مقدمه

- استفاده از پلاستیک های غیر قابل تجزیهٔ زیستی ← باعث آلودگی محیط زیست می شوند.
- با توجه به اهمّیت محیط زیست و حفظ آن، تولید و استفاده از پلاستیک‌های قابل تجزیهٔ زیستی راهکار مناسبی برای پیشگیری از مصرف بی رویهٔ پلاستیک های غیرقابل تجزیه است.
- امروزه با کمک روش های زیست فناوری، تولید پلاستیک های قابل تجزیه با صرف هزینهٔ کمتر ممکن شده است ← این کار با وارد کردن ژن های تولید کنندهٔ بسیاری از این نوع مواد از باکتری به گیاه امکان پذیر است.

گفتار ۱ : زیست فناوری و مهندسی ژنتیک

۱- همان طور که می دانیم جهش در یک ژن ← و در نتیجه، تغییر در محصول آن می تواند به بروز بیماری منجر شود.

مثال: اختلال در عملکرد و همچنین اختلال در مقدار عوامل پروتئینی مؤثر در انعقاد خون

با افزایش افراد نیازمند به فاکتورهای انعقادی خون، تأمین نیاز دارویی آنها با مشکل مواجه می شود.

* امروزه استفاده از روش های ۱- زیست فناوری و ۲- مهندسی ژنتیک ←تحولات مهمی در زمینهٔ تولید چنین فراورده هایی فراهم آورده است.

۲- تا چندی پیش، انتقال ژن های انسان به داخل یاخته های سایر موجودات زنده و یا استفاده از باکتری ها برای ساختن پروتئین های انسانی غیرقابل تصور بود. اما اکنون روش های لازم برای تحقق آن توسعه یافته و کاربرد فراوانی پیدا کرده است.

۳- زیست فناوری

- **تعریف:** به طورکلی به هرگونه فعالیت هوشمندانه آدمی در تولید و بهبود (اصلاح) محصولات گوناگون با استفاده از موجود زنده، زیست فناوری گویند.
- **علوم مورد استفاده در زیست فناوری**: از گرایش‌های علمی متعددی مانند علوم زیستی، فیزیک، ریاضیات و علوم مهندسی بهره می برد.
- **کاربردهای فراوان زیست فناوری**← آن را به عنوان نشانهٔ پیشرفت کشورها در قرن حاضر و به یکی از ابزارهای مهم برای تأمین نیازهای متنوع تبدیل کرده است.
- **قلمروی زیست فناوری**: قلمروی بسیار گسترده و روش های مختلفی دارد. مانند:
  - ۱- **مهندسی ژنتیک** ← تولید انبوه ژن یا فراورده های ژنی از موجودات زنده
  - ۲- **مهندسی پروتئین** ← تغییر در ویژگی پروتئین ها و بهبود عملکرد آن ها
  - ۳- **مهندسی بافت** ← تولید بافت های متنوع از یاخته های بنیادی
- **تاریخچه زیست فناوری**: برای زیست فناوری که از سال‌های بسیار دور آغاز شده، ۳ دوره در نظر می‌گیرند.
  - ۱- **زیست فناوری سنتی:** تولید محصولات تخمیری با استفاده از فرایندهای زیستی مربوط به این دوره است. مانند: سرکه نان و فراورده های لبنی
  - ۲- **زیست فناوری کلاسیک:** تولید برخی مواد با استفاده از روش های تخمیر و کشت ریزاندامگان (میکروارگانیسم) ها در این دوره ممکن شد. مانند: پادزیست ها (آنتی بیوتیک ها)، آنزیم ها و موادغذایی
  - ۳- **زیست فناوری نوین:** این دوره با انتقال ژن از یک ریزاندامگان به ریزاندامگان دیگر آغاز شد. دانشمندان توانستند با تغییر و اصلاح خصوصیات ریزاندامگان‌ها ترکیبات جدید را با مقادیر بیشتر و کارایی بالاتر تولید کنند.

۴- مهندسی ژنتیک Genetic Engineering

- یکی از روش های مؤثر در زیست فناوری نوین، مهندسی ژنتیک است.
- در مهندسی ژنتیک قطعه ای از DNA یک یاخته توسط ناقل به یاخته ای دیگر انتقال می یابد. ← در این حالت، یاختهٔ دریافت کننده قطعه DNA دچار دست ورزی ژنتیکی و دارای صفت جدید می شود.

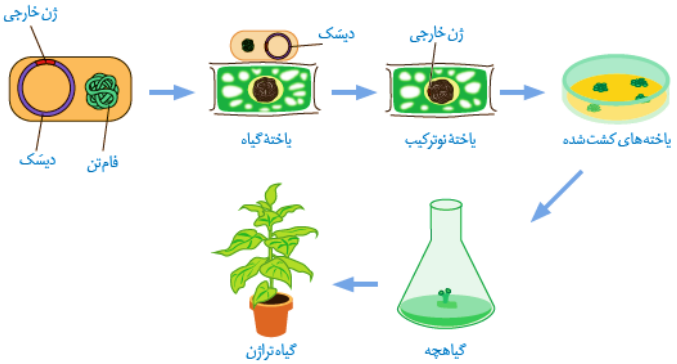
۵- جاندار تغییریافته ژنتیکی یا جاندارتراژنی

- به جانداری که از طریق مهندسی ژنتیک دارای ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی شده است. جاندار تغییر یافته ژنتیکی یا جاندار تراژنی می‌گویند.

به بیانی دیگر← به جانداری که ژن یا ژن های گونه دیگر را در خود دارد، جاندار تراژن می گویند.

- مهندسی ژنتیک ابتدا با باکتری ها شروع شد ← اولین جانداران تراژن باکتری ها بودند. اما پیشرفت های بعدی، امکان دست ورزی ژنتیکی برای سایر موجودات زنده مثل گیاهان و جانوران را نیز فراهم کرد.

۶- مراحل ایجاد گیاهان زراعی تراژنی از طریق مهندسی ژنتیک



۱- تعیین صفت یا صفات مطلوب

۲- استخراج ژن یا ژن های صفت مورد نظر

۳- آماده سازی و انتقال ژن به گیاه

۴- تولید گیاه تراژنی

۵- بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی خطر بودن برای سلامت انسان و محیط زیست

۶- تکثیر و کشت گیاه تراژنی با رعایت اصول ایمنی زیستی.

۷- اهداف مهندسی ژنتیک

۱- تولید انبوه ژن

۲- تولید فراورده های ژن (RNA و پروتئین)

۸- تولید انبوه ژن← با همسانه‌سازی دنا (کلونینگ دنا = DNA Cloning) انجام می‌شود.

۹- همسانه سازی دنا

تعریف: جداسازی یک یا چند ژن و تکثیر آنها را همسانه سازی دنا می گویند.

روش همسانه سازی دنا:

۱- در همسانه‌سازی دنا، مادهٔ وراثتی با ابزارهای مختلفی در خارج از یاخته تهیه می‌شود.

۲- مادهٔ وراثتی به وسیلهٔ یک ناقل همسانه سازی (Cloning Vector) به درون ژنوم میزبان منتقل می شود.

۳- ماده وراثتی درون سلول میزبان تکثیر می شود.

اهداف همسانه سازی دنا:
تولید مقادیر زیادی از DNA خالص برای

۱- دست ورزی ژنتیکی

۲- تولید یک مادهٔ مخصوص (مثلا هورمون انسولین)

۳- مطالعه دانشمندان

۱۰- **مراحل مهندسی ژنتیک برای همسانه سازی دنا**
۱- جداسازی قطعه ای از DNA که حاوی ژن مورد نظر است.
۲- اتصال قطعه DNA به ناقل و تشکیل DNA نوترکیب
۳- وارد کردن DNA نوترکیب به یاخته میزبان
۴- جداسازی یاخته های تراژنی

۱۱- **مرحله اول مهندسی ژنتیک← جداسازی قطعه ای از DNA**

اولین مرحله از مهندسی ژنتیک که جداسازی قطعه ای از DNA است، به وسیلهٔ آنزیم های برش دهنده انجام می شود.

۱۲- **آنزیم های برش دهنده**
- در باکتری ها وجود دارند و قسمتی از سامانهٔ دفاعی آنها محسوب می شوند.
- این آنزیم‌ها توالی‌های نوکلئوتیدی خاصی (جایگاه تشخیص آنزیم) را در DNA تشخیص و برش می-دهند.

(استفاده از آنزیم های برش دهنده، دنا را به قطعات کوتاه تری تبدیل می کند. این قطعات را با روش های خاصی جدا می کنند و تشخیص می دهند.)
- یکی از آنزیم های برش دهنده EcoR۱ نام دارد.

۱۳- **جایگاه تشخیص آنزیم:** توالی خاصی از بازهای DNA که آنزیم برش دهنده آنجا را شناسایی کرده و برش می دهد.

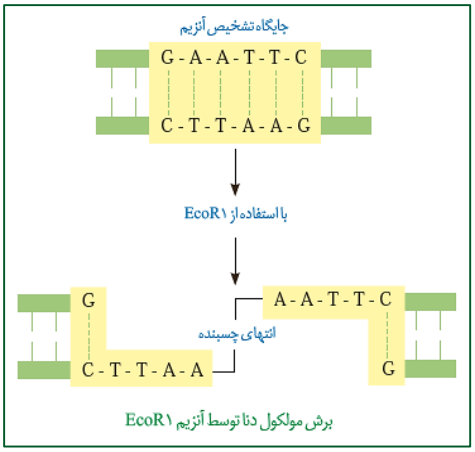
۱۴- **آنزیم EcoR1** توالی ۶ جفت نوکلئوتیدی $\frac{GAATTC}{CTTAAG}$ را شناسایی کرده و برش می‌دهد.

- در جایگاه تشخیص آنزیم EcoR1، توالی نوکلئوتیدهای هر دو رشته DNA از دو سمت مخالف یکسان خوانده می شود.
- **نحوه عمل آنزیم EcoR1:**

آنزیم EcoR1 پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتید گوانین‌دار و آدنین دار هر دو رشته را برش می زند.

۱۵- **انتهای چسبنده:** در نتیجه عمل آنزیم EcoR1 انتهایی از مولکول DNA ایجاد می‌شود که یک رشته آن بلندتر از رشته مقابل است و به آن انتهای چسبنده می گویند.

- برای تشکیل انتهای چسبنده از مولکول دنا، علاوه بر پیوندهای فسفودی استر، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته دنا در منطقه تشخیص نیز شکسته می شوند.



۱۶- **مرحله دوم مهندسی ژنتیک ← اتصال قطعه دنا به ناقل و تشکیل دنا نوترکیب**

دومین مرحله مهندسی ژنتیک، اتصال قطعه DNA جداسازی شده به ناقل (وکتور) همسانه سازی است.

۱۷- **ناقل همسانه سازی (وکتور همسانه سازی)**

توالی های دنایی هستند که
- ۱- در خارج از کروموزوم اصلی قرار دارند.
- ۲- می توانند مستقل از کروموزوم اصلی تکثیر شوند.

ناقل ها انواع گوناگون دارند. ← مثال
- ۱- پلازمید (دیسک) حلقوی باکتریایی
- ۲- پلازمید (دیسک) حلقوی بعضی قارچ ها مثل مخمرها

۱۸- **پلازمید (دیسک)**

۱- یک مولکول DNA دو رشته ای و حلقوی است.

۲- خارج کروموزومی (خارج فام تنی) است.

۳- از کروموزوم اصلی کوچکتر است.

۴- درون بعضی ازباکتری ها و بعضی قارچ ها مثل مخمرها وجود دارد.

۵- می تواند مستقل از ژنوم میزبان همانندسازی کند.

۶- پلازمیدها را کروموزوم های کمکی می‌نامند. چون حاوی ژن‌هایی هستندکه در کروموزوم اصلی باکتری وجود ندارند. مثلاً ژن مقاومت به آنتی بیوتیک در پلازمید قرار دارد.

طرح ساده‌ای از دیسک و یک ژن خارجی

۱۹- **ژن های مقاومت به آنتی بیوتیک ها در پلازمیدهای درون باکتری ها به باکتری این توانایی را می دهند که:**

۱- آنتی بیوتیک ها را به موادی غیرکشنده و قابل استفاده برای خود تبدیل کنند. (در واقع پلازمید قسمتی از سامانه دفاعی آنها محسوب می شود)

۲- در مهندسی ژنتیک، از ویژگی وجود ژن مقاومت به آنتی بیوتیک در پلازمید، در مرحله جداسازی یاخته های تراژنی استفاده می شود.

۲۰- در صورت انتقال قطعه DNA مورد نظر به پلازمید و ورود آن به یاخته میزبان، با هر بار همانندسازی پلازمید، DNA مورد نظر نیز همانندسازی می کند.

- بهتر است از پلازمیدی استفاده شود که فقط یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش دهنده داشته باشد. زیرا:

۱) با توجه به اینکه DNA حاوی ژن مورد نظر دارای دو انتهای چسبنده می باشد، یک برش کافی است تا پلازمید حلقوی به صورت خطی با دو انتهای چسبنده در آید.

۲) اگر پلازمید بیش از یک جایگاه تشخیص داشته باشد، با تاثیر آنزیم برش دهنده، پلازمید به چندین قطعه DNA تبدیل خواهد شد و آنگاه اتصالِ ژن مورد نظربه پلازمید با مشکل مواجه می شود.

۲۱- **دنای نوترکیب**

- تعریف: مجموعه دنای ناقل و ژن جاگذاری شده در آن، دنای نوترکیب گفته می شود.
- برای ساخت یک DNA نوترکیب، نیاز به دو نوع آنزیم داریم:

۱- **آنزیم برش دهنده :** برای جداسازی قطعه DNAمورد نظر و برش پلازمید

۲- **آنزیم لیگاز (اتصال دهنده):** برای اتصال DNAمورد نظر به پلازمید (لیگاز پیوند فسفودی استر بین دو انتهای مکمل را ایجاد می‌کند)

- **مراحل ساخت دنای نوترکیب:**

۱- مرحله اول ← برش پلازمید

برش پلازمید با همان آنزیمی که با آن ژن اصلی را برش داده‌اند. ← در این صورت پلازمید حلقوی به یک قطعه DNA خطی تبدیل می‌شود که دارای دو انتهای چسبنده است.

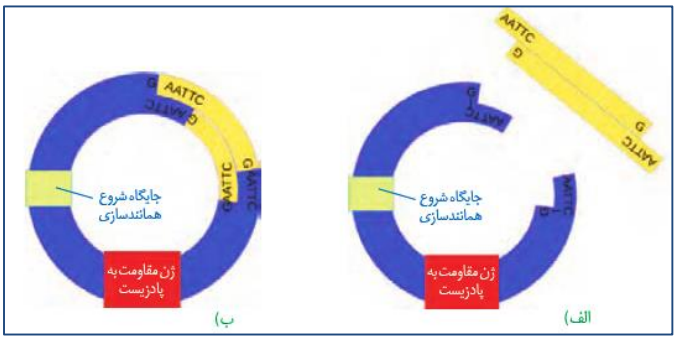
* توجه کنید: قطعه DNA خارجی نیز دو انتهای چسبنده دارد.

۲- مرحله دوم ← جاسازی قطعه DNA حاوی ژن مورد نظر در DNAی ناقل (پلازمید)

به دنبال جاسازی قطعه DNA حاوی ژن مورد نظر، در DNAی ناقل ← انتهاهای چسبنده با پیوند هیدروژنی به هم می پیوندند.

۳-مرحله سوم ← اتصال کامل DNA مورد نظر به پلازمید

برای اتصال کامل DNA مورد نظر به پلازمید، از آنزیم لیگاز (اتصال دهنده) استفاده می کنند. ← این آنزیم پیوند فسفودی استر بین دو انتهای چسبنده برقرار می کند.



تشکیل دنای نوترکیب
الف) قبل از تأثیر لیگاز ب) بعد از تأثیر لیگاز

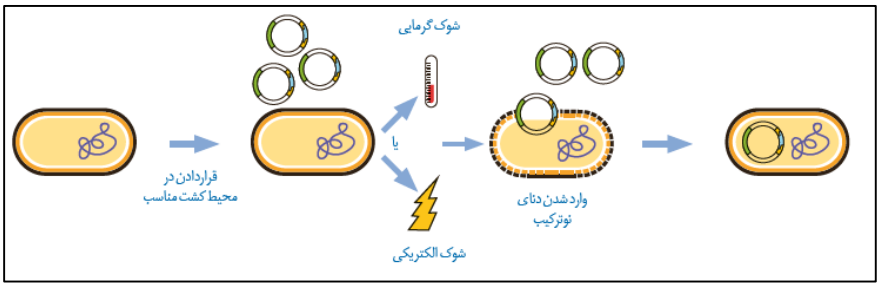
۲۲- **مقایسه آنزیم لیگاز و آنزیم برش دهنده**

	آنزیم لیگاز	آنزیم برش دهنده
شباهت	پروتئینی است.	پروتئینی است.
شباهت	بر روی DNA اثر می گذارد ← پیش ماده آن دئوکسی ریبونوکلئوتید می باشد. (پیش ماده آن فاقد باز یوراسیل و قند ریبوز است.)	بر روی DNA اثر می گذارد ← پیش ماده آن دئوکسی ریبونوکلئوتید می باشد. (پیش ماده آن فاقد باز یوراسیل و قند ریبوز است.)
تفاوت	با واکنش سنتز آبدهی و مصرف مولکول های آب ← باعث تشکیل پیوند فسفودی استر می‌شود.	با واکنش آبکافت (هیدرولیز) و تولید مولکول‌های آب ← باعث شکستن پیوند فسفودی استر می‌شود.
تفاوت	هم در باکتری ها و هم در یوکاریوت ها وجود دارد.	فقط در باکتری ها وجود دارد.

۲۳- **مرحله سوم مهندسی ژنتیک ← وارد کردن دنای نوترکیب به یاخته میزبان**

برای ورود دنای نوترکیب را به درون یاخته میزبان مثلاً باکتری ← باید در دیواره باکتری منافذی ایجاد کرد.

روش های ایجاد منفذ در دیواره باکتری:
۱- شوک الکتریکی
۲- شوک حرارتی همراه با مواد شیمیایی



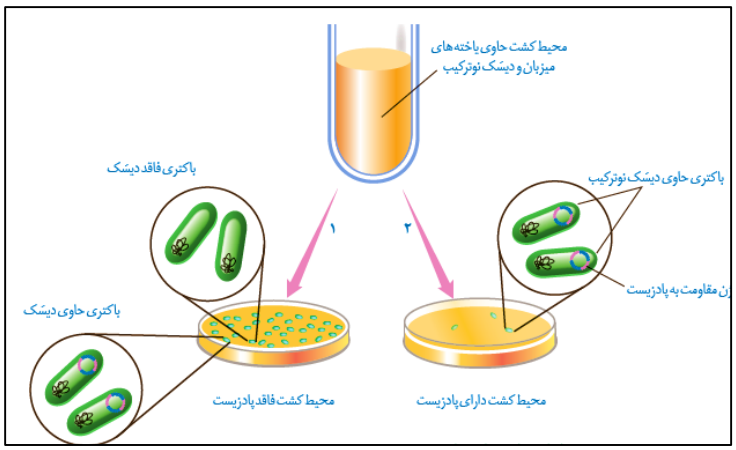
۲۴- پلازمیدهای نوترکیب، همراه با باکتری ها در لوله آزمایش ریخته می شوند. ← در دیواره باکتری ها منفذ ایجاد می کنند. ← از بین باکتری‌های موجود در محیط کشت، فقط برخی از آن ها پلازمید نوترکیب را دریافت می کنند.

۲۵- هم باکتری هایی که DNA نوترکیب را دریافت کرده اند و هم باکتری هایی که DNA نوترکیب را دریافت نکرده اند در محیط کشت تکثیر می شوند. ← پس در محیط کشت هر دو نوع باکتری یافت می شود. ← بنابراین لازم است باکتری های دارای پلازمید از باکتری‌های فاقد پلازمید جدا شوند.

۲۶- **مرحله چهارم مهندسی ژنتیک ← جداسازی یاخته های تراژنی**

برای جداسازی یاخته های ژنی (غربال کردن)، از روش های متفاوتی می‌توان استفاده کرد. یکی از این روش ها، استفاده از پلازمیدی است که دارای ژن مقاومت به آنتی بیوتیک (پادزیست) مثل آمپی سیلین است.

- اگر باکتری، دنای نوترکیب را دریافت کرده باشد، در محیط حاوی پادزیست رشد می کند.
- بااکتری های فاقد دنای نوترکیب به دلیل حساسیت به پادزیست در چنین محیطی از بین می‌روند.



جداسازی یاخته های تراژنی دارای دنای نوترکیب

۲۷- در شرایط مناسب:

۱) باکتری های تراژنی با سرعت بالایی تکثیر می شوند.

۲) همچنین از DNAهای نوترکیب نیز به صورت مستقل از کروموزوم اصلی یاخته، نسخه های متعددی ساخته می شود.

در نتیجه←DNA خارجی به سرعت تکثیر می شود← بنابراین، تعداد زیادی باکتری دارای DNAخارجی آماده خواهد شد که می توان از آنها برای تولید فراورده یا استخراج ژن استفاده کرد.

۲۸- امروزه با پیشرفت روش های مهندسی ژنتیک می توان یاخته های دیگری را با این فرایند تغییر داد مثل:
۱- مخمرها
۲- یاخته های گیاهی
۳- یاخته های جانوری

* دناها و سایر مولکول های حاصل از دناهای تولید شده برای اهداف گوناگون علمی و کاربردی استفاده می شوند.

خلاصه وقایع مرحله اول مهندسی ژنتیک ← جداسازی قطعه ای از DNA

مشخص کردن ژن مورد نظر← انتخاب آنزیم برش دهنده مناسب ← شناسایی جایگاه های تشخیص آنزیم توسط آنزیم برش دهنده← برش دو طرف ژن توسط آنزیم برش دهنده← جدا شدن ژن مورد نظر از DNA

خلاصه وقایع مرحله دوم مهندسی ژنتیک ← اتصال قطعه DNA به ناقل و تشکیل DNA نوترکیب

برش پلازمید حلقوی توسط آنزیم برش دهنده و تبدیل آن به پلازمید خطی ← کنارهم گذاشتن ژن مورد نظر و پلازمید خطی شده ← تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین بازهای مکمل انتهاهای چسبنده ← استفاده از آنزیم لیگاز ← تشکیل فسفودی استر و اتصال DNA مورد نظر به پلازمید (دیسک) ← تشکیلDNA نوترکیب

خلاصه وقایع مرحله سوم مهندسی ژنتیک ← وارد کردن DNA نوترکیب به یاخته میزبان

گذاشتن باکتری ها و DNAهای نوترکیب در محیط کشت← ایجاد منفذ در دیواره باکتری ها از طریق :۱- شوک الکتریکی یا ۲- شوک گرمایی به همراه مواد شیمیایی← جذب DNAهای نوترکیب توسط بعضی از باکتری ها ← همانندسازی DNAنوترکیب درون میزبان به دو طریق: ۱- مستقل از باکتری ۲- همزمان با تقسیم باکتری ← تکثیر ژن مورد نظر

خلاصه وقایع مرحله چهارم مهندسی ژنتیک ← جداسازی یاخته های تراژنی

برای جداسازی یاخته های تراژن به محیط کشت باکتری ها پادزیستی مثل آمپی سیلین اضافه می کنیم:

- باکتری هایی کهDNA نوترکیب را دریافت کرده اند ← در محیط حاوی پادزیست رشد و تکثیر می کنند.
- باکتری هایی کهDNA نوترکیب را دریافت نکرده اند ← به دلیل حساسیت به پادزیست در چنین محیطی از بین می روند.

گفتار ۲ : فناوری مهندسی پروتئین و بافت

۲۹- تعریف مهندسی پروتئین:

ایجاد تغییرات دلخواه در توالی آمینواسیدهای یک پروتئین به منظور: ۱- تغییر در ویژگی های یک پروتئین ۲- بهبود عملکرد آن پروتئین

۳۰- ایجاد تغییرات دلخواه در توالی آمینواسیدهای یک پروتئین نیازمند:
۱- شناخت کامل از ساختار آن پروتئین
۲- شناخت کامل از عملکرد آن پروتئین

۳۱- انواع تغییرات پروتئین
۱- تغییرات جزئی : شامل تغییر در رمز یک یا چند آمینواسید است.
۲- تغییرات کلی (عمده): این تغییرات در ژن زیاد و گسترده‌تر است.
  ۱- برداشتن قسمتی از ژن یک پروتئین
  ۲- ترکیب بخش هایی از ژن های مربوط به پروتئین های متفاوت

۳۲- تغییر در توالی آمینواسیدها ← باعث تغییر در شکل فضایی پروتئین← و در نتیجه تغییر درعملکرد پروتئین می شود.

این پروتئین های تغییر یافته با کمک مهندسی پروتئین، با اهداف مختلفی ساخته می شوند: ۱- اهداف درمانی ۲- اهداف تحقیقاتی

۳۳- **مواردی از تغییرات و اصلاحات مفید در فرایند مهندسی پروتئین**
۱- افزایش پایداری پروتئین در مقابل گرما
۲- افزایش پایداری پروتئین درمقابل تغییر pH
۳- افزایش حداکثری سرعت واکنش
۴- افزایش تمایل آنزیم برای اتصال به پیش ماده

۳۴- **اهمیت افزایش پایداری پروتئین ها در برابر گرما**
۱- در دمای بالاتر سرعت واکنش بیشترمی شود.
۲- خطر آلودگی میکروبی در محیط واکنش کمتر می شود.
۳- نیازی به خنک کردن محیط واکنش به خصوص در مورد واکنش های گرمازا نیست.

۳۵- **مثال هایی از پروتئین های تغییر یافته با مهندسی پروتئین**
۱-آمیلازها
۲-اینترفرون
۳- پلاسمین

۳۶- **آمیلازها**
- **نقش:** مولکول های نشاسته را به قطعات کوچک تری تجزیه می کنند.
- **کاربرد آمیلازها در صنعت**: ۱ - صنایع غذایی ۲- نساجی ۳- تولید شوینده ها
- **علت نیاز به آمیلاز مقاوم به گرما:** زیرا بسیاری از مراحل تولید صنعتی در دماهای بالا انجام می شود.
- **مزایای استفاده از آمیلاز مقاوم به گرما:** ۱- کاهش زمان واکنش۲- صرفه جویی اقتصادی ← در نتیجه موارد ۱و ۲ بهره وری صنعتی افزایش می یابد.
- **آمیلازهای طبیعی:** در طبیعت نیز آمیلاز مقاوم به گرما وجود دارد. مثلاً: باکتری های گرمادوست در چشمه های آب گرم دارای آمیلازهایی هستند که پایداری بیشتری در مقابل گرما دارند.

۳۷- **اینترفرون:** اینترفرون از پروتئین های دستگاه ایمنی است.

تولید اینترفرون به روش زیست فناوری دو نوع است:

۱- **تولید اینترفرون به روش مهندسی ژنتیک:**

اینترفرونی که با روش مهندسی ژنتیک ساخته می شود، فعالیتی بسیار کمتر از اینترفرون طبیعی دارد.

علت این کاهش فعالیت: تشکیل پیوندهای نادرست در هنگام ساخته شدن آن در یاخته باکتری است. (پیوندهای نادرست باعث تغییر در شکل مولکول و درنتیجه کاهش فعالیت آن می شوند.)

۲- **تولید اینترفرون به روش مهندسی پروتئین:**

به کمک فرایند مهندسی پروتئین، توالی آمینواسیدهای اینترفرون را طوری تغییر می دهند که یکی از آمینواسیدهای آن جانشین آمینواسید دیگری می شود.

تغییر اینترفرون با مهندسی ژنتیک ← ۱- فعالیت ضد ویروسی اینترفرون ساخته شده را به اندازهٔ پروتئین طبیعی افزایش می‌دهد.
۲- اینترفرون را پایدارتر می کند.

*افزایش پایداری در نگهداری طولانی مدت پروتئین هایی که به عنوان دارو استفاده می شوند، اهمیت زیادی دارد.

۳۸- **آنزیم پلاسمین**

- **نقش** : تجزیه لخته های خونی بدن

*تشکیل لخته، یک فرایند زیستی مهم که از ادامه خونریزی جلوگیری می‌کند، اما تشکیل لخته در سرخرگ های شش، مغز و ماهیچه قلب به ترتیب منجر به بسته شدن رگ‌های شش، سکته مغزی و قلبی می‌شود که بسیار خطرناک است و می تواند باعث مرگ شود. ← لخته ها به طور طبیعی در بدن توسط آنزیم پلاسمین تجزیه می شوند.

- **پلاسمین کاربرد درمانی دارد.**← اما مدت اثر آن در پلاسما خیلی کوتاه است.
- به کمک مهندسی پروتئین (یعنی جانشینی یک آمینو اسید با آمینو اسید دیگر)، پلاسمینی تولید می کنند که:

۱) مدت زمان بیشتری در پلاسما فعالیت می کند.

۲) اثرات درمانی آن بیشتر است.

۳۹- **مقایسه پروتئین های تولید شده به روش مهندسی پروتئین با نوع طبیعی**

تولید شده به روش مهندسی پروتئین	نوع طبیعی
آمیلاز	صرفه جویی اقتصادی - کاهش زمان واکنش
اینترفرون	فعالیتی ضد ویروسی به اندازه نوع طبیعی - پایداری بیشتر
پلاسمین	مدت زمان فعالیت پلاسمایی بیشتر - اثرات درمانی بیشتر

۴۰- **مهندسی بافت**

از دست رفتن بافت به دلیل آسیب یا بیماری← ۱- زندگی فرد را دشوار می کند. ۲- هزینهٔ بالای اقتصادی و اجتماعی را بر فرد بیمار و خانواده او تحمیل می کند.

تعریف مهندسی بافت: علمی است که به کمک یاخته های بنیادی (جنینی و یا بالغ) می توان بافت و حتی عضو یا اندامی را تولید کرد.

* متخصصان مهندسی بافت، در زمینه تولید و پیوند بافت و اعضا فعالیت می کنند.

- **مثال ۱ از مهندسی بافت : کشت بافت و پیوند پوست**

اگر به علت سوختگی، به پیوند پوست نیاز باشد:

۱- برداشت پوست ← از مناطق دیگر بدنِ خود فرد و پیوند به مناطقی که دچار سوختگی شده است.

۲- اهدا کننده پوستِ مناسب ← از فرد دیگری پوست را جدا و به بدن شخص پیوند بزنند.

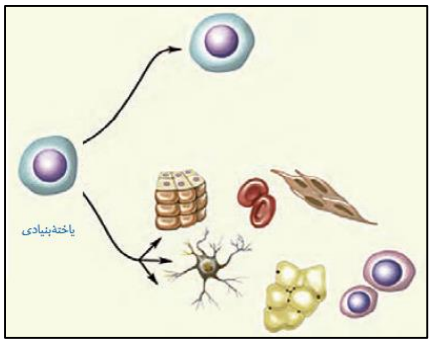
۳- از روش کشت بافت و پیوند پوست استفاده کنند.

- چنانچه اهدا کننده پوست مناسب وجود نداشته باشد و یا به علت وسعت سوختگی، برداشت پوست از بدن بیمار ممکن نباشد، ← بهترین راه، کشت بافت و پیوند پوست است.
- در پوست یاخته هایی وجود دارد که توانایی تکثیر زیاد و تمایز به انواع یاخته های پوست را دارند.
- امروزه در مهندسی بافت از این یاخته ها، به طور موفقیت آمیزی استفاده می شود.

- **مثال ۲ از مهندسی بافت : تولید و پیوند اعضا**

جراحان بازسازی کنندهٔ چهره می‌توانند به کمک روش های مهندسی از بافت غضروف برای بازسازی لاله گوش و بینی استفاده کنند. ← در این روش، یاخته های غضروفی را در محیط کشت، روی داربست مناسب تکثیر و غضروف جدید را برای بازسازی اندام آسیب دیده تولید می کنند.

مهندسی بافت غضروف گوش انسان:
عکس گوش طبیعی(چپ) تصویر رقمی دیجیتالی) (وسط)
و غضروف گوش ساخته شده با روش مهندسی بافت بعد از دو هفته(راست)



۴۱- یاخته های بنیادی

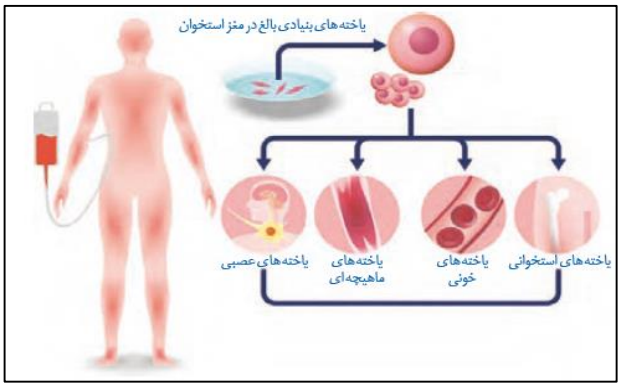
۱- یاخته های تمایز نیافته ای هستند.
۲- به سرعت تکثیر می شوند.
۳- توانایی به وجود آوردن یاخته های مشابه خود را دارند.
۴- توانایی تبدیل شدن به سایر یاخته ها را دارند.

۴۲- ضرورت استفاده از یاخته های بنیادی در مهندسی بافت

۱- یاخته های تمایز یافته ای مانند یاخته های ماهیچه ای در محیط کشت به مقدار کم تکثیر می شوند و یا اصلاً تکثیر نمی شوند.
۲- یاخته های بنیادی سریع تکثیر می شوند و یاخته های مشابه خود را به وجود می آورند.
۳- یاخته های بنیادی توانایی تبدیل شدن به سایر یاخته ها را دارند.

۴۳- انواع یاخته های بنیادی

۱-یاخته های بنیادی جنینی: همان توده یاخته ای درونی هستند.
۲-یاخته های بنیادی بالغ: در بافت های مختلف بدن وجود دارند و در محیط کشت تکثیر می شوند.



یاخته های بنیادی مغز استخوان
به انواع مختلف یاخته ها و بافت ها تمایز پیدا می کنند.

۴۴- مثال هایی از یاخته های بنیادی بالغ:

۱- یاخته های بنیادی موجود در پوست: توانایی تکثیر و تمایز به انواع یاخته های پوست را دارند.
۲- یاخته های بنیادی کبد: توانایی تکثیر و تمایز به یاخته کبدی یا یاخته مجرای صفراوی را دارند.
۳- یاخته های بنیادی مغز استخوان:
۱) یاخته های بنیادی لنفوئیدی ← منشاء لنفوسیت ها هستند.
۲) یاخته های بنیادی میلوئیدی ← توانایی تبدیل به یاخته های زیر را دارند:
۱- گلبول های قرمز
۲- مگاکاریوسیت ها
۳- انواع گلبول های سفید (غیر از لنفوسیت ها)
۳) انواع دیگری از یاخته های بنیادی در مغز استخوان: ← توانایی تبدیل به یاخته های زیر را دارند:
۱- رگ های خونی
۲- ماهیچه اسکلتی
۳- ماهیچه های قلبی
۴- یاخته های استخوانی
۵- یاخته های عصبی
*یاخته های های بنیادی مغز استخوان به انواع مختلف یاخته ها و بافت ها تمایز پیدا می کنند.

۴۵- **یاخته های بنیادی جنینی** همان توده یاخته ای درونی (توده داخلی بلاستولا) هستند.

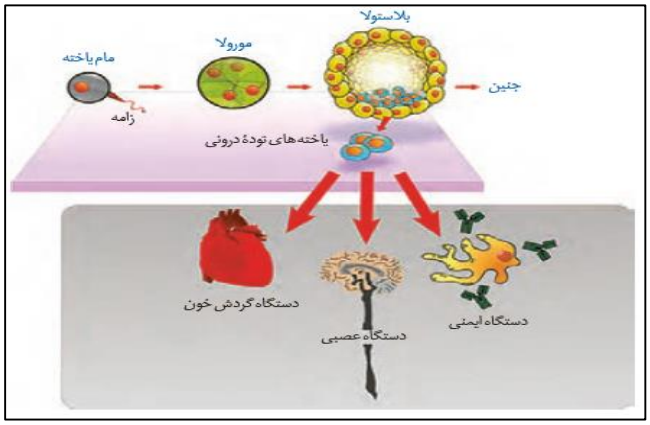
۴۶- **ویژگی یاخته های بنیادی جنینی:**

۱) یاخته های جنینی قادر به تشکیل همه بافت های بدن جنین هستند.

۲) اگر در مراحل اولیهٔ جنینی جداسازی شوند، می توانند یک جنین کامل را تشکیل دهند.

۴۷- **نحوه استفاده از یاخته های بنیادی جنینی در مهندسی بافت:**

ابتدا این یاخته‌ها را جداسازی می‌کنند. ← یاخته‌ها را در محیط مناسب کشت می‌دهند. ← آن‌ها را برای تشکیل بسیاری از انواع یاخته ها تحریک می کنند.



الف) یاخته های بنیادی مورولا: به همه انواع یاخته های جنینی و خارج جنینی (جفت و پرده ها) متمایزمی شوند.

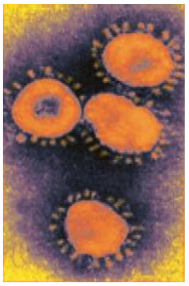
ب) یاخته های بنیادی توده یاخته ای درونی: به انواع یاخته های بدن جنین متمایز می شوند.

* تمایز یاخته های جنینی هنوز نمی‌تواند به گونه ای تنظیم شود که بتوانند همه انواع یاخته هایی را که در بدن جنین تولید می کنند، در شرایط آزمایشگاهی نیز به وجود بیاورند.

۴۸- **بیوانفورماتیک**

بیوانفورماتیک:

- مهندسی پروتئین و مهندسی بافت از علمی به نام بیوانفورماتیک بهره می برند.
- با استفاده از مفاهیم زیست شناختی، ریاضی، آمار و علوم رایانه ای، مبنایی برای درک، طبقه بندی، مدل سازی و تجزیه و تحلیل داده های زیستی فراهم می کند.
- نقش مهمی در بررسی پروتئین ها در مواردی مانند تعیین توالی، ساختار سه بعدی، پایداری، پیش بینی ساختار و عملکرد پروتئین ها و نیز عوامل مؤثر بر آنها دارد.
- در بسیاری از پژوهش های زیستی که با حجم عظیمی از داده و عوامل متفاوت سر وکار دارند، استفاده می شود.
- همچنین مسیر شناسایی ژنوم جانداران، درک شباهت ها و تفاوت های ژنی و نیز تشخیص ارتباط بین دنا و پروتئین را ساده کرده است.



ویروس کرونا در مشاهده با میکروسکوپ الکترونی (۶۰۰۰۰ برابر)

- مثال در مورد استفاده از علم بیوانفورماتیک: ساختن واکسن علیه بیماری کرونا
- بدون استفاده ازعلم بیوانفورماتیک، ساختن واکسن کرونا در مدتی به اندازه چند ماه امکان نداشت.
- عامل بیماری کرونا ← ویروسی از خانواده ویروس های تاجی است.
- محققان در سراسر جهان با دنیاگیری (پاندمی) کرونا به مطالعه و بررسی آن پرداختند ← به طوری که در زمانی کوتاه حجم عظیمی از داده ها تولید و به اشتراک گذاشته شد.
- در رابطه با ساخت واکسن کرونا، پژوهشگران با بهره مندی از بیوانفورماتیک توانستند:

۱) با استفاده از داده‌های به دست آمده، به فرضیه‌هایی قابل آزمون درارتباط با نحوه عملکرد ویروس برسند و به جای بررسی همه فرضیه‌ها تشخیص دهند که کدام یک از آنها را مورد آزمایش قرار دهند.

۲) بیوانفورماتیک باعث کوتاه کردن مسیر تحلیل داده ها شد و در نتیجه ← ۱- به صرفه جویی در زمان و ۲- کاهش هزینه های اقتصادی برای انجام آزمایش ها کمک کرد.

گفتار ۳ : کاربردهای زیست فناوری

۴۹- **استفاده** از زیست فناوری برای ← بهبود کیفیت زندگی انسان و حفظ محیط زیست

۵۰-**کاربرد زیست فناوری در کشاورزی**
۱- تولید گیاهان مقاوم در برابر آفت ها
۲- اصلاح بذر برای تولید گیاهان مطلوب
۳- تولید گیاهان مقاوم به خشکی و شوری
۴- تنظیم سرعت رسیدن میوه ها
۵- افزایش ارزش غذایی محصولات
۶- تولید گیاهان مقاوم به علف کش ها

۵۱- برخی عواملی که باعث تحول و پیشرفت در کشاورزی شدند:

۱- استفاده از کودها ۲- استفاده از سموم شیمیایی ۳-کشت انواع محصول ۴- استفاده از ماشین‌ها در کشاورزی ۵- افزایش سطح زیر کشت

۵۲- **نتایج تحول در کشاورزی نوین**
- مزیت: افزایش چشمگیر در محصولات کشاورزی مانند گندم، برنج و ذرت
- معایب (عواقب زیانبار):

۱- آلودگی محیط زیست ← مثلا استفاده از کودهای شیمیایی و سموم
۲- کاهش تنوع ژنی ← انتخاب مصنوعی گونه های مطلوب برای کشت
۳- تخریب جنگل ها و مراتع

۵۳- امروزه نمی توان برای افزایش محصولات به هر روشی متوسل شد. ← بنابراین شاید فناوری های جدید زیستی بتوانند تا حدودی مشکلات بشر را در این زمینه حل کنند.

۵۴- یکی از کاربردهای زیست فناوری در کشاورزی، **تولید گیاهان مقاوم در برابر بعضی از آفت ها** هستند.
مزیت تولید گیاهان مقاوم به آفت ها : کاهش مصرف آفت کش ها و در نتیجه حفاظت از محیط زیست

۵۵- **تولید پروتئین سمی توسط برخی از باکتری های خاکزی**

برخی از باکتری های خاکزی ← پروتئین هایی تولید می‌کنند که ← حشرات مضر برای گیاهان زراعی را می‌کشند. این باکتری‌ها در مرحله‌ای از رشد خود نوعی پروتئین سمی می سازند که ابتدا به صورت مولکولی غیرفعال است. ← این مولکول در بدن حشره فعال شده، حشره را از بین می برد.

توجه کنید: این سم نمی‌تواند خود باکتری را از بین ببرد. چون این پروتئین به صورت غیرفعال ترشح می‌شود و در بدن حشره فعال می‌شود.

۵۶- **نحوه عملکرد سم در داخل بدن حشره**

پیش سم غیرفعال، تحت تأثیر آنزیم های گوارشی موجود در لوله گوارش حشره شکسته و فعال می شود. سم فعال شده باعث تخریب یاخته‌های لوله گوارش و سرانجام مرگ حشره می شود.

۵۷- **نحوه تولید گیاه مقاوم در برابر آفت ها**

جداسازی ژن مربوط به تولید سم از ژنوم باکتری ← همسانه سازی ژن (کلونینگ ژن) ← انتقال ژنِ تولید سم به گیاه مورد نظر

مثال: تاکنون با این روش چند نوع گیاه مقاوم مثل ذرت، پنبه و سویا تولید شده اند.

۵۸- **تولید پنبه مقاوم به آفت:** اگر کرم به درون غوزه نارس پنبه نفوذ می کند. برای از بین بردن این آفت به روش سنتی سم پاشی های متعدد لازم است ← استفاده زیاد سم برای محیط زیست مضر است.

- با کمک فناوری زیستی و تولید پنبه های مقاوم، نیاز به سم پاشی مزارع پنبه تا حدود زیادی کاهش پیدا کرده است.
- حشره در اثر خوردن گیاه مقاوم شده از بین می رود ← و فرصت ورود به درون غوزه را از دست می دهد ← بنابراین، نیاز به سم پاشی مزرعه کاهش می یابد.

آلوده شدن غوزه گیاه پنبه به آفت: گیاه سالم سمت چپ)، ورود آفت به درون غوزه(وسط) و گیاه آلوده (سمت راست)

۵۹-**کاربرد زیست فناوری در پزشکی**
۱- تولید دارو
۲- تولید واکسن
۳- ژن درمانی
۴- تشخیص بیماری

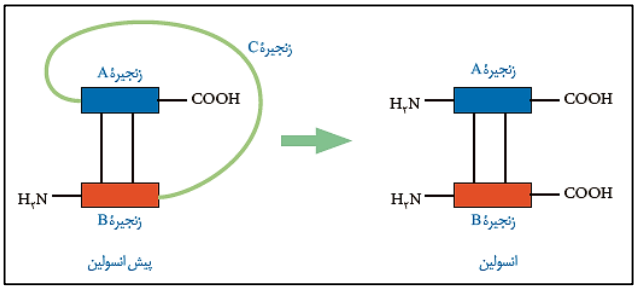
۶۰- **تولید دارو به روش زیست فناوری:**

- فناوری DNA نوترکیب به علت تولید داروهای مطمئن و مؤثر، جایگاه ویژه ای در صنعت داروسازی دارد.
- مزیت داروهای تولید شده به روش زیست فناوری: این داروها، برخلاف فراورده‌های مشابهی که از منابع غیرانسانی تهیه می شوند، پاسخ های ایمنی ایجاد نمی کنند.

مثال: تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک (بیماری دیابت را می توان به وسیلهٔ دریافت انسولین کنترل کرد.)

۶۱-**منابع تولید انسولین**
۱- **استفاده از منابع غیر انسانی:**
جداسازی و خالص کردن انسولین از لوزالمعده جانورانی مثل گاو
۲- **استفاده از مهندسی ژنتیک:**
انتقال ژن انسولین از انسان به باکتری و تولید این هورمون توسط باکتری

۶۲-**ساختار انسولینِ غیرفعال و انسولین فعال**
- **ساختار پیش انسولین (انسولین به حالت غیر فعال):**
یک زنجیره پلی پپتیدی غیر فعال که از سه قسمت تشکیل شده است:
۱- زنجیره A ۲- زنجیره B ۳- زنجیره C
- **ساختار انسولین فعال:**
از دو زنجیرهٔ کوتاه پلی پپتیدی به نام های A و B تشکیل شده است که به یکدیگر متصل هستند.



۶۳- در پستانداران از جمله انسان انسولین به صورت یک مولکول پیش هورمون ساخته می شود.

۶۴- **چگونگی تبدیل پیش انسولین به انسولین فعال:** با جدا شدن زنجیره C پیش هورمون به هورمونِ فعال تبدیل می شود.

۶۵- **تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک**

باکتری در صورت داشتن ژن انسولین انسانی می تواند آن را بسازد. مهم ترین مرحله در ساخت انسولین به روش مهندسی ژنتیک، تبدیل انسولین غیرفعال به انسولین فعال است (یعنی حذف زنجیره C) ← زیرا تبدیل پیش هورمون به هورمون در باکتری انجام نمی شود.

* مهندسان ژنتیک در سال ۱۹۸۳ برای اولین بار توانستند انسولین فعال را بسازند.

مراحل تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک

دو توالی DNA به صورت جداگانه برای رمز کردن زنجیره های A وB انسولین تولید کردند.

↓

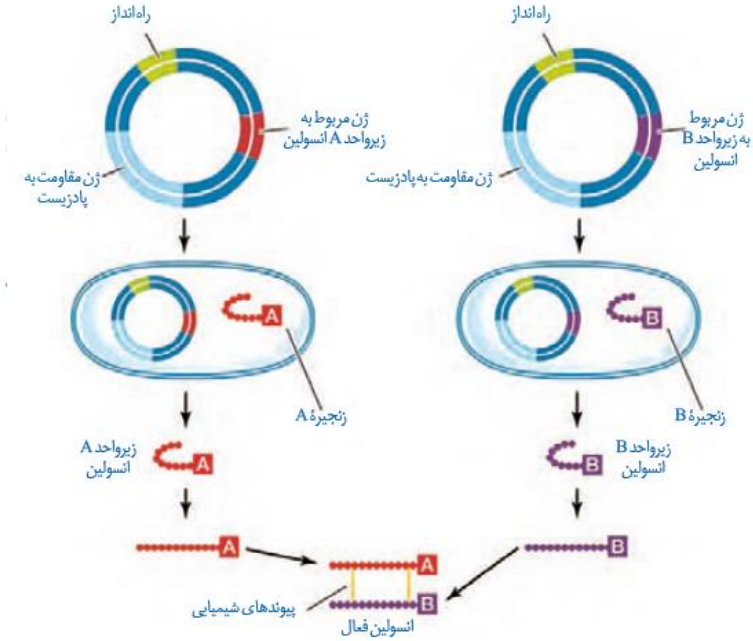
هر کدام از این توالی های DNA، به صورت جداگانه، توسط پلازمید به نوعی باکتری منتقل شدند.

↓

زنجیره های پلی پپتیدی A و B که توسط باکتری ها ساخته شده بودند، جمع آوری شدند.

↓

در آزمایشگاه این دو زنجیره به وسیله پیوندهایی به یکدیگر متصل شدند تا انسولین فعال ساخته شود.



۶۶- **تولید واکسن:**

ویژگی واکسن: واکسن باید بتواند دستگاه ایمنی را برای مقابله با عامل بیماریزا تحریک کند، اما منجر به ایجاد بیماری نشود.

تولید واکسن

- **تولید واکسن به روش قدیمی**
  - ۱- ضعیف کردن میکروب ها
  - ۲- کشتن میکروب ها
  - ۳- غیرفعال کردن سموم خالص شده میکروب ها

ایراد روش قدیمی تولید واکسن: چنانچه در مراحل تولید واکسن خطایی رخ دهد، احتمال بروز بیماری در اثر مصرف آن وجود دارد. اما واکسن های تولید شده با روش مهندسی ژنتیک چنین خطری ندارند.

- **تولید واکسن به روش مهندسی ژنتیک**: در این روش، ژن مربوط به پادگِن (آنتی ژن) سطحی عامل بیماری زا به یک باکتری یا ویروس غیربیماری زا منتقل می شود.

مثال: واکسن نوترکیب ضد هپاتیت B با این روش تولید شده است.

۶۷- ژن درمانی

- یکی از روش های جدید درمان بیماری های ژنتیکی، ژن درمانی است که خود مجموعه ای از روش هاست.
- **تعریف ژن درمانی:** یعنی قرار دادن نسخه سالم یک ژن در یاخته های فردی که دارای نسخه ای ناقص از همان ژن است.
- **برای انجام ژن درمانی:** یاخته مورد نظر را از بدن بیمار خارج می کنند ← ژن سالم را با کمک ناقل وارد یاخته می کنند. ← سپس یاخته تغییریافته را به بدن بیمار باز می گردانند.

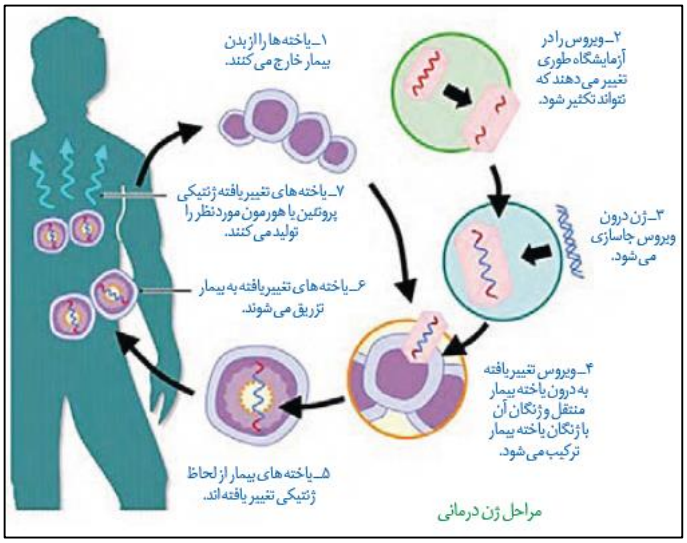
مراحل انجام ژن درمانی

۱- یاخته مورد نظر را از بدن بیمار خارج می کنند.
۲ - ویروس را درآزمایشگاه طوری تغییر می دهند که نتواند تکثیر شود.
۳- ژن مورد نظر را درون ویروس جاسازی می کنند.
۴- ویروس تغییریافته به درون یاخته بیمار منتقل شده ← ژنوم آن با ژنوم یاخته بیمار ترکیب می شود.
۵ - یاخته های بیمار که از لحاظ ژنتیکی تغییر یافته اند، به بیمار تزریق می کنند.
۶- یاخته های تغییریافته ژنتیکی پروتئین یا هورمون مورد نظر را تولید می کنند.

۶۸- **اولین** ژن‌درمانی موفقیت آمیز در سال ۱۹۹۰ برای یک دختر بچه ۴ ساله، دارای نوعی نقص ژنی، انجام شد. این ژن جهش یافته نمی‌توانست یک آنزیم مهم دستگاه ایمنی را بسازد.

۶۹- مراحل درمان دختر بچه مبتلا به نقص دستگاه ایمنی:

۱- ابتدا لنفوسیت ها را از خون بیمار جدا کردند و در خارج از بدن کشت دادند.
۲- سپس نسخه ای از ژن کارآمد را توسط نوعی ویروس (ناقل) به لنفوسیت ها منتقل کردند.
۳- لنفوسیت های تغییر یافته را وارد بدن دختر بچه بیمار کردند.



*اگرچه لنفوسیت های تغییر یافته ای که وارد بدن دختر بچه شدند، توانستند آنزیم مورد نیاز بدن را بسازند ولی چون لنفوسیت ها قدرت بقای زیادی ندارند (عمر محدودی دارند) لازم بود بیمار به طور متناوب لنفوسیت های مهندسی شده را دریافت کند.

*برای درمان این افراد می توان از روش هایی مثل پیوند مغز استخوان و یا تزریق آنزیم هم استفاده کرد.

۷۰- تشخیص بیماری:

- برای درمان موفقیت آمیز یک بیماری← تشخیص اولیه و شناخت دقیق آن بسیار مهم است.

از جمله روش های تشخیصی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- آزمایش خون
۲- آزمایش ادرار
۳- فناوری های مبتنی برDNA

- تشخیص بیماری وقتی که علائم آن در بدن ظاهر شده باشد ساده است ← اما وقتی که هنوز علائم ظاهر نشده اند و میزان عامل بیماری زا در بدن پایین است، مشکل است.
- امروزه با کمک روش‌های زیست فناوری و شناسایی نوکلئیک اسیدِ عامل بیماری زا، می‌توان به وجود آن در بدن پی‌برد. مثل تشخیص ایدز

۷۱- **بیماری**

- فرد مبتلا به ایدز توانایی دفاع در مقابل عوامل بیماری زا را از دست می دهد.
- بیماری خطرناکی است و هنوز درمان قطعی برای آن وجود ندارد.
- تشخیص زود هنگام آلودگی با ویروس ایدز اهمیت زیادی دارد ← زیرا باعث می‌شود که بدون اتلاف وقت اقدامات درمانی و پیشگیری لازم برای جلوگیری از انتقال ویروس به سایر افراد صورت گیرد.
- برای تشخیص ایدز در مراحل اولیه

۱- ابتدا DNA موجود در خون فرد مشکوک را استخراج می کنند.

(DNA استخراج شده ← شامل DNA یاخته‌های بدن خود فرد و احتمالاً DNA ساخته شده از RNA ویروس است.)

۲- سپس با استفاده از روش‌های زیست فناوری DNA ویروس تشخیص داده می شود.

۷۲- روش زیست فناوری در تشخیص موارد زیر نیز کاربرد دارد.:

۱- ژن های جهش یافته در بیماران مستعد به سرطان

۲- در مسائل پزشکی قانونی

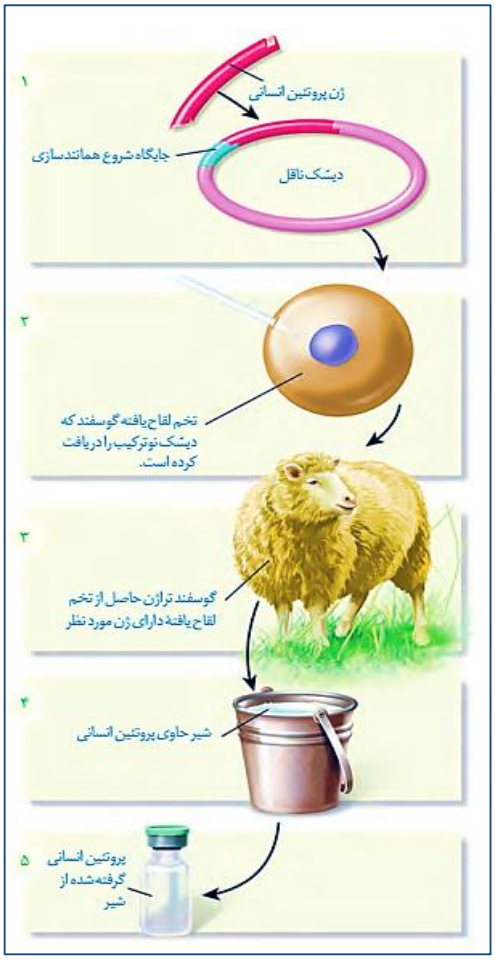
۳- تحقیقاتی همچون مطالعه در مورد DNA فسیل‌ها

۷۳- **برخی از دلایل طراحی و تولید جانوران تراژن:**

۱- مطالعه عملکرد ژن های خاص در بدن مثل ژن های عوامل رشد و نقش آنها در رشد بهتر دام ها

۲- کاربرد آنها به عنوان مدلی برای مطالعه بیماری های انسانی از قبیل انواع سرطان، آلزایمر و بیماری ام.اس

۳- تولید پروتئین‌های انسانی یا داروهای خاص در بدن آن‌ها ← به عنوان مثال گاوهای تراژنی می‌توانند شیر غنی از نوعی پروتئین انسانی تولید کنند که برای انسان نسبت به شیر طبیعی گاو مناسب تر است.



۷۴- **مراحل تولید گوسفند تراژن با هدف تولید نوعی پروتئین پیچیده انسانی**

خارج کردن رمزکننده پروتئین انسانی از ژنوم یک یاخته هسته دار انسان

⇩

وارد کردن ژن مورد نظر به درون یک دیسک (پلازمید)

⇩

تزریق دیسک نوترکیب به درون تخم لقاح یافته گوسفند

⇩

تقسیم سلول تخم لقاح یافته که دیسک نوترکیب را دریافت کرده است.

⇩

تولید گوسفند بالغ تراژن

⇩

بیان ژن رمز کننده پروتئین انسانی در گوسفند

⇩

ظاهر شدن پروتئین انسانی مد نظر در شیرگوسفند

⇩

استخراج پروتئین انسانی از شیرگوسفند

۷۵- زیست فناوری و اقتصاد

اگرچه زیست فناوری امروزه عمدتاً با مهندسی ژنتیک شناخته می شود، اما بهره برداری اقتصادی از زیست فناوری الزاماً وابسته به دستکاری جانداران نیست.

مثال:

۱- انسان در طول تاریخ ← از ۱- باکتری ها و ۲- قارچ ها در تولید محصولاتی مانند ماست و پنیر استفاده کرده است.

۲- امروزه ← صنایع لبنی همچنان با بهره مندی از ۱- آنزیم ها و ۲- ریزجانداران، محصولات متنوعی روانه بازار می کنند و همچنان سهم قابل توجهی در اقتصاد کشورها دارند.

برخی از مواردی که اساس شکل گیری صنایع متفاوتی در دنیای امروز شده اند:

۱- تولید انواعی از ترکیبات بر مبنای فرایندهای زیستی
۲- استفاده از گیاهان و جلبک ها در تولید سوخت و ترکیبات دیگر
۳- شناسایی ریزجانداران و گیاهانی که می‌توانند به عنوان منابع تجدیدپذیر در تولید ترکیبات گوناگون به کار روند.

۷۶- فتو بیوراکتور (Photobioreactor)

- فتو بیوراکتور (Photobioreactor) نمونه ای از فناوری زیستی با کاربرد صنعتی است.
- فتو بیوراکتورها ← محیط های کشت وسیع جانداران فتوسنتزکننده‌ای مانند جلبک‌ها هستند.
- این جانداران با انجام فتوسنتز انواعی از مواد را می سازند که می توان از آنها در موارد مختلف استفاده کرد. مانند:

۱) تولید سوخت زیستی
۲) تولید دارو
۳) تولید مکمل های غذایی

دو نوع فتو بیوراکتور که در آن جلبک تک یاخته‌ای کشت شده است.

۷۷- زیست فناوری و اخلاق

مانند همهٔ دستاوردهای بشر، استفاده از این دستاورد علمی نیز، باید با ملاحظاتی همراه باشد. این ملاحظات جنبه های مختلف اخلاقی، اجتماعی و ایمنی زیستی را در بر می‌گیرند.

۷۸- ایمنی زیستی:

شامل مجموعه ای از تدابیر، مقررات و روش هایی برای تضمین بهره برداری از این فنون است.

قانون ایمنی زیستی به دلایل زیر در همه کشورها از جمله ایران تدوین و به تصویب رسیده است:

۱- استفاده مناسب از مزایای زیست فناوری
۲- پیشگیری از خطرات احتمالی زیست فناوری

۷۹- پژوهش های زیادی در مورد نتایج انواع کاربردهای زیست فناوری در حال انجام است.

- نتایج به دست آمده از چنین پژوهش هایی از طرف مجموعه ای از دانشمندان با تخصص های مختلف داوری و صدور مجوز نهایی توسط دستگاه های نظارتی انجام می شود.
- تاکنون از نتایج تحقیقات انجام شده هیچ گونه گزارشی مبتنی بر شواهد و داده های علمی در مورد آثار جانبی کاربرد این فناوری، محصولات به دست آمده و خطرناک بودن آنها ارائه نشده است. لذا با توجه به حساسیت موضوع، این تحقیقات باید ادامه یابند و نتایج با دقت فراوان مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند.