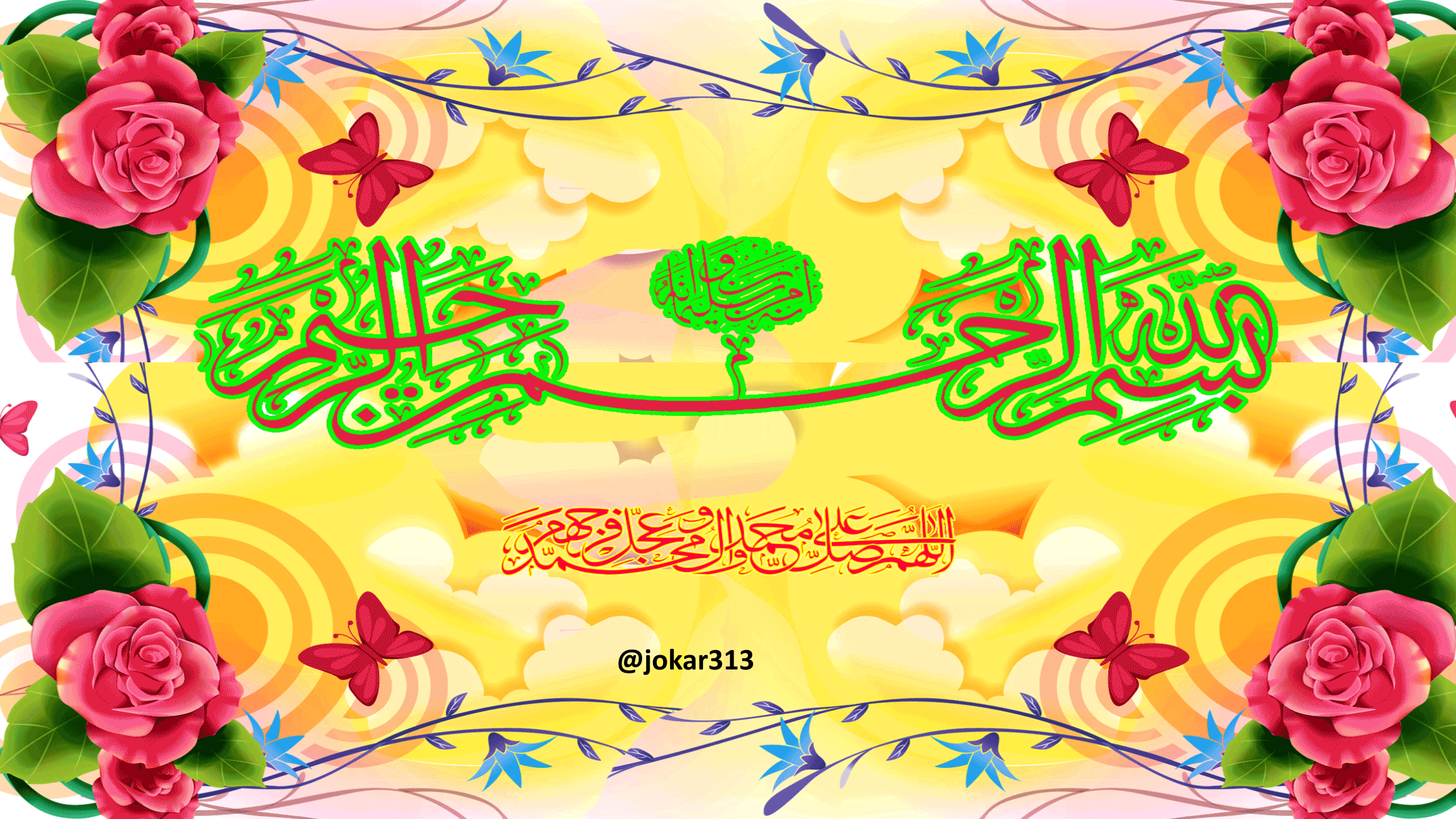

بسم الله الرحمن الرحیم
اللهم صل علی محمد و آل محمد و عجل فرجهم
@jokar313

هوا و تنفس

فناوری های نوین زیستی

تهیه وتنظیم استاد عباس طالبی

واحمد جوکار

فصل ۶

فناوری های نوین زیستی

گفتار ۱

زیست فناوری و مهندسی ژنتیک

@abbasATM

زیست فناوری چیست؟

به طورکلی به هرگونه فعالیت هوشمندانه آدمی در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجود زنده، زیست فناوری گویند. ص ۹۲

بیشتر:

استفاده از سلول های زنده برای ساخت محصولات مانند داروها، غذاها و نوشیدنی ها

استفاده از ارگانیسم هایی مانند باکتری ها برای محافظت از محیط زیست استفاده از علم DNA برای تولید محصولات، تشخیص و تحقیقات

تاریخچهٔ زیست فناوری درسه دوره

- **زیست فناوری سنتی:** تولید محصولات تخمیری مانند سرکه، نان و فراورده های لبنی با استفاده از فرایندهای زیستی مربوط به این دوره است.
- **زیست فناوری کلاسیک:** با استفاده از روش های تخمیر و کشت میکروب ها یا میکروارگانیسم ها تولید موادی مانند آنتی بیوتیک ها، آنزیم ها و مواد غذایی در این دوره ممکن شد.
- **زیست فناوری نوین:** این دوره با انتقال ژن از یک میکروارگانیسم به میکروارگانیسم دیگر آغاز شد.
- دانشمندان توانستند با تغییر واصلاح خصوصیات میکروارگانیسم ها
- ترکیبات جدید را با مقادیر بیشتر و کارایی بالاتر تولید کنند.

@abbasATM

مهندسی ژنتیک

یکی از روش های زیست فناوری نوین، مهندسی ژنتیک است.

ص ۹۳ خط ۲

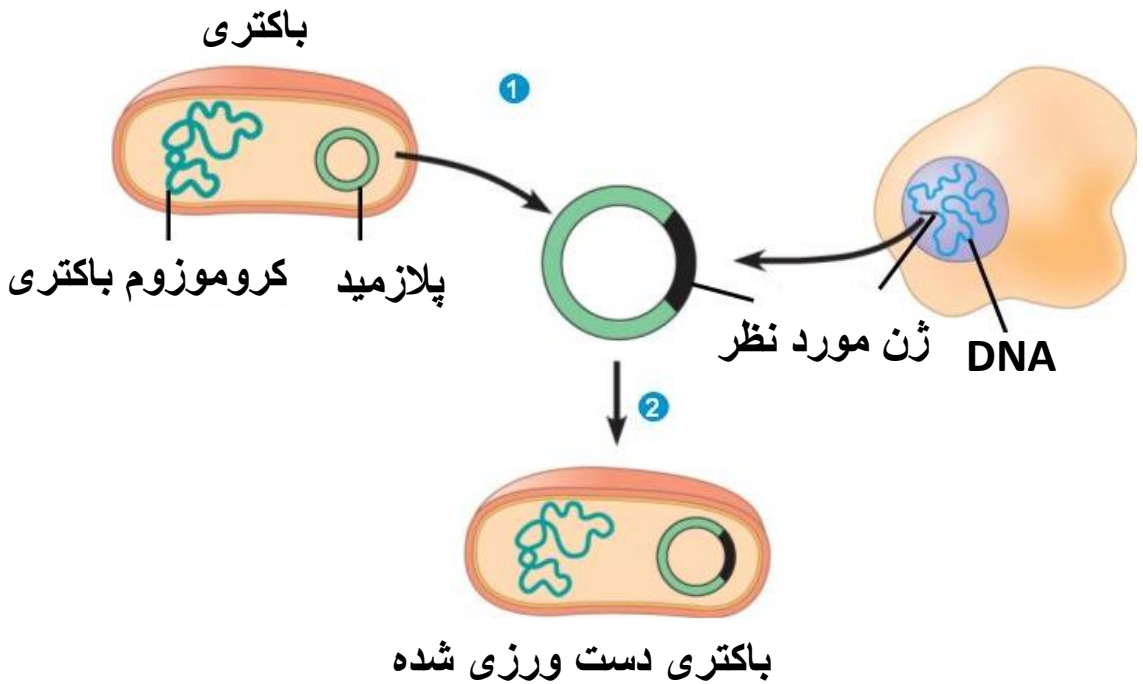
در مهندسی ژنتیک قطعه ای از DNAی یک یاخته توسط ناقل (ویروس یا پلاسمید) به یاخته ای دیگر انتقال می یابد. در این حالت، یاختهٔ دریافت کننده قطعه DNA دچار دست ورزی ژنتیکی و دارای صفت جدید می شود.

جاندار تراژن Transgenic Organism

به جانداری که از طریق مهندسی ژنتیک دارای ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی شده است،

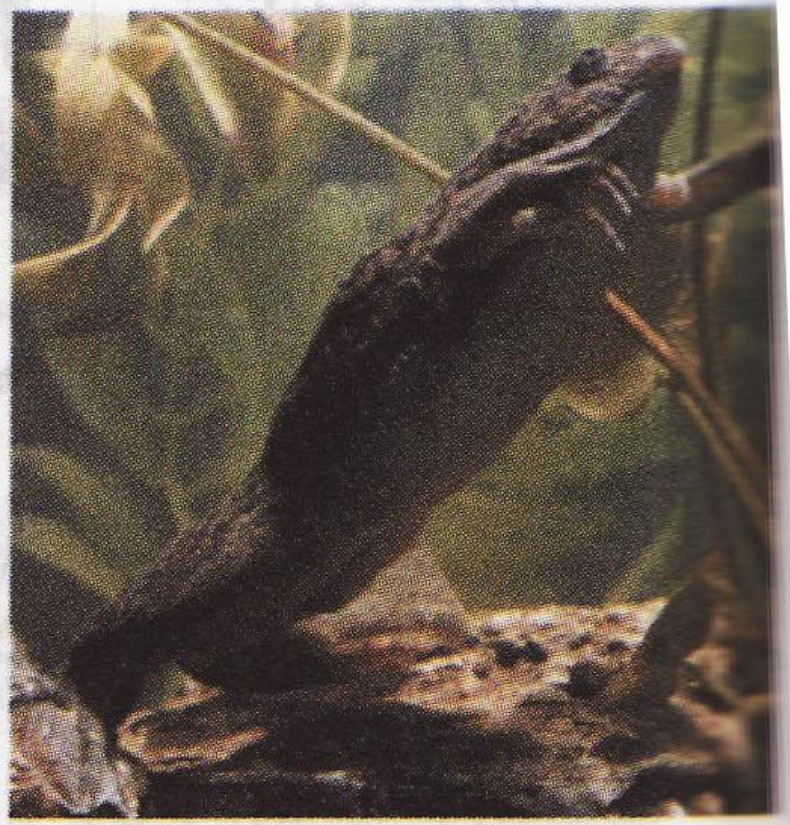
جاندار تغییریافته ژنتیکی یا تراژنی می گویند.

دست ورزی ژنتیکی ابتدا با باکتری ها شروع شد.



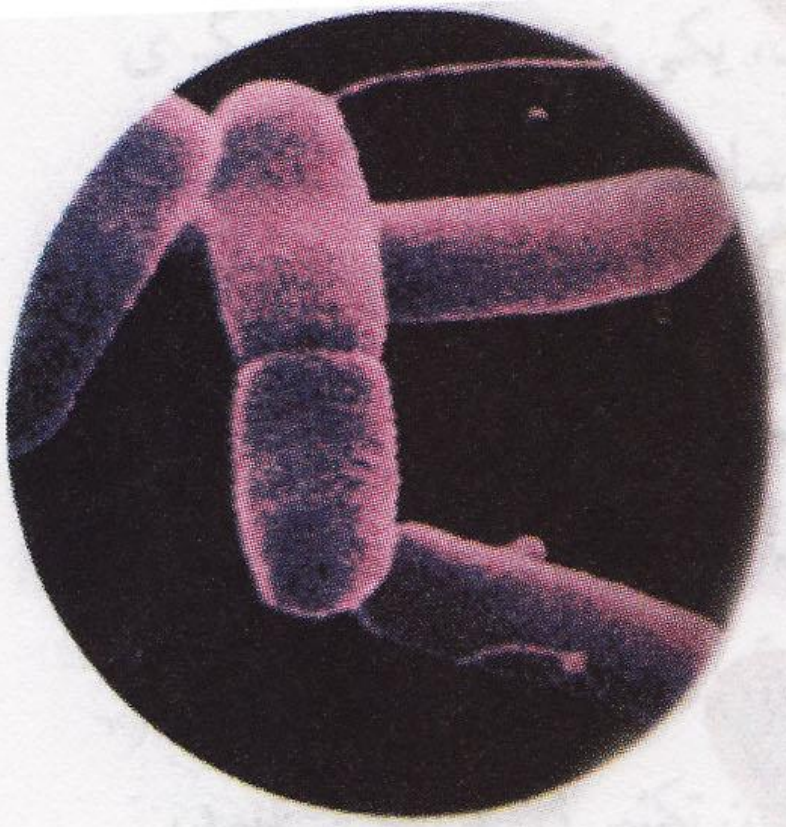
@abbasATM

تاریخچه



۱ــ این قورباغه به‌عنوان جاندار آزمایشگاهی انتخاب شد.

۲ــ ژن رمز کننده‌ی یک rRNA از یکی از کروموزوم‌های آن جدا شد.

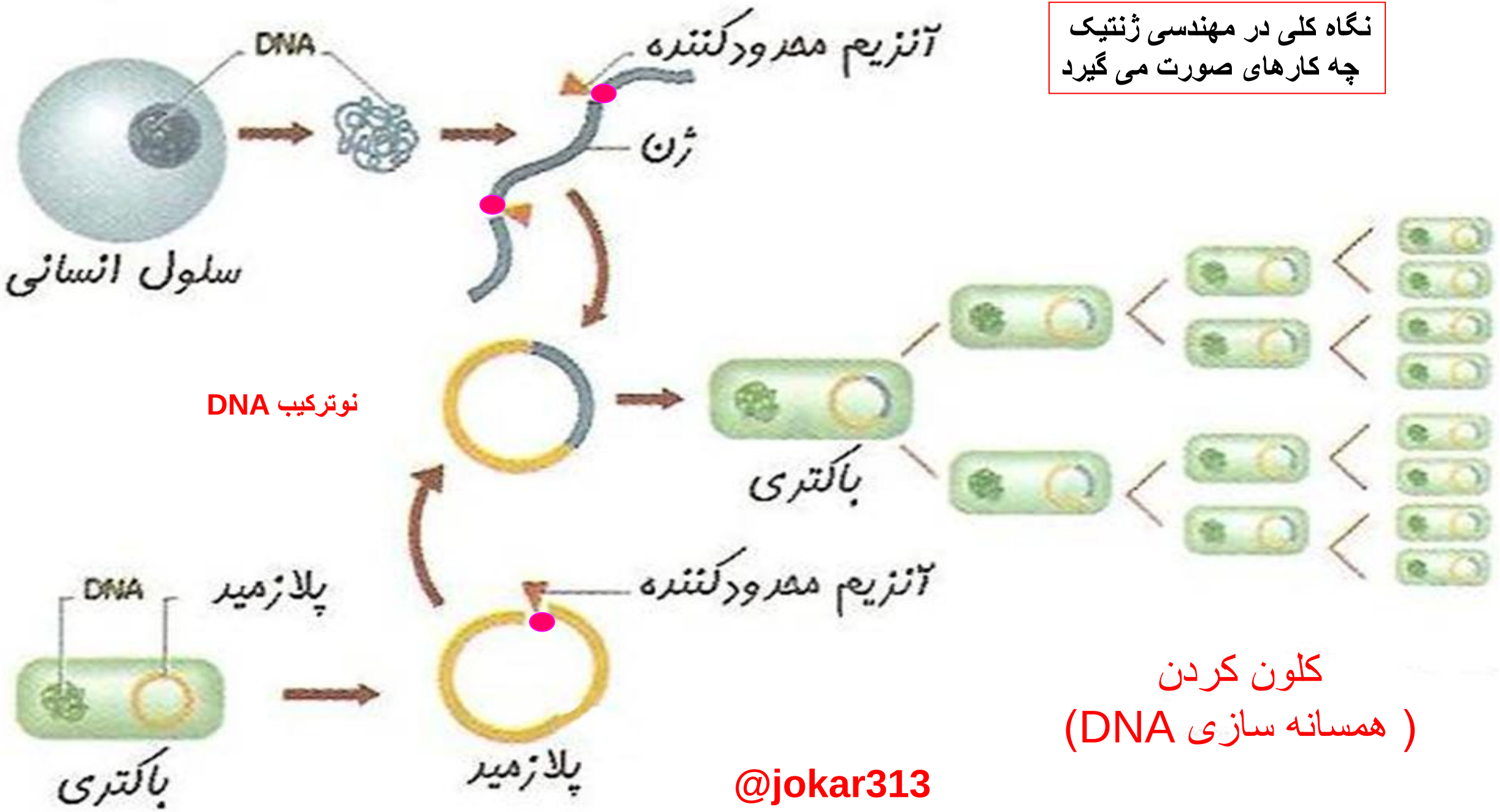


۳ــ این ژن را به باکتری‌ها وارد کردند. باکتری‌ها rRNA قورباغه را ساختند.

شکل ۱ــ۲ــ ایجاد تغییر در ژن‌های یک موجود زنده. کوهن و بایر اولین جانداری را که از طریق مهندسی ژنتیک تغییر یافته بود، تولید کردند.

این جاندار باکتری اشریشیا کلای بود.

نگاه کلی در مهندسی ژنتیک
چه کارهای صورت می گیرد



کلون کردن
(همسانه سازی DNA)

@jokar313

چشم انداز مهندسی ژنتیک

ایجاد گوش انسان بر روی موش با مهندسی ژنتیک؟؟

@jokar313

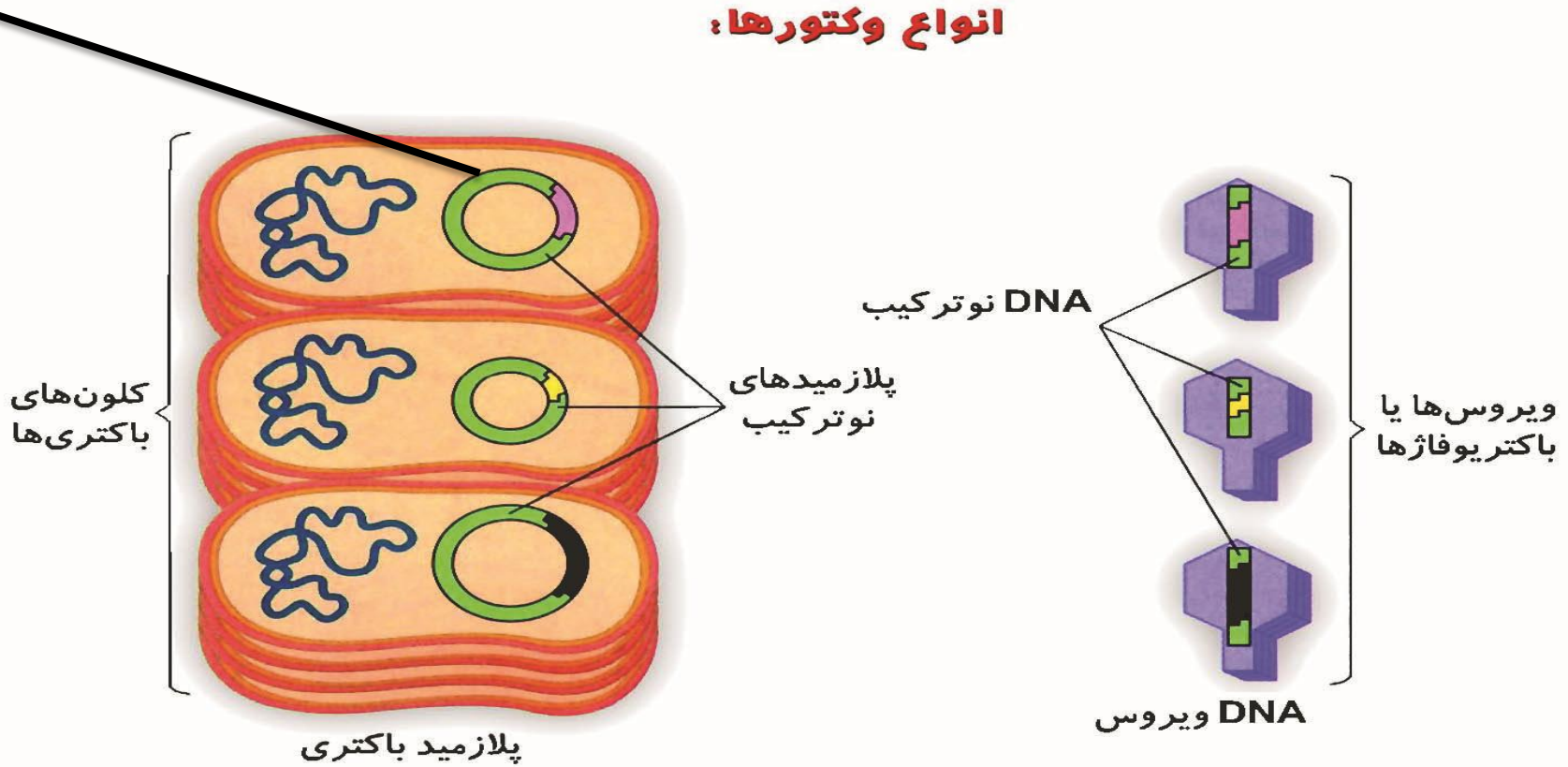
چشم انداز واخلاق مهندسی ژنتیک؟؟!!!!!

@jokar313

باکتریوفاژ باکتری نیست؟!!!!!

انواع ناقل ژن

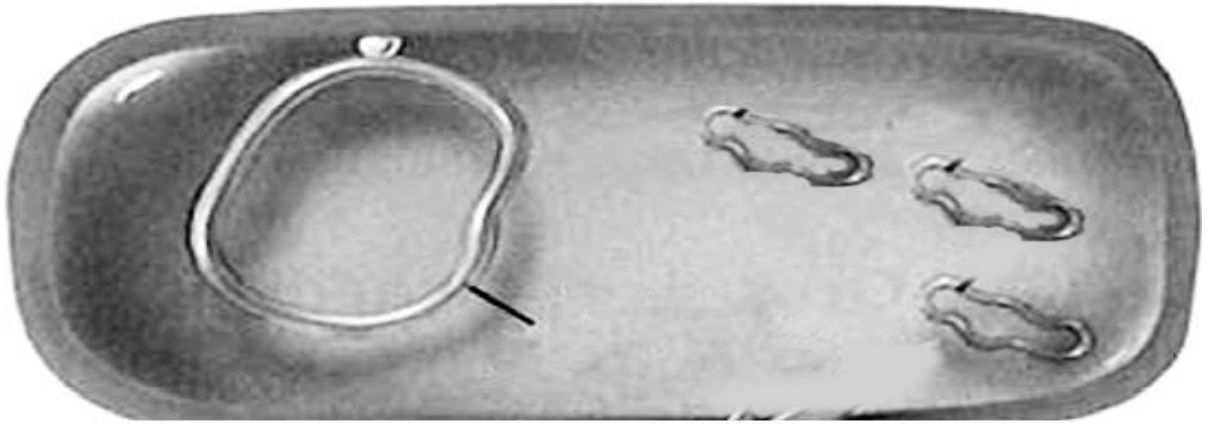
(دیسَک)



(دیسَک)

@jokar313

پلازمید و برخی ژن ها موجود درآن

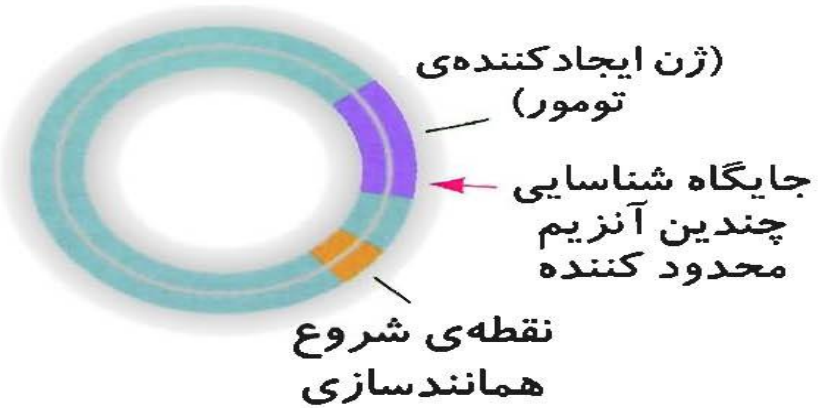


ویژگی پلازمیدها:

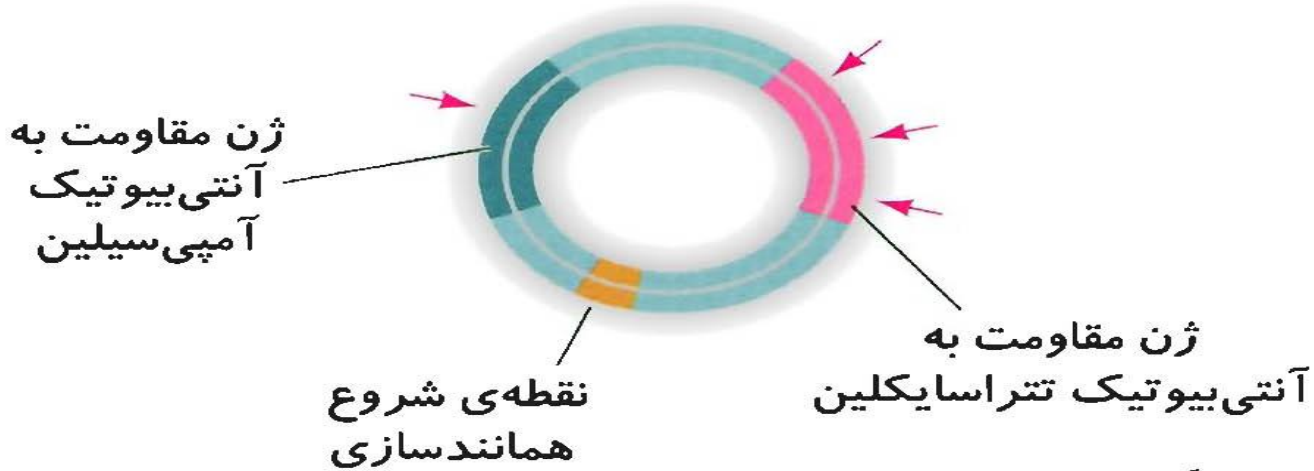
دو نوع پلازمید

در باکتری تولید کننده تومورگیاهان

پلازمید T_i



نوعی پلازمید در باکتری *E. coli*



این علامت مکان‌های مشخص شده با جایگاه‌های شناسایی
آنزیم‌های محدود کننده‌ی مختلف را نشان می‌دهند

@jokar313

مراحل ایجاد گیاهان زراعی تراژنی

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

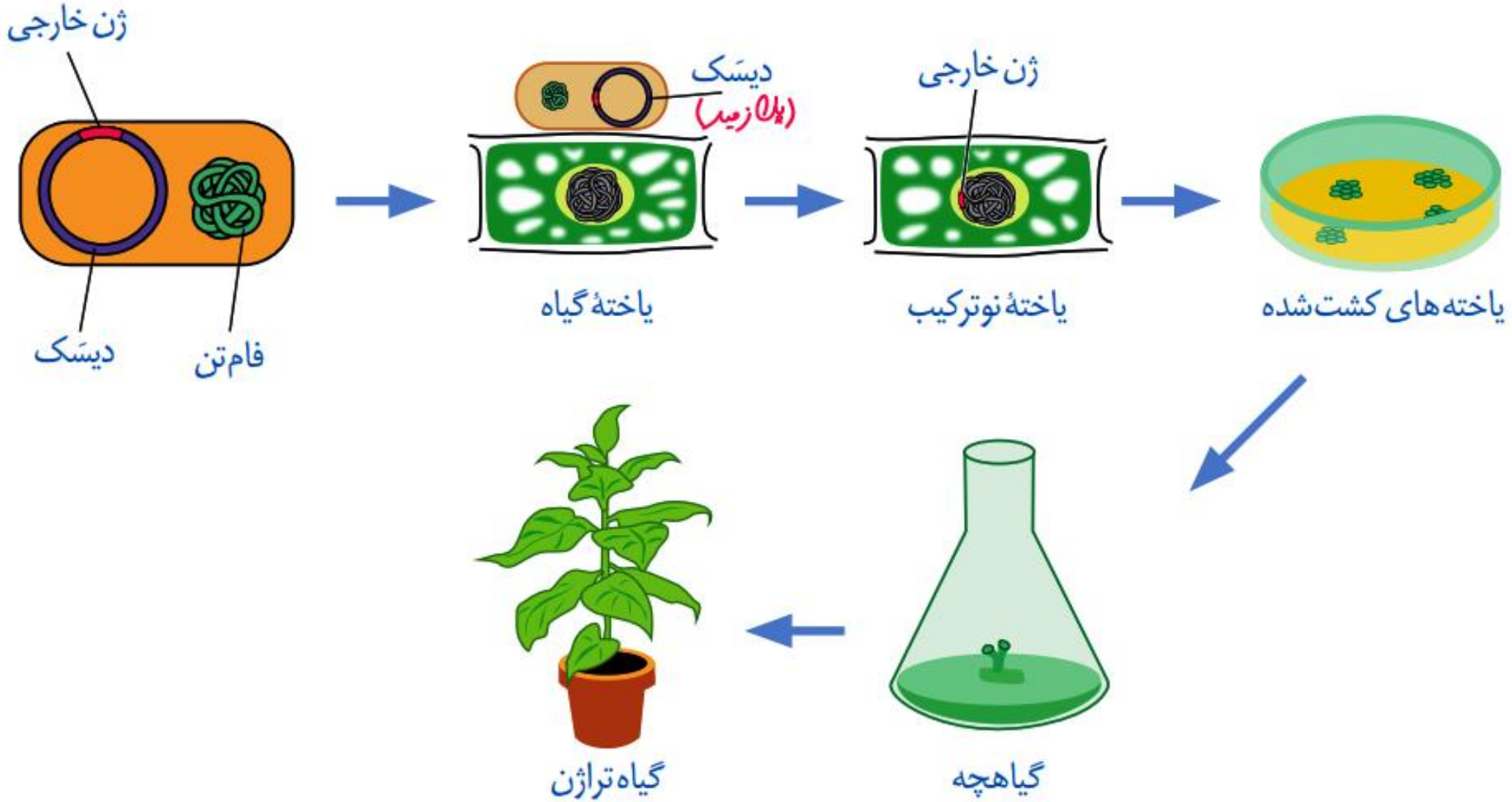
۵- بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی خطر بودن برای سلامت انسان و محیط زیست

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

@abbasATM

تراریخته= جاندار تغییریافته ژنتیکی (GMO)

مراحل ایجاد گیاهان زراعی تراژنی



تراریخته= جاندار تغییریافته ژنتیکی (GMO)

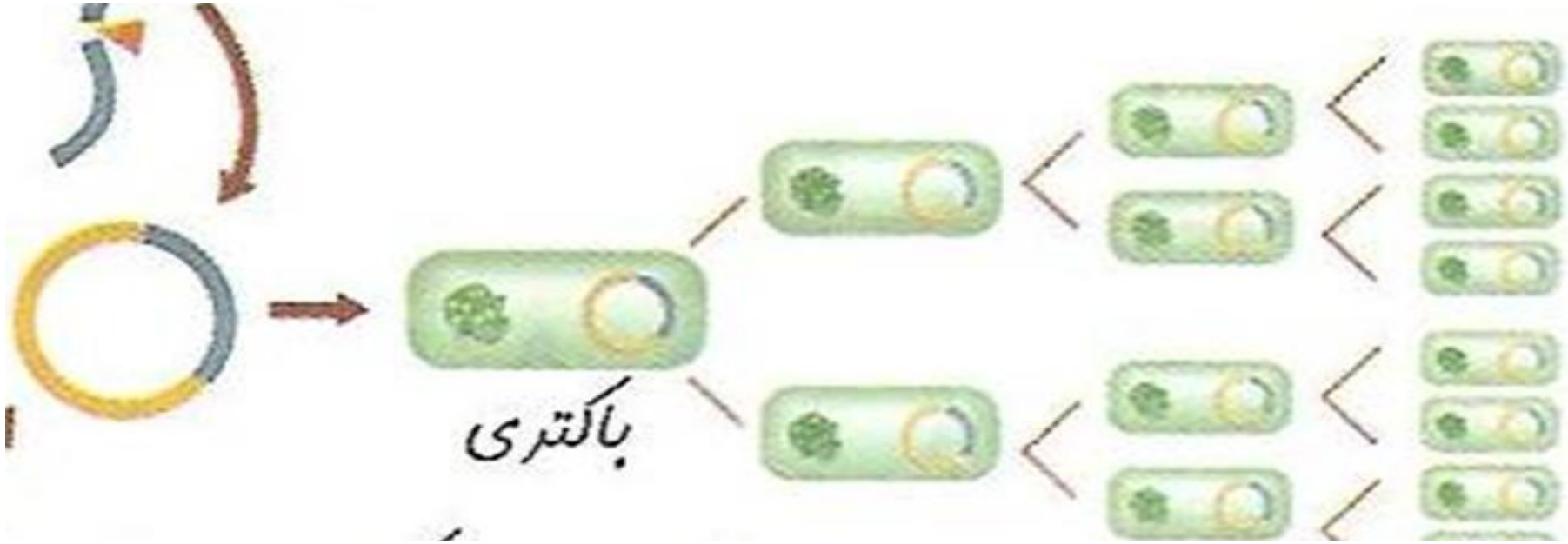
@abbasATM

هدف از مهندسی ژنتیک

یکی از اهداف مهندسی ژنتیک۱- تولید انبوه ژن و ۲- فراورده های آن است

تولید انبوه ژن با کلونینگ (همسانه سازی)DNA انجام می شود.

در کلونینگ DNA ، مادۀ وراثتی با ابزارهای مختلفی در **خارج از یاخته تهیه** و به وسیلۀ یک ناقل همسانه سازی (Cloning Vector)به درون ژنوم میزبان منتقل می شود.



DNA Cloning

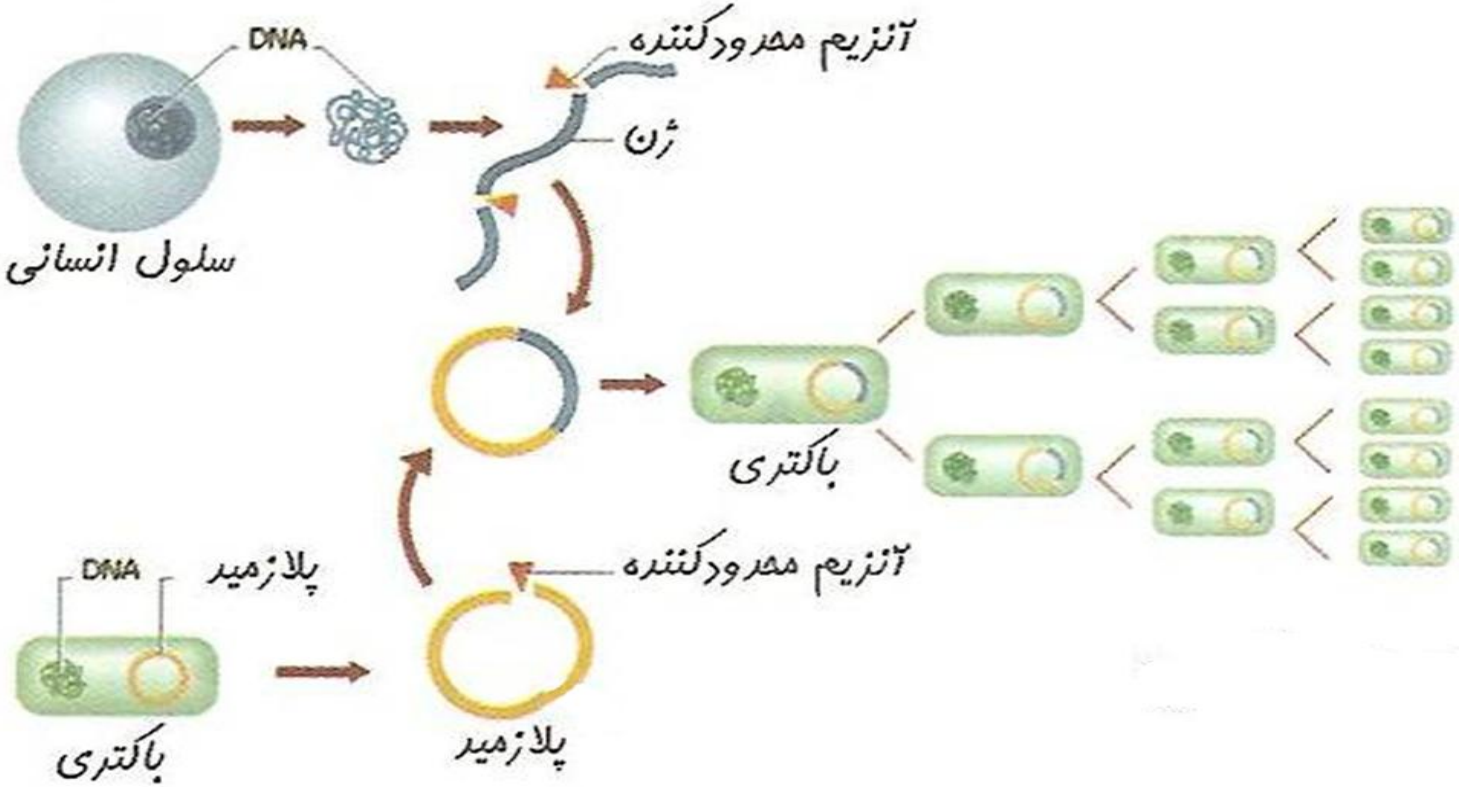
هدف از کلونینگ DNA

هدف از این کار تولید مقادیر زیادی از DNAی خالص است. که می تواند برای۱- دست ورزی، ۲-تولید یک مادۀ بخصوص و۳- یا مطالعه مورد استفاده قرار گیرد.

@jokar313

مراحل مهندسی ژنتیک ص ۹۳

۱. جداسازی قطعه ای از DNA
۲. تشکیل DNAی نوترکیب (اتصال قطعه DNA به ناقل)
۳. وارد کردن دِنای نوترکیب به یاخته میزبان
۴. جداسازی یاخته های تراژنی



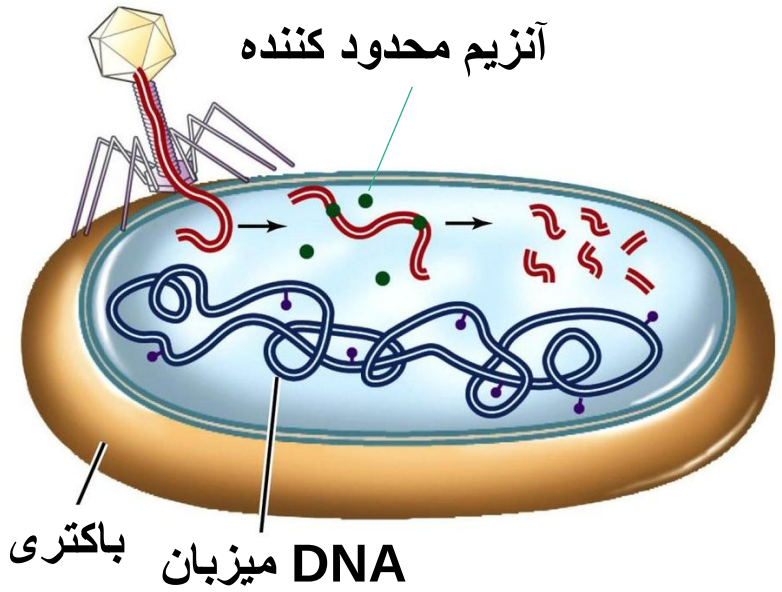
@jokar313

مراحل مهندسی ژنتیک

- **جداسازی قطعه ای از DNA:**

- اولین مرحله از کلونینگ جداسازی ژن ها است، این کار به وسیلهٔ آنزیم های برش دهنده انجام می شود. این آنزیم ها در باکتری ها وجود دارند و قسمتی از سامانهٔ دفاعی آنها محسوب می شوند.

- یکی از آنزیم های برش دهنده EcoR۱ نام دارد.

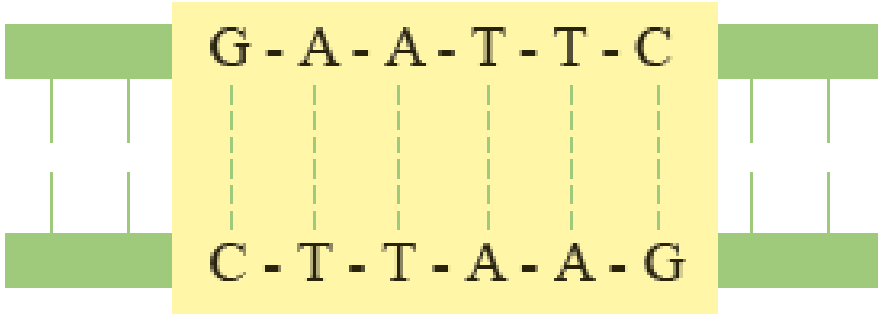


انزیم محدود کننده Restriction Enzyme

@abbasATM

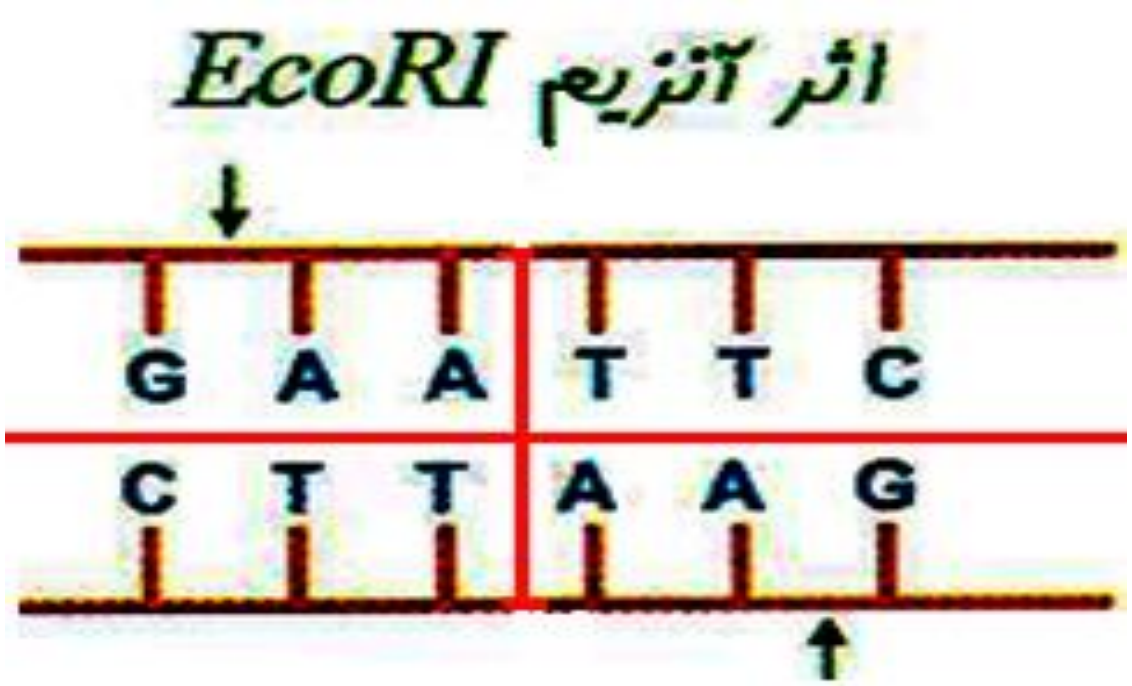
آنزیم های برش دهنده ص ۹۴

- آنزیم های برش دهنده، توالی های نوکلئوتیدی خاصی را در DNA تشخیص و برش می دهند.
- مثلاً آنزیم EcoR۱ توالی **شش جفت** نوکلئوتیدی $\frac{GAATTC}{CTTAAG}$ را شناسایی و برش می دهد. به این توالی **جایگاه تشخیص آنزیم** گفته می شود



@abbasATM

Restriction Enzyme

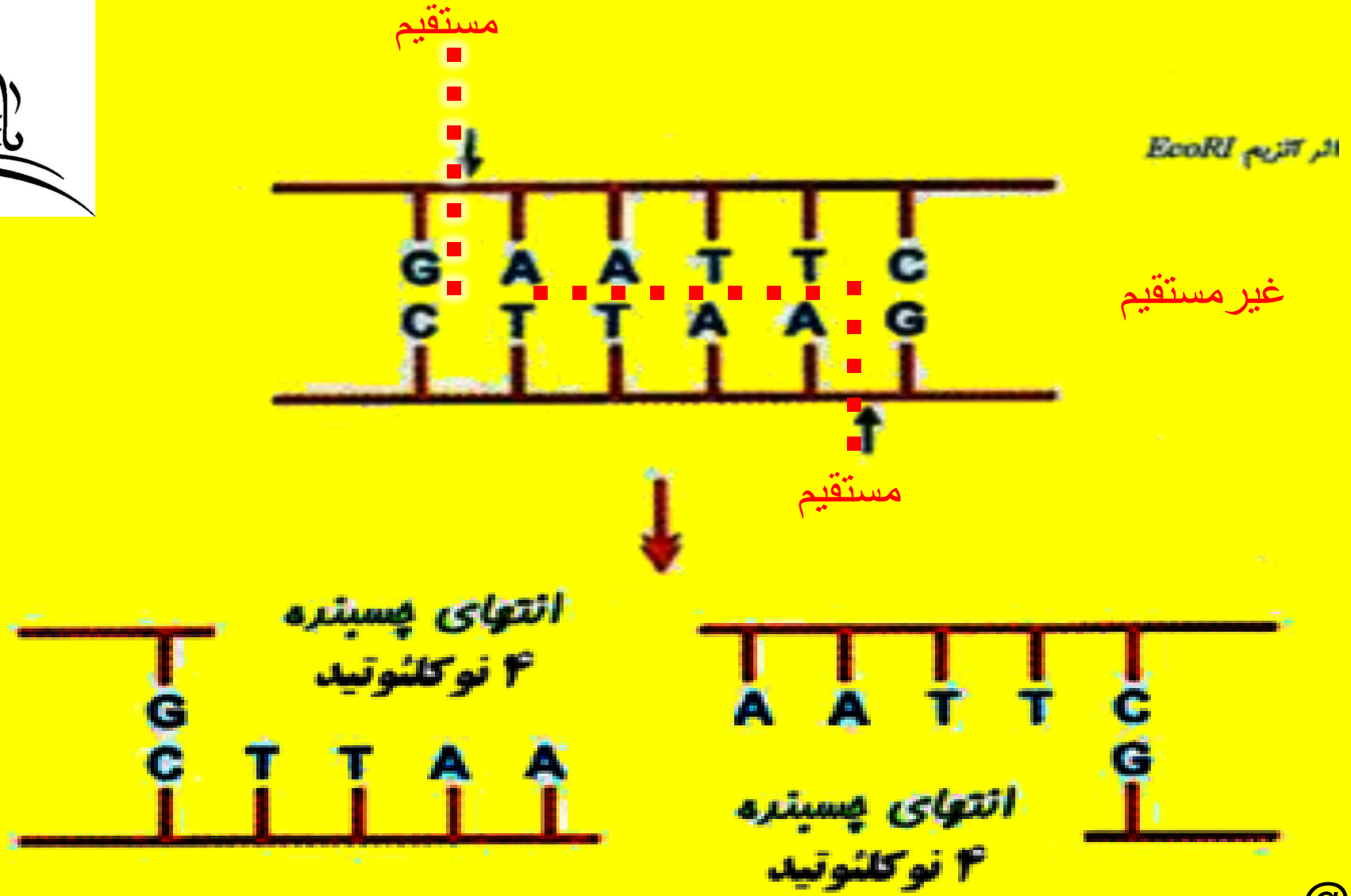


تقارن دو طرفی در

محل شناسایی **ECOR I**

@jokar313

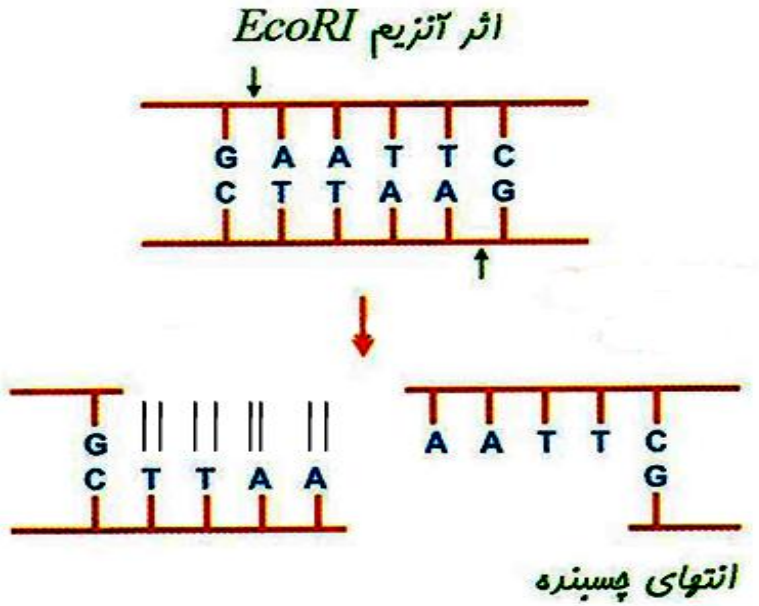
ابتدا ECOR I مستقیماً پیوند فسفودی استر بین G و A را می شکند .و سپس غیر مستقیم هشت پیوند هیدروژنی بین A و T سپس مجدداً بطور مستقیم پیوند فسفودی استر بین G و A را



A = T

C ≡ G

@jokar313



آنزیم ECORIدر جایگاه شناسایی خود

الف)چند پیوند هیدروژنی را می شکند؟ ۸

ب)درکل چند پیوند را می شکند؟ ۱۰

(۸پیوند هیدروژنی ۲پیوند فسفو دی استر)

پس درکل ۱۰ پیوند شکسته می شود.

در محل شناسایی ۱۴ پیوند هیدروژنی وجود دارد.

این اطلاعات مهم: را در مورد آنزیم ECORIبه یاد داشته باشید

توجه سوالات عدد مجاز نیست

A=T

C≡G

@jokar313

-اگرجایگاه تشخیص آنزیم EcoRI رونویسی شود چند باز پورینی خواهد داشت؟

۱-۳ ۲-۶

۴-۱۲ ۴-۴

رونویسی و ایجاد RNA

سه باز پورینی

@jokar313

یاحسین(ع)

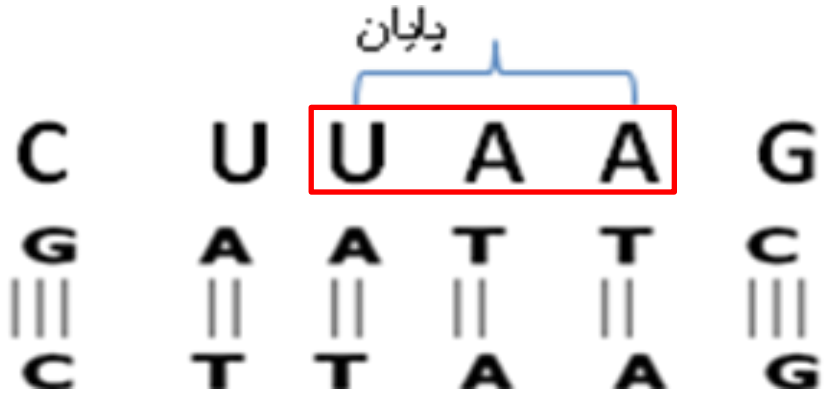
۲-اگر جایگاه تشخیص آنزیم EcoRI ترجمه شود کدام محتمل تر است؟

۱-رونویسی در این جایگاه پایان می پذیرد.

۲-ترجمه در این جایگاه پایان می پذیرد.

۳-رشته پلی پپتیدی آن ساخته می شود.

۴- رشته پلی پپتیدی مقاوم به تتراساکلین بوجود می آید.



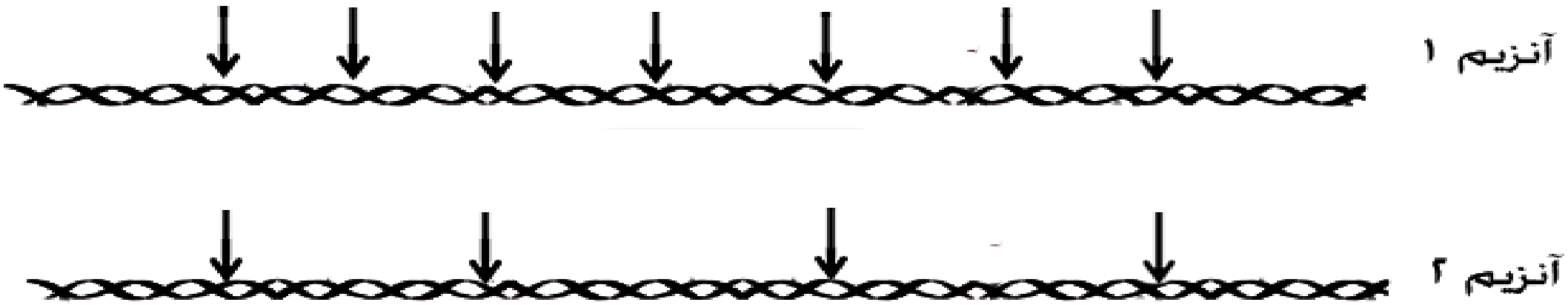
رونویسی و ایجاد RNA

پایان ترجمه!!!

@jokar313

سئوال:دو مولکول DNA خطی یکسان، یکی تحت تأثیر آنزیم محدود کننده ۱ ودیگری تحت تأثیر آنزیم ۲ قرار میگیرد.آنزیم ۱ چهار جفت نوکلئوتید و آنزیم ۲ هشت جفت نوکلئوتید را می شناسد.کدام آنزیم تعداد قطعات بیشتری ایجاد می نماید؟،

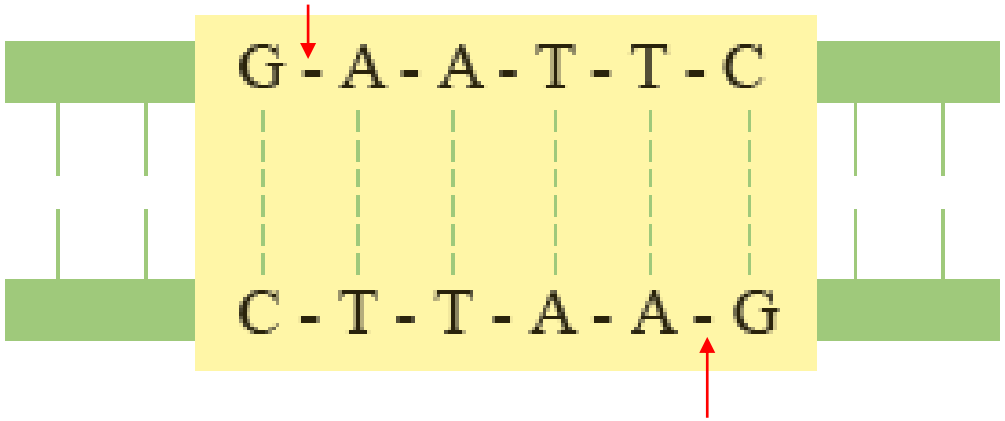
آنزیم یک زیرا اگر جایگاه شناسایی کوچکتر باشد.احتمال تکرار توالی شناسایی در طول DNA بیشتر می شود. ودر نتیجه تعداد قطعات ایجاد شده بیشترخواهد بود.

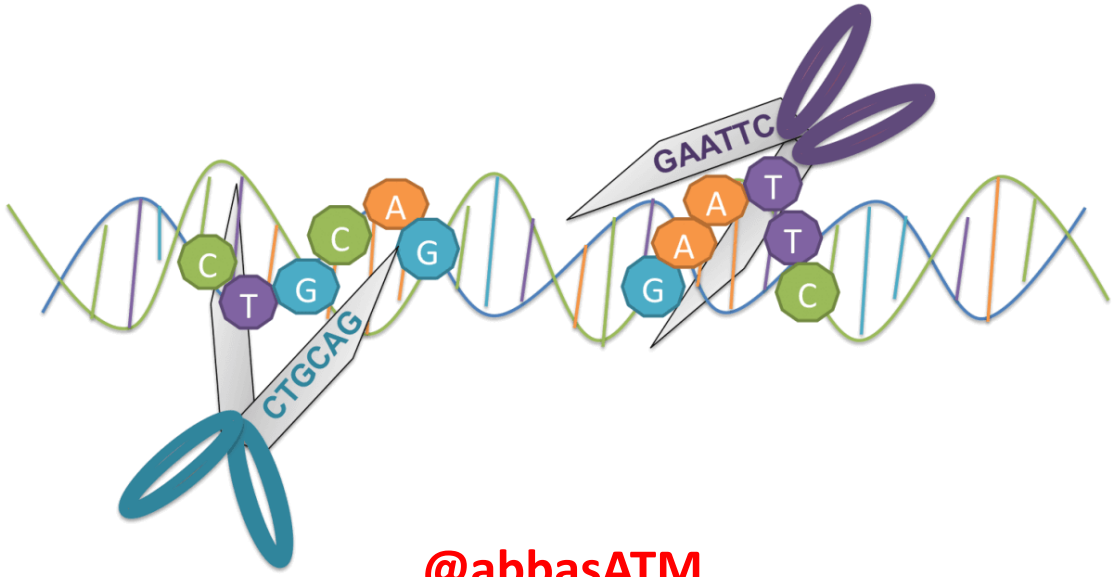


@jokar313

در جایگاه تشخیص آنزیم EcoR۱ توالی نوکلئوتیدهای هر دو رشته DNA از دو سمت مخالف یکسان خوانده می شود.

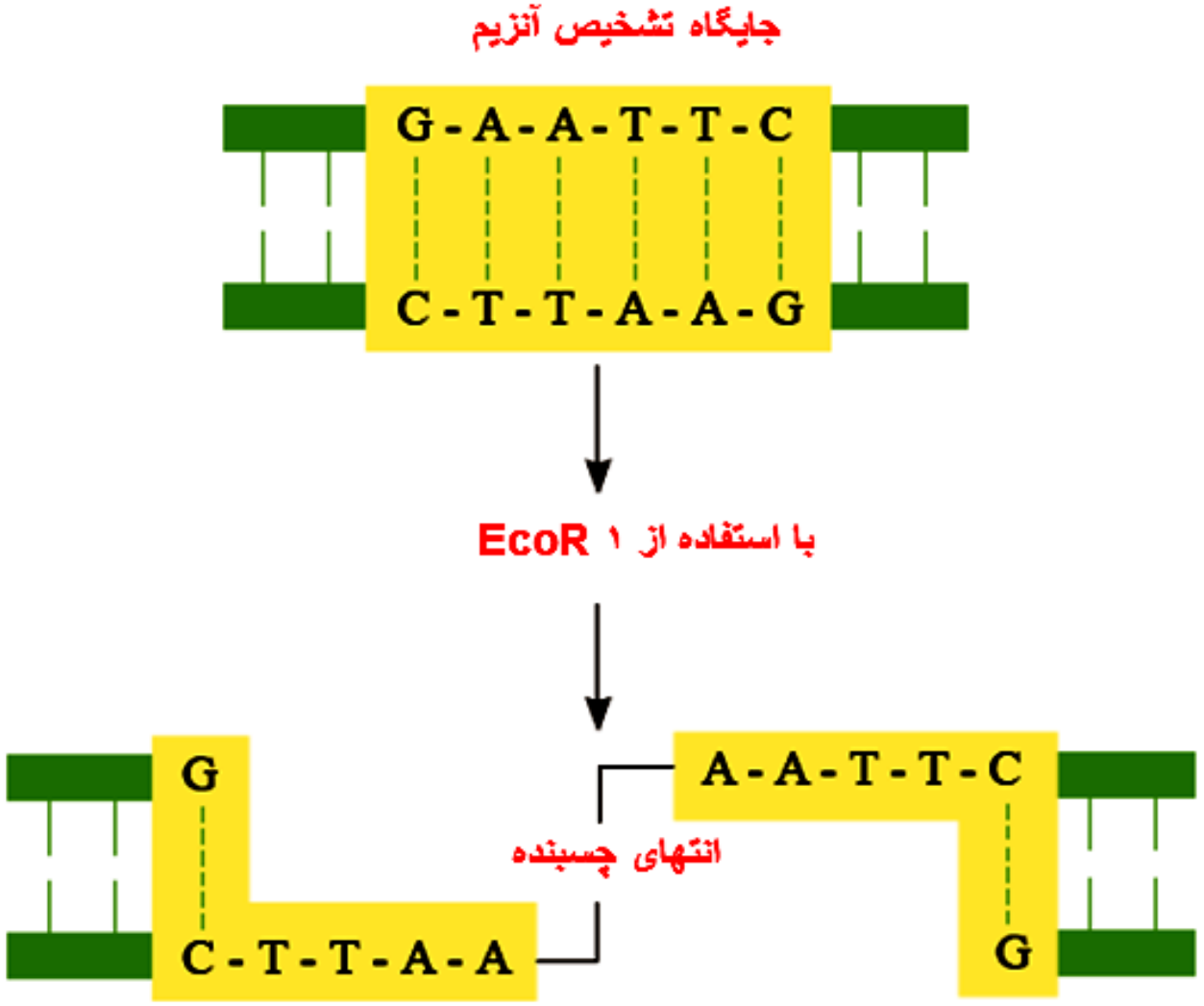
این آنزیم پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتیدگوانین دار و آدنین دار هر دو رشته را برش می زند.





@abbasATM

مراحل مهندسی ژنتیک



در نتیجه عمل آنزیم EcoR۱ ، انتهایی از مولکول DNA ایجاد می شود که یک رشته آن بلندتر از رشته مقابل است و به آن انتهای چسبنده می گویند.

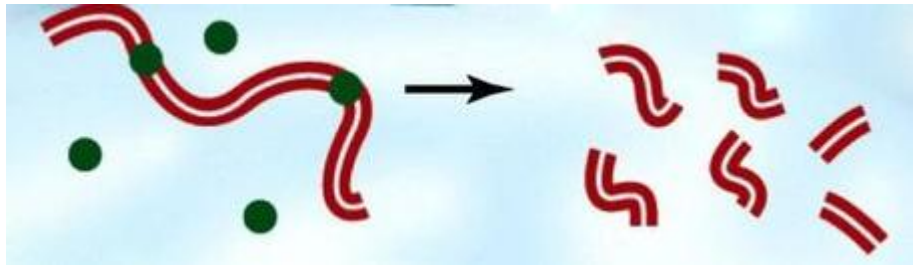
Restriction Enzyme

@abbasATM

نکته

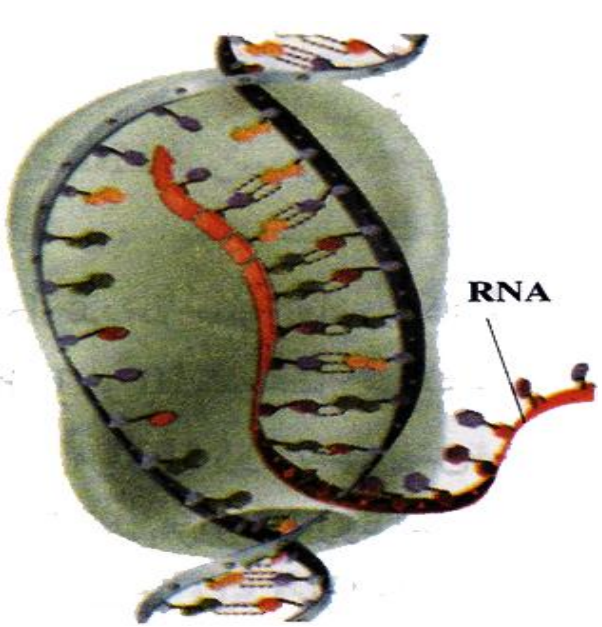
برای تشکیل انتهای چسبنده ، علاوه بر پیوندهای۱- فسفودی استر، پیوندهای۲- **هیدروژنی** بین دو رشته DNA در منطقه تشخیص نیز شکسته می شوند.

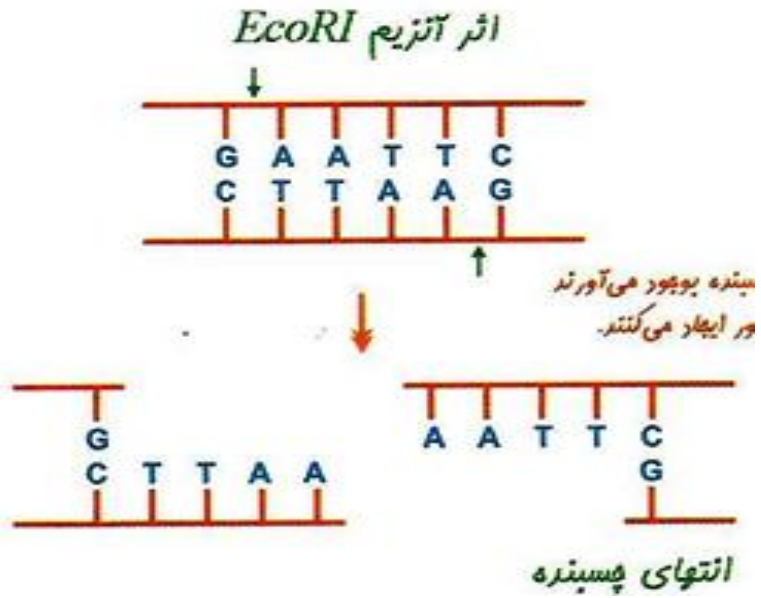
آنزیم های برش دهنده، DNA را به قطعات کوتاه تری تبدیل می کند. این قطعات را با روش های خاصی جدا می کنند و تشخیص می دهند.

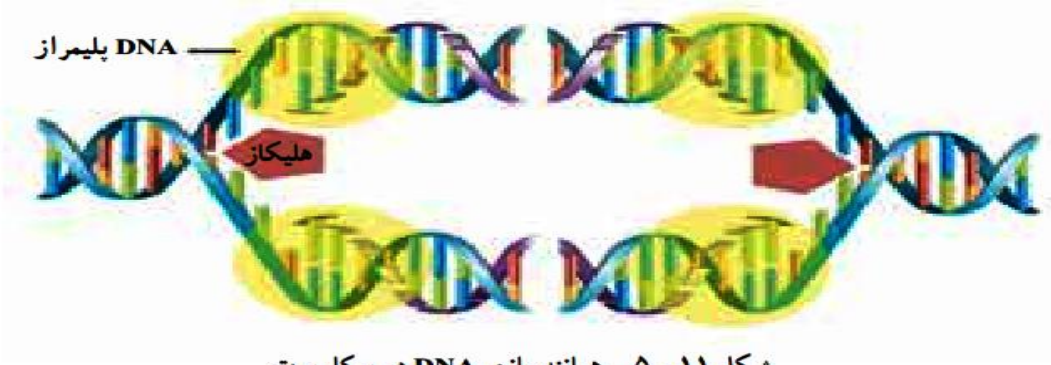


نام آنزیم	شکستن پیوند هیدروژنی	شکستن پیوند فسفو دی استر	تشکیل پیوند فسفو دی استر
EcoR1	به صورت مستقیم نه	بله	خیر
DNA لیگاز	خیر	خیر	بله
RNA پلی مراز	بله در ابتدای رونویسی	خیر	بله،طی رونویسی
DNA پلی مراز	خیر	بله،طی ویرایش	بله،طی همانند سازی

مرحله دوم و سوم







شکل ۱۱ــ ۵ــ همانندسازی DNA در یوکاریوت

@jokar313

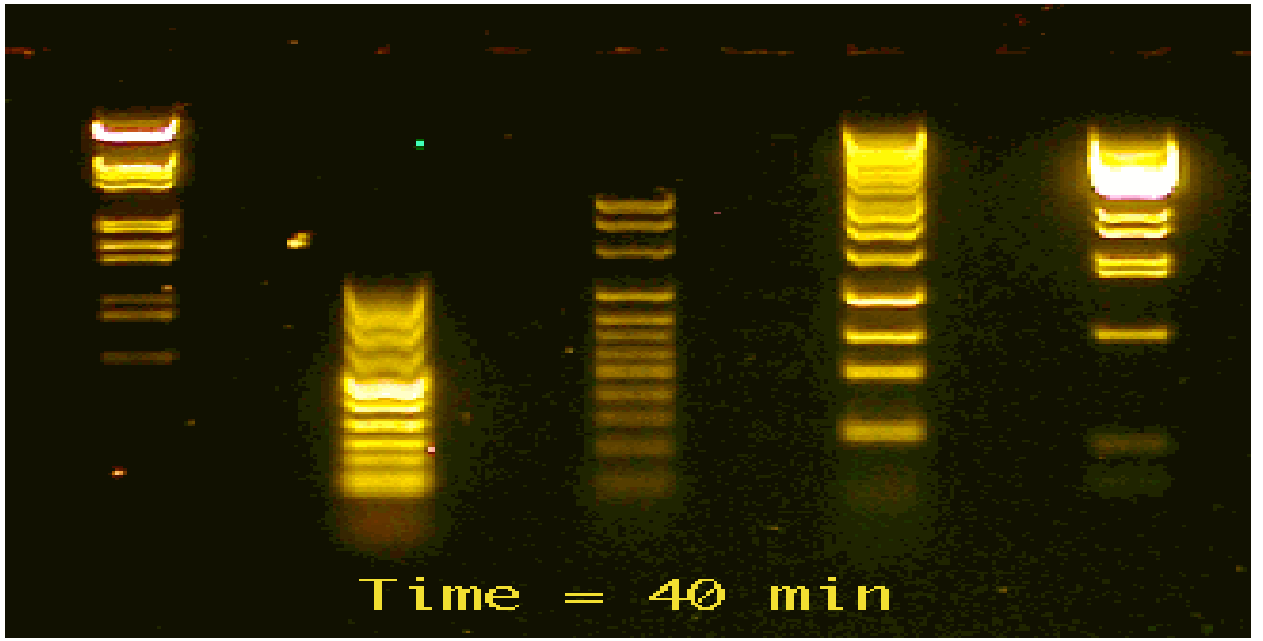
پیش نیاز فهم مطالب این قسمت

الکتروخورز

الکترو فورزتصویر به صورت انیمیشن است

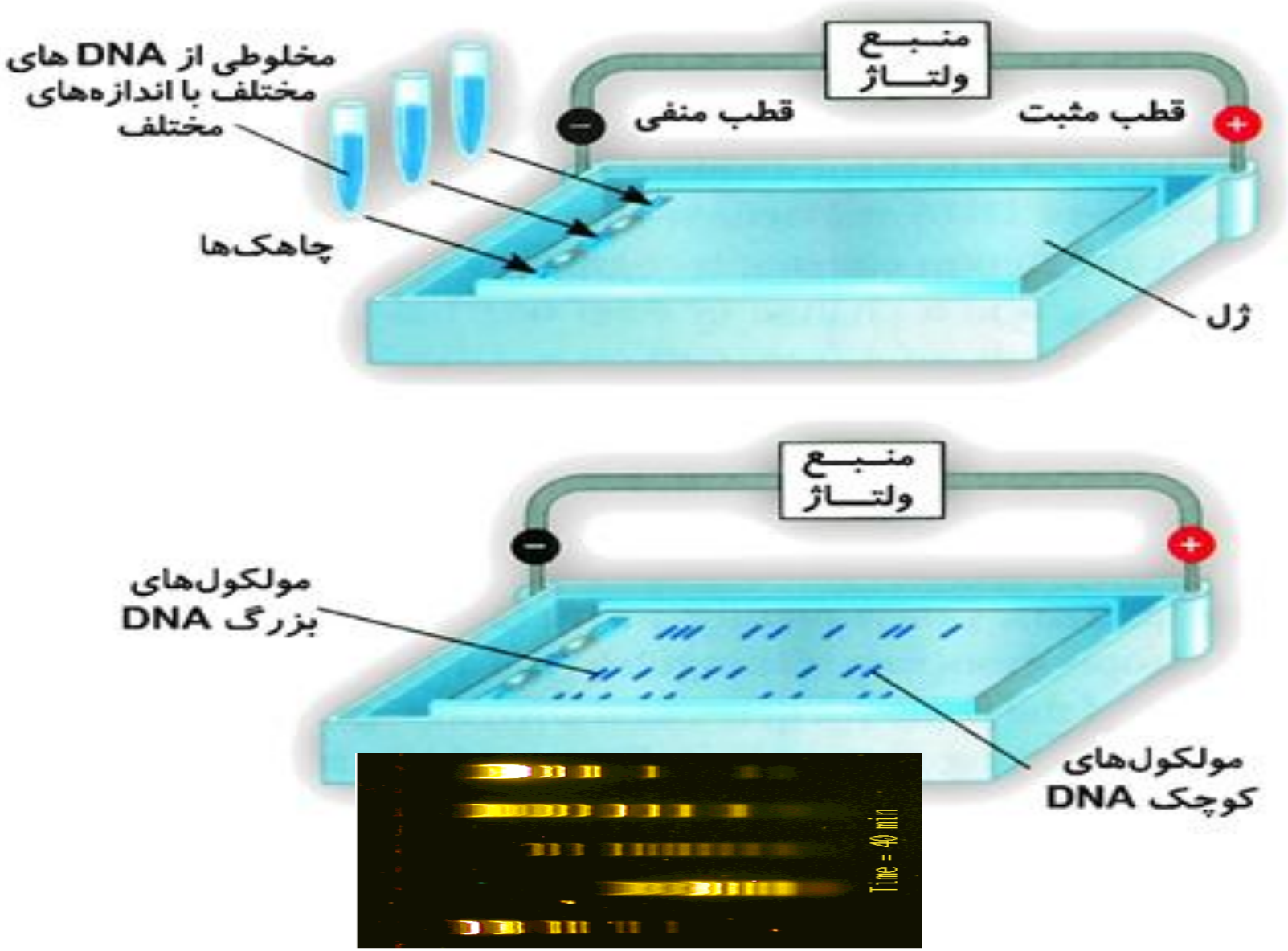
الکتروفورزدر ژل،تکنیکی برای جداکردن مولکول هایی از **یک جنس**، مثلاً۱- **پروتئین ها** از یکدیگر و یا **۲- قطعات DNA** از یکدیگر، این تکنیک برای جدا کردن **مولکول هایی با وزن مولکولی نزدیک** به هم کاربرد زیادی دارد.

-



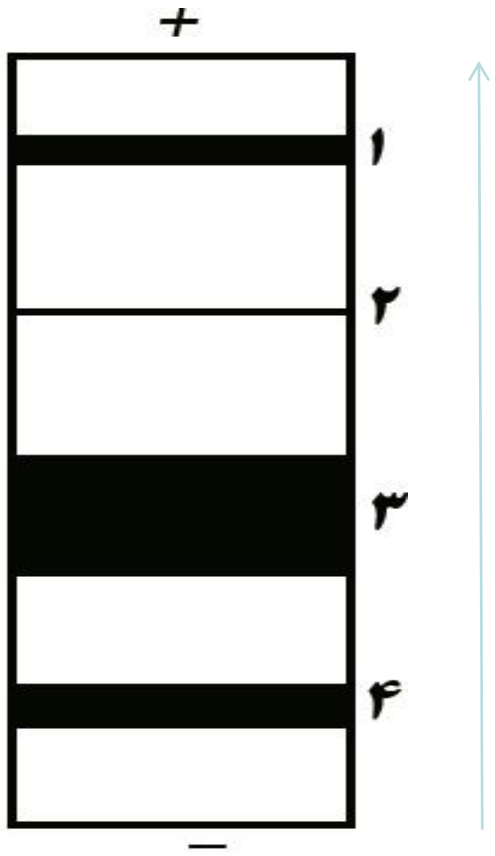
+

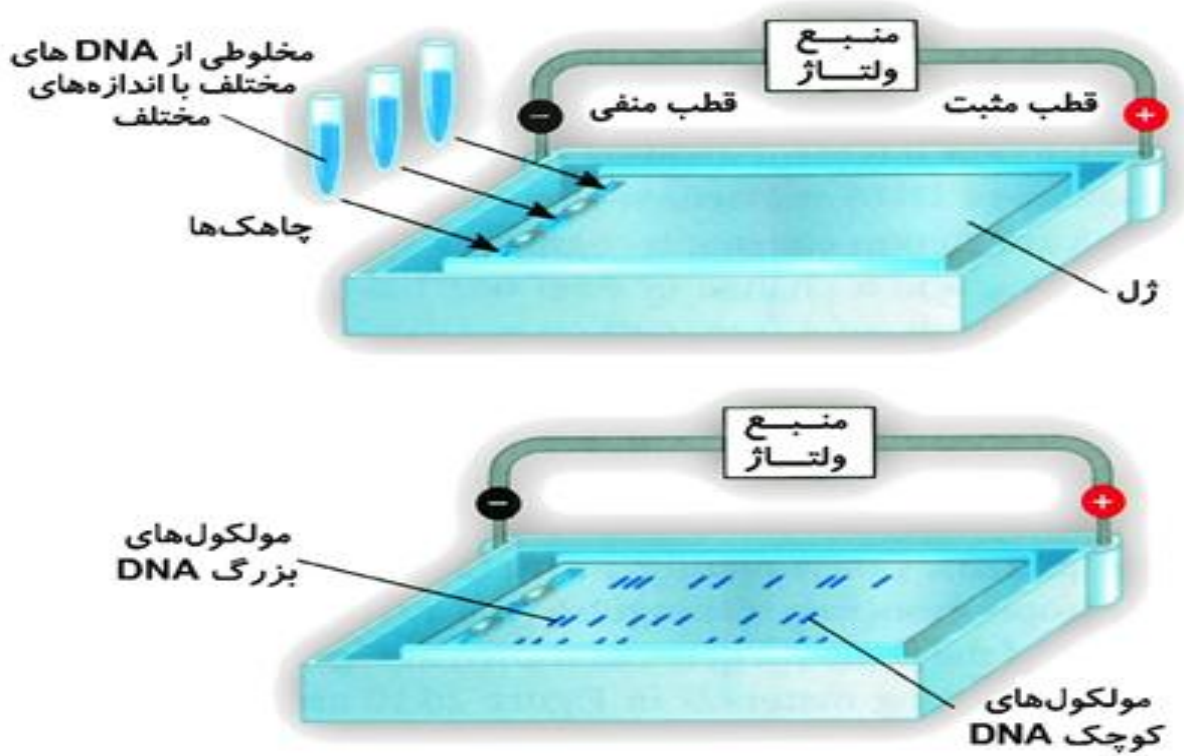
DNA به علت گروه فسفات بار منفی دارد در قطب منفی ژل قرار می گیرد. و به سمت مثبت حرکت می نماید.



@jokar313

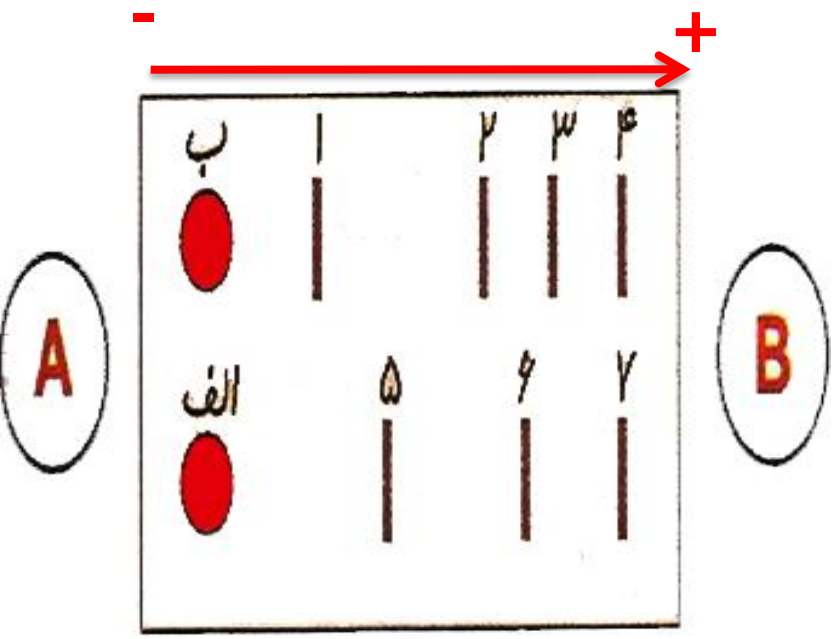
نکته: مقدار DNA در باند ۳ از همه بیشتر است
ودر باند ۲ از همه کمتر است،در حالی که اندازه DNA باند شماره ۱از همه ریزتز و DNA باند ۴ از بقیه درشتر است(سنگین تر)





DNA در قطب منفی (هم نام) قرار می گیرد

@jokar313



۱ــ قطب مثبت کدام است؟ A ☐ B ☺

۲ــ کدام مولکول DNA برای آنزیم جایگاه تشخیص بیشتری دارد؟ ب

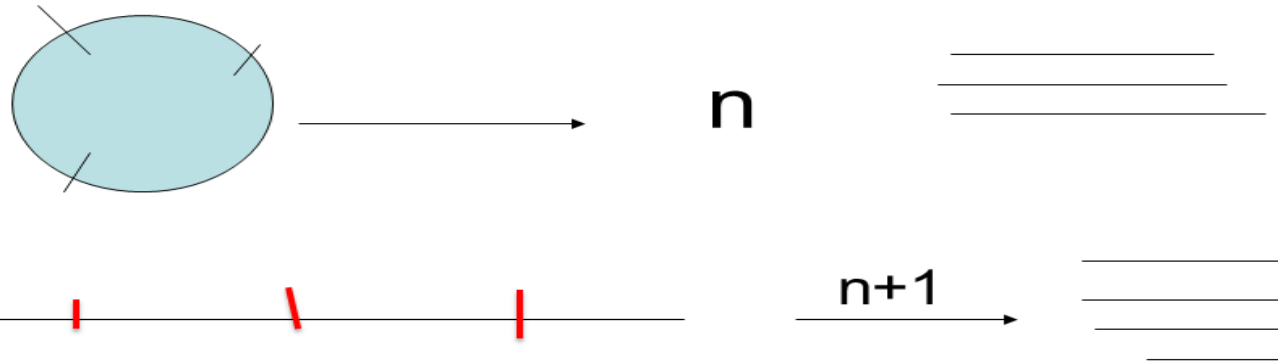
۳ــ چه تعداد جایگاه تشخیص آنزیم برروی مولکول الف DNA وجود دارد؟ 2

۴ــ در نمونه « ب» کدام قطعه از همه سنگین تر است؟ 1

۵ــ کدام جمله درست است؟مولکول ۴ و ۷ یکسان هستند ☐

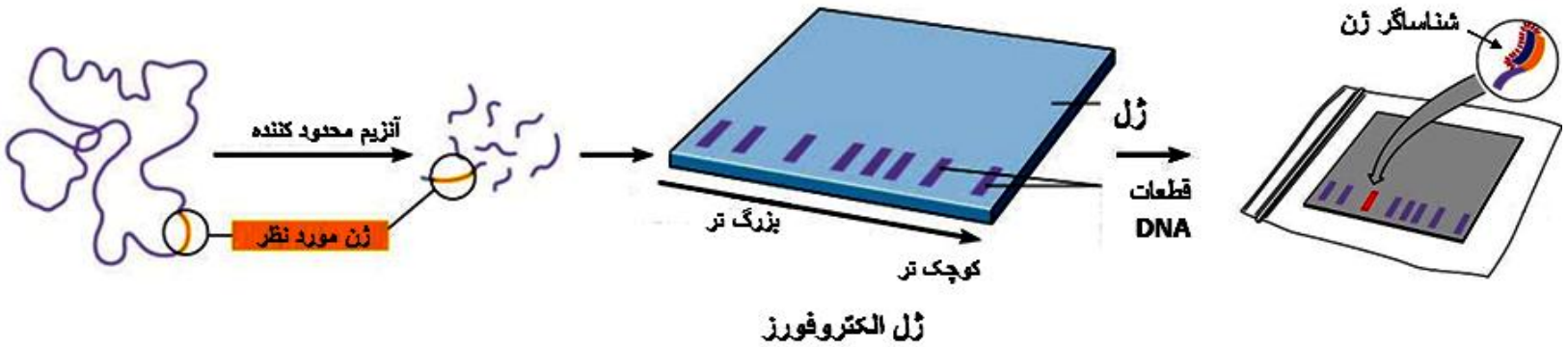
مولکول های ۴ و ۷ وزن مولکولی یکسان دارند. ☹

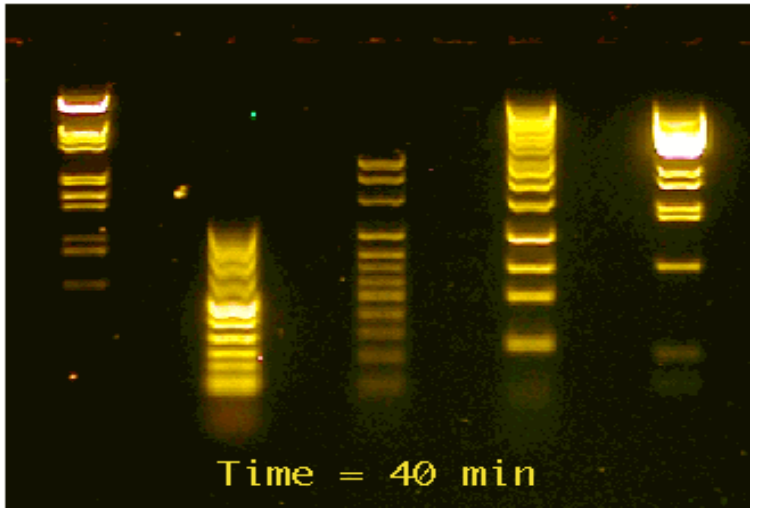
مولکول DNA خطی وحلقوی که n جایگاه تشخیص برای آنزیم محدود کننده دارد هنگام اثر آنزیم در هر مورد چند قطعه تولید می نمایید



مراحل مهندسی ژنتیک

- **جداسازی قطعه ای از DNA:**
- اولین مرحله از کلونینگ جداسازی ژن مورد نظر است.





@abbasATM

اتصال DNA ی جداسازی شده به ناقل

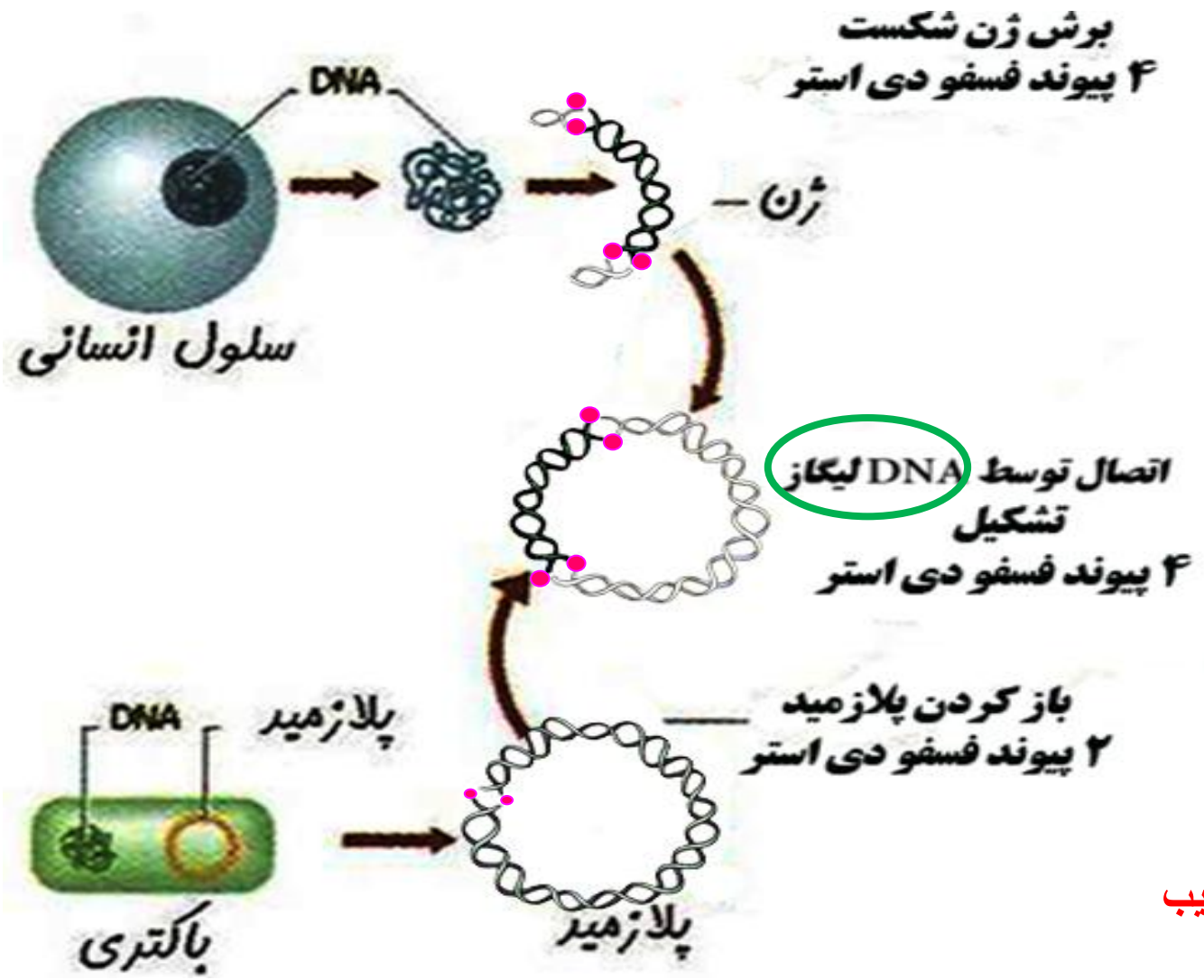
مرحله بعدی، اتصال قطعه DNAی جداسازی شده به ناقل همسانه سازی است.

این ناقلین، توالی های DNAیی هستند

که در خارج از کروموزوم اصلی قرار دارند

و می توانند مستقل از آن تکثیر شوند.

یکی از این مولکول ها پلازمید باکتری است.



بیشتر بدانید

نتیجه سه جایگاه تشخیص:

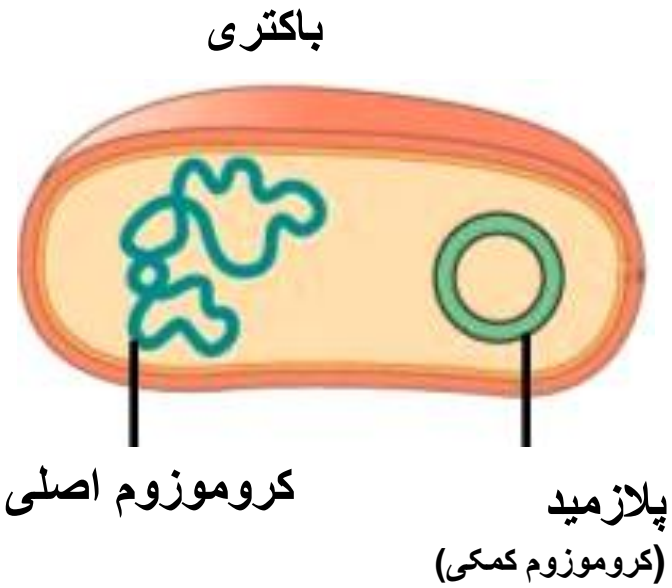
۱-شکست چند پیوند هیدروژنی: ۲۴=۸×۳

۲-شکست چند پیوند در کل: ۳۰=۱۰×۳

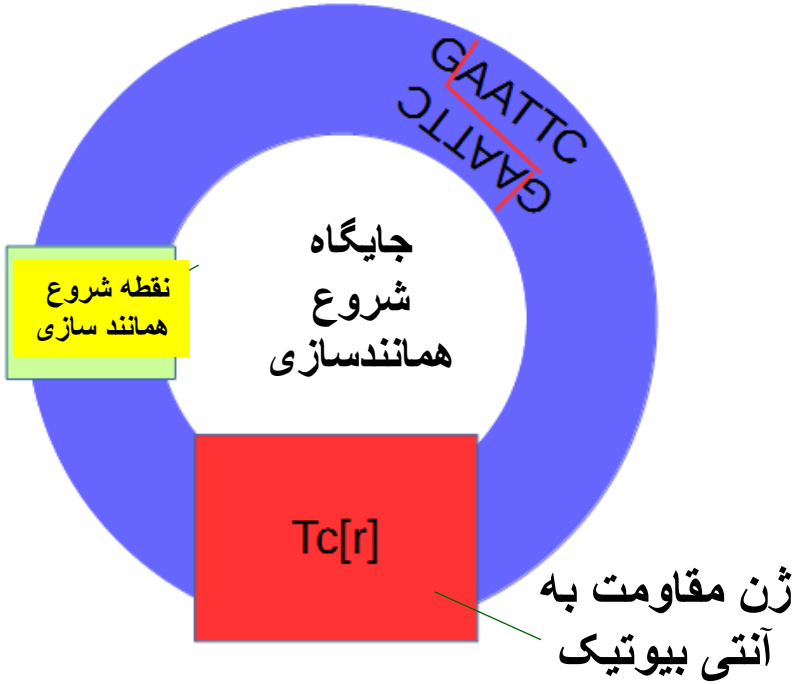
۳-شکست و تشکیل چند پیوند در کل تا تشکیل DNA نوترکیب : ۳۴=۴+۳۰

پلازمید

- پلازمید ص ۹۴
- یک مولکول DNAی دو رشته ای و حلقوی خارج کروموزوم است که معمولاً درون ۱-باکتری ها و بعضی ۲-قارچ ها مثل مخمرها وجود دارد و می تواند مستقل از ژنوم میزبان همانندسازی کند



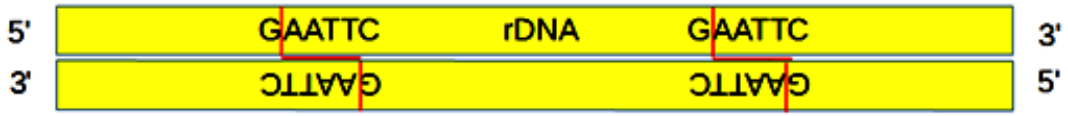
- پلازمید ها را کروموزوم های کمکی نیز می نامند، چون حاوی ژن هایی هستند که در کروموزوم اصلی باکتری وجود ندارند. مثلاً ژن مقاومت به آنتی بیوتیک در پلازمید قرار دارد.

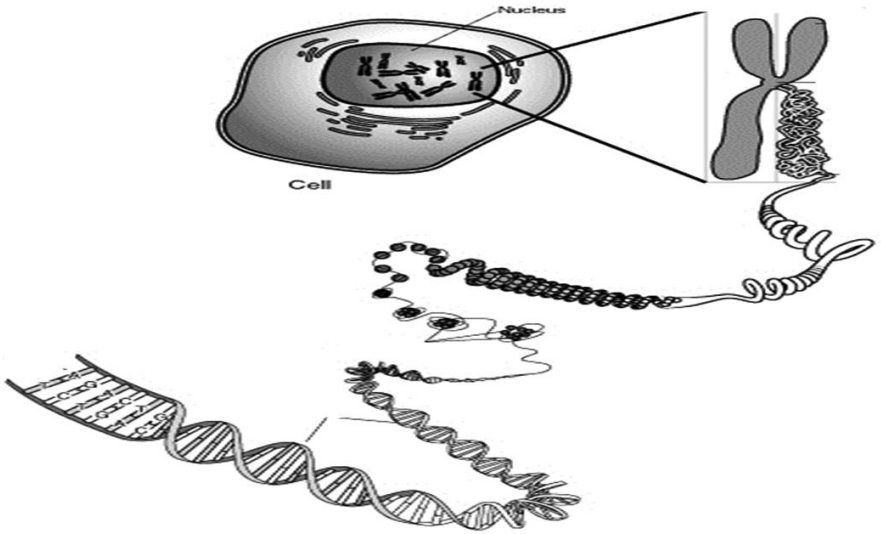


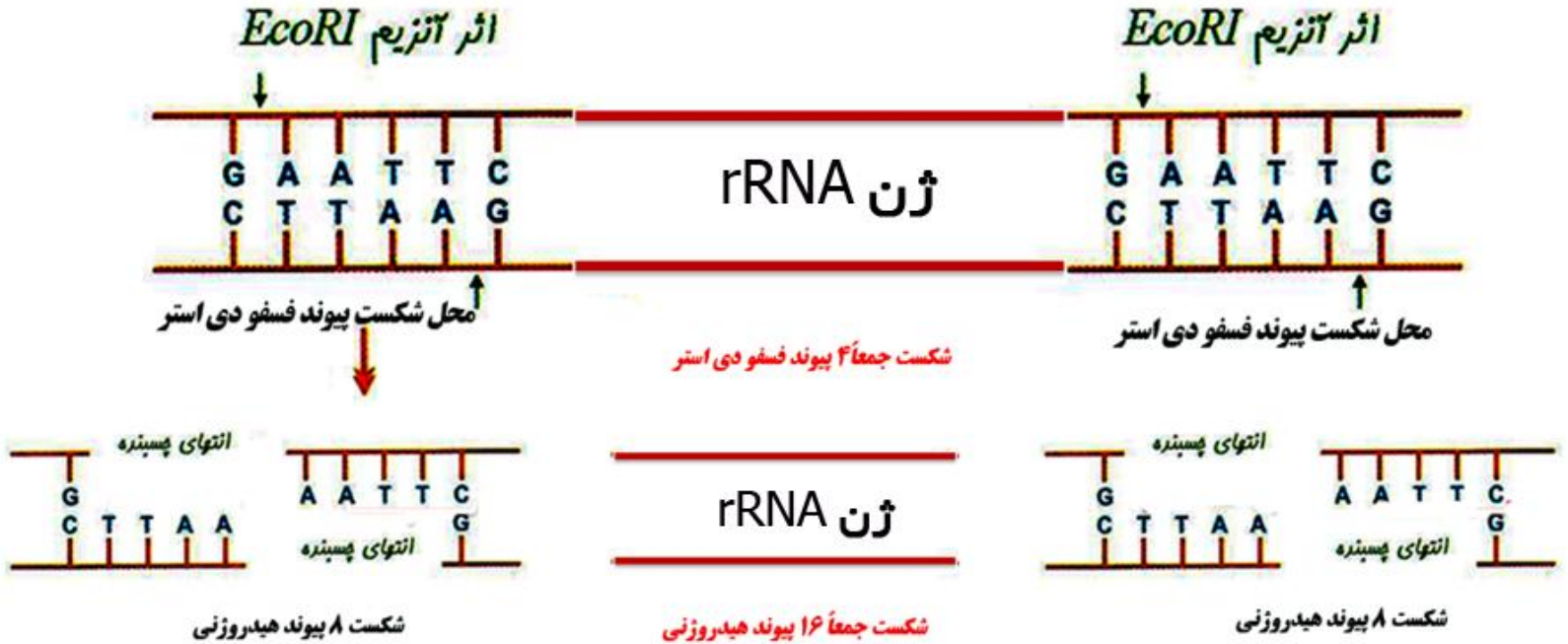
.

پلازمید plasmid

- در صورت انتقال قطعه DNAی مورد نظر به پلازمید و ورود آن به یاخته میزبان، با هر بار همانندسازی پلازمید، DNAی مورد نظر نیز همانندسازی می شود



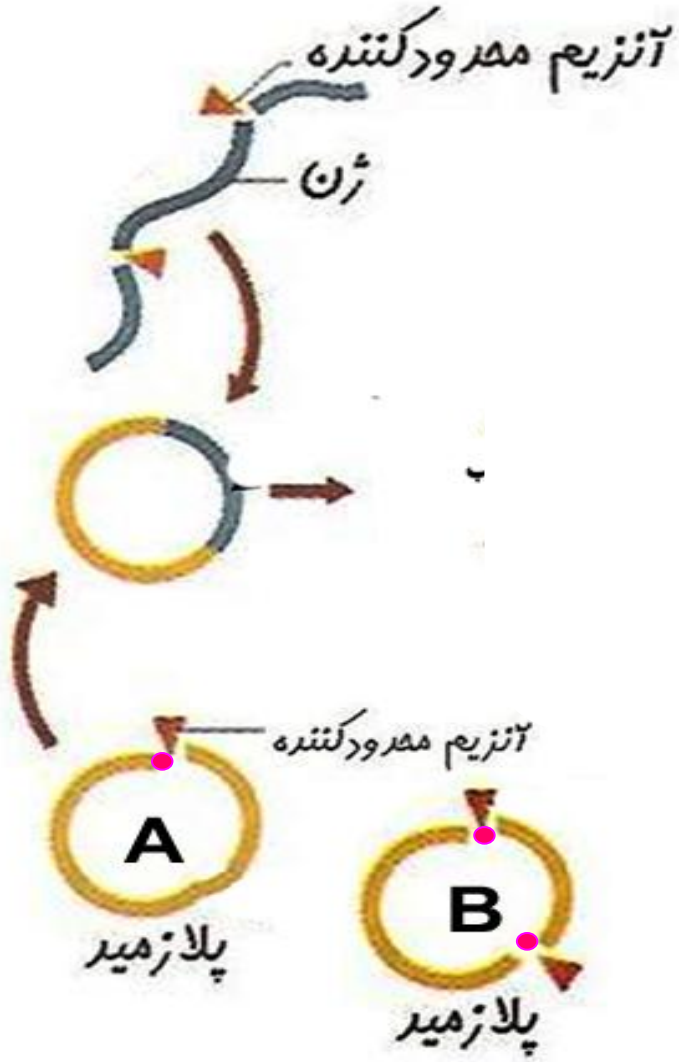


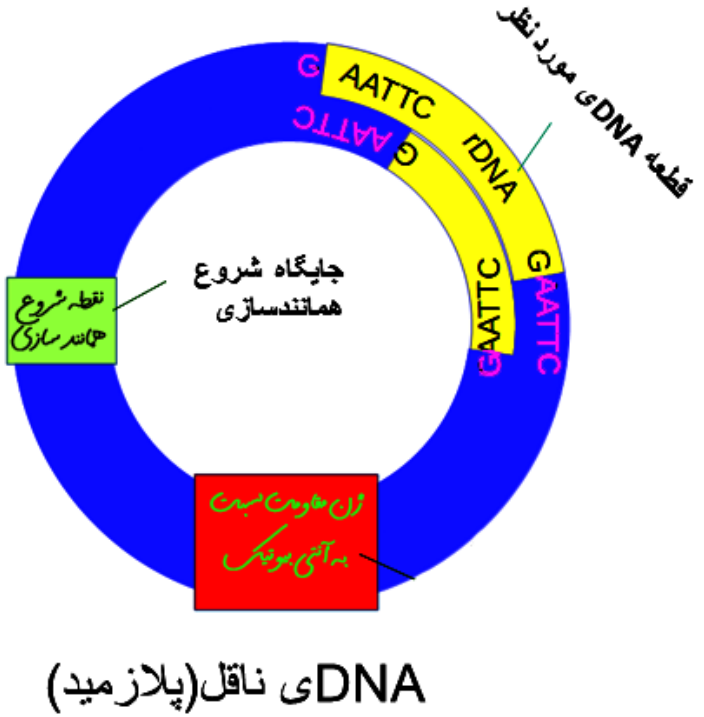


پلازمید

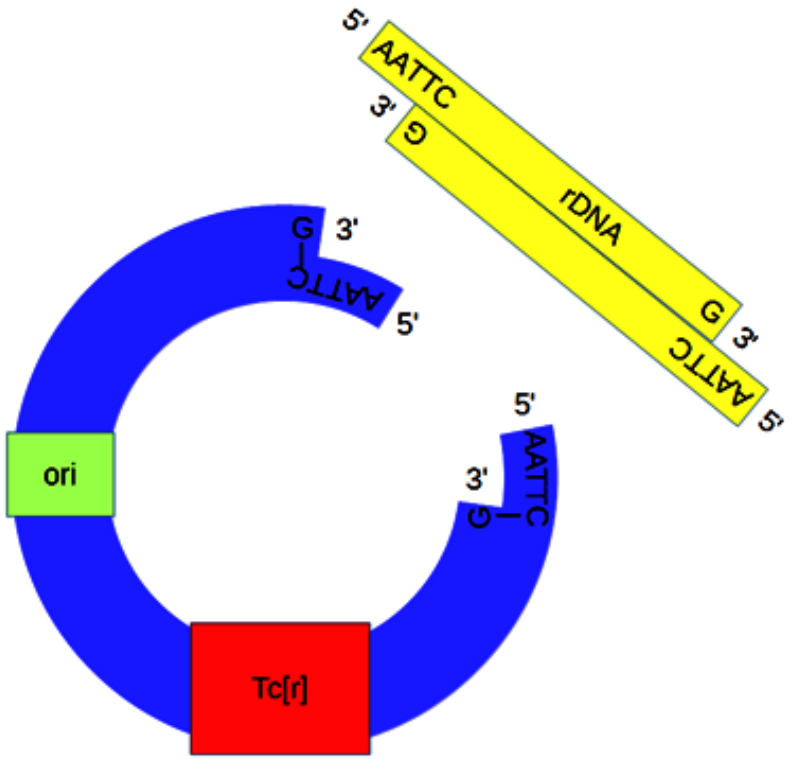
- بهتر است از پلازمیدی استفاده شود که فقط یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش دهنده داشته باشد. به نظر شما چرا؟ ص ۹۴ خط ۵ از آخر

چون برای قرار گیری ژن مورد نظر در پلاسمید وجود یک برش در ان کافی است .





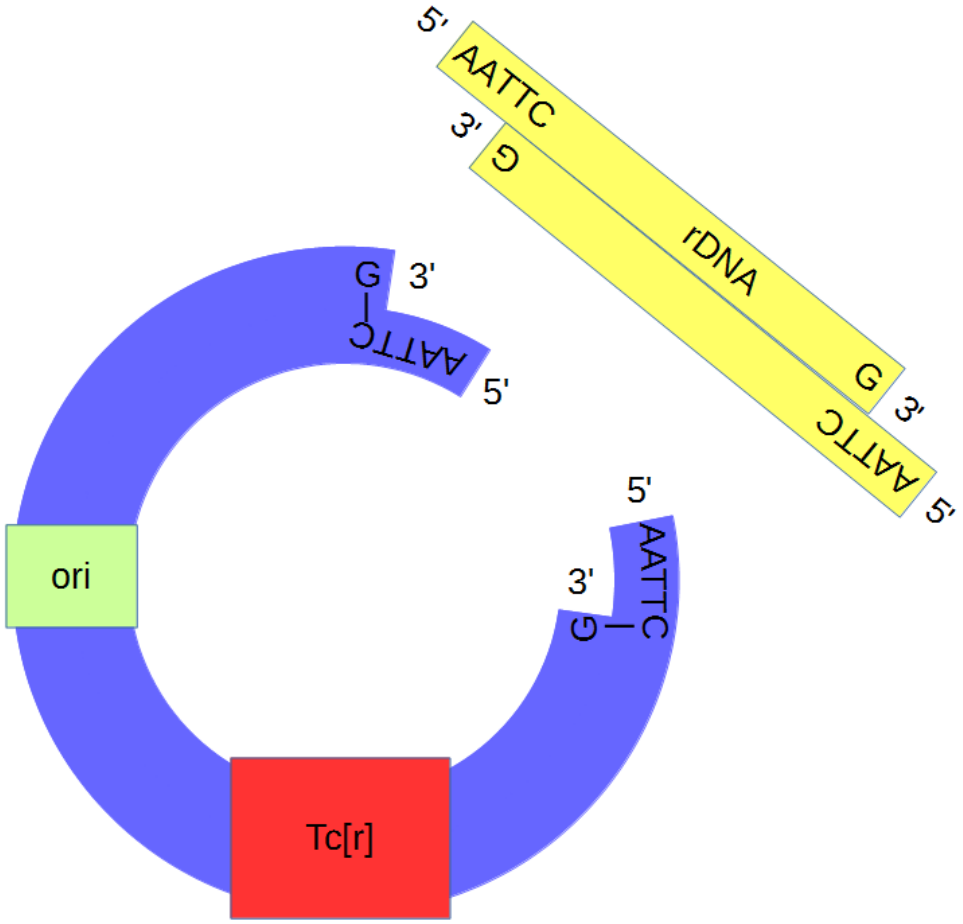
DNAی ناقل(پلازمید)



- بسیاری(نه قطعاً نه همه) از پلازمید ها دارای ژن های مقاومت به آنتی بیوتیک ها هستند. چنین ژن هایی به باکتری این توانایی را می دهند که آنتی بیوتیک ها را به موادی غیرکشنده و قابل استفاده برای خود تبدیل کنندخط آخر ۹۴

ساخت DNAی نوترکیب

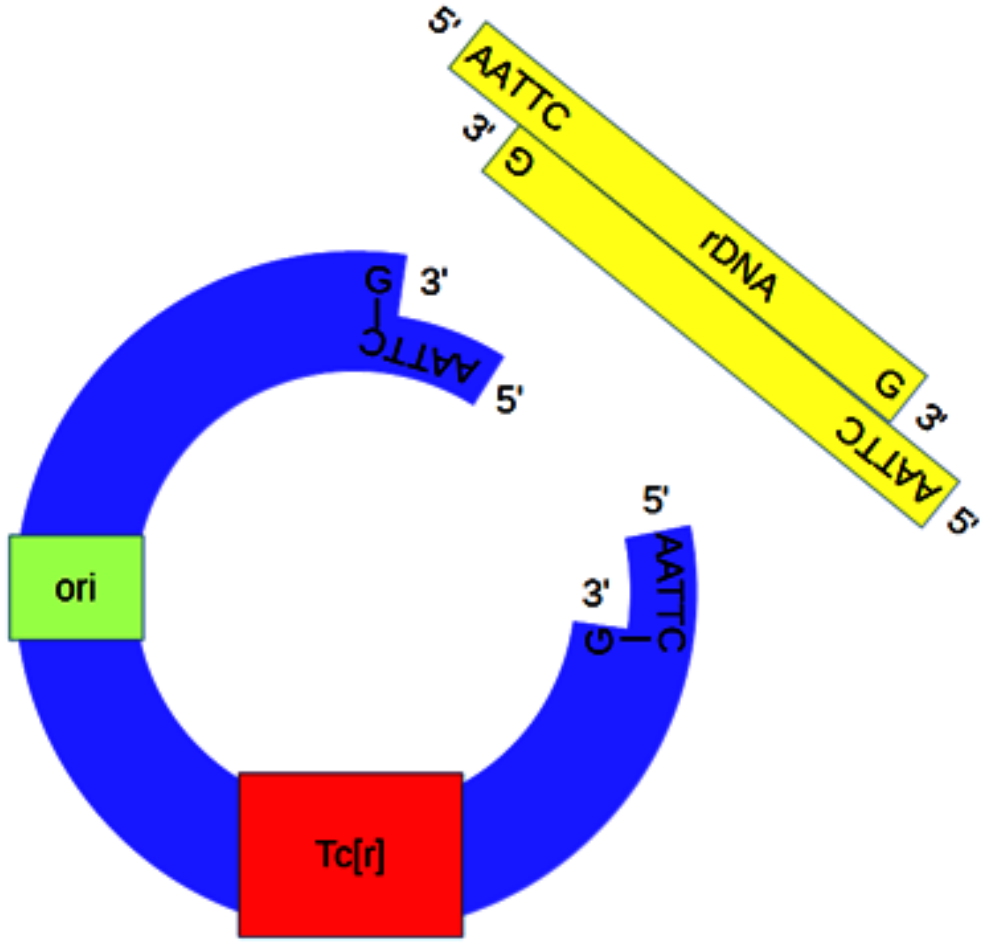
برش پلازمید با آنزیم، آن را به یک قطعه DNAی خطی تبدیل می کند که دارای دو انتهای چسبنده است. همچنین قطعه DNAی خارجی نیز دو انتهای چسبنده دارد.



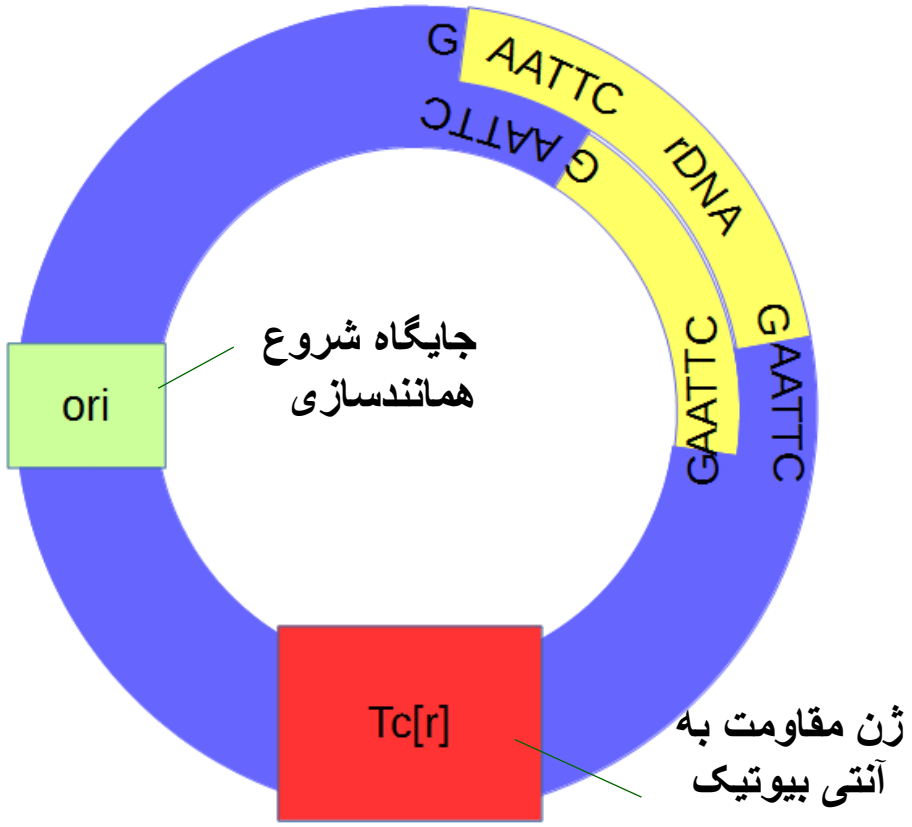
plasmid

ساخت DNAی نوترکیب

در ساخت یک DNAی نوترکیب، قطعه DNAی حاوی توالی موردنظر در DNAی ناقل جاسازی می شود.



ساخت DNAی نوترکیب



DNAی نوترکیب

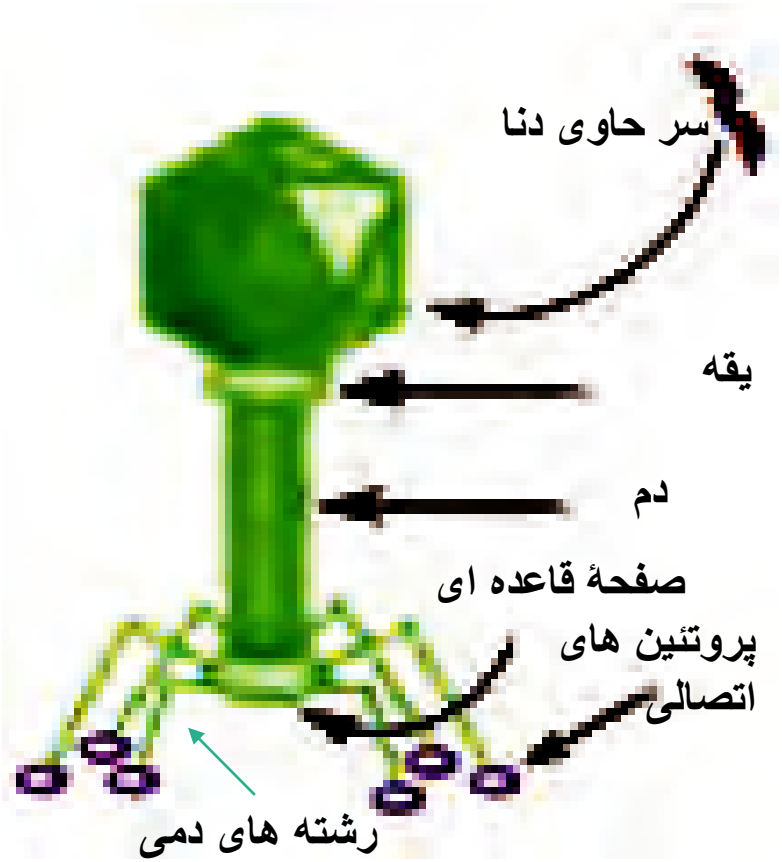
- برای اتصال DNAی مورد نظر به پلازمید از آنزیم لیگاز (اتصال دهنده) استفاده می شود. این آنزیم پیوند فسفودی استر بین دو انتهای مکمل را ایجاد می کند.

- به مجموعه DNAی ناقل و ژن جاگذاری شده در آن، DNAی نوترکیب گفته می شود

plasmid

ساخت DNAی نوترکیب

- بیشتر بدانید
- باکتری خوارها(باکتریوفاژها)
- ویروس های معمولاً دنادار هستند
- که به باکتری ها حمله می کنند و
- آنها را از بین می برند. نوکلئیک
- اسید این فاژها از دیسَک بزرگ تر
- است. مزیت دنای فاژها به عنوان
- ناقل همسانه سازی در این
- است که می توان قطعات دنای
- بزرگ تری را در آنها جاسازی کرد.



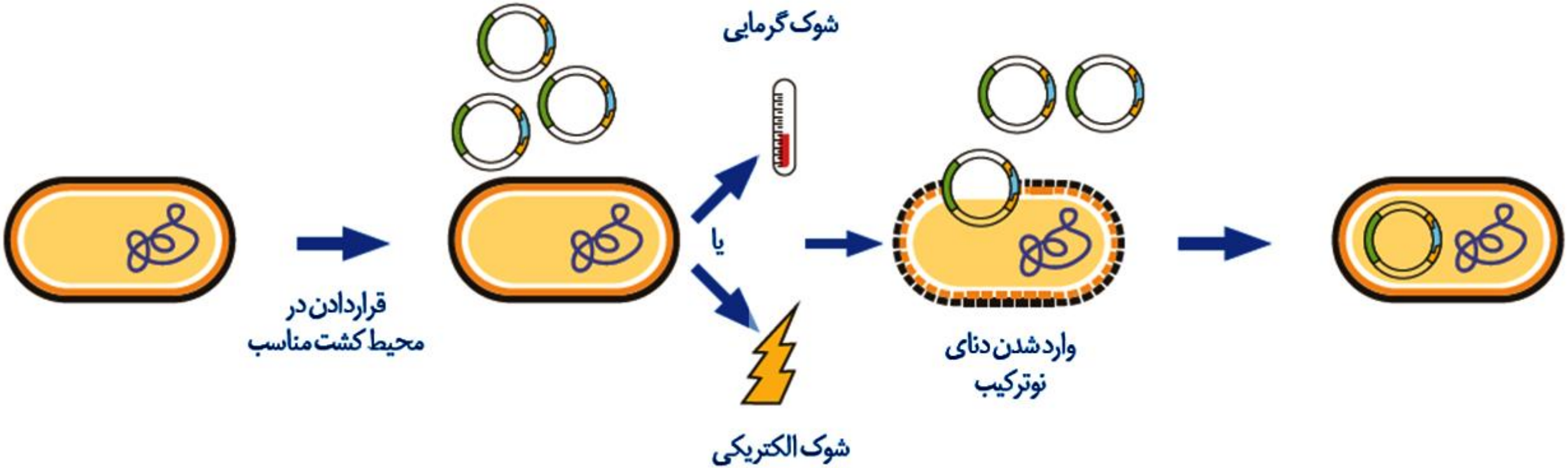
plasmid

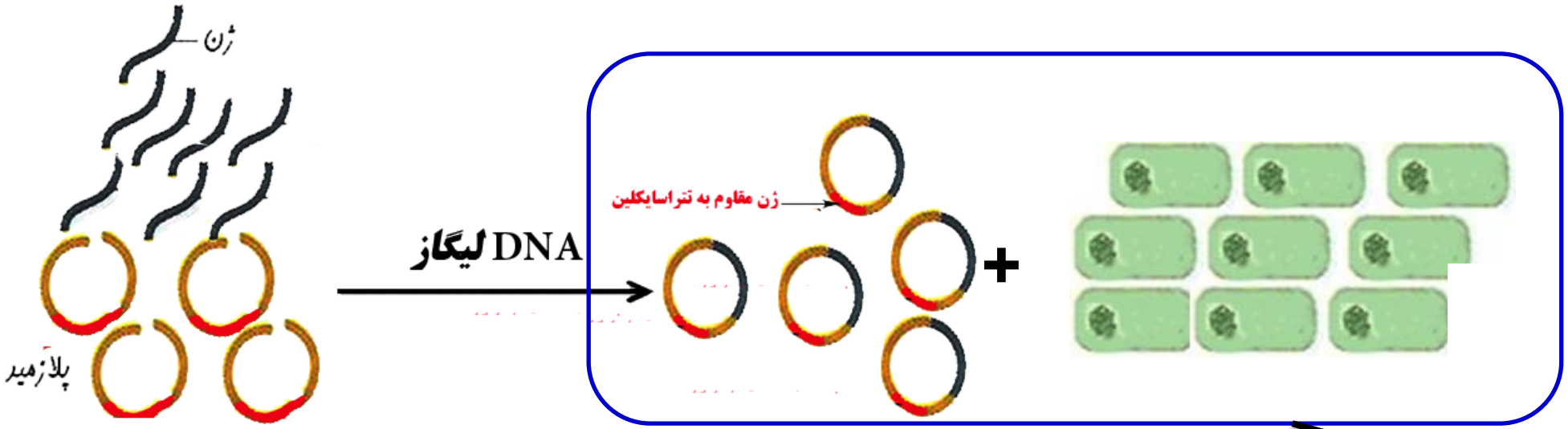
@abbasATM

وارد کردن دِنای نوترکیب به یاخته میزبان:

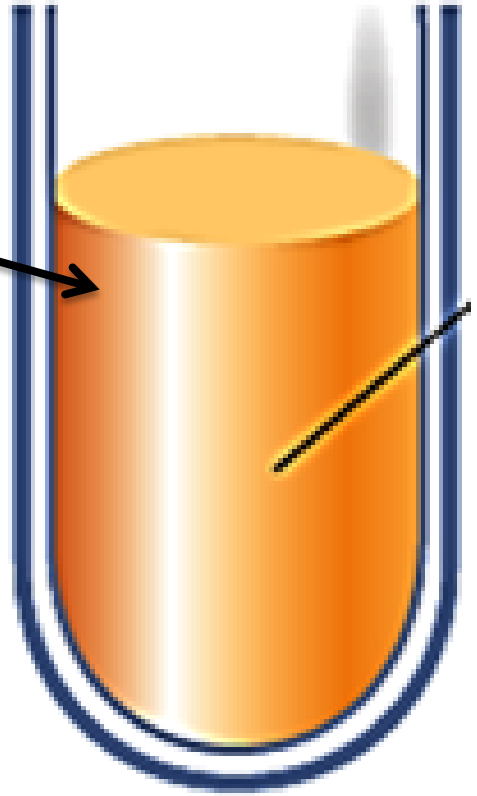
در این مرحله، دنای نوترکیب را به درون یاخته میزبان مثلاً باکتری منتقل می کنند به این منظور باید در دیواره باکتری منافذی ایجاد شود. ص ۹۵ بالای شکل نهایی دی ۹۶

این منافذ را می توان با کمک۱- شوک الکتریکی و یا۲- شوک حرارتی همراه با مواد شیمیایی ایجاد کرد.





پلازمید های نوترکیب همراه با باکتری در لوله ازمایش ریخته می شود

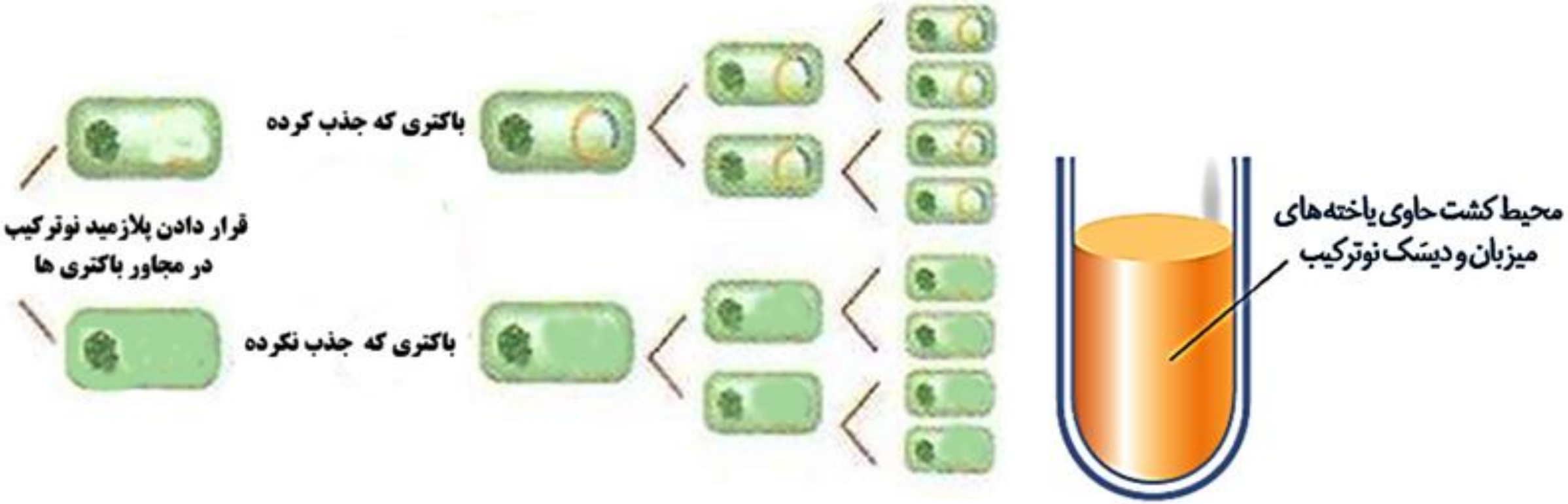


@jokar313

وارد کردن دِنای نوترکیب به یاخته میزبان:

مشخص شده **همه** باکتری ها دنای نوترکیب را دریافت **نمی** کنند.

بنابراین لازم است باکتری دریافت کنندهٔ پلازمید از باکتری فاقد آن تفکیک شود.

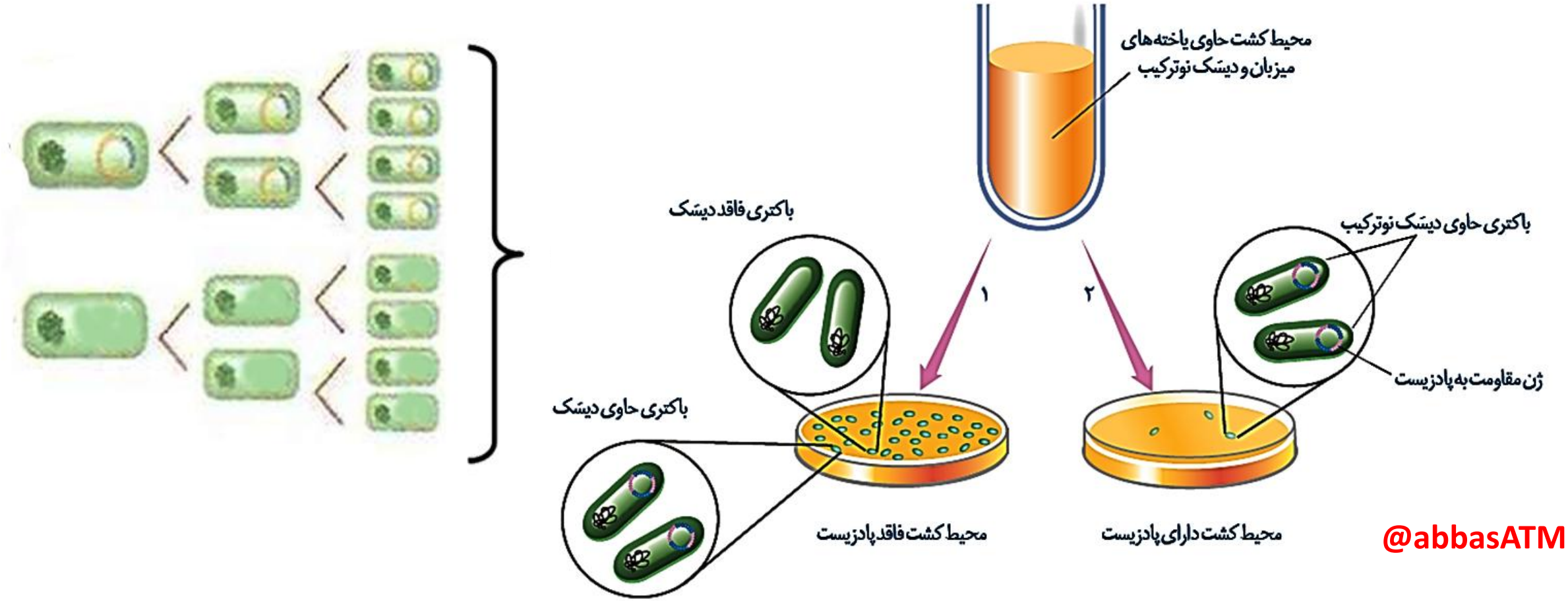


جداسازی یاخته های تراژنی:

برای جداسازی یاخته های تراژنی، از روش های متفاوتی می توان استفاده کرد.

یکی از این روش ها استفاده از پلازمید است که دارای ژن مقاومت به آنتی بیوتیکی مثل آمپی سیلین است.

اگر باکتری، DNAی نوترکیب را دریافت کرده باشد، در محیط حاوی آنتی بیوتیک رشد می کند. باکتری های فاقد دنای نوترکیب به دلیل حساسیت به آنتی بیوتیک در چنین محیطی از بین می روند



@abbasATM

کلون DNA ی نوترکیب

در شرایط مناسب، باکتری های تراژنی با سرعت بالایی تکثیر می شوند. همچنین از DNAهای نوترکیب نیز به صورت مستقل از کروموزوم اصلی یاخته، نسخه های متعددی ساخته می شود که درنتیجهٔ آن DNAی خارجی به سرعت تکثیر می شود. بنابراین، تعداد زیادی باکتری دارای DNAی خارجی آماده خواهد شد که می توان از آنها برای ۱-تولید فراورده یا ۲-استخراج ژن استفاده کرد.

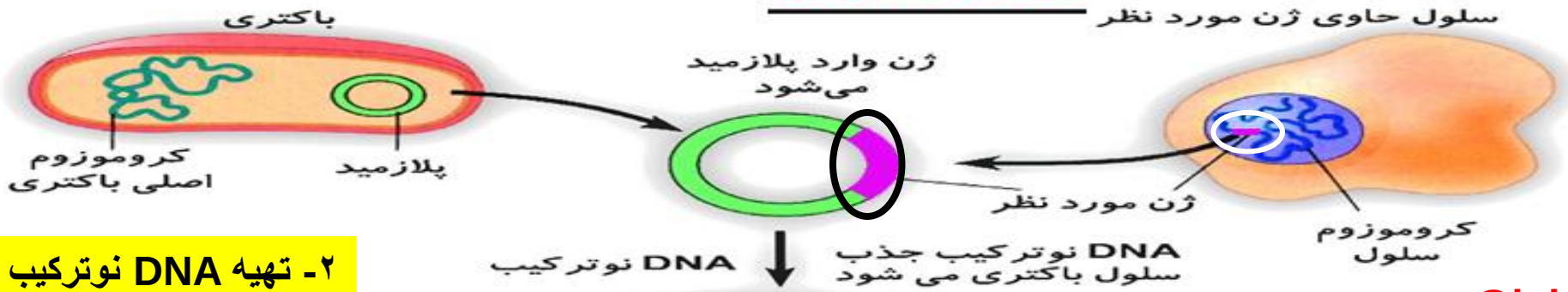
- امروزه با پیشرفت روش های مهندسی ژنتیک می توان یاخته های دیگری مثل ۱-مخمرها(نوعی قارچ تک سلولی)، ۲-یاخته های گیاهی و حتی ۲-جانوری را با این فرایند تغییر داد.

@abbasATM

دومورد

مراحل مهندسی ژنتیک و کاربرد آن: (تکثیر قطعه‌ی ژن مورد نظر و تولید فرآورده‌ی ژن)

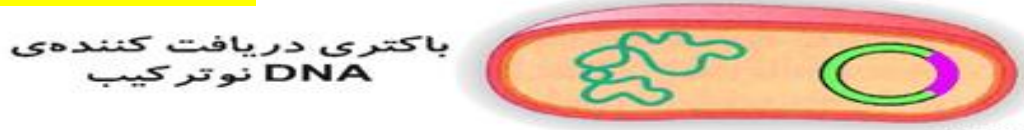
۱-برش ژن و پلازمید مورد نظر با یک نوع آنزیم محدود کننده



۲- تهیه DNA نوترکیب

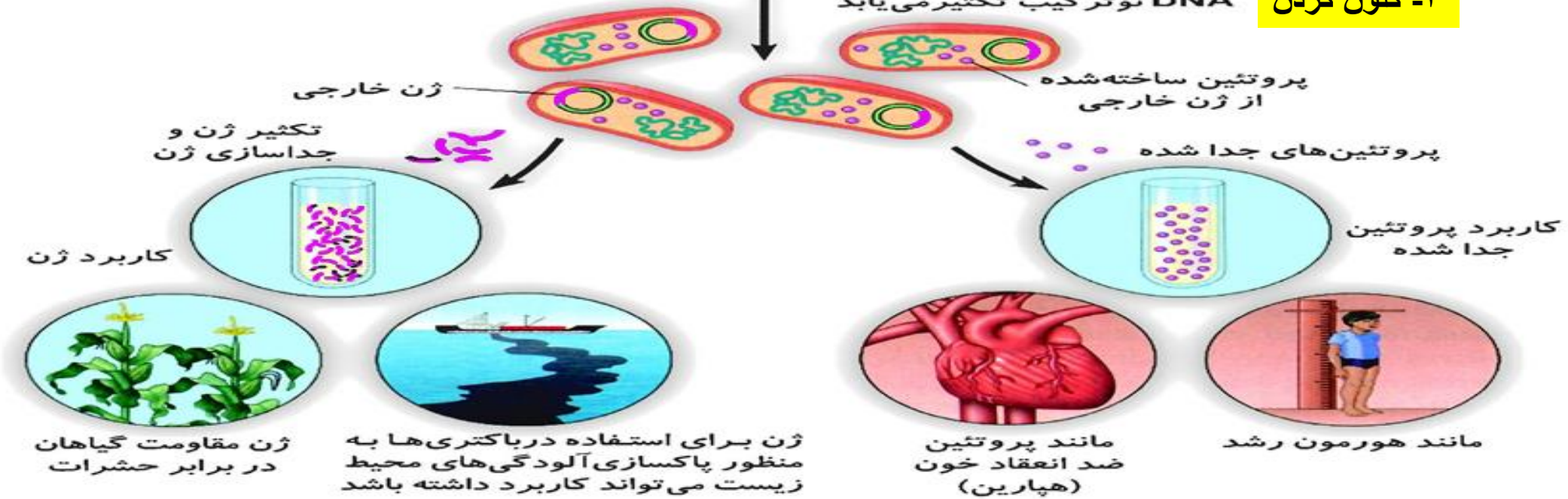
DNA نوترکیب

DNA نوترکیب جذب سلول باکتری می شود



@jokar313

۳- کلون کردن



نکته :در مرحله اول مهندسی ژنتیک کدام آنزیم نقش دارد؟ آنزیم محدود کننده

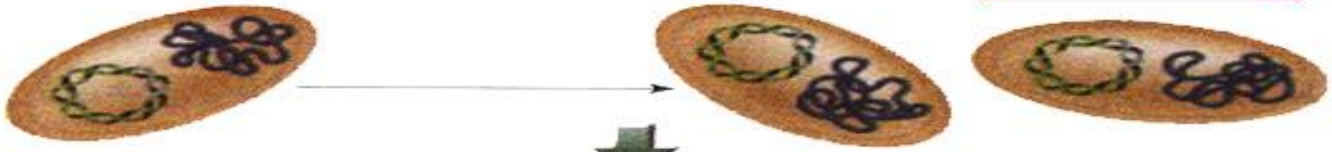
۱ــ DNA برش داده می‌شود.

۲ــ تولید DNA نوترکیب

نکته :در مرحله دوم مهندسی ژنتیک کدام آنزیم نقش دارد؟ DNA لیگاز

۳ــ کلون ژن

نکته :در مرحله سوم مهندسی ژنتیک کدام آنزیم نقش دارد؟ DNA پلی مراز و هلیکاز



۴ــ غربال‌کردن سلول‌ها

نکته :در مرحله جدا کردن باکتری دریافت کنندهٔ پلاسمیددر مهندسی ژنتیک کدام آنزیم نقش دارد؟ RNA پلی مراز

@jokar313

در بسیاری از آزمایش‌های مهندسی ژنتیک یکی یا همه‌ی این مراحل اساسی انجام می‌شود.

آنزیم ها ی مؤثر درمهندسی ژنتیک			
آنزیم	مرحلهٔ فعالیت	اثر بر پیوند فسفو دی است	محصول فعالیت
برش دهندهٔ دنا	جدا کردن قطعه دنا	بریدن	قطعات دنا با انتهای چسبنده
لیگاز(متصل کننده)	تشکیل دنای نوترکیب	تشکیل	دنای نوترکیب
دنا بسپاراز	همسانه سازی دنا	تشکیل	نسخه های متعدد از دنای نوترکیب

پروتئین های تولید شده به روش ژنتیک			
پروتئین	فعالیت	نوع تغییر در مهندسی پروتئین	کاربرد
آمیلاز	تبدیل نشاسته به قطعات کوچکتر	مقاوم کردن در برابرگرما	صنایع غذایی،نساجی،تولید شوینده ها
اینترفرون	ضد ویروس	تغییر یکی ازاسید آمینه افزایش پایداری	دارو
پلاسمین	تجزیهٔ لخته	تغییر یکی ازاسید آمینه افزایش مدت فعالیت و میزان اثر	دارو

نتیجه هریک از مراحل مهندسی ژنتیک را بنویسیدالف–جداسازی قطعه ای از دنا: ایجاد انتهای چسبنده
ب– اتصال قطعهٔ دنا به دنای ناقل : تشکیل دنای نوترکیب
پ– ورود دنای نوترکیب به یاختهٔ: تراژنی شدن یاختهٔ میزبان
ت–: جداسازی یاخته های تراژنی : مرگ باکتری های فاقد دنای نوترکیب

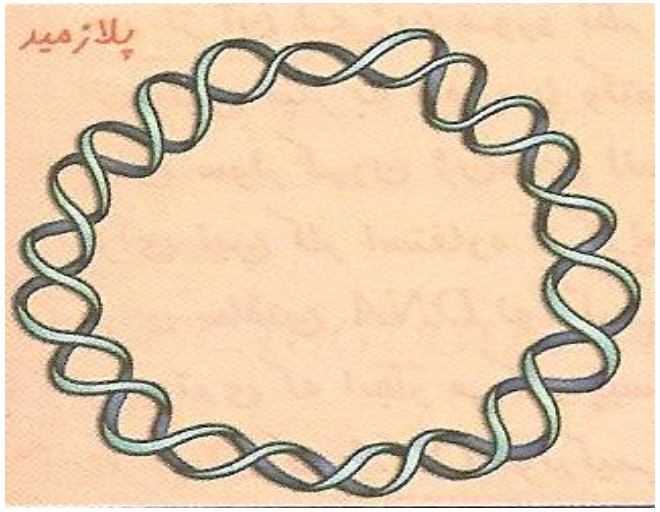
التماس دعا

@jokar313

پایان گفتار اول از فصل ۷
کتاب زیست شناسی دوازدهم

@abbasATM

تکمیلی و بیشتر بدانید



نکات پلازمید ها

۱-منشاء پروکاریوتی دارند

۲-DNA حلقوی دارند

۳-برخی ژن مقاومت به آنتی بیوتیک دارند.(دقت نماید همه قطعاً یک نوع مشابه ندارند!!!)

مثلاً همه ژن مقاوم به تتراسایکلین را ندارند

۴-بخش تنظیم کننده ،برروی ژن خوددارند.

۵-اپران دارند.

۶-چون جایگاه آغاز همانند سازی دارند،می توانند همانند سازی مستقل از میزبان داشته باشند.

۷-می توانند سرعت همانند سازی متفاوت از میزبان داشته باشند(بیشتر یا کمتر)چرا؟چون جایگاه آغاز همانند سازی مستقل دارندو می توانند مستقل از میزبان همانند سازی نمایند. به همین علت تعداد آنها در باکتری بیش از یکی است.

۸-در داخل باکتر ی و مستقل از کروموزوم میزبان همانند سازی می نمایند.(چون جایگاه همانند سازی مسقل دارند)

@jokar313

۹- چرا به پلازمید کروموزوم کمکی می گویند؟چون حامل(دارای)ژن های هستند که در کروموزوم اصلی باکتری وجود ندارند.مانند ژن مقاومت به آنتی بیوتیک

۱۰-می توانند یک یا چند جایگاه تشخیص برای آنزیم محدود کننده داشته باشند.

۱۱-یک جایگاه شروع همانند سازی و دو دوراهی همانند سازی در هر پلازمید دیده می شود.(چون DNA حلقوی دارند)

۱۲-قطعاًدر همه ی باکتری ها یافت نمی شوند.!!!

۱۳-می توانند چندین جایگاه آغاز رونویسی داشته باشند(چند ژن داشته باشد).ولی تنها یک جایگاه شروع همانند سازی دارند.(نکته مهم)

۱۴-می توانند به علت داشتن جایگاه شروع همانند سازی حتی زمانی که باکتری در حال تقسیم نیست همانند سازی کرده و تقسیم شوند.!!!

۱۵-منشاء پروکاریوتی دارند

همانند سازی در پروکاریوت

نکات آنزیم های محدود کننده:

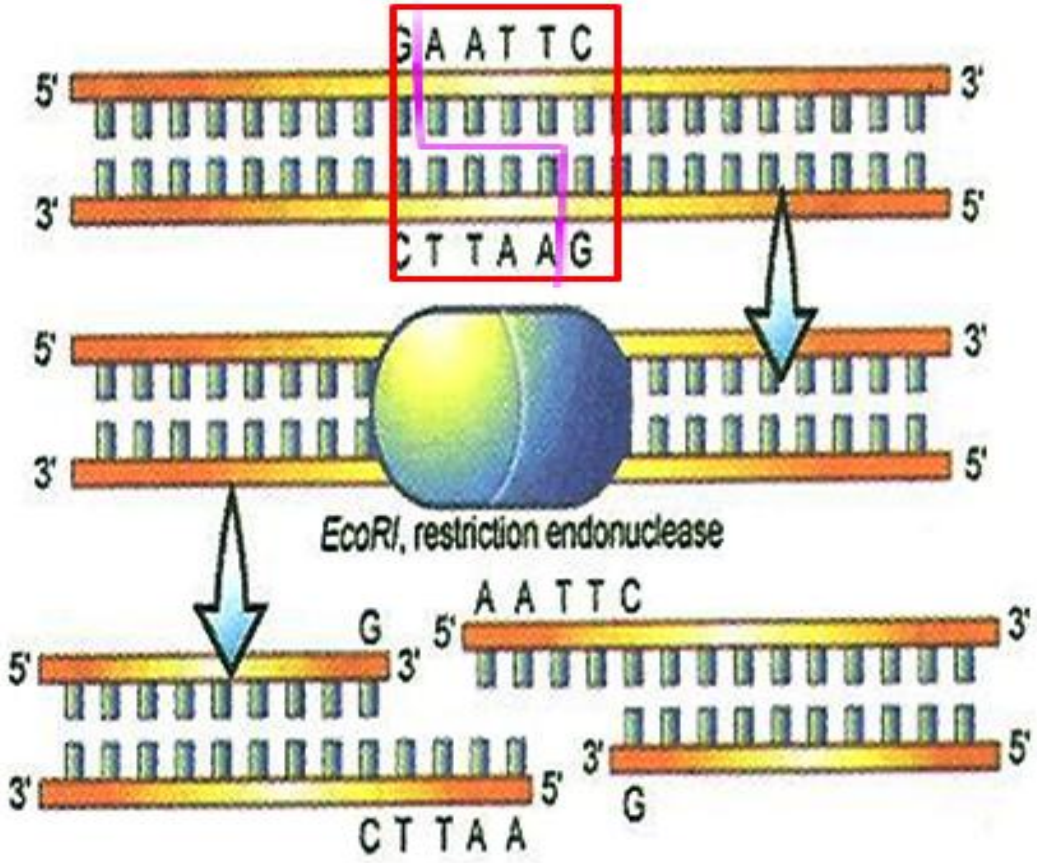
۱-منشاءباکتری یایی دارند.ودر یوکاریوت ها دیده نمی شوند.

۲-وسیله دفاعی باکتری محسوب می شوند وبعداز ورود DNA ویروس به باکتری بوسیله این آنزیم آن را تکه تکه می کنند.

۳-بیشتر آنزیم های محدود کننده انتهای چسبنده ایجاد می کنند.پس قطعاً همه ی آنها خیر!!

۴-آنزیم های محدود کننده تنها پلازمید ها،و DNA های را برش می دهند که برروی آنها جایگاه تشخیص داشته باشند.(نه همه را!!)

۵-توالی جایگاه تشخیص آنها عکس یکدیگر است



@jokar313

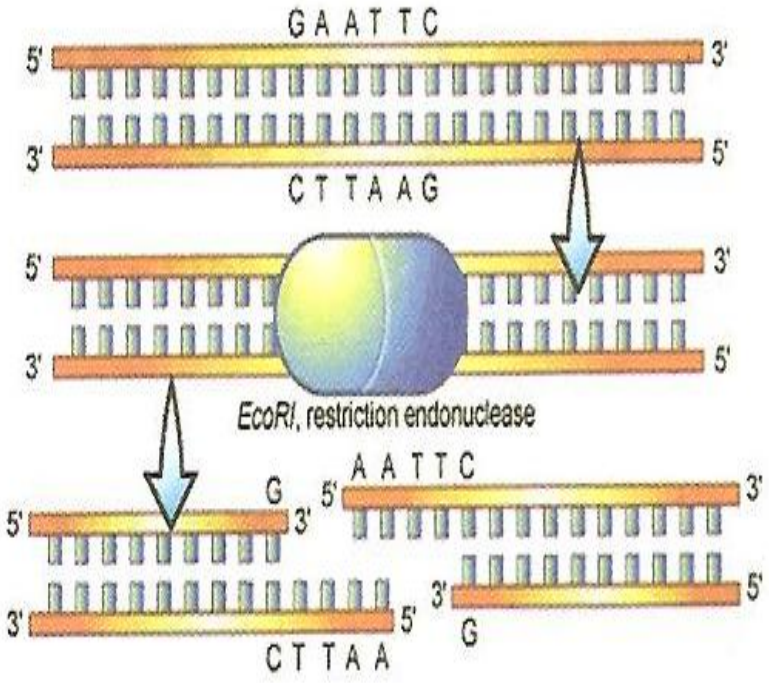
نکات آنزیم های محدود کننده:

۶-آنزیم محدود کننده نوعی نوکلئاز است(مانند DNA پلی مراز هنگام ویرایش و پیوند فسفو دی استر را می شکند)

۷۶-هر آنزیم محدود کننده به شرطی که توالی کوتاه تک رشته ای از DNAتولید کند.به ازای هر عمل برش ،اغلب دو انتهای چسبنده ایجاد می نماید.

۸-در اثر فعالیت آنزیم محدود کننده پیوند فسفو دی استربین نوکلئوتید های مجاور در هریک از رشته های DNA قطع می شوند.

۹-توالی های کوتاه و دورشته ای و خاصی از DNAرا شناسایی می کنند. و آن را را برش می دهند.این آنزیم روی DNAتک رشته تأثیری ندارد.



@jokar313

أدرکنا
یا مهدی