اصلاح گیاهان با مهندسی ژنتیک:

اولین اصلاح کنندگان بذر کشاورزانی بودند که بذرهای **بهترین گیاه** خود را انتخاب می کردند، آنها را می کاشتند و بدین ترتیب **به تدریج** در نسل های متمادی گیاهان را اصلاح می کردند. **در قرن بیستم**، اصلاح کنندگان بذر برای انتخاب گیاهان **مبانی ژنتیک** را به کار بردند. امروزه مهندسان ژنتیک می توانند ویژگی های مطلوب را با دست ورزی ژن به گیاهان بیفزایند. مهندسان ژنتیک می توانند **به روش های مختلف**، گیاهان را تغییر دهند؛ از جمله **ایجاد گیاهان مقاوم به شرایط خشکی و تولید گیاهانی که با خاک های مختلف، اقلیم های متفاوت و فشارهای محیطی سازگاری حاصل کنند، تنظیم سرعت رسیدن میوه ها و افزایش ارزش غذایی گیاهان.** به عنوان مثال، با انجام روش های مهندسی ژنتیک روی **گیاه برنج**، سویه های **دارای میزان بالای بتاکاروتن** (که **در بدن** به ویتامین **A** تبدیل می شود) و آهن تولید شده اند. این دست آوردها در **بخش هایی از(نه همه جا!)** قاره‌ی آسیا اهمیت خاصی دارند، زیرا **بسیاری از(نه همه!)** مردم آن **از کمبود ویتامین A و آهن** رنج می برند. در واقع **می توان با انتقال ژن ها به گیاهان باعث اصلاح محصولات آنها شد.**

پس بچه ها اگه بخوام انواع تغییراتی که به کمک مهندسی ژنتیک در گیاهان ایجاد کردن رو بگم اینجوری میشه:

- ایجاد گیاهان مقاوم به خشکی
- افزایش ارزش غذایی گیاهان
- تنظیم سرعت رسیدن میوه ها
- تولید گیاهانی سازگار با خاک های مختلف، اقلیم های متفاوت و فشارهای محیطی

نکته مهم: بچه ها دقت داشته باشین به جمله های کتاب درسی که طراح با تغییر یک کلمه میتونه گرفتارتون کنه! مثلا ماده ی بتاکاروتن (پیش ساز ویتامین A) که به ویتامین A تبدیل میشه در کجا این اتفاق میافته؟ در بدن انسان! و نه در برنج! برنج بتاکاروتن رو فقط داره! و تولیدش می کنه! پس ما در برنج واکنش تبدیل بتاکاروتن به ویتامین A رو نمی تونیم ببینیم.

نکته مهم: بچه ها ویتامین ها دو جور بودن. محلول در چربی و محلول در آب! ویتامین A جزء ویتامین های محلول در چربی هستش.! تو فصل گوارش سال دوم می خونیم که این ویتامین همانند سایر ویتامین های محلول در چربی وقتی توسط سلول های استوانه ای روده جذب شد وارد مویرگهای لنفی می شود و نه خونی! برای همین این ویتامین به کبد نمی رود! بلکه وارد بزرگ سیاهرگ زیرین می شود و بعدش از اونجا میره تو قلب.

به نکات ترکیبی زیر در رابطه با آهن توجه کنید:

آهن **نوعی فلز** است که **در بدن انسان سالم و بالغ حدودا(نه دقیقا!) ۴ گرم** ذخیره شده است که **بخش عمده ی** این آهن در ساختار **هموگلوبین ها و میوگلوبین ها** می باشد. میوگلوبین ها در **ماهیچه های مخطط** ما قرار دارند و هموگلوبین ها هم در **اریتروسیت ها(گلبول های قرمز خون)** قرار گرفته اند. در فصل گردش مواد باز میخوانیم که اگر در یک فردی **مقدار آهن کاهش یابد** چون هموگلوبین ها بخشی از ساختارشان دارای آهن است(قسمت هِم آن) در این صورت **گلبول های قرمز اندازه شان کوچکتر از حالت نرمال خواهد شد** چرا که مقدار هموگلوبین کمتری تولید می شود.

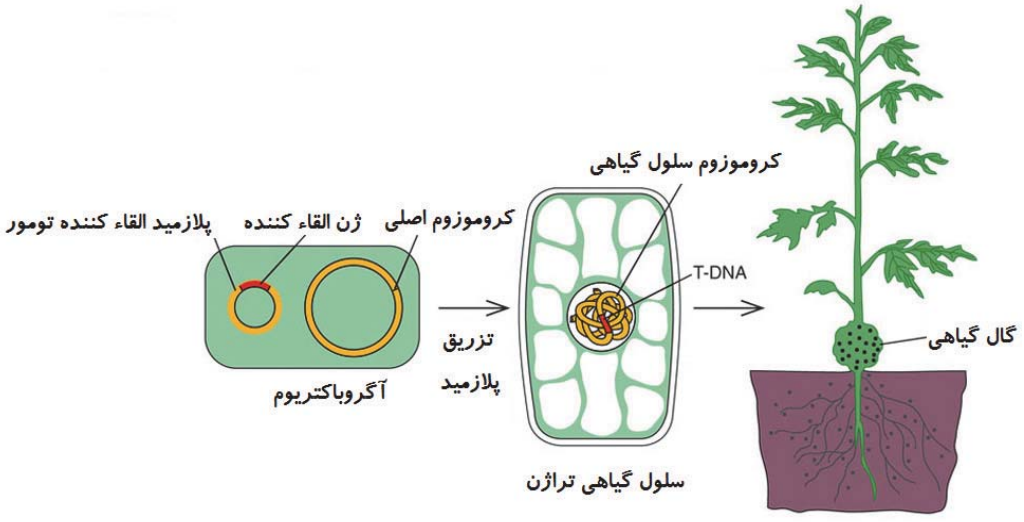
نکته مهم: بچه ها دقت داشته باشید ما گیاهان رو دست ورزی میکنیما! و نه حشرات رو! در ضمن علف کش ها تغییر نمی کنن! یعنی با مهندسی ژنتیک علف کش های تغییر یافته تولید نمی کنن! بلکه گیاهان رو تغییر میدن.

نکته مهم: *فرض کنید گیاهانی که تحت دست ورزی قرار گرفتند تا مثلا مقدار بتاکاروتن و آهن بالایی داشته باشند اگر ژنی که وارد ژنوم سلول های گیاهی می کنیم از یک نوع گونه ی دیگر باشد مثلا ژن انسانی باشد در این صورت گیاه ما جاندار تراژن محسوب می شود.*

سازندگان علف کش هایی که **در طبیعت زود تجزیه** می شوند **انواعی** از گیاهان **زراعی** مقاوم به این علف کش ها را تولید کرده اند. ویژگی این گیاهان زراعی باعث می شود که کشاورزان بتوانند با کاربرد این علف کش ها علف های هرز را از بین ببرند، **بدون این که به گیاهان زراعی آسیب برسد.** چون برای از بین بردن علف های هرز نیاز به شخم زدن زمین نیست، **خاک های سطحی کمتر دستخوش فرسایش می شوند.** دانشمندان با **واردکردن یک ژن درون محصولات گیاهی**، گیاهانی تولید کرده اند که **نسبت به حشرات مقاوم هستند**. گیاهانی که نسبت به حشرات مقاوم اند، **نیازی به استفاده از سموم حشره کش که آلوده کننده ی محیط زیست هستند، ندارند.**

کشف یك وکتور گیاهی:

بچه ها یک باکتری وجود دارد که کاری به اسمش نداریم چون در کتاب درسی چیزی گفته نشده.(*صرفا جهت اطلاع: آگروباکتریوم اسم این باکتری هستش*) این باکتری در داخل خود **علاوه بر کروموزوم اصلی ، پلازمید هم دارد!** در این پلازمید **یک ژن خاصی** وجود دارد که این ژن اگر بیان بشود(یعنی از روی آن محصول فعال تولید بشود) این محصول می تواند یک کاری بکند! خوب این کار چی هستش؟ بچه ها حوصله م نمیکشه کتابی حرف بزنم! عاغا جون این باکتری در واقع میتونه یه سری از(به قول کتاب درسی **بسیاری از** و نه همه!) **گیاهان زراعی** رو مثل **گوجه فرنگی ، توتون و سویا** رو آلوده کنه! در واقع این باکتری میاد **به طریقی پلازمید خودش رو به سلول گیاهی تزریق می کنه**. بچه ها گفتم که در داخل این پلازمید خاص یک ژن خاصی قرار داره. **پلازمید** وقتی وارد سلول گیاهی میشه جدا خودش رو **لابه لای یکی از کروموزوم های سلول گیاهی** قرار میده! این ژن خاصی که درون این پلازمید قرار داره در داخل سلول گیاهی آلوده شده **بیان میشه و محصولی رو ایجاد میکنه.** این محصول تولید شده باعث میشه که سلولهای گیاهی **هم از نظر اندازه بزرگ بشن(رشد ابعاد سلولی به صورت برگشت ناپذیر)** و هم اینکه به صورت شلاقی و افسار گسیخته! **تقسیم های میتوزی** انجام بدن! چجوری؟ بچه ها در واقع این ژن باعث میشه که **هورمون های محرک تقسیم سلولی** در گیاه به صورت افسار گسیخته ساخته بشه! این هورمون کیا بودن؟ گیاهی سال سوم یادت نیست؟ این هورمون ها **اکسین ها و سیتوکینین ها** بودن! در واقع بچه ها این ژن **باعث ایجاد سرطان در گیاه** میشه!



وقتی یک گیاه به این پلازمید آلوده میشه بعد از یک مدتی یه چیز قلمبه فرتی از گیاه میزنه بیرون! به این قلمبهه میگن **تورمور یا همون گال!** طبق تعریف کتاب درسی **گال نوعی بیماری گیاهی است که باعث ایجاد تورمورهای بزرگ(نه کوچک!) روی(نه درون!) گیاه می شود.** خوب عاغا این ژن چی چی هست؟ بچه ها این ژن در واقع چون داره تومور رو به گیاه القاء میکنه بهش میگن **ژن القاء کننده ی تورمور!** که با کلاسش میشه **Tumor inducing** و چون این ژن در ساختار اون پلازمید قرار گرفته به این پلازمید میگن **پلازمید Ti** که در واقع **مخفف کلمه ی Tumor inducing** هستش.

یادآوری: در صفحه ی ۲۲۰ سال سوم دبیرستان می خوانیم که **سیتوکینین ها در رئوس ریشه ، دانه و میوه** تولید می شوند و **تقسیم سلولی را تحریک** می کنند. همچنین در صفحه ۱۹۹ میخوانیم که **اکسین ها باعث افزایش انعطاف پذیری دیواره های سلولی می شوند** و این امر امکان طویل شدن سلول ها هنگام رشد را فراهم می کنند.

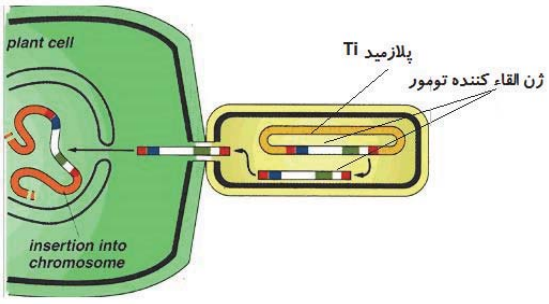
نکته مهم: بچه ها ژن القاء کننده ی تورمور مگه یه ژن پروکاریوتی نیست؟ پس می تونیم بگیم این ژن به صورت اپران است! یعنی یک بخش تنظیمی دارد و یک بخش ساختاری!

نکته مهم: دقت داشته باشید که این ژن در باکتری همواره خاموش است و هیچ گاه اپران آن روشن نمی شود! پس می توان استنباط کرد که این اپران دارای اپراتور نیز می باشد که پروتئین مهارکننده همواره در داخل باکتری به آن متصل است.

نکته مهم: پس بچه ها می تونیم بگیم که این ژن هیچگاه توسط آنزیم RNA پلی مراز پروکاریوتی رونویسی نمیشه! پس توسط کی رونویسی میشه؟ بچه ها این ژن وقتی که وارد کروموزوم سلول گیاهی شد یعنی وارد DNA خطی شد رونویسی میشه! محصول این ژن قطعا از جنس پروتئین است! پس mRNA محصول رونویسی آن است! پس توسط RNA پلی مراز یوکاریوتی نوع ۲ رونویسی می شود! بعد این mRNA توسط ریبوزوم های بزرگ و پیچیده ترجمه می شوند. حالا اینکه چجوری این ژن پروکاریوتی توسط آنزیم RNA پلی مراز یوکاریوتی رونویسی میشه بماند(این نکته در هر کنکور می باشد وگرنه در عالم واقعیت چیز دیگری است)

نکته مهم: دقت داشته باشید که این ژن فاقد توالی افزاینده می باشد و برای رونویسی آن عوامل رونویسی گفته بردی ندارند.

نکته مهم: در کتاب درسی نوشته شده است که « این پلازمید وارد سلول های گیاهی می شود و بدین طریق گیاه را آلوده می کند. » بچه ها از این جمله می تونیم بفهمیم که باکتری خودش وارد سلول نمیشه بلکه پلازمید خودش رو به داخل سلول گیاهی تزریق می کنه!



توجه توجه

بچه ها حقیقت اینه که باکتری میاد **یه نسخه از رو ژن Ti میسازه درون خودش و این نسخه رو میفرسته داخل سلول گیاهی!** نه اینکه پلازمید وارد سلول بشه(شکل صفحه قبل)! اما شما بر اساس متن پر از اشکال کتاب درسی همون ورود پلازمید رو بپذیرید.

نکته مهم: در فصل ۶ سال سوم می خوانیم که یکی از ویروس ها همانند باکتریوفاژها برای اینکه میزبان خود را کشته کنند ژنوم خود را به سلول میزبان تزریق می کنند! این باکتری یه کاری شبیه به کار باکتریوفاژ انجام میده. میزبان اون **یوکاریوت** هستش اما میزبان باکتریوفاژ **پروکاریوت** هستش. بچه ها یادتون باشه باکتریوفاژ سوراخ میکنه دیواره ی باکتری رو! اما در مورد عامل گال کتاب درسی چیزی نگفته که بتونیم بفهمیم چجوری پلازمید رو تزریق می کنه.

نکته مهم: ما ویروسی داریم به اسم **TMV** که این ویروس ژنوم خودش را به داخل سلول گیاهی تزریق نمی کند بلکه خودش از طریق منافذ موجود در دیواره های سلولی گیاهان وارد سلول میزبان می شود.

نکته مهم: تو فصل رشد و نمو در گیاهان می خونیم که «میزان هورمون اتیلن در واکنش به زخم های مکانیکی بافت ها ، آلودگی هوا ، عوامل بیماری زا ، شرایط غرقابی و بی هوازی افزایش می یابد» پس بچه ها گیاهانی که توسط عامل گال آلوده و بیمار بشن میزان اتیلنشون خیلی زیاده! و این یک نوع پاسخ دفاعی محسوب میشه. پس در این گیاهان اتیلن آکسین و سیتوکینین زیاد میشه.

سایر بیماری زاهای گیاهان شامل موارد زیر است که در اینها هم میزان اتیلن گیاه زیاد می شود:

- **ویروس TMV** ← باعث ایجاد **بیماری موزائیک تنباکو در گیاهان تنباکو و خویشاوندان** آن می شود.
- **ویروئید** ← نوعی ذره ی عفونی از جنس **RNA** که باعث **ایجاد بیماری در گیاهان** می شود اما نوع بیماری در کتاب ذکر نشده است.
- **زنگ ها و سیاهک ها** ← از **بیماری زاهای مهم گیاهان** هستند و نوعی قارچ از نوع بازیدیومیست ها می باشند و **تنها بازیدیومیست هایی می باشند که تولید مثل غیرجنسی دارند!(البته در برخی از آنها!)**. زنگ بازیدیومیستی است که **به غلات(گندم و جو و ذرت) حمله** می کند و آنها را برای انسان نامطلوب می سازد.

در رابطه با پلازمید Ti به موارد زیر دقت کنید:

- تمامی ژن های آن **در قالب اپران** سازماندهی شده اند! یعنی **چندین عدد اپران** دارد.
- در ساختار خود **یک عدد جایگاه آغاز همانندسازی** دارد و **یک عدد هم جایگاه پایان همانندسازی!**
- چون چندین اپران دارد پس دارای **چندین جایگاه آغاز رونویسی** است! و **چندین جایگاه پایان رونویسی!**
- **به تعداد ژن هایش کدون آغاز و نیز کدون پایان دارد.**
- در ساختار آن توالی نوکلئوتیدی را می توان یافت که **به عنوان جایگاه تشخیص** می باشد.

چون پلازمید است پس می تواند **به صورت مستقل از باکتری همانندسازی** شود. (توسط آنزیم های هلیکاز و **DNA** پلی مراز) همچنین **دارای ژن هایی است که مشابه آن در کروموزوم اصلی باکتری موجود نمی باشد.**

فقط **سلول های زنده و هسته دار** رو آلوده می کند. پس سلول هایی مثل سلول های مرده و فاقد هسته را نمی تواند آلوده کند. مثلا **سلول های بافت اسکلرانشیمی(فیبر و اسکلروئید) ، سلول های عناصر آوندی، سلول های کلاهک ریشه(نه نزدیک نوک ریشه) و سلول های غربالی بافت آوند آبکش**

و اما بریم سراغ تیتر اصلی! کشف یک وکتور گیاهی! بچه ها دانشمندان اومدن گفتن بیایم از این پلازمید **Ti** بیگاری بکشیم! چیکار کنیم؟ مگه این پلازمید سلول های گیاهی رو آلوده نمی کنه؟ خوب ما می تونیم بیایم از این پلازمید به عنوان یک وکتور یا حامل! بهره ببریم. بچه ها دانشمندان به کمک این وکتور میتونن **گیاهانی رو تولید کنن که نوترکیب هستند!** و ویژگی هایی رو دارن که مد نظر ما هستش! چجوری؟ فرض کنید می خوایم ما گیاهی رو ایجاد کنیم که این گیاه یک ماده ی خاصی بسازد که در گیاهان ساخته نمی شود! مثلا نوعی پروتئین که در بدن انسان تولید میشود! مثلا می خوایم انسولین و یا پروتئین اینترفرون رو به وسیله ی گیاهان تولید کنیم! دانشمندان میان به قول کتاب درسی اول از همه **اون ژن مورد نظر رو از سلول انسانی خارج میکنن.** بعد میان پلازمید **Ti** رو از باکتری بیرون میارن. این پلازمید ژنی داشت به اسم **ژن ایجاد کننده ی تومور!** این ژن رو به قول کتاب درسی از این پلازمید خارج می کنن. به کمک چی؟ **به کمک نوع خاصی آنزیم محدود کننده!** در واقع بچه ها در پلازمید جایگاه تشخیص خاصی وجود داره و می تونیم با توجه به آنزیم محدود کننده ی مخصوص به اون ، پلازمید **Ti** رو برش بدیم. بچه ها جونم براتون بگه که میان ژن ایجاد کننده ی تورمور رو **خارج میکنن(طبق کتاب درسی!)** و جاش ژن مورد نظر رو قرار میدن مثلا **ژن رمزکننده ی پروتئین اینتروفرون یا انسولین.** الان این **پلازمید Ti با اینکار به یک DNA نوترکیب تبدیل شده است.** حالا این **DNA** نوترکیب رو وارد باکتری میکنن.

نکته مهم: *در اینجا باکتری یک ژن یگانه از یک گونه ی دیگر (انسان) دریافت کرده است که همان ژن مورد نظر است. پس باکتری الان یک جاندار تراژن است.*

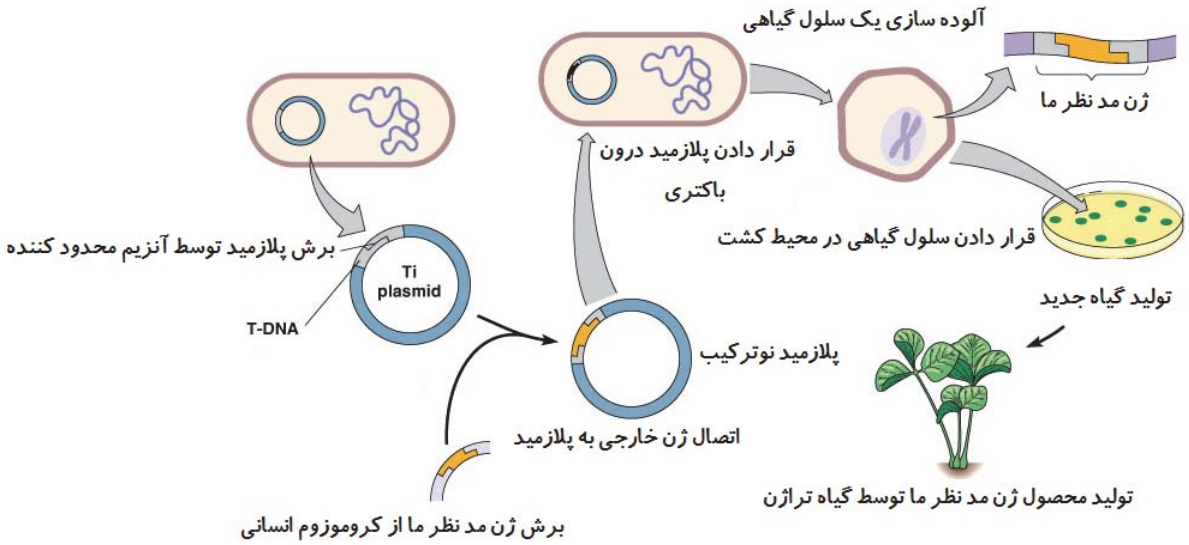
در مرحله ی بعدی این باکتری ها را در محیط کشتی قرار میدهند که **در این محیط کشت سلول های گیاهی وجود دارند.** در نتیجه باکتری ها این سلول های گیاهی را آلوده می کنند. یعنی **پلازمید نوترکیب خود را به سلول های گیاهی تزریق می کنند.** وقتی پلازمید نوترکیب وارد سلول گیاهی می شود **خود را درون یکی از کروموزوم های گیاهی جا میدهد.** خوب بچه ها قبل از اینکه ادامه بدم اجازه بدین یه سر به سال سوم بزنیم چون لازم هستش. در فصل ۱۰ سال سوم مطالب مهمی میخونیم که در اینجا به دردمون میخوره. من عینا اون مطالب رو براتون میارم:

بسیاری از سلول های گیاه **بالغ** می توانند **همه ژن های خود را فعال** کنند. چنین سلول هایی می توانند **تقسیم شوند و توده هایی از سلول های تمایز نیافته به نام کالوس** را تولید کنند. به عبارت دیگر **تمایز زدایی** انجام می دهند. این سلول ها بار دیگر تمایز و **به صورت یک گیاه بالغ نمو** میکنند. **از کشت بافت برای تولید گیاهان** استفاده می شود. پایه و اساس کشت بافت **قرار دادن یک سلول یا یک قطعه از گیاه در محیط کشت سترون(استریل)** می باشد. در این روش **با کمک هورمون های گیاهی** توده ی سلول های تمایزنیافته پس از رشد و تمایز سر انجام به گیاهانی تبدیل می شوند که **از نظر ژنتیکی هم ارز گیاه مادر هستند.** در مهندسی ژنتیک **ابتدا ژن های دلخواه را وارد سلول های یک گیاه می کنند. سپس سلول هایی را که از نظر ژنتیکی تغییر یافته اند با کمک فن کشت بافت به گیاهان بالغ جدید تبدیل می کنند.**

خوب در این جا هم دقیقا همچین اتفاقی میافته! این سلول های گیاهی که الان آلوده به پلازمید نوترکیب هستند طبق توضیحاتی که در بالا دادم هر کدومشون میان **توده ی سلولی به اسم کالوس** میسازن و در نهایت **به یک گیاه کامل** تبدیل میشن! بچه ها

یعنی این سلول گیاهی ما که **تراژن هستش**(چون یک **DNA** بیگانه از یک گونه ی دیگر دریافت کرده است) میاد **تقسیم های میتوز پی در پی** انجام میده و مبیشه یک گیاه! دقیقا مثل تقسیم سلول زیگوت!

نکته مهم: *گیاهی که بوجود میاد همه ی سلول های زنده اش دارای پلازمید نوترکیب و به تبع اون ژن رمزکننده ی مورد نظر ما (مثلا ژن رمزکننده ی اینترفرون) می باشند! و می توانند از روی این ژن ها رونویسی و سپس ترجمه انجام دهند و محصول این ژن ها را برای ما تولید کنند! چه بسا که این کار رو کردن*(صرفا جهت اطلاع: بچه ها برای اینترفرون گاما اگه اشتباه نکنم این کار رو انجام دادن واسه انسولین هم همینطور) همه ی چیزایی که گفتم تو شکل پایین نشون داده شده.



خوب بچه ها اینم از وکتور گیاهی کشف شده! حالا بریم سراغ بحث بعدی تا این مطلب بسته بشه. ببینید همونطور که گفتم این پلازمید **بسیاری از گیاهان زراعی رو میتونه آلوده کنه و نه همه رو!** مثلا این پلازمید **نمی تونه گیاهانی مثل گندم رو آلوده کنه.** خوب چاره ی کار چیه؟ فرض کنید ما میخوایم گیاهان گندمی تولید کنیم که این گیاهان یک ویژگی منحصر به فرد دارن. بزار یه مثال بزنم. مثلا میخوایم گیاهی تولید کنیم که گندمهاش غنی از ویتامین خاصی باشن که از غذا این گندم توانایی تولید این ویتامین رو نداره! خوب ما چیکار می کنیم؟ میایم **ژن رمزکننده ی آنزیمی که این ویتامین رو تولید میکنه** رو از جاندار خاصی(جانداری که توانایی تولید این ویتامین را دارد) خارج میکنیم(به کمک آنزیم محدود کننده خاص) بعد میایم این ژن رو به کمک یک **دستگاهی که شبیه به تفنگ** هستش **به صورت مستقیم و بدون نیاز به وکتور** و منت کشیدن! شلیک میکنیم به داخل سلول گیاهی! به این دستگاه میگن **تفنگ ژنی!**

پس برای انتقال یک ژن به درون یک سلول از روش های زیر می توان استفاده کرد:

- **وکتورها** ← انواع مختلفی دارند مثل پلازمیدها و ویروس های **DNA** دار
- **تفنگ ژنی** ← بدون نیاز به وکتور ژن مورد نظر وارد سلول می شود.

صرفا جهت اطلاع: روش های دیگری هم وجود دارد. مثلا از طریق یکسری وسیله ها به نام میکروپیپت ها مستقیما ژن را به درون سلول میزبان وارد می کنند.

تکنولوژی ژن در دامداری:

دامداران مدّت ها کوشیده اند که دام ها و محصول آنها را در طی نسل های متوالی و برنامه های تنظیم شده، اصلاح کنند. در گذشته، گاوهایی که شیر بیشتری تولید می کردند، به امید تولید نسل های با شیر بیشتر، باردار می شدند. این فرآیندهای متوالی، **طولانی و کم بازده** بودند. امروزه در جوامع پیشرفته، بسیاری از دامداران روش های مهندسی ژنتیک را برای اصلاح یا تغییر دام ها به کار می برند. برخی از دامداران برای افزایش تولید شیر **به رژیم غذایی گاوها هورمون های رشد** می افزایند. در گذشته هورمون های رشد **از مغز گاوهای کشته شده** استخراج می شد، اما **امروزه ژن هورمون رشد گاوی را وارد باکتری ها می کنند.** باکتری، این هورمون را با **هزینه ای کم** تولید می کند، بنابراین اضافه کردن آن به رژیم غذایی گاوها مقرون به صرفه خواهد بود.

نکته مهم: به این کار که بیایم کاری کنیم گاوهای پرشیرده با هم آمیزش کنند تا شیرهای حاصل از آنها گاوهای پرشیرده باشد میگویند انتخاب مصنوعی! که در فصل ۵ پیش دانشگاهی میخوانیم که در واقع انتخاب مصنوعی نوعی انتخاب جهت دار می باشد. (اونجا متوجه میشی غصه نخور)

نکته مهم: در فصل هورمون ها می خوانیم که هورمون رشد جزء هورمون های مترشحه از هیپوفیز جلویی یا همان پیشین است پس می توان گفت که در گذشته از هیپوفیز گاوها هورمون رشد را استخراج می کردند.

نکته مهم: باکتریهایی که ژن رمزکننده ی هورمون رشد گاوی را دریافت کرده اند چون DNA یک گونه ی دیگری را دارند می توان گفت نوعی جاندار تراژن محسوب می شوند (باکتری ها رو میگم)

تولید پروتئین های مفید از نظر پزشکی:

کاربرد دیگر تکنولوژی ژن در دامداری افزودن ژن های انسان به دام ها است. هدف از این کار آن است که پروتئین های انسان در شیر دام ها ظاهر شود. این روش **بیشتر(نه همواره)** برای **پروتئین های پیچیده ی انسانی**(مثلا پروتئین هایی که چند زنجیره ی پلی پپتیدی دارند مثل **پادتن ها**) به کار می روند که از طریق تکنولوژی ژن در باکتری ها تولید نمی شوند. پروتئین های انسان را **از شیر این جانوران استخراج می کنند**(به کمک دستگاه الکتروفورز) و برای اهداف دارویی به کار می برند.

خوب سوال اینجاست که چجوری این کار رو میکنن! بچه ها خیلی ساده س! فرض کن میخوایم کاری کنیم پروتئین پیچیده ای در شیر یک گوسفند ظاهر بشه. میان سلول زیگوتی که در اثر لقاح تخمک و اسپرم ۲ تا گوسفند ایجاد شده رو تحت دست ورزی قرار میدن. در واقع میان ژن رمزکننده ی اون پروتئینی که مد نظر مون هستش رو وارد یکی از کروموزوم های این سلول زیگوت میکنن! این سلول زیگوت رو در محیط کشت قرار میدن و جنین ایجاد میکنه و این جنین رو تو رحم یه گوسفند میکارن و بعد از ۵ ماه این جنین به یک گوسفند کامل تبدیل میشه و به دنیا میاد. این

گوسفند متولد شده چون ژن رمزکننده ی پروتئین خاص رو داره وقتی شیر تولید میکنه این پروتئین در شیرش یافت میشه. میان این پروتئین ها رو از شیر او جدا میکنن و به عنوان دارو میفروشن به ملت.

نکته مهم: *دقت داشته باشید که همه ی سلول های گاو و یا گوسفند ایجاد شده دارای ژن رمزکننده ی پروتئین پیچیده مد نظر ما هستند اما این ژن فقط در سلول های پستانی و شیرساز گاو بیان می شوند.*

نکته مهم: *در اینجا جانورانی که ژن انسانی وارد آنها شده است جاندار تراژن محسوب می شوند چرا که یک DNA خارجی در خود دارند و این DNA از یک گونه ی دیگر است! مثلا گوسفند یک گونه است و انسان یک گونه ی دیگر!*

نکته مهم: *بچه ها دقت داشته باشین اگر ما یک یا چند ژن انسانی مثل ژن های رمزکننده ی پادتن رو وارد یک باکتری کنیم این باکتری فقط قادر نیست از روی این ژن پروتئین های پادتن را بسازد! اما قادر به همانندسازی و رونویسی این ژن ها می باشد. پس باکتری قادر به تولید mRNA می باشد.*

کلون کردن:

خوب بچه‌ها تا اینجا از کارهای خفن که به کمک مهندسی ژنتیک میشه انجام داد آشنا شدین حالا می‌خوام خفن‌ترین کاری که با مهندسی ژنتیک میشه انجام داد رو بگم! کلون کردن یعنی چی؟ یعنی **تولید نسخه‌های یکسان و برابر از یک چیزی!** ما به کمک مهندسی ژنتیک می‌تونیم جانوران را کلون کنیم! از جمله پستانداران! مثلا گوسفندها! گاوها! میمون‌ها! و حتی انسان‌ها رو! یعنی چی؟ یعنی اینکه به کمک مهندسی ژنتیک میشه ۲۰ تا دیگه فردین جوادی کلون کرد تا کره زمین از این چیزی که هست خوشگلتر بشه! و یک خدمت بزرگ به جامعه بشری بشه! حالا چجوری؟

قبل از سال ۱۹۹۷:

بچه‌ها در این روش دانشمندا قبلاًها میومدن **یکی از سلول‌های تمایز نیافته‌ی جنینی و یا نوزادی جانور رو انتخاب می‌کردن**. این جانور میتونه نر باشه میتونه ماده باشه! فرض کنید **یکی از سلول‌های جنین و یا نوزادی** رو که از جنس نر هستش انتخاب کردن! بعد میومدن **از یک جانور دیگه از همان‌گونه** (یعنی اگه سلول هسته دار جنینی رو از گوسفند انتخاب کردن در اینجا هم باید از گوسفند انتخاب کنن!) **سلول تخمک انتخاب می‌کردن** و به کمک روش‌های خاصی **هسته‌ی این سلول تخمک رو خارج می‌کردن!** بعد به کمک شوک الکتریکی **سلول تخمک بدون هسته رو با سلول جنینی یا نوزادی هسته‌دار ترکیب می‌کردن** و در نتیجه یک سلول جدید بوجود می‌آمد! این سلول جدید که مثل زیگوت هستش میومد تقسیم می‌شد و جانور جدید بوجود می‌آورد!

نکته مهم: *به این روش میگن کلونکردن با استفاده از سلول های تمایز نیافته جنینی یا نوزادی!*

نکته مهم: *دانشمندان تا قبل از ۱۹۹۷ معتقد بودند که فقط با سلول های تمایز نیافته میشه کلون کرد و با سلول-های تمایز یافته این کار شدنی نیست!*

از سال ۱۹۹۷ تا الان:

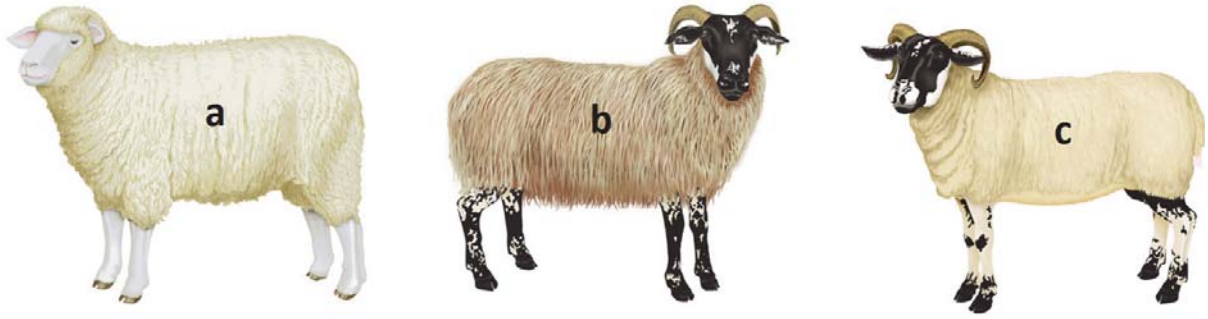
سال ۱۹۹۷ بود که یه دانشمندی به اسم **آقای یان ویلموت** اومد یک ادعایی کرد که **جهان رو حسابی دگرگون کرد!** ویلموت اومد گفت که عاغا من تونستم **به کمک سلول‌های تمایز یافته هم یک گوسفند رو کلون کنم!** و در نتیجه بچه‌ها اون **فرضیه‌ی**

دانشمندان رو که می‌گفتن **نمیشه از سلول‌های تمایز یافته جانوری رو کلون کرد، رد کرد!** خوب بریم ببینیم ویلموت چکار کرد؟ بچه‌ها ویلموت در ابتدای کارش اومد **۳ تا گوسفند** خوشگل موشگل انتخاب کرد. به این صورت که **۲ تا گوسفند صورت سیاه و هم نژاد** انتخاب کرد و **یک عدد گوسفند صورت سفید!** من برای اینکه در حین توضیحات کارم راحت بشه این گوسفندها را نام‌گذاری می‌کنم:

گوسفند صورت سفید ← a ← می‌تواند نر باشد می‌تواند ماده باشد!

گوسفند صورت سیاه ← b ← حتماً باید ماده باشد!

اون یکی گوسفند صورت سیاه ← c ← حتماً باید ماده باشد!



بچه‌ها ویلموت اول از همه اومد **چند تا سلول از غده‌های پستانی گوسفند صورت سفید (a)** جدا کرد! بعد این سلول‌ها را برد گذاشت تو یه **محیط کشت ویژه‌ای** که داخلش یه سری چیز میز بود! تا این سلول‌ها **چرخه سلولی‌شون متوقف بشه!**

نکته مهم: *این سلول‌ها نوعی سلول تمایز یافته و تخصص یافته هستند!*

نکته مهم: *این سلول‌ها دیپلوئید می‌باشند یعنی در هسته‌شون کروموزوم‌ها ۲ به ۲ با هم همتا هستند! این کروموزوم‌ها خطی می‌باشند.*

نکته مهم: *این سلول ها در خود دارای میتوکندری‌هایی هم هستند که حاوی DNA حلقوی می‌باشند.*

در قدم دوم ویلموت اومد **از گوسفند صورت سیاه b یک عدد سلول تخمک خارج کرد!** از کجاش؟ از تخمدان این گوسفند! این سلول تخمک **یک سلول هاپلوئید** است یعنی در داخل هسته‌ش **کروموزوم‌ها همگی متفاوت** از همدیگه هستند! و هیچ کدومشون **همتا ندارن!** در ضمن این تخمک **لقاح نیافته هستش!** بچه‌ها ویلموت بعدش اومد به کمک تکنیک‌هایی خاص **هسته‌ی داخل این سلول تخمک رو کشید بیرون!** یعنی سلول تخمک هسته‌دار شد یک سلول تخمک فاقد هسته!

نکته مهم: *این سلول تخمک الان فقط یک غشاء پلاسمایی دارد و یک سیتوپلاسم! که داخل این سیتوپلاسم انواع اندامک‌ها و ساختارهای سلولی بجز هسته و اجزاء آن وجود دارد! پس میتوکندری هم دارد و دارای DNA حلقوی است!*

نکته مهم: *در فصل ۱۱ سوم خوندیم که سیتوپلاسم تخمک غنی از لیپیدها و پروتئین‌ها هستش!*

در قدم سوم ویلموت اومد یکی از اون سلول‌های تمایزیافته‌ی پستانی رو که گذاشته تو محیط کشت ویژه برداشت و گذاشت بغل دست تخمک فاقد هسته! (**در محیطی خارج از محیط کشت ویژه**!) بعد یه پخ کرد! این دو تا سلول زبون بسته هم از ترس پریدن

بغل همدیگه و همدیگر رو بغل کردن! در واقع بچه‌ها ویلموت اومد با کمک یک **شوک الکتریکی** که به اینها داد باعث شد تا این دو تا سلول **غشاء پلاسمایی‌شون باز بشه** و با هم دیگه **ادغام بشن!** در نتیجه یک سلول جدید از ترکیب این دو تا سلول بوجود اومد که شامل این ویژگی‌ها بود:

- **غشاء پلاسمایی اون از ترکیب غشاء پلاسمایی هر دو سلول هستش.**
- **سیتوپلاسم اون از ترکیب هر دو سلول هستش اما بخش عمده‌اش مال تخمک هستش.**
- **هسته‌ی سلول در واقع همون هسته‌ی سلول پستانی تمایز یافته هستش.**

این سلول جدید بوجود اومده یه جورایی **حکم زیگوت برای ما** داره! یعنی **یک سلول دیپلوئید که قدرت تقسیم بالایی داره** و **تمایز نیافته هستش** و میتونه هی تقسیم بشه و تقسیم بشه و تقسیم بشه! و با انجام تمایزهایی **یک گوسفند** رو بوجود بیاره! برای همین ویلموت اومد **این سلول جدید دیپلوئید و تمایز نیافته رو گذاشت تو یه محیط کشت دیگه ای(نه اون قبلیه!)** و این سلول **بلافاصله شروع کرد به انجام تقسیم میتوز!** دقیقاً مثل سلول زیگوتی که در رحم انسان تولید میشه! بچه‌ها این سلول به مدت **چند روز در محیط آزمایشگاهی (نه رحم گوسفند!)** تقسیم‌های **میتوزی** انجام داد و از یکی شد یه گونی! و در نتیجه **بلاستوسیست رو تشکیل داد!** اگه این چیزا یادت نیست زود تند سریع بدو برو فصل ۱۱ سوم رو نگاه کن و بیا!

بعد ورداشت این بلاستوسیست رو به کمک روش‌هایی **تو رحم گوسفند c یعنی همون صورت سیاهه کاشت!** و عمل **جایگزینی توسط بلاستوسیست** انجام شد! کم‌کم این بلاستوسیست **رشد کرد لایه‌های مختلف جنینی** رو ساخت و در نتیجه **جفت و بند ناف** ایجاد شد و **جنین از جدار رحم جوانه زد!** بعد از **حدود ۵ ماه** (برخلاف انسان که ۹ ماه هستش) یک بره (به بچه‌ی گوسفند میگن بره!) بدنیا اومد! ویلموت هم از سر ذوق و شوق اسم این بره رو گذاشت **دالی!**

دقت کنید که ما **۲ تا گوسفند صورت سیاه داریم یکی گوسفند صورت سیاه که اون رو b نامیدیم! این گوسفند تخمک داد! و یکی هم گوسفند صورت سیاه دیگر که اون رو c نامیدیم! این گوسفند رحم خودش رو به ما تقدیم کرد!** به این گوسفند صورت سیاه **c** میگن **مادر جانشین!** یا بقول کتاب **مادر جانشینی!** که اسمش روشه! یعنی از رحم اون برای رشد جنین استفاده کردیم!

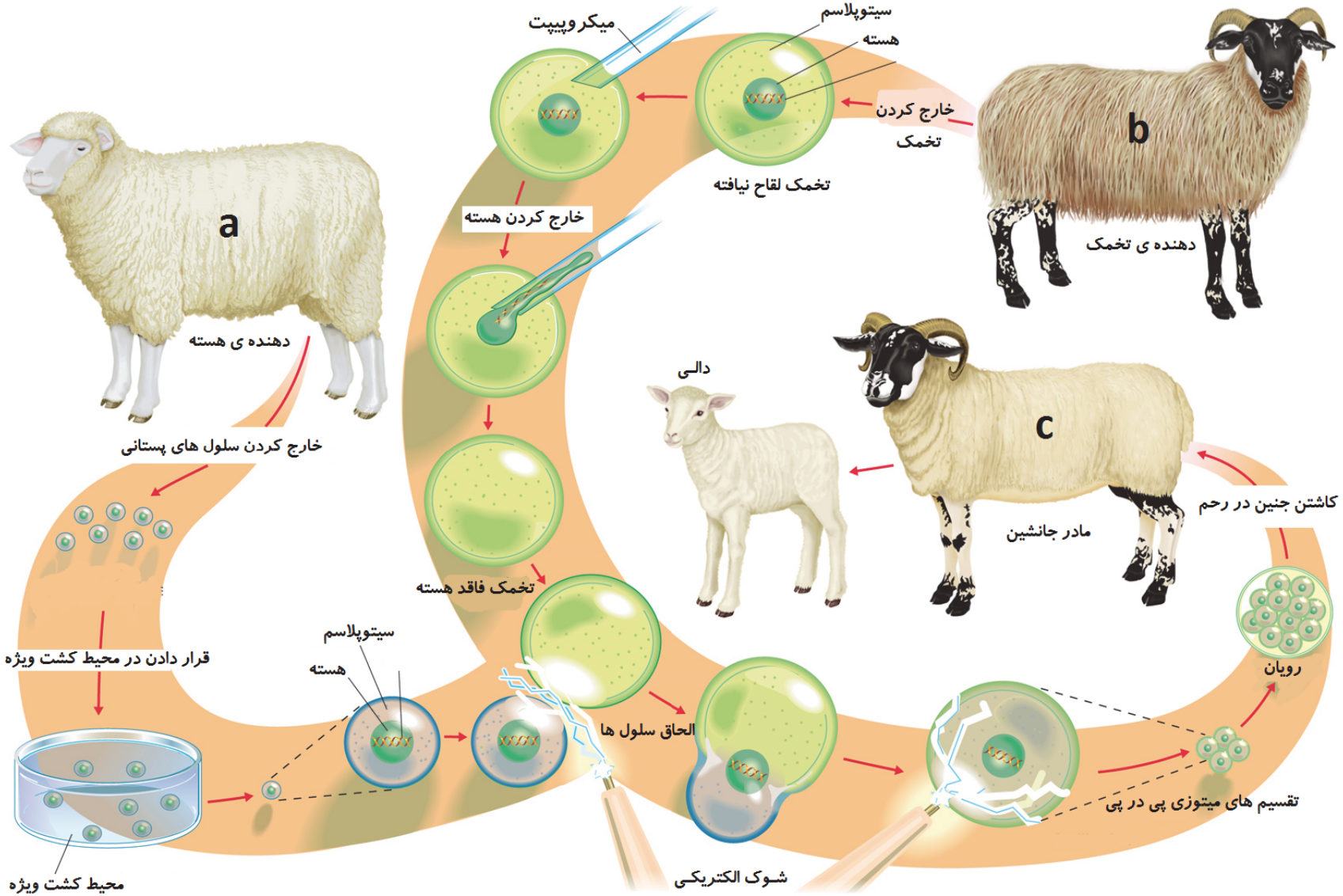
نکته مهم: *با توجه به شکل کتاب درسی می‌بینیم که سلول تخمک بدون هسته از سلول پستانی بزرگ‌تر هستش پس می‌تونیم بگیم که نسبت سطح به حجم سلول تخمک بدون هسته کمتر از نسبت سطح به حجم سلول پستانی هستش! اولین تقسیم سلول دیپلوئید در محیط آزمایشگاه بود و ما هیچ زیگوتی را وارد رحم گوسفند مادر جانشین نکردیم.*

نکته مهم: *بچه‌ها طبق شکل درسی می‌بینید که وقتی سلول دیپلوئید اولین تقسیم میتوزش رو انجام می‌ده اون دو تا سلول حاصل از تقسیم یعنی سلول‌های دختری حجم و اندازه جفت‌شون رو هم دیگه مساوی با حجم و اندازه‌ی سلول دیپلوئید مادر هستش!*

توجه توجه

در انسان هم وقتی سلول زیگوت تقسیم میتوز انجام می‌ده **سلول‌های حاصل از اون کوچک‌تر از خودش هستند!** پس میشه گفت در این حالت **سلول‌های دختر نسبت سطح به حجم‌شون بیشتر از این نسبت در سلول زیگوت است!**

خوب بچه ها حالا همه ی این کارهایی که یان ویلموت انجام داد رو در تصویر بسیار زیبای صفحه بعد می تونید ببینید.


a
دهنده ی هسته
خارج کردن سلول های پستانی
قرار دادن در محیط کشت ویژه
محیط کشت ویژه
سیتوپلاسم
هسته
تخمک فاقد هسته
خارج کردن هسته
میکروپیپت
تخمک لقاح نیافته
سیتوپلاسم
هسته
خارج کردن
تخمک
b
دهنده ی تخمک
دالی
c
مادر جانشین
کاشتن جنین در رحم
رویان
الحاق سلول ها
شوک الکتریکی
تقسیم های میتوزی پی در پی

نکته مهم: با توجه به شکل کتاب درسی گوسفند دالی از نظر ظاهر شبیه به همون گوسفندی هستش که ازش سلول پستانی را گرفتیم! یعنی دالی هم یک گوسفند صورت سفید هستش!

بچه‌ها همان‌طور که می‌دونید **تعیین کننده‌ی ویژگی‌های یک جاندار در اصل و اساس به DNA یا DNAهای جاندار** بستگی داره! یعنی یک سری اطلاعات (ژن‌ها) در **DNA** جاندار وجود داره که مختص اون هستش و این اطلاعات شکل و قیافه و ویژگی‌های اون جاندار رو تعیین میکنه! این **DNA** یا بهتره بگم ماده‌ی ژنتیک به دو قسمت تقسیم میشه:

ماده‌ی ژنتیک موجود در هسته ← بخش عمده‌ی DNA ما در هسته هستش.

ماده ژنتیک موجود در سیتوپلاسم ← بخش کوچکی از DNA ما در میتوکندری‌هامون قرار داره!

از اونجایی که **بخش عمده‌ی ماده‌ی ژنتیک جانداران یوکاریوت در هسته واقع شده** پس باید این انتظار رو داشته باشیم که ویژگی‌های این جاندار رو هسته تعیین کنه و **میتوکندری‌ها نقش خیلی جزئی در تعیین ویژگی‌های جاندار داشته باشن!** تو آزمایش یان ویلموت همون‌طور که دیدین **در سلول دیپلوئیدی که تشکیل شد هسته‌ش کاملاً از سلول پستانی گوسفند a (صورت سفید) گرفته شده بود و سیتوپلاسمش (میتوکندری‌ها در سیتوپلاسم شناورند) هم از سلول پستانی گوسفند a (صورت سفید) هم از سلول تخمک بدون هسته گوسفند b (صورت سیاه) گرفته شده بود!** و چون ما می‌دونیم که **هسته‌ی سلول در تعیین ویژگی‌های جاندار نقش غالب‌رو داره** پس این انتظار رو داریم که **گوسفند متولد شده یا همون دالی شبیه به گوسفندی می‌باشد که ما سلول پستانی رو از اون گرفتیم.**

نکته مهم: طبق جمله کتاب درسی گوسفند دالی از نظر ژنتیکی کاملا مشابه با گوسفندی بود که سلول پستان از آن گرفته شده بود!

توجه توجه

این جمله خیلی هم درست نیست و باید بگیم **تقریبا مشابه او نه‌کاملا!** چرا؟ چون همون‌طور که اشاره کردم همه‌ی میتوکندری‌های سلول دیپلوئید از سلول تمایز یافته پستان گرفته نشده بلکه **مخلوطی از میتوکندری‌های تخمک بدون هسته و سلول پستانی هستش!**

نکته مهم: دقت داشته باشید که تو آزمایش یان ویلموت ما هیچ عمل هاضی انجام ندادیم! بلکه تخمک رو بارور کردیم!

نکته مهم: دقت داشته باشید که در این آزمایش سلول دیپلوئید بوجود آمده می توان گفت یه چیزی شبیه به زیگوت بود و نه خود زیگوت!

نکته مهم: تو این روش از مهندسی ژنتیک بر خلاف کلون کردن ژن ما از هیچ آنزیم محدود کننده و DNA لیگازی استفاده نکردیم! هیچ DNA نوترکیبی هم تولید نکردیم! هیچ انتهای چسبنده ای هم ایجاد نشده!

نتیجه گیری مهم: این‌که بیایم بگیم همیشه و همواره در مهندسی ژنتیک از آنزیم‌های محدود کننده و DNA لیگاز استفاده می‌شود یا DNA نوترکیب تولید می‌شود و یا از وکتور استفاده می‌شود غلط است.!

نکته مهم: دالی رو ما نمی‌توانیم بگیم یک جاندار تراژن است! اصلا تعریف جاندار تراژن ربطی به این ندارد! چون دالی فاقد ژن بیگانه هستش و تمام ژنهاش مال خودشه.

نکته مهم: دقت داشته باشین گوسفندی که به‌عنوان مادر جانشین انتخاب شد در واقع میشه گفت با گوسفندی که تخمک رو داده بود هم‌نژاد بودند! بدو برو شکل رو نگاه کن! میبینی چقد شبیه به هم هستن!

نکته مهم: بچه‌ها اگر از شما بپرسن ژنوم دالی رو بگید شما چی می‌گین؟ شما میگین ژنوم دالی عبارت است از:

- محتوای DNA میتوکندری سلول تمایز یافته پستانی گوسفند.
- محتوای DNA میتوکندری سلول تخمک گوسفند.
- محتوای DNA هسته‌ی سلول پستانی گوسفند.

جمع موردهای ۱ و ۲ می‌شه ژنوم سیتوپلاسمیش و مورد ۳ میشه ژنوم هسته‌ای‌ش! جمع مورد ۱ و ۲ و ۳ هم میشه کل ژنوم دالی.

جاندار تراژنی:

به جانداری گفته می شود که **داخل سلول های آن DNA گونه ی دیگری وجود دارد.** دقت داشته باشید که در بحث تراژن بودن **آن DNA باید از یک گونه ی دیگری باشد و نه از هم گونه ی خود!** مثلا اگر یک ژن از یکی از سلول های بدن من را در بیاورند و وارد یکی از سلول های فرد دیگری کنند **آن فرد تراژن محسوب نمی شود!** چرا که هر دوتایمان انسان هستیم و هم گونه! خوب در کتاب درسی در جاهای مختلفی مثال هایی از انتقال ژن از یک جاندار به جاندار دیگری آورده شده است. گروهی از انتقال ژن ها باعث ایجاد یک جاندار تراژن شده است و گروهی دیگر خیر!

جانداران زیر تراژن نمی باشند:

- باکتری هایی که طی فرآیند هم یوغی از یکدیگر پلازمید خاصی را دریافت می کنند.
- فردی که در طی ژن درمانی یک ژن خارجی از افراد **هم گونه ی** خود دریافت کرده است.
- جانداری که **RNA** دریافت کرده باشد.
- جانداری که طی فرآیند کلون کردن ایجاد می شود مثل گوسفند دالی.

جانداران زیر تراژن محسوب می شوند:

- گوسفند و گاوهای ایجاده ای که در خود یک ژن انسانی مانند ژن رمزکننده ی هورمون رشد انسانی در خود دارند.
- اولین جانداری که به وسیله ی مهندسی ژنتیک تحت دست ورزی قرار گرفت. این جاندار همان اشریشیا کلای است که دارای ژن رمزکننده ی **rRNA** می باشد.
- باکتری که در مثال کتاب درسی ژن رمزکننده ی انسولین را وارد آن کردیم.