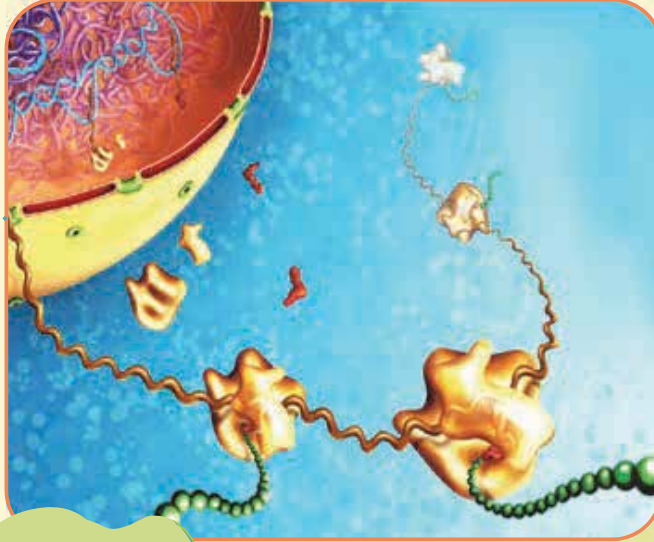


فهرست

- فصل اول: پروتئین سازی ۹
- فصل دوم: تکنولوژی زیستی ۱۴۳
- فصل سوم: پیدایش و گسترش زندگی ۲۱۹
- فصل چهارم: تغییر و تحول گونه‌ها ۲۶۳
- فصل ششم: پویایی جمعیت و اجتماعات زیستی ۲۹۹
- فصل هفتم: رفتارشناسی ۳۵۱
- فصل هشتم: شارش انرژی در جانداران ۳۸۷
- فصل نهم: ویروس‌ها و باکتری‌ها ۴۹۳
- فصل دهم: آغازیان ۵۴۱
- فصل یازدهم: قارچ‌ها ۵۸۹



فصل اول: پروتئین سازی

فهرست:

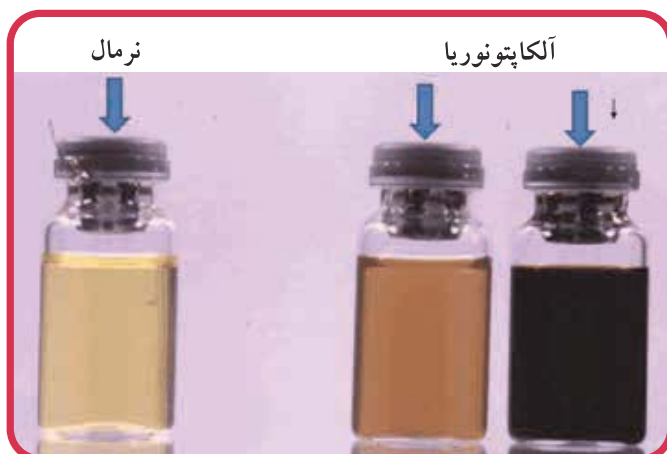
- بیماری آلکاپتونوریا ۱۰
- آزمایش بیدل و تیتوم ۱۲
- رمزهای وراثتی ۱۶
- انواع RNA ۱۸
- رونویسی ۲۱
- نقش RNA پلی مرز در رونویسی: ۲۱
- آزمایش نیرنبرگ: ۲۷
- تست‌های مربوط به رونویسی ۲۹
- ترجمه ۳۱
- تست‌های محاسباتی مربوط به ترجمه ۳۵
- ژن‌های یوکاریوتی گسسته‌اند ۴۱
- تنظیم بیان ژن ۴۳
- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها ۵۱
- نقش تنظیم بیان ژن در تمایز ۵۳
- مقایسه ژن پروکاریوت و یوکاریوت: ۵۳
- جهش ۵۴
- قیده‌های فصل اول ۵۸
- سؤالات چهارگزینه‌ای فصل اول ۶۰
- پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای فصل اول ۹۷
- طراحان این گونه می‌اندیشند ۱۳۹



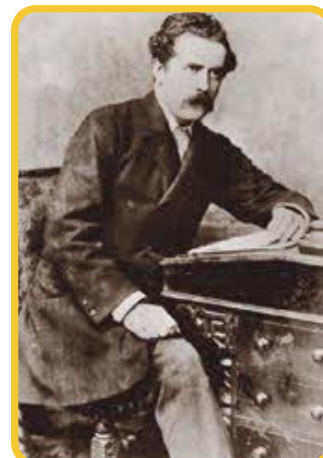
پروتئین‌سازی

بیماری آلکاپتونوریا

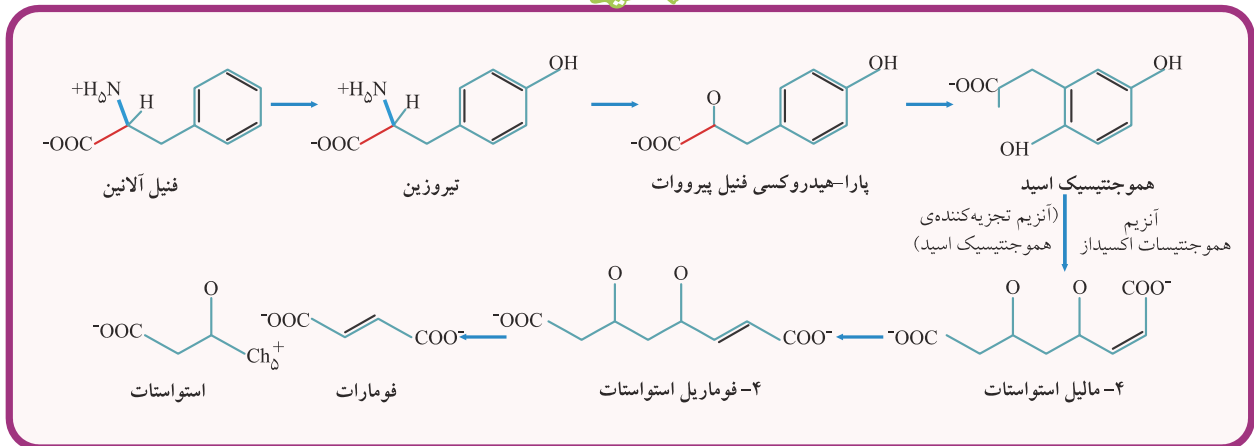
- آلکاپتونوریا یک نوع بیماری ارثی است. (مربوط به ژن و DNA)
- نشانه بیماری این است که ادرار افراد مبتلا به آلکاپتونوریا در مجاورت هوا سیاه رنگ می‌شود. (واکنش هموجنتیسیک اسید با هوا)
- در افراد مبتلا به آلکاپتونوریا آنزیم تجزیه‌کننده هموجنتیسیک اسید وجود ندارد. (نظر آرچیلد گرو)
- چون این بیماری ارثی است در نتیجه رابطه بین ژن و یک نقص آنزیمی را نشان می‌دهد.
- آلکاپتونوریا بیماری اتوزوم مغلوب، ارثی و علت آن مربوط به جهش ژنی می‌باشد.
- ادرار فرد بیمار در مجاورت هوا سیاه می‌شود زیرا دارای هموجنتیسیک اسید است که در ادرار افراد سالم وجود ندارد.
- بیماری آلکاپتونوریا در اثر اختلال در کاتابولیسم آمینواسید تیروزین به وجود می‌آید.
- کاتابولیسم اسید آمینه تیروزین منجر به تولید ماده هموجنتیسیک اسید می‌شود.
- در بدن افراد سالم و بیمار ماده هموجنتیسیک اسید ساخته می‌شود.
- آرچیلد گرو، بین یک نقص ژنی و یک نقص آنزیمی رابطه برقرار کرد که بیان می‌کند: «هر ژن مسئول ساختن یک آنزیم است.»
- در افراد بیمار با ورود هموجنتیسیک اسید به ادرار، PH ادرار اسیدی‌تر می‌شود.



ادرار افراد مبتلا به بیماری آلکاپتونوریا، به علت وجود هموجنتیسیک اسید، در مجاورت هوا سیاه می‌شود.



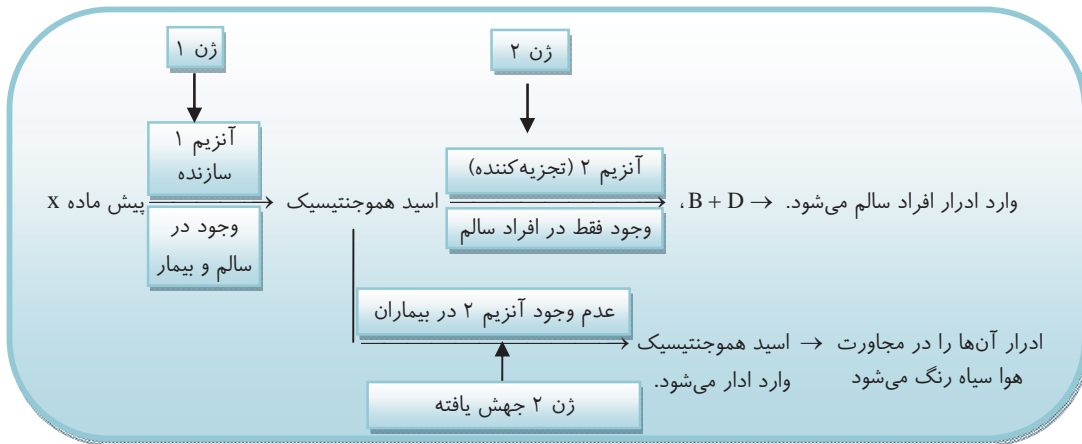
آرچیلد گرو



در افراد مبتلا به آکاپتونوریا در مسیر تجزیه آمینواسید فنیل آلانین و تیروزین، به دلیل نقص عملکرد آنزیم هموجنتیسات اکسیداز، (آلکاپتون) اسید هموجنتیسیک تجزیه نمی شود و در نهایت غلظت این ماده در ادرار بالا می رود.



در فرد مبتلا به آکاپتونوریا ژن ۱ سالم است و آنزیم ۱ ساخته می شود ولی ژن ۲ جهش یافته است و آنزیم ۲ تولید نمی شود.

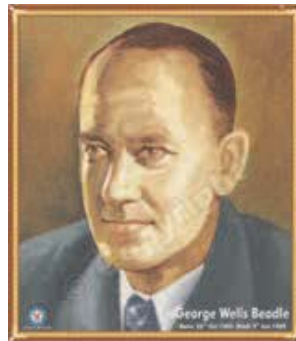


ویژگی	افراد سالم	افراد مبتلا
ژن رمزگردان آنزیم تجزیه کننده هموجنتیسیک اسید	سالم	ناقص
آنزیم تجزیه کننده اسید در بدن	دارند	ندارند
تولید هموجنتیسیک در بدن	تولید می شود	تولید می شود
هموجنتیسیک اسید در سلول های بدن	وجود دارد	وجود دارد
هموجنتیسیک اسید در ادرار	وجود ندارد	وجود دارد
رنگ ادرار در کلیه و مثانه	طبیعی	طبیعی
رنگ ادرار در بیرون از بدن	طبیعی	سیاه
pH ادرار	طبیعی	اسیدی تر از حالت طبیعی

آزمایش بیدل و تیتوم:



ادوارد تیتوم



جرج بیدل

- ⊗ محیط کشت کامل محیطی است که همه ترکیبات لازم برای رشد یک قارچ را داشته باشد.
- ⊗ محیط کشت غنی شده زیر مجموعه‌ای از محیط کشت کامل است.
- ⊗ محیط کشت حداقل دارای حداقل مواد برای رشد قارچ است. (نمک، شکر و ویتامین بیوتین)
- ⊗ محیط کشت شاهد همان محیط کشت حداقل است و از این جهت شاهد نامیده می‌شود که نشان می‌دهد که هاگ ما جهش یافته است یا خیر.

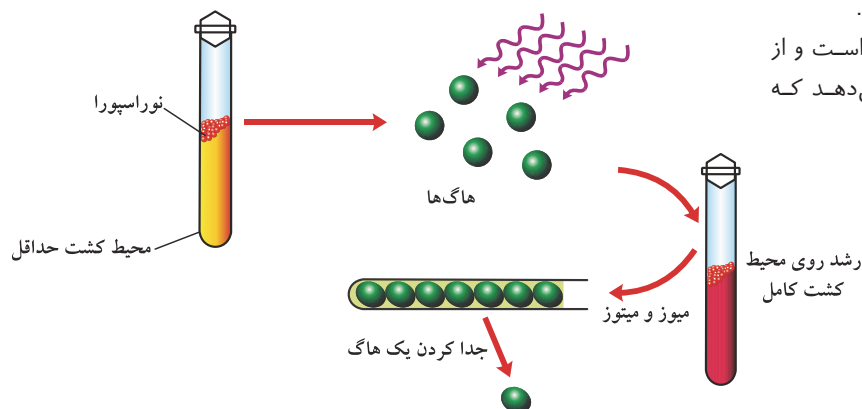
محیط کشت کامل، محیط کشت غنی شده، محیط کشت حداقل و محیط کشت شاهد

کپک نوروسپورا در لوله آزمایش حاوی مخلوط رقیقی از انواع نمک‌ها، کمی شکر و یک نوع ویتامین به نام بیوتین، رشد می‌کند. مجموع این مواد را **محیط کشت حداقل** می‌نامند.

بعضی از این هاگ‌های پرتو دیده نمی‌توانستند در محیط کشت حداقل رشد کنند و فقط در صورتی رشد می‌کردند که به محیط کشت آن‌ها بعضی مواد آلی اضافه می‌شد (**محیط کشت غنی شده**).

محیط کشت شاهد همان محیط کشت حداقل است و از این جهت شاهد نامیده می‌شود که نشان می‌دهد که هاگ‌ها جهش یافته‌اند یا خیر.

محیط کشت کامل: محیط کشت حداقل + تمام اسیدهای آمینه + تمام ویتامین‌ها + ...



محیط کشت حداقل:

دارای حداقل مواد برای رشد قارچ می‌باشد.

محیط کشت غنی شده:

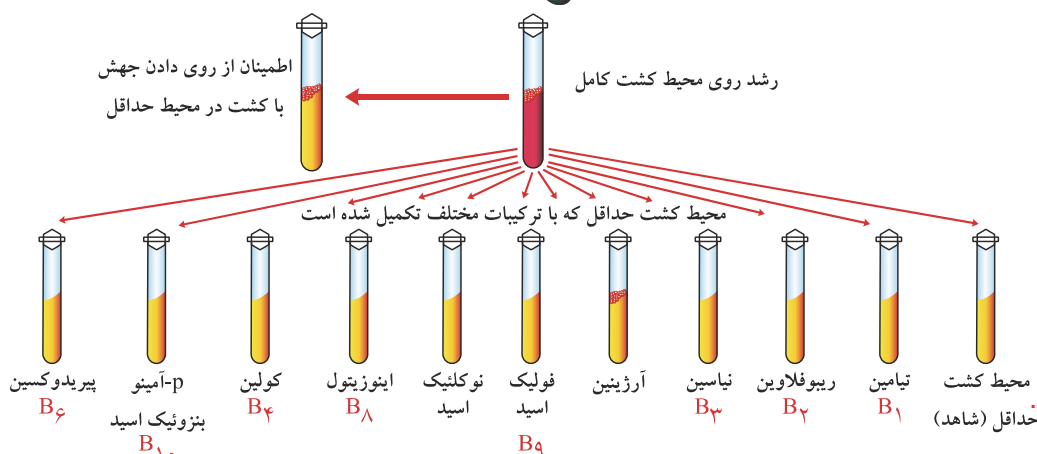
زیر مجموعه‌ای از محیط کشت کامل است.

محیط کشت شاهد:

محیط کشت حداقل:

محیط کشت کامل:

محیطی است که همه ترکیبات لازم برای رشد قارچ را داشته باشد.

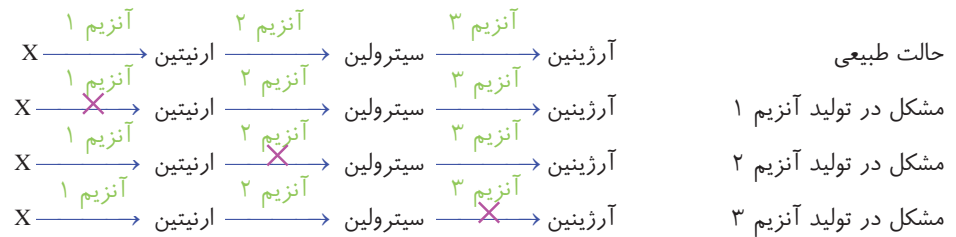
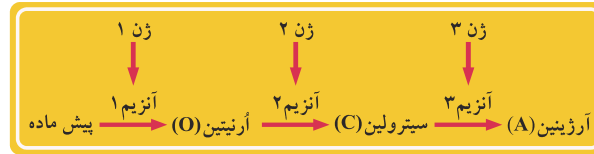


خلاصه آزمایش‌های بیدل و تیتوم روی کپک نوروسپورا کراسا، هنگامی که هاگ‌های هاپلوئید در معرض پرتو X قرار می‌گیرند. بعضی از آن‌ها قادر به رویش در محیط حداقل نیستند، بلکه فقط در محیط‌های غنی شده می‌رویند.



مراحل آزمایش به صورت زیر است:

- (a) هاگ‌های قارچی که در محیط کشت حداقل رشد می‌کند (جهش نیافته است) بعد از ایجاد جهش توسط اشعه x در محیط کشت کامل کشت و تکثیر می‌شوند. (تولیدمثل جنسی و میوز و تنوع رخ داده است)
- (b) یکی از هاگ‌ها از این محیط کشت کامل قبلی جدا شده و در محیط کشت کامل جدید کشت می‌شود تا تکثیر شود. (تولیدمثل غیرجنسی و میتوز رخ داده است)
- (c) از محیط شاهد برای اطمینان از جهش یافتگی این هاگ جدا شده استفاده می‌شود.
- (d) از محیط کشت کامل دوم هاگ‌هایی را جدا و به انواع محیط کشت غنی شده منتقل می‌کنند تا ببینند که جهش مربوط به تولید کدام ماده بوده است. (هر محیط کشت غنی شده تشکیل می‌شود از محیط کشت حداقل + یک ترکیب مهم برای رشد قارچ)



محیط کشت	حداقل	حداقل + ارنیتین	حداقل + سیترولین	حداقل + آرژینین	
سالم	✓	✓	✓	✓	Gen 1 ↓ Enzym → ارنیتین → Gen 2 ↓ Enzym → سیترولین → Gen 3 ↓ Enzym → آرژینین
جهش یافته نوع ۱	✗	✓	✓	✓	X → Enzym → ارنیتین → Enzym → سیترولین → Enzym → آرژینین
جهش یافته نوع ۲	✗	✗	✓	✓	X → Enzym → ارنیتین → Enzym → سیترولین → Enzym → آرژینین
جهش یافته نوع ۳	✗	✗	✗	✓	X → Enzym → ارنیتین → Enzym → سیترولین → Enzym → آرژینین

	سالم	جهش یافته نوع اول	جهش یافته نوع دوم	جهش یافته نوع سوم
حداقل یا شاهد				
حداقل + ارنیتین				
حداقل + سیترولین				
حداقل + آرژینین				
نتیجه	رشد می‌کند	رشد در حضور ارنیتین، سیترولین یا آرژینین	رشد در حضور سیترولین یا آرژینین	رشد فقط در حضور آرژینین

- ⊗ گروه اول در تولید آنزیم ۱ مشکل دارند و جهش در ژن ۱ رخ داده است.
- ⊗ گروه دوم در تولید آنزیم ۲ مشکل دارند و جهش در ژن ۲ رخ داده است.
- ⊗ گروه سوم در تولید آنزیم ۳ مشکل دارند و جهش در ژن ۳ رخ داده است.
- ⊗ این آزمایش رابطه یک ژن یک آنزیم را نشان داد که بعدها به نظریه یک ژن یک رشته پلی‌پپتیدی تغییر کرد.

دلیل تغییر این است که:

۱ همه ژن‌ها، آنزیم و پروتئین نمی‌سازند.

۲ بعضی آنزیم‌ها و پروتئین‌ها خود از چند رشته پلی‌پپتیدی ساخته شده‌اند و در نتیجه چند ژن در تولید آن‌ها دخالت داشته است.

یک ژن - یک رشته پلی‌پپتیدی → یک ژن - یک پروتئین → یک ژن - یک آنزیم

مصدق

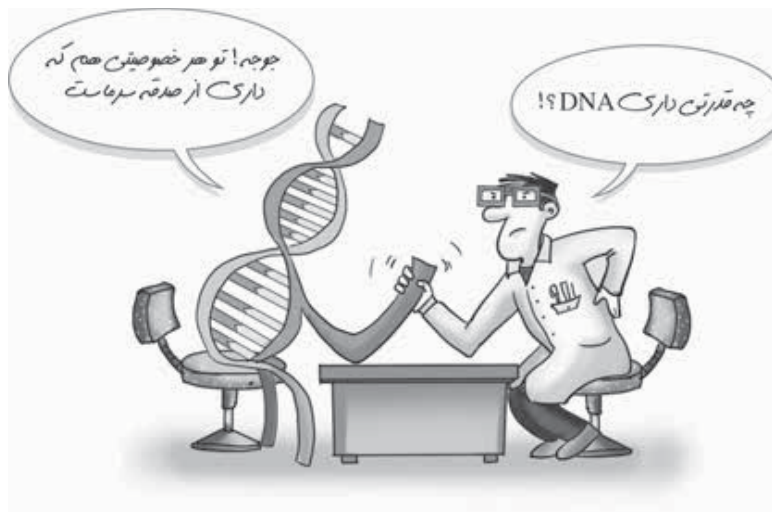
آنزیم‌های حاصل از اپران‌ک آنزیم‌های هستند که هر کدام از یک رشته تشکیل شده‌اند.

مصدق

کراتین و انسولین پروتئین‌های غیر آنزیمی هستند که از یک رشته پلی‌پپتیدی تشکیل شده‌اند.

مصدق

همه پروتئین‌های یک رشته‌ای و چند رشته‌ای آنزیمی و غیر آنزیمی.



تست

«هر ژن مسئول ساختن یک آنزیم است.»

یکی از مهم‌ترین نظریه‌های زیست‌شناسی است که اندیشه‌ای اولیه آن با مطالعه بر روی به دست آمد.

- ۱ یک بیماری ارثی از نوع نقص آنزیمی در انسان
- ۲ نوروسپورای جهش یافته در سنتز نوعی ویتامین
- ۳ نوروسپورای جهش یافته در سنتز نوعی آنزیمی در انسان
- ۴ یک بیماری اکتسابی از نوع نقص آنزیمی در انسان

گزینه «۱» بیماری آلکاپتونوریا نوعی بیماری ارثی است. گرو در واقع توانست بین یک نقص ژنی (بیماری آلکاپتونوریا) و یک نقص آنزیمی (آنزیم تجزیه‌کننده هموجنتیسیک اسید) رابطه برقرار کند. به این ترتیب اندیشه‌های اولیه یکی از مهم‌ترین نظریه‌های زیست‌شناسی شکل گرفت. اندیشه‌ای که بیان می‌دارد «هر ژن مسئول ساختن یک آنزیم است». در سال ۱۹۴۰ دو محقق به نام‌های جورج بیدل و ادوارد تیتوم آزمایشی انجام دادند که منجر به ارائه نظریه یک ژن - یک آنزیم شد.

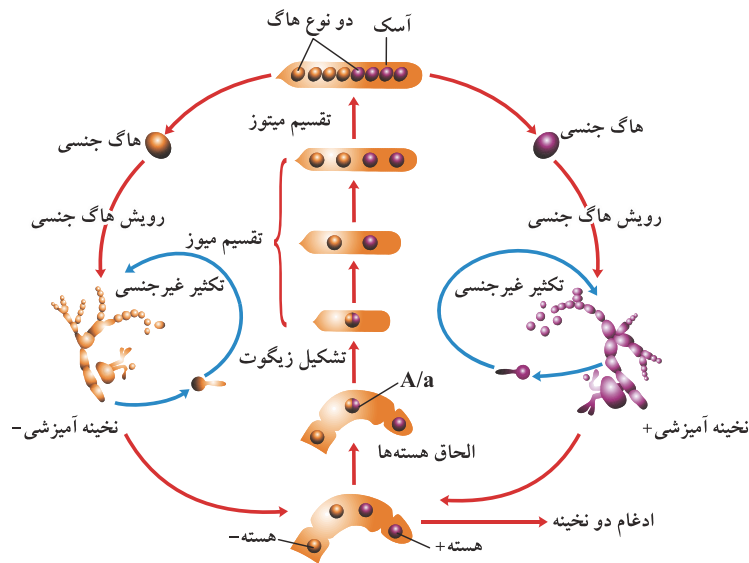


به شکل مورد نظر برای این آزمایش توجه ویژه شود.

کپک نوروسپورا کراسا از گروه آسکومیست‌ها است و تولیدمثل جنسی و غیرجنسی دارد.



توجه شود که کپک‌ها هاپلوئید هستند (n کروموزومی) و تولیدمثل آنها از راه چرخه هاپلوئیدی است (فصل یازده پیش دانشگاهی)



توجه شود که قارچ‌ها چه ویژگی‌هایی دارند مثلاً جنس دیواره کیتینی است یا تقسیم میتوز آنها هسته‌ای است و ...

توجه شود که قارچ‌ها جزء یوکاریوت‌ها هستند و تمام ویژگی‌های یوکاریوت‌ها در رابطه با آنها عمومیت دارد.

حاصل مشاهدات بیدل و تیتوم:

- هر ژن از طریق تولید یک آنزیم تأثیر خود را اعمال می‌کند. اما بسیاری از ژن‌ها، پروتئین‌هایی را به رمز در می‌آورند که آنزیم نیستند و بسیاری از پروتئین‌ها از چند رشته پلی‌پپتیدی تشکیل شده‌اند که هر رشته را یک ژن خاص به رمز درآورده است این یافته‌ها نظریه را به «یک ژن - یک زنجیره پلی‌پپتیدی» تبدیل کرد.
- کپک نوروسپورا کراسا، نوعی قارچ (آسکومیست)، یوکاریوت، هاپلوئید، هتروتروف (فاقد فتوسنتز) و فاقد کلروپلاست است که کربن را به صورت آلی (گلوکز) دریافت می‌کند.
- DNA خطی، دیواره سلولی از جنس کیتین دارد و در آسک آن ۸ عدد هاگ تولید می‌شود.



- محیط کشت حداقل آن: نمک + شکر (گلوکز) + ویتامین بیوتین که برای رشد کپک لازم است تا بتواند در زمانی کوتاه هاگ فراوانی تولید کند. براساس نتایج حاصل از تحقیقات بیدل و تیتوم، هاگ‌های جهش یافته نیازمند به آرژینین سه دسته‌اند:
 - گروه اول در صورتی رشد می‌کنند که به محیط کشت حداقل، آرژینین، سیترولین، یا آرژینین اضافه شود.
 - گروه دوم در صورتی رشد می‌کنند که به محیط کشت حداقل، سیترولین یا آرژینین اضافه شود.
 - گروه سوم در صورتی رشد می‌کنند که به محیط کشت حداقل، آرژینین اضافه شود.
- مسیر ساختن آرژینین با حذف هر یک از آنزیم‌ها متوقف می‌شود. بر همین اساس می‌توان گفت که در جهش یافته‌های گروه اول آنزیم ۱، در جهش یافته‌های گروه دوم آنزیم ۲ و در جهش یافته‌های گروه سوم آنزیم ۳ وجود ندارد.

رمزهای وراثتی

- رمزها علائمی برای ذخیره و انتقال داده‌ها و اطلاعات هستند مانند حروف یک زبان.
- با این حروف می‌توان کلمه و سپس جمله ساخت. در ضمن زبان‌ها قابل ترجمه به یکدیگر هستند.
- زبان DNA دارای ۴ حرف رمز است که همان نوکلئوتیدهای دارای A, T, C, G هستند.
- رمزهای DNA تعیین‌کننده نوع و ترتیب اسیدهای آمینه در پروتئین‌ها می‌باشند.
- با این حروف رمز، کلمه‌های رمز سه حرفی ساخته می‌شوند که در سطح DNA به آنها کد (code) گفته می‌شود.
- کلمه‌های سه حرفی در DNA را کد، در mRNA، کدون (رمز) و در tRNA، آنتی کدون (ضد رمز) می‌نامند.
- توجه شود که هر وقت صحبت از رمز شد منظور در سطح کدون و mRNA می‌باشد.
- ۴ حرف رمز در DNA و RNA هر کدام ۶۴ کلمه رمز خواهند داشت که قرار است هر یک از این کلمه‌های رمز به اسیدهای آمینه در رشته پلی‌پپتیدی ترجمه شوند.
- با توجه به اینکه ۲۰ نوع اسید آمینه در پلی‌پپتیدها به کار می‌رود بنابراین بعضی از اسیدهای آمینه بیش از یک کلمه رمز خواهند داشت.
- از ۶۴ کلمه رمز سه تای آنها رمزهای پایان هستند که معنی اسید آمینه نمی‌دهند که عبارتند از UAA, UAG, UGA.
- همیشه رمز آغاز در ترجمه AUG است که معنی اسید آمینه متیونین را می‌دهد.
- در متن کتاب به رمز لوسین CUU و همچنین دو رمز برای سیستئین UGU, UGC اشاره شده است.
- همچنین در آزمایش آقای نیرنبرگ اشاره می‌شود که رمز فنیل آلانین UUU می‌باشد.

رمزهایی که باید بدانید.

تعداد حروف هر رمز

$$A^b = \text{تعداد انواع رمزها} \rightarrow 4^3 = 64$$

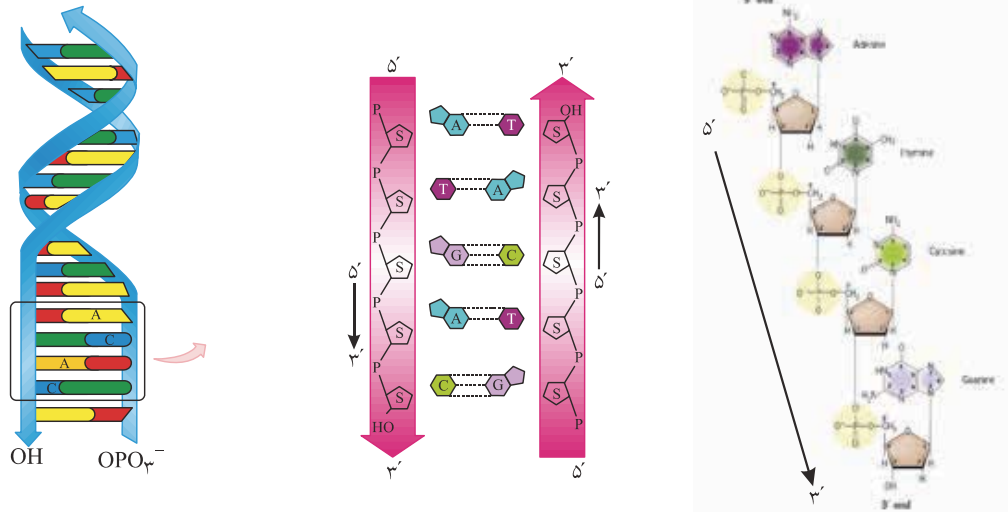
تعداد نوکلئوتیدهای مجاز برای نوشتن رمز

AUG رمز آغاز
UAG- UGA- UAA رمزهای پایان (بی‌معنی)
UUU- UUC رمزهای فنیل آلانین
UGC- UGU رمزهای سیستئین

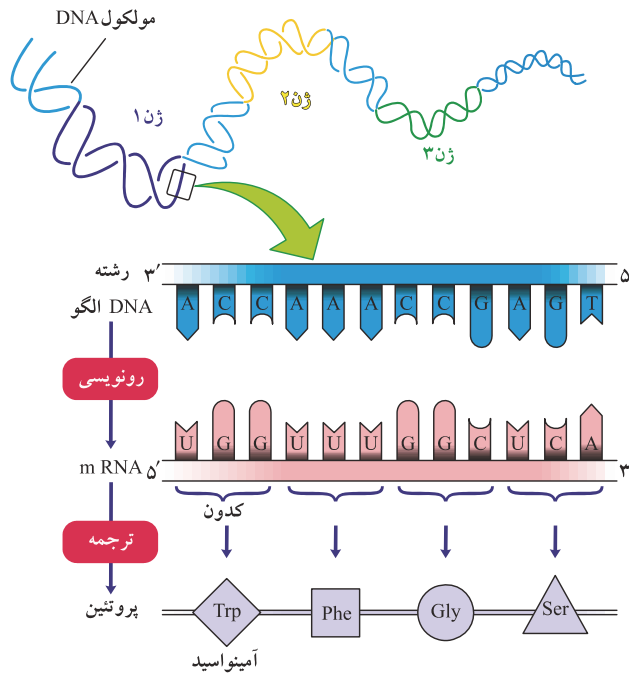
● لوسین و سرین و آرژینین با ۶ رمز، بیشترین رمز را دارند.

● متیونین و تریپتوفان با یک رمز، کمترین رمز را دارند.

- در این قسمت باید به تمام ویژگی‌های مولکول DNA و RNA و تفاوت‌های آنها توجه داشته باشیم مثلاً دو رشته‌ای بودن DNA، تک‌رشته‌ای بودن RNA و نیز اینکه RNA به جای T دارای U است و نیز اینکه قند RNA ریبوز است و ...

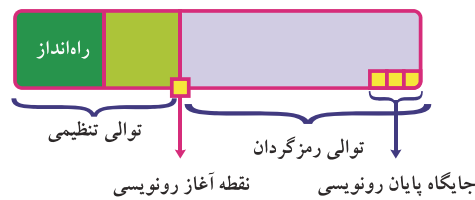


توجه کنیم که rRNAها مستقیماً از روی DNA ساخته می‌شوند (رونویسی)



توجه کنیم که ترکیباتی که آمینواسیدی نیستند، ژن و رمز ندارند مانند لیپیدها یا قندها (کربوهیدرات‌ها).

به مفهوم ژن و اینکه ژن‌ها بر روی کروموزوم قرار دارند و اینکه کروموزوم‌ها از DNA و پروتئین ساخته شده‌اند توجه کنیم.



به ساختار DNA و نوع پیوندها و بازهای پورینی و پیریمیدینی توجه کنیم و نوکلئوتیدها را خوب بشناسیم.

به جنس مواد و مولکول‌ها توجه داشته باشیم مثلاً باید بدانیم که RNA پلی‌مراز از جنس آمینواسید است و نه نوکلئوتید.



انواع RNA

DNA به واسطه انواع RNA پلی‌پتیدسازی را انجام می‌دهد و خود مستقیماً در آن شرکت ندارد. انواع RNA عبارتند از:

۱ mRNA که دارای رمز برای ترجمه به پلی‌پتید است.

۲ tRNA که نقش ساختاری و آنزیمی در ریبوزوم‌ها دارد.

۳ rRNA که انتقال‌دهنده آمینواسید به محل ترجمه (ریبوزوم) است.

هر سه این‌ها مستقیماً از روی DNA رونویسی می‌شوند.

هر سلولی فعال‌تر باشد به طور معمول RNA بیشتری نیز در آن وجود خواهد داشت.

mRNA

متنوع‌ترین RNA سلولی.

دارای اطلاعات ژنتیکی است و ترجمه می‌شود.

دارای پیوند فسفودی استر در ساختار خود.

بزرگترین و درازترین RNA سلولی است و در عین حال کمترین RNA سلولی است چون در اغلب اوقات یکبار مصرف می‌باشد. دارای کدون فراوان در سلول‌های فعال در امر پروتئین‌سازی.

در سیتوپلاسم سلول‌های پروکاریوتی توسط آنزیم RNA پلی‌مراز پروکاریوتی و در هسته سلول‌های یوکاریوتی توسط RNA پلی‌مراز II ساخته می‌شود.

یک mRNA می‌تواند به طور همزمان چند ریبوزوم ترجمه شود. (ساختار پلی‌زوم)

RNA پیک (mRNA) (Messenger RNA)				
ساختار مولکولی: تک زنجیره‌ای و به صورت رشته‌ای (دو سر آزاد)	دارای قطبیت	واحد سازنده ریبونوکلئوتید	عناصر سازنده: کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و فسفر	نقش عمومی: ساخت پروتئین
نقش اختصاصی: اطلاعات را از DNA به ریبوزوم‌ها حمل می‌کند	الگو: بخشی از DNA مکان تولید: جایی که DNA باشد	آنزیم سازنده در پروکاریوت‌ها: RNA پلی‌مراز	آنزیم سازنده در یوکاریوت‌ها: RNA پلی‌مراز II	پیش ماده تمام RNA پلی‌مرازها ریبونوکلئوتیدهای تری فسفات است
متنوع‌ترین نوع RNA است	به تعداد انواع ژن‌ها تنوع دارد.	دارای اطلاعات ژنتیکی		

rRNA

شرکت در ساختار ریبوزوم‌ها (دارای نقش ساختاری)

در مواردی نقش آنزیمی دارد. موجب تشکیل پیوند پپتیدی در جایگاه A ریبوزوم می‌شود.

فاقد اطلاعات ژنتیکی است و ترجمه هم نمی‌شود.

دارای پیوند فسفودی استر در ساختار خود می‌باشد.

در سیتوپلاسم سلول‌های پروکاریوتی توسط آنزیم RNA پلی‌مراز (پروکاریوتی) و در هسته سلول‌های یوکاریوتی توسط RNA پلی‌مراز I ساخته می‌شود.

کمترین تنوع را دارد.



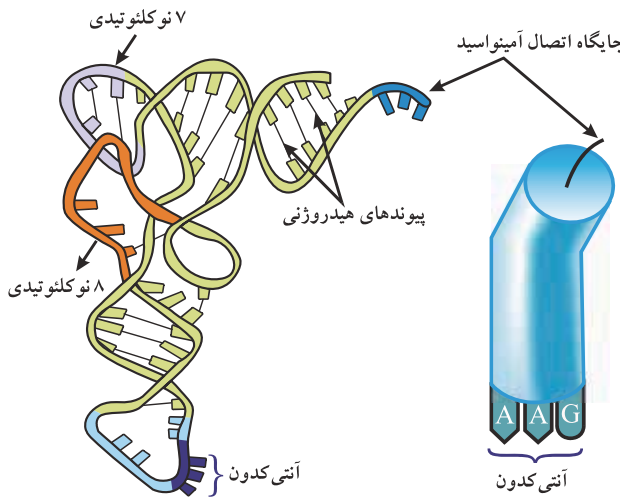
RNA ریبوزومی (rRNA) (ribosomal RNA)				
ساختار مولکولی: تک زنجیره‌ای و به صورت رشته‌ای (دو سر آزاد)	دارای قطبیت	واحد سازنده ریبونوکلوئوتید	عناصر سازنده: کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و فسفر	نقش عمومی، ساخت پروتئین
نقش اختصاصی: با مشارکت پروتئین‌ها در ساختار زیر واحدهای کوچک و بزرگ ریبوزوم‌ها شرکت دارد.	الگو: بخشی از DNA مکان تولید: جایی که DNA باشد	آنزیم سازنده در پروکاریوت‌ها: RNA پلی‌مراز	آنزیم سازنده در یوکاریوت‌ها: RNA پلی‌مراز I	نکته: در یوکاریوت‌ها به دلیل وجود هسته غشادار هیچ‌گاه RNA ریبوزومی به طور آزادانه در سیتوپلاسم دیده نمی‌شود زیرا پس از تولید، در ناحیه هستک به پروتئین‌های خاصی پیوسته و پیش ریبوزوم‌ها را می‌سازند.



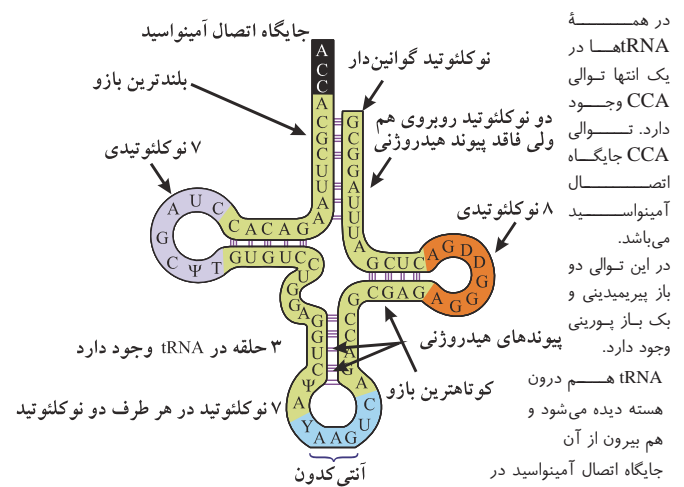
تشکیل ریبوزوم کامل

tRNA

tRNA دارای ساختار برگ شبدری است ولی در سلول شکل واقعی آن L مانند است.



ب



الف

در همه tRNAها در یک انتها تسوالی CCA وجود دارد. تسوالی CCA جایگاه اتصال آمینواسید می‌باشد. در این تسوالی دو باز پیریمیدینی و یک باز پورینی وجود دارد. tRNA هم درون هسته دیده می‌شود و هم بیرون از آن جایگاه اتصال آمینواسید در امتداد و در فاصله نزدیکتر به حلقه جانبی کوچکتر (7) قرار می‌گیرد.

ساختار یک مولکول tRNA: الف) رابطه مکملی بین نوکلئوتیدهای موجود در این مولکول موجب ایجاد چنین ساختاری شده است. بخش آنتی کدون این مولکول که در یکی از حلقه‌ها قرار دارد، مکمل کدون مولکول mRNA است. دو حلقه دیگر به نگهداری آن روی ریبوزوم کمک می‌کنند. در قسمت بالایی آن جایگاه CCA، یعنی جایگاه اتصال آمینواسید اختصاصی دیده می‌شود. ب) ساختار سه بعدی tRNA در سلول شبیه حرف L است.

tRNA دارای سه بازو است که بازوهای جانبی برای نگهداری آن در ریبوزوم و بازوی میانی دارای ضد رمز است.

همیشه اسید آمینه به بخش انتهایی CCA اتصال می‌یابد.

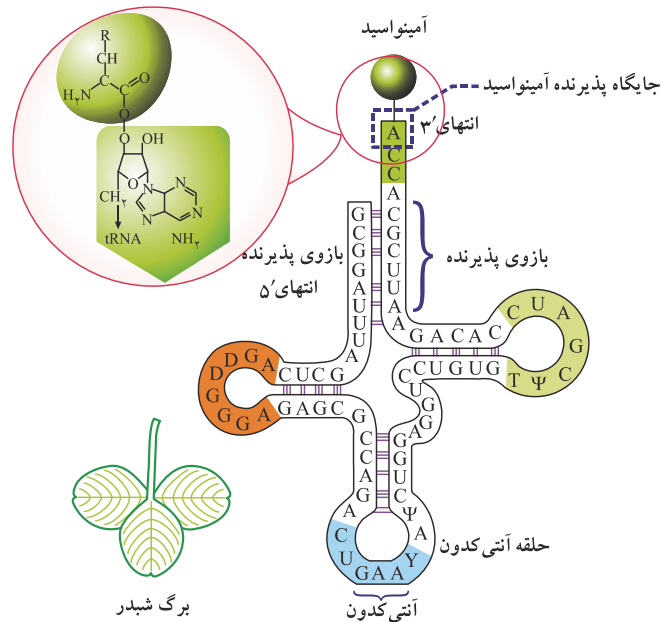
در کل به شکل tRNA در کتاب توجه ویژه شود چه حالت برگ شبدری و چه حالت L مانند آن.

برای هر اسید آمینه حداقل یک نوع tRNA وجود دارد.

tRNA دارای آنتی کدون GAA ناقل اسید آمینه لوسین است و مکمل آن رمز CUU می‌باشد.

tRNA دارای آنتی کدون UAC ناقل اسید آمینه متیونین است و مکمل رمز آن AUG می‌باشد.

tRNAهای دارای آنتی کدون‌های ACA و ACG ناقل اسید آمینه سیستئین هستند و مکمل رمز آن‌ها UGU و UGC می‌باشند.



- توجه کنیم که برای رمزهای پایان، tRNA نداریم و همچنین ضد رمز بعضی tRNAها با چند رمز جفت می‌شود به همین دلیل به جای ۶۱ نوع مولکول tRNA در سلول، انواع کمتری داریم.
- توجه کنیم که tRNA آغازگر همیشه حامل متیونین است و اولین tRNAیی است که در جایگاه P ریبوزوم قرار می‌گیرد و در ضمن با سایر tRNAهایی که حامل متیونین هستند تفاوت دارد.
- توجه کنیم که tRNA دارای کلمه رمز نمی‌باشد.
- باز آلی U تک حلقه‌ای است و جزء بازهای پیریمیدینی می‌باشد همانند C, T.

RNA ناقل (tRNA) (Transfer RNA)				
ساختار مولکولی: تک زنجیره‌ای و به صورت رشته‌ای (دو سر آزاد)	دارای قطبیت	واحد سازنده: ریبونوکلوئید	عناصر سازنده: کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و فسفر	نقش عمومی، ساخت پروتئین
نقش اختصاصی: آمینواسیدها را به ریبوزوم منتقل می‌کند، تا ریبوزوم آمینواسیدها را براساس اطلاعات موجود در mRNA کنار یکدیگر ردیف کند.	الگو بخشی از DNA	آنزیم سازنده در پروکاریوتها: RNA پلی‌مراز	آنزیم سازنده در یوکاریوتها: RNA پلی‌مراز III	ساختار دوم مولکول tRNA شبیه برگ گیاه شبدر است که به آن ساختار برگ شبدری گویند.
در ساختار برگ شبدری، چهار ناحیه دو رشته‌ای دیده می‌شود که نتیجه تاخوردگی و مکمل بودن نوکلئوتیدها در این نواحی است.			ساختار سه بعدی (فعال) در tRNA سلول شبیه حرف L (ال انگلیسی) است.	
ساختار برگ شبدری دارای سه حلقه و یک جایگاه پذیرنده است	حلقه میانی یا بخش آنتی کدون (بخشی که با هیچ بخش دیگری از tRNA جفت نشده‌اند)	وظیفه بخش آنتی کدون: ۱. این بخش تعیین می‌کند که tRNA چه آمینواسیدی را حمل نماید. ۲- این بخش تعیین می‌نماید که tRNA حامل آمینواسید با چه کدون‌ی از RNA پیک به‌طور موقت اتصال برقرار نماید.	همیشه آمینواسید با نوکلئوتید آدنین‌دار جایگاه پذیرنده اتصال دارد.	ویژگی جایگاه پذیرنده: در تمام tRNAها یکسان و دارای توالی CCA می‌باشد.
تنوع این نوع RNA حداقل ۲۰ نوع و حداکثر ۶۱ نوع است.	هر نوع آمینواسید توسط نوع خاصی از tRNA حمل می‌شود	هر نوع tRNA توسط آنزیمی خاص به یک نوع آمینواسید متصل می‌شود.		

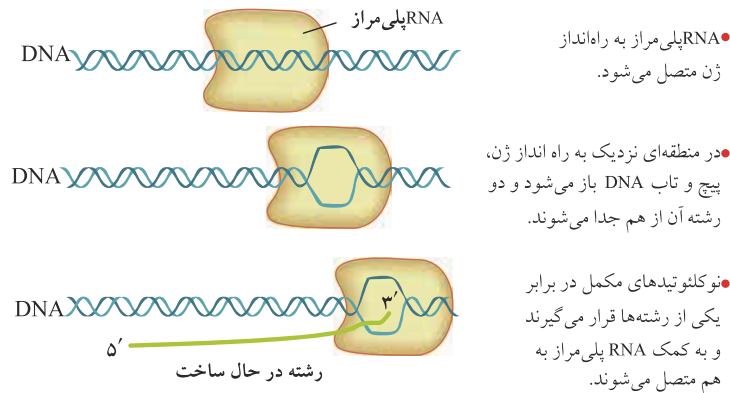


رونویسی

- رونویسی اولین قدم برای ساختن پروتئین است.
- رونویسی با کمک آنزیمی به نام RNA پلی‌مراز صورت می‌گیرد.
- توجه کنیم که RNA پلی‌مراز یک آنزیم است و واحد سازنده آن آمینواسید می‌باشد.
- سلول‌های پروکاریوتی فقط یک نوع RNA پلی‌مراز دارند.
- سلول‌های یوکاریوتی ۳ نوع RNA پلی‌مراز دارند؛ که با شماره‌های I و II و III نشان داده می‌شوند.
- RNA پلی‌مراز I رونویسی از ژن‌های مربوط به rRNA را انجام می‌دهد.
- RNA پلی‌مراز II رونویسی از ژن‌های مربوط به پیش سازهای mRNA و نیز برخی RNAهای کوچک را انجام می‌دهد.
- RNA پلی‌مراز III رونویسی از ژن‌های مربوط به tRNA و برخی RNAهای کوچک دیگر را انجام می‌دهد.

RNAهای کوچک			
ساختار مولکولی: تک زنجیره‌ای و به صورت رشته‌ای (دو سر آزاد)	دارای قطبیت	واحد سازنده: ریبونوکلوئید	عناصر سازنده: کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و فسفر
نقش: اشاره نشده است	الگو: بخشی از DNA	آنزیم سازنده در پروکاریوت‌ها: RNA پلی‌مراز	آنزیم‌های سازنده در یوکاریوت‌ها: برخی توسط RNA پلی‌مراز II و بعضی توسط RNA پلی‌مراز III

- توجه شود که هر کدام از این انواع RNA پلی‌مرازها که آنزیم هستند خود دارای ژن هستند و رونویسی ژن آنها توسط RNA پلی‌مراز II صورت می‌گیرد.
- RNA پلی‌مراز در پروکاریوت‌ها در سیتوپلاسم فعالیت دارد (چون هسته ندارند) ولی در یوکاریوت‌ها در سیتوپلاسم تولید شده و در هسته فعالیت می‌کنند.



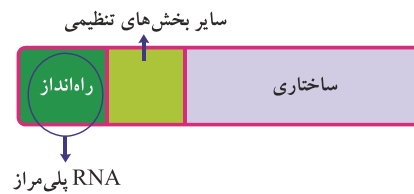
رونویسی، ساخته شدن mRNA بر اساس قسمتی از DNA.
 RNA پلی‌مراز نوکلئوتیدهای مکمل را از روی الگوی ژن، در RNA جای می‌دهد.

نقش RNA پلی‌مراز در رونویسی:

- ۱ شناسایی راه‌انداز
- ۲ شکستن پیوند هیدروژنی بین دو زنجیره DNA
- ۳ تشکیل پیوند فسفودی استر بین ریبونوکلوئیدها در زنجیره RNA
- ۴ رونویسی از جایگاه آغاز و جایگاه پایان رونویسی

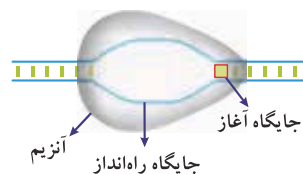
رونویسی را در طی سه مرحله می‌توان نشان داد:

- (a) در مرحله اول RNA پلی‌مراز به راه‌انداز متصل می‌شود. (راه‌انداز قسمتی از DNA است که به RNA پلی‌مراز امکان می‌دهد که رونویسی را از محل صحیح آغاز کند).



مرحله اول	اتصال آنزیم RNA پلی‌مراز به قسمتی از ژن به نام راه‌انداز	
ژن: بخشی از مولکول DNA را گویند که یک رشته از دو رشته هر ژن به عنوان الگو برای رونویسی استفاده می‌شود.	راه‌انداز بخشی از ژن است (زیر مجموعه ژن است)	جنس راه‌انداز همان جنس DNA است و واحد سازنده، نوع پیوندها و قطبیت همانند DNA است.
جایگاه آغاز رونویسی، به اولین نوکلئوتیدی گفته می‌شود که ریبو نوکلئوتید است. (همان جنس DNA)	مکان راه‌انداز: در نزدیکی جایگاه آغاز رونویسی	نقش راه‌انداز: به RNA پلی‌مراز امکان می‌دهد رونویسی را از محل صحیح آغاز کند و مثلاً این کار را از وسط ژن شروع نکند.

- (b) در مرحله دوم RNA پلی‌مراز دو رشته DNA را از هم باز می‌کند.



مرحله دوم	نقشی شبیه آنزیم هلیکاز در همانندسازی	
در منطقه نزدیک به راه‌انداز پیچ و تاب‌های DNA باز می‌شود.	RNA پلی‌مراز دو رشته DNA را در ناحیه ژن از یکدیگر باز می‌کند.	نقشی شبیه آنزیم هلیکاز در همانندسازی

- (c) در مرحله سوم RNA پلی‌مراز همچون قطاری در طول DNA حرکت و در مقابل هر نوکلئوتید آن، نوکلئوتید مکمل RNA یی آن را قرار می‌دهد تا به جایگاه پایان رونویسی برسد. (جایگاه پایان رونویسی بخشی از DNA است که بعد از رونویسی از آن، RNA پلی‌مراز و DNA و RNA ساخته شده از هم جدا می‌شوند و رونویسی پایان می‌پذیرد).