرند، پس هیچ گاه منابع آن محدود و تمام شدنی نیست، در حالی که مواد پلیمری و پلاستیکی امروزی از سوخت های فسیلی ساخته می شود که منابع آن محدود و تمام شدنی است. هر چند این منابع در حال حاضر و به ویژه در کشور ما به وفور یافت می شوند، ولی روزی تمام خواهند شد. سومین مزیت بیوپلیمر ها، اقتصادی بودن این مواد است، زیرا تولید بیوپلیمر نیاز زیادی به کارخانه و صنعت پیشرفته ندارد و با حداقل امکانات می توان به تولید آن مبادرت ورزید. همچنین قیمت بالای نفت خام، کشور ها را به سوی استفاده از این مواد سوق داده است. هر چند امروزه برای کاربردهای بسیار خاص مانند نخ بخیه جراحی(نخ بخیه حل شونده) به کار می روند، ولی دیری نخواهد پایید که به استفاده گسترده از این پلیمر ها توجه خواهد شد. سه گروه از موجودات زنده می توانند بیوپلیمرها را تولید کنند که عبارتند از:گیاهان، جانوران و میکروارگانیسم ها که از این میان گیاهان و میکروارگانیسم ها اهمیت بیشتری دارند

گیاهان تولیدکننده

بیشترین تحقیقات بیوپلیمری روی مهندسی ژنتیک گیاهان تولیدکننده فیبر مانند کتان، کنف و ... متمرکز شده است. به عبارت دیگر، توسعه واکنش های مولکولی درون سلولی گیاهان که به تولید مواد بیوپلیمری منجر می شود، مورد توجه مهندسان ژنتیک و بیوتکنولوژی قرار گرفته است. مواد بیوپلیمری که در سلول های گیاهی ساخته می شود، بیشتر از جنس پلی هیدروکسی بوتیرات (PHB) است. این ماده از نظر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی بسیار شبیه پلی پروپیلن حاصل از مواد نفتی است. امروزه با همسانه سازی کردن ژن تولید کننده پلیمر پلی هیدروکسی بوتیرات در گیاهان معمولی که قابلیت تولید بیوپلیمر را ندارند، توانسته اند این محصول پلیمری را به طور انبوه تولید کنند. گیاهان، نیشکر، یونجه، درخت خردل و ذرت برای تولید این بیوپلیمر از طریق مهندسی ژنتیک انتخاب شده اند که ژن تولید کننده این پلیمر به داخل ژنوم این گیاهان وارد می شود و گیاه یادشده را به ساختن بیوپلیمر پلی هیدروکسی بوتیرات قادرمی سازد.

باکتری های تولید کننده بیوپلیمرها

در حدود ۸۰ سال قبل برای نخستین بار بیوپلیمر پلی هیدروکسی بوتیرات از باکتری باسیلوس مگاتریوم جدا سازی شد. ازآن پس دانشمندان بیوپلیمر به دنبال یافتن راه هایی هستند که تولیدات بیوپلیمری باکتریایی را توسعه دهند و به صورت تجاری درآورند. بیوپلیمر هایی که سلول های باکتریایی قادر به تولید آن هستند و از آنها جداسازی شده اند، عبارتند از: پلی هیدروکسی آلکانوات (PHA)، پلی لاکتیک اسید (PLA) و پلی هیدروکسی بوتیرات (PHA). این بیوپلیمر ها از نظر خصوصیات فیزیکی به پلیمر های پلی استیلن و پلی پروپیلن شبیه هستند. بیوپلیمر های میکروبی در طبیعت به عنوان ترکیبات داخل سلولی میکروب ها یافت می شوند و بیشتر زمانی که باکتری ها در شرایط نامساعد محیطی قرار می گیرند، اقدام به تولید این مواد می کنند. این مواد در حالت طبیعی به عنوان یک منبع انرژی راحت و در دسترس عمل می کنند. همچنین هنگامی که محیط اطراف باکتری غنی از کربن باشد و از نظر دیگر مواد غذایی مورد استفاده باکتری دچار کمبود باشد، باکتری اقدام به ساخت بیوپلیمر های یادشده می کند. باکتری ها برای ساختن بیوپلیمر های PHA و PHB از واکنش های تخمیری استفاده می کنند که در این واکنش ها نیز از مواد خام گوناگونی استفاده می شود. PHB به وسیله یک باکتری به نام استافیلوکوکوس اپیدرمیس ساخته می شود که روی تفاله های حاصل از واکنش های روغن گیری دانه های کنجد رشد می کند و این بیوپلیمر را می سازد. PHB در درون سیتوپلاسم

باکتری به صورت دانه های ذخیره ای (اینکلوژن بادی) ذخیره می شود که این مواد را به وسیله سانتریفیوژ و واکنش های شست وشوی چند مرحله ای می توان استخراج و خالص سازی و ازآن استفاده کرد. در یک نتیجه گیری کلی در مورد استفاده از بیوپلیمر ها به جای پلاستیک ها و پلیمر های نفتی می توان گفت که با توجه به ماهیت و خصوصیات بیوپلیمر ها که مواد تجدید شونده و قابل برگشت به محیط زیست و یا به عبارتی دوست محیط زیست هستند، استفاده از آنها کاری معقول و اقتصادی خواهد بود. از سوی دیگر، با توجه به قیمت بالای نفت خام و محدود بودن منابع آن، استفاده از آن برای تولید مواد پلاستیکی که هم آلوده کننده محیط زیست است و هم در جامعه ما ارزش چندانی ندارد، کاری غیر اقتصادی است. پس امید می رود با توجه به سرعت روز افزون علم در زمینه مواد بیوپلیمری در بیشتر کشورها، درکشور ما نیز به این مقوله توجه بیشتری شود و با جانشین کردن مواد بیوپلیمری با پلیمر های نفتی، طلای سیاه را برای آیندگان به میراث بگذاریم

۳-بازطراحی واکنش‌های شیمیایی

در روند بازطراحی واکنش‌های شیمیایی از واکنشگرهای آغازکننده‌ای بهره گرفته می‌شود که سالم‌ترند. در این را ممکن است روندهای زیست‌شیمیایی نیز سودمند باشند. برای مثال، ادیپیک اسید، HOOC(CH2)4COOH یک ماده‌ی خام کلیدی در تولید نایلون و فرآورده‌های مانند آن است که سالانه بیش از ۲ میلیون تن از آن در صنعت به کار گرفته می‌شود. این ماده از بنزن ساخته می‌شود که سرطان‌زا است و از اندوخته‌های فسیلی نونشدنی به دست می‌آید. اما به تازگی دو شیمیدان توانسته‌اند این ماده را از یکی از فراوان‌ترین، سالم‌ترین و نوشدنی‌ترین مواد طبیعی، یعنی گلوکز، بسازند. آن‌ها در این راه از باکتری‌هایی کمک گرفتند که با مهندسی ژنتیک آنزیم ویژه‌ای در آن‌ها کار گذاشته شده بود و به ناچار طی یک روند زیست‌شیمیایی ناخواسته، بنزن را از گلوکز می‌سازند.

توجه به اقتصاد اتم نیز کمک زیادی می‌کند. برای مثال، پژوهشگران توانسته‌اند اقتصاد اتمی را در روند تولید ایبوپورفن، ترکیبی که در بسیاری از آرامش‌بخش‌ها به کار می‌رود، از ٤٠ درصد به ۷۷ درصد برسانند و این یعنی، اتم‌های بیش‌تری که شرکت داروسازی برای آن‌ها هزینه پرداخته است، به صورت مولکول پر فروشی در می‌آیند و فراورده‌های بیهوده، که می‌توانند به محیط‌زیست آسیب برسانند، کم‌تر تولید می‌شوند.

٤- چندسازه‌های زیستی

اگر چه موادشناسان تنها در چند دهه‌ی گذشته به سوی چندسازه‌ها گرایش پیدا کرده‌اند، طبیعت در خود چندسازه‌های بسیار سخت، پیچیده و گوناگونی دارد که از دیدگاه سختی و وزن، مانندی برای آن‌ها نمی‌توان یافت. به هر جای طبیعت که می‌نگریم، با یک چندسازه رو به رو می‌شویم. برای نمونه، صدف‌های دریایی از چندسازه‌ی سرامیکی سختی ساخته شده‌اند. این سرامیک از لایه‌هایی از بلورهای سخت تشکیل شده که در زمینه‌ی سیمانی نرم‌تری جای دارند. این سرامیک سخت و پایدار، جاندار درون

خود را از آشوب موج نگهداری می‌کند که پیوسته آن را بـر سـطح سـخره‌هـا مـی کوبـد. بـدن مـا یـک چنـد سـازه اسـت کـه از چندسازه‌هایی مانند استخوان، غضروف و پوست درست شده است.

بشر از سالیان دور از چندسازه‌های طبیعی بهره گرفته است. کاه که برای ساختن نخستین چندسازه‌ها به کار می‌رفـت، خـود نـوعی چندسازه است. ابزارهای چوبی، کفش و لباسی که از پوست جانوران تهیه می‌شود، همه چندسازه‌های طبیعـی‌انـد. بـه خـاطر ایـن گوناگونی و ویژگی‌های بی‌مانند، موادشناسان تلاش می‌کنند از این مواد برای سختی بخشیدن به چندسازه‌های ساختگی(مصنوعی) بهره گیرند تـا از پیامـدهای زیسـت محیطـی نـاگوار ناشـی از مـواد سـاختگی بکاهنـد. انـویرون (environ) نمونـه‌ای از ایـن چندسازه‌هاست که از ٤٠ درصد کاغذ روزنامه، ٤٠ درصد گرد سویا و ٢٠ درصد ترکیـب‌هـای دیگـر (از جملـه رنـگ‌دهنـده‌هـا و کاتالیزگری که در حضور آب کارا می‌شود و گرد سـویا را بـه رزیـن دگرگونـه مـی‌کنـد) سـاخته مـی‌شـود. فـراورده‌ی کـار، یـک چندسازه‌ی زیستی است که ظاهری سنگ مانند دارد، اما مانند چوب می‌توان آن را برید. از این چندسازه مـی‌تـوان هـر نـوع ابـزار چوبی را با ظاهری سنگ مانند ساخت.

بیوفیلم

بیوفیلم نوعی پوشش لزجی در روی سطح های جامد است که بوسیله ی رشد باکتریها در طبیعت پدید می آید. یک گونه یا بیشتر از باکتری‌ها بیوفیلم را می سازند. به بیوفیلم‌ها یی که با یک گونه باکتری به وجود می آید monoculture نامیده شده است، ولی بیوفیلم‌های تشکیل شده بر روی سطح های مخاطی مـثل روده ، که بیشترآمیزه ای از گونه های گوناگونی از باکتری‌ها می باشند را multicultur گویند. بیوفیلم ها یا اجتماعاتی از باکتری ها، جانوران و گیاهان میکروسکوپی به یک سطح می چسبند و یک لایه ژله ای می سازند. این لایه افزون بر فراهم نمودن محیط مناسب برای زیستن ، به بهترچسبیدن و پایدارماندن میکروب ها بر روی سطح ها کمک می کند و نقش محافظتی نیز دارد. در محیط‌های آبی، سلول‌های میکروبی به مواد جامد مانند مواد معدنی و فلزات موجود در محیط می چسبند و واکنش های معدنی شدن را آغاز می نمایند. سلول های تثبیت شده رشد می کنند و پلی‌مرهای خارج سلولی که بیشتر به شکل یک ماتریکس درهم از جنس فیبربل می باشند، را تولید می کنند. میکروارگانیسم-های درون بیوفیلم، توانایی حفظ محیط سطحی و درونی بیوفیلم در برابر عوامل گوناگون مانند pH، اکسیژن محلول و دیگر عوامل آلی و معدنی می باشند. چنین پیدا است که میکروارگانیسم‌ها درون بیوفیلم مواد معدنی را تولید می کنند و واکنش های جانشینی این مواد را به گونه ای انجام می دهند که با فرضیات ترمودینامیکی بر پایه واکنش های شیمیایی قابل پیش گویی نمی باشد. بیشتر بیوفیلم ها حاوی سلول های ارگانیسم ها وفرآوردهای آن‌ها (پلیمر های خارج سلولی) هستند.

بیوفیلم نوعی لجن باکتریایی است که در هر جایی که آب موجود باشد، رشد می کند.۹۹ درصد تمام باکتری ها در درون بیوفیلم زندگی می کنند. باکتری ها اجتماع خودرا در در درون یک لایه لزج محافظت کننده می سازند.بااین کار می توانند مواد غذایی را

که یک باکتری به تنهایی قادر به هضم و تجزیه آن ها نیست، را قابل مصرف کنند. بیوفیلم به گروهی از سلول هایی گفته می شود که روی یک سطح تثبیت شده و همگی بوسیله یک ماتریکس از مواد پلیمری آلی، با منشاء میکروبی (اگزوپلیمر گسترده گلیکوکالیکس) احاطه شده اند. این اگزوپلی ساکاریدها که بیش از ۹۰ درصد وزن خشک بیوفیلم را تشکیل می دهند؛ باعث تسهیل اتصال به سطح های، تشکیل میکروکلونی و مقاومت به مواد ضد میکروبی می شود. بیوفیلم توده ای از باکتریها را در بر می گیرد که بر روی یک سطح جامد به یکدیگر می چسبند ،و بر روی هم اثر متقابل دارند. پیرامون آن ها را ماتریکس خارجی از جنس پلی ساکاریدی احاطه می کند. توانایی باکتریها برای چسبیدن به سطح ها، به ویژه در ارگانیسم‌های پاتوژن، یک پدیده مهم برای آغاز بیماری بشمار می آید. در طبیعت، باکتری ها بیشتربه صورت کلونی در گروه های درهم، رشد می کنند و به ندرت به صورت جداگانه و یا کشت خالص یافت می شوند. بیوفیلم های مخاطی و پلاک های دندانی، نمونه های شناخته شده این پدیده در انسان هستند. همچنین در طبیعت ماده لغزنده موجود بر روی سنگ های رودخانه و پوشش نازک ژل مانند بر دیواره داخلی گلدان که گل ها به مدت نزدیک به یک هفته در آن نگهداری شده اند، نیز نمونه هایی از بیوفیلم هستند. تشکیل بیوفیلم یک استراتژی جهت پایدارماندن باکتری ها است. دراین راستا ازمواد غذایی استفاده ی بهینه می شود.

٤- بیوفیلم موجود بر روی دندان

شکل۵: بیوفیلم موجود بر روی سنگ های رودخانه که لارو سیمولیوم روی آن بسر می برد

در بیشتر نمونه ها ، در بیوفیلم هایی که در محیط های آبی تشکیل می‌شوند، مقدار چشمگیری از مواد و ذرات معدنی مانند خاک رس، جذب می شود و در این ساختار به دام می‌افتند. رویهمرفته بیوفیلم‌ها ساختار چند گونه ایMulti Species دارند؛ به این معنی که حاوی ساختارهای بسیار پیچیده با فضاهای خالی، مجراها، حفرها، منفذها و رشته ها می باشند ، که در این ساختار یاخته ها دارای آرایش خوشه ای و یا به صورت میکروکلونی‌هایی هستند که توسط حفرهایی ازهم مجزا میشوند. ساختارهای پیچیده ی گونه های وسیع بیوفیلم ها ، شامل بیوفیلم های متانوژنیک، بیوفیلم های هوازی تشکیل شده در گیاهان موجود در آب های آلوده، بیوفیلم های تثبیت کننده ازت و بیوفیلم های کشت خالص ویبریو پاراهمولیتیکوس و پسودوموناس ائروژینوزا گزارش کرده اند .حفرهای درونی در رساندن مواد غذایی به لایه های زیرین بیوفیلم نقش مهمی را انجام می دهند. بیوفیلم در سطح های مرطوب گاه به صورت پوشش پیوسته و گاه به صورت تکه تکه ساخته می شود. توسعه و گسترش بیوفیلم‌ها بر روی هر نوع سطحی که میکروارگانیسم‌ها وجود دارند، امکان پذیر است. بیوفیلم ها در همه ی محیط های آبی دیده می شوند. نقش اتصال باکتری ها در شرایط گوناگون بررسی شده است . تشکیل بیوفیلم یک فرایند پویایی است و شامل مراحل متعددی می باشد. ساخت بیوفیلم در هر سطحی که اندرون محیط باکتری باشد، انجام پذیر است. در میان فرآورده های ی غذایی، باکتری ها همراه با دیگر ملکول های آلی و غیر آلی همانند پروتئین های گوشت و شیر ، با جذب درسطح ها، شرایط ایجاد بیوفیلم را

فراهم می کنند. این ملکول های آلی و غیر آلی و میکروارگانیسم ها از راه انتشار و یا جریان متلاطم مایع برروی سطوح جایگزین می‌شوند. دراین میان سرعت جابجایی و میزان جذب این اجزاء بر روی سطح ها از اهمیت یکسانی برخوردار است.

میکروارگانیسم های یکسان یا متفاوت ،مانند باکتری ها، جلبک ها، آمیب ها و پروتوزوئرها، گرایش به رها شدن از محیط و ورود به توده ی بیوفیلمی دارند. در یک توده ی بیوفیلمی رسیده ، جمعیت میکروبی دهنده های الکترونی را اکسید نموده ، باعث کاهش گیرنده های الکترونی می شوند و پتانسیل احیاء را کاهش می دهند. . هر اندازه که لایه بیوفیلمی کلفت تر باشد، عمقی که یک پذیرنده الکترونی در طول لایه باید طی کند، با پذیرنده الکترونی دیگر تداخل پیدا می کند. بنابراین در یک محیط طبیعی، توده ی میکروبی که از گونه‌های مختلف ساخته شده باشند ، موفق ترخواهند بود. لایه بیوفیلمی که در محیط آبی سرشار از اکسیژن باشد ، فعالیت‌های اتوتروفیکی و هتروتروفیکی هوازی در آن انجام می گیرد و باعث کاهش دسترسی به الکترون درعمق بیوفیلم می شود. نیترات یک گیرنده الکترونی است که توسط جمعیت میکروبی خاص ، مانند دنیتریفایرهای اجباری استفاده می شود. باکتری‌های سولفات نیز از سولفات به عنوان گیرنده الکترون استفاده می کنند.

زیان های ناشی از بیوفیلم ها

بیوفیلم‌ها درعرصه ی پزشکی، صنایع غذایی، سیستم های تصفیه آب و صنعت نفت می توانند مشکل آفرین باشند.بیوفیلم هایی که بر روی بدنه کشتی‌ها ایجاد می شوند، از دیاتومه ها، جلبکهای تک سلولی و باکتری‌ها ساخته شده اند. این بیوفیلم ها حرکت کشتی را کند و مصرف سوخت را افزایش می دهند. تشکیل کلنی میکروبی، همچنین کارآیی پریسکوپ‌ها و وسایل زیردریایی را پایین می‌آورد، شبکه های آب‌رسانی هم مستعد تشکیل بیوفیلم هستند و بیوفیلم به‌وجود آمده حتی با مقادیر بالای کلر هم ازبین نمی روندد. در سیستم های تصفیه، گاهی ضخامت بیوفیلم ها به بیش از ۵۰۰ میکرو متر می‌رسد و در نتیجه نفوذ پذیری غشاءها به میزان زیادی کاهش می یابد. اثرات زیانبار ناشی از تشکیل بیوفیلم عباتند از:

۱- کاهش ضریب انتقال حرارت در مبدل های حرارتی و کندانسورها
۲- گرفتگی خلل و فرج مخازن نفتی در مراحل ازدیاد برداشت
۳- چسبیدن میکروارگانیسم ها بر روی بدنه کشتی به ضخامت ۱۰ میکرون که باعث افزایش مصرف سوخت شناور از ۰/۳ درصد تا یک درصد می‌گردد. ضخامت های زیاد گاهی تا ۵۰ درصد، مقدار مصرف سوخت را افزایش می دهند.
٤- تشکیل بیوفیلم با ضخامت ۱۰۰۰ میکرون در لوله هایی به قطر ۱۲/۵ میلی متر، سبب کاهش سرعت جریان به میزان ۵۰ درصد می گردد.
۵- مقاومت به بیوسایدها یا زیست کش ها
٦- ایجاد خوردگی

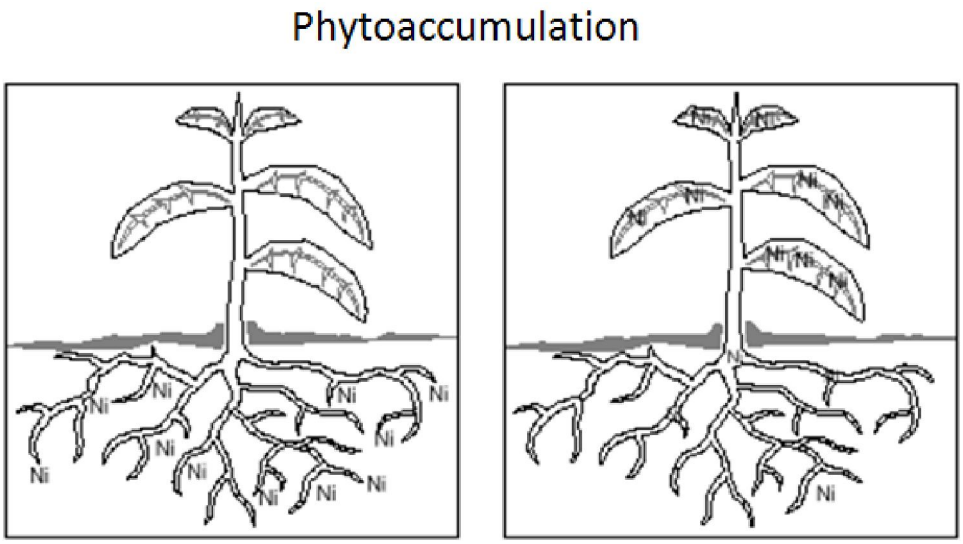
۷- تجزیه و تخریب پوشش های آلی از جمله رنگ ها و پوشش های اپوکسی(این مورد کاربرد در زیست پالائی مواد آلی بویژه در تجزیه رنگ ها از خاک ها و منابع آبزی دارد)

مزایای تشکیل بیوفیلم

فعالیت های صنعتی و کشاورزی باعث آزاد شدن فلزات سنگین و سمی در محیط می‌شوند. این فلزات حیات اکوسیستم‌ها و سلامتی انسان را به مخاطره می‌اندازند. باکتری‌ها می‌توانند کاتالیزکننده حالت سمی فلزات به حالت های غیرسمی یا کاهش تحرک آن‌ها باشند. احیای مستقیم CrIV (سمی و محلول) به CrIII (کمتر سمی و نامحلول)، اکسیداسیون MnII، انتقال فعال جیوه به خارج سلول از این موارد است . زیست درمانی به معنی استفاده از این موجودات در پاکسازی محیط از آلودگی هاست. می توان سویه های باکتری مهندسی شده ای ایجاد کرد که توانایی زیادی در تجمع یون های فلزی داشته باشند. تلاش هایی که در این راستا انجام شده شامل بیان بالای پپتیدها یا پروتئین هایی نظیر پلی هیستیدین ها یا متالوتیونین ها است که به فلزات سمی و محلول متصل می شوند و فلزات را از چرخه طبیعت جدا می سازند.

حذف فلزات به‌وسیله میکروارگانیسم های پساب

پلیمرهای خارج سلولی میکروارگانیسم‌هایی که در لجن فعال وجود دارد، گرایش زیادی به فلزات دارند. زوگله آرامیگرا و باسیلوس لیکنی فورمیس که از لجن فعال جدا می شوند، پلی مرهایی تولید می‌کنند که می توانند با آهن، مس، کادمیوم، نیکل یا اورانیوم (که محلول و سمی هستند)کمپلکس ایجاد کرده، آن‌ها را متراکم کنند و فلزات انباشته شده به وسیله اسید هیدروکلریک از بیوماس جدا می شوند. زوگله آرامیگرا می تواند تا ۱۷ درصد مس را از هر گرم بیوماس جدا کند، و زمانی‌که در دانه های آلژینات تثبیت شود، می توان از محلول‌هایی با غلظت ۲۵۰ میلی گرم در لیتر کادمیوم، این فلز را خارج کند(قابل ذکر است که دانه های آلژینات هم تا حدودی کادمیوم را جذب می کنند). برخی میکروارگانیسم‌ها نیز سیدروفورهایی می سازند که آهن را محلول کرده، آن را به داخل سلول وارد می کنند.



شکل ٦: استفاده از گیاهان در جذب فلزات سنگین مانند نیکل(تجمع زیستی یا تجمع گیاهی)

سیستم های غیر زنده میکروبی تثبیت شده مانند باکتریها، قارچ ها و جلبک ها را نیز می توان برای حذف فلزها ی پساب به‌کار برد. به عنوان مثال، فرآورده ای به نام Algasorb که حاوی سلول‌های جلبک به‌دام افتاده در ژل سیلیکون است، می تواند اورانیوم را جذب کند. همچنین میسلیوم قارچ هایی مانند آسپرژیلوس و پنی سیلیوم نیز برای حذف فلزات از پساب به کار می روند. فلزات با صرف انرژی و سرعت کمتری به سطح یا به درون قارچ ها جذب می شوند. در این باره می‌توان به جذب کادمیوم به مقدار زیاد توسط آسپرژیلوس اوریزهآ اشاره کرد. جذب کادمیوم به‌صورت فعال به بیوماس قارچ ناچیز می باشد، بنابراین می توان گفت که جذب فلزات بوسیله قارچ ها به فرآیندهای متابولیکی آن‌ها وابستگی ندارد.

بازسازی خاک با استفاده از بیوفیلم ها

١- باسیلوس سوبتیلیس را در خاک با بذر مدفون می کنند که بعد از تشکیل بیوفیلم در خاک، تولید Bulbiformis می کند.

٢-سفالوسپوریوم گرامینئوم را با کاه در خاک چال می کنند که پس از تشکیل توده بیوفیلمیMast در خاک، تولید ماده ضد قارچی می کند.

٣- پنی سیلیوم راکفوتی را با بذر در خاک چال می کنند که پس از تشکیل بیوفیلم در خاک، تولید Rockfotia می کند.

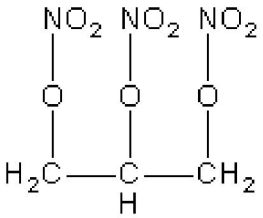
٤- انواع استرپتومایسس ها را در ریزوسفر ذرت دفن می کنند که پس از مدتی با تشکیل بیوفیلم، تولید ماده ضد قارچی می کند و از ریزوسفر ذرت حفاظت می کند.

٥- جهت حل شدن فسفات ها در خاک، باکتری هایی همچون اروینیا و بولخوردریا را به خاک اضافه می‌کنند که این باکتری‌ها، در جهت حل فسفات موجود در خاک، تشکیل بیوفیلم می دهند.

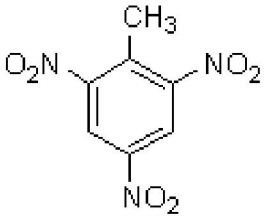
٦- جهت پاکسازی محیط یا زیست پالائی Bioremediation و مبارزه با قارچ ها و باکتری های بیماری زا از پسودوموناس، کوماموناس، بولخوردریا و زالزتومیا استفاده می کنند.

پاکسازی بیولوژیک محیط از مواد منفجره

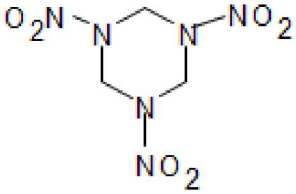
مواد منفجره یکی از مهمترین مواد آلوده کننده محیط زیست محسوب می گردد فقط در امریکا حدود ۷۰۰۰۰۰ یارد مکعب(هر یارد برابر ۰/۷۷ متر مکعب است) خاک و ۱۰ میلیارد گالن از آبهای زیر زمینی به مواد انفجاری آلوده شده است این مواد در محل تولید ، محل بکارگیری موجب آلودگی شدید می گردد. از این مواد در تمرین های نظامی و همچنین در ایجاد شرایط برای ساخت تاسیساتی مانند سدها ، جاده ها ، تونل ها استفاده می گردد . از نظر اقتصادی پاکسازی این مقدار آلودگی حدود ۲/٦٦ ملیارد دلار هزینه بر می دارد . TNT مهمترین ماده انفجاری محیط محسوب می شود که آلودگی آن گستردگی بسیاری داشته و از طرف دیگر از مواد انفجاری بسیار مقاوم به تجزیه می باشد. بعد از TNT ماده مهم دیگر انفچاری که موجب آلودگی محیط گردیده است RDX است این دو ماده در تمرین های نظامی بیشترین مورد استفاده دارد. هردو ماده خاصیت شدید سمی ، موتاژنیک و بسیار پر انرژی هستند و اثرات تخریبی مهمی در محیط داشته و برای انسان خطرناک است.RDX خاصیت تحرک و جابجائی بیشتری در آب داشته ، بنابراین نشت آن بیشتر از بقیه مواد منفجره ، موجب آلودگی محیط می شود. میزان RDX در بعضی از مناطق امریکا مانند ایالت ماساچوست به مقدار ۳۷۰ پی.پی.بی رسیده است درحالیکه مقدار بی خطر آن ۲ پی.پی.بی می باشد. سه گروه اصلی مواد انفجاری شامل نیتروگلیسیرین، تری نیتروتولوئنTNT و تری نیترامینRDX است که در شکل نشان داده شده است.



نیتروگلیسیرین



تری نیترو تولوئن یا تی.ان.تی



تری نیترامین یا آر.دی.ایکس

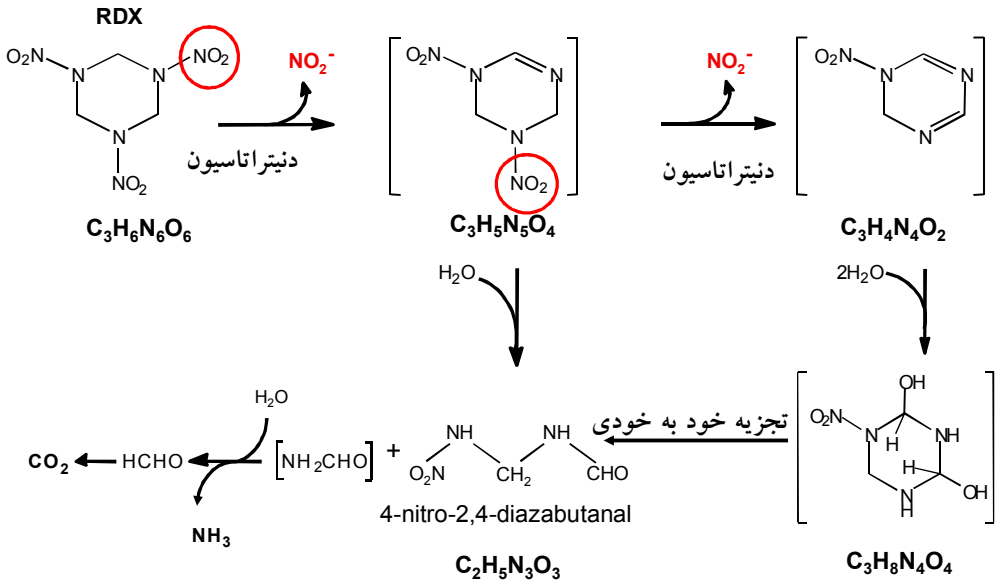
۷–سه گروه اصلی مواد انفجاری شامل نیتروگلیسیرین، تری نیتروتولوئنTNT و تری نیترامینRDX

۸– خاصیت گیاه سوزی و مسمومیت گیاهی مواد منفجره

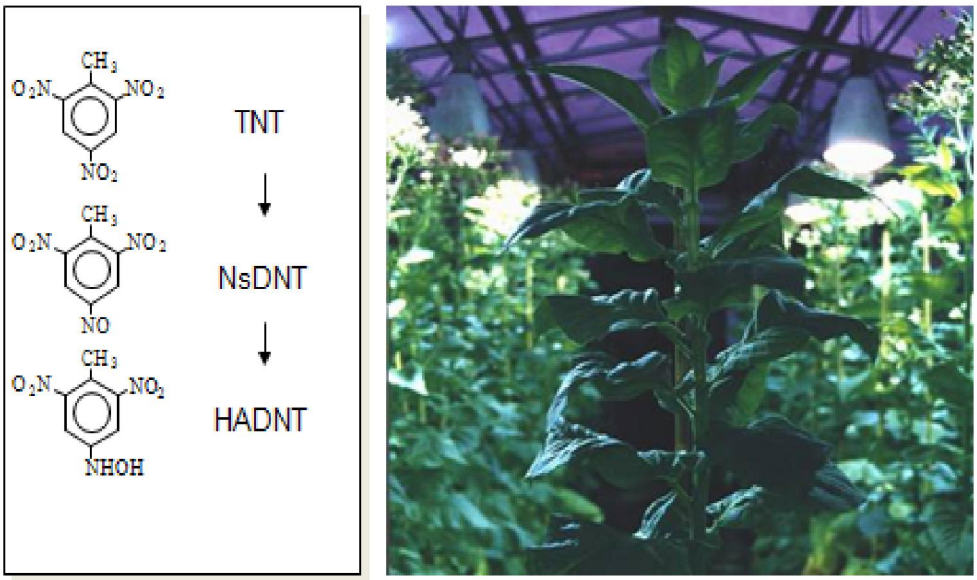
تری نیتروتولوئنTNT و تری نیترامین خاصیت سمی[1] برای گیاهان دارد .از عوامل میکربی مانند *Rhodococcus rhodochrous* سوش 11Y برای تخریب زیستیRDX بکار گرفته شده است . *Enterobacter cloacae* در روی محیط کشت حاوی تی.ان.تی رشد

[1] - phytotoxic

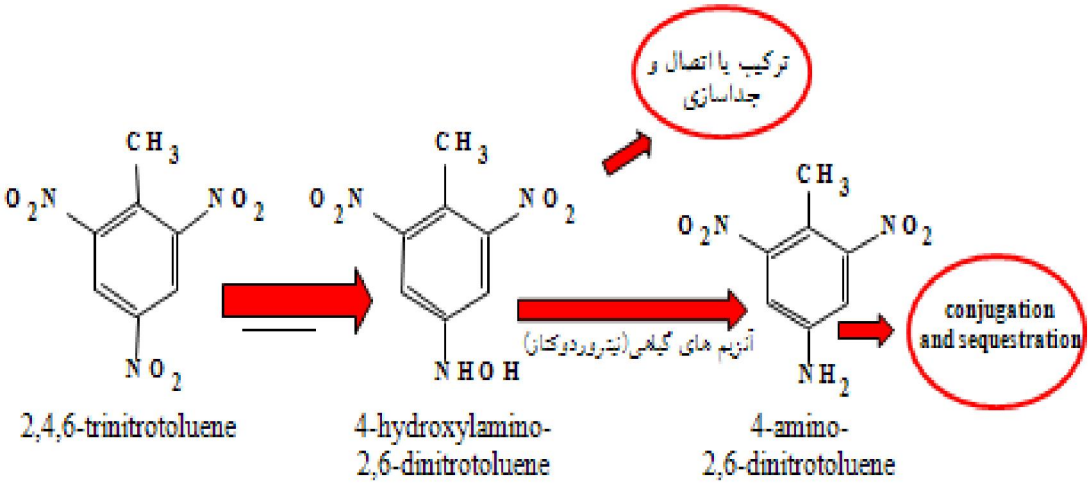
می نماید بنابراین می توان از این باکتری برای پاکسازی زیستی محیط های آلوده به این مواد منفجره استفاده نمود. این باکتری از نیتروژن مواد انفجاری برای رشد خود استفاده می نمایند. این باکتری ها می توانند با تولید نیتروردوکتاز ها موجب تجزیه مواد منفجره و تخریب آن می شود. این آنزیم ها با تبدیل تی ان .تی به ترکیبات هیدروکسیل آمین همچنین از گیاه ترانس ژنیک تنباکو حاوی آنزیم نیتروردوکتاز برای تخریب زیستی تی .ان.تی استفاده شده است



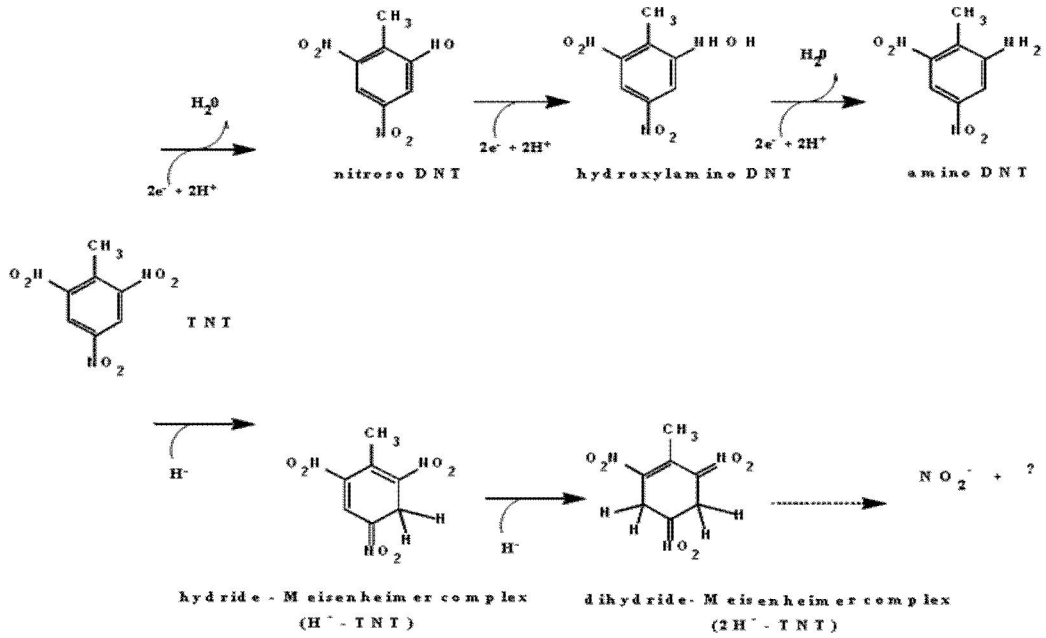
شکل ۹: شکل تخریب زیستی RDX



شکل ۱۰: استفاده ازگیاه ترانس ژنیک تنباکو حاوی آنزیم نیتروردوکتاز برای تخریب زیستی تی .ان.تی



شکل ۱۱: مسمومیت زدائی از تی .ان.تی با آنزیم های گیاهی(نیتروردوکتاز)



شکل ۱۲: فرایندهای مسمومیت زدائی از تی .ان.تی

فصل هفتم

حذف یا کاهش سموم طبیعی با استفاده از عوامل زیستی

حذف یا کاهش مایکوتوکسین ها با استفاده از عوامل زیستی

مایکوتوکسین ها مواد شیمیایی سمی هستند که به وسیله گونه های مختلف قارچی و عمدتا گونه های متعلق به آسپرژیلوس، پنسیلیوم و فوزاریم تولید می شوند. این قارچ ها قبل و پس از برداشت محصولات زراعی و یا در مدت ذخیره، بر روی آنها تکثیر یافته و با تولید سم، موجب آلودگی خوراک می شوند. تا کنون بیش از ٤٠٠ نوع مایکوتوکسین شناخته شده اند که بنا بر گزارش FAO، تقریبا ۲۵ درصد محصولات زراعی را آلوده می کنند، ولی متأسفانه تعداد کمی از آنها به طور کامل مورد بررسی قرار گرفته اند. یافتن راه حل عملی و کاربردی برای پیشگیری از اثرات سوء مایکوتوکسین ها بسیار ضروری است چرا که، حتی وجود مقدار ناچیز مایکوتوکسین در غذای دام و طیور با تولید بالا سبب بروز مسمومیت ناشی از سموم قارچی در حیوان می شود و بعلاوه مصرف این فرآورده های دامی آلوده عوارض متعددی را در انسان نیز می تواند ایجاد کند. حد و مرزی برای مقدار بی خطر بودن مایکوتوکسین ها نمی توان مشخص کرد. مصرف خوراک آلوده به مایکوتوکسین ها مشکلاتی مانند افزایش خطر عفونت ها، تشدید عوارض بیماریها، اختلال در روند درمان بیماری ها، کاهش اثرات واکسن ها، کاهش مصرف خوراک، کاهش راندمان تبدیل غذایی، کاهش وزن گیری، سرکوب ایمنی و کاهش ظرفیت تولید مثل که در نهایت سبب کاهش سود دهی می شود را می تواند ایجاد کنند. از عمده‌ترین گروه مایکوتوکسین‌ها می‌توان به زرا لنون ، تریکوتسن(وومی‌توکسین،T-2)، آفلاتوکسین‌ها، اکراتوکسین A، فومونیزین و آلکالوئیدهای ارگوت اشاره نمود.

در حال حاضر مؤثرترین روش برای پیشگیری از مسمومیت ناشی از مایکوتوکسین ها در دام و طیور، افزودن موادی در دان می باشد که بتواند آنها را در دستگاه گوارش خنثی کرده و یا با ایجاد ترکیبات غیر قابل جذب، مانع از جذب آنها در دستگاه گوارش شود. اگرچه بعضی از روشهای خاص می‌توانند سطح مایکوتوکسین‌های معینی را کاهش دهند ولی هیچ روشی به تنهایی نتوانسته بر علیه طیف وسیعی از مایکوتوکسین‌ها که ممکن است بصورت همزمان در یک محصول وجود داشته باشند مؤثر واقع شود . بعلاوه روش‌های سم‌زدایی که تأثیر آنها در آزمون‌های آزمایشگاهی به اثبات رسیده است ، لزوماً در آزمایش‌های که بر روی موجود زنده صورت می‌گیرد از نتایج موفقیت‌آمیز برخوردار نمی‌گردند. اثر بخشی روشهای مقابله فیزیکی با مایکوتوکسین ها مانند شستن ، جدا کردن ، پختن ، تابش اشعه ماوراء بنفش و استخراج بوسیله حلالها ، بستگی به غلظت آلودگی و سطح توزیع آنها در غله داشته و از همین رو نتایج بدست آمده عمدتاً غیر قابل اطمینان بوده و با افت کمی محصول همراه است . بعلاوه، بسیاری از این روشهای فیزیکی پرهزینه بوده و می‌توانند باعث کاهش یا تخریب کامل ارزش مواد غذایی موجود در آن شوند . از سوی دیگر روشهای شیمیایی نه تنها نیازمند امکانات واکنشی مناسب هستند بلکه متکی به عملیات اغلب زمان‌بر و پرهزینه دیگری مانند خشک کردن و پاک کردن نیز می‌باشند . همچنین تنها تعداد کمی از مواد شیمیایی با قابلیت سم‌زدایی ، عمل سم‌زدایی را بدون تأثیر منفی بر روی ارزش مواد غذایی به انجام می‌رسانند . در گذشته پاک سازی محصولات آلوده شده بوسیله گاز آمونیاک دارای طرفداران و علاقمندان فراوان بود . هرچند که آزمایشهای ابتدایی از مؤثر و سالم بودن این روش خبر می‌داد ولی بعلت اثرات سمی و خواص سرطان‌زایی محصولات در معرض قرار گرفته ، هرگز بوسیله سازمان FDA آمریکا مورد تأیید

قرار نگرفت. در طی چندین پروژه تحقیقاتی که در آن دانشمندانی از سراسر جهان شرکت داشته اند و بر اساس یک ایده علمی و عملی بسیار منحصر به فرد در حال تکوین به منظور خنثی سازی موفق مایکوتوکسین‌ها موجود در محصولات زراعی نسل چهارم مایکوفیکس پلاس ساخت شرکت Biomin اتریش بر اساس بیش از یک استراتژی برای مقابله با مایکوتوکسین‌ها تولید و معرفی گردید. این استراتژی ها عبارتند از:

- نابودی مایکوتوکسین ها از طریق جذب (Adsorption)
- سم‌زدایی یا از بین بردن خاصیت سمی مایکوتوکسین‌ها (تغییر شکل زیستی یا Biotransformation)
- استفاده از ترکیبات خاص گیاهی و جلبک ها

مکانیسم نابودی مایکوتوکسین‌ها از طریق جذب :

شناخته‌شده‌ترین روش سم‌زدایی مایکوتوکسین‌ها شامل استفاده از ترکیباتی است که با داشتن ظرفیتهای خاصی با مایکوتوکسین ها ترکیب شده و در نتیجه باعث عدم جابجایی آنها در دستگاه گوارش و کاهش فراهمی زیستی (Bioavailability) آنها می‌گردند. در چندین مطالعه علمی مستقل، ترکیبات سدیم کلسیم آلومینوسیلیکات هیدراته بعنوان مؤثرترین نوع از این گروه مواد شناخته شده‌اند . درصورت ترکیب این مواد با غذایی مصرفی ، جذب آفلاتوکسین بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد . ولی اثربخشی این مواد در مقابل سموم زرالنون ، اکراتوکسین A، فومونیزین بسیار کم و محدود بوده و در مقابل سموم تریکوتسن مانند وومی‌توکسین و T-2 بکلی فاقد اثر محافظتی می‌باشند . کارایی سیستم جذب آفلاتوکسین ها عمدتاً بستگی به خواص شیمیایی ماده جاذب بکار رفته دارد. در طول چندین مطالعه علمی گسترده که بوسیله شرکت Biomin به اتفاق دانشگاههای اتریش صورت گرفت، ترکیبات جاذب مؤثر با بیشترین اثربخشی و کارایی مورد کاوش و دقت قرار گرفته و در نهایت ترکیبات معدنی با خواص همکوشی (synergism) معرفی و انتخاب گردیدند . این مواد حداکثر فعالیت خود را مستقل از pH و با دوز ۰/۵ کیلوگرم در هر تن دان و بدون نیاز به حذف بخشی از مواد غذایی جیره اعمال می نمایند .

تغییر شکل زیستی مایکوتوکسین بوسیله باکتری (Biotransformation) :

در طی فعالیتهای تحقیقاتی در زمینه سم‌زدایی زیستی (بیولوژیک) مایکوتوکسین‌ها که ما بین سالهای ۱۹۸۸ الی ۲۰۰٤ صورت گرفت نشان داده شد که تغییر شکل زیستی یا بیولوژیک می‌تواند برای سم‌زدایی مایکوتوکسین‌هایی که در مقابل سیستم جذب مقاوم هستند ، مورد استفاده قرار گیرد . از این مکانیسم بنام تجربه آنزیمی نیز یاد شده و بطور موفقیت‌آمیزی از سال ۱۹۹۱ بکار گرفته شده است. در این زمینه تحقیقات مداوم در نهایت منجر به کشف گونه باکتری خاصی گردید که توانایی خنثی‌سازی تمامی تریکوتسن‌ها ، زیرالنون و اکراتوکسین A را دارد . این باکتری غیربیماری‌زایی جنس Eubacterium که در سال ۱۹۹۷ بوسیله تیم تحقیقاتی شرکت Biomin کشف گردید بنام BBSH 797 نامگذاری گردیده است. این باکتری با ایجاد گروهی از آنزیمها، بطور اختصاصی باعث شکاف گروههای اپوکسی ۱۳ و ۱۲ سموم گروه تریکوتسن شده و در نتیجه منجر به خنثی شدن اثرات سمی آنها می‌گردد . قابلیت سم‌زدایی این باکتری در مطالعات آزمایشگاهی و هم در مطالعات بر روی موجود زنده به اثبات رسیده

است . در سالهای بعد در طی چندین سال پروژه تحقیقاتی ، مجدداً مخمری بنام Tnichosporom mycotoxinovorans برای خنثی نمودن سموم زرالنون و اکراتوکسین A بوسیله شرکت Biomin کشف و بنام Biomin HTV ثبت گردید . در مطالعاتی که بوسیله این شرکت صورت گرفته ، قابلیت ویژه این مخمر برای خنثی نمودن یک ppm سم زرالنون به اثبات رسیده است . در مطالعات تکمیلی دیگر نشان داده شده است که غلظت های بالای ۵ ppm اکراتوکسین A نیز در عرض یک ساعت بوسیله این مخمر کاملاً خنثی شده و بی‌اثر می‌گردند . توانایی این مخمر در خنثی نمودن سم بر روی موجود زنده در آزمایشگاه مورد آزمایش قرار گرفت. در این مطالعه نشان داده شد که مصرف این مخمر در جیره غذایی حیوان باعث کاهش ضریب تبدیل و افزایش وزن‌گیری گردیده و موارد بروز اسهال و تلفات نسبت به گروه کنترل مثبت بسیار کمتر بوده است . در مطالعه دیگری نشان داده شده است که با اضافه نمودن این مخمر به جیره جوجه‌های گوشتی می‌توان اثرات مضره حاصل از سم اکراتوکسین A را از بین برد. بطوریکه در پایان این مطالعه وزن نهایی گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل به میزان ۸۳ گرم بیشتر گزارش شده است.

استفاده از ترکیبات خاص گیاهی و جلبکی :

امروزه مشخص گردیده است که تعداد متابولیت‌های ناشی از فعالیت قارچ‌ها می‌تواند به هزاران عدد نیز رسیده و اثرات بیماری‌زایی آنها بعلت تعدد سموم نیز می‌تواند بسیار متعدد و متفاوت از یکدیگر باشد. لذا حتی برای مقابله با اثرات سمی بعضی از مایکوتوکسین‌های کم اهمیت‌تر که با اثرات همکوشی یا تشدید اثر (synergism) خود باعث تشدید اثرات مضره سایر مایکوتوکسین‌ها می‌شوند راه‌حلهای مختلفی معرفی شده و از جمله، ترکیبات برگرفته از گیاهان و جلبکها که بطور دقیق و علمی جداسازی شده‌اند و برای کاهش اثرات ناشی از سرکوب سیستم ایمنی، آسیب بافتی و التهاب بکار گرفته شده است. گیاهانی که بدین منظور انتخاب شده‌اند بطور کلی جزو گیاهان محرک سیستم ایمنی بوده و موجبات افزایش ایمنی بدن از طریق به جریان انداختن سلولهای افکتور (effctor sells) را فراهم می‌آورند.

محصول دیگر از شرکتBiomin ، پروبیوتیک هوشمند، بایومین ایمبو IMBO Biomin است که جهت حفظ جمعیت میکروبی مفید دستگاه گوارش برای افزایش بهره وری مواد مغذی و در نتیجه بهبود ضریب تبدیل و عملکرد، به خوراک دام و طیور اضافه می شود. در دستگاه گوارش باکتری های مفید برای همزیستی با میزبان بتدریج از بدو تولد تا زمان ایجاد حالت ثبات در فلور، شروع به تکثیر می کنند که می توانند مانع رشد غیر عادی باکتری های با منشاء خارجی شوند. زمانی که یک سویه باکتری توسط میزبان بلعیده می شود، به مقادیر کم یا زیاد در دستگاه گوارش استقرار می یابد و یا اینکه به طور کلی حذف می شود. باکتریهای بومی و غالب دستگاه گوارش، میزبان را در برابر تکثیر باکتری های بیماریزایی محافظت می کنند که در صورت تکثیر و رشد در دستگاه گوارش سم تولید میکنند، در حالیکه برخی از این سویه های مضر و سم زا از این اثر حفاظتی مصون می مانند. اثرات حفاظت کنندگی در پیشگیری از عفونت های روده ای کار آمد هستند ولی شکل و قدرت آن می تواند تحت تأثیر عوامل خارجی تغییر نماید. درمان با آنتی بیو تیک ها میتواند موجب نابودی میکروفلور مفید شده و به اختلالات روده ای شدیدی، اسهال و افزایش خطر سپتی سمی ناشی از رشد بیش از اندازه باکتری های مقاوم به آنتی بیوتیک منجر گردد. عوامل تغذیه ای نیز می تواند موجب، تغییر جمعیت باکتری های بومی و غالب در دستگاه گوارش گردد که به تغییر جیره ، تغذیه با

خوراک با کیفیت پایین و بهداشت نامناسب خوراک مربوط می شود. سایر عوامل محیطی مانند استرس، بیماری، واکسیناسیون، کیفیت آب مصرفی، تراکم زیاد پرنده در واحد سطح، حشرات و جوندگان و .... نیز بر جمعیت میکروفلور روده مؤثر است. جمعیت میکروبی مفید دستگاه گوارش با تجزیه سموم تولید شده توسط عوامل بیماریزا، از غشاء روده محافظت کرده و نقش ایمنی را ایفا میکند و با ساخت ویتامین و پروتئین ها برای متابولیسم خود، آنها را در اختیار میزبان نیز قرار می دهد. اگر جمعیت میکروبی مفید در مقابل جمعیت میکروبی بیماریزا ضعیف شود، میکروارگانیزم های مضر شروع به تکثیر کرده و سبب صدمه و تغییر ضخامت دیواره روده باریک می شود که کاهش جذب مواد غذایی را به دنبال دارد. سیستم ایمنی به دلیل فعالیت بیشتر برای ترمیم دیواره روده و مصرف مواد غذایی برای افزایش فعالیت خود، ضعیف می شود. سلولهای روده برای جبران کاهش هضم و جذب (به دلیل کاهش ضخامت دیواره روده)، بیشتر فعالیت می کنند و این تسریع فعالیت سلولی نیاز به انرژی بیشتر دارد. جمعیت میکروبی بیماریزا با جداسازی آمین از پروتئین های موجود در غذا یا پروتئین های با منشاء داخلی منبع مهم تولید آمونیاک در روده بزرگ است. آمونیاک تولید شده در روده بزرگ به آسانی از دیواره روده عبور کرده و به سایر بافت های بدن راه می یابد. وجود مقادیر بالایی از آمونیاک در داخل بدن حیوانات موجب ظهور عوارض سمی می گردد که با آسیب به گلبول های قرمز خون، افزایش حساسیت در برابر عفونت های ویروسی و القای تداخلات عصبی همراه باشد. به علاوه نتایج تحقیقات نشان داده است که آمونیاک می تواند موجب بروز تغییرات سرطانی در بافت های طبیعی بویژه در مخاط روده بزرگ گردد. بر مبنای تحقیق دیگری اسید های صفراوی تجزیه شده توسط باکتری ها در سبب شناسی سرطان روده بزرگ نقش دارد و احتمالاً اسید های صفراوی ثانویه (یعنی آنهایی که از متابولیسم باکتریایی ناشی می شوند) می توانند به عنوان ایجاد کنندگان روند تومورزایی در روده بزرگ عمل نمایند. امروزه از افزودنی های غذایی به عنوان یک روش پیشگیری از بیماری و ارتقای سلامتی در صنایع دام و طیور استفاده می شود. این در حالیست که در بسیاری از کشور ها استفاده از آنتی بیوتیک های محرک رشد به علت بروز مقاومت های میکروبی ممنوع گردیده است. به منظور مقابله با مشکلات حاصل از عدم استفاده از آنتی بیوتیک ها و همچنین افزایش بهره وری و کنترل میکروارگانیسم هایی مانند سالمونلا و غیره بر استفاده از پروبیوتیک ها تآکید می گردد. Biomin IMBO ترکیبی منحصر به فرد برای حفظ سلامت دستگاه گوارش، از ویژگی پروبیوتیکی، پربیوتیکی و محرک ایمنی برخوردار است.

پرو بیوتیک:

میکروارگانیزم های زنده و اغلب از نوع تولید کننده اسید لاکتیک هستند. افزودن این میکروازگانیزم ها به دان دام با ممانعت از رشد میکروازگانیزم های مضر، سبب ایجاد تعادل میکروبی در روده می شود.

نحوه عمل پروبیوتیک:

پروبیوتیک از نوع باکتری Enterococcus facium IMB52 می باشد و باعث ایجاد یک فلور طبیعی پایدار در دستگاه گوارش شده و با رشد سریع و اسیدی کردن محیط مانع رشد میکروارگانیسم های بیماری زا می گردد. از اثرات دیگر این باکتری

حذف رقابتی سالمونلا بواسطه اشکال سطوح اتصال می باشد و با رقابت با عوامل بیماریزا در مصرف مواد مغذی باعث جلوگیری از رشد میکروارگانیزم های مضر و حفظ تعادل میکروبی در روده می شود.

مزایای استفاده از پروبیوتیک:

پروبیوتیک ها با بهبود تعادل میکروفلور روده و با فراهم آوری آنزیم های لازم برای هضم مواد غذایی باعث افزایش هضم و جذب مواد غذایی شده ، وقوع اسهال را کاهش می دهد. پروبیوتیک ها با ایجاد این تعادل، تلفات و ضررهای ناشی از بیماریهای روده ای را کاهش داده و افزایش رشد میزبان را به دنبال دارد. **پربیوتیک** شامل اینولین (فیبر طبیعی)، فروکتو الیگوساکارید ها و ترکیبات پلی ساکاریدی غیر قابل هضم است که با تحریک انتخابی رشد و فعالیت باکتری های سودمند و تأمین شرایط و مواد مغذی مطلوب آنها باعث بهبود سلامت دستگاه گوارش میزبان می شود.

نحوه عمل پربیوتیک:

با تحریک رشد انتخابی باعث افزایش رشد باکتری های Bifidobacteria می گردد. این باکتری های مفید به همراه پروبیوتیک Enterococcus facium باعث پایداری میکروفلور روده شده و به عنوان سدی در مقابل اجرام بیماری زا عمل می نماید. پربیوتیک با تولید اسید استیک و اسید لاکتیک مانع تشکیل کلونی و رشد میکروارگانیزم های بیماریزا می شود و با تولید ویتامین به رشد باکتری های مفید کمک می کند. پربیوتیک نسبت به موادی که توسط میکروارگانیزم های بیماریزا تولید می شود مقاوم بوده و توسط آنها تجزیه نمی شود. اگر چه در اغلب موارد و عموما برای پیشگیری از عفونت های ویروسی، مناسب ترین روش واکسیناسیون می باشد، معهذا وجود عوامل ایجاد کننده تضعیف سیستم ایمنی، می تواند اثر واکسیناسیون را خنثی کند. عواملی مانند پارازیت ها، باکتری ها، ویروس ها، مایکوتوکسین ها، نقص مدیریت و تغذیه باعث تضعیف سیستم ایمنی شده و کاهش عملکرد را به دنبال دارد. واکسیناسیون در واقع روشی برای آماده سازی سیستم ایمنی برای مقابله با برخی بیماری هاست و برای کمک به سیستم ایمنی در مقابله با چالش ها از آنتی بیوتیک و آنتی کوکسیدیال استفاده می شود.

روش بیولوژیک کاهش یا حذف آفلاتوکسین پسته

به علت اثرات سمی و سرطان زائی آفلاتوکسین ها جستجو و تخریب آنها در مواد غذائی حائز اهمیت است . در ارتباط با اثر سمی آفلاتوکسین مشخص شده است حیواناتی که حدود ۰/ ۵ میلی گرم بر کیلو گرم از وزن بدن خود آفلاتوکسین B1 دریافت کرده اند پس از ۷۲ ساعت می میرند و همچنین تمام حیوانات مورد آزمایش دچار ناراحتی های کبدی شده حداکثر میزان مجاز آفلاتوکسین در غذا های انسانی که توسط FDA تعیین شده است ۲۰ ppb و در غذاهای حیوانی ۱۰۰ تا ۳۰۰ ppb است آفلاتوکسین M1 مجاز موجود در فرآورده های لبنی که توسط FDA مشخص شده است ۰/ ۵ ppb میباشد. برای داشتن محصولی سالم و عاری از سموم قارچی مسئله از دو جنبه قابل بررسی است یکی شناخت شرایط تولید آفلاتوکسین وروش های

پیشگیری از تولید آن و دیگری شناخت روش های سالم سازی محصول آلوده به این سموم است از مهمترین عوامل موثر در تولید آفلاتوکسین می توان درجه حرارت، میزان رطوبت ، غلظت اکسیژن، نوع سوبسترا ، PH ماده غذائی، اثرات متقابل میکروبی، وجود یا عدم وجود مواد بازدارنده نظیر اسید های آلی و صدمات مکانیکی را نام برد بدیهی است با کنترل دقیق عوامل مذکور میتوان تا حد زیادی از تشکیل آفلاتوکسین جلوگیری کرد. پسته های زود شکاف Early Split یک گروه از پسته ها هستند که یک ماه قبل از رسیدن میوه پوسته سبزشان شکاف برداشته واین شکاف و پاره گی باعث ورود اسپور قارچ های هوازی حشرات و جانوران کوچک میشود و خود را به مغز میرسانند از جمله این کپکها آسپرژیلوس فلاوس است که می تواند منشاء آلودگی به آفلاتوکسین باشد. آلودگی در این گونه پسته ها ۵۰ برابر بیشتر از پسته های سالم است . آزمایشات مربوط به خصوصیات فیزیکوشیمیائی و بیوشیمیائی آفلاتوکسین B1 نشان می دهد که این مولکول دو ناحیه مهم برای ایجاد فعالیت سمی دارد اولین ناحیه پیوند مضاعف بین کربن های ۸ و۹ در حلقه فورفوران است اثر متقابل بین پروتئین ها و DNA با مولکول آفلاتوکسین در این قسمت اتفاق می افتد . قسمت دوم حلقه لاکتون میباشد که به آسانی قابل هیدرولیز است. بنابراین فرآیندهای که برای تخریب آفلاتوکسین اعمال می شوند باید بر بند مضاعف در حلقه لاکتون اثر کنند و یا شکافی در حلقه لاکتون بوجود بیاورند. پس از باز شدن حلقه لاکتون واکنش های دیگر اتفاق می افتد. روش های کاهش یا حذف آفلاتوکسین متنوع است استفاده از عوامل بیولوژیکی یکی از این روش هاست.

مایکوتوکسین ها ممکن است توسط میکروارگا نیسم ها تخریب شوند. انواعی از باکتریها ، مخمرها و کپکها می توانند موجب تغییر و حذف آفلاتوکسین از محیط مایع شوند . پیش از ۱۰۰۰ میکروارگانیسم این قابلیت را دارند که موجب تخریب و یا تغییر آفلاتوکسین B1 شوند . سیگلر Ciegler و همکارانش نشان دادند که یکی از این ارگانیزمها فلاوباکتریوم اورانتیاکم Flavobacterium aurantiacum NRRL B-184 است. این محققان مشاهده کردند که آفلاتوکسین موجود در شیر آلوده(۹/۹ میکرو گرم آفلاتوکسین M1 در میلی لیتر) کاملا به وسیله ۷×۱۰^{۱۰} سلول فلاوبا کتریوم اورانتیاکم در میلی لیتر بعد از ٤ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد برداشته شده است. مکانیسم اثر این باکتری هنوز مشخص نیست ولی به علت تولید آنزیم های پروتئولتیک و لیپولیتیک توسط این میکروارگانیسم تغییرات نامطلوبی در طعم غذا ایجاد می شود که از لحاظ مصرف کننده چندان مناسب نیستند. پژوهشگران مطالعاتی در خصوص بازدارندگی گونه های اسید لاکتیک باکتری ها از رشد و تولید آفلاتوکسین در آسپرژیلوس فلاوس داشته اند. پیمارسین یا ناتا مایسین Natamycin یا Pimarcin آنتی بیوتیک و ضد قارچی است که خاصیت ضد مایکوتوکسینی دارد در بعضی از کشور های اروپائی استفاده از آن مجاز شناخته شده است اما کاربرد آن در آمریکا محدود بوده و فقط همراه برش های پنیر استفاده می شود . تحقیقات نشان داده است که سطوح یک تا ۵۰ ppm این ترکیب خاصیت ممانعت کنندگی رشد و بازدارندگی تولید آفلاتوکسین را دارد.

www.kamus.ac.ir

فصل هشتم

ارزیابی ایمنی زیستی

تنوع زیستی در دنیا تابع روابط مستمر و بسیار پیچیده موجودات با یکدیگر می‌باشد. بهره‌برداری انسان از محیط، توازنهای موجود را بر هم زده و سبب تغییر آن می‌شود. این امر علاوه بر محدوده‌ای که مستقیماً تحت تاثیر قرار می‌گیرد، بر تنوع زیستی، سلامت بشر و حتی شرایط اقلیمی کره زمین نیز تاثیر می‌گذارد. یکی از پیامدهای زیست محیطی اقدامات بشر ،تغییراتی است که در ترکیب گونه‌های غالب اکوسیستم‌ها از جمله مرزهای جغرافیایی زیستگاههای موجودات زنده که مستقیما تحت تاثیر قرار گرفته‌اند (مثل گیاهان، حیوانات اهلی و جانوران وحشی)، صورت گرفته است. البته بسیاری از این تغییرات مانند کاشت ذرت در زمان‌های گذشته یا برنج در دنیای امروز بطور کلی برای بشر مفید بوده‌اند ولی بسیاری از تغییرات دیگری مثل مهاجرت پروانه های آسیایی به آمریکایی شمالی یا خرگوش اروپایی به استرالیا مفید تلقی نمی‌شوند.

علاوه بر ورود موجودات زنده به محیط‌های جدید (عمداً یا تصادفاً)، حداقل ۷۰۰۰ سال است که بشر با پرورش انتخابی در زیر و روی خاک فنوتیپ گیاهان و جانوران خاصی را تغییر داده است. بدینوسیله اکثر گیاهان غذائی و حیوانات اهلی ویژگی خود رو و وحشی بودن خود را از دست داده‌اند. اگر چه افزایش بازدهی محصول، بالا بردن کیفیت مواد غذایی یا افزایش قابلیت حفظ و نگهداری آنها بطور کلی برای بشر مفید تلقی می‌شوند؛ اما مشکلات مهمی نیز همراه با این تغییرات ژنتیکی ایجاد شده است. برای مثال از پیوند چغندر قند با چغندرهای خود رو، چغندرهای بی مصرفی تولید می‌شوند که با صدمه زدن به ماشین آلات درو سالانه میلیونها دلار به صنعت چغندر قند اروپا خسارت وارد می‌کنند. مهاجرت برخی از انواع زنبورهای عسل به برزیل منجر به تغییر فنوتیپ زنبورهای عسل آفریقایی در منطقه شد که ضمن اختلال در صنعت زنبورداری آمریکای لاتین باعث مرگ و میر انسانها و کشته شدن احشام نیز گردید. همچنین پیوند بین گندم خود رو و پرورش یافته در شمال شرقی کالیفرنیا منجر به تولید نوعی گندم هرزه و بی مصرف شده که این منطقه را به محلی نامناسب برای کشت گندم مطلوب و قابل مصرف تبدیل کرده است.

اخیرا با روشهای نوین مهندسی ژنتیک، قدرت بشر در تغییر دادن ژنتیک موجودات افزایش چشم گیری داشته است. موجود زنده‌ای که تحت تغییرات مهندسی ژنتیک قرار می‌گیرد.LMO (Living Modified Organism)به موجودی اتلاق می‌شود که با داخل کردن مولکولهای اسید نوکلئیک جدا شده از موجود دیگر به آن ساخته می‌شود بطوریکه این تغییر باعث ترکیب ثابت ژنتیکی در آید، (قابل انتقال به نسل بعد باشد). ساخت موجود زنده با انتقال ارگانل‌های سلولی از یک سلول به سلول دیگر به

همراه باز تولید یک موجود زنده بالغ از سلولی که تغییر ژنتیکی یافته را نیز GMO (Geneiticaly Modified Organism) مینامند. البته این تغییر باید قابل انتقال به نسل بعد باشد.

موجودات زنده‌ای که تحت تغییرات مهندسی ژنتیک قرار می‌گیرند، عجیب تر از موجوداتی هستند که خود به خود تغییر می‌یابند. برای مثال از ترکیب ژنهای موجوداتی که فاقد رابطه خانوادگی با هم می‌باشند یا رابطه دوری دارند، موجوداتی حاصل می‌شوند که تاکنون نظیر آنها خلق نشده است. این ساخته‌های جدید درست مانند محصولات تکنولوژیهای نوین و قدرتمند دیگر از مزایای مختلف بسیاری برخوردار می‌باشند. متاسفانه با بهره برداری از این موجودات ضمن افزایش کامیابی سطح سلامت و راحتی بشر، خطرات بالقوه نیز سلامتی ،کامیابی بشر و سیستم‌های اکولوژیکی حاکم بر روی زمین را هم، تهدید می‌کنند. در بسیاری موارد ترکیب ژنها با استفاده از مهندسی ژنتیک بسیار متفاوت تر از تغییرات متعارف و طبیعی می‌باشد؛ از اینرو، تأثیرات آنها بر روی روابط مستمر بین موجودات تا حد زیادی ناشناخته باقی می‌ماند(شکل ۱). نظر به اینکه این موجودات تغییر یافته ژنتیکی جدید و ناشناخته هستند و اثرات خود یا محصولات آنها مورد مطالعه و بررسی اکولوژیکی قرار نگرفته‌اند لذا قبل از ورود به یک اکوسیستم بایستی تحت مطالعه دقیق قرار گیرند. در سال ۱۹۹۵ که گروههای مردمی وابسته به انجمن تنوع زیستی خواستار یک اقدام بین‌المللی برای حفظ تنوع زیستی شدند، نیاز به این بررسی محسوس تر شد و لذا مسئله ایمنی زیستی در جهان مطرح گردید.

شکل۱: خطرات احتمالی از رهاسازی موجودات زنده‌ای که مورد دستکاری ژنتیک قرار گرفته اند مانند شنا در جائی است که خطرات ناشناخته و بسیار جدی افراد را مورد تهدید قرار می دهد.

ارزیابی ایمنی زیستی چیست

ارزیابی ایمنی زیستی یک فرایند مرحله به مرحله است که خطر احتمالی از رهاسازی عمدی و یا تصادفی یک LMO را در محیط زیست بررسی می‌کند و با موشکافی دقیق و دلایل مستدل مشخص می‌کند که آیا یک LMO خاص را می‌توان با اطمینان مورداستفاده قرار داد یا خیر. ارزیابی ایمنی زیستی شامل ارزیابی خطر و یا خطر احتمالی می‌باشد. البته منظور از خطر حصول نتیجه نامطلوب احتمالی از یک حادثه یا فعالیت می‌باشد. هدف ارزیابی شناسایی خطرات و سپس ارائه توصیه‌هایی با حفظ اصول احتیاطی برای به حداقل رساندن خطرات احتمالی مشخص شده می‌باشد.

بطور کلی اهداف روشهای ایمنی زیستی، به حداقل رساندن یا جلوگیری از خطرات احتمالی به سلامت انسان و حفظ تنوع زیستی از طریق اقدامات زیر می‌باشد:

- پیش بینی تاثیرات مخربی که ممکن است با ایجاد یک LMO در مرحله آزمایش یا تولید بروز کنند.
- طراحی سیستم‌هایی برای کشف به موقع نتایج منفی بر محیط زیست.
- طراحی راهکارهایی برای دفع یا در صورت امکان اصلاح تاثیرات منفی زیست محیطی و تأثیرات منفی بر روی سلامت و بهداشت جامعه.
- ایجاد ساختارهای قانونی برای جلوگیری از گسترش و یا شیوع LMO ها که ممکن است خطرات بالقوه برای محیط زیست داشته باشند.
- تداوم توسعه مستمر و روزافزون اصول و روشهای مفید و موثر ایمنی زیستی.
- تهیه اطلاعات عمومی در مورد ایمنی زیستی و گنجانیدن این نوع اطلاعات در کتب آموزشی مدارس و دانشگاه‌ها.
- تحقیق ایمنی زیستی از ارزیابی اکولوژیکی، ارزیابی خطر احتمالی، مدیریت خطرات احتمالی و در برخی موارد نظارت و کنترل لازم برای جلوگیری از تولید و توزیع موجودات زنده نامطلوب از قبیل:

- LMO هائی که با نابود کردن، رقابت، ایجاد تغییرات ژنتیکی، ایجاد اختلال و یا آلودگی باعث تکثیر، نابودی یا کاهش چشم گیر گونه‌های بومی می‌شود می‌تواند تنوع زیستی را کاهش دهند.

- LMO هائی که باعث آسیب گسترده به گونه‌هایی از موجودات زنده، اکوسیستم و حاصلخیزی خاک می شوند.

- LMO هایی که ازطریق انتشار بیماری، مسمومیت ، آلرژی (حساسیت)، آسیب به مواد غذایی و تاثیرات نامطلوب متابولیکی،و یا افزایش مقاومت در برابر آنتی بیوتیک ها بشوند.

- LMO هایی که با مبادله ژنتیکی خود با یک یا چند موجود زنده بومی دیگر مشکل اکولوژیکی جدیدی ایجاد کنند.

- LMO هائی که از نظر ژنتیکی ناپایدار هستند و خصوصیاتی را که به منظور آن تولید شده‌اند به راحتی را از دست بدهند و یا دچار جهش ژنتیکی شوند و از این طریق موجب بروز ویژگیهای نامطلوب برای محیط زیست شوند(برخی از ساختارهای مهندسی ژنتیک شده دچار ناپایداری ژنتیکی شدیدی می‌شوند)بعنون مثال LMO هایی که با روش انتقال ژن ساخته میشوند احتمال ایجاد جهش ژنتیکی در آنها افزایش می‌یابد. موجودات دستورزی ژنتیکی شده نیز همانند دیگر انواع موجودات زنده که

صدها و بلکه میلیونها سال از حیات اولیه آنها می گذرد، دارای مرزهای زیستی و زیستگاههای خاصی می‌باشند؛ بنابراین، هرگونه پراکندگی زیستی در آنها ممکن است پیامدهای نامطلوبی داشته باشند بویژه در کشورها و جوامعی که از مراکز ظهور اولیه آنها بسیار دور باشند .از این جهت،ورود هرگونه LMO به مراکز اصلی و ظهور اولیه تنوع زیستی بایستی ممنوع شود تا ذخائر ژنتیکی منطقه محفوظ باقی بماند.

خطرات احتمالی LMO یا GMO ها منحصر به محیط زیست نیست، بلکه تاثیرات مستقیم آنها می‌تواند سلامت بشر را به مخاطره اندازد. بهمین جهت اتکاء بیش از حد به کشت و تولید گیاهان دستورزی ژنتیکی شده و کنار گذاشتن روشهای کشاورزی سنتی تاثیرات احتمالا زیانباری به کشاورزی منطقه خواهد گذاشت. علاوه بر این اتکاء به LMO ها برای کنترل عوامل بیماری زا ممکن است منجربه کاهش استفاده ازروشهای سنتی شود و چنانچه این راهکار جدید را نتوان کاملا حفظ نمود و یا کارایی مورد نظر را از دست بدهد، در آینده مشکلات جدی در پی خواهد داشت.

اگر چه در آینده نزدیک LMO ها به تمام کشورها وارد خواهند شد، ولی با توجه به فاصله زمانی که بین پیدایش، تکثیر و توزیع این موجودات مشاهده شده است، کشورهایی بیشتر در معرض خطرات ناشی از این موجودات قرار دارند که: از بنیه علمی کافی برای تحقیقات در مورد تنوع و اختلافات بیولوژیکی و ویژگی اکولوژی سیستم‌های کشاورزی و طبیعی محلی برخوردار نیستند، از قابلیت های مالی، سیاسی، اداری، علمی یا مدیریتی کمتری برخودرار هستند و یا توانایی ارزیابی خطرات احتمالی را به میزان کافی ندارند.

در موارد فوق نظر به اینکه بررسی و تحقیقات در مورد LMO ها میسر نیست، بایستی کاربری آنرا با احتیاط بیشتری مجاز دانست. اصولا واردات و بهره‌برداری از LMO ها در کشوری توصیه می‌شود که دارای یک گروه تخصصی برای بررسی مورد به مورد این موجودات باشد. این گروه تخصصی بایستی متشکل از دانشمندان مستقل با تخصص‌های مختلف بیولوژی مولکولی، مهندسی ژنتیک، اکولوژی و توکسیکولوژی ،باشند. البته بهتر است گروه محققین با مراجع صلاحیتدار ملی همکاری نمایند تا یک ارزیابی ایمنی زیستی قابل اطمینان حاصل شود.

چرا LMO ها ممکن است خطر آفرین باشند

نظر به اینکه تولید، رشد و توزیع LMO ها با محصولاتی که منحصرا بطور طبیعی و در محل بومی خود می رویند متفاوت هستند، مشکلات ایمنی که ممکن است ایجاد کنند نیز بسیار متفاوت می‌باشند. برخلاف اکثر محصولاتی که بصورت سنتی تولید می‌شوند، وقتی یک LMO در یک محیط وارد می‌شود، تکثیر، توزیع و آمیزش احتمالی آن با موجودات زنده بومی ممکن است مانع از اصلاح یا سبب از بین بردن آن و یا تغییر خصوصیت مورد نظر خود موجود شود. اگر چه مطالب نسبتا کمی در مورد قابلیت انتشار LMO ها در دست است ولی نمونه‌های آموزنده بسیاری از تاثیر ورود موجودات زنده غیر مهندسی ژنتیکی شده به محیط زیست جدید وجود دارد از آن جمله می‌توان رشد بیش از حد جمعیت خرگوش‌هایی که وارد استرالیا شدند، ورود نوعی پرنده آبی بنام Water hyacinth به هندوستان و ایالات متحده، بز کوهی آفریقایی که وارد ایالات متحده شده و گیاه حساسیت زای Parthenium که در ۵۰ سال اخیر وارد هندوستان شده، اشاره کرد.

این گونه ها و برخی دیگر، همگی از جمله مواردی هستند که پس ورود به محیط جدید خسارات سنگینی وارد کرده‌اند بنابراین می‌توان تصور کرد که ممکن است برخی از LMO نیز در محیط زیست جدید خود موجب خسارات زیادی بشوند. البته

ورود عمدی گونه‌هایی که مهندسی ژنتیک نشده‌اند مثل بذر غلات، مزایای زیادی برای ما داشته‌اند و لذا ممکن است برخی از LMO ها نیز مزایایی داشته باشند. از این جهت قبل از انتشار عمدی آنها در محیط باید مزایا و مضرات آنها بررسی شوند.

ارزیابی خطرات احتمالی بسیاری از LMO ها ممکن است بسیار پیچیده باشد زیرا نه تنها واجد پیچیدگی مولکولی هستند بلکه خواص بیوشیمیایی و فیزیکی محیط زیست همراه با پیچیدگی اکولوژی، ژنتیک جمعیت، و نحوه سیر تکاملی نیز در رفتار موجود دستورزی ژنتیکی شده تاثیر دارند. در این دستورالعمل از دانش تمام بخش‌های بیولوژی برای ارزیابی خطرات احتمالی مربوط به LMO ها و یا محصولات آنها استفاده خواهد شد. ضمن اینکه امیدواریم که تولید و کاربری و انتشار موجودات دستورزی ژنتیکی شده جدید با ارزیابی علمی دقیق و تعهد جهانی به ایمنی زیستی همراه باشد البته باید به نیازهای ضروری بسیاری از مردم کره زمین و موانع عملی که صنایع و دولت ها با آن مواجه هستند نیز توجه داشت. در این زمینه استانداردهای علمی توصیه شده ممکن است بیش از حد سخت و دقیق، پرهزینه یا غیرواقعی باشند تا جائی که ممکن است تصور شود به مشکلات گرسنگی، بیماری، مبانی تجارت ، سیاست توسعه ای کشور توجه کافی نشده باشد؛ ولی بایستی عنایت شود که بهرحال تنها LMO ها نمی‌توانند تمامی مشکلات بشر را حل کنند .بسیاری از آنها انتظارات ما را بطور کامل برآورده نمی‌کنند، برخی بی تاثیر هستند و تعدادی از آنها نیز می‌توانند بسیار خطرناک باشند. احتیاط حکم می‌کند که قبل از رهاسازی آنها در یک محدوده وسیع و برای مدت طولانی یا قبل از آنکه بخشی از غذای بشر را تشکیل دهند، از هر کوششی برای حصول اطمینان از ایمنی آنها برای سلامت و محیط زیست و یا سایر تاثیرات آنها غافل نشویم. انتشار روز افزون و استفاده مکرر از LMO ها فرصت را برای جهش و تغییرات ژنتیکی طبق شرایط اقلیمی محیط زیست آنها فراهم می‌کند و ممکن است موجودی متفاوت از فرایند اولیه پدید آورد. این قابلیت باز تولید، انتشار، آمیزش و رشد و تکامل آنها باعث می‌شود که نتوان تاثیرات LMO ها را به راحتی و بطور کامل پیش بینی کرد و تازمانیکه مزایا و خطرات احتمالی آن ها کاملا مشخص نشده و مورد بررسی قرار نگرفته اند باید فوق العاده محتاط عمل نمود.

مهندسی ژنتیک بیش از روشهای سنتی تولید و پرورش می‌تواند موجوداتی تولید کند که خصوصیات جدید و شگفت انگیز داشته و تاثیرات جدیدی روی اکوسیستم‌ها بگذارند. اگر بخواهیم ضمن شناخت دقیق مزایای LMO ها، پیامدهای نامطلوب آنها را تا حد امکان کاهش دهیم باید مرحله به مرحله و کلیه کاربری‌ها را دقیق مطالعه کنیم؛ اگر چه نمی‌توان مدعی شد که یک بررسی کامل و دقیق در مورد LMO ها انجام پذیر است.

در هر ارزیابی ایمنی زیستی تمامی خصوصیات جدید و تاثیرات و تعاملات محیطی آنها (بصورت پیش بینی شده و پیش بینی نشده) باید مورد بررسی قرار گیرند در شکل ۱ روابط بین تغییرات فنوتیپی مورد نظر، تاثیرات اکولوژیکی و تاثیرات مربوطه بر روی سلامت بشر بصورت یک نمودار ارائه شده است. برای طراحی درست آزمایشات کافی و جامع در خصوص بررسی پیامدهای احتمالی از رهاسازی یک LMO خاص در محیط زیست، محققان و تولید کنندگان آن باید با دامنه خصوصیات فنوتیپی LMO و ارگانیسم‌های والد و سیر زندگی موجود، آشنائی کامل داشته باشند. علاوه بر این محققان و تولید کنندگان باید احتمال پراکندگی محلی و غیر محلی LMO و اکوسیستم‌های جدید، که ممکن است این موجود بطور خواسته یا ناخواسته در آن قرار گیرند را بررسی نمایند. مکانیسم‌های متعددی می‌توانند سبب ایجاد ویژگیهای غیرمنتظره در یک LMO بشوند که قبلا پیش

بینی نشده اند،بنابراین تولیدکنندگان بایستی احتمال بروز آنها را لحاظ کرده باشند و لذا در هر ارزیابی این مکانیسم ها نیز بایستی بررسی شوند. برخی از این مکانیسم‌ها عبارتند از:

انتقال افقی ژن:

ژنهای یک LMO می‌توانند به طور غیرارادی به اعضاء همان گونه یا گونه‌های دیگر منتقل شوند. این انتقال ژن ممکن است باعث ایجاد تغییرات فنوتیپی غیرمنتظره در گیاه جدید بشود (احتمالا تشخیص آن مشکل است). بعنوان مثال، یک گیاه که برای استفاده صنعتی با دستورزی ژنتیکی تولید می‌شود و قادر به تولید مواد سمی است اگر از طریق گرده افشانی (گیاه تولید کننده ماده سمی) ژن آن به گونه‌هایی از همان نوع یا انواع دیگر منتقل شود و اگر این گونه گیاهان برای تغذیه انسان استفاده شوند، قطعا مواد سمی به مصرف کننده منتقل می‌شوند. این انتقال ژن تا زمانیکه پیامدهای نامطلوب آن در افراد اجتماع آشکار نشود و تحقیقات برای پیدا کردن علت مشکل صورت نگیرد می‌تواند مخفی بماند و لذا تا آن زمان ممکن است آسیب های فراوانی به سلامت جامعه وارد کند.

جهش‌های ژنتیکی :

جهش‌های ژنتیکی غیرمنتظره ممکن است بصورت پیامد ثانویه موجود دستورزی ژنتیکی شده حاصل شوند. این تغییرات ثانویه می‌توانند باعث تولید پروتئین‌های جدیدی شوند که ممکن است سمی یا آلرژی زا باشند یا مسیرهای متابولیکی که در استفاده مفید از LMO موثر می‌باشند تغییر پیدا کند به نحوی که خصوصیت اصلی که هدف تولید LMO بوده است از بین برود.

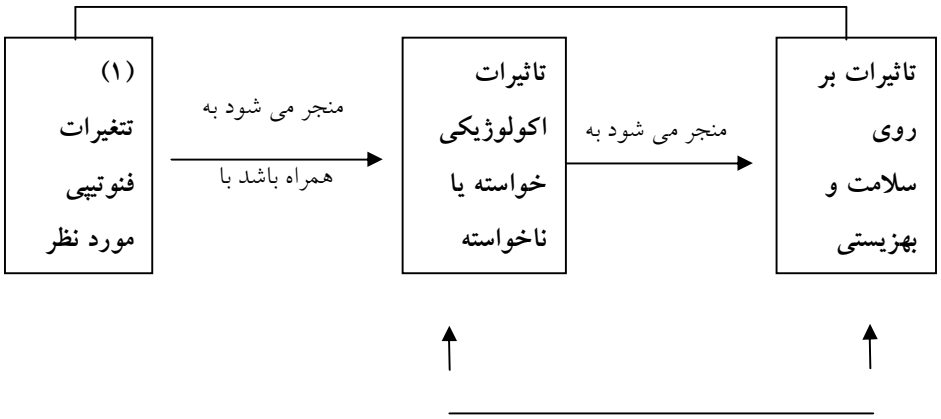
نسخه برداری و ترجمه انتخابی بیش از حد:

با مهندسی ژنتیک ممکن است تولید یک پروتئین جدید یا پروتئینی که از قبل وجود داشته را در یک LMO افزایش دهیم ولی این امر ممکن است منجر به تغییر سیر متابولیکی شود یا پروتئین جدید ممکن است بعنوان یک عامل بازدارنده یا تحریک کننده یک سیستم آنزیمی عمل کند یا باعث کمتر عرضه شدن آمینواسیدها یا دیگر مواد اصلی در بیوسنتز سلولی شود. این تغییر و تحول پیش بینی نشده را اصطلاحا تاثیرات یک یا چند جانبه می‌نامند که کاربری LMO ها را محدود نموده و یا آنرا نامطلوب می‌سازد.

نامطلوب بودن محصول مورد نظر:

یک فرآورده حاصل از LMO که برای افزایش تولید از طریق دستورزی ژنتیکی LMO تولید می‌شود پس از پردازش ممکن است حاوی مقدار کمی از دیگر مولکولها مفید و یا حاوی مولکول‌های اضافی باشد. این تغییرات سبب کاهش کیفیت و از طرفی مسمومیت غذایی می شوند و از ارزش غذائی محصول می‌کاهند. اخیرا مشاهده شده است که درصد اسید لینولینک روغن‌های تولید شده از گیاه ترانس ژنتیک فوق العاده کاهش می‌یابد که این مسئله ارزش غذایی این نوع روغن ها را تحت تاثیر قرار خواهد داد و برای مصرف مورد نظر نامطلوب می سازد.

پیامدهای احتمالی از رهاسازی یک LMO خاص در محیط زیست می تواند مستقیما منجر شود به:



ممکن است تاثیرات اکولوژیکی ثانویه را ایجاد کند.

شکل۲: روابط بین تغییرات فنوتیپی مورد نظر، تاثیرات اکولوژیکی و تاثیرات برروی سلامت و بهزیستی را نشان می دهد

برای هر گروه چند نمونه عمومی ارائه می‌شود.

۱ – نمونه‌های تغییرات فنوتیپی شامل تغییرات در موارد زیر می‌باشند: متابولیسم ، تحمل فیزیکی ، رفتار ، مورفولوژی ، تاریخچه زندگی و تولید مثل.

۲ – نمونه‌های تاثیرات اکولوژیکی شامل تغییرات در موارد زیر می‌باشند:

پراکندگی موجودات زنده ، فراوانی موجودات زنده ، تعاملات رقابتی و روابط تغذیه‌ای.

۳ – نمونه‌های تاثیرات بر روی سلامت و بهزیستی بشر شامل موارد زیر می‌باشند:

تغییرات باروری ، تغییرات در کیفیت غذا ، از بین رفتن تنوع فرهنگی و پرورشی ، از بین رفتن تنوع زیستی ، تغییرات در روابط اجتماعی و اقتصادی ، افزایش جمعیت بشر و تغییرات در الگوهای بیماریها.

جمع آوری و تفسیر داده‌ها جهت ارزیابی خطر احتمالی

ویژگیهای اصلی یک تحقیق علمی و با کیفیت عبارتند از: دقت در روش و انجام تحلیلها ، تجزیه و تحلیل اصولی و صحیح از داده‌ها ، معرفی ترکیبات (هر جا ممکن باشد) و استفاده از تجربیات شخصی خبرگان مربوطه. این معیارها در هر مرحله فرآیند ارزیابی از تحقیقات آزمایشگاهی، تحقیقات در حوزه‌های کوچک و حوزه‌های بزرگتر تا الگوهای شبیه سازی شده کامپیوتری (هر جا که مفید باشد) یا تجاری کردن بایستی مد نظر قرار گیرند. در آغاز هرگونه ارزیابی خطر احتمالی، شکل ۱ و تابلوی ۱ می‌توانند بعنوان راهنمائی برای ارزیابی دامنه تاثیرات و مکانیسم‌های پراکندگی که نیاز به بررسی دارند، مورد استفاده قرار گیرند. درهریک از مراحل جمع آوری داده‌ها که در زیر آمده است، مقایسه عملکرد یک LMO با ارگانیسم‌های مشابه‌ای که با روش‌های مهندسی ژنتیک اصلاح نشده‌اند بسیار حائز اهمیت است.

راههای پراکندگی احتمالی محلی و جهانی LMO را نشان می‌دهد.

۱-انتقال بوسیله وسائل حمل و نقل و مصنوعات مربوطه:

حمل و نقل از راههای دریائی و رودخانه های بزرگ:

لار و پندپایان، تخم ماهی ها و دیگر آبزیان، جلبک ها، میکروب ها، قارچ ها و هاگ ها یا تخم و بذر گیاهان.

مواد نفتی و روغنی از سکوهای حفاری چاههای نفت در دریاها:

تخم و لار و آبزیان اعم از گیاهی و جانوران آبزی

هواپیما:

بذرها، بندپایان، حشرات و میکروارگانیسم ها.

وسائل حمل و نقل زمینی:

گیاهان، بذرگیاهان،پستانداران کوچک، حشرات، بندپایان و گرده گیاهان و انواع میکروارگانیسم ها.

قایق های تفریحی:

نرم تنان، گیاهان آبزی، بچه ماهی های آب شیرین، میکروب ها.

ظروف و محفظه های نقل و انتقالات مواد غذائی:

حشرات، نرم تنان، بذرگیاهان و سبزیجات، میکروارگانیسم های مختلف و لار و برخی آفت های نباتی.

۲-راههای طبیعی پراکندگی:

آب های جاری جویبارها:

ماهی ها، جلبک ها، حشرات، آبزیان و بندپایان.

پستانداران بزرگ (از طریق پشم و پوست خود):

بذرها، گرده گیاهان، نرم تنان.

باد، طوفان و سیل:

میکروارگانیسم ها، حشرات، بندپایان، پرندگان، بذرها و گرده گیاهان.

پروازجانوران:

پرندگان، حشرات، میکروب ها، قارچ ها و هاگ های مختلف .

آثار زیان آور و ابعاد مخاطره آمیز دیگر محصولات زیست فناوری

تاکنون آثار زیان آور و ابعاد مخاطره آمیز محصولات مهندسی ژنتیک و زیست فناوری به طور قطعی از نظر علمی به اثبات نرسیده است. اما دانشمندان و متخصصان این رشته نمی توانند آثار منفی احتمالی این محصولات را بر محیط زیست و سلامت انسان ها نادیده بگیرند. در طول تاریخ همواره برخی از افراد یا گروه ها برای رسیدن به اهداف تجاری، اقتصادی، سلطه طلبی و نیات غیرانسانی خود، منافع عمومی و مسائل اخلاقی را زیر پا گذاشته و قربانی امیال شخصی کرده اند. اولین مورد شبیه سازی

(کلونینگ) حیوانات با استفاده از مهندسی ژنتیک در ۱۹۹۷ در اسکاتلند انجام شد. در این سال «یات ویلموت» و همکارانش از آمیزش سلول پستانی میشی ٦ ساله و سلول تخمک فاقد هسته از میش دوم و قرار دادن آن درون رحم میش دیگری، موفق به اولین شبیه سازی شدند و حیوان حاصل را نیز «دالی» نامیدند. در حقیقت دالی اولین محصول جانوری مهندسی ژنتیک بوده که قدرت حیات داشت. بعدها دالی های دیگری توسط دانشمندان ژاپنی، امریکایی، انگلیسی، استرالیایی و" با همان روش مشابه به وجود آمدند. در اواخر سال ۲۰۰۲ اولین مورد شبیه سازی انسان نیز گزارش شد.

در عرصه کشاورزی و محیط زیست نیز به منظور تولید گیاهان مقاوم به آفات و بیماری ها و تولید محصول با کیفیت برتر، مهندسی ژنتیک قدم های بسیار مهمی برداشته است به طوری که کشورهای امریکا، کانادا، آرژانتین و چین در این زمینه موفق به تولید ذرت، گندم، برنج، پنبه، سیب زمینی، سویا و کدوی مقاوم به علف کش ها، قارچ ها و ویروس ها و همچنین محصولات با بازدهی غذایی بالاتر شده اند. هم اکنون سطح زیر کشت گیاهان تغییر یافته ژنتیکی (GMO) به حدود ٦۰ میلیون هکتار می رسد. امروزه ٦ میلیون نفر از کشاورزان در ١٦ کشور مختلف به کشت و کار گیاهان تغییر یافته ژنتیکی مشغول هستند. مهندسی ژنتیک و تغییرات در گیاهان زراعی، تولید گیاهان با مقاومت مطلق در مقابل آفات و امراض نباتی و بی نیاز از کاربرد سموم خطرناک تحولی را در کشاورزی ایجاد کرده است که سرنوشت اقتصادی، اجتماعی و بعضاً سیاسی بسیاری از کشورها را تحت تاثیر خود قرار داده است. اصولاً دو دسته محصولات دستکاری شده ژنتیکی وجود دارد:

۱- GMO (Gentically Modified Organisms) یا فرآورده های غذایی تغییر یافته ژنتیکی که از فرآورده های اصلاح شده با روش های مهندسی ژنتیک متفاوت است.

۲- LMO (Living Modified Organisms) یا موجودات زنده تغییر یافته ژنتیکی نظیر حیوانات و گیاهان اصلاح ژنتیکی شده.

طرفداران محیط زیست نگرانی هایی را در مورد استفاده از گیاهان اصلاح ژنتیکی شده و رهاسازی GMOها در محیط زیست دارند که برخی از این نگرانی ها عبارتند از:

- امکان انتقال افقی ژن هایی که به گیاهان زراعی منتقل شده اند. ممکن است گونه مجاور یک علف هرز باشد و با این انتقال ژنی، شرایط لازم برای برخورداری بهتر از محیط برای رشد و افزایش قدرت و تهاجم در اختیارش قرار گیرد.
- افزایش مقاومت در موجودات هدف یا حساسیت در موجوداتی که هدف برنامه های اصلاحی و انتقال ژن نیستند.
- افزایش استفاده از مواد شیمیایی (مانند سموم علف کش) در کشاورزی.
- تظاهر غیرقابل پیش بینی یا پیش بینی نشده ژن های منتقل شده و یا ناپایداری تظاهر ژن های منتقل شده.

علاوه بر این در کشاورزی پایدار به منظور حفظ محیط زیست به جای کودهای شیمیایی از کودهای بیولوژیک استفاده می شود که با روش بیوتکنولوژی تولید می شوند. این کودها از میکروارگانیسم های مختلف هستند، عده یی قادر به تثبیت ازت بوده و عده یی دیگر نیز قادر به حل کردن املاح فسفات و پتاسیم و آمونیم خاک هستند. امروزه استفاده از منابع طبیعی زنده یکی از موضوعات مهم محیط زیست است. خطرات احتمالی حاصل از آزادسازی ارگانیسم های تغییریافته ژنتیکی برای محیط زیست عبارتند از:

– اثرات آنتاگونیستی روی میکروارگانیسم های مفید خاک.
– تاثیر افزایش بیش از حد ارگانیسم های آزاد شده به محیط و تاثیر بقای آنها بر اکوسیستم.
– اثرات مستقیم و غیرقابل انتظار در گونه ها به جز گونه های هدف.
– بیماری زایی میکروارگانیسم نسبت به گیاهان، حیوانات و تغییرات در میزبان.
– انتقال ویژگی نامطلوب به ارگانیسم های دیگر از جمله وارد کردن ژن به یک ارگانیسم، آزادسازی تصادفی و عمدی به محیط زیست، بقا و تکثیر ارگانیسم در محیط تماس با گونه های دیگر و اکوسیستم.

همه ارگانیسم های تغییریافته ژنتیکی به محیط آزاد نمی شوند و اگر در محیط رها شوند، قادر به تکثیر نیستند، اما ممکن است برخی از ارگانیسم های تغییریافته دارای ژن های جدید مضری باشند. بنابراین باید تمام خطرات حاصل از ارگانیسم های تغییریافته مورد ارزیابی قرار گیرند زیرا این خطرات در ارگانیسم های مختلف متفاوت است. میکروب های تغییریافته ژنتیکی شامل باکتری های تثبیت کننده نیتروژن، باکتری های مقاوم به سرما و یخبندان و میکروب های تصفیه کننده خاک می شوند. اگر باکتری های مقاوم به سرما پس از تولید (برای کاهش آسیب یخبندان) در محیط آزاد شوند، می توانند بر بارش برف و باران اثر بگذارند و گرچه آزادسازی این محصولات، به موجود امکان زندگی در آب های سردتر را می دهد، ولی گاه زیستگاه طبیعی ماهی ها را تغییر می دهند و در نتیجه امکان فراهم کردن غذا برای آنها کاهش می یابد.

از جمله باکتری های تغییریافته ژنتیکی که به طبیعت آسیب می رساند می توان برخی از گونه های باکتری پسودوموناس، کلبسیلا، باسیلوس و ریزوبیوم با قابلیت تجزیه لیگنین، سلولز و همی سلولز و تولید اتانول را نام برد که پس از رها شدن در طبیعت مواد مغذی خاک از جمله نیتروژن را از بین می برند. به هر حال ممکن است آزادسازی گونه یی از ارگانیسم های تغییریافته ژنتیکی که به طور معمول در طبیعت زندگی نمی کنند، برای محیط خطرناک باشند. پس در استفاده از فناوری زیستی همه نکات مثبت و منفی آن را باید در نظر گرفت تا مبادا دستاوردهای بیوتکنولوژی روزی به سرنوشت استفاده از رادیوایزوتوپ ها و مواد شیمیایی گرفتار نشوند. نامحسوس بودن خطرات یا وجود نکات مبهم در زمینه استفاده از روش های مهندسی ژنتیک دلیلی بر فقدان خطرات احتمالی نیست. به همین دلیل تعداد بی شماری از کشورهای صنعتی و افراد متعهد در سطح بین المللی تصمیم گرفتند ضوابطی برای جلوگیری از خطرات احتمالی ناشی از کاربری روش های مهندسی ژنتیک تدوین کنند تا تمام دانشمندان، محققان و کاربران را به رعایت آنها تشویق کنند. حتی برای اجرای این ضوابط به صورت قوانین و مقررات ملی و بین المللی لازم الاجرا، تلاش های زیادی صورت گرفته است. به طور کلی باید بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک نیز مانند هر نوع فناوری دیگر با نظارت و کنترل به کار گرفته شود، زیرا اثرات آن در کوتاه مدت نامشهود است. به علاوه ممکن است روش های مورد استفاده در مهندسی ژنتیک پس از قرار گرفتن در دسترس متخصصان غیرمتعهد، جامعه را به مخاطره بیندازد.

www.kamus.ac.ir

فصل نهم

بیوسنسورها(زیست حسگرها)

در کاربردهای بسیاری در پزشکی، تحلیل محیطی و صنایع شیمیائی نیاز به روشهایی جهت حس کردن مولکولهای زیستی کوچک وجود دارد. حس‌های بویایی و چشایی ما دقیقا همین کار را انجام می‌دهد و سیستم ایمنی بدن میلیونها نوع مولکول مختلف را شناسائی می‌کند. شناسائی مولکولهای کوچک تخصص بیومولکولها است، لذا اینها شیوه جدید و جذابی برای ساخت سنسورهای خاص را پیش رو قرار می‌دهد. دو مولفه اساسی در این راستا وجود دارد. المان شناساگر و روش‌هایی برای فراخوانی زمانی که المان شناساگر هدف خودش را پیدا می‌کند. اغلب المان شناساگر تحت تاثیر منبع زیست فناوری تغییر نمی کند. مشکل اصلی در این کار طراحی یک واسطه مناسب به یک وسیله بازخوانی بزرگ است.از آنتی بادی‌ها به صورت گسترده به عنوان بیوسنسور استفاده می‌شود. آنتی بادی‌ها بیوسنسورهای پیشتاز در طبیعت است، به همین دلیل توسعه تستهای تشخیصی با استفاده از آنتی بادیها، یکی از زمینه‌های بسیار موفق در بیوفناوری است. شاید آشناترین مثال تست ساده‌ای است که برای تعیین گروه خونی استفاده می‌شود .بیوسنسورهای گلوکز از موفق ترین بیوسنسورهای موجود در بازار است. بیماران مبتلا به دیابت نیاز به شیوه‌های مرسوم جهت پایش سطح گلوکز خود دارد .سنسورهای قابل کاشت و غیر تهاجمی در حال توسعه است، اما در حال حاضر در دسترس‌ترین شیوه بیوسنسور دستی است که یک قطره از خون را تحلیل می‌کند .

امروزه در زمینه های مختلفی به غیر از پزشکی، صنایع شیمیایی، صنایع غذایی، مانیتورینگ محیط زیست و تولید محصولات دارویی و بهداشتی از بیوسنسورها بهره می گیرند. این سنسورها ابزاری توانمند جهت شناسایی مولکولهای زیستی می باشند. به عنوان مثال حواس بویایی و چشایی انسان نمونه ای از یک زیست حسگر طبیعی است که به شناسایی بوها و طعمهای مختلف می پردازد. سیستم ایمنی بدن نیز یک زیست حسگر طبیعی است، که میلیونها نوع مولکول مختلف را شناسایی می کند. در حقیقت زیست حسگرها ابزارهای آنالیتیکی هستند که می توانند با بهره گیری از هوشمندی مواد بیولوژیکی، ترکیب یا ترکیباتی را شناسایی نموده و با آنها واکنش دهند. محصول این واکنش می تواند یک پیغام شیمیایی، نوری و یا الکتریکی باشد. بیشترین کاربرد زیست حسگرها در تشخیص های پزشکی و علوم آزمایشگاهی است. در حال حاضر بیوسنسورهای گلوکز از موفق ترین بیوسنسورهای موجود در بازار هستند که به اندازه گیری غلظت گلوکز خون می پردازند. در پانکراس بیماران دیابتی به میزان کافی انسولین تولید نمی شود. در اینگونه موارد برای تنظیم مصرف

انسولین، سنجش مداوم میزان گلوکز خون ضروری است. این ابزار به بیماران مبتلا به دیابت کمک می کند تا در طول روز به سنجش سطح گلوکز خون خود پرداخته و در زمانهای مورد نیاز انسولین تزریق کنند.

تعریف بیوسنسور

در یک بیوسنسور،عنصر حسگر که به ماده ای بیولوژیکی پاسخ می دهد،دارای طبیعت بیولوژیکی است.این عنصر باید به نوعی مبدل متصل شود تا یک پاسخ قابل مشاهده با چشم را تولید کند.بیو سنسور به طور کلی به احساس و اندازه گیری مواد شیمیایی خاصی که ممکن است فیزیولوژیکی نیز باشد،مربوط می شوند.معمولا این مواد را سوبسترا می نامند،در حالی که واژه ی کلی تر آن آنالیت است.یک بیوسنسور را می توان به عنوان ابزاری که از تلفیق یک حسگر بیولیوژیکی متصل به یک مبدل حاصل می شود،تعریف نمود.

دیاگرام یک بیوسنسور:

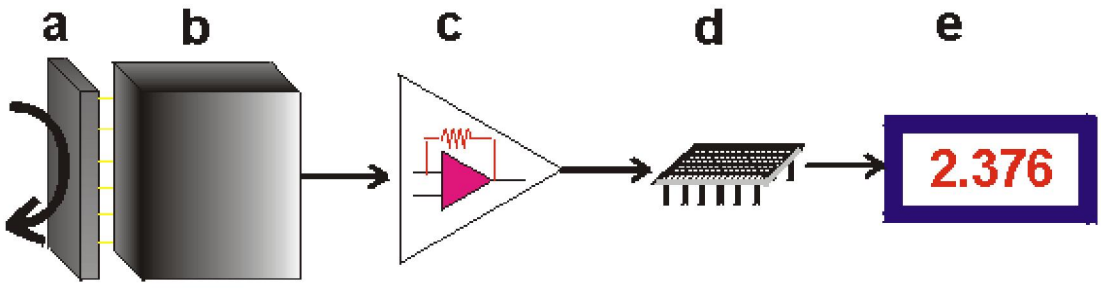
۱-(a) بیوکاتالیست

۲-(b)مبدل

۳-(c) آمپلیفایر

٤-(d)پردازنده

٥-(e)نمایشگر



شکل ۱: نمای شماتیک یک بیوسنسور

آنالیت(سوبسترا)

در عمل،هر ماده ای که در یک فرآیند شیمیایی مصرف یا تولید شود،مستعد اندازه گیری با یک بیوسنسوراست.برخی نمونه ها به شرح زیر است: قند ها،اوره،کلسترول،اتانول،گلوتامیک اسید،لاکتیک اسید،فسفات،پنی سیلین،آسپرین،بسیاری از آمینو اسیدها و ...

عناصر بیولوژیکی

اهمیت این اجزا در عملکرد بسیار اختصاصی آن نسبت به سوبسترای خاص است که بدین وسیله از مداخله ی مواد مزاحم که موجب عدم کارایی بسیاری از روشهای اندازه گیری است،جلوگیری می کند.جزء بیولوژیک ممکن است واکنش سوبسترا را کاتالیز کند(آنزیم)یا به طور انتخابی به سوبسترا متصل شود. استفاده از آنزیم به عنوان جزء بیولوژیکی ، بیش تر از دیگر مواد متداول است.عناصر بیولوژیکی عامل اصلی گزینش در بیوسنسورها محسوب می شوند.این عناصردارای چنان قدرتی هستند که تنها به سوبسترای خاصی متصل میشوند و با دیگر سوبستراها واکنشی نشان نمی دهند. چهار دسته ی اصلی این مواد به شرح زیرند:

۱-آنزیم

از عناصر بیولوژیکی هستند که بیشتر به کار برده میشوند و ممکن است در حالت خالص یا به صورت موجود در ریزاندامگان یا در قطعه ای از بافت مورد استفاده قرار گیرند.این مواد کاتالیزورهای بیولوژیکی برای واکنش های خاص بوده و می توانند خود را به سوبسترای خاصی متصل سازند.کارایی این مواد در ساخت بیوسنسور مربوط به عمل کاتالیزوری آنها می باشند. آنزیم ها یک ماکرو مولکول پیچیده و درشت است که بخش اعظم آن پروتئینی است با یک گروه پروستیتک که غالبا حاوی یک یا چند اتم فلزی است.عملکرد بسیاری از آنزیم ها شامل فرآیند اکسید یا احیا است که با روشهای الکتروشیمیایی قابل آشکارسازی است.

۲-آنتی بادی ها

آنتی بادی تولید شده در اندامها،پروتئینهایی هستند که با مواد متخاصم به نام آنتی ژن پیوند یافته ،آن ها را دفع و از آسیبشان جلوگیری می کند.آنتی ژن های نا شناخته را میتوان با آنتی بادی های نشاندار تعیین نمود.نشاندار کردن را می توان با رادیو ایزوتوپ ها،پروب های(وارسی کننده ها) فلورسنت و یا پروبهای شیمی لومینسنس انجام داد. پیوند آنتی بادی با آنتی ژن،در مقایسه با پیوند آنزیم با سوبسترای مربوط،بسیار قوی تر و اختصاصی تر است.در حقیقت،آنها نسبت به گونه های مختلف از یک ماده بسیار اختصاصی عمل می کنند.این مواد غالبا به صورت نشاندار مورد استفاده قرار می گیرند

۳-اسید های نوکلئیک

عملکرد اختصاصی بین بازهای دو رشته ی نوکلئیک اسید،منشأ کد ژنتیکی است که مشخصات تمام قسمت های سلول زنده را در بر دارد.پروبهای DNA برای تشخیص بیماری های ژنتیکی،سرطان و عفونت های ویروسی مفید هستند.همانند آنتی بادی ها سنجش DNA نیز غالبا با افزودن DNA نشاندارِبه محلول سنجش همراه است.

٤-گیرنده ها

پروتئینهایی هستند که درون غشای دو لایه ی لیپیدی که پلاسمای سلول را احاطه کرده قراردارند و از قدرت شناخت مولکولی برخوردارند. اتصال یک لیگاند به یک گیرنده،موجب صدور ناگهانی یک پاسخ قوی فیزیولوژیک از قبیل باز شدن کانال یون،سیستمهای پیغام بر ثانوی و فعال شدن آنزیم ها می شود.چنین گیرنده های بیولوژیکی به جای اینکه نسبت به ماده ی خاصی

واکنش نشان دهند،نسبت به گروهی از ترکیبات با مشارکت ساختمانی تمایل نشان می دهند.این گیرنده ها غالبا به همراه مواد نشان دار مورد استفاده قرار می گیرند.

روش های تثبیت اجزای بیولوژیکی

به منظور ساخت یک بیوسنسور پایدار،باید جزء بیولوژیکی به طرز خاصی به مبدل ها متصل گردد،چنین فرآیندی را تثبیت گویند.برای این منظور پنج روش به شرح زیر وجود دارد:

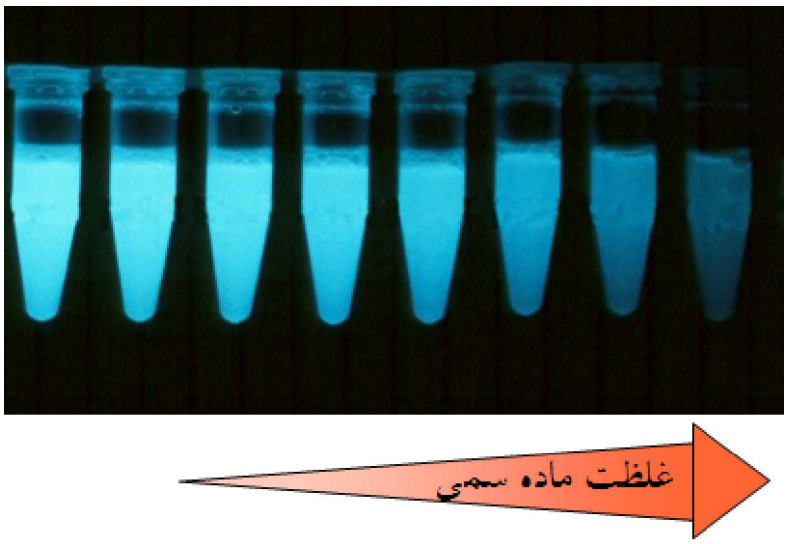
۱–جذب سطحی ٤–پیوند عرضی

۲–ریزپوشینه سازی ٥–پیوند کووالانسی

۳–محبوس سازی

مبدل

مبدل،تغییر قابل مشاهده(فیزیکی) یا (شیمیایی) را به یک پیغام قابل اندازه گیری،که بزرگی آن متناسب با غلظت ماده یا گروهی از مواد مورد سنجش است،تبدیل می نماید.چنین عملی ازتلفیق دو فرایند متفاوت حاصل می شود.این وسیله ویژگی و حساسیت مواد بیولوژیکی را با قدرت محاسبه گری ریزپردازشگر ترکیب می نماید. بیشتر بیوسنسورها از مبدل های الکتروشیمیایی ساخته شده اند.



شکل۲: زیست حسگر (بیوسنسور) باکتریائی ارزیابی غلظت سم

واژه نامه:

Abiotic stress. Outside (nonliving) factors which can cause harmful effects to plants, such as soil conditions, drought, extreme temperatures.
Adaptive radiation. The evolution of new species or sub- species to fill unoccupied ecological niches.
Aerobe. A microorganism that grows in the presence of oxygen. See Anaerobe.
Agarose gel electrophoresis. A matrix composed of a highly purified form of agar that is used to separate larger DNA and RNA molecules ranging 20,000 nucleotides. (See Electrophoresis.)
Alleles. Alternate forms of a gene or DNA sequence, which occur on either of two homologous chromosomes in a diploid organism. (See DNA polymorphism.)
Alternative mRNA splicing. The inclusion or exclusion of different exons to form different mRNA transcripts. (See RNA.)
Amino acid. Any of 20 basic building blocks of proteins-- composed of a free amino (NH2) end, a free carboxyl (COOH) end, and a side group (R).
Ampicillin (beta-lactamase). An antibiotic derived from penicillin that prevents bacterial growth by interfering with cell wall synthesis.
Amplify. To increase the number of copies of a DNA sequence, in vivo by inserting into a cloning vector that replicates within a host cell, or in vitro by polymerase chain reaction (PCR).
Anaerobe. An organism that grows in the absence of oxygen. See Aerobe.
Anneal. The pairing of complementary DNA or RNA sequences, via hydrogen bonding, to form a double-stranded polynucleotide. Most often used to describe the binding of a short primer or probe.
Antibiotic resistance. The ability of a microorganism to produce a protein that disables an antibiotic or prevents transport of the antibiotic into the cell.
Antibody. An immunoglobulin protein produced by B- lymphocytes of the immune system that binds to a specific antigen molecule. (See monoclonal antibodies, polyclonal antibodies.)
Anticodon. A nucleotide base triplet in a transfer RNA molecule that pairs with a complementary base triplet, or codon, in a messenger RNA molecule. See Codon, Messenger RNA, RNA.
Antigen. Any foreign substance, such as a virus, bacterium, or protein, that elicits an immune response by stimulating the production of antibodies. (See Antigenic determinant, antigenic switching.)
Antigenic determinant. A surface feature of a microorganism or macromolecule, such as a glycoprotein, that elicits an immune response.
Antigenic switching. The altering of a microorganism's surface antigens through genetic rearrangement, to elude detection by the host's immune system.
Antimicrobial agent. Any chemical or biological agent that harms the growth of microorganisms.
Antisense RNA. A complementary RNA sequence that binds to a naturally occurring (sense) mRNA molecule, thus blocking its translation. (See RNA.)
Asexual reproduction. Nonsexual means of reproduction which can include grafting and budding.

Autosome. A chromosome that is not involved in sex determination.

B

beta-DNA. The normal form of DNA found in biological systems, which exists as a right-handed helix.
beta-Lactamase. Ampicillin resistance gene. (See Selectable marker.)
Bacillus. A rod-shaped bacterium.
Bacillus thuringiensis (Bt). A bacterium that kills insects; a major component of the microbial pesticide industry.
Backcross. Crossing an organism with one of its parent organisms.
Bacteriocide. A class of antibiotics that kills bacterial cells.
Bacteriophage (phage or phage particle). A virus that in- fects bacteria. Altered forms are used as vectors for cloning DNA.
Bacteriostat. A class of antibiotics that prevents growth of bacterial cells.
Bacterium. A single-celled, microscopic prokaryotic organism: a single cell organism without a distinct nucleus.
Base pair (bp). A pair of complementary nitrogenous bases in a DNA molecule--adenine-thymine and guanine-cytosine. Also, the unit of measurement for DNA sequences.
Bioaugmentation. Increasing the activity of bacteria that decompose pollutants; a technique used in bioremediation.
Biodiversity. The wide diversity and interrelatedness of earth organisms based on genetic and environmental factors.
Bioenrichment. Adding nutrients or oxygen to increase microbial breakdown of pollutants.
Biologics. Agents, such as vaccines, that give immunity to diseases or harmful biotic stresses.
Biomass. The total dry weight of all organisms in a particular sample, population, or area.
Bioremediation. The use of microorganisms to remedy environmental problems. See Bioaugmentation, Bioenrichment.
Biotechnology. The scientific manipulation of living organ- isms, especially at the molecular genetic level, to produce useful products. Gene splicing and use of recombinant DNA (rDNA) are major techniques used.
Biotic stress. Living organisms which can harm plants , such as viruses, fungi, and bacteria, and harmful insects. See Abiotic stress.

C

Capsid. See Coat protein.
Carcinogen. A substance that induces cancer.
Carcinoma. A malignant tumor derived from epithelial tissue, which forms the skin and outer cell layers of internal organs.
Catalyst. A substance that promotes a chemical reaction by lowering the activation energy of a chemical reaction, but which itself remains unaltered at the end of the reaction. (See Catalytic antibody, Catalytic RNA.)
Catalytic antibody (abzyme). An antibody selected for its ability to catalyze a chemical reaction by binding to and stabilizing the transition state intermediate.
Catalytic RNA (ribozyme). A natural or synthetic RNA molecule that cuts an RNA substrate.
Cation. A positively charged ion.
cDNA. DNA synthesized from an RNA template using reverse transcriptase.
cDNA library. A library composed of complementary copies of cellular mRNAs. (See Library.)

Cellular oncogene (proto-oncogene). A normal gene that when mutated or improperly expressed contributes to the development of cancer. (See Oncogene.)
Centers of origin. Usually the location in the world where the oldest cultivation of a particular crop has been identified.
Central dogma. Francis Crick's seminal concept that in nature genetic information generally flows from DNA to RNA to protein.
Centrifugation. Separating molecules by size or density using centrifugal forces generated by a spinning rotor. G forces of several hundred thousand times gravity are generated in ultracentrifugation. (See Density gradient centrifugation.)
Centromere. The central portion of the chromosome to which the spindle fibers attach during mitotic and meiotic division.
Chemotherapy. A treatment for cancers that involves ad- ministering chemicals toxic to malignant cells.
Chloramphenicol. An antibiotic that interferes with protein synthesis.
Chromatid. Each of the two daughter strands of a duplicated chromosome joined at the centromere during mitosis and meiosis.
Chromosome. A single DNA molecule, a tightly coiled strant of DNA, condensed into a compact structure in vivo by complexing with accessory histones or histone-like proteins. Chromosomes exist in pairs in higher eukaryotes. (See Chromosome walking.)
Chromosome walking. Working from a flanking DNA marker, overlapping clones are successively identified that span a chromosomal region of interest. (See Chromosome.)
Cistron. A DNA sequence that codes for a specific polypeptide; a gene. See DNA, Gene.
Clone. An exact genetic replica of a specific gene or an entire organism. See Cloning.
Cloning. The mitotic division of a progenitor cell to give rise to a population of identical daughter cells or clones. (See Directional cloning, Megabase cloning, Molecular cloning, Subcloning.)
Coat protein (capsid). The coating of a protein that enclosed the nucleic acid core of a virus.
Codon. A group of three nucleotides that specifies addition of one of the 20 amino acids during translation of an mRNA into a polypeptide. Strings of codons form genes and strings of genes form chromosomes. (See Initiation codon, Termination codon.)
Coenzyme (cofactor). An organic molecule, such as a vitamin, that binds to an enzyme and is required for its catalytic activity.
Colony. A group of identical cells (clones) derived from a single progenitor cell.
Commensalism. The close association of two or more dissimilar organisms where the association is advantageous to one and doesn't affect the other(s). See Parasitism, Symbiosis.
Competency. An ephemeral state, induced by treatment with cold cations, during which bacterial cells are capable of uptaking foreign DNA.
Complementary DNA or RNA. The matching strand of a DNA or RNA molecule to which its bases pair. (See DNA, RNA.)
Complementary nucleotides. Members of the pairs adenine-thymine, adenine-uracil, and guaninecytosine that have the ability to hydrogen bond to one another. (See nucleotide.)
Concatemer. A DNA segment composed of repeated sequences linked end to end.
Conjugation. The joining of two bacteria cells when genetic material is transferred from one bacterium to another.

Constitutive promoter. An unregulated promoter that allows for continual transcription of its associated gene. (See Promoter.)
Contiguous (contig) map. The alignment of sequence data from large, adjacent regions of the genome to produce a continuous nucleotide sequence across a chromosomal region. (See Mapping.)
Cross-hybridization. The hydrogen bonding of a single- stranded DNA sequence that is partially but not entirely complementary to a singlestranded substrate. Often, this involves hybridizing a DNA probe for a specific DNA sequence to the homologous sequences of different species.
Cross-pollination. Fertilization of a plant from a plant with a different genetic makeup.
Crossing-over. The exchange of DNA sequences between chromatids of homologous chromosomes during meiosis.
Culture. A particular kind of organism growing in a laboratory medium.
Cyclic AMP (cyclic adenosine monophosphate). A second messenger that regulates many intracellular reactions by transducing signals from extracellular growth factors to cellular metabolic pathways.
Cytogenetics. Study that relates the appearance and behavior of chromosomes to genetic phenomenon.

D

Dalton. A unit of measurement equal to the mass of a hydrogen atom, 1.67 x 10E-24 gram/L (Avogadro's number).
Death phase. The final growth phase, during which nutrients have been depleted and cell number decreases. (See Growth phase).
Denature. To induce structural alterations that disrupt the biological activity of a molecule. Often refers to breaking hydrogen bonds between base pairs in double-stranded nucleic acid molecules to produce in single-stranded polynucleotides or altering the secondary and tertiary structure of a protein, destroying its activity.
Density gradient centrifugation. High-speed centrifugation in which molecules "float" at a point where their density equals that in a gradient of cesium chloride or sucrose. (See Centrifugation.)
Diabetes. A disease associated with the absence or reduced levels of insulin, a hormone essential for the transport of glucose to cells.
Dideoxynucleotide (didN). A deoxynucleotide that lacks a 3' hydroxyl group, and is thus unable to form a 3'-5' phosphodiester bond necessary for chain elongation. Dideoxynucleotides are used in DNA sequencing and the treatment of viral diseases. (See Nucleotide.)
didN. See Dideoxynucleotide.
Digest. To cut DNA molecules with one or more restriction endonucleases.
Diploid cell. A cell which contains two copies of each chromosome. See Haploid cell.
Directional cloning. DNA insert and vector molecules are digested with two different restriction enzymes to create noncomplementary sticky ends at either end of each restriction fragment. This allows the insert to be ligated to the vector in a specific orientation and prevents the vector from recircularizing. (See Cloning.)
DNA (Deoxyribonucleic acid). An organic acid and polymer composed of four nitrogenous bases--adenine, thymine, cytosine, and guanine linked via intervening units of phosphate and the pentose sugar deoxyribose. DNA is the genetic material of most organisms and usually exists as

a double-stranded molecule in which two antiparallel strands are held together by hydrogen bonds between adeninethymine and cytosine-guanine. (See b-DNA, cDNA, Complementary DNA or RNA, DNA polymorphism, DNA sequencing, Double-stranded complementary DNA, Duplex DNA, Z-DNA.)

DNA diagnosis. The use of DNA polymorphisms to detect the presence of a disease gene.

DNA fingerprint. The unique pattern of DNA fragments identified by Southern hybridization (using a probe that binds to a polymorphic region of DNA) or by polymerase chain reaction (using primers flanking the polymorphic region).

DNA polymerase. See Polymerase.

DNA polymorphism. One of two or more alternate forms (alleles) of a chromosomal locus that differ in nucleotide sequence or have variable numbers of repeated nucleotide units. (See Allele.)

DNA sequencing. Procedures for determining the nucleotide sequence of a DNA fragment.

Dominant. An allele is said to be dominant if it expresses its phenotype even in the presence of a recessive allele. See Allele, Phenotype, Recessive.

Dominant gene. A gene whose phenotype is when it is present in a single copy.

Dominant(-acting) oncogene. A gene that stimulates cell proliferation and contributes to oncogenesis when present in a single copy. (See Oncogene.)

Dormancy. A period in which a plant does not grow, awaiting necessary environmental conditions such as temperature, moisture, nutrient availability.

Double helix. Describes the coiling of the antiparallel strands of the DNA molecule, resembling a spiral staircase in which the paired bases form the steps and the sugar-phosphate backbones form the rails.

Double-stranded complementary DNA (dscDNA). A duplex DNA molecule copied from a cDNA template.

Downstream. The region extending in a 3' direction from a gene.

dscDNA. See double-stranded complementary DNA.

Duplex DNA. Double-stranded DNA.

E

Ecology. The study of the interactions of organisms with their environment and with each other.

Ecosystem. The organisms in a plant population and the biotic and abiotic factors which impact on them. See abiotic factors; Biotic factors.

Electrophoresis. The technique of separating charged mol- ecules in a matrix to which is applied an electrical field. (See Agarose gell electrophoresis, Polycrylamide gell electrophoresis.)

Electroporation. A method for transforrning DNA, especially useful for plant cells, in which high voltage pulses of electricity are used to open pores in cell membranes, through which foreign DNA can pass.

Encapsidation. Process by which a virus' nucleic acid is enclosed in a capsid. See Coat protein.

Endophyte. An organism that lives inside another.

Environmental Protection Agency (EPA). The U.S. regulatory agency for biotechnology of microbes. The major laws under which the agency has regulatory powers are the Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act (FIFRA); and the Toxic Substances Control Act (TSCA).

Enzymes. Proteins that control the various steps in all chemical reactions.

Escherichia coli. A commensal bacterium inhabiting the human colon that is widely used in biology, both as a simple model of cell biochemical function and as a host for molecular cloning experiments.
Ethidium bromide. A fluorescent dye used to stain DNA and RNA. The dye fluoresces when exposed to UV light.
Eukaryote. An organism whose cells possess a nucleus and other membrane-bound vesicles, including all members of the protist, fungi, plant and animal kingdoms; and excluding viruses, bacteria, and blue-green algae. See Prokaryote.
Evolution. The long-term process through which a population of organisms accumulats genetic changes that enable its members to successfully adapt to environmental conditions and to better exploit food resources.
Express. To translate a gene's message into a molecular product.

F

Flanking region. The DNA sequences extending on either side of a specific locus or gene.
Food and Drug Administration (FDA). The U.S. agency responsible for regulation of biotechnology food products. The major laws under which the agency has regulatory powers include the Food, Drug, and Cosmetic Act; and the Public Health Service Act.
Fungus. A microorganism that lacks chlorophyll.
Fusion gene. A hybrid gene created by joining portions of two different genes (to produce a new protein) or by joining a gene to a different promoter (to alter or regulate gene transcription).

G

Gamete. A haploid sex cell, egg or sperm, that contains a single copy of each chromosome.
GEM. A genetically engineered microorganism.
Gene. A locus on a chromosome that encodes a specific protein or several related proteins. It is considered the functional unit of heredity. (See Dominant gene, Fusion gene, Gene amplification, Gene expression, Gene flow, Gene pool, Gene splicing, Gene translocation, Recessive gene, Regulatory gene.)
Gene amplification. The presence of multiple genes. Amplification is one mechanism through which proto-oncogenes are activated in malignant cells.
Gene cloning. The process of synthesizing multiple copies of a particular DNA sequence using a bacteria cell or another organism as a host. See DNA, Host.
Gene expression. The process of producing a protein from its DNA- and mRNA-coding sequences.
Gene flow. The exchange of genes between different but (usually) related populations.
Gene frequency. The percentage of a given allele in a population of organisms. See Allele.
Gene insertion. The addition of one or more copies of a normal gene into a defective chromosome.
Gene linkage. The hereditary association of genes located on the same chromosome.
Gene modification. The chemical repair of a gene's defective DNA sequence. See DNA.
Gene pool. The totality of all alleles of all genes of all individuals in a particular population.
Gene splicing. Combining genes from different organisms into one organism. See recombinant DNA.
Gene translocation. The movement of a gene fragment from one chromosomal location to another, which often alters or abolishes expression.

Genetic assimilation. Eventual extinction of a natural species as massive pollen flow occurs from another related species and the older crop becomes more like the new crop. See Gene flow.
Genetic code. The three-letter code that translates nucleic acid sequence into protein sequence. The relationships between the nucleotide base-pair triplets of a messenger RNA molecule and the 20 amino acids that are the building blocks of proteins. See Base pair, Nucleic acid, Nucleotide.
Genetic disease. A disease that has its origin in changes to the genetic material, DNA. Usually refers to diseases that are inherited in a Mendelian fashion, although noninherited forms of cancer also result from DNA mutation.
Genetic drift. Random variation in gene frequency from one generation to another.
Genetic engineering. The manipulation of an organism's genetic endowment by introducing or eliminating specific genes through modern molecular biology techniques. A broad definition of genetic engineering also includes selective breeding and other means of artificial selection.
Genetic linkage map. A linear map of the relative positions of genes along a chromosome. Distances are established by linkage analysis, which determines the frequency at which two gene loci become separated during chromosomal recombination. (See Mapping.)
Genetic marker. A gene or group of genes used to "mark" or track the action of microbes.
Genome. The genetic complement contained in the chromosomes of a given organism, usually the haploid chromosome state.
Genomic library. A library composed of fragments of genomic DNA. (See Library.)
Genotype. The structure of DNA that determines the expression of a trait. See Phenotype.
Genus. A category including closely related species. Interbreeding between organisms within the same category can occur.
GEO. Genetically engineered organism.
Germ cell. Reproductive cell. See Somatic cell.
Germ cell (germ line) gene therapy. The repair or re- placement of a defective gene within the gamete-forming tissues, which produces a heritable change in an organism's genetic constitution.
GMO. Genetically modified organism.
Green revolution. Advances in genetics, petrochemicals, and machinery that culminated in a dramatic increase in crop productivity during the third quarter of the 20th century.
Growth curve. See Growth phase.
Growth factor. A serum protein that stimulates cell division when it binds to its cell-surface receptor.
Growth phase (curve). The characteristic periods in the growth of a bacterial culture, as indicated by the shape of a graph of viable cell number versus time. (See Death phase, Lag phase, Logarithmic phase, Stationary phase.)

H

Haploid cell. A cell containing only one set, or half the usual (diploid) number, of chromosomes.
Hemophilia. An X-linked recessive genetic disease, caused by a mutation in the gene for clotting factor VIII (hemophilia A) or clotting factor IX (hemophilia B), which leads to abnormal blood clotting.
Herbicide. Any substance that is toxic to plants; usually used to kill specific unwanted plants.
Heterochromatin. Dark-stained regions of chromosomes thought to be for the most part genetically inactive.

Heteroduplex. A double-stranded DNA molecule or DNA-RNA hybrid, where each strand is of a different origin.
Heterogeneous nuclear RNA (hnRNA). The name originally given to large RNA molecules found in the nucleus, which are now known to be unedited mRNA transcripts, or pre-mRNAs. (See RNA.)
HGH. See Human growth hormone.
hnRNA. See Heterogeneous nuclear RNA.
Homologous chromosomes. Chromosomes that have the same linear arrangement of genes--a pair of matching chromosomes in a diploid organism. See Chromosomes.
Homologous recombination. The exchange of DNA fragments between two DNA molecules or chromatids of paired chromosomes (during crossing over) at the site of identical nucleotide sequences.
Homozygote. An organism whose genotype is characterized by two identical alleles of a gene. See Allele, Genotype.
Host. An organism that contains another organism.
Human Genome Project. A project coordinated by the National Institutes of Health (NIH) and the Department of Energy (DOE) to determine the entire nucleotide sequence of the human chromosomes. (See NIH.)
Human growth hormone (HGH, somatotrophin). A protein produced in the pituitary gland that stimulates the liver to produce somatomedins, which stimulate growth of bone and muscle.
Hybrid. The offspring of two parents differing in at least one genetic characteristic (trait). Also, a heteroduplex DNA or DNA-RNA molecule.
Hybridization. The hydrogen bonding of complementary DNA and/or RNA sequences to form a duplex molecule. (See Northern hybridization, Southern hybridization.)
Hybridoma. A hybrid cell, composed of a B lymphocyte fused to a tumor cell, which grows indefinitely in tissue culture and is selected for the secretion of a specific antibody of interest.
Hydrogen bond. A relatively weak bond formed between a hydrogen atom (which is covalently bound to a nitrogen or oxygen atom) and a nitrogen or oxygen with an unshared electron pair.

I

Immortalizing oncogene. A gene that upon transfection enables a primary cell to grow indefinitely in culture. (See Oncogene.)
Incomplete dominance. A condition where a heterozygous off- spring has a phenotype that is distinctly different from, and intermediate to, the parental phenotypes. See Heterozygote, Phenotype.
Initiation codon. The mRNA sequence AUG, coding for methionine, which initiates translation of mRNA.
Inositol lipid. A membrane-anchored phospholipid that transduces hormonal signals by stimulating the release of any of several chemical messengers. (See Phospholipid.)
Insertion mutations. Changes in the base sequence of a DNA molecule resulting from the random integration of DNA from another source. See DNA, Mutation.
In situ. Refers to performing assays or manipulations with intact tissues.
Insulin. A peptide hormone secreted by the islets of Langerhans of the pancreas that regulates the level of sugar in the blood.
Interferon. A family of small proteins that stimulate viral resistance in cells.

Intergenic regions. DNA sequences located between genes that comprise a large percentage of the human genome with no known function.
Introgression. Backcrossing of hybrids of two plant populations to introduce new genes into a wild population.
Intron. A noncoding DNA sequence within a gene that is initially transcribed into messenger RNA but is later snipped out. See Coding, DNA, Messenger RNA, Transcription.
Invasiveness. Ability of a plant to spread beyond its introduction site and become established in new locations where it may provide a deliterious effect on organisms already existing there.
In vivo. Refers to biological processes that take place within a living organism or cell.
Ion. A charged particle.
Isotope. One of two or more forms of an element that have the same number of protons (atomic number) but differing numbers of neutrons (mass numbers). Radioactive isotopes are commonly used to make DNA probes and metabolic tracers.

J

Joining (J) segment. A small DNA segment that links genes to yield a functional gene encoding an immunogobulin.

K

Kanamycin. An antibiotic of the aminoglycoside family that poisons translation by binding to the ribosomes.
Karyotype. All of the chromosomes in a cell or an individual organism, visible through a microsope during cell division.

L

Lag phase. The initial growth phase, during which cell number remains relatively constant prior to rapid growth. See growth phase.
Legume. A member of the pea family that possesses root nodules containing nitrogen-fixing bacteria.
Library. A collection of cells, usually bacteria or yeast, that have been transformed with recombinant vectors carrying DNA inserts from a single species. (See cDNA library, Expression library, Genomic library.)
Ligase (DNA ligase). An enzyme that catalyzes a condensation reaction that links two DNA molecules via the formation of a phosphodiester bond between the 3' hydroxyl and 5' phosphate of adjacent nucleotides.
Ligate. The process of joining two or more DNA fragments.
Lineage. A chart that traces the flow of genetic information from generation to generation.
Linkage. The frequency of coinheritance of a pair of genes and/or genetic markers, which provides a measure of their physical proximity to one another on a chromosome.
Linkage map. See Genetic linkage map.
Linked genes/markers. Genes and/or markers that are so closely associated on the chromosome that they are coinherited in 80% or more of cases.
Linker. A short, double-stranded oligonucleotide containing a restriction endonuclease recognition site, which is ligated to the ends of a DNA fragment.
Liposomes. Membrane-bound vesicles constructed in the laboratory to transport biological molecules.
Locus (plural = loci). A specific location or site on a chromosome.

Logarithmic phase (log or exponential growth phase). The steepest slope of the growth curve--the phase of vigorous growth during which cell number doubles every 20-30 minutes. (See Growth phase.)
Lysis. The destruction of the cell membrane.
Lysogen. A bacterial cell whose chromosome contains in- tegrated viral DNA.
Lysogenic. A type or phase of the virus life cycle during which the virus integrates into the host chromosome of the infected cell, often remaining essentially dormant for some period of time. See Lysogen.
Lytic. A phase of the virus life cycle during which the vi- rus replicates within the host cell, releasing a new generation of viruses when the infected cell lyses.

M

Malignant. Having the properties of cancerous growth.
Mapping. Determining the physical location of a gene or genetic marker on a chromosome. (See Continuous map, Genetic map, Physical map.)
Megabase cloning. The cloning of very large DNA fragments. (See Cloning.)
Meiosis. The reduction division process by which haploid gametes and spores are formed, consisting of a single duplication of the genetic material followed by two mitotic divisions.
Messenger RNA (mRNA). The class of RNA molecules that copies the genetic information from DNA, in the nucleus, and carries it to ribosomes, in the cytoplasm, where it is translated into protein. (See RNA.)
Metabolism. The biochemical processes that sustain a living cell or organism.
Metallothionein. A protective protein that binds heavy metals, such as cadmium and lead.
Microbe. A microorganism.
Microbial mats (biofilms). Layered groups or communities of microbial populations.
Microinjection. A means to introduce a solution of DNA, protein, or other soluble material into a cell using a fine microcapillary pipet.
Mitosis. The replication of a cell to form two daughter cells with identical sets of chromosomes.
Molecular biology. The study of the biochemical and mo- lecular interactions within living cells.
Molecular cloning. The biological amplification of a specific DNA sequence through mitotic division of a host cell into which it has been transformed or transfected. (See Cloning.)
Molecular genetics. The study of the flow and regulation of genetic information between DNA, RNA, and protein molecules.
Monoclonal antibodies. Immunoglobulin molecules of single- epitope specificity that are secreted by a clone of B cells.
Monoculture. The agricultural practice of cultivating crops consisting of genetically similar organisms.
Monogenic. Controlled by or associated with a single gene.
Multi-locus probe. A probe that hybridizes to a number of different sites in the genome of an organism. (See Probe.)
Mutagen. Any agent or process that can cause mutations. See Mutation.
Mutation. An alteration in DNA structure or sequence of a gene. (See Point mutation.)
Mutualism. See Symbiosis.
Mycorrhizae. Fungi that form symbiotic relationships with roots of more developed plants.

N

National Institutions of Health (NIH). A nonregulatory agency which has oversight of research activities that the agency funds.
National Science Foundation (NSF). A nonregulatory agency which has oversight of biotechnology research activities that the agency funds.
Natural selection. The differential survival and reproduc- tion of organisms with genetic characteristics that enable them to better utilize environmental resources.
Nick translation. A procedure for making a DNA probe in which a DNA fragment is treated with DNase to produce single-stranded nicks, followed by incorporation of radioactive nucleotides from the nicked sites by DNA polymerase I.
Nicked circle (relaxed circle). During extraction of plasmid DNA from the bacterial cell, one strand of the DNA becomes nicked. This relaxes the torsional strain needed to maintain supercoiling, producing the familiar form of plasmid. (See Plasmid.)
Nitrocellulose. A membrane used to immobilize DNA, RNA, or protein, which can then be probed with a labeled sequence or antibody.
Nitrogen fixation. The conversion of atmospheric nitrogen to biologically usable nitrates.
Nitrogenous bases. The purines (adenine and guanine) and pyrimidines (thymine, cytosine, and uracil) that comprise DNA and RNA molecules.
Nodule. The enlargement or swelling on roots of nitrogen- fixing plants. The nodules contain symbiotic nitrogen- fixing bacteria. See Nitrogen fixation.
Nontarget organism. An organism which is affected by an interaction for which it was not the intended recipient.
Northern hybridization. (Northern blotting). A procedure in which RNA fragments are transferred from an agarose gel to a nitrocellulose filter, where the RNA is then hybridized to a radioactive probe. (See Hybridization.)
Nuclease. A class of enzymes that degrades DNA and/or RNA molecules by cleaving the phosphodiester bonds that link adjacent nucleotides. In deoxyribonuclease (DNase), the substrate is DNA. In endonuclease, it cleaves at internal sites in the substrate molecule. Exonuclease progressively cleaves from the end of the substrate molecule. In ribonuclease (RNase), the substrate is RNA. In the S1 nuclease, the substrate is single-stranded DNA or RNA.
Nucleic acids. The two nucleic acids, deoxyribonucleic acid (DNA) and ribonucleic acid (RNA), are made up of long chains of molecules called nucleotides. See DNA, RNA, Nucleotides.
Nuclein. The term used by Friedrich Miescher to describe the nuclear material he discovered in 1869, which today is known as DNA.
Nucleoside. A building block of DNA and RNA, consisting of a nitrogenous base linked to a five carbon sugar. (See Nucleoside analog.)
Nucleoside analog. A synthetic molecule that resembles a naturally occuring nucleoside, but that lacks a bond site needed to link it to an adjacent nucleotide. (See Nucleoside.)
Nucleotide. A building block of DNA and RNA, consisting of a nitrogenous base, a five-carbon sugar, and a phosphate group. Together, the nucleotides form codons, which when strung together form genes, which in turn link to form chromosomes. (See Chromosome, Codon, Complementary nucleotides, Dideoxynucleotide, DNA, Gene, Oligonucleotide, RNA.)
Nucleus. The membrane-bound region of a eukaryotic cell that contains the chromosomes.

O

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). One of the U.S. agencies responsible for regulation of biotechnology. The major law under which the agency has regulatory powers is the Occupational Safety and Health Act.
Oligonucleotide. A DNA polymer composed of only a few nucleotides. (See Nucleotide.)
Oncogene. A gene that contributes to cancer formation when mutated or inappropriately expressed. (See Cellular oncogene, Dominant oncogene, Immortalizing oncogene, Recessive oncogene.)
Oncogenesis. The progression of cytological, genetic, and cellular changes that culminate in a malignant tumor.
Open pollination. Pollination by wind, insects, or other natural mechanisms.
Open reading frame. A long DNA sequence that is unin- terrupted by a stop codon and encodes part or all of a protein. (See Reading frame.)
Operator. A prokaryotic regulatory element that interacts with a repressor to control the transcription of adjacent structural genes.
Organelle. A cell structure that carries out a specialized function in the life of a cell.
Origin of replication. The nucleotide sequence at which DNA synthesis is initiated.
Overlapping reading frames. Start codons in different reading frames generate different polypeptides from the same DNA sequence. (See Reading frame.)

P

Paleontology. The study of the fossil record of past geo- logical periods and of the phylogenetic relationships between ancient and contemporary plant and animal species.
Palindromic sequence. A DNA locus whose 5'-to-3' sequence is identical on each DNA strand. The sequence is the same when one strand is read left to right and the other strand is read right to left. Recognition sites of many restriction enzymes are palindromic. See DNA.
pAMP. Ampicillin-resistant plasmid developed for this laboratory course. (See Plasmid.)
Parasitism. The closee association of two or more dissimilar organisms where the association is harmful to at least one. See Commensalism, Parasitism, Symbiosis.
Pathogen. Organism which can cause disease in another organism.
PCR. See Polymerase chain reaction.
Pedigree. A diagram mapping the genetic history of a par- ticular family.
Persistence. Ability of an organism to remain in a particular setting for a period of time after it is introduced.
Pesticide. A substance that kills harmful organisms (for example, an insecticide or fungicide).
Phage (particle). See Bacteriophage.
Phenotype. The observable characteristics of an organism, the expression of gene alleles (genotype) as an observable physical or biochemical trait. See Genotype.
Pheromone. A hormone-like substance that is secreted into the environment.
Phosphatase. An enzyme that hydrolyzes esters of phosphoric acid, removing a phosphate group.
Phosphodiester bond. A bond in which a phosphate group joins adjacent carbons through ester linkages. A condensation reaction between adjacent nucleotides results in a phosphodiester bond between 3' and 5' carbons in DNA and RNA.
Phospholipid. A class of lipid molecules in which a phos- phate group is linked to glycerol and two fatty acyl groups. A chief component of biological membranes. (See Inositol phospholipid.)
Phosphorylation. The addition of a phosphate group to a compound.

Physical map. A map showing physical locations on a DNA molecule, such as restriction sites, and sequence-tagged sites. (See Mapping.)
Plaque. A clear spot on a lawn of bacteria or cultured cells where cells have been Iysed by viral infection.
Plasmid (p). A circular DNA molecule, capable of autonomous replication, which typically carries one or more genes encoding antibiotic resistance proteins. Plasmids can transfer genes between bacteria and are important tools of transformation for genetic engineers. (See Nicked circle, pAMP, Relaxed plasmid, Stringent plasmid, Supercoiled plasmid.)
Pleiotrophy. The effect of a particular gene on several different traits.
Point mutation. A change in a single base pair of a DNA sequence in a gene. (See Mutation.)
Poly(A) polymerase. Catalyzes the addition of adenine residues to the 3' end of pre-mRNAs to form the poly(A) tail. (See Polymerase.)
Polyacrylamide gel electrophoresis. Electrophoresis through a matrix composed of a synthetic polymer, used to separate proteins, small DNA, or RNA molecules of up to 1000 nucleotides. Used in DNA sequencing. (See Electrophoresis.)
Polyclonal antibodies. A mixture of immunoglobulin molecules secreted against a specific antigen, each recognizing a different epitope.
Polygenic. Controlled by or associated with more than one gene.
Polylinker. A short DNA sequence containing several re- striction enzyme recognition sites that is contained in cloning vectors.
Polymer. A molecule composed of repeated subunits.
Polymerase (DNA). Synthesizes a double-stranded DNA molecule using a primer and DNA as a template. (See Poly(A) polymerase, Polymerase chain reaction, RNA polymerase, Taq polymerase.)
Polymorphisms. Variant forms of a particular gene that occur simultaneously in a population.
Polynucleotide. A DNA polymer composed of multiple nucleotides. (See Nucleotide.)
polymerase chain reaction (PCR). A procedure that en- zymatically amplifies a DNA polymerase. (See Polymerase.)
Polypeptide (protein). A polymer composed of multiple amino acid units linked by peptide bonds.
Polyploid. A multiple of the haploid chromosome number that results from chromosome replication without nuclear division.
Polysaccharide. A polymer composed of multiple units of monosaccharide (simple sugar).
Polyvalent vaccine. A recombinant organism into which has been cloned antigenic determinants from a number of different disease-causing organisms. (See Vaccine.)
Population. A local group of organisms belonging to the same species and capable of interbreeding.
Prion. See Proteinaceous infectious particle.
Probe. A sequence of DNA or RNA, labeled or marked with a radioactive isotope, used to detect the presence of complementary nucleotide sequences. See Nucleotide.
Prokaryote. A bacterial cell lacking a true nucleus; its DNA is usually in one long strand. See Eukaryote.
Primary cell. A cell or cell line taken directly from a living organism, which is not immortalized.

Primer. A short DNA or RNA fragment annealed to single-stranded DNA, from which DNA polymerase extends a new DNA strand to produce a duplex molecule.
Probe. A single-stranded DNA that has been radioactively labeled and is used to identify complementary sequences in genes or DNA fragments of interest. (See Multilocus probe.)
Promoter. A region of DNA extending 150-300 bp upstream from the transcription start site that contains binding sites for RNA polymerase and a number of proteins that regulate the rate of transcription of the adjacent gene. (See Constitutive promoter.)
Pronucleus. Either of the two haploid gamete nuclei just prior to their fusion in the fertilized ovum.
Protease. An enzyme that cleaves peptide bonds that link amino acids in protein molecules.
Protein. A polymer of amino acids linked via peptide bonds and which may be composed of two or more polypeptide chains. (See Polypeptide.)
Proteinaceous infectious particle (prion). A proposed pathogen composed only of protein with no detectable nucleic acid and which is responsible for Creutzfeldt-Jakob disease and kuru in humans and scrapie in sheep.
Protein kinase. An enzyme that adds phosphate groups to a protein molecule at serine, threonine, or tyrosine residues.
Proteolytic. The ability to break down protein molecules.

R

Reading frame. A series of triplet codons beginning from a specific nucleotide. Depending on where one begins, each DNA strand contains three different reading frames. (See Open reading frame, Overlapping reading frames.)
Recessive(-acting) oncogene, (anti-oncogene). A single copy of this gene is sufficient to suppress cell proliferation; the loss of both copies of the gene contributes to cancer formation. (See Oncogene.)
Recessive gene. Characterized as having a phenotype expressed only when both copies of the gene are mutated or missing.
Recognition sequence (site). A nucleotide sequence--composed typically of 4, 6, or 8 nucleotides--that is recognized by a restriction endonuclease. Type II enzyrnes cut (and their corresponding modification enzymes methylate) within or very near the recognition sequence.
Recombinant. A cell that results from recombination of genes.
Recombinant DNA. The process of cutting and recombining DNA fragments from different sources as a means to isolate genes or to alter their structure and function.
Recombination frequency. The frequency at which crossing over occurs between two chromosomal loci--the probability that two loci will become unlinked during meiosis.
Regulatory gene. A gene whose protein controls the activity of other genes or metabolic pathways.
Relaxed plasmid. A plasmid that replicates independently of the main bacterial chromosome and is present in 10-500 copies per cell. (See Plasmid.)
Renature. The reannealing (hydrogen bonding) of single- stranded DNA and/or RNA to form a duplex molecule.
Replicon. A chromosomal region containing the DNA sequences necessary to initiate DNA replication processes.

Repressor. A DNA-binding protein in prokaryotes that blocks gene transcription by binding to the operator.
Restriction endonuclease (enzyme). A class of endonucleases that cleaves DNA after recognizing a specific sequence, such as BamH1 (GGATCC), EcoRI (GAATTC), and HindIII (AAGCTT). Type I. Cuts nonspecifically a distance greater than 1000 bp from its recognition sequence and contains both restriction and methylation activities. Type II. Cuts at or near a short, and often symmetrical, recognition sequence. A separate enzyme methylates the same recognition sequence. Type III. Cuts 24-26 bp downstream from a short, asymmetrical recognition sequence. Requires ATP and contains both restriction and methylation activities.
Restriction-fragment-length polymorphism (RFLP). Differences in nucleotide sequence between alleles at a chromosomal locus result in restriction fragments of varying lengths detected by Southern analysis.
Retrovirus. A member of a class of RNA viruses that utilizes the enzyme reverse transcriptase to reverse copy its genome into a DNA intermediate, which integrates into the hostcell chromosome. Many naturally occurring cancers of vertebrate animals are caused by retroviruses.
Reverse genetics. Using linkage analysis and polymorphic markers to isolate a disease gene in the absence of a known metabolic defect, then using the DNA sequence of the cloned gene to predict the amino acid sequence of its encoded protein.
Reverse transcriptase (RNA-dependent DNA polymerase). An enzyme isolated from retrovirus-infected cells that synthesizes a complementary (c)DNA strand from an RNA template.
RFLP. See Restriction-fragment-length polymorphism.
Rhizobia. Bacteria in a symbiotic relationship with leguminous plants that results in nitrogen fixation. See Nitrogen fixation.
Rhizosphere. The soils region on and around plant roots.
Ribozyme. See Catalytic RNA.
Ribosomal RNA (rRNA). The RNA component of the ribosome. (See RNA.)
Ribosome. Cellular organelle that is the site of protein synthesis during translation. See Organelle, Translation.
Ribosome-binding site. The region of an mRNA molecule that binds the ribosome to initiate translation.
RNA (ribonucleic acid). An organic acid composed of re- peating nucleotide units of adenine, guanine, cytosine, and uracil, whose ribose components are linked by phosphodiester bonds. (See Antisense RNA, Heterogeneous nuclear RNA, Messenger RNA, Ribosomal RNA, RNA polymerase, Small nuclear RNA, Transfer RNA.)
RNA polymerase. Transcribes RNA from a DNA template. (See Polymerase, RNA.)

S

Salmonella. A genus of rod-shaped, gram-negative bacteria that are a common cause of food poisoning.
Satellite RNA (viroids). A small, self-splicing RNA molecule that accompanies several plant viruses, including tobacco ringspot virus.
Self-pollination. Pollen of one plant is transferred to the female part of the same plant or another plant with the same genetic makeup.
Selectable marker. A gene whose expression allows one to identify cells that have been transformed or transfected with a vector containing the marker gene. (See B-Lactamase, Kanr.)

Semiconservative replication. During DNA duplication, each strand of a parent DNA molecule is a template for the synthesis of its new complementary strand. Thus, one half of a preexisting DNA molecule is conserved during each round of replication.
Sequence hypothesis. Francis Crick's seminal concept that genetic information exists as a linear DNA code; DNA and protein sequence are colinear.
Sequence-tagged site (STS). A unique (single-copy) DNA sequence used as a mapping landmark on a chromosome.
Sexual reproduction. The process where two cells (gametes) fuse to form one hybrid, fertilized cell. See Asexual reproduction, Gamete, Hybrid.
Signal transduction. The biochemical events that conduct the signal of a hormone or growth factor from the cell exterior, through the cell membrane, and into the cytoplasm. This involves a number of molecules, including receptors, pro- teins, and messengers.
Site-directed mutagenesis. The process of introducing spe- cific base-pair mutations into a gene.
Small nuclear RNA (snRNA). Short RNA transcripts of 100-300 bp that associate with proteins to form small nuclear ribonucleoprotein particles (snRNPs), which participate in RNA processing. (See RNA.)
snRNA. See Small nuclear RNA.
Somatic cell. Any nongerm cell that composes the body of an organism and which possesses a set of multiploid chromosomes (diploid in most organisms). (See Gamete, Somatic cell gene therapy.)
Somatic cell gene therapy. The repair or replacement of a defective gene within somatic tissue. (See Somatic cell.)
Southern blotting. See Southern hybridization.
Southern hybridization (Southern blotting). A procedure in which DNA restriction fragments are transferred from an agarose gel to a nitrocellulose filter, where the denatured DNA is then hybridized to a radioactive probe (blotting). (See Hybridization.)
Species. A classification of related organisms that can freely interbreed.
Spore. A form taken by certain microbes that enables them to exist in a dormant stage. It is an asexual reproductive cell. See Asexual reproduction, Dormant.
Stationary phase. The plateau of the growth curve after log growth, during which cell number remains constant. New cells are produced at the same rate as older cells die. (See Growth phase.)
Sticky end. A protruding, single-stranded nucleotide se- quence produced when a restriction endonuclease cleaves off center in its recognition sequence.
Stringency. Reaction conditions--notably temperature, salt, and pH--that dictate the annealing of single-stranded DNA/DNA, DNA/RNA, and RNA/RNA hybrids. At high stringency, duplexes form only between strands with perfect one-to-one complementarity; lower stringency allows annealing between strands with some degree of mismatch between bases.
Stringent plasmid. A plasmid that only replicates along with the main bacterial chromosome and is present as a single copy, or at most several copies, per cell. (See plasmid.)
Stop codon. See Termination codon.
Structure-functionalism. The scientific tradition that stresses the relationship between a physical structure and its function, for example, the related disciplines of anatomy and physiology.

Subcloning. The process of tranferring a cloned DNA fragment from one vector to another. (See Cloning.)
Subunit vaccine. A vaccine composed of a purified antigenic determinant that is separated from the virulent organism. (See Vaccine, Enzyme.)
Supercoiled plasmid. The predominant in vivo form of plasmid, in which the plasmid is coiled around histone-like proteins. Supporting proteins are stripped away during extraction from the bacterial cell, causing the plasmid molecule to supercoil around itself in vitro. (See Plasmid.)
Supergene. A group of neighboring genes on a chromosome that tend to be inherited together and sometimes are functionally related.
Supernatant. The soluble liquid &action of a sample after centrifugation or precipitation of insoluble solids.
Symbiosis. The close association of two or more dissimilar organisms where both receive an advantage from the association. See Commensalism, Parasitism.
Synapsis. The pairing of homologous chromosome pairs during prophase of the first meiotic division, when crossing over occurs.

T

Taq polymerase. A heat-stable DNA polymerase isolated from the bacterium Therrnus aquaticus, used in PCR. (See Polymerase.)
Telomere. The end of a chromosome.
Template. An RNA or single-stranded DNA molecule upon which a complementary nucleotide strand is synthesized.
Termination codon. Any of three mRNA sequences (UGA, UAG, UAA) that do not code for an amino acid and thus signal the end of protein synthesis. Also known as stop codon. (See Codon.)
Terminator region. A DNA sequence that signals the end of transcription.
Tetracycline. An antibiotic that interferes with protein synthesis in prokaryotes.
Thymidine kinase (tk). An enzyme that allows a cell to utilize an alternate metabolic pathway for incorporating thymidine into DNA. Used as a selectable marker to identify transfected eukaryotic cells.
Ti (tumor-inducing) plasmid. A giant plasmid of Agrobac- terium tumefaciens that is responsible for tumor formation in infected plants. Ti plasmids are used as vectors to introduce foreign DNA into plant cells.
Transcapsidation. The partial of full coating of the nucleic acid of one virus with a coat protein of a differing virus. See Coat protein.
Transcription. The process of creating a complementary RNA copy of DNA.
Transduction. The transfer of DNA sequences from one bacterium to another via lysogenic infection by a bacteriophage (transducing phage).
Transfection. The uptake and expression of a foreign DNA sequence by cultured eukaryotic cells.
Transformant. In prokaryotes, a cell that has been ge- netically altered through the uptake of foreign DNA. In higher eukaryotes, a cultured cell that has acquired a malignant phenotype. (See Transformation.)
Transformation. In prokaryotes, the natural or induced uptake and expression of a foreign DNA sequence--typically a recombinant plasmid in experimental systems. In higher eukaryotes, the

conversion of cultured cells to a malignant phenotype--typically through infection by a tumor virus or transfection with an oncogene. (See Transformant, Transformation efficiency.)
Transformation efficiency. The number of bacterial cells that uptake and express plasmid DNA divided by the mass of plasmid used (in transformants/microgram). (See Transformation.)
Transforming oncogene. A gene that upon transfection converts a previously immortalized cell to the malignant phenotype. (See Oncogene.)
Transgenic. An organism in which a foreign DNA gene (a transgene) is incorporated into its genome early in de- velopment. The transgene is present in both somatic and germ cells, is expressed in one or more tissues, and is inherited by offspring in a Mendelian fashion. See Transgenic animal, Transgenic plant.
Transgenic animal. Genetically enginnered animal or offspring of genetically engineered animals. The transgenic animal usually contains material from at lease one unrelated organism, such as from a virus, plant, or other animal. See Transgenic.
Transgenic plant. Genetically engineered plant or offspring of genetically engineered plants. The transgenic plant usually contains material from at least one unrelated organisms, such as from a virus, animal, or other plant. See Transgenic.
Transition-state intermediate. In a chemical reaction, an unstable and high-energy configuration assumed by reactants on the way to making products. Enzymes are thought to bind and stabilize the transition state, thus lowering the energy of activation needed to drive the reaction to completion.
Translation. The process of converting the genetic infor- mation of an mRNA on ribosomes into a polypeptide. Transfer RNA molecules carry the appropriate amino acids to the ribosome, where they are joined by peptide bonds.
Translocation. The movement or reciprocal exchange of large-chromosomal segments, typically between two different chromosomes.
Transposition. The movement of a DNA segment within the genome of an organism.
Transposon (transposable, or movable genetic element). A relatively small DNA segment that has the ability to move from one chromosomal position to another.
tRNA (transfer RNA). The class of small RNA molecules that transfer amino acids to the ribosome during protein synthesis. See Transfer RNA.
Trypsin. A proteolytic enzyme that hydrolyzes peptide bonds on the carboxyl side of the amino acids arginine and lysine.
Tumor virus. A virus capable of transforming a cell to a malignant phenotype. (See Virus.)

U

Upstream. The region extending in a 5' direction from a gene.

V

Vaccine. A preparation of dead or weakened pathogen, or of derived antigenic determinants, that is used to induce formation of antibodies or immunity against the pathogen. (See Polyvalent vaccine, Subunit vaccine.)
Vaccinia. The cowpox virus used to vaccinate against smallpox and, experimentally, as a carrier of genes for antigenic determinants cloned from other disease organisms.
Variable surface glycoprotein (VSG). One of a battery of antigenic determinants expressed by a microorganism to elude immune detection.
Variation. Differences in the frequency of genes and traits among individual organisms within a population.

Vector. An autonomously replicating DNA molecule into which foreign DNA fragments are inserted and then propagated in a host cell. Also living carriers of genetic material (such as pollen) from plant to plant, such as insects.
Viral oncogene. A viral gene that contributes to malig- nancies in vertebrate hosts. (See Oncogene.)
Viroid. A plant pathogen that consists of a naked RNA molecule of approximately 250-350 nucleotides, whose extensive base pairing results in a nearly correct double helix. (See Satellite RNA.)
Virulence. The degree of ability of an organism to cause disease.
Virus. An infectious particle composed of a protein capsule and a nucleic acid core, which is dependent on a host organism for replication. A double-stranded DNA copy of an RNA virus genome that is integrated into the host chromosome during lysogenic infection. (See Coat protein, DNA, Genome, Host, Nucleic acid, RNA, Tumor virus.)

W

Wild type. An organism as found in nature; the organism before it is genetically engineered.

X

X-linked disease. A genetic disease caused by a mutation on the X chromosome. In X-linked recessive conditions, a normal female "carrier" passes on the mutated X chromosome to an affected son.
X-ray crystallography. The diffraction pattern of X-rays passing through a pure crystal of a substance.

Z

Z-DNA. A region of DNA that is "flipped" into a lefthanded helix, characterized by alternating purines and pyrimidines, and which may be the target of a DNA-binding protein

در پایان از دانشجویان ارجمند تقاضا می شود با پیشنهاد های اصلاحی خود به صورت کتبی در تدوین بهتر و کامل تر نوشته مزبور مرا یاری نماید.

منابع

-امتیازی گ .میکروبیولوژی و کنترل آلودگی آب، هوا و پساب ،انتشارات مانی،۱۳۷۹.
-اله دادی ا، اکبری غ،قهرمانی ز. تولید ورمی‌کمپوست و فرآورده‌های جانبی آن ، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۸٦٤، ۱۳۸٦.

- تمرتاش ر، طاطیان م، شکریان ف، بخشنده لاریمی س . گونه های آبزی جاذب عناصر سنگین در اکوسیستم های آبی شمال ایران۱۳۸۷.
- دستورالعمل های ارزیابی خطرات زیست محیطی ، انتشارت دبیرخانه کمیته ملّی ایمنی زیستی وزارت جهاد کشاورزی ۱۳۸۷.
- صالح راستین ن . بیولوژی خاک (موجودات خاکزی و نقش آنها در گردش عناصر).انتشارات دانشگاه تهران شماره ۱٦٦٦. ۱۳۵۷.
- عبادتی ف. اسماعیلی ساری ع، بختیاری ع. ر. میزان و نحوه تغییرات فلزات سنگین و اندام های گیاهان آبزی و رسوبات تالاب میانکاله. مجله محیط شناسی، شماره ۳۷ ، ۱۳۸٤.

- گروه تخصصی ایمنی زیستی . نشریه کار گروه تخصصی ایمنی زیستی .شماره ۱۲،صفحات ۳۵-۱، پائیز ۱۳۸٤

-عمرانی، ق.ع. مواد زاید جامد، جلد اول و دوم، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، تهران ۰۱۳۷۷
- فیلی زاده، ی، خداپرست ح. بررسی تاثیر رشدبیش از اندازه گیاهان آبزی بر کیفیت آب تالاب انزلی . مجله علمی شیلات ایران. سال سیزدهم، شماره ٤. ۱۳۸۳.
- ملک زاده ف ، شهامت م.میکروبیولوژی عمومی (برای دانشجویان رشته های میکروبیولوژی، زیست شناسی، پزشکی و رشته های وابسته) ،چاپ جهارم ، انتشارات دانشگاه تهران ۱۳۸۷ .
- مرتضوی ع، طباطبائی ف. توکسین های قارچی انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد –۱۳۷٦
- میردامادیها ف .مروری بر روش های پیشگیری از تولید افلاتوکسین در پسته در مرحله بعد از برداشت، نشریه شماره ۱۲٤/۷۷ ، مرکز اطلاعات و مدارک علمی وزارت کشاورزی، تهران. ۱۳۷۷ .

- Barbafieri. M. Study of heavy metals chemical species in soil in relation to plant uptake for Phytormediation strategies. Institue of soil chemistry Italy 2000; 2-4.

- Bullerman, L. Formation and control of mycotoxins in food. Journal of Food Protection1984 ; 47(8): 637-642.
-Characklis, W.G. Fouling biofilm development: A process analysis. Biotechnol. Bioeng 1981;23:1923-1960.
- Dening Jor. Environmental Biotechnology :Concepts and Apply ,2005.
- Fournier D, Halasz A, Spain J, Fiurasek P, Hawari J. Determination of Key Metabolites during Biodegradation of Hexahydro-1,3,5-Trinitro-1,3,5-Triazine with Rhodococcus sp. Strain DN22, Applied and Environmental Microbiology, January 2002;68:166-172.

- Fritioff., A. and Greger M. Uptake and distribution of Zn, Cu, Cd, and Pb in an aquatic plant *Potamogeton natans*. Jornal of Chemosphere 2006; 63(2): 220-227.

- Gourama, H. Inhibition of growth and aflatoxin production of aspergillus flavus by lactobacillus species. Journal of Food Protection 1995; 58(14).

- Gourama, H. Antimycotic and antiaflatoxigenic effect of lactic acid bacteria. Journal of Food Protection 1995; 57(11).

- Jones R, Sun W, Tang CS. & Robert FM. (). Phytoremediation of petroleum hydrocarbons in tropical coastal soils. II. Microbial response to plant roots and contaminant. Environ Sci pollut Research II 2004 ;340-346.

-Kamal, M. A. Ghaly , E. Mahmoud N and Cote R. Phytoaccumulation of heavy metals by aquatic plants. Jornal of Environment International 2004; 29(8): 1029-1039.
- Lombi E, Zhao Fj, Dunham Sj. & Grath Mc. (). Phytoremediation of heavy metal contaminated soils: natural hyperaccumulation versus chemically enhanced phytoextractionJ environ Qual 2001;30: 1919- 1929.
- Raina M. Maier .Janl . pepper charless P .Gebra, Environmental Microbiology , Academic press,2000.
- Sasmaz , A. Obek E and Hasar H. The accumulation of heavy metals in *Typha latifolia* L. grown in a stream carrying secondary effluent. Jornal of Ecological Engineering 2008;. 33(3-4): 278-284.
- Seth-Smith H.M. B., Rosser S.J, Basran A, Travis E.R, Dabbs E.R, Nicklin S, Bruce N.C. Cloning, Sequencing, and Characterization of the Hexahydro-1,3,5-Trinitro-1,3,5-Triazine Degradation Gene Cluster from Rhodococcus rhodochrous, Applied and Environmental Microbiology, October 2002; 68: 4764-71.
- Suresh B. & Ravishankar G. Phytoremediation a novel and promising approach for environmental clean-up. Crit Rev Biotech 2004; 24: 97-124.
- United nation Environment program (UNEP). Phytoremediation: An environmentally sound technology for Pollution prevention, control and remediation: An introductory guide for decision-makers. UNEP, International Environmental Technology center, Osaka, Japan. 2002.
- www.iranbiotech.com
- Yoon. J. Cao. X., Zhou Q and Ma Q. Accumulation of Pb, Cu and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site. Science of the total Environment 2006; 368: 456-464.