

## بیوتکنولوژی

توسعه زیادی یافته که این توسعه تنها به دلیل پیدایش متدهای جدید در استفاده از میکروارگانیزمهای موجود و متدهای جدید برای تشخیص میکروبها و ویروسهای جدید و شناسایی متابولیت‌های جدید در میکروبها نیست، بلکه مسئول تمامی این تغییرات و آنچه که باعث تحولی عظیم در تمامی علوم زیستی شده است کشف تکنیک‌های مهندسی ژنتیک و «نوترکیبی DNA» (Recombinant DNA) می‌باشد. تکنیک‌هایی که در اواخر دهه ۱۹۶۰ شناخته شدند، در دهه ۱۹۷۰ رشد کردند و در دهه ۱۹۸۰ اولین محصولات آنها به بازار عرضه شدند و آینده بسیار درخشان این علم را به قول تمامی کارشناسان حداقل می‌توان برای ۵۰ سال آینده پیش‌بینی نمود. بطوریکه قرن ۲۱ را از همین حالا قرن مهندسی لیزر - کامپیوتر و بیوتکنولوژی نام نهاده‌اند. به غیر از روشهای نوترکیبی DNA در زمینه‌های دیگر بیوتکنولوژی نیز در سالیان اخیر پیشرفت‌های

بیوتکنولوژی را شاید بتوان علمی دانست که سیستم‌های بیولوژیکی را (اعم از میکروبی، گیاهی و یا انسانی) در خدمت بشر و صنایع در آورده است به این معنا که از سیستم‌های بیولوژیکی در انجام واکنش‌های شیمیایی خاص و یا تولید مواد خاص استفاده می‌کنند بطوریکه حتی امروزه نیز علیرغم توسعه زیاد شیمی سنتز در بسیاری از موارد قادر به رقابت با بسیاری از واکنش‌های بیولوژیکی نمی‌باشد.

بیوتکنولوژی با این تعریف سالیان درازی است که در خدمت بشر بوده و بشر از این سیستم‌های بیولوژیکی در بسیاری موارد از جمله در صنایع نوشابه‌های الکلی، صنایع غذایی (تهیه پنیر، ماست و در تولید نان) استفاده کرده است. ولی آنچه امروزه به نام بیوتکنولوژی معروف است در دهه ۱۹۸۰

\* گروه فارماکوگنوزی دانشکده داروسازی - دانشگاه علوم پزشکی تهران

شگرفی بوجود آمده است که اهم آنها عبارتند از تکنولوژی آنزیمها، ایستمونولوژی (آنتیبادیهای منوکلنال)، تکنولوژی فرماتورها و بیوالکتروشیمی.

بیوتکنولوژی با استفاده صنعتی از سیستمهای بیولوژیک که در تمامی علوم زیستی کاربرد دارد، خود از علوم دیگری از جمله میکروبیشناسی، ژنتیک، بیوشیمی و مهندسی بیوشیمی استفاده می کند.

قبل از ورود به بحث اصلی (کاربرد بیوتکنولوژی در پزشکی و داروسازی) بیمناسبت نخواهد بود ذکر از تاریخچه بیوتکنولوژی به عمل آید.

#### پیشرفتهای اولیه بیوتکنولوژی

در گذشته بیوتکنولوژی عمدتاً مترادف با علوم دیگری مانند میکروبیشناسی و بیوشیمی کاربردی بوده است. البته درك درستی از پروسه های بیولوژیکی و مولکولی که در این

• بیوتکنولوژی با استفاده صنعتی از سیستمهای بیولوژیک که در تمامی علوم زیستی کاربرد دارد، خود از علوم دیگری از جمله میکروبیشناسی، ژنتیک، بیوشیمی و مهندسی بیوشیمی استفاده می کند.

زمینه دخیل بوده اند نیز وجود نداشت، کاری که توسط افراد انجام می شد بیشتر به يك هنر شباقت داشت تا به يك علم. پاستور در قرن نوزدهم اولین کسی بود که توانست برای بسیاری از واکنشهای بیولوژیکی اولین پایه های علمی را

بنیان گذاری کند. او موفق به کشف این واقعیت شد که میکروبها مسئول انجام بسیاری از تغییر و تبدیلات واکنشهای تخمیری می باشند. همچنین مشخص نمود که میکروبهای متفاوت، از يك ماده اولیه یکسان تولید محصولات متفاوتی را

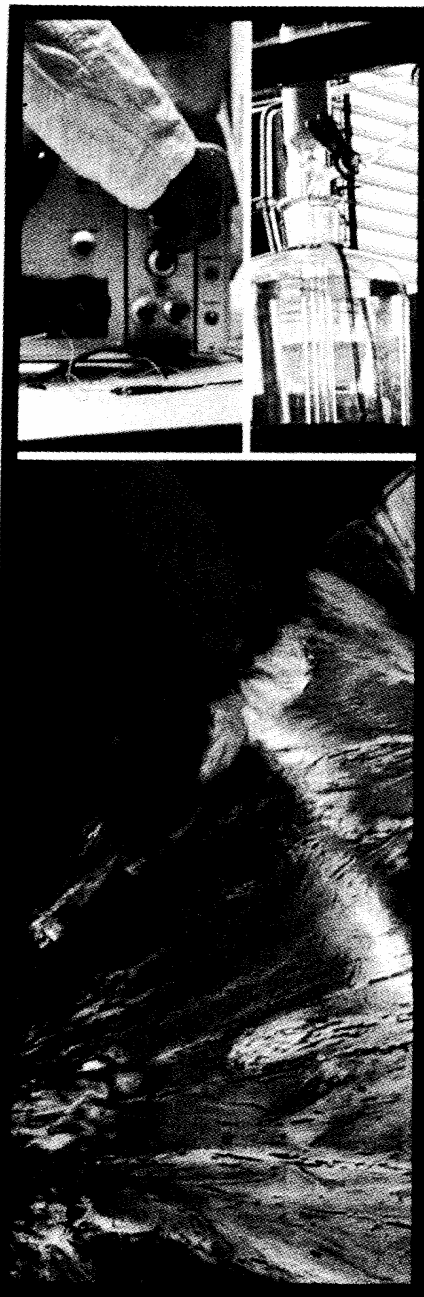
• افزودن مقدار کمی بی سولفیت سدیم به محیط کشتی که در حالت معمولی محصول آن الکل است، باعث تغییر محصول از الکل به گلیسرول می گردد.

می نمایند. کارهای مقدماتی او باعث پیشرفتهای بعدی در زمینه تولید حلالها، به روش تخمیر در شرایط بی هوازی و با استفاده از میکروارگانیسمها گردید (تولید استون، اتانل، بوتان دی ال، و ایزوپروپانل). همچنین معلوم شد که تمامی این پروسه ها تبدیل پلی ساکاریدها و یادی ساکاریدهای گیاهی به مواد شیمیایی دیگر تحت شرایط بی هوازی توسط میکروبها می باشند، که تحت این شرایط میکروبها با استفاده از انرژی حاصل از تغییر انرژی مواد رشد می کنند و باعث تغییر شیمیایی مواد نیز می شوند که این پروسه کاملاً جدا از پروسه های هوازی می باشد. هر چند که پروسه های فوق الذکر بعضاً بوسیله متدهای شیمیایی جایگزین شدند ولی امروزه نیز علیرغم تمامی پیشرفتهای در صنایع شیمیایی و پتروشیمیایی بدلیل گرانی مواد اولیه این صنایع، تولید این مواد بوسیله روشهای بیوتکنولوژیکی مقرون به صرفه تر به نظر می رسد. بطوریکه

هنوز هم در بسیاری از کشورهای دنیا الکل صنعتی را از تخمیر تهیه می‌نمایند و اصولاً امروزه تولید الکل از پلی‌ساکاریدها برای مصرف به عنوان سوخت ماشین (Biofuel) در آمریکای جنوبی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. تولید اسیدهای آلی توسط میکروارگانیسمها (اسید سیتريك، گلو کونيك، ایتا کونيك و...) از اوایل قرن بیستم شروع شده و هنوز هم در سطح بسیار وسیعی ادامه دارد. بتدریج که فهم پروسه‌های بیوشیمیایی بیشتر می‌شد معلوم شد که در بسیاری از موارد تغییرات شیمیایی جزئی در محیط کشت میکروارگانیسمها باعث تغییر اساسی در تولید مواد نهایی می‌گردد. به عنوان مثال افزودن مقدار کمی بی‌سولفیت سدیم به محیط کشتی که در حالت معمولی محصول آن الکل است، باعث تغییر محصول الکل به گلیسرول می‌گردد.

با استفاده از این روش در جنگ جهانی دوم مقادیر زیادی گلیسرول که از اهمیت زیادی در صنایع نظامی برخوردار است توسط آلمانیها تهیه گردید.

پیشرفت عمده دیگری که در تاریخ بیوتکنولوژی اتفاق افتاد کشف پنی‌سیلین توسط فلمینگ، و همکارانش در سال ۱۹۲۹ بود که در سال ۱۹۴۰ به تولید انبوه رسید. کشف پنی‌سیلین راه را برای تهیه سایر متابولیت‌های میکروبی به عنوان آنتی‌بیوتیک باز کرد، امروزه آنتی‌بیوتیک‌های زیادی در دسترسند که عمدتاً از میکروارگانیسمها بدست می‌آیند و تولید سالانه آنها در جهان از لحاظ مبلغ نزدیک به ۴



میلیارد دلار می‌رسد.

دارند که این پروتئینهای تولیدی را پروتئینهای میکروبی (SCP) می‌نامند. در جنگ جهانی اول در آلمان با استفاده از مخمر *Saccharomyces cerevisia* توانستند

توسعه بیوتکنولوژی

در سالیان اخیر به غیر از پیشرفت در

○ میکروارگانیسما توانایی تبدیل مواد گیاهی ارزان قیمت را به پروتئینهای با ارزش دارند که این پروتئینهای تولیدی را پروتئینهای میکروبی می‌نامند و در جنگ جهانی اول آلمانها با استفاده از یک نوع مخمر توانستند پروتئینی تولید کنند که مصرف خوراکی داشت.

تولید پروتئینی بنمایند که مصرف انسانی داشت، بدینوسیله آلمانها توانستند بیش از ۶۰٪ واردات مواد پروتئینی خود را جایگزین نمایند و در جنگ جهانی دوم با استفاده از مخمرهای *Candida utilis* و *Candida arborea* توانستند مقدار زیادی از پروتئین مصرفی خود را تولید نمایند.

در دهه ۱۹۶۰ تعدادی از کمپانیهای نفتی تحقیقات خود را برای تبدیل گازهای نفتی و متانول به پروتئین شروع نموده و موفقیتهای زیادی نیز بدست آوردند امروزه پروتئینهای حاصله عمدتاً به عنوان مکمل در غذاهای دامی استفاده میشود. تولید پروتئینهای میکروبی در شوری سالانه بالغ بر یک میلیون تن می‌باشد و در انگلستان نیز توانسته‌اند با استفاده از یک نوع قارچ میکروسکوپی پروتئینی را تولید کنند که دارای ارزش غذایی بسیار بالایی می‌باشد و اخیراً به این پروتئین اجازه مصرف انسانی نیز داده شده است.

۳- در دهه ۱۹۵۰ این مسئله باثبات

پروسه‌های قدیمی فوق‌الذکر، پیشرفتهای زیاد دیگری در جنبه‌های مختلف بیوتکنولوژی بوجود آمده است. به شش موردی که در پزشکی و داروسازی اهمیت زیادتری دارند به اختصار اشاره می‌شود، این موارد عبارتند از: تولید آمینواسیدها، تولید پروتئینهای میکروبی (single cell Protein SCP) تغییر در ساختمان شیمیایی استروئیدها، کشت سلولهای گیاهی و حیوانی در آزمایشگاه، تولید آنزیمها و تولید آنتی‌بیوتیکها.

۱- در سالیان اخیر تولید آمینواسیدها بوسیله رشد هوازی میکروارگانیسما به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش پیدا کرده است که بیشترین تولید مربوط به منوسدیم گلوتامات با تولید سالانه حدود ۱۵۰/۰۰۰ تن می‌باشد که عمدتاً به عنوان طعم دهنده از آن استفاده می‌شود. آمینواسید دیگر لیزین می‌باشد که تولید سالانه آن به حدود ۱۵,۰۰۰ تن می‌رسد.

۲- میکروارگانیسما توانایی تبدیل مواد گیاهی ارزان قیمت را به پروتئینهای با ارزش

در محیط آزمایشگاه و یا محیطهای بزرگ صنعتی می‌باشد. از کشت سلولهای حیوانی می‌توان برای تهیه واکنشها و یا با استفاده از کشت سلولهای حیوانی و تکنیک ادغام سلولها (Cell Fusion) برای تهیه آنتی‌بادیهای منوکلونال گوناگون استفاده نمود. همچنین از کشت سلولهای گیاهی می‌توان برای تولید مواد گوناگونی از جمله الکلوئیدها (آترویین، ویسکرسیتن، و بنیلاستین)، رنگهای گیاهی، اسانسها، دیوسژنین و بسیاری محصولات دیگر استفاده نمود.

۵- از جمله محصولات دیگر بیوتکنولوژی که کاربرد بسیار زیادی در پزشکی، داروسازی و صنعت دارند آنزیمها می‌باشند. آنزیمها پروتئینهایی هستند که در درون سلول وجود دارند و تمامی فعالیت سلول توسط همین آنزیمها انجام می‌پذیرد و حیات سلولی بدون وجود آنزیمها امکان پذیر نمی‌باشد. هر چند که آنزیمها را می‌توان به وسیله روشهای سنتی از قبیل استخراج از بافتهای گیاهی و حیوانی بدست آورد ولی مقدار آنزیمی که از این روشها بدست می‌آیند بسیار کم و تعداد آنزیمهای قابل دسترسی از این منابع بسیار محدود می‌باشند. این محدودیتها باعث شد که میکروارگانیسمها و روشهای بیوتکنولوژیکی برای بدست آوردن آنزیمها مورد توجه قرار گیرند. امروزه تقریباً تمامی آنزیمهای مورد استفاده در صنعت و پزشکی از طریق بیوتکنولوژی و با استفاده از انواع گوناگون میکروارگانیسمها بدست می‌آید.

رسیده بود که میکروارگانیسمها قادر به تغییرات روی هسته اصلی استروئیدها می‌باشند این تغییرات در مقایسه با واکنشهای شیمیایی از نظر مکان واکنش و اشکال فضایی آن از حالتی بسیار اختصاصی‌تر برخوردار بودند. اولین مورد با ارزش در این باره مشاهده 11-a-Hydroxylation پروژسترون توسط *Rhizopus arrhizus* بود که این واکنش برای تهیه کورتیکواستروئیدها از پروژسترون از اهمیت بسیار بالایی برخوردار بود. مشاهده این واکنش راه را برای استفاده از میکروارگانیسمها در واکنشهای شیمیایی و عمدتاً تغییر در ساختمان استروئیدها باز نمود و قیمت تمام شده برای تولید استروئیدهای نهایی را بشدت کاهش داد. امروزه میکروارگانیسمهای زیادی با خواص گوناگون از قبیل تجزیه شاخه‌های جانبی، هیدروکسیلاسیون، ایجاد پیوندهای دوگانه و تجزیه اختصاصی حلقه کشف گردیده‌اند که البته عمدتاً تحت امتیاز

---

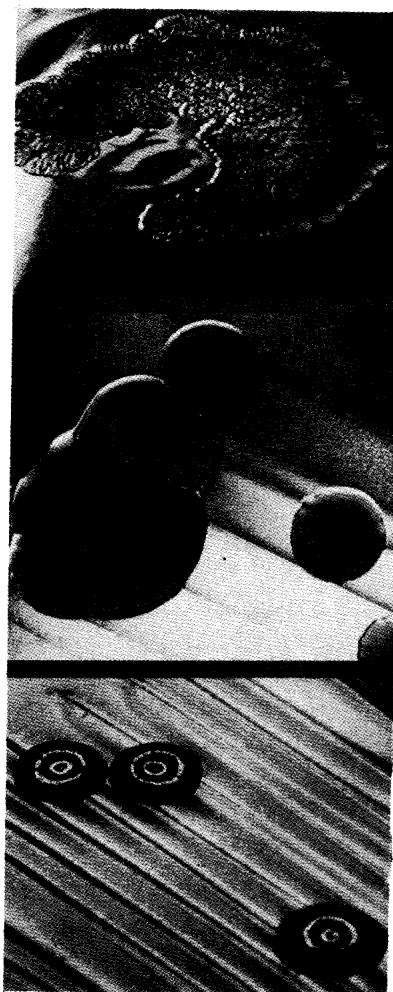
• امروزه میکروارگانیسمهایی با خواص گوناگون از قبیل تجزیه شاخه‌های جانبی، هیدروکسیلاسیون، ایجاد پیوندهای دوگانه و تجزیه اختصاصی حلقه کشف گردیده‌اند.

---

کارخانجات معروف داروسازی جهان می‌باشند.

۴- از جمله جنبه‌های بیوتکنولوژی که در سالهای اخیر شاهد پیشرفتهای بسیار زیادی بوده است، کشت سلولهای گیاهی و یا حیوانی

اولین آنزیمی که از این طریق بدست آمده تا کادیاستاز Takadistase (مجموعه‌ای از آنزیمهای پروتاز، آمیلاز و سلولاز) بود که بوسیله کشت قارچ رشته‌ای *Aspergillus*



*oryzae* روی سبوس گندم بدست آمد. امروزه تعداد زیادی آنزیم در صنعت و پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. آنزیمهایی که در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند بیشتر خارج

سلولی می‌باشند (آمیلاز - لیپاز - پروتاز - سلولاز)، یعنی این آنزیمها توسط میکروارگانسیم ساخته شده و به بیرون از سلول تراوش می‌کنند.

استفاده از آنزیمها در پزشکی به دو صورت انجام می‌گیرد. (الف) - مصرف مستقیم آنزیم به عنوان دارو. در این دسته می‌توان آنزیمهای گوارشی و همچنین آنزیمهایی مانند استرپتوکیناز (Streptokinase)، ال-آسپارژیناز (L-Asparaginase) و یا آنزیم فعال کننده پلاسمینوژن بافتها یا Tissue Plasminogen Activator (TPA) را نام برد. (ب) - مورد استفاده بسیار مهم دیگر آنزیمها مصرف آنها در تشخیص و تعیین مقدار مواد شیمیایی می‌باشد که در حقیقت آنزیم به طور غیرمستقیم مورد استفاده پزشکی قرار می‌گیرد. ارزش آنزیمها در این مورد به دلیل واکنشهای بسیار اختصاصی آنها با ماده مورد نظر می‌باشد که نتیجتاً احتمال هر گونه خطایی را در مقایسه با روشهای شیمیایی از بین می‌برد. مثال مهم این دسته، استفاده از آنزیم گلوکز اکسیداز برای تعیین مقدار گلوکز خون می‌باشد.

۶- آنتی‌بیوتیکها را می‌توان از مهمترین دستاوردهای بیوتکنولوژی در داروسازی بحساب آورد. بعد از کشف پنی‌سیلین در سال ۱۹۲۹، در فاصله سالهای ۱۹۳۵ تا ۱۹۶۵ تعداد بسیار زیادی آنتی‌بیوتیک کشف و تولید گردید که به این ترتیب بسیاری از بیماریهای عفونی انسان و حیوان تحت کنترل قرار

گرفتند. تا کنون بیش از ۴۰۰۰ آنتی‌بیوتیک مورد شناسایی قرار گرفته‌اند و سالانه تعداد زیادی آنتی‌بیوتیک جدید نیز به این لیست اضافه می‌شوند. اغلب آنتی‌بیوتیکها توسط قارچهای رشته‌ای و استرپتومایسسها تولید می‌گردند و امروزه آنتی‌بیوتیکها مجموعه بزرگی از تولیدات کارخانجات داروسازی را تشکیل می‌دهند.

#### چشم‌اندازهای آینده توسعه بیوتکنولوژی

بطور قطع در آینده استفاده از روشهای بیوتکنولوژی و نوترکیبی DNA، بسیاری از شاخه‌های علوم زیستی را دگرگون خواهد نمود. در حال حاضر بیشترین استفاده از بیوتکنولوژی در علوم پزشکی است ولی کارشناسان معتقدند که از ۱۰ سال آینده به بعد کاربرد بیوتکنولوژی در صنایع کشاورزی و شیمیایی بسیار بیشتر از کاربرد آن در پزشکی خواهد بود.

مطالبی که مورد بحث قرار گرفتند عمدتاً

---

• آنزیمهایی که در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند بیشتر خارج سلولی می‌باشند، یعنی این آنزیمها توسط میکروارگانیسم ساخته شده و به بیرون از سلول تراوش می‌کنند.

---

بدلیل پیشرفت در متدهای سنتی بیوتکنولوژی می‌باشد. اما پیشرفتهایی که برای آینده این علم در پزشکی، داروسازی، کشاورزی و همچنین سایر علوم پیش‌بینی می‌شود عمدتاً به دلیل استفاده از تکنیکهای جدید بیوتکنولوژی و

بخصوص روشهای نوترکیبی DNA می‌باشد. ذیلاً به‌طور مختصر روش نوترکیبی DNA، سپس کاربرد این تکنولوژی در پزشکی و ساخت داروهای پروتئینی مورد بحث قرار خواهند گرفت.

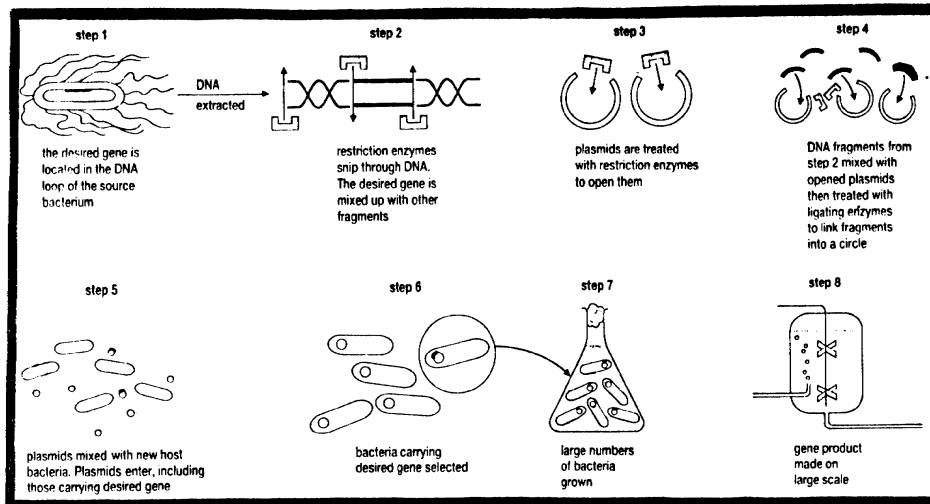
#### نوترکیبی DNA و مهندسی ژنتیک

نوترکیبی DNA به کلیه روشهایی گفته می‌شود که بوسیله آنها یک ژن (که مسئول ساخت محصول خاصی است) از سلول سازنده اولیه آن به روشهای مختلف و بسیار پیچیده‌ای شناسایی و جدا می‌شود و سپس این ژن بر روی حاملهای (Vectors) خاصی قرار داده می‌شود که این حاملها نیز از جنس DNA می‌باشند که به این ترتیب DNA جدیدی ساخته می‌شود که از دو قسمت متفاوت که در حالت طبیعی با هم نیستند تشکیل شده است. به این مولکول، DNA نوترکیب شده گفته می‌شود. سپس این DNA جدید به داخل سلول میزبان منتقل می‌گردد. نتیجه عمل اگر به صورت موفقیت‌آمیزی انجام شود به حالت فعال

در آوردن ژن جدید در داخل سلول میزبان می‌باشد. بدین ترتیب سلول جدیدی بوجود می‌آید که دارای ژن جدیدی است و می‌تواند پروتئین جدیدی را سنتز نماید که در حالت طبیعی قادر به تولید آن نبوده است و این پروتئین را می‌توان با کشت سلول حاوی این ژن در مقیاس وسیع و با استفاده از فرمانتور برای مصرف بدست آورد. بطور تئوری این عمل را می‌توان با هر ژنی انجام داد و سلول میزبان

نیز می‌تواند از هر نوع سلولی (میکروبی، گیاهی و یا حیوانی) باشد. به عنوان مثال ژن مسئول سنتز هورمون رشد را می‌توان از سلولهای انسانی جدا نمود، آن را بر روی حاملی که مناسب برای انتقال به باکتریها باشد

کننده تمامی خصوصیات سلول می‌باشد مورد بررسی قرار دهیم و این تکنیک می‌تواند کاربرد بسیار زیادی در پزشکی داشته باشد. بحث در مورد تکنیکهایی که بکار می‌روند خارج از حوصله این مقاله می‌باشد و نیازمند مراجعه به



شکل ۱- مراحل مختلف کلون کردن یک ژن (انتقال آن بر روی سلولهای دیگر) و تولید آن در حد وسیع در آزمایشگاه

قرار داد و سپس این حامل را به باکتری مورد نظر منتقل نمود. نتیجه این عمل را که انجام هم گرفته است، باکتری جدیدی می‌باشد که قادر به تولید هورمون رشد انسانی است. بوسیله رشد این باکتری در یک محیط مایع چند لیتری، میزان هورمون رشدی که بدست می‌آید معادل هورمون رشدی است که تقریباً از نیم میلیون مغز بدست می‌آید. اصول کلی روش نو ترکیبی DNA در شکل ۱ نشان داده شده است.

#### کاربرد مهندسی ژنتیک در پزشکی

مهندسی ژنتیک این توانایی را به ما می‌دهد که مسائل پزشکی در قالب DNA که کنترل



وسیعی در تشخیص سرطانها و همچنین تشخیصهای میکروبیولوژی با استفاده از شاخصهای (probs) ژنتیکی پیدا نموده است.

۲- کاربرد در درمان (Gene Therapy):  
مبحث بسیار جدیدی در پزشکی می باشد که در

• بیشترین کاربرد مهندسی ژنتیک که در حال حاضر در بیمارستانهای بزرگ دنیا مورد استفاده قرار می گیرد در تشخیص بیماریهای ژنتیک می باشد.

آن با استفاده از مهندسی ژنتیک، ژن معیوب مورد شناسایی قرار می گیرد. ژن سالم از فرد دیگری به سلولهای شخص بیمار در آزمایشگاه منتقل می گردد و سپس این سلولها به بدن شخص بیمار برگردانده می شوند و بدین ترتیب شخص بیمار دارای سلولهایی می گردد که از نظر ژنتیکی نقص آنها برطرف گردیده است و قادر به ادامه حیات طبیعی خود می باشند. پیش بینی می شود که در ۱۰ سال آینده با استفاده از این تکنیکها بتوان بطور عملی در تصحیح بسیاری از بیماریهای ژنتیک انسان بهره مند شد.

#### کاربردهای مهندسی ژنتیک در داروسازی

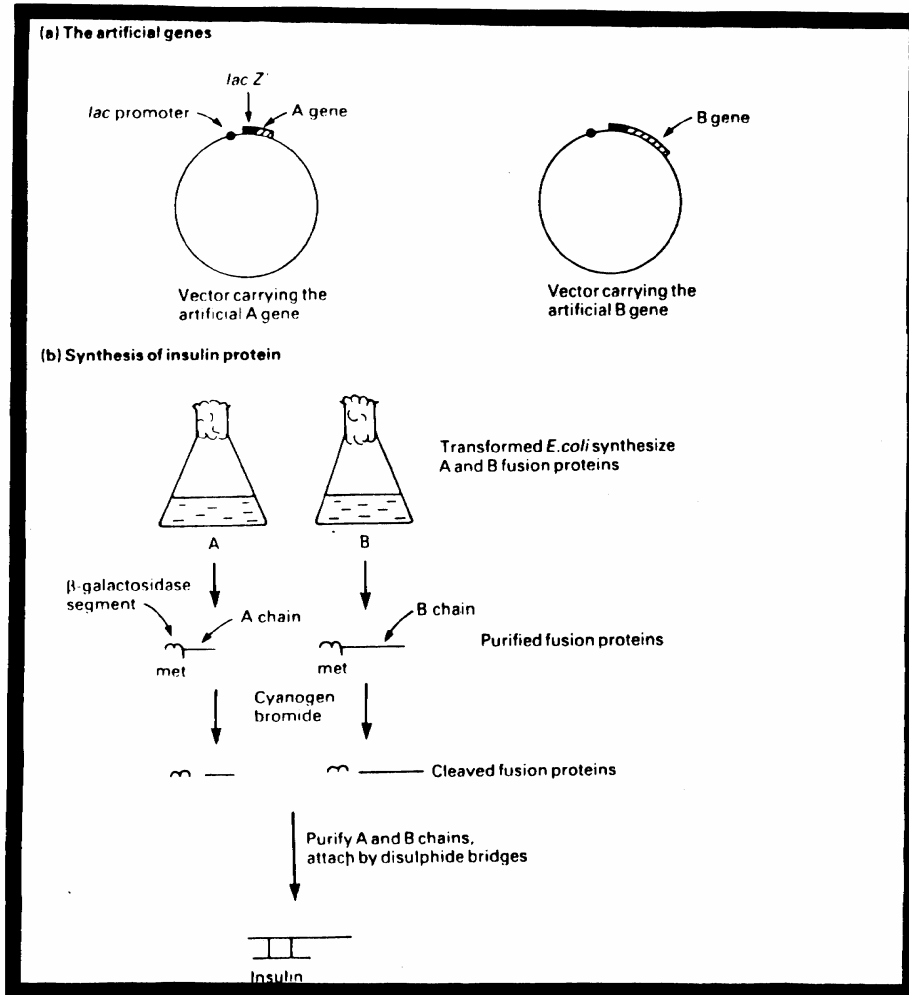
مهندسی ژنتیک راه را برای تولید وسیع بسیاری از پروتئینهایی که فقط قابل بدست آوردن از منابع طبیعی مانند اعضای حیوانات بودند را از طریق انتقال ژن آنها بر روی میکروبها و سپس تولید توسط میکروبها باز نموده است. پروتئینهایی را که از این طریق قابل

تهیه می باشند به طور کلی می توان به دو دسته تقسیم نمود:

۱- پروتئینهایی که در حالت طبیعی در بدن تولید می شوند و کمبود آنان به هر دلیل باعث ایجاد اختلالاتی در زندگی طبیعی می گردد. از این دسته می توان داروهای زیادی را نام برد که عمدتاً امروزه به دلایل اقتصادی تر بودن و ایمن تر بودن تمامی تلاش بر آن است که آنها را با استفاده از روشهای مهندسی ژنتیک و نوترکیبی DNA تهیه نمایند. از داروهای مهم این دسته می توان از انسولین، هورمون رشد، فاکتورهای انعقاد خون (فاکتورهای VIII و IX)، اریتروپویتین، کلسی تونین، آلبومین و کولیسیتو کینین و... را نام برد. اولین پروتئینی که از این دسته که با روش نوترکیبی DNA تولید گردید هورمون انسولین بود که در سال ۱۹۸۴ بآن اجازه مصرف در انسان نیز داده شد. قبلاً تنها منبع تولید انسولین، پانکراس گوسفند، گاو و یا خوک بود که این منابع به هیچ وجه نمی توانستند در بسیاری از نقاط دنیا منابع قابل اتکاء باشند. مطالعه برای تولید انسولین با استفاده از مهندسی ژنتیک از اواخر دهه ۱۹۷۰ آغاز گردید و ابتدا این دارو توسط یک کمپانی آمریکایی در سال ۱۹۸۴ به بازار عرضه شد که در اولین سال نیز حدود ۳۰ میلیون دلار فروش داشت و امروزه توسط چند کمپانی آمریکایی، انگلیسی و ژاپنی دیگر نیز انسولین انسانی با روش تقریباً مشابهی تولید و به بازار عرضه می گردد. مزیت عمده انسولینی که به این روش تهیه می شود آن است که ترکیب و



تفاوت آمینواسیدهای آن دقیقاً مانند انسولین انسانی می‌باشد و در نتیجه عاری از ایجاد هرگونه واکنشهای آلرژیکی که در اثر مصرف پروتئینهای دیگر که تهیه آنها به دلیل مقادیر ذکر شده در بالا و همچنین بسیاری از پروتئینهای داده شده است. تمامی پروتئینهای



شکل ۲- انتقال ژنهای انسولین روی باکتریهای (*E. coli*) و تولید مصنوعی آن توسط این باکتریها در آزمایشگاه

انسولین حیوانات که اختلاف ناچیزی در ترتیب آمینواسیدهایشان با انسولین انسان دارند، است. نمای شماتیک تولید انسولین انسانی در شکل بسیار کم هرگز به عنوان دارو مورد توجه قرار نگرفته بودند با روشهای مهندسی ژنتیک و نو ترکیبی DNA در حال تهیه می‌باشند که

بسیاری نیز به صورت موفقیت آمیزی تهیه شده و در حال مطالعه بالینی می‌باشند و بعضاً به بازار عرضه شده و یا بزودی عرضه خواهند شد.

۲- پروتئینهایی که در حالت طبیعی در بدن وجود ندارند و یا مقدار آنها بسیار ناچیز می‌باشند و این پروتئینها در واکنش سلولها به عوامل خارجی تولید می‌شوند و اگرچه اهمیت بسیار زیادی در کنترل روندهای حیاتی انسان دارند بسیاری از آنها به علت مقدار بسیار ناچیزشان تا همین اواخر حتی مورد شناسایی نیز قرار نگرفته بودند و بنابراین هیچ گونه مطالعه فارماکولوژیکی و بالینی نیز بر روی آنها قبل از تهیه به روشهای مهندسی ژنتیک امکان پذیر نبود.

پروتئینهای زیادی را می‌توان در این دسته قرار داد که از جمله مهمترین آنها می‌توان اینترفرونها، اینترلوکینها و آنتی‌بادیها را نام برد که به دلیل اهمیت زیاد اینترفرونها اشاره‌ای گذرا بآنها می‌کنیم: اینترفرونها مجموعه‌ای از پروتئینها هستند که توسط سلولها در واکنش به آلوده شدن با ویروسها تولید می‌شوند و سپس به محیط اطراف خود نفوذ کرده و سایر سلولها را از آلوده شدن به ویروس محافظت می‌کنند. بنابراین ممکن است کاربردهای زیادی به عنوان داروهای ضدسرطان و ضدویروس داشته باشند. آلفا-اینترفرون داروی مؤثری بر علیه بعضی از تومورهای استخوان و حنجره و بعضی از سرطانهای وابسته به ایدز می‌باشد. همچنین به عنوان داروی مؤثر بر علیه تبخال و هیپاتیت و بصورت قطره بینی برای جلوگیری از ابتلا به

سرماخوردگی بکار می‌رود. گاما-اینترفرونها نیز بطور مؤثری بر علیه آرتریت روماتوئید و لوپوس اریتماتوز و اسکلروزیس بکار برده شده‌اند. تحقیق برای کاربرد این داروها بیشتر از زمانی آغاز شد که این مواد توسط روشهای مهندسی ژنتیک قابل تهیه شدند. زیرا با استفاده از روشهای سنتی، تهیه بعضی از این اقلام به مقدار زیاد تقریباً غیرممکن به نظر می‌رسند و ذکر این نکته جالب است که برای تهیه یک گرم آلفا-اینترفرون کاملاً ناخالص که در مقایسه با سایر اینترفرونها از غلظت بالاتری نیز برخوردار است ۹۰,۰۰۰ واحد خون) مورد نیاز می‌باشد.

مطالب ذکر شده قسمت بسیار کوچکی از پیشرفتهایی هستند که با استفاده از تکنیکهای مهندسی ژنتیک در سالیان اخیر نصیب بشر شده‌اند و کارشناسان معتقدند که در مقایسه با پیشرفتهای زیادی که علوم مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی در آینده می‌توانند داشته باشند بشر در این علم هنوز در مرحله کودکی بسر می‌برد.

مآخذ:

1. Biotechnology, changing the way nature works edited by John Hodgson
2. Applied Genetics, Edited by Geoff Hayward
3. Microorganisms and Biotechnology. Edited by Jane Taylor
4. Biotechnology, Principles and Applications. Edited by J. Higgins, D. J. best, and J. Jones
5. Gene cloning, an introduction. Edited by T.A. Brown