آیرو

پرواز مقدماتی

نکته و تست اسفند ماه

جمع بندی + تست + آزمون

پروازی سریع بر مدار زیست

مهدی رئیسی اردلی

فصل اول: مولکول‌های اطلاعاتی

مقدمات: صفحه ۱ و ۲ تا قبل از گریفیت + کلیات مولکول‌های زیستی + انواع واکنش‌های زیستی.

۱ جواب این که ژن چیست؟ و از چه ساخته شده است؟ بیش از پنجاه سال طول کشید.

۲ دنا، رنا و پروتئین ← مولکول‌های مرتبط با ژن

۳ ویژگی‌های یاخته‌های یوکاریوتی ← هسته

۴ انتقال دستورالعمل‌های هسته ← در **حین تقسیم** از یک یاخته به یاخته دیگر + در **تولیدمثل** از نسلی به نسل دیگر! + در مهندسی ژنتیک

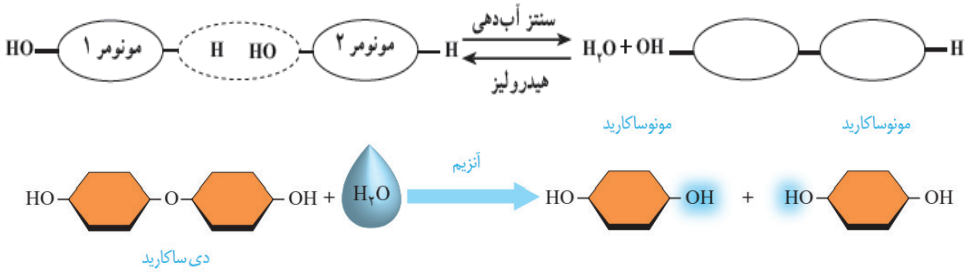
۵ فام‌تن ← شامل دنا و پروتئین

۶ **مولکول‌های زیستی:** کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و نوکلئیک‌اسیدها چهار گروه اصلی مولکول‌های تشکیل‌دهندهٔ یاخته‌اند و در جانداران ساخته می‌شوند. هر یک از این مولکول‌ها از بخش‌های کوچک‌تری ساخته می‌شوند.

	عناصر	مونومر	انواع
کربوهیدرات	کربن، هیدروژن و اکسیژن	مونوساکارید	مونوساکارید + دی‌ساکارید + پلی‌ساکارید
لیپیدها	کربن، هیدروژن، اکسیژن و در بعضی از آنها فسفر	(گاهی اسید چرب)	تری‌گلیسرید + فسفولیپید و کلسترول و...
پروتئین	کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن	آمینواسید	ساختاری، آنزیمی، دفاعی، ناقل و ...
اسیدنوکلئیک	کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و فسفر	نوکلئوتید	دنا + رنا (حلقوی و خطی)

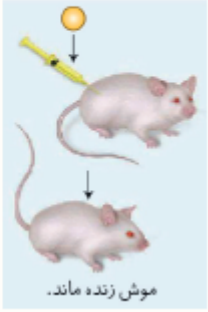
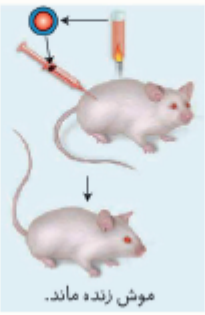
۷ سنتز آبدهی واکنشی است که در آن بین دو مولکول (مانند فسفات) یا دو مونومر پیوند اشتراکی تشکیل می‌شود. این واکنش همراه با تولید یک مولکول آب است. در سنتز آبدهی با ترکیب هیدروژن و هیدروکسیل مولکول آب شکل می‌گیرد. از مثال‌های سنتز آبدهی می‌توان به ایجاد پلی‌پپتید، پلی‌ساکارید و مولکول ATP اشاره کرد.

۸ واکنش آبکافت برعکس سنتزآبدهی است؛ یعنی در این واکنش با مصرف یک مولکول آب، پیوند اشتراکی بین دو مولکول شکسته می‌شود. آب نیز به دو واحد H و OH تجزیه شده و به مولکول‌ها متصل می‌شود.



آزمایشات مربوط به ماهیت مادهٔ وراثتی: گریفیت و ایوری

آزمایش‌های گریفیت	اول	دوم	سوم	چهارم
سرنوشت موش‌ها	مردند	زنده ماندند	زنده ماندند	مردند
نتایج مطابق انتظار گریفیت بود؟	✓	✓	✓	✗
ابتلای موش‌ها به سینه پهلو؟	✓	✗	✗	✓
از باکتری‌های پوشینه‌دار استفاده شد؟	✓ (زنده)	✗	✓ (مرده)	✓ (مرده)
از باکتری‌های بدون پوشینه استفاده شد؟	✗	✓	✗	✓
تغییری در ظاهر برخی باکتری‌های استرپتوکوکوس نومونیا صورت گرفت؟	✗	✗	✗	✓

تمام باکتری‌های مشاهده شده در خون موش‌ها، پوشینه‌دار بودند؟	✓ (زنده)	✗	✓ (مرده)	✗ (برخی پوشینه‌دار زنده و برخی پوشینه‌دار مرده و برخی بدون پوشینه)
فعالیت دستگاه ایمنی موش‌ها تحریک شد؟	✓	✓	✓	✓
مشخص شد که وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست؟	✗	✗	✓	✗
باکتری‌های پوشینه‌دار زنده درون شش‌های جانور یافت شد؟	✓	✗	✗	✓
ماهیت عامل مؤثر در انتقال صفات بین یاخته‌ها مشخص گردید؟	✗	✗	✗	✗
از گرما استفاده شد؟	✗	✗	✓	✓
تصویر	موش مُرد.	 موش زنده ماند.	 موش زنده ماند.	موش مُرد و در خون و شش‌های آن باکتری‌های پوشینه‌دار زنده مشاهده شد.

گریفیت		اطلاعات اولیه در مورد مادهٔ وراثتی + مشخص شدن توانایی انتقال مادهٔ وراثتی به یاختهٔ دیگر + عدم مشخص شدن ماهیت و چگونگی انتقال مادهٔ وراثتی
	مرحلهٔ ۱	تزریق باکتری‌های زندهٔ پوشینه‌دار ← مردن موش
	مرحلهٔ ۲	تزریق باکتری‌های زندهٔ فاقد پوشینه ← زنده ماندن موش
	مرحلهٔ ۳	تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما ← زنده ماندن موش. *(نتیجه: پوشینه به تنهایی عامل مرگ نیست)*
	مرحلهٔ ۴	تزریق مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده و فاقد پوشینهٔ زنده ← مردن موش *(ریفتن پشمای گریفیت!)* و مشاهدهٔ باکتری زندهٔ پوشینه‌دار در خون و شش‌های مرده *نتیجهٔ آزمایش برخلاف انتظار گریفیت بود!*
ایوری و همکاران		کشف ماهیت مادهٔ وراثتی!
	آزمایش۱	استخراج عصارهٔ باکتری پوشینه‌دار کشته شده ← تخریب پروتئین‌های عصاره ← اضافه شدن عصاره فاقد پروتئین به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه ← انجام شدن انتقال مادهٔ وراثتی ← پروتئین مادهٔ وراثتی نیست! *آیا دنا هست؟ هنوز نه معلوم نشدش*
	آزمایش۲	قرار دادن عصارهٔ باکتری پوشینه‌دار کشته شده در گریزانه با سرعت بالا ← جدا مواد درون عصاره به صورت لایه‌لایه ← اضافه شدن هر یک لایه به صورت مجزا به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه ← انتقال صفت فقط در محیطی که دنا به آن اضافه شده است ← دنا مادهٔ وراثتی است. *نتیجهٔ آزمایش مورد قبول بسیاری از دانشمندان قرار نگرفت*
	آزمایش۳	قسمت کردن عصارهٔ باکتری پوشینه‌دار کشته شده به چهار بخش ← اضافه شدن آنزیم تخریب‌کنندهٔ یک گروه از مواد آلی به هر بخش ← انتقال هر بخش به محیط کشت باکتری زندهٔ بدون پوشینه ← انتقال در همهٔ ظروف به جز ظرف محتوی آنزیم تخریب‌کنندهٔ دنا ← دنا مادهٔ وراثتی است! *ایوری و همکارانش واسه رو کم کنی بقیه این آزمایش رو انجام دادن!*

تله طراح ارتباط دادن مولکول دنا، مشخص شدن ماهیت و چگونگی مادهٔ وراثتی، استفاده از گریزانه به گریفیت + استفاده از موش در آزمایشات و چگونگی انتقال مادهٔ وراثتی به ایوری. ✗

موشکافی باکتری استرپتوکوکوس نومونیای پوشینه‌دار

۱ اندازهٔ باکتری استرپتوکوکوس نومونیا، بیش از ۲۰۰ نانومتر (نه میکرومتر) و چیزی در حدود ۸۰۰ نانومتر است. بنابراین استرپتوکوکوس نومونیا نسبت به یاخته‌های بدن انسان کوچک‌تر است.

۲ از آن‌جایی که باکتری استرپتوکوکوس نومونیا تقریبا کروی‌شکل است؛ کپسول، دیوارهٔ یاخته‌ای و غشای آن نیز به صورت کروی قرار می‌گیرد.

۳ تراکم سیتوپلاسم استرپتوکوکوس نومونیا در بخش‌های مختلف آن یکسان نیست. این موضوع از تفاوت رنگ بخش‌های مختلف سیتوپلاسم برداشت می‌شود.

۴ پوشینهٔ باکتری با غشای یاخته تماس مستقیم ندارد. بین پوشینه و غشا بخش دیگری قرار دارد که کتاب درسی نام‌گذاری نکرده اما بهتر است بدانید که این بخش، دیوارهٔ یاخته‌ای است. بنابراین می‌توان گفت در اطراف سیتوپلاسم باکتری استرپتوکوکوس نومونیای پوشینه‌دار سه جزء مشاهده می‌شود که از داخل به خارج عبارت‌اند از: غشا - دیوارهٔ یاخته‌ای - پوشینه

۵ ترتیب اجزا از نظر ضخامت به این صورت است: پوشینه > دیوارهٔ یاخته‌ای > غشا

۶ ضخامت پوشینه، دیوارهٔ یاخته‌ای و غشا کمتر از ۲۰۰ نانومتر است.

۷ سطح پوشینه صاف نیست. در سطح پوشینه برجستگی‌هایی دیده می‌شود که به اتصال باکتری به سطوح مختلف کمک می‌کنند.

۸ باکتری استرپتوکوکوس نومونیا مژک و تاژک ندارد!

تله‌تستی ایوری از موش استفاده نکرد!

تله‌تستی ایوری باکتری‌های پوشینه‌دار را به محیط کشت اضافه نکرد؛ بلکه از عصارهٔ این باکتری‌ها استفاده کرد.

تله‌تستی این جمله که «باکتری‌های فاقد پوشینه فاقد همهٔ عوامل لازم برای ساخت پوشینه هستند.» نادرسته! چون باکتری‌های پوشینه‌دار، رناتن‌هایی برای ساخت آنزیم‌های دخیل در ساخت پوشینه دارند.

آزمایشات مربوط به ساختار دنا

چارگاف	تصور اشتباه پیش از چارگاف ← مقدار ۴ نوع باز آلی در تمامی مولکول‌های دنا از هر جانداری با یکدیگر برابر باشد. چارگاف با بررسی دنای جانداران مختلف فهمید: آدنین با تیمین و سیتوزین با گوانین در دنا برابر است. **تلهٔ طراح** دلیل برابری آدنین با تیمین و سیتوزین با گوانین توسط چارگاف مشخص نشد! واتسون و کریک مشخص کردند
ویلکینز و فرانکلین	تهیه تصاویر از دنا با استفاده از پرتوی ایکس ← مارپیچی بودن دنا + بیش از یک رشته‌ای بودن دنا + ابعاد مولکول دنا
واتسون و کریک	استفاده از: نتایج آزمایشات چارگاف + داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتوی ایکس + یافته‌های خودشان ← ارائه مدل نردبان مارپیچ

تذکر دورشته‌ای بودن دنا مربوط به واتسون و کریک بود نه ویلکینز و فرانکلین!

تذکر نتایج آزمایشات چارگاف فقط در خصوص دنای دورشته‌ای صادق است و در خصوص رنا یا هر رشتهٔ دنا به‌طور مجزا صدق نمی‌کند.

تذکر در هنگام همانندسازی، قطر دنا در برخی نقاط تغییر می‌کند. اما این تغییر همراه با از بین رفتن پایداری دنا نیست!

کدام مورد در ارتباط با آزمایش های مربوط به کشف ساختار دنا به درستی بیان نشده است؟

۱) واتسون و کریک برخلاف چارگاف، دلیل برابری مقدار بازهای آلی A با T و C با G را فهمیدند.

۲) ویلکینز و فرانکلین برخلاف واتسون و کریک، توانستند با آزمایش‌های خود، اندازهٔ مولکول دنا را محاسبه کنند.

۳) آزمایش‌های دانشمندان بعد از چارگاف و ولیلکینز و فرانکلین، نتایج آزمایش‌های آن‌ها را تأیید کردند.

۴) واتسون و کریک برخلاف گریفیت به چگونگی انتقال مادهٔ وراثتی بین یاخته‌ها پی بردند.

آزمایش‌های دانشمندان در ارتباط با ماده وراثتی			
دورهٔ	دانشمند	هدف	روش انجام پژوهش	نتیجه
ماهیت مادهٔ وراثتی	گریفیت	ساخت واکسن برای بیماری آنفلوانزا	تزریق انواعی از باکتری‌های استرپتوکوکوس نومونیا به موش	مادهٔ وراثتی می‌تواند به یاختهٔ دیگری منتقل شود.
	ایوری	شناسایی عامل مؤثر در انتقال صفات وراثتی	اضافه‌کردن عصارهٔ تغییریافتهٔ باکتری‌های کپسول‌دار کشته‌شده به محیط کشت باکتری‌های بدون کپسول زنده	۱ـ پروتئین‌ها مادهٔ وراثتی نیستند. ۲ و ۳ـ دِنا مادهٔ وراثتی است.
ساختار دِنا	چارگاف	اندازه‌گیری مقدار بازهای آلی در مولکول‌های دِنا	اندازه‌گیری مقدار بازهای آلی در دِناهای جانداران مختلف	A=T C=G
	ویلکینز و فرانکلین	تهیهٔ تصویر از مولکول دِنا	استفاده از پرتو ایکس برای تهیهٔ تصویر	۱ـ دِنا حالت مارپیچی دارد، ۲ـ دِنا بیش از یک رشته دارد، ۳ـ تشخیص ابعاد مولکول دِنا
	واتسون و کریک	ارائهٔ مدل مولکولی دِنا	استفاده از ۱ـ نتایج آزمایش‌های چارگاف، ۲ـ داده‌های حاصل از تصاویر تهیه‌شده با پرتو ایکس و ۳ـ یافته‌های خود	مدل مولکولی نردبان مارپیچ
روش همانندسازی	مزلسون و استال	شناسایی روش همانندسازی	کشت باکتری‌هایی در محیط‌های دارای ایزوتوپ‌های مختلف نیتروژن و سپس سنجش چگالی دِناها در زمان‌های مختلف	همانندسازی دِنا به‌صورت نیمه‌حفاظتی انجام می‌شود.
	سایر	نحوهٔ باز شدن دِنا	ـــــ	دِنا به‌طور تدریجی باز می‌شود.

تعبیرنامهٔ آزمایش‌های گریفیت		هر مرحله‌ای از آزمایش‌های گریفیت که در آن	
تعبیر	مرحله	تعبیر	مرحله
باکتری کپسول‌دار زنده استفاده شد	۱	باکتری بدون کپسول زنده استفاده شد	۲ و ۴
باکتری کپسول‌دار کشته‌شده استفاده شد	۳ و ۴	باکتری‌های کپسول‌دار با گرما کشته شدند	۳ و ۴
باکتری بدون کپسول، کپسول‌دار شد	۴	مادهٔ وراثتی به یاختهٔ دیگری منتقل شد	۴
ژن تولید کپسول به باکتری‌های بدون کپسول زنده انتقال پیدا کرد	۴	در خون و شش موش، باکتری کپسول‌دار زنده مشاهده شد	۱ و ۴
ژن تولید کپسول در باکتری بیان شد	۱ و ۴	فعالیت دستگاه ایمنی علیه باکتری دیده شد	همه
باکتری‌های زنده استفاده شدند	۱، ۲ و ۴	فقط باکتری‌های زنده استفاده شدند	۱ و ۲
باکتری‌های کشته‌شده استفاده شدند	۳ و ۴	فقط باکتری‌های کشته‌شده استفاده شدند	۳
باکتری کپسول‌دار استفاده شد	۱، ۳ و ۴	فقط باکتری کپسول‌دار استفاده شد	۱ و ۳
باکتری بدون کپسول استفاده شد	۲ و ۴	فقط باکتری بدون کپسول استفاده شد	۲
باکتری کپسول‌دار زنده در موش دیده شد	۱ و ۴	همهٔ باکتری‌های زنده، کپسول‌دار بودند	۱
باکتری بدون کپسول زنده و غیرزنده در موش دیده شد	۲ و ۴	باکتری کپسول‌دار و بدون کپسول در موش دیده شد	۴
باکتری بیماری‌زای زنده در موش دیده شد	۱ و ۴	استفاده از باکتری برای تولید واکسن ممکن است	۱، ۳ و ۴
موش زنده ماند	۲ و ۳	موش به سینه‌پهلو مبتلا شد و مُرد	۱ و ۴

کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«..... در مورد مادهٔ وراثتی از فعالیت‌های گریفیت بدست آمد. گریفیت بلافاصله پس از انجام آزمایشی که تنها باکتری‌های ..... به موش تزریق شدند، به این نتیجه رسید که .....»

۱) اطلاعات اولیه – بدون پوشینه – پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها است.

۲) اولین اطلاعات – زنده و کشته شده – انتقال دنا بین باکتری‌ها رخ می‌دهد.

۳) اطلاعات اولیه – پوشینه‌دار زنده – پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست.

۴) اولین اطلاعات – زنده و کشته شده – تعدادی از باکتری‌های بدون پوشینه تغییر کرده‌اند.

نوکلئوتید: ساختار و عملکرد + فصل ۵ دوازدهم!

ساختار:

۱ هر نوکلئوتید سه بخش دارد:

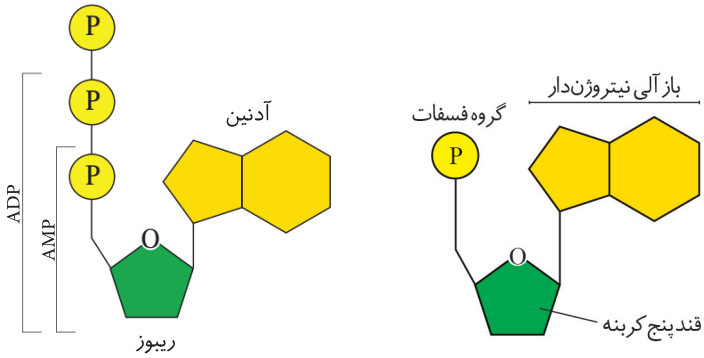
یک قند پنج کربنی	قند در دنا، دئوکسی ریبوز و در رنا، ریبوز است. + دئوکسی‌ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد.
باز آلی نیتروژن	پورین‌ها(دوحلقه‌ای): A و G / پیریمیدین‌ها(یک حلقه‌ای): C، T و U / در دنا باز یوراسیل وجود ندارد و در رنا باز تیمین
یک تا سه گروه فسفات	بخش معدنی نوکلئوتید می‌باشد و با پیوند کووالان پرانرژی گروه‌های فسفات طی سنتز آبدهی به هم متصل می‌شوند.

۲ برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه یا گروه‌های فسفات با پیوند اشتراکی به دو سمت قند متصل می‌شوند.

۳ نوکلئوتیدها از نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه‌های فسفات با یکدیگر تفاوت دارند (۲۴ نوع نوکلئوتید داریم!).

۴ نوکلئوتید ATP باز آلی آدنین، قند پنج کربنی ریبوز (با هم میشن آدنوزین) و سه گروه فسفات دارد. افزوده شدن فسفات به آدنوزین در سه مرحله است:

مرحله اول: آدنوزین + P ← AMP مرحله دوم: AMP + P ← ADP مرحلهٔ سوم: ADP + P ← ATP



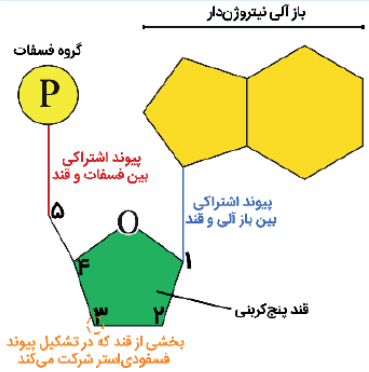
نکات شکل

۱ در نوکلئوتیدهای پورین دار، باز آلی از حلقهٔ ۵ ضلعی به قند و در نوکلئوتیدهای پیریمیدین‌دار، باز آلی از حلقهٔ ۶ ضلعی به قند متصل می‌شود.

۲ گروه فسفات به کربن خارج از حلقهٔ قندی متصل است.

۳ پیوندهای بین فسفاتی از نوع اشتراکی و پرانرژی هستند. در نوکلئوتیدهای سه فسفاته، دو پیوند پر انرژی وجود دارد.

تلهٔ طراح در ساختار یک نوکلئوتید نه قند و نه باز آلی هیچ کدام حلقهٔ ۵ کربنی ندارند، بلکه ۵ ضلعی دارند



- در نوکلئوتیدهای دارای باز آلی پورین (دوحلقه‌ای)، حلقهٔ پنج‌ضلعی باز آلی با قند پنج‌کربنی پیوند اشتراکی دارد.
- در بازهای آلی پورین (دوحلقه‌ای)، یک حلقهٔ پنج‌ضلعی و یک حلقهٔ شش‌ضلعی نیتروژن‌دار وجود دارد.
- ساختار قند پنج‌کربنی، حلقوی و به‌شکل یک حلقهٔ پنج‌ضلعی است که در رأس آن، اتم اکسیژن قرار دارد.
- محلی از قند پنج‌کربنی که از طریق آن پیوند اشتراکی با باز آلی برقرار می‌شود، با اتم اکسیژن رأسی پیوند دارد.
- سومین کربن قند پنج‌کربنی، دارای گروه هیدروکسیل است و قند پنج‌کربنی از طریق این گروه هیدروکسیل، می‌تواند در تشکیل پیوند فسفودی‌استر شرکت کند. واسه درک بهتر، شمارهٔ کربن‌های قند روی شکل مشخص شدن.
- یکی از کربن‌های قند پنج‌کربنی در خارج از ساختار حلقوی قند قرار دارد و محل اتصال پیوند اشتراکی با فسفات است.
- هر نوکلئوتید شامل سه بخش است: یک قند پنج کربنه، یک باز آلی نیتروژن‌دار و یک تا سه گروه فسفات.
- نوکلئوتیدها از نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه‌های فسفات با یکدیگر تفاوت دارند.
- نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام فسفودی‌استر به هم متصل می‌شوند و رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی را می‌سازند.

عملکرد نوکلئوتید:

شرکت در ساختار دنا و رنا + منبع رایج انرژی در یاخته (ATP) + وارد شدن در ساختار مولکول‌های حامل الکترون در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای

ساختار اسیدنوکلئیک: نکات کلیدی واتسون و کریک + دیسک از فصول ۲ و ۷ دوازدهم + دوپار تیمین

۱ اتصال نوکلئوتیدها از طریق پیوند اشتراکی فسفودی‌استر به هم ← رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی

۲ **پیوند فسفودی‌استر:**

☑ در تشکیل این پیوند، متصل شدن فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر

☑ پیوند بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور

تلهٔ طراح درون یک نوکلئوتید پیوند قند-فسفات وجود دارد ولی پیوند فسفودی‌استر، بین دو نوکلئوتید است نه درون یک نوکلئوتید.

۳ رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک‌اسید می‌سازند؛ مثل رنا و یا به صورت دوتایی مقابل هم قرار می‌گیرند و ایجاد نوکلئیک‌اسیدهایی مثل دنا ⇐ مولکول دنا از دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید و مولکول رنا از یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی

تلهٔ طراح قرارگیری هر دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی در مقابل هم لزوماً باعث تشکیل دنا نمی‌شود. حالا بگو ببینم که کجاها دو رشتهٔ پلی نوکلئوتیدی مقابل هم قرار می‌گیرند؟! .....

.....

.....

۴ متصل شدن دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتید به هم ← ایجاد دنای حلقوی

۵ در رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی خطی گروه فسفات در یک انتها و هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است ← هر رشتهٔ دنا و رنای خطی همیشه دو سر متفاوت دارند.

۶ مقایسهٔ انواع اسید نوکلئیک:

اسیدهای نوکلئیک	خطی	دنای هسته ← یوکاریوت‌ها
		انواع رنا ← یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها
	حلقوی	دنای اصلی باکتری ← پروکاریوت‌ها
		دنای کمکی یا دیسک ← یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها
		دنای دیسه و راکیزه ← یوکاریوت‌ها

۷ **پیوندهای هیدروژنی:**

☑ بین بازهای روبه‌روی هم که مکمل هستند، تشکیل می‌شود.

تلهٔ طراح پیوند هیدروژنی بین دو حلقهٔ ۶ ضلعی تشکیل می‌شود.

☑ دو رشتهٔ دنا را در مقابل هم نگه می‌دارد.

☑ بین جفت بازها به صورت اختصاصی تشکیل می‌شود ← جفت باز مکمل (آدنین با تیمین و گوانین با سیتوزین) ← یکسان بودن قطر دنا در سراسر آن + شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر رشته می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشتهٔ دیگر را مشخص کند.

☑ بین گوانین و سیتوزین نسبت به آدنین و تیمین پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود.

☑ به تنهایی انرژی کمی دارد ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدورژنی بین آنها به مولکول دنا حالت پایدار می‌دهد.

☑ دو رشتهٔ بدون به هم خوردن پایداری مولکول دنا در بعضی نقاط از هم جدا می‌شوند! (طی رونویسی و همانندسازی)

تلهٔ طراح دو نوکلئوتیدی که پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند می‌توانند قند یکسانی داشته باشند (در مولکول دنا و رنای ناقل) + قند متفاوتی داشته باشند (در زمان رونویسی؛ نوکلئوتیدهای رنای در حال ساخت با رشتهٔ الگوی دنا) + جرم متفاوتی داشته باشند (همانندسازی نیمه حفاظتی!)

☑ پایداری اطلاعات در سامانه‌های زنده، یکی از ویژگی‌های مادهٔ وراثتی است ولی به طور محدود تغییرپذیر است ← جهش بر میزان پایداری دنا موثر است.

۸ **مقایسهٔ دنا و رنا:**

مورد مقایسه	دئوکسی ریبونوکلئیک اسید (دنا)	ریبونوکلئیک اسید (رنا)
واحد سازنده	دئوکسی ریبونوکلئوتید	ریبونوکلئوتید
نوع قند	دئوکسی ریبوز	ریبوز
انواع باز های آلی پورینی	A , G	A , G

انواع باز های آلی پیریمیدینی	T , C	U , C
نوع فرایند تولید	همانندسازی	رونویسی
آنزیم های دخیل در ساخت	هلیکاز، دنابسپاراز و انواعی از آنزیم‌های دیگر	رنابسپاراز
انواع	**۱- خطی:** در هسته یاخته‌های یوکاریوتی **۲- حلقوی:** یاخته‌های پروکاریوتی + راکیزه + سبزدیسه	**mRNA:** (رنای پیک) اطلاعات را از دنا به رناتن‌ها می‌رساند. **tRNA:** (رنای ناقل) آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین‌سازی به سمت رناتن‌ها می‌برد. **rRNA:** در ساختار رناتن‌ها علاوه بر پروتئین، رنای رناتنی نیز شرکت دارد. **رناهای کوچک:** دخالت در تنظیم بیان ژن
قطر مولکول	ثابت	متغیر
محل تولید	**یاختهٔ یوکاریوتی:** هسته + میتوکندری + کلروپلاست **یاختهٔ پروکاریوتی:** سیتوپلاسم	**یاختهٔ یوکاریوتی:** هسته + میتوکندری + کلروپلاست **یاختهٔ پروکاریوتی:** سیتوپلاسم
وجود پیوند هیدروژنی در ساختار مولکول	دارد	فقط رنای ناقل دارد
پیوند فسفودی استر	دارد	دارد
چند رشته ای؟	دو رشته ای	تک رشته ای

۹ **دیسک:**

☑ مولکول‌های دنای حلقوی هستند.

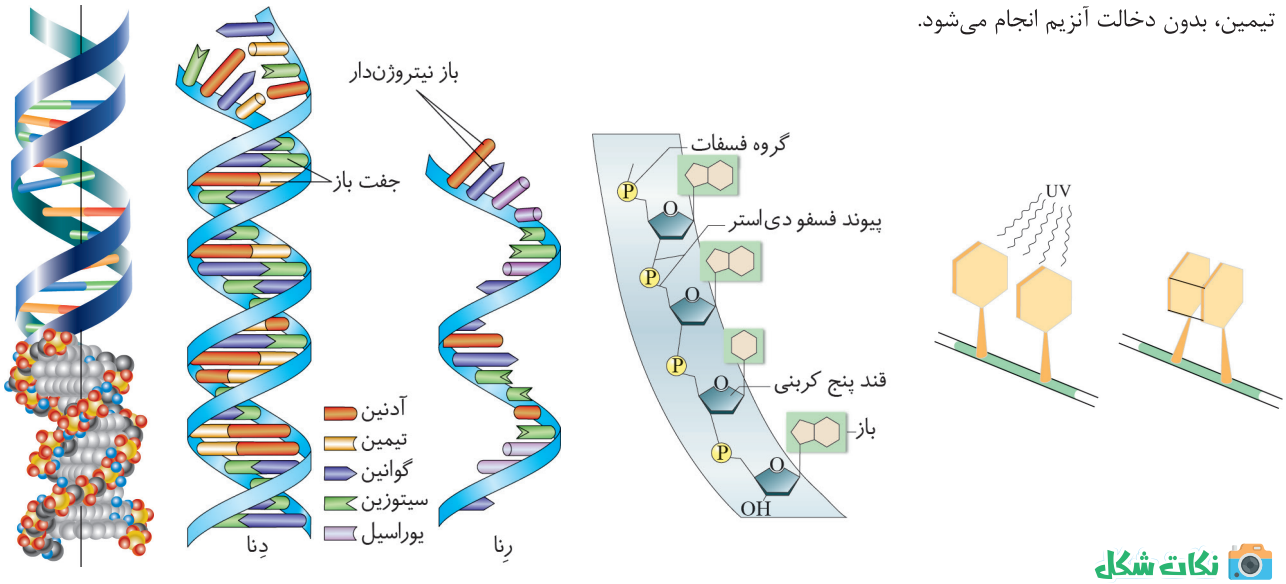
☑ اطلاعات این مولکول‌ها می‌تواند ویژگی‌های دیگری به باکتری‌ها بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر پادزیست (آنتی‌بیوتیک)ها.

☑ در مهندسی ژنتیک به عنوان ناقل همسانه‌سازی استفاده می‌شود.

☑ معمولاً درون باکتری‌ها و بعضی قارچ‌ها مثل مخمرها وجود دارد و می‌تواند مستقل از ژنوم میزبان همانندسازی کند.

☑ دیسک‌ها را فام‌تن کمکی نیز می‌نامند چون حاوی ژن‌هایی هستند که در فام‌تن اصلی باکتری وجود ندارند.

۱۰ تحت تاثیر پرتوی فرابنفش نور خورشید دو باز تیمین مجاور از طریق دو پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل می‌شوند. دقت کنید ایجاد دوپار تیمین، بدون دخالت آنزیم انجام می‌شود.



نکات شکل

۱ در شکل مربوط به جهش دوپار تیمین، فاصلهٔ دو باز آلی از دو نوکلئوتید مجاور، کاهش می‌یابد.

۲ هر پیوند فسفودی‌استر از دو پیوند قند-فسفات تشکیل شده است؛ یکی از این پیوندها در ساختار خود نوکلئوتید و دیگری بین دو نوکلئوتید ایجاد می‌شود. برای تشکیل و شکستن پیوند فسفودی‌استر تنها بخش قرار گرفته بین دو نوکلئوتید تغییر وضعیت می‌دهد.

۳ در یک رشته رنا و دنای خطی، یک انتها قند (گروه هیدروکسیل) و در انتهای دیگر، فسفات قرار می‌گیرد.

۴ پیوند فسفودی‌استر می‌تواند بین نوکلئوتیدهایی که باز آلی هم‌نوع و یا غیر هم‌نوع دارند، تشکیل شود.

عملکرد اسیدنوکلئیک: ژن و رنا + رونویسی معکوس از فصل ۷ دوازدهم!

۱ طبق آزمایشات ایوری و همکارانش ← اطلاعات وراثتی در دنا قرار دارد + از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود.

۲ **ژن:** بخشی از مولکول دنا می‌باشد که بیان آن می‌تواند منجر به تولید رنا یا پلی‌پپتید می‌شود. رنا محصول مستقیم و پروتئین محصول غیرمستقیم دنا است.

۳ **مولکول رنا:**

✅ مولکولی تک‌رشته‌ای که از روی بخشی از یکی از رشته‌های دنا ساخته می‌شود.
✅ مولکول **اجراکنندهٔ** دستورالعمل‌های دنا

بعضی نقش‌ها	انتقال اطلاعات از دنا به رناتن‌ها	رنای پیک (mRNA)
	حمل آمینواسیدها به سمت رناتن برای پروتئین‌سازی	رنای ناقل (tRNA)
	شرکت در ساختار رناتن	رنای رناتنی (rRNA)
	آنزیمی	مثلا رنای رناتنی (rRNA)
	دخالت در تنظیم بیان ژن	اتصال بعضی رناهای کوچک مکمل به رنای پیک ← جلوگیری از کار رناتن ← توقف ترجمه ← تجزیه شدن رنای پیک پس از مدتی

تلهٔ طراح دقت کنید که رناها نقش‌های متعددی دارند که در جدول بالا به بعضی از آنها اشاره شده است.

۴ عامل بیماری ایدز (AIDS) یک ویروس رنادار (HIV) است. برای تشخیص ایدز در مراحل اولیه، دنای موجود در خون فرد مشکوک را استخراج می‌کنند. دنای استخراج شده شامل دنای یاخته‌های بدن خود فرد و احتمالاً دنای ساخته شده از رنای ویروس است. ← تولید دنا می‌تواند از روی رنا صورت بگیرد!

نکته **نکاتی در خصوص مارپیچ دورشته‌ای دنا:**

۱- در هر دور از مارپیچ دنا، دو شیار عمیق و دو شیار کم‌عمق وجود دارد.
۲- در هر سمت دنا، شیارهای عمیق و کم‌عمق به صورت یک در میان قرار دارند.
۳- در مقابل هر شیار عمیق در یک سمت دنا، یک شیار کم‌عمق در سمت دیگر آن وجود دارد.
۴- هیچگاه دو شیار با عمق یکسان در کنار هم یا مقابل هم قرار نمی‌گیرند.
۵- دو حدفاصل دو شیار عمیق یا کم‌عمق متوالی در یک سمت دنا، حدود ۱۰ جفت نوکلئوتید مشاهده می‌شود.

مقدمات و آزمایشات مزلسون و استال

۱ همانندسازی باعث می‌شود اطلاعات وراثتی یاخته هنگام تقسیم بدون کم‌وکاست به دو یاختهٔ حاصل از تقسیم برسند.

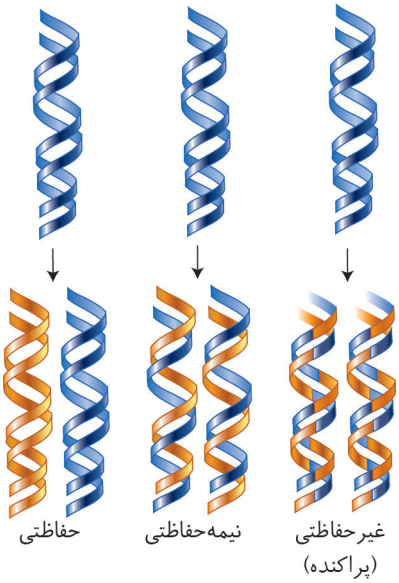
۲ ساخته شدن مولکول دنای جدید از روی دنای قدیمی ← همانندسازی

۳ مدل واتسون و کریک و رابطهٔ مکملی بین بازها ← تا حد زیادی همانندسازی دنا را تا حد زیادی توضیح می‌دهد.

تلهٔ طراح در بکرزایی مار، تعداد فام‌تن‌های تخمک مار دو برابر می‌شود. در این فرایند، تعداد فام‌تن تغییر می‌کند ولی در همانندسازی‌ای که در چرخهٔ یاخته‌ای رخ می‌دهد، تعداد فام‌تن ثابت ولی تعداد کروماتیدها دو برابر می‌شود.

۴ **طرح‌های مختلف برای همانندسازی دنا:**

نام طرح	یاخته‌های حاصل از تقسیم در نسل اول	
	یاختهٔ ۱	یاختهٔ ۲
حفاظتی	دنایی با دو رشتهٔ کاملاً جدید	همان دنای اولیه!
نیمه حفاظتی	دنایی با یک رشتهٔ کاملاً جدید و یک رشتهٔ قدیمی	دنایی با یک رشتهٔ کاملاً جدید و یک رشتهٔ قدیمی
غیرحفاظتی	دنایی که هر یک از رشته‌های قطعات جدید و قدیمی دارد.	دنایی که هر یک از رشته‌های قطعات جدید و قدیمی دارد.



۵ چند نکته:

✅ در همانندسازی حفاظتی، هر دو رشتهٔ دنای یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم می‌توانند محتوی نوکلئوتید مشابهی باشند.

✅ در همانندسازی نیمه حفاظتی، پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنای اولیه از بین می‌شود و هر یک از رشته‌های قدیمی با یک رشتهٔ جدید ساختار نردبان مانند دنا را ایجاد می‌کنند.

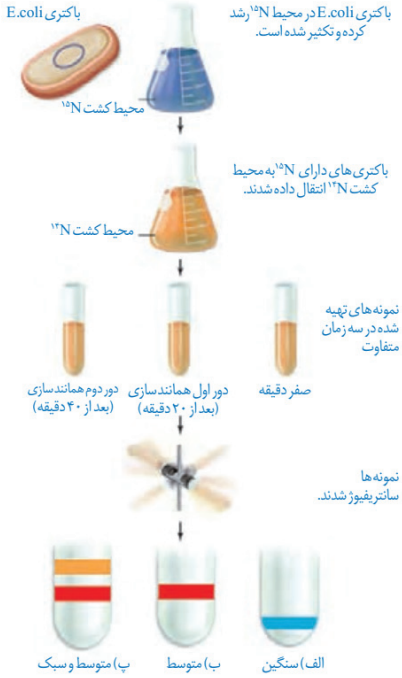
✅ در همانندسازی غیرحفاظتی در دنای اولیه هم پیوند هیدروژنی بین دو رشته شکسته می‌شود و هم پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای هر دو رشتهٔ دنای اولیه! در هر یک از دنای حاصل، پیوند فسفودی‌استر هم بین نوکلئوتیدهای قدیمی با هم، نوکلئوتیدهای جدید با هم و هم بین نوکلئوتیدهای جدید و قدیمی با یکدیگر دیده می‌شود!

✅ در همانندسازی نیمه‌حفاظتی و غیرحفاظتی هر یک از یاخته‌های حاصل از تقسیم هم نوکلئوتیدهای جدید دارند و هم قدیمی!

✅ در صورت بروز جهش در رشته‌های جدید، این جهش در همانندسازی حفاظتی فقط به یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم و در دو طرح دیگر به هر دو یاختهٔ حاصل از تقسیم می‌تواند منتقل شود.

۶ آزمایشات مزلسون و استال:

✅ با روش علمی به پرسش «کدام طرح همانندسازی مورد تایید قرار گرفته است؟» پاسخ دادند.



تلهٔ طراح مزلسون و استال به سوالات زیر پاسخ ندادند:

۱- در همانندسازی دو رشتهٔ دنا چگونه از یکدیگر باز می‌شوند؟

۲- آیا هر دو رشته کاملاً از هم جدا می‌شوند و سپس همانندسازی انجام می‌شود یا جدا شدن دو رشته تدریجی و همراه با آن همانندسازی انجام می‌شود؟

✅ استفاده از نوکلئوتیدهایی با ایزوتوپ سنگین نیتروژن با هدف تشخیص رشته‌های دنای نوساز از رشته‌های قدیمی.

✅ دناهایی که با ^{15}N ساخته می‌شوند نسبت به دنای معمولی (که با ^{14}N ساخته شده است) چگالی بیشتری دارد.

✅ در ساختار بازهای آلی نیتروژن‌دار که در ساخت دنای باکتری شرکت می‌کنند، وارد شدند.

✅ **مراحل:**

۱ کشت باکتری‌ها در محیط ^{15}N ← چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط ← باکتری‌هایی تولید شدند که دنای سنگین‌تری نسبت به دنای اولیه داشتند.

۲ انتقال باکتری‌هایی با دنای سنگین به محیط ^{14}N

۳ جدا کردن باکتری‌ها در فواصل ۲۰ دقیقه‌ای از محیط کشت

۴ استخراج دنای باکتری در هر فاصلهٔ زمانی و قرار دادن در شیبی از محلول **سزیم** کلرید با غلظت **متفاوت**

۵ قرارگیری مواد در بخش‌های متفاوت از محلول در لوله براساس چگالی در اثر گریزانه کردن محلول

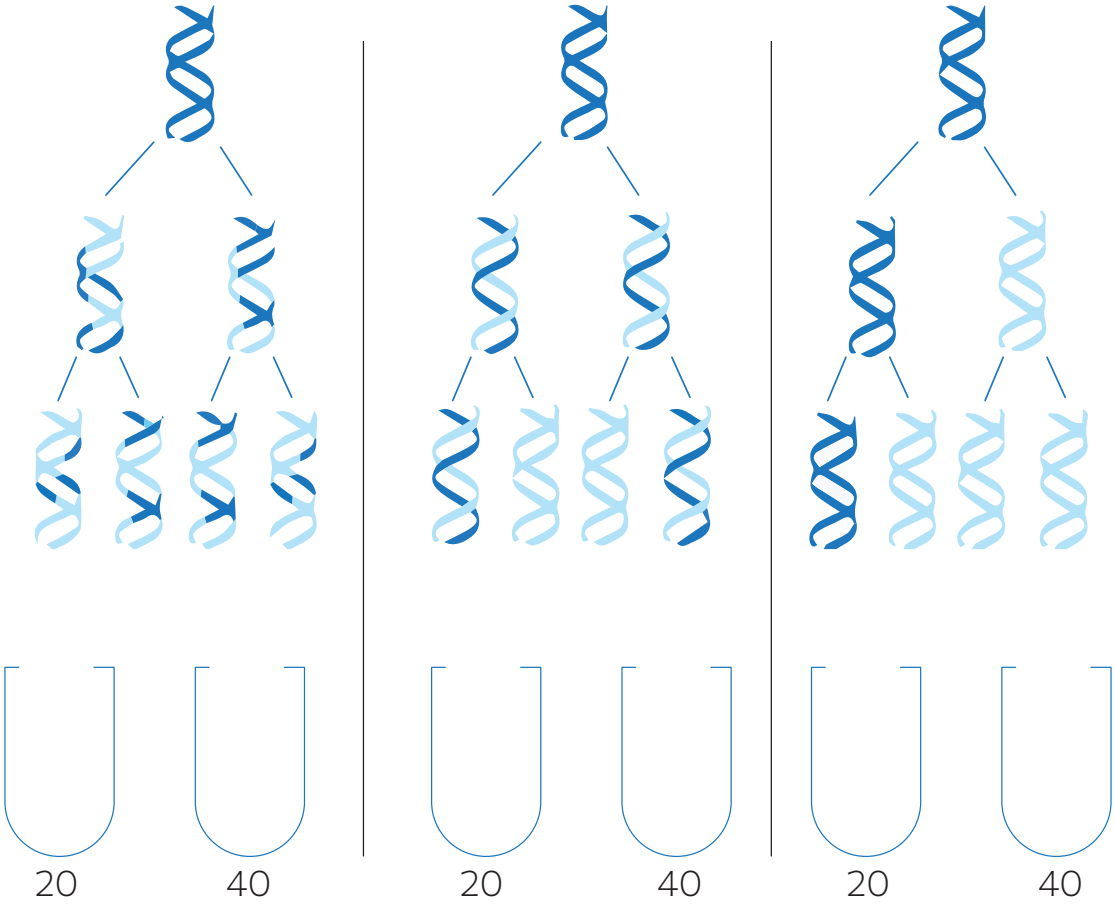
✅ **نتایج به دست آمده از آزمایشات مزلسون و استال:**

تلهٔ طراح در آزمایشات مزلسون و استال:

الف) اگر همانندسازی به صورت حفاظتی می‌بود، چون یک‌سری مولکول دنا همگی دارای نیتروژن سنگین و یک‌سری همگی دارای نیتروژن سبک‌اند از دقیقه ۲۰ به بعد همواره دو نوار در لولهٔ آزمایش مشاهده می‌شود که بیشترین فاصلهٔ را از هم دارند؛ یعنی یکی در بالای لوله و دیگری در پایین لوله. با ذکر این نکته که ضخامت نوار بالایی در هر نسل همانندسازی، افزایش می‌یابد. پس در این مدل هیچ‌گاه نواری در وسط لوله نداریم!

ب) اگر همانندسازی به صورت غیرحفاظتی می‌بود، از دقیقه ۲۰ به بعد همواره یک نوار در میانه لوله تشکیل خواهد شد، چون همواره هر دنای ایجاد شده دارای هر دو نوع نیتروژن است.

	صفر دقیقه	بعد از ۲۰ دقیقه (دور اول همانندسازی)	بعد از ۴۰ دقیقه (دور دوم همانندسازی)
تعداد نوار تشکیل شده			
موقعیت نوار تشکیل شده			
کدام طرح همانندسازی رد یا تایید شد			



عوامل و مراحل همانندسازی

پیش از همانندسازی		به کمک آنزیم‌هایی پیچ وتاب دنا باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها، جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود. تلۀ طراح پروتئین‌های همراه دنا فقط هیستون نیستند و هیستون‌ها هم فقط در یوکاریوت‌ها وجود دارند.
عوامل موثر		مولکول دنا به عنوان الگو
	واحدهای سازنده دنا	نوکلئوتیدهای سه فسفاته و آزادِ داخل یاخته که در **لحظۀ اتصال** به رشتۀ پلی‌نوکلئوتید در حال ساخت، دو فسفات خود را از دست می‌دهند.
	آنزیم‌های لازم	ضمن باز کردن دو رشته، نوکلئوتیدها را به صورت مکمل رو به روی هم قرار می‌دهند و با پیوند فسفو دی‌استر به هم متصل می‌کنند.
	هلیکاز	پس از باز شدن پیچ‌وتاب دنا و جدا شدن پروتئین‌ها از آن، هلیکازها از یک یا چند نقطه، مارپیچ دنا و دو رشتۀ آن را از هم باز می‌کنند.
		بعد از هلیکاز، انواع دیگری از آنزیم‌ها با یکدیگر فعالیت می‌کنند تا یک رشته دنا در مقابل رشتۀ الگو ساخته شود. یکی از مهم‌ترین آنزیم‌های موثر در ساخت یک رشته دنا در مقابل رشته الگو، دنابسپاراز است. دنابسپاراز نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می‌کند.
ساختارهای مهم در محل همانند سازی	دوراهی همانندسازی	در محلی که دو رشته دنا از هم جدا می‌شوند، دو ساختار Y مانند به وجود می‌آید. در هر دوراهی همانندسازی **یک** هلیکاز و **دو** دنابپساراز فعالیت دارد. در محل هر دوراهی تجمعی از نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته دیده می‌شود. تلۀ طراح دقت کنید که هر نوکلئوتیدی که در محل دوراهی همانندسازی وجود دارد، سه فسفاته نیست! مثلاً نوکلئوتیدی که در فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز از رشتۀ در حال ساخت جدا می‌شود. دنابسپاراز براساس نوع باز آلی نوکلئوتید رشتۀ الگو، نوکلئوتیدها را به **انتهای** رشتۀ در حال ساخت اضافه می‌کند. هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید سه‌فسفاته به انتهای رشتۀ پلی‌نوکلئوتید **دوتا** از فسفات‌های آن از مولکول جدا می‌شوند و نوکلئوتید به صورت **تک‌فسفاته** به رشته متصل می‌شود.

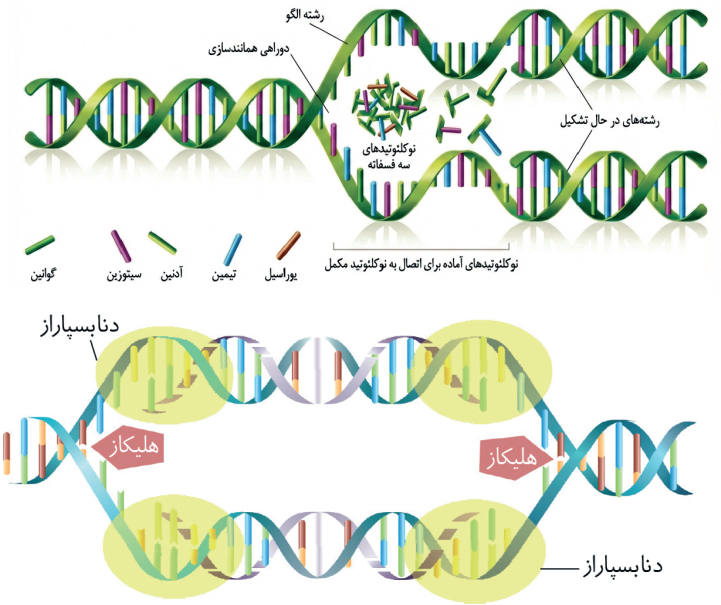
ساختارهای مهم در محل همانند سازی		با توجه به اینکه در محل همانندسازی، همانندسازی در دو جهت انجام می‌شود، به آن **همانندسازی دوجهتی** گفته می‌شود.
	حباب همانندسازی	به فاصله بین دو دوراهی همانندسازی گفته می‌شود. در این فاصله، پیوندهای هیدروژنی شکسته شده‌اند. در هر حباب همانندسازی، دو هلیکاز، ۴ دنابسپاراز و ۴ رشته در حال تشکیل دیده می‌شود.

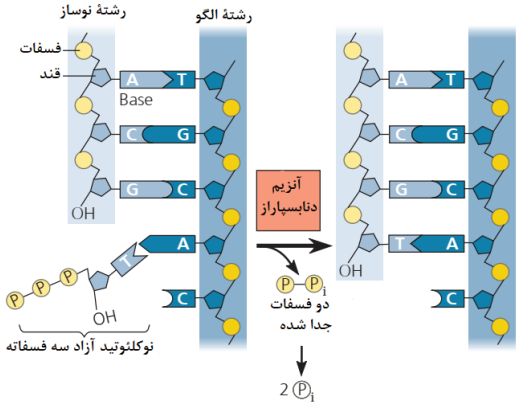
عمل همانندسازی در یوکاریوت‌ها، در بخش‌های مختلفی از یاخته می‌تواند انجام بگیرد ← هسته، راکیزه و دیسه

تلهٔ طراح منظور از نوکلئوتیدهای آماده برای اتصال به نوکلئوتیدهای مکمل، نوکلئوتیدهای تک‌فسفاته رشتهٔ الگو است.

تلهٔ طراح ترتیب اتفاقات در همانندسازی:

قرارگیری فام‌تن در جایگاه فعال انواعی آنزیم ← جدا شدن پروتئین‌های همراه دنا از آن مثل هیستون ← باز شدن پیچ‌وتاب فامینه ← اتصال دو آنزیم هلیکاز به جایگاه آغاز همانندسازی و شروع همانندسازی ← شکستن پیوندهای هیدورژنی و فاصلهٔ گرفتن دو رشتهٔ دنا از هم توسط هلیکازها ← باز شدن مارپیچ دنا و تشکیل ساختارهای Y مانند (دوراهی همانندسازی) ← تأثیر دنابسپاراز و انواعی از آنزیم‌ها برای ساخت یک رشتهٔ دنا ← بررسی رابطهٔ مکملی بین بازها و یافتن نوکلئوتید مناسب توسط دنابسپاراز ← قرارگیری نوکلئوتید سه‌فسفاتهٔ جدید مقابل نوکلئوتید رشتهٔ قدیمی ← برقراری پیوند هیدروژنی به صورت خودبه‌خودی بین دو نوکلئوتید مقابل ← شکسته شدن پیوند اشتراکی بین فسفات‌های نوکلئوتید ۳ فسفاته و تک‌فسفاته شدن آن ← تشکیل پیوند فسفودی‌استر توسط دنابسپاراز ← حرکت رو به جلوی دنابسپاراز و برگشت آن به اندازهٔ یک نوکلئوتید ← بررسی مکمل بودن بازها و قرارگیری درست نوکلئوتیدها مقابل هم ← در صورت مکمل نبودن، شکستن پیوند فسفودی‌استر ایجاد شده در مرحلهٔ قبل ← جایگزین کردن نوکلئوتید مناسب با نوکلئوتید اشتباه





نکات شکل

۱ در همانندسازی دو جهتی، دو هلیکاز از یک بخش دنا در دو جهت مختلف، رشته‌های دنا را از یکدیگر باز می‌کنند.

۲ در محل دوراهی همانندسازی، نوکلئوتید یوراسیل‌دار هم وجود دارد ولی برای ساخت دنای نوساز استفاده نمی‌شود!

۳ در جایگاه فعال هر آنزیم دنابسپاراز، دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی وجود دارد؛ یک رشته از دنای اولیه و یک رشتهٔ جدید هم در که در حال تولید شدن است.

۴ دنابسپاراز در فرآیند بسپارازی خود، فسفاتِ نوکلئوتید جدید را به گروه هیدروکسیل نوکلئوتید انتهای رشته در حال ساخت متصل می‌کند.

۵ نوکلئوتیدهای آماده برای اتصال به نوکلئوتید مکمل بخشی از رشتهٔ قدیمی هستند که پیوند هیدروژنی با سمت مقابل ندارند؛ بنابراین دارای یک گروه فسفات می‌باشند و با نوکلئوتیدهای مجاور خود پیوند فسفودی‌استر برقرار کرده‌اند.

۶ طبق این شکل، ساخت رشتهٔ نوساز بصورت قطعه قطعه انجام می‌شود و سپس یکپارچه می‌شوند!

تذکر نوکلئوتیدهای دارای باز آلی آدنین، سیتوزین و گوانین لزوما در ساختار دنا به کار نمی‌روند. در واقع چیزی که تعیین می‌کند یک نوکلئوتید در ساختار دنا به کار رود، قند نوکلئوتید است. درون هسته، ریبونوکلئوتید و دئوکسی‌ریبونوکلئوتید مشاهده می‌شوند، اما فقط دئوکسی‌ریبونوکلئوتیدها در ساختار دنا به کار می‌روند.

نکته در یک مولکول دنا تعداد حلقه‌های شش‌ضلعی برابر با تعداد نوکلئوتیدها بوده و تعداد حلقه‌های پنج‌ضلعی یک و نیم برابر تعداد نوکلئوتیدهاست.

آنزیم‌های مؤثر در همانندسازی		
قبل از همانندسازی	باز کردن پیچ‌وتاب فامینه (کروماتین)	با کمک آنزیم‌هایی (غیر از هلیکاز) انجام می‌شود.
	جدا شدن پروتئین‌های همراه دنا (نظیر هیستون‌ها در یوکاریوت‌ها)	
هنگام همانندسازی	باز کردن مارپیچ دنا	آنزیم هلیکاز ← باعث تشکیل دوراهی همانندسازی (ساختار Yمانند) می‌شود.
	باز کردن دو رشتهٔ دنا (شکستن پیوند هیدروژنی)	
	تشکیل رشتهٔ جدید دنا در مقابل رشتهٔ الگو	انواعی از آنزیم‌ها که یکی از مهم‌ترین آن‌ها، دنابسپاراز است.

نکات آنزیم دنابسپاراز (DNAپلی‌مراز)

۱ـ نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو جفت می‌کند.

۲ـ نوکلئوتیدها را بر اساس رابطهٔ مکملی مقابل هم قرار می‌دهد ← گاهی در این مورد اشتباهی صورت می‌گیرد ← بررسی رابطهٔ مکملی نوکلئوتید پس از برقراری هر پیوند فسفودی‌استر ← برداشتن نوکلئوتید در صورت نادرست‌بودن با شکستن پیوند فسفودی‌استر (فعالیت نوکلئازی)

۳ـ تشکیل پیوندهای فسفودی‌استر با فعالیت بسپارازی (پلیمرازی)

۴ـ فعالیت نوکلئازی باعث رفع اشتباه‌ها در همانندسازی می‌شود ← ویرایش

موشکافی شکلی که مشاهده می‌کنید همانندسازی دوجهتی را در یک نقطهٔ آغاز همانندسازی نشان می‌دهد. در مورد این نقطهٔ همانندسازی به نکات زیر دقت کنید:

۱) در هر نقطهٔ آغاز همانندسازی تعداد آنزیم‌های دنابسپاراز دوبرابر تعداد هلیکاز است.

۲) هر دوراهی همانندسازی شکلی شبیه به Y دارد و هلیکاز در دهانهٔ این Y قرار می‌گیرد.

۳) هلیکاز برخلاف دنابسپاراز فقط روی دنای اولیه مؤثر است و اثری روی رشته‌های دنای جدید ندارد.

۴) هر آنزیم دنابسپاراز فقط به یکی از رشته‌های دنای اولیه متصل می‌شود و فقط در ساخت یک رشتهٔ دنای جدید نقش دارد.

۵) هر آنزیم هلیکاز (برخلاف دنابسپاراز) توانایی اتصال به هر دو رشتهٔ دنای اولیه را دارد.

۶) هر رشتهٔ دنا در هر نقطهٔ همانندسازی به دو آنزیم دنابسپاراز و دو آنزیم هلیکاز متصل است. هر رشتهٔ دنا در هر دوراهی همانندسازی به یک آنزیم دنابسپاراز و یک آنزیم هلیکاز اتصال دارد.

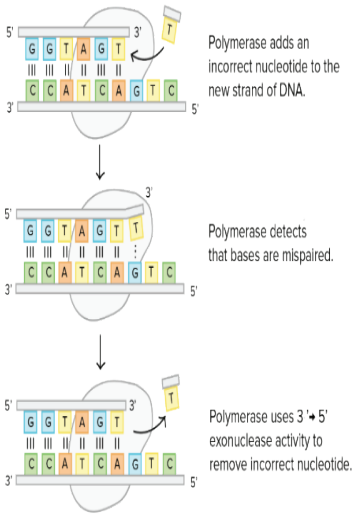
۷) دنابسپاراز توانایی شکستن پیوند هیدروژنی را ندارد!

۸) فشردگی دنا در نقطهٔ انجام همانندسازی کمتر از نقاطی است که همانندسازی انجام نشده است.

نکته پیوند فسفودی‌اســـتر از دو قطعه پیوند اشتراکی تشکیل شده است. ۱- یک پیوند بین قند و فسفات هر نوکلئوتید قرار دارد. این قسمت در ساختار نوکلئوتید است و تغییری نمی‌کند. ۲- پیوند دیگر بین قند یک نوکلئوتید و فسفات نوکلئوتید دیگر ایجاد می‌شود. شکسته یا تشکیل شدن پیوند فسفودی‌استر در واقع مربوط به این قسمت است.

فعالیت‌های دنابسپاراز + پیرایش + آنزیم‌های مرتبط با دنا از فصل ۷ دوازدهم

۱ فعالیت‌های دنابسپاراز:



- ✅ فرایند همانندسازی دنا و تقسیم یاخته‌ای با دقت زیاد انجام می‌شود. این موضوع از بروز جهش جلوگیری می‌کند.
- ✅ صحت همانندسازی و تقسیم یاخته‌ای با کمک مولکول‌های پروتئینی تنظیم می‌شود. (دنابسپاراز، پروتئین‌ها تنظیم‌کنندهٔ چرخهٔ یاخته‌ای)
- ✅ دقت زیاد همانندسازی تا حدود زیادی مربوط به رابطهٔ مکملی بین نوکلئوتیدها است.
- ✅ دنابسپاراز، نوکلئوتیدها را براساس رابطهٔ مکملی مقابل هم قرار می‌دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی صورت می‌گیرد.
- ✅ دنابسپاراز پس از برقراری **هر** پیوند فسفودی‌استر برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی را بررسی می‌کند:
- ✅ در صورت درست بودن *میگه بوس به کلهٔ فورم و کارش رو ادامه میده!*
- ✅ در صورت اشتباه بودن، نوکلئوتید اشتباهی را برداشته و نوکلئوتید درست را به جای آن قرار می‌دهد.
- ✅ برای حذف نوکلئوتید نادرست لازم است که پیوند فسفودی‌استر شکسته شود.
- ✅ در فعالیت بسپارازی، پیوند فسفودی‌استر تشکیل و در فعالیت نوکلئازی، پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شود.
- ✅ فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز که باعث رفع اشتباه‌ها در همانندسازی می‌شود ⇐ ویرایش

۲ پیرایش:

یکی از تغییرات در رنای پیک است که در آن رونوشت‌های میانه (اینترون) از رنای اولیه جدا و حذف و سایر بخش‌ها (رونوشت‌های بیانه) به هم متصل می‌شوند و و یک رنای پیک یکپارچه ساخته می‌شود.

۳ آنزیم‌های مرتبط با مولکول دنا:

	دنابسپاراز	رنابسپاراز	هلیکاز	لیگاز	برش‌دهنده	مجموعه آنزیم‌های پیرایش
تشکیل پیوند فسفودی‌استر	✓	✓	✗	✓	✗	✓
شکستن پیوند فسفودی‌استر	✓	✗	✗	✗	✓	✓
تشکیل پیوند هیدروژنی	✗	✗	✗	✗	✗	✗
شکستن پیوند هیدروژنی	✗	✓	✓	✗	✗	✗
شکستن پیوند اشتراکی	✓	✓	✗	✗	✓	✓
شکستن پیوند بین فسفاتی	✓	✓	✗	✗	✗	✗
آزاد شدن فسفات در حین فعالیت	✓	✓	✗	✗	✗	✗
انجام ویرایش	✓	✗	✗	✗	✗	✗
انجام پیرایش	✗	✗	✗	✗	✗	✓
تعداد رشتهٔ پلی نوکلئوتیدی در جایگاه فعال	۲	۳	۲	۲	۲	۱

همانندسازی در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها

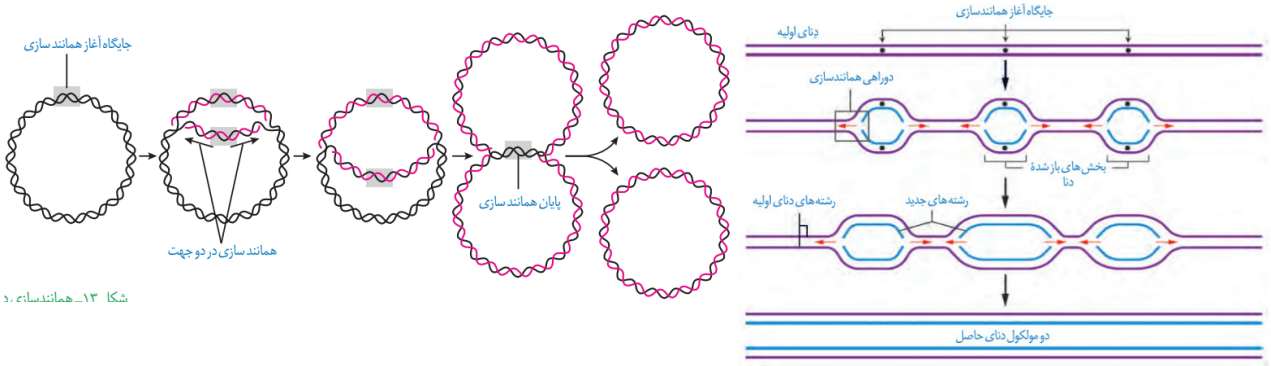
۱ در پروکاریوت‌ها:

- ✅ مولکول‌های وراثتی در غشا محصور نشده است + فام‌تن اصلی یک مولکول دنای حلقوی است که متصل به غشای یاخته است.
- ✅ اغلب پروکاریوت‌ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنای خود دارند.
- ✅ همانند یوکاریوت‌ها، همانندسازی دوجهتی در باکتری‌ها نیز وجود دارد.
- ✅ همانندسازی از یک نقطه شروع و در دو جهت ادامه می‌یابد تا به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان یابد.
- ✅ در هنگام همانندسازی، ابتدا رشته دنای خطی به‌وجود می‌آید و در نهایت دو انتهای آن به یکدیگر وصل می‌شود و تشکیل دنای حلقوی می‌دهد.

۲ در یوکاریوت‌ها:

- ✅ دنا در هر فام‌تن خطی است و مجموعه‌ای از پروتئین‌ها را همراه دارند که مهم‌ترین آنها هیستون است.
- ✅ بیشتر دنا در هسته (دنای هسته‌ای) و بخشی از آن در سیتوپلاسم (دنای سیتوپلاسمی) است.

- ☐ دنای سیتوپلاسمی ← حلقوی است و در راکیزه و دیسه‌ها قرار دارد.
- ☑ همانندسازی پیچیده‌تر از پروکاریوت‌ها؛ علت: مقدار زیاد دنا در چند فام‌تن که دنای هر فام‌تن چندبرابر دنای پروکاریوتی است.
- ☑ آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر فام‌تن چون اگر یک جایگاه آغاز در هر فام‌تن وجود داشته باشد، مدت زمان زیادی برای همانندسازی لازم است.
- ☑ تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم می‌شود؛ در مراحل مورولا و بلاستولا سرعت تقسیم زیاد ولی **پس از تشکیل اندام‌ها**، سرعت تقسیم و تعداد جایگاه‌های آغاز کم می‌شود.
- ☑ مورولا و بلاستولا در حدود یک هفته بعد از لقاح ولی در طی ماه دوم همهٔ اندام‌ها شکل مشخص می‌گیرند.



شکل ۱۳ـ همانندسازی د

نکات شکل

۱ همانندسازی در یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها در سه مرحله انجام می‌شود.

۲ در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها در زمان همانندسازی، تعداد جایگاه‌های آغاز دو برابر می‌شود.

۳ سرعت همانندسازی در بخش‌های مختلف یک دنای خطی، لزوماً برابر نیست.

۴ در همانندسازی دنای حلقوی، ابتدا رشته‌های نوساز به صورت خطی ساخته می‌شوند و سپس به شکل حلقوی در می‌آیند.

۵ در همانندسازی دنای خطی، در هر بخش باز شده از دنا، دو هلیکاز همواره از هم دور می‌شوند ولی در دنای حلقوی، هلیکازها ابتدا از هم دور و سپس به یکدیگر نزدیک می‌شوند.

۶ در هر یک از بخش‌های باز شده در همانندسازی دنای خطی، ۴ رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی وجود دارد.

۷ در دنای خطی، تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی یکی کمتر از تعداد جایگاه‌های پایان همانندسازی است.

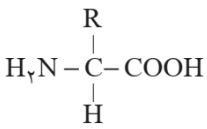
مورد مقایسه	همانندسازی دنای اصلی یوکاریوت‌ها	همانندسازی دنای اصلی پروکاریوت‌ها
محل انجام همانندسازی	هسته	سیتوپلاسم
تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی دنا	بیش از یک (چندین) جایگاه	معمولاً یک جایگاه
جهت همانندسازی	دوجهتی	دوجهتی - تک‌جهتی
تعداد هلیکاز در هر جایگاه آغاز همانندسازی	دو	یک - دو
تعداد دنابسپاراز در هر جایگاه آغاز همانندسازی	چهار	دو - چهار
تعداد هلیکاز در هر دوراهی همانندسازی	یک	یک
تعداد دنابسپاراز در هر دوراهی همانندسازی	دو	دو
تغییر تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی	امکان‌پذیر است.	امکان‌پذیر نیست.
جداشدن هیستون‌ها پیش از آغاز همانندسازی	بله	خیر (فاقد هیستون)
تعداد جایگاه آغاز و پایان همانندسازی	نابرابر	برابر
امکان قرارگیری جایگاه آغاز و پایان همانندسازی روبه‌روی هم	وجود ندارد.	وجود دارد.

مقدمه و ساختار آمینواسید + تشکیل رشتهٔ پلی‌پپتید + جایگاه‌های ریبوزوم

۱ دنا و رنا در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را برعهده دارند.

۲ پروتئین‌ها نقش بسیار مهمی در فرایندهای یاخته‌ای دارند.

۳ **ساختار عمومی آمینواسیدها:**



بخش‌های تشکیل‌دهندهٔ آمینواسید	نکات
کربن مرکزی	۱- چهار ظرفیت دارد که هر کدام از آن‌ها به یکی از موارد هیدروژن، گروه آمین، گروه کربوکسیل و گروه R اتصال دارد. ۲- دقت کنید که کربن مرکزی پیوند پپتیدی ایجاد نمی‌کند. ۳- از بین پیوندهای اشتراکی کربن مرکزی، پیوند با گروه کربوکسیل از نوع کربن – کربن، پیوند با گروه آمین از نوع کربن – نیتروژن، پیوند با هیدروژن از نوع کربن – هیدروژن و پیوند با گروه R نیز بین کربن با عنصر متغیر (بسته به نوع گروه R) است.
هیدروژن	۱- یک اتم منفرد است و گروه محسوب نمی‌شود. ۲- در بین آمینواسیدهای مختلف مشترک است.
گروه R	۱- در آمینواسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی‌های اختصاصی آمینواسید را تعیین می‌کند. ۲- خاصیت آب‌دوست یا آب‌گریز بودن آمینواسید را تعیین می‌کند. ۳- ماهیت شیمیایی این گروه، در شکل‌دهی به پروتئین موثر می‌باشد. ۴- در تشکیل ساختار سوم پروتئین‌ها نقش مهمی دارد. به این صورت که در هنگام تشکیل این ساختار، گروه‌های R آمینواسیدهای آب‌گریز به هم نزدیک می‌شوند تا در معرض آب نباشند، سپس با پیوندهای دیگری از جمله، هیدروژنی، یونی و اشتراکی، ساختار پروتئین تثبیت می‌شود. ۵- در تشکیل پیوند پپتیدی نقشی ندارد.
گروه کربوکسیل	۱- بخش اسیدی آمینواسید را تشکیل می‌دهد. ۲- فرمول شیمیایی آن به صورت COOH می‌باشد. ۳- در هنگام تشکیل پیوند پپتیدی OH آن جدا شده و کربن آن به نیتروژن آمینواسید مجاور متصل می‌شود. ۴- در هنگام تشکیل ساختار دوم پروتئین‌ها، اکسیژن آن می‌تواند با هیدروژنِ NH یک آمینواسید دیگر پیوند هیدروژنی برقرار کند.
گروه آمین	۱- بخش قلیایی آمینواسید را تشکیل می‌دهد. ۲- فرمول شیمیایی آن به صورت NH_2 می‌باشد. ۳- در هنگام تشکیل پیوند پپتیدی، یکی از هیدروژن‌های آن جدا شده و نیتروژن آن با کربن گروه کربوکسیل آمینواسید مجاور، پیوند برقرار می‌کند. ۴- در هنگام تشکیل ساختار دوم پروتئین‌ها، هیدروژن آن می‌تواند با اکسیژن گروه COO آمینواسید دیگری، پیوند هیدروژنی برقرار کند.

۴ در حضور آنزیم، بین آمینواسیدهای مختلف با واکنش سنتزآبدهی، پیوند اشتراکی پپتیدی در جایگاه A ریبوزوم تشکیل می‌شود.

تلهٔ طراح پیوند پلی‌پپتید بین دو آمینواسید است نه در یک آمینواسید!

۵ پلی‌پپتید ← زنجیره‌ای از آمینواسیدها که با پیوند پپتیدی به هم وصل شده‌اند.

۶ پروتئین ← یک یا چند زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی بلند و بدون شاخه

۷ شناسایی ترتیب خاص آمینواسیدهای یک پروتئین ← با استفاده از روش‌های شیمیایی

۸ آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگون دارند ولی فقط از ۲۰ نوع آنها برای تولید پروتئین استفاده می‌شود!

۹ شکستن پیوند بین آمینواسیدها می‌تواند بدون آنزیم نیز انجام شود! (اسید HCl)

۱۰ آمینواسیدها می‌توانند با مولکول‌های دیگر نیز پیوند اشتراکی ایجاد کنند مانند گلیکوپروتئین موسین، لیپوپروتئین LDL و HDL و آمینواسید متصل به رنای ناقل.

۱۱ در نتیجهٔ تجزیهٔ آمینواسیدها، آمونیاک تولید می‌شود که بسیار سمی است. تجمع آمونیاک در خون به سرعت به مرگ می‌انجامد.

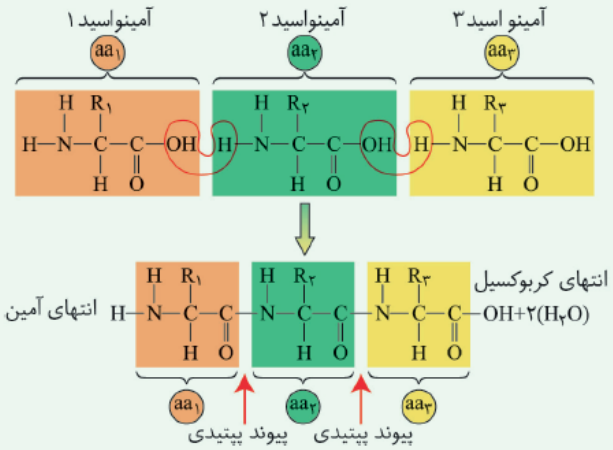
۱۲ در بیماری فنیل‌کتونوری (PKU) آنزیم **تجزیه‌کنندهٔ** فنیل‌آلانین وجود ندارد. تجمع فنیل‌آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناکی می‌شود که به مغز آسیب می‌زند.

۱۳ اومامی مزهٔ غالب غذاهایی است که آمینواسید گلوتامات دارند.

تلهٔ طراح به این دو جمله متناقض خیلی توجه کنید:

۱) هر آمینواسید می‌تواند در شکل‌دهی پروتئین موثر باشد. ۲) فقط ۲۰ نوع از آمینواسیدها در ساختار پروتئین به کار می‌روند.

نکته نکاتی در خصوص پیوند پپتیدی:



۱- تنها پیوند مؤثر در تشکیل ساختار اول پروتئین‌ها است.

۲- بین گروه آمین ($-NH_2$) یک آمینواسید و گروه کربوکسیل ($-COOH$) آمینواسید مجاور آن در همان رشتهٔ پلی‌پپتیدی تشکیل می‌شود.

۳- تعداد پیوندهای پپتیدی در یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی، یک عدد کمتر از تعداد آمینواسیدهای این رشته است و در پروتئین‌های چندرشته‌ای، تعداد پیوند پپتیدی برابر است با تعداد آمینواسیدهای پروتئین منهای تعداد رشته‌های پروتئین.

۴- تشکیل هر پیوند پپتیدی با تولید یک مولکول آب همراه است.

گروه آمین با از دست دادن (H) و گروه کربوکسیل با از دست دادن (OH) در تولید مولکول آب نقش دارند.

۵- تشکیل پیوند پپتیدی توسط آنزیم غیرپروتئینی (رنای رناتنی) انجام می‌شود، اما شکستن این پیوند توسط آنزیم‌های پروتئینی صورت می‌گیرد.

۶- گروه آمین اولین آمینواسید و گروه کربوکسیل آخرین آمینواسید یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی در تشکیل پیوند پپتیدی شرکت نمی‌کنند.

نکات شکل

۱ پیوند پپتیدی بین کربن گروه کربوکسیل یک آمینواسید و نیتروژن گروه آمین آمینواسید دیگر است.

۲ با تشکیل هر پیوند پپتیدی، یک مولکول آب آزاد می‌شود. برای تشکیل این مولکول آب، گروه آمین، هیدروژن و گروه کربوکسیل، OH (هیدروکسیل) از دست می‌دهد.

۳ در یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی اولین آمینواسید، آمین آزاد و آخرین آمینواسید، کربوکسیل آزاد دارد. بر این اساس در یک زنجیره می‌توان اولین و آخرین آمینواسید استفاده شده برای ساخت پلی‌پپتید را شناسایی کرد.

۴ رشتهٔ پلی‌پپتیدی مانند رشتهٔ اسید نوکلئیک خطی، دارای دو انتهای متفاوت می‌باشد.

نکته با توجه به این که در زمان ایجاد پیوند اشـــتراکی مولکول آب ایجاد می‌شود، می‌توان گفت که مولکول‌های آب ایجاد شده در زمان تشکیل یک پروتئین لزوماً مربوط به ایجاد پیوند پپتیدی نیستند، زیرا در هنگام تشکیل ساختار سوم نیز پیوند اشتراکی ایجاد می‌شود.

ساختار پروتئین

۱ شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن را مشخص می‌کند.

۲ استفاده از پرتوی ایکس ← یکی از راه‌های پی بردن به شکل پروتئین و دنا

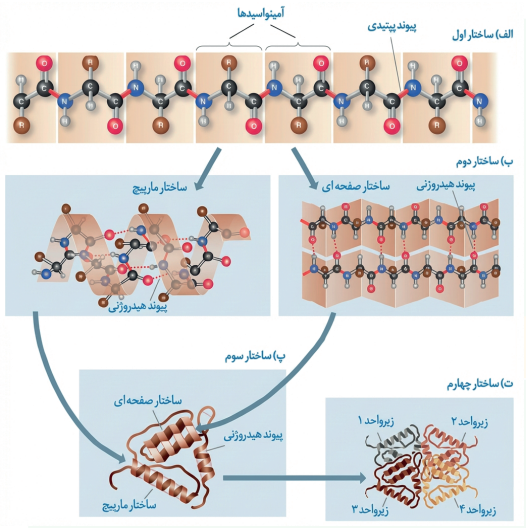
۳ با استفاده از تصاویر حاصل از پرتوی ایکس + روش‌های دیگر ← پی بردن به ساختار سه بعدی پروتئین‌ها به طوری که جایگاه هر اتم مشخص شود.

۴ ساختار پروتئین‌ها در چهار سطح بررسی می‌شود که هر ساختار **مبنای** تشکیل ساختار بالاتر است.

۵ میوگلوبین اولین پروتئینی است که **ساختار** آن شناسایی شد!

	نام دیگر	نکات	پیوندهای موجود
ساختار اول	توالی آمینواسیدها	نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها ← تعیین ساختار شکل‌گیری با پیوند پپتیدی + ساختار خطی دارد + محدود بودن توالی تنها به ۲۰ نوع آمینواسید ساختاری پروتئین‌ها + همهٔ ساختارهای دیگر به این ساختار بستگی دارد.	پپتیدی
ساختار دوم	الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی	بین بخش‌هایی از زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی + **منشأ** آن پیوند هیدروژنی است + چند حالت دارد که دو نمونه معروف آن مارپیچ و ساختار صفحه‌ای است + اولین تاخوردگی زنجیرهٔ آمینواسیدها در این ساختار دیده می‌شود.	پپتیدی هیدروژنی
ساختار سوم	تاخورده و متصل به هم	تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها + پروتئین به شکل‌های **متفاوت** در می‌آید + **شکل‌گیری** در اثر برهم کنش‌های آب‌گریز بعضی آمینواسیدهای زنجیره (نزدیکی این آمینواسیدها به هم) + **تثبیت** ساختار با پیوندهای دیگری مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی + مثال: میوگلوبین	پپتیدی هیدروژنی اشتراکی یونی
ساختار چهارم	آرایش زیرواحدها	در بعضی پروتئین‌ها وجود دارد + شکل‌گیری آن زمانی است که دو یا چند زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی در کنار هم قرار بگیرند + هر زنجیره نقشی کلیدی در شکل‌گیری پروتئین دارد + نحوهٔ آرایش زیراحدها در کنار هم، ساختار چهارم نامیده می‌شود.	همه!

نکات شکل



۱ در ساختار اول تکرار اتم‌های کربن و نیتروژن اسکلت اصلی رشته را تشکیل می‌دهد.

۲ گروه‌های R در ساختار اول به صورت یک در میان در بالا و پایین رشته قرار می‌گیرند.

۳ در ساختار مارپیچ، گروه‌های R به سمت بیرون ساختار قرار می‌گیرند.

۴ در ساختار صفحه‌ای در محل تاخوردگی، کربن مرکزی، گروه R و اتم هیدروژن متصل به کربن مرکزی وجود دارد.

۵ در ساختار دوم پیوند هیدروژنی بین اکسیژن CO و هیدروژن NH تشکیل می‌شود.

تله طراح در ساختار دوم پیوندی بین گروه‌های R تشکیل نمی‌شود.

۶ در یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی در ساختار سوم، می‌توان به صورت همزمان ساختارهای مارپیچی و صفحه‌ای را مشاهده کرد.

۷ در مرکز گروه هِم، یون (اتم) آهن دو بار مثبت وجود دارد.

۸ در ساختار سوم، به علت خاصیت آبگریزی، بعضی از گروه‌های R در سمت داخل ساختار و بعضی دیگر، به سمت بیرون ساختار قرار می‌گیرند.

۹ در ساختار چهارم، ممکن است پیوند اشتراکی (*دی‌سولفیدی*) بین بخشی از ساختار مارپیچی و بخش فاقد پیوند هیدروژنی دیده شود. (*پیداش کردی؟*)

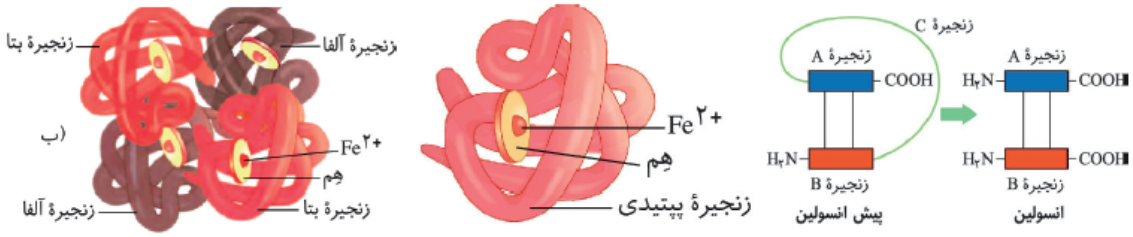
یه جمع بندی درست و درمون برای مهمترین پروتئین های کنکور

	هموگلوبین	میوگلوبین	انسولین فعال
تعداد زنجیره پلی‌پپتیدی	۴	۱	۲
ساختار نهایی	۴	۳	۴
محل تولید	گویچه های قرمز نابالغ	یاخته‌های ماهیچه‌ای	یاخته‌هایی از جزایرلانگرهانس
تعداد آمین آزاد	۴	۱	۲
تعداد کربوکسیل آزاد	۴	۱	۲

پروتئین های دارای ساختار چهارم در کتاب درسی: (انسولین فعال، پادتن، میوزین، هموگلوبین)

در میوگلوبین و هموگلوبین، گروه هِم بخش آلی ولی غیرپروتئینی است

در مرکز هر گروه هم یک اتم (یون) آهن دوبار مثبت دیده می‌شود



عملکرد پروتئین

- ✅ پروتئین‌ها **متنوع‌ترین** گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار **شیمیایی** و **عملکردی** هستند.
- ✅ پروتئین‌ها در فعالیت آنزیمی که در آن به صورت کاتالیزور زیستی عمل می‌کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می‌کنند.
- ✅ به صورت گیرنده‌هایی در سطح یاخته‌ها قرار دارند؛ مثلاً گیرنده‌های آنتی‌ژنی در سطح لنفوسیت‌ها
- ✅ هموگلوبین گازهای تنفسی را در خون منتقل می‌کنند.
- ✅ پمپ سدیم-پتاسیم در غشا وجود دارد. این پمپ یون‌های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابه‌جا می‌کند و فعالیت آنزیمی هم دارد.

✅ کلاژن پروتئینی است که باعث استحکام بافت پیوندی می‌شود. زردپی و رباط مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند.
✅ انقباض ماهیچه‌ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است.
✅ بیشتر هورمون‌ها از جمله اکسی‌توسین و انسولین که پیام‌های بین یاخته‌ای را در بدن جانوران رد و بدل می‌کنند تا تنظیم‌های مختلف در بدن انجام شود، پروتئینی هستند.
✅ پروتئین‌هایی مثل مهارکننده‌ها که بعداً با آنها آشنا خواهید شد، نقش‌های تنظیمی متعددی را در فعال و غیرفعال کردن ژن‌ها بر عهده دارند.

آنزیم

کلیات		سرعت گرفتن مناسب واکنش‌های شیمیایی ← زمانی است که انرژی اولیه (انرژی فعال‌سازی) کافی وجود داشته باشد. واکنش‌های سوخت‌وسازی با حضور آنزیم‌ها انجام می‌شود. آنزیم: افزایش برخورد مناسب مولکول‌ها و کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها آنزیم‌ها سرعت واکنش‌هایی را که در بدن موجود زنده انجام‌شدنی هستند، زیاد می‌کند. بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت‌وساز یاخته‌ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تامین نشود. محل فعالیت آنزیم: ۱) درون‌یاخته‌ای ← آنزیم‌های موثر در تنفس یاخته‌ای، فتوسنتز و همانندسازی ۲) برون‌یاخته‌ای ← آنزیم‌های ترشحی دستگاه گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز ۳) غشای یاخته ← پمپ سدیم-پتاسیم
ساختار		بیشتر آنزیم‌ها پروتئینی هستند جایگاه فعال ← بخشی از آنزیم‌ها که پیش‌ماده در آن قرار می‌گیرد. پیش‌ماده ← ترکیباتی که آنزیم روی اثر می‌کند فرآورده ← ترکیبات حاصل فعالیت آنزیم کوآنزیم ← مواد آلی مثل ویتامین‌ها و کوآنزیم A که به آنزیم کمک می‌کند. + بعضی از آنزیم‌ها به یون‌های فلزی مانند آهن و مس نیاز دارند. وجود بعضی از مواد سمی مثل سیانید و آرسنیک ← قرارگرفتن در جایگاه فعال آنزیم ← مانع فعالت آنزیم ← مردن یاخته در اثر بعضی از این مواد
عملکرد اختصاصی		هر آنزیم روی یک یا چند پیش‌مادهٔ خاص موثر است ← آنزیم عمل اختصاصی دارد. مطابقت داشتن (مکمل بودن) شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش‌ماده یا بخشی از آن بعضی از آنزیم‌ها بیش از یک نوع واکنش با سرعت می‌بخشند.
عوامل موثر بر فعالیت آنزیم‌ها	**pH محیط**	pH بخش‌های مختلف بدن: ترشحات معده، حدود ۲، خون حدود ۷/۴، بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸. بهینه: ویژه هر آنزیم که در آن بهترین فعالیت دارد. مثال: بهینه پپسین ← حدود ۲ / آنزیم‌های وارد شده به دوازدهه از لوزالمعده ← حدود ۸ تغییر محیط ← اثر بر پیوندهای شیمیایی مولکول پروتئین ← تغییر شکل آنزیم ← از بین رفتن امکان اتصال آنزیم به پیش‌ماده ← تغییر در فعالیت آنزیم.
	دما	بهترین فعالیت اغلب آنزیم‌های بدن انسان در دمای ۷۳ درجه است. *(بیفه چند بود؟)* افزایش دما: ممکن است آنزیم شکل غیرطبیعی یا برگشت‌ناپذیر پیدا کند و غیرفعال شود. کاهش دما: آنزیم‌های غیرفعال شده با برگشت دما به حالت طبیعی، می‌توانند فعال شوند. تب بالا ممکن است آنزیم‌ها را غیرفعال کند، بنابراین عملکرد آنها در یاخته و بدن مختل می‌شود. عمل نکردن دائمی آنزیم‌ها ممکن است باعث غیرفعال شدن دستگاه‌های بدن و حتی مرگ شود. از ویژگی تاثیرپذیری آنزیم‌ها نسبت به تغییرات دما در آزمایشگاه چگونه می‌توان استفاده کرد؟ برای غیرفعال کردن دائمی آنزیم‌ها از دمای بالا ولی برای غیرفعال کردن موقتی و برگشت‌پذیر برای مدتی از دمای پایین استفاده می‌شود. بعضی از ترشحات میکروب‌ها با اثر بر هیپوتالاموس باعث بالا رفتن دمای بدن می‌شود.
	غلظت آنزیم و پیش‌ماده	مقدار بسیار کم آنزیم، برای تبدیل کردن مقدار زیادی پیش‌ماده به فراورده در واحد زمان کافی است. افزایش غلظت پیش‌ماده در محیط فعالیت آنزیم ← افزایش سرعت واکنش تا زمانی که تمامی جایگاه‌های فعال آنزیم‌ها با پیش‌ماده اشغال شوند ← ثابت شدن سرعت واکنش

کاربرد آنزیم‌ها در صنعت

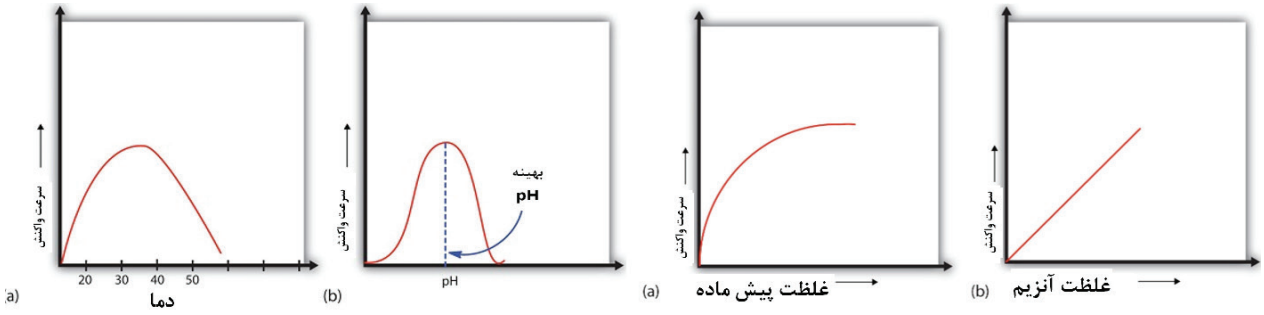
استفاده در صنایع متفاوت تولید دارو، خوراکی، آشامیدنی و سوخت‌های زیستی

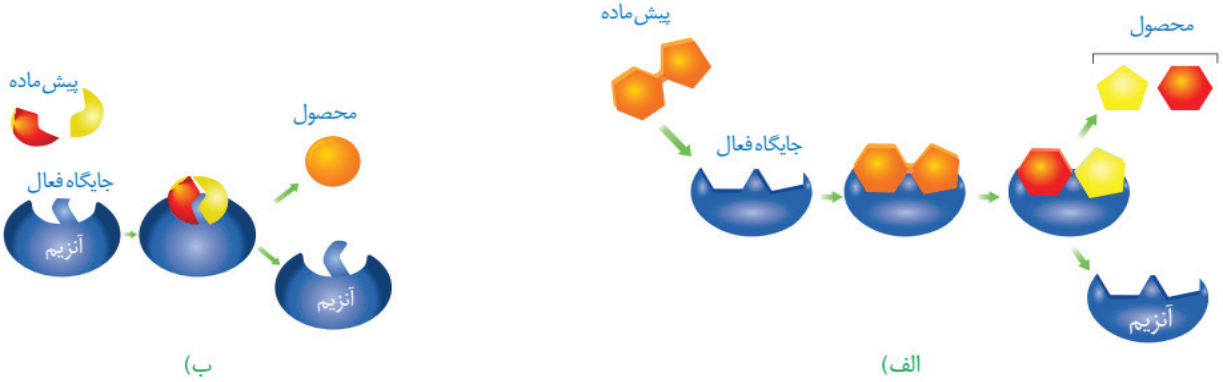
جانداران فتوسنتزکننده درون فتوبیوراکتورها انواعی از مواد را می‌سازند که می‌توان از آنها در تولید سوخت زیستی، دارو، مکمل‌های غذایی و ترکیبات دیگر استفاده کرد.

سلولاز ← تجزیهٔ سلولز به گلوکز + استفاده در کاغذسازی و تولید سوخت زیستی

مایه‌پنیر ← نام عمومی آنزیم‌های تبدیل‌کنندهٔ شیر به پنیر با دلمه کردن پروتئین‌های شیر + به طور سنتی از معده (نوزادان) جانورانی مانند گوسفند و گاو + امروز انواعی مایه پنیر از گیاهان و ریزجانداران به دست می‌آید.

تولید انواعی از شوینده‌ها با قدرت تمیزکنندگی بالا در صنایع شوینده به استفاده از لیپازها، پروتئازها و آمیلازها





نکات شکل

۱ جایگاه فعال یک آنزیم می‌تواند دو بخشی باشد.

۲ واکنش‌های سوخت و سازی بدن در دو نوع ترکیب و تجزیه قرار دارند.

نکته **در ســـطح کتاب درسی، آنزیم‌ها از نظر فعالیت به چند دسته تقسیم می‌شوند:** ۱- آنزیم‌هایی که فقط واکنش تجزیه انجام می‌دهند (آنزیم‌های گوارشی) ۲- آنزیم‌هایی که فقط واکنش ترکیب انجام می‌دهند (مثل آنزیم سازندهٔ گلیکوژن در کبد) ۳- آنزیم‌هایی که هم واکنش تجزیه و هم واکنش ترکیب انجام می‌دهند (مثل دنابســـپاراز) ۴- آنزیم‌هایی که انتقـــال یک گروه را از مولکولی به مولکول دیگر انجام می‌دهند (مثل آنزیمی که در مرحلهٔ اول گلیکولیز، گروه فسفات را از ATP به قند منتقل می‌کند) (دوازدهم - فصل ۵)

جمع بندی: ترکیبات سمی مختلفی توی کتاب‌های درسی ذکرشده :

۱- ترکیبات سمی نیتروژن‌دار که از بدن دفع می‌شوند: آمونیاک، اوره و اوریک اسید! همگی ترکیباتی سمی هستند که باید از بدن دفع شوند. در بین همهٔ این ترکیبات، آمونیاک از همه سمیت بیشتری دارد و خطرناک‌تر است!

۲- کربن‌مونوکسید: ترکیب تنفسی سمی است که می‌تواند با اتصال به هموگلوبین، مانع انتقال گاز اکسیژن شود. هم‌چنین با اثر بر زنجیرهٔ انتقال الکترون غشای درونی راکیزه باعث اختلال در فرایند تنفس یاخته‌ای هوازی می‌شود. (دوازدهم – فصل ۵)

۳- آرسنیک: ترکیبی سمی است که با اشغال جایگاه فعال آنزیم‌ها می‌تواند باعث اختلال در عملکرد آن‌ها شود. ضمناً یادت باشد که نوعی سرخس می‌تواند مقادیر بالایی از آرسنیک را در خود به صورت ایمن نگه دارد! (دهم – فصل ۷)

۴- ترکیبات سیانیددار: سیانید نوعی ترکیب سمی است که با اشغال جایگاه فعال آنزیمی موثر در تنفس یاخته‌ای می‌تواند باعث اختلال در عملکرد آن‌ها شود.

۵- ترکیباتی که رادیکال‌های آزاد دارند دارای سمیت هستند و باعث اختلال در عملکرد مولکول‌های شیمیایی یاخته‌های بدن می‌شوند. (دوازدهم – فصل ۵)

نکته سرعت واکنش را می‌توان با دو مفهوم دیگر هم بیان کرد: سرعت مصرف پیش ماده و یا سرعت تولید فراورده!

نکته **pH اســیدی دو اثر مختلف دارد:** ۱- غیرفعال شـــدن آنزیم پروتئینی: در این زمان باعث تغییر سطح ساختاری سوم پروتئین آنزیمی و در نتیجه مهار عملکرد آنزیم می‌شود. ۲- فعال‌سازی شکل غیرفعال آنزیم مانند پروتئازهای معده: در این زمان با جداسازی بخشی از شکل غیرفعال مولکول (مانند پپسینوژن)، باعث فعال شدن آنزیم (برای مثال تولید پپسین) می‌شود. در این حالت نیز بر یکی از سطوح ساختاری پروتئین مؤثر است.

نکته افزایش دمای شدید ← ممکن است باعث تغییر برهم‌کنش‌های آب‌گریز شود ← باعث ایجاد شکل غیرطبیعی در پروتئین شود ← این تغییر ممکن است برگشت ناپذیر باشد.

نکته تغییر شـــدید pH محیط اطراف آنزیم ← ممکن است پیوندهای شیمیایی آنزیم را تغییر دهد ← باعث تغییر شکل پروتئین شود ← اختلال در عملکرد پروتئین ایجاد شود.

نکته **اختلال در عملکرد آنزیم‌ها در حد کتاب درسی به دو صورت انجام می‌گیرد:**
۱- جایگاه فعال آنزیم توسط مادهٔ سمی اشغال شود. ۲- شکل سه بعدی و در نتیجه شکل جایگاه فعال آنزیم دچار تغییر شود.

فرعیات!

☐	۱ پوشینهٔ باکتری استرپتوکوکوس نومونیا، ضخامتی کمتر از ۲۰۰ نانومتر دارد.
☐	۲ محتویات سیتوپلاسم باکتری استرپتوکوکوس نومونیا، توزیع یکسان دارند.
☐	۳ بدنبال تزریق باکتری‌های بدون پوشینه به موش زنده، پاسخ ایمنی ایجاد نمی‌گردد.
☐	۴ در سومین مرحله از آزمایش ایوری، آنزیم تخریب‌کنندهٔ اسیدنوکلئیک استفاده شد.
☐	۵ در سومین مرحله از آزمایش ایوری، در محیط کشتی انتقال صفت رخ نداد که اسیدهای نوکلئیک تخریب شده بود.
☐	۶ در ساختار مارپیچی دنا، در هر سمت که شیار بزرگ دیده می‌شود، در سمت مقابل آن شیار کوچک وجود دارد.
☐	۷ برای یک دور کامل پیچش دنا به دور محور فرضی، ۱۰ جفت نوکلئوتید لازم است.
☐	۸ نیتروژن‌های نشانه‌گذاری شده در آزمایش مزلسون و استال، رادیواکتیو بودند.
☐	۹ باکتری E.Coli که در آزمایش مزلسون و استال استفاده شد، فاقد دیسک بوده و میله‌ای شکل است.
☐	۱۰ در چهارمین مرحله از آزمایش مزلسون و استال، همهٔ نمونه‌ها بصورت همزمان گریز داده می‌شوند.
☐	۱۱ باکتری‌ها علاوه بر همانندسازی بصورت دوجهتی می‌توانند همانندسازی تک‌جهتی نیز داشته باشند.
☐	۱۲ پس از جدا شدن دو فسفات از نوکلئوتید آزاد، پیوند فسفودی‌استر با رشتهٔ نوساز برقرار می‌شود.
☐	۱۳ در بعضی یوکاریوت‌ها ساخت رنا می‌تواند در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ دهد.
☐	۱۴ بررسی رابطهٔ مکملی بین نوکلئوتیدهای رشتهٔ نوساز و قدیمی، پس از تشکیل پیوند فسفودی استر انجام می‌شود.
☐	۱۵ قبل از تشکیل پیوند فسفودی‌استر در همانندسازی، نوکلئوتید مناسب بر اساس رابطهٔ مکملی، مقابل رشتهٔ الگو قرار می‌گیرد.
☐	۱۶ نوکلئوتیدی که در فرایند ویرایش از رشتهٔ در حال ساخت جدا می‌شود، می‌تواند توسط دنابسپاراز در مقابل نوکلئوتید صحیح قرار بگیرد.
☐	۱۷ دقت زیاد همانندسازی تنها مربوط به رابطهٔ مکملی بین بازهای آلی می‌باشد.
☐	۱۸ در سه ماههٔ اول، جنین به سرعت رشد نمی‌کند.
☐	۱۹ همهٔ واکنش‌های سوخت و سازی آنزیمی هستند.
☐	۲۰ بسیاری از واکنش‌های بدن، آنزیمی هستند.

مهمات

جملات مهم!

۱ دنا، رنا و پروتئین مولکول‌های مرتبط با ژن هستند.

۲ دستورالعمل‌های هسته در **حین تقسیم** از یاخته‌ای به یاخته‌ای دیگر و در حین **تولیدمثل** از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود.

۳ از نتایج آزمایشات گریفیت مشخص شد که مادهٔ وراثتی می‌تواند به یاختهٔ دیگری منتقل شود ولی **ماهیت** این ماده و **چگونگی** انتقال آن مشخص **نشد**.

۴ آزمایشات **اول و دوم**، ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دِنا است.

۵ رشته‌های پلی نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسید را می‌سازند، مثل رنا، یا به صورت دوتایی مقابل هم قرار می‌گیرند و نوکلئیک اسیدهایی مثل دِنا را می‌سازند.

۶ ویلکینز و فرانکلین با بررسی تصاویر تهیه شده از دنا با کمک پرتوهای ایکس، در مورد ساختار دِنا نتایجی را به دست آوردند از جمله اینکه دِنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد. البته با استفاده از این روش ابعاد مولکول‌ها را نیز تشخیص دادند.

۷ **ستون**‌های نردبان مارپیچ دنا را **قند و فسفات** و **پله**‌ها را **بازهای** آلی تشکیل می‌دهند.

۸ نحوهٔ قرارگیری جفت بازها باعث می‌شود که قطر مولکول **دنا** در سراسر آن **یکسان** باشد؛ زیرا یک باز تک حلقه‌ای در مقابل یک باز دو حلقه‌ای قرار می گیرد و باعث **پایداری** مولکول دنا می‌شود.

۹ با توجه به اینکه دِنا به عنوان ماده وراثتی، حاوی اطلاعات یاخته است، این پرسش مطرح می‌شود که هنگام تقسیم یاخته، این اطلاعات، چگونه بدون کم وکاست به دو یاخته حاصل از تقسیم می‌رسند؟

۱۰ برای سنجش چگالی **دِناها** در هر فاصلهٔ زمانی، دِنای باکتری را استخراج و در شیبی از محلول **سزیم کلرید** با غلظت‌های **متفاوت** و در سرعتی بسیار بالا گریز دادند؛ در نتیجه مواد بر اساس **چگالی** در بخش‌های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند.

۱۱ منظور از نوکلئوتیدهای آماده برای اتصال به نوکلئوتید مکمل، نوکلئوتیدهای درون رشتهٔ الگو است نه نوکلئوتیدهای آزاد و سه‌فسفاته!

۱۲ در پروکاریوت‌ها مولکول‌های وراثتی در غشا محصور نشده و فام‌تن اصلی دارای یک مولکول دِنای حلقوی است که در سیتوپلاسم و به غشای یاخته متصل است.

۱۳ همانند یوکاریوت‌ها، همانندسازی دو جهتی در باکتری‌ها نیز وجود دارد.

۱۴ در یوکاریوت ها دِنا در هر فام‌تن به صورت خطی است.

۱۵ هرآمینواسید می‌تواند در شکل‌دهی پروتئین مؤثر باشد و تأثیر آن به ماهیت **شیمیایی** گروه **R** بستگی دارد.

۱۶ با در نظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و اینکه محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین‌ها وجود ندارد پروتئین‌های حاصل می‌توانند بسیار متنوع باشند.

۱۷ در ساختار مجموعهٔ نیروهای برهم‌کنش‌های آب‌گریز، پیوندهای اشتراکی، یونی و هیدروژنی قسمت‌های مختلف پروتئین را به صورت به هم پیچیده در کنار هم نگه می‌دارند.

۱۸ هر یک از زنجیره‌های **هموگلوبین** در ساختار **دوم** به شکل **مارپیچ** در می‌آیند.

۱۹ انقباض ماهیچه‌ها نیز ناشی از حرکت **لغزشی** دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است.

۲۰ واکنش‌های سوخت‌وسازی با حضور آنزیم انجام می‌شوند.

۲۱ آنزیم‌ها در پایان واکنش‌ها دست نخورده باقی می‌مانند تا بدن بتواند بارها از آنها استفاده کند. به همین دلیل یاخته‌ها به مقدار کم به آنزیم‌ها نیاز دارند.

۲۲ تغییر pH محیط با تأثیر بر پیوندهای شیمیایی مولکول پروتئین می‌تواند باعث تغییر شکل آنزیم شود و در نتیجه امکان اتصال آن به پیش ماده از بین برود، در نتیجه میزان فعالیت آن تغییر می‌کند.

۲۳ افزایش غلظت پیش ماده در محیطی که آنزیم وجود دارد نیز می‌تواند تا حدی باعث افزایش سرعت شود ولی این افزایش تا زمانی ادامه می‌یابد که تمامی جایگاه‌های فعال آنزیم ها با پیش ماده اشغال شوند.

۲۴ از آنزیم‌ها در صنایع تولید دارو، خوراکی، آشامیدنی و سوخت‌های زیستی استفاده می‌شود.

۲۵ مایه پنیر نام عمومی برای آنزیم‌هایی است که با دلمه کردن **پروتئین** شیر آن را به پنیر تبدیل می‌کنند.

۲۶ مایه پنیر به طور سنتی از **معده** نوزادان گوسفند و گاو ولی امروزه انواعی از مایه پنیرها از **گیاهان** و **ریزجانداران** به دست می‌آید.

۲۷ آنزیم سلولاز در کاغذسازی و تولید سوخت‌های زیستی استفاده می‌شود.

قید ها

قیدها

نوکلئیک‌اسیدها

۱ـ گریفیت پس از انجام آزمایش دوم خود، نتیجه گرفت وجود پوشینه (کپسول) به‌تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست.
۲ـ گریفیت در آزمایش چهارم خود مشاهده کرد که تعدادی از باکتری‌های بدون پوشینه (کپسول) به‌نحوی تغییر کرده و پوشینه‌دار شده‌اند.
۳ـ ایوری و همکارانش در آزمایش اول خود، تمامی پروتئین‌های موجود در عصارهٔ استخراج‌شده از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده را تخریب کردند.
۴ـ نوکلئیک‌اسیدها همگی بسپار (پلیمرهایی) از واحدهای تکرارشونده به نام نوکلئوتید هستند.
۵ـ در نوکلئیک‌اسیدهای خطی گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است؛ بنابراین هر رشتهٔ دِنا و رِنای خطی همیشه دو سر متفاوت دارد.
۶ـ در ابتدا تصور می‌شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دِنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند. بر این اساس دانشمندان انتظار داشتند که مقدار ۴ نوع باز آلی در تمامی مولکول‌های دِنا از هر جانداری که به‌دست آمده باشد، با یکدیگر برابر باشد.
۷ـ پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشتهٔ دِنا را در مقابل هم نگه می‌دارد. این پیوندها بین جفت‌بازها به‌صورت اختصاصی تشکیل می‌شوند. بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود. قرارگیری جفت‌بازها به این شکل باعث می‌شود که قطر مولکول دِنا در سراسر آن یکسان باشد.

۸ـ اگرچه هر پیوند هیدروژنی به‌تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن‌ها به مولکول دِنا حالت پایدارتری می‌دهد. در عین حال، دو رشتهٔ دِنا در موقع نیاز هم می‌توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آن‌ها به هم بخورد.
۹ـ ژن بخشی از مولکول دِنا است که بیان آن می‌تواند به تولید رِنا یا پلی‌پپتید بینجامد.
۱۰ـ نوکلئوتید آدنین‌دار ATP (آدنوزین تری‌فسفات) به‌عنوان منبع رایج انرژی در یاخته است.

همانندسازی دِنا

۱ـ در محلی که قرار است همانندسازی انجام شود، دو رشته از هم باز می‌شوند. بقیه قسمت‌ها بسته هستند و به‌تدریج باز می‌شوند.
۲ـ قبل از همانندسازی دِنا باید پیچ‌وتاب فامینه (کروماتین)، باز و پروتئین‌های همراه دِنا از آن جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود.
۳ـ انواعی از آنزیم‌ها با همدیگر فعالیت می‌کنند تا یک رشتهٔ دِنا در مقابل رشتهٔ الگو ساخته شود. یکی از مهم‌ترین آن‌ها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو جفت می‌کند، دِنابسپاراز (DNAپلی‌مراز) است.
۴ـ پروکاریوت‌ها علاوه‌بر دِنای اصلی ممکن است مولکول‌هایی از دِنایی دیگر به نام دیسَک (پلازمید) داشته باشند.
۵ـ اغلب پروکاریوت‌ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دِنای خود دارند.
۶ـ در یوکاریوت‌ها دِنا در هر فام‌تن به‌صورت خطی است و مجموعه‌ای از پروتئین‌ها که مهم‌ترین آن‌ها هیستون‌ها هستند، همراه آن قرار دارند. بیشتر دِنا درون هسته قرار دارد که به آن دِنای هسته‌ای می‌گویند. در یوکاریوت‌ها علاوه‌بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری دِنا وجود دارد که به آن دِنای سیتوپلاسمی می‌گویند.
۷ـ همانندسازی در یوکاریوت‌ها بسیار پیچیده‌تر از پروکاریوت‌هاست. علت این مسئله وجود مقدار زیاد دِنا و قرار داشتن در چندین فام‌تن (کروموزوم) است که هر از آن‌ها چندین برابر دِنای باکتری هستند.

ساختار آمینواسید و پروتئین

۱ـ پروتئین‌ها نقش بسیار مهمی در فرایندهای یاخته‌ای دارند.
۲ـ گروه R در آمینواسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی‌های منحصربه‌فرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد. هر آمینواسید می‌تواند در شکل‌دهی پروتئین مؤثر باشد و تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.
۳ـ پروتئین‌ها از یک یا چند زنجیرهٔ بلند و بدون شاخه از پلی‌پپتیدها ساخته شده‌اند. هر نوع پروتئین، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد.
۴ـ اگرچه آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند، اما فقط ۲۰ نوع از آن‌ها در ساختار پروتئین‌ها به کار می‌روند.
۵ـ اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد، میوگلوبین بود.
۶ـ تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می‌شود و ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد.
۷ـ با توجه به اهمیت توالی آمینواسیدها در ساختار اول، همهٔ سطوح دیگر ساختاری در پروتئین‌ها به این ساختار بستگی دارد.
۸ـ بین بخش‌هایی از زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی می‌تواند پیوندهای هیدروژنی برقرار شود. این پیوندها منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین‌ها هستند که به چند صورت دیده می‌شوند. دو نمونهٔ معروف آن‌ها ساختار مارپیچ و ساختار صفحه‌ای است.
۹ـ در ساختار سوم، تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها رخ می‌دهد و پروتئین‌ها به شکل‌های متفاوتی در می‌آیند.
۱۰ـ ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم می‌تواند ساختار و عملکرد آن را به‌شدت تغییر دهد.
۱۱ـ بعضی پروتئین‌ها ساختار چهارم دارد. در این ساختار، هر یک از زنجیره‌ها نقشی کلیدی در شکل‌گیری پروتئین دارند.

نقش پروتئین و عملکرد آنزیم

۱ـ پروتئین‌ها متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند.
۲ـ بیشتر هورمون‌ها از جمله اکسی‌توسین و انسولین، پروتئینی هستند.
۳ـ آنزیم‌ها سرعت واکنش‌هایی را که در بدن موجود زنده انجام‌شدنی هستند، زیاد می‌کنند. بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت‌وساز یاخته‌ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تأمین نشود.
۴ـ بیشتر آنزیم‌ها پروتئینی هستند.
۵ـ بعضی آنزیم‌ها برای فعالیت به یون‌های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین‌ها نیاز دارند.
۶ـ وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می‌تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می‌شوند.
۷ـ هر آنزیم روی یک یا چند پیش‌مادهٔ خاص مؤثر است؛ بنابراین گفته می‌شود که آنزیم‌ها عمل اختصاصی دارند. شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش‌ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و به‌اصطلاح مکمل یکدیگرند. اگرچه آنزیم‌ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آن‌ها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند.
۸ـ آنزیم‌ها در همهٔ واکنش‌های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می‌کنند، سرعت واکنش را زیاد می‌کنند اما در پایان واکنش‌ها دست‌نخورده باقی می‌مانند تا بدون بتواند

بارها از آن‌ها استفاده کند. به همین دلیل یاخته‌ها به مقدار کم به آنزیم‌ها نیاز دارد. البته به‌مرور مقداری از آن‌ها از بین می‌روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم‌های جدید می‌شود.

۹ـ pH بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است. هر آنزیم در یک pH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن pH بهینه می‌گویند.

۱۰ـ آنزیم‌های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد بهترین فعالیت را دارند. این آنزیم‌ها در دمای بالاتر ممکن است شکل غیرطبیعی یا برگشت‌ناپذیر پیدا کنند و غیرفعال شوند.

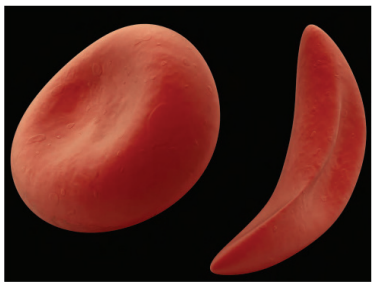
۱۱ـ مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش‌ماده را در واحد زمان به فراورده تبدیل کند.

۱۲ـ افزایش غلظت پیش‌ماده در محیطی که آنزیم وجود دارد نیز می‌تواند تا حدی باعث افزایش سرعت شود ولی این افزایش تا زمانی ادامه می‌یابد که تمامی جایگاه‌های فعال آنزیم‌ها با پیش‌ماده اشغال شوند.

فصل دوم: جریان اطلاعات دریافته

رابطه ژن و پروتئین

۱ بیماری کم‌خونی داسی‌شکل:



✅ رابطهٔ بین ژن و پروتئین را نشان می‌دهد.

✅ علت: نوعی تغییر ژنی از نوع جهش **جانشینی دگرمعنا** است که باعث می‌شود هموگلوبین در رشته‌های **بتا** دچار تغییر شود ← تغییر شکل گویچه‌های قرمز از حالت گرد به داسی

✅ تغییر ژنی مربوط به هموگلوبین بسیار جزئی است و در آن تنها **یک جفت** از صدها جفت نوکلئوتید دنا در افراد بیمار تغییر یافته است.

✅ شگفتا تغییر در یک نوکلئوتید از میلیون‌ها نوکلئوتید انسان، می‌تواند پیامدی چنین وخیم را به دنبال داشته باشد.

✅ گویچه‌های قرمز سالم مقعرالطرفین هستند در صورتی که گویچهٔ داسی در یک سمت مقعر و در سمت دیگه محدب است.

۲ اطلاعات ژنی

تلهٔ طراح *نوع اطلاعات نه مقدار آن!* درون یاخته‌های **پیکری هسته‌دار** یک فرد مشابه است.

۳ در انسان بعضی ژن‌ها فقط درون بعضی یاخته‌ها و بعضی دیگر در همهٔ یاخته‌های هسته‌دار بروز می‌کنند. مثلاً ژن هموگلوبین تنها در گویچهٔ قرمز بروز می‌کند.

۴ دلیل ارتباط بین نوکلئوتیدهای ژن و آمینواسیدهای پلی‌پپتید ← دستورالعمل‌های ساخت پلی‌پپتید در دنا قرار دارد.

۵ چهار نوع نوکلئوتید مولکول دنا **فقط** در نوع بازهای آلی تفاوت دارند.

۶ هر توالی ۳تایی از نوکلئوتیدهای دنا، بیانگر نوعی آمینواسید است.

تلهٔ طراح *جملهٔ سمی کتاب درسی!*

۷ با ۴ نوع نوکلئوتید به کار رفته در دنا، ۶۴ توالی ۳ نوکلئوتیدی مختلف ایجاد می‌شود که می‌توانند رمز ساخت پلی‌پپتیدهایی با ۲۰ نوع آمینواسید را داشته باشند ← به هر یک از این توالی‌های سه نوکلئوتیدی در دنا رمز می‌گویند.

۸ پلی‌پپتیدها براساس اطلاعات دنا و توسط رناتن‌ها در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند.

۹ مکان‌یابی فرآیندها:

	یاختهٔ یوکاریوت	یاختهٔ پروکاریوت
همانندسازی	هسته (فقط بعضی از یاخته‌ها) – راکیزه – دیسه	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
رونویسی	هسته – راکیزه – دیسه	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
ترجمه	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم – روی آندوپلاسمی‌زبر – راکیزه – دیسه	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
تنظیم بیان ژن	هسته – راکیزه – دیسه – بیرون از یاخته	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم – بیرون از یاخته

۱۰ درون هسته پروتئین‌سازی انجام **نمی‌شود**؛ چون رناتن در هسته حضور ندارد.

۱۱ اطلاعات دنا برای ساختن پلی‌پپتید ضروری است.

۱۲ انواعی از رنا در یاخته وجود دارد که در پروتئین‌سازی نقش دارند:

✅ رنای پیک ← محتوی اطلاعات لازم برای تولید پلی‌پپتید

✅ رنای ناقل ← حمل آمینواسید لازم برای تولید پلی‌پپتید

✅ رنای رناتنی ← شرکت در ساختار رناتن

۱۳ مقایسهٔ رونویسی و همانندسازی:

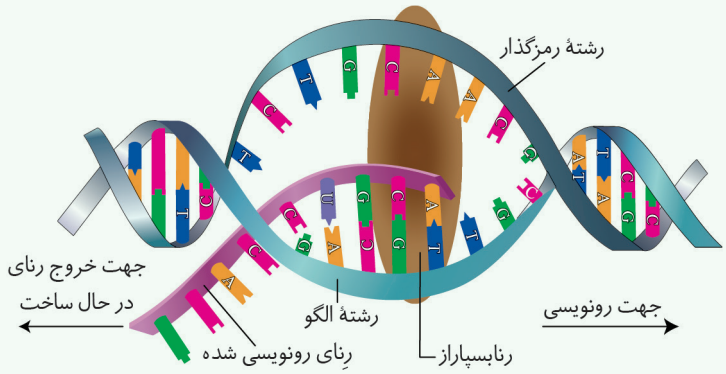
	همانندسازی	رونویسی
مولکول الگو	دنا (هر دو رشتهٔ آن به طور کامل)	دنا (بخشی از یکی از رشته‌های آن)
تعداد انجام در هر چرخهٔ یاخته‌ای	۱	چندین بار
تعداد مراحل	۳	۳
نوع نوکلئوتیدهای مورد استفاده	دئوکسی‌ریبونوکلئوتید	ریبونوکلئوتید
اساس قرارگیری نوکلئوتید در محصول	توجه به نوع باز آلی نوکلئوتیدهای دنا (رشتهٔ الگو)	
تعداد آنزیم موثر	بیش از یک نوع آنزیم	بیش از یک آنزیم
وضعیت رشتهٔ نوساز	به الگو متصل باقی می‌ماند.	از رشتهٔ الگو جدا می‌شود.

تلهٔ طراح در فصل ۷ دوازدهم تولید دنا با الگوبرداری از مولکول رنا صورت می‌گیرد که به رونویسی معکوس معروف است!

نکات شکل

۱ آنزیم رونویسی‌کننده هر دو رشتهٔ دنا را احاطه می‌کند ولی تنها از یکی از آنها، الگوبرداری انجام می‌دهد.

۲ پیوندهای هیدروژنی بین رنا و دنا که در فرایند رونویسی تشکیل می‌شود، پایدار نیست و با جلو رفتن رنابسپاراز در طول دنا، این پیوندها شکسته می‌شود.



تلهٔ طراح در فرایند رونویسی تشکیل پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ باز شدهٔ دنا، بین رنا و دنا و همین‌طور شکستن این پیوند بین دنا و رنا، بدون آنزیم و به صورت خودبه‌خودی است.

رونویسی

آنزیم‌های موثر

- ✅ رنابسپاراز ← عنوان کلی آنزیم‌های تسهیل‌کنندهٔ عمل رونویسی از دنا!
- ✅ در پروکاریوت‌ها **یک نوع** رنابسپاراز وظیفهٔ ساخت انواع رنا برعهده دارد.
- ✅ در یوکاریوت‌ها **انواعی** از رنابسپاراز ساخت رناهای مختلف را انجام می‌دهند، مثلاً:

رنای پیک توسط رنابسپاراز۲ رنای ناقل توسط رنابسپاراز۳ رنای رناتنی توسط رنابسپاراز۱

مراحل رونویسی :

۱ رونویسی فرایندی پیوسته است!

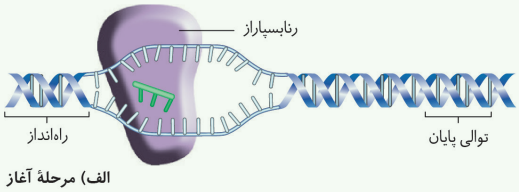
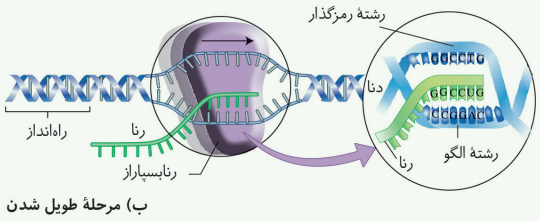
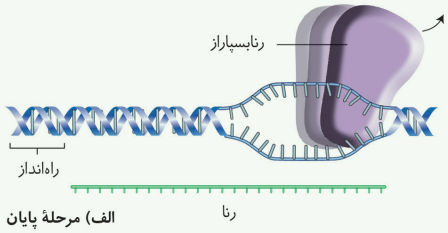
۳ ریزه‌کاری‌ها:

- ✅ راه‌انداز ← توالی نوکلئوتیدی ویژه باعث شناسایی شدن اولین نوکلئوتید مناسب توسط رنابسپاراز می‌شود. به توالی راه‌انداز در یاخته‌های **یوکاریوتی** علاوه بر رنابسپاراز، گروهی از عوامل رونویسی هم متصل می‌شود.
- ✅ راه‌انداز انواع مختلفی دارد. راه‌انداز مربوط به ژن‌های آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز (اپران لک)، قوی و راه‌انداز مربوط به ژن‌های آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز (اپران مالتوز) ضعیف است.
- ✅ در رونویسی، نوکلئوتید **یوراسیل‌دار** به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین‌دار دنا قرار می‌گیرد.
- ✅ توالی‌های ویژه در رونویسی ← راه‌انداز + توالی‌های پایان رونویسی
- ✅ رنابسپاراز در حین رونویسی به ۳ رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید متصل است ← دو رشتهٔ دنا و یک رشتهٔ رنای در حال ساخت.
- ✅ جهت حرکت رنای تازه ساخت و رنابسپاراز عکس می‌باشد.

تله‌طراح در هر سه مرحلهٔ رونویسی پیوند هیدروژنی شکسته و تشکیل می‌شود.

- در هر سه مرحلهٔ رونویسی پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود.
- در هر سه مرحلهٔ رونویسی، پیوند اشتراکی بین فسفاتی شکسته و پیوند قند-فسفات بین نوکلئوتیدهایی با قند یکسان تشکیل می‌شود.
- در هیچ مرحله از رونویسی، پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشتهٔ رمزگذار با نوکلئوتیدهای رنا تشکیل نمی‌شود.
- راه‌انداز مثل توالی پایان رونویسی، الگوی همانندسازی قرار می‌گیرد.
- راه‌انداز برخلاف توالی پایان رونویسی، الگوی رونویسی قرار نمی‌گیرد!
- اولین نوکلئوتید مناسب برای رونویسی لزوماً بعد از راه‌انداز نیست.

۲ مراحل رونویسی:

	داستان چیه؟!	شکل
آغاز	شناسایی راه‌انداز توسط رنابسپاراز و اتصال به آن ← تشخیص اولین نوکلئوتید مناسب و شروع رونویسی ← باز شدن بخش کوچکی از مولکول دنا ← تولید زنجیرهٔ کوتاهی از رنا	 الف) مرحلهٔ آغاز
طویل‌شدن	حرکت کردن رنابسپاراز روی ژن ← طویل شدن رنا باز شدن دو رشتهٔ دنا در جلوی رنابسپاراز و در چندین نوکلئوتید عقب‌تر، رنا از دنا جدا می‌شود و دو رشتهٔ دنا مجدداً به هم متصل می‌شوند.	 ب) مرحلهٔ طویل شدن
پایان	رسیدن رنابسپاراز به توالی‌های ویژهٔ پایان‌دهندهٔ رونویسی ← رونویسی از این توالی‌ها ← جدا شدن آنزیم از مولکول دنا و رنای تازه ساخت ← متصل شدن دو رشتهٔ دنا به یکدیگر	 الف) مرحلهٔ پایان

تفکرطراح در هر مرحله‌ای از فرایند رونویسی که .....

۱ توالی ویژه‌ای در دنا شناسایی می‌شود ← آغاز - پایان
۲ پیوندهای هیدروژنی بین دنا و رنا تشکیل می‌شود ← آغاز – طویل شدن - پایان
۳ پیوندهای هیدروژنی بین دنا و رنا شکسته می‌شود ← طویل شدن - پایان
۴ پیوندهای هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا تشکیل می‌شود ← طویل شدن - پایان
۵ پیوندهای هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا شروع به تشکیل‌شدن می‌کند ← طویل شدن
۶ پیوندهای هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا شکسته می‌شود ← آغاز – طویل شدن - پایان
۷ پیوند فسفودی‌استر ایجاد می‌شود ← آغاز – طویل شدن – پایان
۸ کمترین تعداد پیوندهای فسفودی‌استر تشکیل می‌شود ← آغاز
۹ مولکول رنا به‌طور کامل از دنا جدا می‌شود ← پایان
۱۰ آنزیم رنابسپاراز حرکت می‌کند ← آغاز – طویل شدن - پایان
۱۱ غلظت فسفات‌های آزاد در سیتوپلاسم به میزان زیادی افزایش می‌یابد ← طویل شدن

تله‌تستی این‌که بگوییم «در یک مولکول دنا فقط نیمی از نوکلئوتیدها رونویسی می‌شوند» نادرست است. در یک مولکول دنا، نوکلئوتیدهای رشتهٔ رمزگذار ژن‌ها و تمامی نوکلئوتیدهای توالی‌های بین‌ژنی رونویسی نمی‌شوند. بنابراین در مجموع کمتر از نیمی از نوکلئوتیدهای دنا رونویسی می‌شوند.

رشتهٔ الگو Vs رشتهٔ رمزگذار

✅ ژن بخشی از مولکول دنای دو رشته‌ای است که رونویسی فقط از روی بخشی از یکی از رشته‌های آن انجام می‌گیرد.

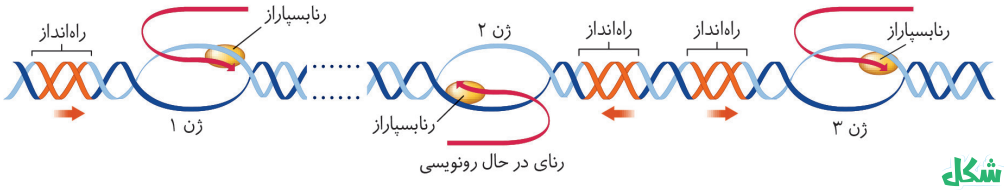
✅ در یک ژن رشتهٔ الگو همواره ثابت است؛ در صورتی که رشتهٔ الگوی ژن تغییر کند، توالی نوکلئوتیدی و یا توالی آمینواسیدی محصول ژن تغییر می‌کند.

✅ به رشتهٔ مکمل رشتهٔ الگو، رشتهٔ رمزگذار می‌گویند. توالی نوکلئوتیدی رشتهٔ رمزگذار با:

1. رشتهٔ الگو **مکمل** است
2. با رنای ساخته شده، **مشابه** است.

✅ تفاوت‌های رشتهٔ رمزگذار با رشتهٔ رنا: نوع قند نوکلئوتیدهای استفاده شده + نوکلئوتید تیمین‌دار در دنا و نوکلئوتید یوراسیل‌دار در رنا استفاده می‌شود.

✅ رشتهٔ مورد رونویسی یک ژن ممکن است با رشتهٔ مورد رونویسی ژن‌های دیگر **یکسان** یا **متفاوت** باشد.



نکات شکل

1. در ژن‌های مجاور جهت حرکت آنزیم‌های رنابسپاراز روی دنا می‌تواند یکسان و یا مخالف هم باشد ولی در هر ژن حرکت رنابسپاراز یک‌طرفه است.
2. اگر بین دو ژن متوالی:

- راه‌اندازی وجود نداشته باشد ← جهت رونویسی آن دو ژن می‌تواند مخالف هم باشد (مانند ژن‌های ۱ و ۲) و یا موافق هم باشد (مانند ژن‌های مربوط به آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز یا مالتوز در باکتری اشرشیاکلای)
- یک راه‌انداز وجود داشته باشد ← جهت رونویسی آن دو ژن یکسان است.

3. اگر راه‌اندازهای دو ژن متوالی در مجاور هم باشند، جهت رونویسی آن دو ژن عکس یکدیگر است؛ مثل ژن‌های ۲ و ۳

تلهٔ طراح در دنای خطی دو ژن با رشتهٔ الگوی یکسان، جهت حرکت رنابسپاراز یکسان است ولی محصول این دو ژن لزوماً یکسان نیست!

تلهٔ طراح در دنای حلقوی دو ژن با رشتهٔ الگوی یکسان، جهت حرکت رنابسپاراز یکسان است و محصول هم می‌تواند یکسان باشد! مثل ژن‌های مربوط به آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز یا مالتوز در باکتری اشرشیاکلای

تغییرات رناها

در یاخته‌های یوکاریوتی، رنای ساخته شده در رونویسی (رنای درون هسته منظور است!) با رنایی که در سیتوپلاسم وجود دارد، تفاوت‌هایی دارد.

رناها برای انجام کارهای خود، دستخوش تغییراتی می‌شوند.

تغییرات رنای پیک

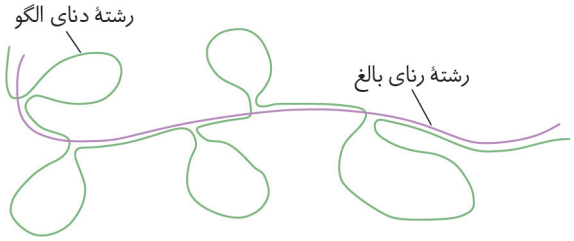
1. زمان تغییرات ← حین رونویسی **یا** پس از آن
2. مثال از تغییرات که در کتاب درسی ذکر شده ← حذف بخش‌هایی از مولکول رنای پیک
3. پیرایش: جدا و حذف شدن بخش‌هایی از مولکول رنای پیک و متصل شدن بخش‌های باقی‌مانده و ایجاد یک رنای پیک یکپارچه
4. مقایسهٔ پیرایش و ویرایش:

مقایسهٔ فرایندهای ویرایش و پیرایش

موارد مقایسه	ویرایش	پیرایش
محل انجام	یوکاریوت‌ها: هسته + سیتوپلاسم (راکیزه و سبزدیسه) پروکاریوت‌ها: سیتوپلاسم	هسته یوکاریوت‌ها
زمان انجام	همزمان با همانندسازی	پس از رونویسی
هدف انجام	جلوگیری از اشتباهات در همانندسازی و وقوع جهش	بالغ شدن رنای پیک
آنزیم انجام‌دهندهٔ فعالیت	دنابسپاراز	در کتاب درسی عنوان نشده است.

شکسته‌شدن و تشکیل پیوند فسفودی‌استر		فقط شکسته‌شدن پیوند فسفودی‌استر روی می‌دهد	روی می‌دهد.
شکسته‌شدن و تشکیل پیوند هیدروژنی		-	روی نمی‌دهد.
ویژگی‌های مولکول هدف	تعداد رشته	دو	یک
	قند	دئوکسی‌ریبوز	ریبوز
	بازهای آلی	آدنین، تیمین، گوانین، سیتوزین	آدنین، یوراسیل، گوانین، سیتوزین
	نقش	ذخیره اطلاعات وراثتی	انتقال اطلاعات ساخت پلی‌پپتید به رناتن

۵ مجاورت دادن رنای پیک درون سیتوپلاسم با رشتهٔ الگوی ژن آن در دنا ← تشکیل شدن دو رشتهٔ مکمل از بخش‌هایی از دنای الگو با رنای رونویسی شده ← بیرون قرارگرفتن بخش‌هایی از رشتهٔ دنا بیرون از مولکول دو رشته‌ای به دلیل نبودن بخش مکمل ← آشکار شدن پیرایش!



۶ **تعاریف مهم:**

☑ **میانه:** نواحی از مولکول دنا که رونوشت آنها در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف شده است.

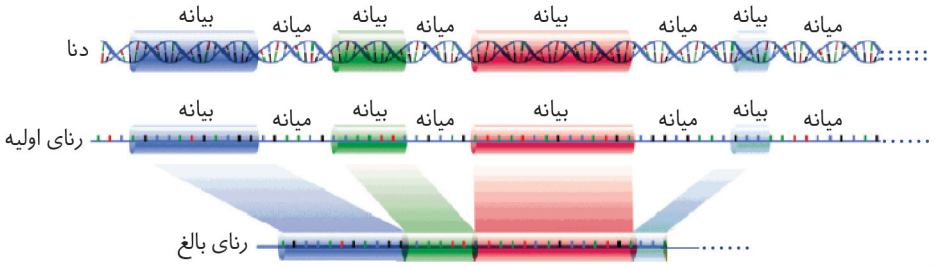
☑ **بیانه:** بخش‌های از مولکول دنا که رونوشت آنها در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف نمی‌شود.

☑ **رنای نابالغ یا اولیه:** رنای پیک که حاوی رونوشت‌های میانهٔ دنا است.

☑ **رنای بالغ:** حذف شدن رونوشت‌های میانه از رنای اولیه و پیوستن بخش‌های باقی‌مانده به هم!

تلهٔ طراح جهش در میانه‌ها تاثیری در توالی محصول ژن ندارد!

☑ بر اساس شکل کتاب درسی، بیانه و میانه در رنای نابالغ نیز دیده می‌شود!



نکات شکل

۱ طول توالی‌های میانه و بیانه لزوماً یکسان نیست.

۲ بخش‌هایی از رشتهٔ الگو که با رنای پیک سیتوپلاسمی یک مولکول دو رشته‌ای تشکیل می‌دهند، بیانه هستند.

۳ برای ایجاد رنای بالغ، پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای تک‌فسفاته برقرار می‌شود!

تله‌تستی این که بگوییم بعضی اگزون‌ها با قرارگیری در رناتن ترجمه می‌شوند، اشتباه است! چون اگزون مربوط به دنا بود و رونوشت اگزون‌ها با قرارگیری در رناتن ترجمه می‌شوند.

نکته **چند نکتهٔ کاربردی در خصوص فرایند پیرایش:**

۱ پیرایش در هسته (نه سیتوپلاسم) اتفاق می‌افتد. بنابراین شکسته و تشکیل شدن پیوند پرانرژی در این فرایند درون هسته روی می‌دهد. همچنین دقت کنید رنای پیکی که از منافذ هسته عبور می‌کند، رنای پیک بالغ است.

۲ رنایی که پیرایش می‌شود، رنای پیک است و سایر رناها پیرایش نمی‌شوند.

۳ هر رنای پیک درون یوکاریوت‌ها لزوماً پیرایش نمی‌شود. رناهای پیک ساخته شده درون میتوکندری و کلروپلاست، پیرایش نمی‌شوند.

۴ بخش‌هایی که پس از پیرایش باقی می‌مانند لزوماً ترجمه نمی‌شوند: چون می‌دانیم توالی‌های پیش از رمزهٔ آغاز و پس از رمزهٔ پایان در رن ای پیک بالغ ترجمه نمی‌شوند.

تغییرات رنای ناقل

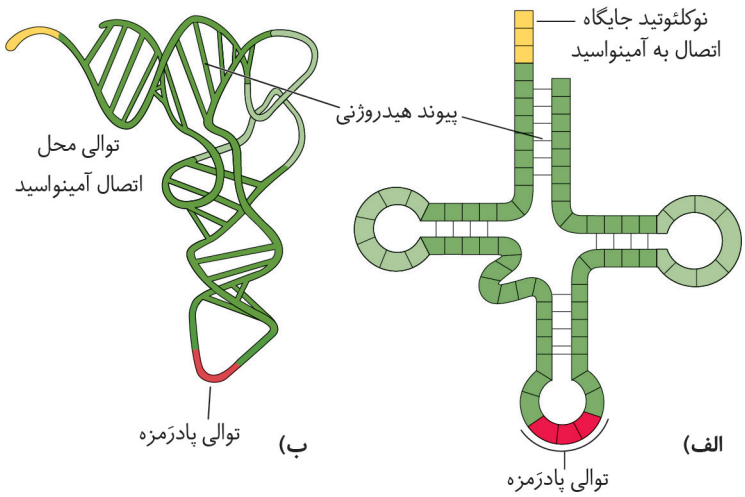
۱ **زمان تغییر: پس** از رونویسی

تلهٔ طراح تغییرات رنای ناقل هم در یاخته‌های یوکاریوتی و هم پروکاریوتی وجود دارد.

۲ در ساختار **نهایی** رنای ناقل، نوکلئوتیدهای مکمل می‌توانند پیوند هیدروژنی ایجاد کنند. به همین علت رنای تک رشته‌ای، روی خود تا می‌خورد (شکل الف: تاخوردگی اولیه).

۳ رنای ناقل تاخوردگی‌های مجددی پیدا می‌کند و ساختار سه‌بعدی را به وجود می‌آورد (شکل ب)

۴ در هر دو ساختار رنای ناقل، یک بخش محل اتصال آمینواسید و یک بخش توالی سه نوکلئوتیدی پادرمزه است.



۵ در زمان ترجمه، توالی پادرمزه با توالی رمزهٔ مکمل خود پیوند **هیدروژنی مناسب** برقرار می‌کند.

۶ در همهٔ رناهای ناقل به جز در ناحیهٔ پادرمزه، انواع توالی‌های مشابهی وجود دارد.

۷ وجه تمایز رناهای ناقل، توالی **پادرمزه** است!

تلهٔ طراح در همهٔ رناهای ناقل به جز توالی پادرمزه، توالی‌های متفاوت دیگری نیز وجود دارد.

۸ تعداد انواع پادرمزه‌ها **کمتر** از رمزه‌ها است؛ مثلاً برای رمزه‌های پایان، رنای ناقل وجود ندارد.

۹ در ساختار سه بعدی رنای ناقل، بعضی از بخش‌های دارای نوکلئوتیدهای غیرمکمل در مجاورت و بعضی دیگر، دور از هم قرار دارند!

۱۰ نوکلئوتید جایگاه اتصال آمینواسید، پیوند هیدروژنی ندارد.

نکات شکل

۱ رنای ناقل ۳ ساختار دارد: ساختار اول خطی، ساختار دوم برگ‌شبدری و ساختار سوم یا نهایی L مانند یا سه‌بعدی می‌باشد.

۲ در تاخوردگی اولیه و ثانویه، یک انتهای رنای ناقل دارای نوکلئوتید مکمل و انتهای دیگر ۴ نوکلئوتید بدون مکمل دارد.

۳ جایگاه اتصال به آمینواسید از ۳ نوکلئوتید تشکیل شده است ولی تنها یکی از نوکلئوتیدها مستقیماً به سر **کربوکسیل** آمینواسید متصل می‌شود.

۴ فاصلهٔ توالی پادرمزه‌ای تا محل اتصال آمینواسید نسبت به سمت مقابل، فاصلهٔ بیشتری دارد.

۵ در محل حلقه‌ها پیوند هیدروژنی دیده نمی‌شود ولی در محل ساقه‌ها پیوند هیدروژنی وجود دارد.

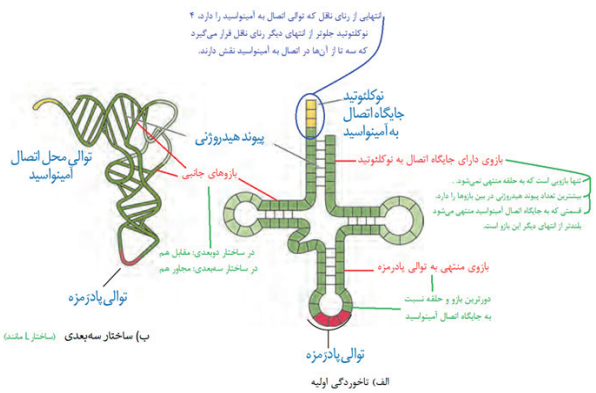
۶ در ساختار نهایی حلقه‌های جانبی در کنار هم قرار می‌گیرند.

نکته **حالت‌های مختلف تشکیل پیوند هیدروژنی توسط نوکلئوتیدهای رنای ناقل:**

۱ تشکیل پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رنای ناقل و نوکلئوتیدهای دنا هنگام رونویسی: همهٔ نوکلئوتیدهای رنای ناقل از جمله توالی پادرمزه و جایگاه اتصال به آمینواسید، این قابلیت را دارند.

۲ تشکیل پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رنای ناقل و رنای پیک هنگام ترجمه: فقط نوکلئوتیدهای توالی پادرمزه این قابلیت را دارند.

۳ تشکیل پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رنای ناقل با یکدیگر: بعضی از نوکلئوتیدهای رنای ناقل چنین قابلیتی دارند، اما هیچ‌یک از دو توالی پادرمزه و جایگاه اتصال به آمینواسید، این قابلیت را ندارند.



ترجمه

۱ پلی‌پپتیدها از مهم‌ترین فراورده‌های ژن‌ها هستند.

۲ ژن‌ها و پروتئین‌های حاصل از آن، صفات را ایجاد می‌کنند.

۳ ترجمه ← ساخته شدن پلی‌پپتید از روی اطلاعات رنای پیک

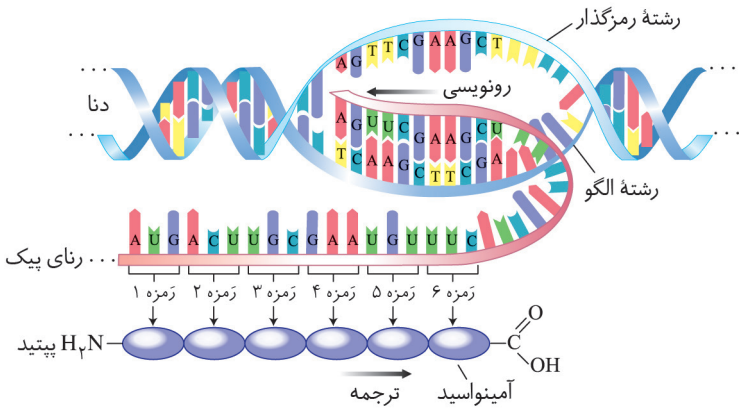
۴ توالی‌های ۳ نوکلئوتیدی رنای پیک تعیین می‌کنند که کدام آمینواسیدها باید در ساختار پلی‌پپتید قرار بگیرد ← رمزه (کدون)

۵ در یاخته‌ها ۶۴ نوع رمزه وجود دارد + رمزهٔ آمینواسیدها در جانداران **یکسان‌اند**.

۶ رمزه‌های مهم:

رمزه	AUG	GAA	GUA	UAA	UAG	UGA
پادرمزه	CAU	UUC	UAC	ـــــ	ـــــ	ـــــ
رمز دِنا	CAT	TTC	TAC	TTA	CTA	TCA
معنی	متیونین	گلوتامیک‌اسید	والین	پایان	پایان	پایان

۷ عوامل لازم در ترجمه: آمینواسیدها (مواد اولیهٔ مصرفی) + رناهای ناقل + رناتن‌ها + رنای پیک (تعیین‌کنندهٔ نوع آمینواسیدها) + مولکول پرانرژی مانند ATP



نکات شکل

۱ فقط رنای پیک قابلیت ترجمه شدن دارد!

۲ هر رشتهٔ پلی‌پپتیدی همانند هر رشتهٔ رنا، دو انتهای متفاوت دارد!

۳ از اولین آمینواسید، گروه آمین و از آخرین آمینواسید، گروه کربوکسیل در پیوند پپتیدی شکت نمی‌کند.

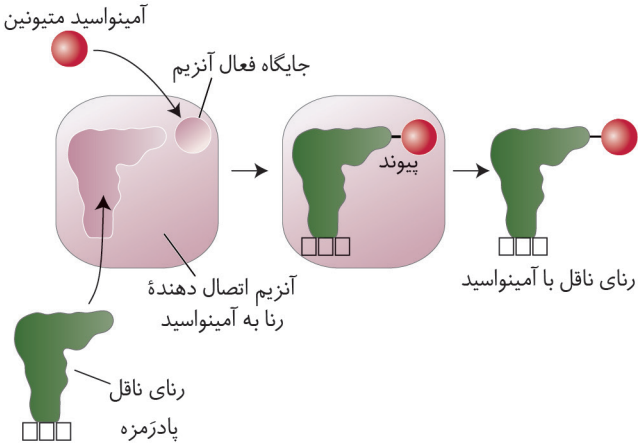
۴ بازهای آلی آدنین و گوانین به دلیل دو حلقه‌ای بودن، اندازهٔ بزرگ‌تری نسبت به بازهای سیتوزین، تیمین و یوراسیل دارند.

نحوه عمل رنای ناقل

☑ در یاخته‌ها، **آنزیم‌های ویژه‌ای** وجود دارند که براساس نوع توالی پارمزه، آمینواسید مناسب را به رنای ناقل متصل می‌کنند.

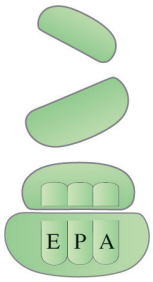
☑ آنزیم با تشخیص **پادرمزه** در رنای ناقل، آمینواسید مناسب را یافته و به آن وصل می‌کنند.

☑ اتصال آمینواسید به رنای ناقل، فرایندی **انرژی‌خواه** است.



تلهٔ طراح پیوند بین آمینواسید و رنای ناقل از نوع اشتراکی است و بین گروه کربوکسیل و هیدروکسیل نوکلئوتید است!

- در جایگاه فعال آنزیم اتصال‌دهندهٔ آمینواسید به رنای ناقل، فقط آمینواسید قرار می‌گیرد.



ساختار رناتن

- ✅ هر رناتن از دو زیر واحد تشکیل شده است.
- ✅ هر زیرواحد از **رنای رناتنی و پروتئین** تشکیل شده است.
- ✅ تولید مولکول‌های تشکیل‌دهندهٔ رناتن در یاخته‌های یوکاریوتی با فعالیت رنابسپارازهای ۱ و ۲ همراه است.
- ✅ رناتن در ساختار کامل، سه جایگاه به نام P ،A و E دارد.

کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«در جاندار(ان) مورد مطالعهٔ چارگاف، زیرواحد بزرگ رناتن ..... زیرواحد کوچک رناتن، .....»

۱) نسبت به- تمایل بیشتری به رنای پیک دارد.

۲) برخلاف- از پروتئین و رنای رناتنی ساخته شده است.

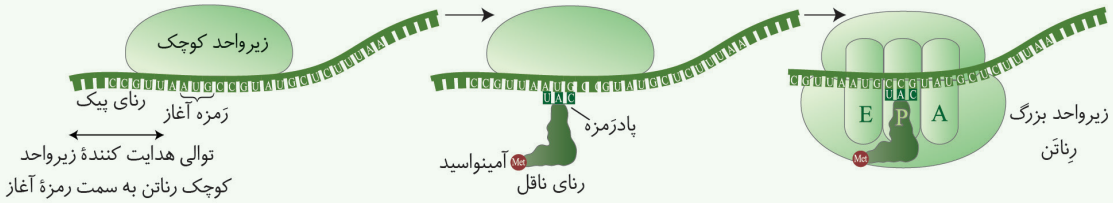
۳) همانند- هر کدام به تنهایی، سه جایگاه متفاوت در ساختار خود دارد.

۴) برخلاف- در سمت خروجِ رشتهٔ پلی‌پپتیدیِ در حال ساخت از رناتن قرار دارد.

مراحل ترجمه

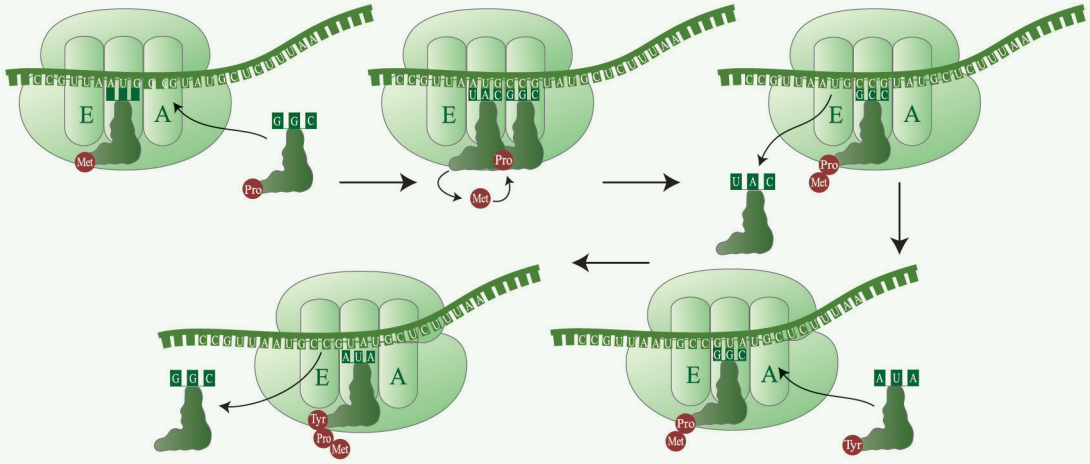
آغاز

هدایت زیرواحد کوچک ریبوزوم به سوی رمزهٔ آغاز ← شناسایی رمزهٔ آغاز و اتصال رنای ناقل مکمل به آن ← تکمیل ساختار ریبوزوم و پدیدار شدن جایگاه‌های آن ← خالی ماندن جایگاه‌های A و E



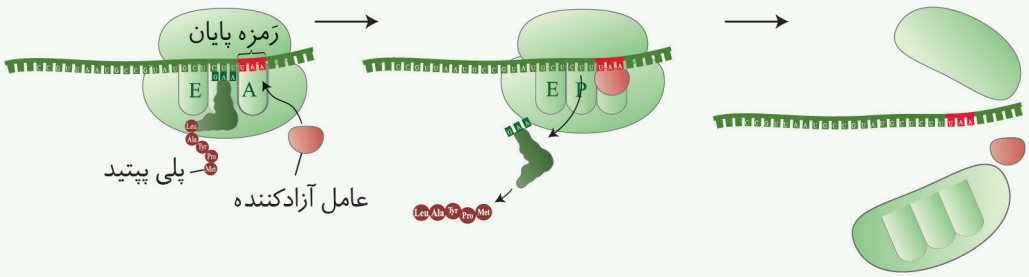
طویل‌شدن

ورود انواعی از رناهای ناقل به جایگاه A ← استقرار رنای ناقل مکمل با رمزهٔ موجود در این جایگاه ← جدا شدن آمینواسید از رنای ناقل موجود در جایگاه P ← تشکیل پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها در جایگاه A ← حرکت ریبوزوم به اندازهٔ یک رمزه در طول رنای پیک به سمت رمزهٔ پایان ← خروج رنای ناقل فاقد آمینواسید از جایگاه E ← ورود رناهای ناقل جدید به جایگاه A ← تکرار دوبارهٔ داستان!



پایان

ورود یکی از رمزه‌های پایان به جایگاه A ← اشغال شدن جایگاه A توسط پروتئین‌هایی به نام عوامل آزادکننده ← جدا شدن پلی‌پپتید از آخرین رنای ناقل + جدا شدن زیرواحدهای رناتن از هم و آزاد شدن رنای پیک.



مقایسهٔ عوامل مورد نیاز در فرایند ترجمه				
عوامل مورد نیاز	پیوند هیدروژنی	پیوند اشتراکی	آمینواسید	نوکلئوتید
رناتن	دارد	دارد	دارد	دارد
رنای پیک	ندارد	دارد	ندارد	دارد
رنای ناقل	دارد	دارد	ندارد	دارد
آمینواسید	ندارد	دارد	-	ندارد
آنزیم اتصال‌دهندهٔ آمینواسید به رنای ناقل	دارد	دارد	دارد	ندارد
عوامل آزادکننده	دارد	دارد	دارد	ندارد
ATP	ندارد	دارد	ندارد	دارد

مقایسهٔ فرایندهای رونویسی و ترجمه						
موارد مقایسه	رونویسی			ترجمه		
مرحله	آغاز	طویل‌شدن	پایان	آغاز	طویل شدن	پایان
تشکیل پیوند هیدروژنی	✓	✓	✓	✓	✓	✓
شکستن پیوند هیدروژنی	✓	✓	✓	✗	✓	✓
تشکیل پیوند اشتراکی	✓	✓	✓	✗	✓	✗
شکستن پیوند اشتراکی	✗	✗	✗	✗	✓	✓
نیاز به شناسایی توالی نوکلئوتیدی خاص	✓ (راه‌انداز)	✗	✓ (توالی پایان)	✓	✗	✓ (رمزهٔ پایان)
باز شدن دو رشتهٔ دنا	✓	✓	✓	✗	✗	✗
انجام ویرایش	✗	✗	✗	✗	✗	✗
انجام پیرایش	✗	✗	✗	✗	✗	✗

تله‌تستی آنزیمی که در رناتن پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهد، در ساختار خود آمینواسید ندارد، زیرا از جنس رنای رناتنی است!

تله‌تستی چند تلهٔ تستی بسیار مهم و رایج!

۱) پس از ورود هر رنای ناقل به جایگاه A، الزاماً رناتن در طول رنای پیک جابه‌جا نمی‌شود؛ زیرا ممکن است رنای ناقل واردشده به جایگاه A در آن مستقرنشود.

۲) پس از خروج رنای ناقل از رناتن، الزاماً رناتن در طول رنای پیک جابه‌جا نمی‌شود؛ زیرا ممکن است رنای ناقل متصل به آمینواسید از جایگاه A خارج شده باشد.

۳) پس از هر جابه‌جایی رناتن در طول رنای پیک، الزاماً پیوند پپتیدی تشکیل نمی‌شود؛ زیرا ممکن است رمزهٔ پایان وارد جایگاه A شود.

۴) قبل از تشکیل هر پیوند پپتیدی، الزاماً جابه‌جایی رناتن در طول رنای پیک انجام نمی‌شود؛ زیرا قبل از تشکیل اولین پیوند پپتیدی، جابه‌جایی رناتن نداریم.

۵) بعد از تشکیل هر پیوند پپتیدی، الزاماً جابه‌جایی رناتن در طول رنای پیک انجام می‌شود؛ زیرا باید زنجیرهٔ پپتیدی از جایگاه A به جایگاه P منتقل شود.

تله‌تستی هر بسپار زیستی که جایگاه A رناتن را اشغال می‌کند، الزاماً رنای ناقل نیست و می‌تواند عامل آزادکننده باشد.

تله‌تستی هر مرحله‌ای که در دو جایگاه رناتن نوعی بسپار دیده می‌شود، الزاماً مرحلهٔ طویل‌شدن نیست و ممکن است مرحلهٔ پایان باشد.

ریزه‌کاری در ترجمه

۱ انواع رناهای ناقل وارد شده به ریبوزوم:

☑ اولین رنای ناقل ← در مرحلهٔ آغاز به ریبوزوم وارد می‌شود + اصلاً وارد جایگاه A نمی‌شود + بعد از اولین حرکت ریبوزوم به جایگاه E منتقل و از آنجا از ریبوزوم خارج می‌شود.

☑ آخرین رنای ناقل ← در مرحلهٔ طویل شدن به ریبوزوم وارد می‌شود + ابتدا وارد جایگاه A و بعد از آخرین حرکت ریبوزوم به جایگاه P منتقل و از همان‌جا از ریبوزوم خارج می‌شود + اصلاً وارد جایگاه E نمی‌شود.

☑ رناهای ناقل بین اولین و آخرین رنای ناقل ← در مرحلهٔ طویل شدن به ریبوزوم وارد می‌شوند + ابتدا وارد جایگاه A می‌شوند و بعد از یک حرکت به جایگاه P و بعد از یک حرکت دیگر به جایگاه E منتقل و از آنجا از ریبوزوم خارج می‌شود.

☑ رناهای ناقل غیرمکمل وارد شده به ریبوزوم ← در مرحلهٔ طویل شدن وارد ریبوزوم می‌شوند + وارد جایگاه A شده و از همان جایگاه از ریبوزوم خارج می‌شوند.

۲ در مرحلهٔ طویل شدن لزوماً برای خروج هر رنای ناقل از ریبوزوم لازم به جابه جایی نیست! رناهای ناقل غیرمکمل وارد شده به جایگاه A بدون جابه جا شدن ریبوزوم از همان جایگاه از ریبوزوم خارج می شوند.

۳ تعداد رمزه و رنای ناقل ورودی به هر یک از جایگاه‌های رناتن:

☑ جایگاه E ← رمزهٔ پایان و ماقبل پایان و آخرین رنای ناقل به این جایگاه وارد نمی‌شود.

☑ جایگاه P ← همهٔ رمزه‌ها به جز رمزهٔ پایان و همهٔ رناهای ناقل وارد شده به رناتن، به این جایگاه وارد می‌شوند.

☑ جایگاه A ← همهٔ رمزه‌ها به جز رمزهٔ آغاز و همهٔ رناهای ناقل به جز رنای ناقل مربوط به رمزهٔ آغاز به این جایگاه وارد می‌شوند.

۴ با توجه به این‌که رناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه می‌شود ولی فقط یکی استقرار می‌یابد می‌توان گفت، تعداد رنای ناقل ورودی به جایگاه A بیشتر از جایگاه‌های P و E است.

۵ در مرحلهٔ طویل شدن، در زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی که به رنای ناقل جایگاه A و P متصل است، دورترین آمینواسید از رنای ناقل، آمینواسید متیونین است ونزدیک‌ترین آمینواسید به رنای ناقل، آخرین آمینواسیدی است که به رناتن وارد و در پیوند پپتیدی شرکت کرده است.

۶ در مرحلهٔ طویل شدن و پایان، بسپار زیستی وارد شده به جایگاه بین مونومرهای سازندهٔ خود پیوند هیدروژنی دارد.

۷ مقایسهٔ جایگاه‌های ریبوزوم:

	جایگاه A	جایگاه P	جایگاه E
ورود کدون آغاز	✗	✓	✓
تشکیل پیوند پپتیدی	✓	✗	✗
شکستن پیوند بین رنای ناقل و آمینواسید	✗	✓	✗
ورود کدون پایان	✓	✗	✗
تشکیل پیوند هیدروژنی بین کدون و آنتی‌کدون	✓	✓	✗
تجزیهٔ پیوند هیدروژنی بین کدون و آنتی‌کدون	✗	✓	✓
ورود پروتئین‌های عوامل آزادکننده	✓	✗	✗
محل خروج آخرین رنای ناقل وارد شده به ریبوزوم	✗	✓	✗
محل خروج همهٔ رناهای ناقل وارد شده به ریبوزوم به جز آخرین رنای ناقل	✗	✗	✓
ورود رنای ناقل بدون آمینواسید	✗	✗	✓
ورود توالی ۳نوکلئوتیدی غیرقابل ترجمه	✓	✗	✓
ورود توالی UAA	✓	✓	✓

مقصد پروتئین

۱ بخش‌هایی از یاخته که در آنجا پروتئین ساخته می‌شود ← درون راکیزه و سبزدیسه + شبکهٔ آندوپلاسمی زبر + ریبوزوم‌های آزاد در یاخته

۲ هر بخشی از یاخته که رناتن داشته باشد، پروتئین‌سازی انجام می‌شود.

۳ **رناتن کجاها وجود دارد:** روی شبکهٔ آندوپلاسمی زبر + درون راکیزه و سبزدیسه + به صورت آزاد در سیتوپلاسم.

۴ **سرنوشت پروتئین‌های ساخته شده در سیتوپلاسم:**

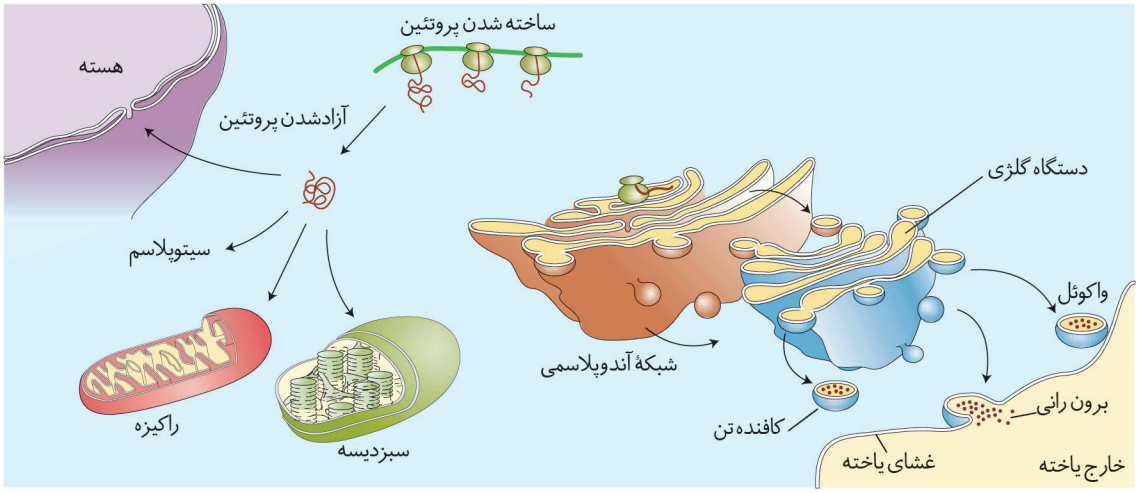
✅ بعضی به شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی رفته و از آنجا ممکن است برای ترشح به خارج یاخته (مثل پادتن) یا به بخش‌هایی مثل واکوئل (مثل گلوتن) و کافنده‌تن (انواعی از آنزیم‌های گوارشی) بروند.

تلهٔ طراح در یاخته‌های گیاهی پروتئین می‌تواند از طریق پلاسمودسم به یاخته مجاور بروند؛ در این صورت پروتئین برای خروج از یاخته الزامی به عبور از دستگاه گلژی ندارد!

✅ بعضی در سیتوپلاسم می‌مانند.

✅ بعضی به راکیزه، هسته و یا دیسه‌ها می‌روند.

۴ براساس مقصدی که پروتئین باید برود، توالی‌های آمینواسیدی در آن وجود دارد که پروتئین را به مقصد هدایت می‌کند.



۵ انتهای **آمینی** پروتئین‌های ساخته شده توسط رناتن‌های متصل به شبکهٔ آندوپلاسمی زودتر از انتهای **کربوکسیلی** ساخته می‌شوند؛ در نتیجه زودتر به شبکهٔ آندوپلاسمی وارد می‌گردند.

۶ دستگاه گلژی نسبت به شبکهٔ آندوپلاسمی به غشای یاخته نزدیک‌تر و از هسته دورتر است.

۷ همزمان با تولید رشتهٔ پلی‌پپتیدی در ریبوزوم‌ها، پیچ‌خوردگی‌هایی در آن ایجاد و ساختارهای دوم و سوم شکل می‌گیرند؛ یعنی شروع تشکیل ساختارهای دوم و سوم لزوماً بعد از کامل شدن ساختار اول نیست!

۱ رناتن‌ها علاوه بر اتصال به غشای شبکهٔ آندوپلاسمی، در اتصال با غشای هسته نیز مشاهده می‌شوند.

۲ باکتری‌ها، اندامک‌های غشاداری مانند راکیزه، سبزدیسه و شبکهٔ آندوپلاسمی ندارند و تنها یک نوع رناتن دارند که درون سیتوپلاسم یافت می‌شود. بنابراین همهٔ پروتئین‌های باکتری‌ها از جمله پروتئین‌های ترشحی و پروتئین‌های غشایی توسط رناتن‌های موجود در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند.

۳ رناتن‌های آزاد در سیتوپلاسم و متصل به غشای هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی زبر، رنای پیک رونویسی‌شده از روی دنای خطی را ترجمه می‌کنند؛ درحالی‌که رناتن‌های باکتری و سبزدیسه و راکیزه، رنای پیک رونویسی شده از روی دنای حلقوی را ترجمه می‌کنند.

۴ مسیر ساخت و ترشح پروتئین‌های برون‌یاخته‌ای به این صورت است: ساخت پلی‌پپتید در ریبوزوم متصل به شبکهٔ آندوپلاسمی ← انتقال به شبکهٔ آندوپلاسمی زبر ← بسته‌بندی در ریزکیسه ← انتقال به دستگاه گلژی ← بسته‌بندی در ریزکیسه ← برون‌رانی

۵ در یاخته‌های یوکاریوتی مثل یاخته‌های پروکاریوتی امکان ترجمهٔ یک رنای پیک توسط چند رناتن به صورت همزمان وجود دارد.

۶ پروتئین‌هایی که محل فعالیت آن‌ها هسته است، از طریق منافذ هسته به آن وارد می‌شوند.

۷ هسته، راکیزه و سبزدیسه ساختارهایی دوغشایی هستند. درحالی‌که دستگاه گلژی، شبکهٔ آندوپلاسمی، واکوئل و کافنده‌تن، یک غشا بیشتر ندارند. بنابراین رناتن‌های آزاد در سیتوپلاسم در ایجاد پروتئین‌های ساختارهای دوغشایی و رناتن‌های متصل به شبکهٔ آندوپلاسمی در ایجاد پروتئین‌های ساختارهای تک‌غشایی نقش دارند.

۸ رناتن‌ها از سمت زیرواحد بزرگ خود به شبکهٔ آندوپلاسمی متصل می‌شوند.

۹ پلی‌پپتیدهای ساخته‌شده توسط رناتن‌های متصل به شبکهٔ آندوپلاسمی از سمت انتهای آمین خود به آن وارد می‌شوند.

۱۰ هم‌زمان با فرایند ترجمه و تشکیل ساختار اول پروتئین، ممکن است با تشکیل پیوندهای هیدروژنی، تشکیل ساختار دوم آن نیز آغاز شود.

تنظیم بیان ژن

سرعت و مقدار رونویسی و پروتئین‌سازی

۱ به طور کلی میزان رونویسی و یک ژن به مقدار **نیاز** یاخته به فراورده‌های آن بستگی دارد.

۲ در یاخته‌های تازه تقسیم شده ژن‌های سازندهٔ **رنای رناتنی** بسیار فعال‌اند؛ چون یاخته‌ها به مقدار زیادی به این نوع رنا نیاز دارند!

۳ تولید تعداد زیادی از یک نوع رنا می‌تواند در نتیجهٔ رونویسی شدن همزمان ژن توسط چندین رنابسپاراز صورت بگیرد.

۴ به طور کلی سرعت و مقدار پروتئین‌سازی در یاخته‌ها بسته به **نیاز** تنظیم می‌شود.

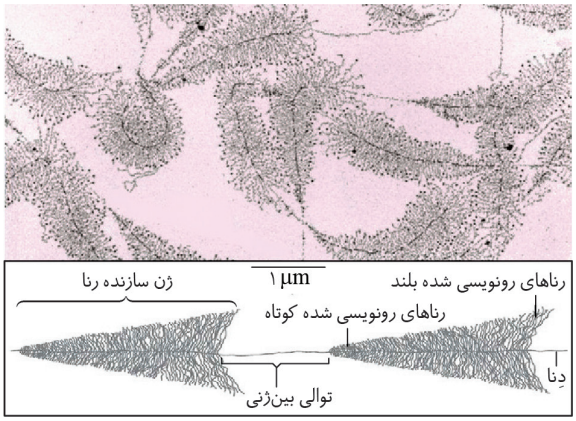
۵ در **پروکاریوت‌ها** پروتئین‌سازی ممکن است پیش از پایان رونویسی رنای پیک آغاز شود؛ زیرا طول عمر رنای پیک در این یاخته‌ها **کم** است.

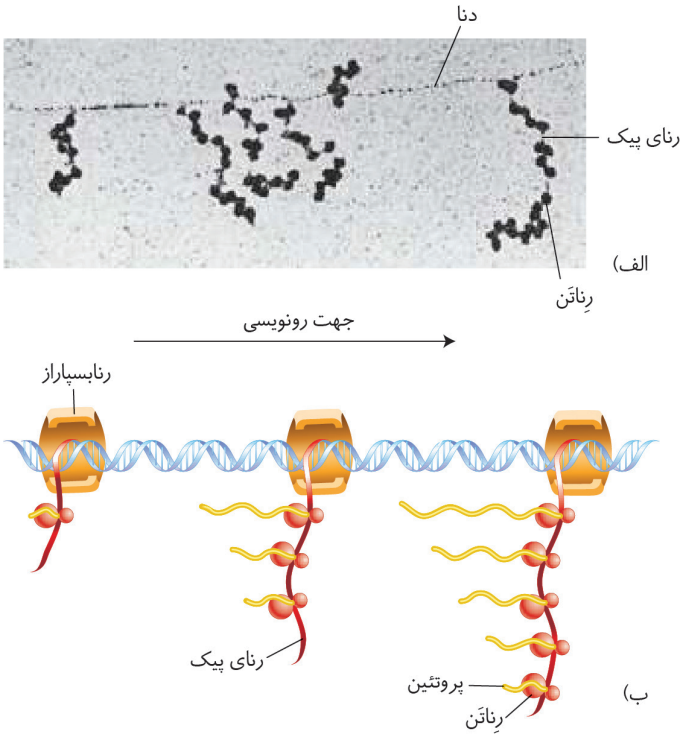
۶ در یاخته‌های یوکاریوتی و پروکاریوتی، برای تولید **پروتئین**‌هایی که به مقدار بیشتری مورد نیاز است، ترجمهٔ رنای پیک به طور همزمان و پشت سر هم توسط مجموعه‌ای از رناتن‌ها انجام می‌شود تا تعداد بیشتری پروتئین در واحد زمان ساخته شود.

تلهٔ طراح بین طول عمر رنای پیک و میزان پروتئین‌سازی یاخته رابطهٔ مستقیم وجود دارد؛ هر چه طول عمر رنای پیک بیشتر، میزان پروتئین‌سازی بیشتر!

۷ فعالیت همزمان چندین ریبوزوم بر روی یک رنای پیک ← ساختار تسبیح‌مانند

۸ وجود سازوکارهای محافظت‌کننده از رنای پیک جهت افزایش فرصت پروتئین‌سازی ← فقط در یوکاریوت‌ها





نکات شکل

۱ در هر دو ژن جهت رونویسی از رناهای کوتاه به رناهای بلند است؛ در نتیجه توالی راه‌انداز به رناهای کوتاه‌تر نزدیک و توالی پایان رونویسی به رناهای بلندتر نزدیک‌تر است.

۲ جهت رونویسی و رشتهٔ الگو در دو ژن یکسان است.

تلهٔ طراح رنابسپارازهای روی یک ژن، همزمان به ژن متصل نشده‌اند.

۳ در صورت همزمانی رونویسی و ترجمه، ریبوزوم‌ها از انتهای رنای پیک در حال ساخت به سمت دنا حرکت می‌کنند.

۴ ترجمهٔ رنای پیک در مرحلهٔ طویل‌شدن رونویسی آغاز می‌شود.

۵ همهٔ رنابسپارازهای متصل به یک ژن از یک نوع هستند!

کلیات تنظیم بیان ژن

۱ یاخته‌های پیکری حاصل از تقسیم یاختهٔ تخم، از نظر فام‌تنی و ژن‌ها یکسان‌اند، با وجود این‌که شکل و عملکردهای متفاوتی دارند.

تلهٔ طراح یاخته‌های پیکری هسته‌دار از نظر نوع ژن‌ها و فام‌تن‌ها یکسان هستند نه تعداد فام‌تن و ژن!

۲ در هر یاخته تنها تعدادی از ژن‌ها فعال و سایر ژن‌ها غیرفعال هستند ← همین داستان باعث تمایز بین یاخته‌ها می‌شود!

۳ مورد استفاده قرار گرفتن ژن ← روشن شدن ژن مورد استفاده قرار نگرفتن ژن ← خاموش بودن ژن

۴ مقدار، بازه و زمان استفاده از ژن در یاخته‌های مختلف یک جاندار ممکن است فرق داشته باشد و حتی در یک یاخته هم بسته به نیاز متفاوت باشد.

۵ تنظیم بیان ژن موجب می‌شود:

☑ پاسخ دادن جاندار به تغییرات محیطی ← در گیاه، نور می‌تواند باعث فعال شدن ژن سازندهٔ آنزیم موثر در فتوسنتز شود! در نبود نور این ژن خاموش است.

☑ ایجاد یاخته‌های مختلف از یک یاخته ← مثل ایجاد انواع یاخته‌های خونی از یاختهٔ بنیادی میلوئیدی

۶ مقایسهٔ تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها:

	یوکاریوت‌ها	پروکاریوت‌ها
میزان پیچیدگی	بیشتر	کمتر
تعداد مراحل	بیشتر	کمتر
تنظیم بیان ژن از طریق تغییر طول عمر رنای پیک	✓	✓
تنظیم بیان ژن معمولاً در کدام سطح انجام می‌شود	هنگام رونویسی	هنگام رونویسی
تنظیم بیان ژن از طریق تغییر در پایداری پروتئین	✓	✓

تنظیم بیان ژن در سطح رونویسی

پروکاریوت‌ها

انواع تنظیم بیان ژن در باکتری Ecoli

- قند مصرفی **ترجیحی** این باکتری **گلوکز** است.

- در این باکتری امکان استفاده از قندهای لاکتوز (در صورت نبود گلوکز در محیط) و مالتوز نیز وجود دارد. لاکتوز و مالتوز متفاوت از گلوکز هستند و آنزیم‌های لازم برای مصرف آن‌ها نیز متفاوت است.

- مصرف لاکتوز (تنظیم منفی رونویسی)

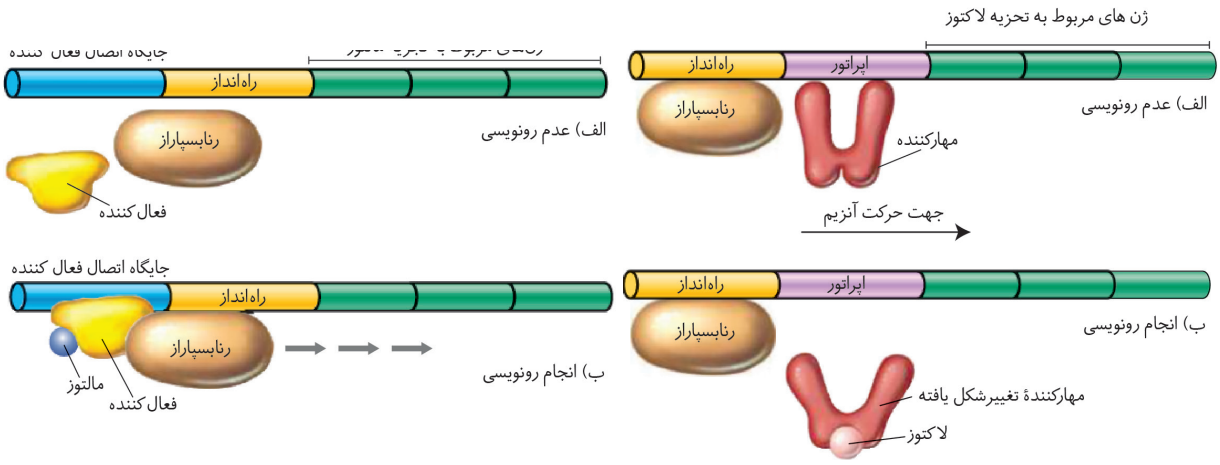
☑ **در صورت وجود لاکتوز و نبود گلوکز:** ورود لاکتوز موجود در محیط به باکتری ← اتصال لاکتوز به پروتئین مهارکننده ← تغییر شکل در پروتئین مهارکننده ← جدا شدن مهارکننده از اپراتور ← رونویسی از ژن‌های سازندهٔ آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز ← تولید یک رنای پیک چند ژنی (مربوط به ۳ ژن است) ← ترجمهٔ رنای پیک ← تولید آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز ← تجزیهٔ لاکتوز درون باکتری و افزایش گلوکز در دسترس باکتری!

☑ **در صورت نبود یا کاهش لاکتوز در محیط:** متصل شدن پروتئین مهارکننده به توالی اپراتور ← ممانعت از حرکت رنابسپاراز ← توقف یا کاهش تولید آنزیم‌های لازم برای تجزیهٔ لاکتوز.

- مصرف مالتوز(تنظیم مثبت رونویسی)

☑ **در صورت وجود مالتوز در محیط:** ورود مالتوز موجود در محیط به باکتری ← اتصال مالتوز به پروتئین فعال‌کننده ← متصل شدن فعال‌کننده به توالی خاصی از دنا (جایگاه فعال‌کننده) ← کمک کردن فعال‌کننده به رنابسپاراز برای اتصال به راه‌انداز ← شروع رونویسی و تولید آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز.

☑ **در صورت نبود مالتوز:** عدم رونویسی و تولید آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ مالتوز چون به باکتری به آن‌ها نیاز ندارد.



نکات شکل

۱ در تنظیم منفی توالی‌های راه‌انداز و اپراتور، توالی تنظیمی هستند. در تنظیم منفی بین راه‌انداز و ژن‌ها، اپراتور قرار دارد ولی در تنظیم مثبت، بین راه‌انداز و ژن‌ها توالی تنظیمی دیگری وجود ندارد.

۲ در هر دو تنظیم مثبت و منفی برای تجزیه لاکتوز و مالتوز، سه ژن لازم است. جایگاه آغاز رونویسی در ژن اول و جایگاه پایان رونویسی در ژن سوم قرار دارد.

۳ در هر دو تنظیم مثبت و منفی در رنای پیک تولید شده، حداقل سه رمزهٔ AUG و سه رمزهٔ پایان وجود دارد.

۴ در صورت همزمانی رونویسی و ترجمه، ریبوزوم‌ها از انتهای رنای پیک در حال ساخت به سمت دنا حرکت می‌کنند.

۵ در هر دو تنظیم مثبت و منفی، یک رنای پیک تولید می‌شود که اطلاعات سه ژن را دارد. ترجمه این رنای پیک توسط بیش از یک ریبوزوم انجام می‌گیرد چون هر بخش از رنای پیک اطلاعات تولید یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی را دارد.

۶ پروتئین مهارکننده یک جایگاه برای اتصال به اپراتور دارد و یک جایگاه برای لاکتوز دارد.

۷ پروتئین فعال‌کننده یک جایگاه برای اتصال به دنا، یک جایگاه برای مالتوز و یک جایگاه برای رنابسپاراز دارد.

۸ همهٔ رنابسپارازهای متصل به یک ژن از یک نوع هستند!

تلهٔ طراح در تنظیم منفی، مهارکننده و در تنظیم مثبت فعال‌کننده پروتئین تنظیمی است.

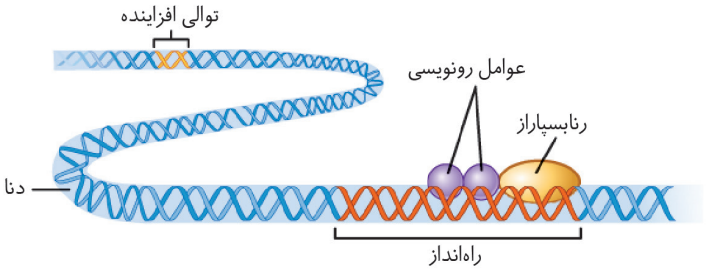
	تنظیم منفی رونویسی	تنظیم مثبت رونویسی
تغییر شکل پروتئین تنظیم‌کننده با اتصال دی‌ساکارید به آن	✓	✓
عامل حرکت رنابسپاراز	اتصال لاکتوز به مهارکننده	اتصال مالتوز به فعال‌کننده
زمان اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز	قبل از وجود لاکتوز در محیط	بعد از اتصال مالتوز به فعال‌کننده و اتصال این مجموعه به دنا
وابستگی اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز به دی‌ساکارید	✗	✓
عامل منع کنندهٔ حرکت رنابسپاراز	متصل بودن مهارکننده به اپراتور	نبودن مالتور در محیط
وضعیت ژن سازندهٔ پروتئین تنظیمی	بیان شدن آن ارتباطی با حضور یا عدم حضور گلوکز، لاکتوز و مالتوز ندارد.	
قند مورد نیاز	لاکتوز	مالتوز
وضعیت قرارگیری راه‌انداز	قبل از اپراتور و از ژن‌ها فاصله دارد.	چسبیده به ژن اول

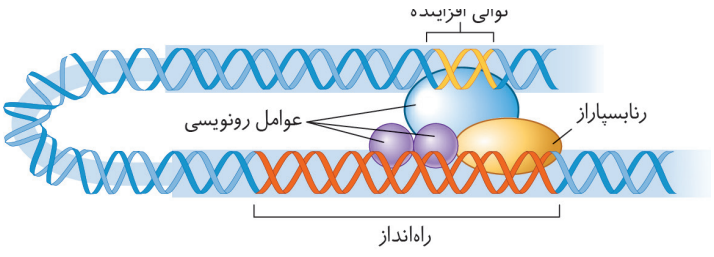
یوکاریوت‌ها

۱ یاخته‌های یوکاریوتی به وسیلهٔ غشاها به بخش‌های مختلفی تقسیم شده‌اند؛ در نتیجه برای آنکه یاخته نسبت به یک ماده واکنش دهد، آن ماده باید به طریقی از غشاها عبور کند و ژن‌ها را تحت تاثیر قرار دهد.

۲ یاخته می‌تواند در هسته، راکیزه و دیسه‌ها بر بیان ژن نظارت داشته باشد؛ در نتیجه تنظیم بیان ژن می‌تواند در مراحل متعددی انجام شود.

- ☑ عدم توانایی شناسایی راه انداز توسط رنابسپاراز به تنهایی
- ☑ وابسته بودن اتصال رنابسپاراز به راه انداز به پروتئین هایی به نام عوامل رونویسی.
- ☑ عوامل رونویسی ← پروتئین هایی غیرآنزیمی که با اتصال خود به دنا بر سرعت و مقدار رونویسی اثر می گذارند.
- ☑ اتصال گروهی از عوامل رونویسی به نواحی خاصی از راه انداز ← هدایت شدن رنابسپاراز به محل راه انداز
- ☑ تغییر مقدار رونویسی ژن به دنبال تغییر در تمایل پیوستن عوامل رونویسی به راه انداز در اثر بعضی از عوامل (این خودش نوعی تنظیم بیان ژن هستش!
- ☑ اتصال بعضی از عوامل دیگر رونویسی به توالی خاصی از دنا به نام افزاینده





✅ افزاینده توالی ای متفاوت از راه انداز است و ممکن است در فاصلهٔ دوری از ژن باشد.

✅ با ایجاد خمیدگی در دنا ← قرار گرفتن عوامل رونویسی متصل به راه انداز و افزاینده ← افزایش سرعت رونویسی

مثال‌هایی از تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها

تنظیم بیان ژن در مراحل غیررونویسی در یوکاریوت‌ها:

پس از رونویسی	۱- اتصال بعضی **رناهای کوچک** مکمل به رنای پیک. با اتصال این رناها از کار رِناتَن جلوگیری می شود در نتیجه، عمل ترجمه متوقف و رنای ساخته شده پس از مدتی تجزیه می‌شود. رنای پیکی که درون هسته ایجاد می‌شود، بلافاصله پس از تولید یا خارج شدن از آن، ترجمه نمی‌شود. **۲- تنظیم طول عمر رنای پیک** افزایش طول عمر رنای پیک موجب افزایش محصول می‌شود و بالعکس. تغییر در طول عمر رنای پیک در یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها صورت می‌گیرد. **۳- تغییر شکل پروتئین از غیرفعال به فعال** تبدیل پیش‌انسولین به انسولین + تبدیل پپسینوژن به پپسین + تبدیل پروترومبین به ترومبین + تبدیل فیبرینوژن به فیبرین + تبدیل پیش سم به سم فعال!
در سطح فام‌تنی (قبل از رونویسی)	به طور معمول بخش‌های فشرده فام‌تن کمتر در دسترس رنابسپارازها قرار می‌گیرند ← بنابراین یاخته می‌تواند با تغییر در میزان فشردگی فام‌تن در بخش‌های خاصی، دسترسی رنابسپاراز را به ژن مورد نظر تنظیم کند.

فرعیات!

۱ انواع رنابسپارازهای موجود بر روی هر ژن، در نهایت رناهایی با طول‌های یکسان تولید می‌کنند.

۲ در جاندار مورد بررسی مزلسون و استال، تنها یک آنزیم جهت رونویسی از ژن‌های مختلف دنای اصلی آن فعالیت داشت.

۳ به هنگام رونویسی از رشته الگو، آنزیم بسپاراز مقابل هر رشته‌ای که روی آن قرار می‌گیرد، نوکلئوتیدهای مکمل قرار می‌دهد.

۴ ژن سازنده زنجیره بتای هموگلوبین تنها در گویچه‌های قرمز موجود در خون بروز می‌یابد.

۵ رشته رنای در حال ساخت با رشته رمزگذار تنها در نوع بازی که مقابل باز آدنین مکمل قرار می‌دهند فرق دارند.

۶ در ژن همانند رنای پیک تعداد بازهای پورین و پیریمیدین برابر نیست.

۷ در نخستین مرحله اینترفاز، امکان فعالیت آنزیم هلیکاز در تارهای ماهیچه‌ای تند وجود ندارد.

۸ آنزیم رنابسپاراز، مقابل هر نوکلئوتیدی که بعد از راه‌انداز قرار داشته، نوکلئوتید مکمل آن را قرار می‌دهد.

۹ به منظور قرارگیری نوکلئوتید جدید در رشته رنای در حال ساخت، تشکیل پیوند هیدروژنی نسبت به شکستن پیوند فسفودی‌استر مقدم‌تر است.

۱۰ در مرحله طویل رونویسی برخلاف آغاز، مولکول رنابسپاراز در طول ژن به پیش می‌رود و دربخش عقبی آن پیوند بین رنا و دنا شکسته می‌شود

۱۱ در مرحله پایان رونویسی، جداشدن رنابسپاراز از دنا نسبت به رنا، زودتر صورت می‌گیرد.

۱۲ تعداد نوکلئوتیدهای رنای نابالغ با تعداد نوکلئوتیدهای ژن برابر است.

۱۳ در هر مرحله‌ای از رونویسی که تشکیل پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای مشابه دیده می‌شود، نوعی توالی ویژه توسط رنابسپاراز شناسایی می‌شود.

۱۴ در هر مرحله‌ای از رونویسی که پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای مشابه تشکیل می‌شود، جداسازی رنا از دنا صورت می‌گیرد.

۱۵ در جاندار مورد بررسی گریفیت، در دو ژن مجاور، هر گاه رشته الگو یکسان باشد، به طور حتم بین دو ژن توالی تنظیمی راه‌انداز وجود دارد.

۱۶ در صورتی که در دو ژن مجاور، آنزیم‌های رنابسپاراز در جهت مخالف حرکت کنند، به طور حتم نوع رنای ساخته شده همانند رشته الگوی موردنظر متفاوت است.

۱۷ محل انجام فرآیند ترجمه همانند پیرایش در یاخته‌های جاندار مورد بررسی ایلیا مچنیکو، در مجاورت با دنای اصلی است.

۱۸ به منظور ساخت رنای بالغ تک رشته‌ای، نیاز است تا پیوندهای فسفودی‌استر موجود در دو طرف توالی‌های میانه (اینترون) شکسته شود و بخش‌های باقی‌مانده به یکدیگر متصل گردند.

۱۹ در طرح ساده‌ای از رشته الگوی مولکول دنا و رنای بالغ حاصل از آن، بخش‌هایی که داخل حلقه قرار دارند دارای قندی با اکسیژن‌های بیشتر می‌باشند.

۲۰ در پروکاریوت‌ها برخلاف یوکاریوت‌ها، به طور حتم، نوع آنزیم‌های بسپاراز قرار گرفته در هر ژن همانند ژن‌های مجاور یکسان می‌باشد.

۲۱ در تاخوردگی اولیه برخلاف ساختار سه بعدی رنای ناقل، حلقه‌ها در تشکیل پیوند هیدروژنی شرکت ندارند.

۲۲ به منظور ساخت رنای بالغ همانند زنجیره بتای هموگلوبین، به مولکول ATP نیاز است.

۲۳ در همه رناهای ناقل، به جز در ناحیه پادرمزه‌ای، انواع توالی‌های یکسانی وجود دارد.

۲۴ به منظور اتصال آمینواسیدها به رنای ناقل مربوط به خود، آنزیمی در یاخته وجود دارد که بر اساس توالی رمزه، آمینواسید مناسب را می‌یابد و به ابتدای رنای ناقل متصل می‌کند.

۲۵ به منظور تشکیل پنجمین پیوند پپتیدی در جایگاه A رناتن، آمینواسیدی که یکی از گروه‌های آن آزاد است، با آمینواسید مکمل تازه واردشده به جایگاه A پیوند پپتیدی تشکیل می‌دهد.

۲۶ در مرحله آغاز فقط جایگاه P پر می‌شود.

۲۷ در مرحله طویل ترجمه، بلافاصله بعد از ورود هر رنای ناقل به جایگاه A رناتن، نوعی پیوند اشتراکی در جایگاه P شکسته می‌شود.

۲۸ بعد از ورود هر بسپاراز زیستی به جایگاه A و تشکیل نوعی پیوند سست با رنای پیک، اتصال آخرین آمینواسید و رنای ناقل موجود در جایگاه P شکسته می‌شود.

۲۹ بعد از خروج سومین رنای ناقل فاقد آمینواسید از جایگاه E رناتن، چهارمین رنای ناقل مکمل جایگاه A، وارد این جایگاه شده و پس از آن، سومین حرکت رناتن صورت می‌گیرد.

۳۰ پروتئین‌هایی که فرآیند رونویسی نقش دارند، همگی توسط رناتن‌های آزاد در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم ساخته شده‌اند

۳۱ پروتئین‌هایی که قرار است از یاخته خارج شوند، همگی براساس توالی آمینواسیدی ویژه‌ای که دارند، از جسم گلژی عبور می‌کنند.

۳۲ شروع تشکیل الگوهای پیوند هیدروژنی در پروتئین‌ها کمی قبل از اتمام ساختار اول پروتئین صورت می‌گیرد.

۳۳ رناتن‌ها از طریق زیرواحدی از خود به شبکه آندوپلاسمی زبر متصل هستند که زودتر از رنای ناقل حامل متیونین، در مرحله آغاز به رنای پیک متصل می‌شود.

۳۴ در پروکاریوت‌ها، به علت عمر کم رنای پیک، همهٔ پروتئین‌ها توسط ساختارهای دانه و تسبیح ساخته می‌شوند.

۳۵ در صورت انجام رونویسی همزمان با ترجمه در باکتری اشرشیاکلای، رناتنی که فعالیت بیشتری کرده است، از رنابسپاراز دورتر است.

۳۶ در یوکاریوت‌ها برخلاف پروکاریوت‌ها امکان انجام همزمان ترجمه بر روی یک رنای پیک بالغ وجود ندارد.

۳۷ در صورت وجود گلوکز در یاخته، امکان شروع رونویسی از ژن‌های مربوط به آنزیم‌های ساخت لاکتوز وجود ندارد.

۳۸ در تنظیم منفی رونویسی برخلاف مثبت آن در اشرشیا کلای، اتصال دی‌ساکارید به پروتئین تنظیمی، با تغییر تمایل اتصال پروتئین و دنا، شرایط را برای انجام رونویسی از ژن‌ها فراهم می‌کند.

۳۹ در تنظیم منفی همانند مثبت، راه‌انداز بلافاصله قبل از ژنی قرار دارد که فاقد توالی ویژه پایان رونویسی است.

۴۰ توالی‌های اپراتور برخلاف جایگاه اتصال فعال‌کننده، در صورت نبود لاکتوز، به پروتئین تنظیمی متصل باقی می‌مانند.

۴۱ در جانداری که تنظیم بیان ژن می‌تواند در مراحل بیشتری صورت بگیرد، می‌توان گفت آنزیم رونویسی‌کننده نمی‌تواند به تنهایی راه‌انداز را شناسایی کند.

۴۲ توالی‌های افزاینده، همگی در فاصله دوری از ژن هستند و با ایجاد خمیدگی در دنا، شرایط را برای افزایش سرعت رونویسی برحلاف مقدار آن فراهم می‌کنند.

۴۳ کاهش طول کروموزوم در مرحله متافاز میتوز، مشابه یکی از روش‌های تنظیم بیان پس از رونویسی به شمار می‌آید.

۴۴ در یوکاریوت‌ها همانند پروکاریوت‌ها، سازوکارهایی برای تغییر پایداری رنای پیک وجود دارد.

جملات مهم!

۱ در یاخته‌های دارای هسته، رِناتَن‌ها درون هسته حضور **ندارند**.

۲ انواعی از رنا در یاخته وجود دارند که در پروتئین‌سازی نقش دارند.

۳ آنزیم های ویژه ای رونویسی را **تسهیل** می‌کنند.

۴ در یاخته انواعی از رنا ساخته می‌شود. عمل رونویسی از دنا به کمک آنزیم‌ها انجام می‌شود. این آنزیم‌ها را، تحت عنوان کلی رِنابسپاراز نام گذاری می‌کنند.

۵ در **پروکاریوت‌ها** یک نوع رنابسپاراز وظیفهٔ ساخت انواع رنا را بر عهده دارد.

۶ در **یوکاریوت‌ها**، انواعی از رنابسپاراز، ساخت رناهای مختلف را انجام می‌دهند.

۷ در مرحله آغاز رونویسی رنابسپاراز به مولکول دنا متصل می‌شود و دو رشتهٔ آن را از هم باز می‌کند.

۸ راه‌انداز موجب می‌شود رنابسپاراز **اولین** نوکلئوتید مناسب را به طور دقیق پیدا و رونویسی را از آنجا آغاز کند.

۹ در مرحله طویل شدن رونویسی رنابسپاراز ساخت رنا را ادامه می دهد که در نتیجهٔ آن، رنا طویل می‌شود. همچنان که مولکول رنابسپاراز به پیش می‌رود، دو رشته دنا در جلوی آن باز و در چندین نوکلئوتید **عقب‌تر**، رنا از دنا جدا می‌شود و دو رشتهٔ دنا مجدداً به هم می‌پیوندند.

۱۰ در دنا توالی‌های ویژه‌ای وجود دارد که موجب پایان رونویسی توسط آنزیم رنابسپاراز می‌شوند. در این محل‌ها، آنزیم از مولکول دنا و رنای تازه ساخت جدا و دو رشتهٔ دنا به هم متصل می‌شوند.

۱۱ در یاخته‌های **یوکاریوتی**، رنای ساخته شده در رونویسی با رنایی که در سیتوپلاسم وجود دارد تفاوت‌هایی دارد.

۱۲ توالی‌های ۳ نوکلئوتیدی **رنای پیک** تعیین می‌کند که کدام آمینواسیدها باید در ساختار پلی پپتید قرار بگیرد.

۱۳ رمزه آمینواسیدها در جانداران **یکسان‌اند**. به نظر شما این موضوع بیانگر چه واقعیتی است؟ منشأ مشترک جانداران!

۱۴ رنای ناقل **پس** از رونویسی دچار تغییراتی می‌شود.

۱۵ در یاخته‌ها، آنزیم‌های ویژه‌ای وجود دارند که **براساس نوع توالی پادَرمزه**، آمینواسید مناسب را به رنای ناقل متصل می‌کنند؛ یعنی آنزیم با تشخیص پادَرمزه در رنای ناقل، آمینواسید مناسب را یافته و به آن وصل می‌کند.

۱۶ در مرحله آغاز ترجمه بخش‌هایی از رنای پیک، زیر واحد **کوچک** رِناتَن را به سوی رمزهٔ آغاز، هدایت می‌کند.

۱۷ براساس مقصدی که پروتئین باید برود، توالی‌های آمینواسیدی در آن وجود دارد که پروتئین را به مقصد هدایت می‌کند.

۱۸ در **پروکاریوت‌ها** پروتئین‌سازی حتی ممکن است پیش از پایان رونویسی رنای پیک آغاز شود؛ زیرا طول عمر رنای پیک در این یاخته‌ها کم است.

۱۹ تجمع رِناتَن‌ها در یاخته‌های یوکاریوتی نیز دیده می‌شوند.

۲۰ در یاخته‌های یوکاریوتی ساز و کارهایی برای حفاظت **رنای پیک** در برابر تخریب وجود دارد.

۲۱ تنظیم بیان ژن موجب می‌شود: جاندار به تغییرات پاسخ دهد + یاخته‌های مختلفی از یک یاخته ایجاد شود.

۲۲ در پروکاریوت‌ها در مواردی یاخته با تغییر در پایداری (طول عمر) رنا یا پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند.

۲۳ در پروکاریوت‌ها بیان ژن به دو صورت منفی و مثبت تنظیم می‌شود.

۲۴ رونویسی با چسبیدن رنابسپاراز به راه‌انداز مربوط به ژن شروع می‌شود.

۲۵ در تنظیم مثبت رونویسی پروتئین‌های خاصی به رنابسپاراز کمک می‌کنند تا بتواند به راه‌انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند.

۲۶ چه عاملی سبب می شود که فعال‌کننده به جایگاه خود بچسبد؟ این عامل مالتوز است.

۲۷ یاخته‌های **یوکاریوتی** به وسیلهٔ غشاها به بخش های مختلفی تقسیم شده‌اند. بنابراین، برای آنکه یاخته نسبت به یک ماده واکنش نشان دهد، آن ماده باید به طریقی از غشاها عبور کند و ژن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد.

۲۸ در **یوکاریوت‌ها** رنابسپاراز نمی‌تواند به تنهایی راه‌انداز را شناسایی کند و برای پیوستن به آن نیازمند پروتئین‌هایی به نام عوامل رونویسی هستند.

۲۹ در یوکاریوت‌ها ممکن است عوامل رونویسی دیگری به بخش‌های خاصی از دنا به نام توالی افزاینده متصل شوند. با پیوستن این پروتئین‌ها به توالی افزاینده و با ایجاد خمیدگی در دنا، عوامل رونویسی در کنار هم قرار می‌گیرند.

۳۰ یاخته می‌تواند با تغییر در میزان فشردگی فام‌تن در بخش‌های خاصی، دسترسی رنا بسپاراز را به ژن مورد نظر تنظیم کند.

قیدها

گفتار ۱: رونویسی

۱ـ تغییر ژنی در بیماری کم‌خونی داسی‌شکل بسیار جزئی است و در آن تنها یک جفت از صدها جفت نوکلئوتید دِنا در افراد بیمار تغییریافته است.

۲ـ رونویسی یک ژن می‌تواند در هر چرخهٔ یاخته‌ای بارها انجام شود و چندین رشتهٔ رِنا ساخته شود.

۳ـ در پروکاریوت‌ها یک نوع رِنابسپاراز وظیفهٔ ساخت انواع رِنا را برعهده دارد. در یوکاریوت‌ها، انواعی از رِنابسپاراز، ساخت رِناهای مختلف را انجام می‌دهد.

۴ـ برای اینکه رونویسی ژن از محل صحیح خود شروع شود، توالی‌های نوکلئوتیدی ویژه‌ای در دِنا وجود دارد که رِنابسپاراز آن را شناسایی می‌کند. راه‌انداز موجب می‌شود رِنابسپاراز اولین نوکلئوتید مناسب را به‌طور دقیق پیدا و رونویسی را از آنجا آغاز کند. در این حالت، بخش کوچکی از مولکول دِنا باز و زنجیرهٔ کوتاهی از رِنا ساخته می‌شود.

۵ـ در دِنا توالی‌های ویژه‌ای وجود دارد که موجب پایان رونویسی توسط آنزیم رِنابسپاراز می‌شوند.

۶ـ فقط یکی از دو رشتهٔ دِنا در هر ژن رونویسی می‌شود.

۷ـ رِنای پیک ممکن است دستخوش تغییراتی در حین رونویسی و یا پس از آن شود. یکی از این تغییرات حذف بخش‌هایی از مولکول رِنای پیک است. در بعضی ژن‌ها، توالی‌های معینی از رِنای ساخته‌شده، جدا و حذف می‌شود و سایر بخش‌ها به هم متصل می‌شوند و یک رِنای پیک یکپارچه می‌سازند.

۸ـ بعضی ژن‌ها، مانند ژن‌های سازندهٔ rRNA در یاخته‌های تازه تقسیم‌شده بسیار فعال هستند.

گفتار ۲: به سوی پروتئین

۱ـ پلی‌پپتیدها از مهم‌ترین فراورده‌های ژن‌ها هستند.

۲ـ در همهٔ رِناهای ناقل، به‌جز در ناحیهٔ پادرمزه‌ای (آنتی‌کدونی)، انواع توالی‌های مشابهی وجود دارند.

۳ـ در مرحلهٔ آغاز ترجمه، بخش‌هایی از رِنای پیک، زیرواحد کوچک رِناتن را به‌سوی رمزهٔ آغاز هدایت می‌کند.
۴ـ در مرحلهٔ طویل شدن ترجمه، ممکن است رِناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه A رناتن شوند؛ ولی فقط رِنایی که مکمل رمزهٔ جایگاه A است، استقرار پیدا می‌کند.
۵ـ به‌طور کلی پروتئین‌سازی در هر بخشی از یاخته که رِناتن‌ها حضور داشته باشند می‌تواند انجام شود.
۶ـ پروتئین‌های ساخته‌شده در سیتوپلاسم سرنوشت‌های مختلفی پیدا می‌کنند. بعضی از این پروتئین‌ها به شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی می‌روند و ممکن است برای ترشح به خارج رفته یا به بخش‌هایی مثل واکوئول (کریچه) و کافنده‌تن (لیزوزوم) بروند. بعضی پروتئین‌ها نیز در سیتوپلاسم می‌مانند و یا اینکه به میتوکندری‌ها، هسته و یا پلاست‌ها می‌روند. در هر یک از این موارد بر اساس مقصدی که پروتئین باید برود، توالی‌های آمینواسیدی در آن وجود دارد که پروتئین را به مقصد هدایت می‌کند.
۷ـ در پروکاریوت‌ها پروتئین‌سازی حتی ممکن است پیش از پایان رونویسی رِنای پیک آغاز شود.
۸ـ برای پروتئین‌هایی که به مقدار بیشتری موردنیاز هستند، ساخت پروتئین‌ها، به‌طور هم‌زمان و پشت‌سرهم توسط مجموعه‌ای از رِناتَن‌ها انجام می‌شود.
۹ـ در یاخته‌های یوکاریوتی سازوکارهایی برای حفاظت رِنای پیک در برابر تخریب وجود دارد؛ بنابراین، فرصت بیشتری برای پروتئین‌سازی هست. در مجموع، این عوامل موجب طولانی‌تر شدن عمر رِنای پیک پیش از تجزیه می‌شود.

گفتار ۳: تنظیم بیان ژن

۱ـ تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها می‌تواند در هر یک از مراحل ساخت رِنا و پروتئین تأثیر بگذارد؛ ولی به‌طور معمول تنظیم بیان ژن در مرحلهٔ رونویسی انجام می‌شود. در مواردی هم ممکن است یاخته با تغییر در پایداری (طول عمر) رِنا یا پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند.
۲ـ در تنظیم مثبت رونویسی ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز در باکتری اشرشیا کُلای، در حضور قند مالتوز، انواعی از پروتئین به نام فعال‌کننده وجود دارند که به توالی‌های خاصی از دِنا متصل می‌شوند.
۳ـ تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها بسیار پیچیده‌تر از پروکاریوت‌هاست و می‌تواند در مراحل بیشتری انجام شود.
۴ـ در یوکاریوت‌ها رِنابسپاراز نمی‌تواند به‌تنهایی راه‌انداز را شناسایی کند.
۵ـ گروهی از عوامل رونویسی با اتصال به نواحی خاصی از راه‌انداز، رِنابسپاراز را به محل راه‌انداز هدایت می‌کنند.
۶ـ در یوکاریوت‌ها ممکن است عوامل رونویسی به بخش‌های خاصی از دِنا به نام توالی افزاینده متصل شوند.
۷ـ توالی‌های افزاینده متفاوت از راه‌انداز هستند و ممکن است در فاصلهٔ دوری از ژن قرار داشته باشند.
۸ـ اتصال بعضی رِناهای کوچک مکمل به رِنای پیک مثالی از تنظیم بیان ژن پس از رونویسی است.
۹ـ به‌طور معمول بخش‌های فشردهٔ فام‌تن (کروموزوم) کمتر در دسترس رِنابسپارازها قرار می‌گیرند.

فصل سوم: انتقال اطلاعات در نسل‌ها

مقدمه

۱ شباهت بین فرزندان و والدین، گویای آن است که ویژگی‌های والدین به نحوی به فرزندان منتقل می‌شود.

۲ گامت ← برقرارکنندهٔ ارتباط بین نسل‌ها در تولیدمثل جنسی + محتوی اطلاعات وراثتی هر یک از والدین است.

تلهٔ طراح تولید گامت در بیشتر جانوران با تقسیم میوز و در زنبور عسل نر، با میتوز انجام می گیرد.

۳ در نوعی از تولیدمثل جنسی به نام بکرزایی، اطلاعاتی که به نسل بعد منتقل می شود، فقط مربوط به یک والد است.

۴ تصور نحوهٔ صفات فرزندان قبل از کشف قوانین وارثت ← آمیخته‌ای از صفات والدین و حد واسطی از آنهاست. مثلاً اگر یکی از والدین بلندقد و دیگری کوتاه قد باشد، فرزند آنان قدی متوسط خواهد داشت.

تلهٔ طراح امروزه برای بعضی از صفات هنوز حالت حدواسط صفات والدین وجود دارد. مثل گل میمونی و حالت مو در انسان

۵ در اواخر قرن نوزدهم: ساختار و عمل دنا و ژن‌ها معلوم نشده بود + قوانین بنیادی وراثت توسط مندل کشف شد.

تلهٔ طراح به کمک قوانین بنیادی وراثت می‌شود صفات فرزندان را پیش‌بینی کرد.

ویژگی‌های یک فرد

انواع:

- **وراثتی**
  - ✅ بعضی از ویژگی‌های ما را تشکیل می‌دهند.
  - ✅ این ویژگی‌ها را از والدین خود دریافت کرده‌ایم.
  - ✅ مانند: گروه خونی / رنگ چشم که ممکن است به رنگ مشکی، قهوه‌ای، سبز یا آبی باشد. / حالت مو که ممکن است به شکل صاف، موجدار یا فر دیده شود.
- **غیر وراثتی**
  - ✅ این ویژگی‌ها ارثی نیستند
  - ✅ مثل تغییر رنگ پوست به تیره که به علت قرارگرفتن در معرض آفتاب ایجاد شده است.

✅ در علم ژن‌شناسی، ویژگی‌های **ارثی** جانداران را **صفت** می‌نامند.

✅ ژن‌شناسی، شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می‌پردازد.

در ارتباط با علم ژن‌شناسی کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

۱) قبل از کشف ساختار دنا، عملکرد این مولکول مشخص شد.

۲) پس از فعالیت‌های مندل، ویژگی‌های فرزندان قابل تعیین بود.

۳) اولین ارتباط دگره‌ای که زیست‌شناسان توصیف کردند، رابطهٔ بارزیت ناقص بود

۴) اینکه لزوماً فرزند آمیخته‌ای از صفات پدر و مادر نیست، اواسط قرن نوزدهم مشخص شد.

روابط بین دگره‌ها و نحوهٔ نوشتن ژن‌نمود

تعاریف اولیه رو که باید کامل یاد بگیری!

تعریف الل	به ژن‌هایی که شکل‌های مختلف یک صفت را ایجاد می‌کنند و در فام‌تن‌های همتا جایگاه یکسانی دارند، الل‌های آن صفت می‌گویند. دقت کنید که دو ژن که بر روی دو کروماتید خواهری از یک کروموزوم مضاعف قرار دارند، نسبت به هم الل نیستند.
ژن‌نمود (ژنوتیپ)	ترکیب دگره‌ها در یک فرد. مثال: برای گروه خونی Rh، دو نوع الل در جمعیت انسان‌ها داریم؛ الل D و الل d. انسان دیپلوئید (دولاد هست)، پس در یک هسته از یک یاخته دو تا الل برای این صفت میتواند داشته باشه؛ ژنوتیپ یک برای گروه خونی Rh می‌تواند به شکل: Dd DD یا dd باشد.
رخ‌نمود (فنوتیپ)	شکل ظاهری یا حالت بروزیافته صفت مثال: در گروه خونی ABO، افرادی با ژنوتیپ AA و AO، گروه خونی A دارند و افرادی با گروه خونی BB و BO، گروه خونی B دارند.
خالص	در صورتی که دو الل تشکیل‌دهندهٔ ژنوتیپ (مستقر در یک جفت فام‌تن همتا)، یکسان باشند. مثال: در گروه خونی ABO افرادی که دو الل یکسان دارند مثل AA ، BB و OO خالص هستند.

ناخالص	در صورتی که دو الل تشکیل‌دهندهٔ ژنوتیپ (مستقر در یک جفت فام‌تن همتا)، یکسان نباشند. مثال: در گروه خونی ABO افرادی که ژنوتیپ AO، BO و AB ناخالص هستند.

حالا بریم سراغ روابط بین اللی؛

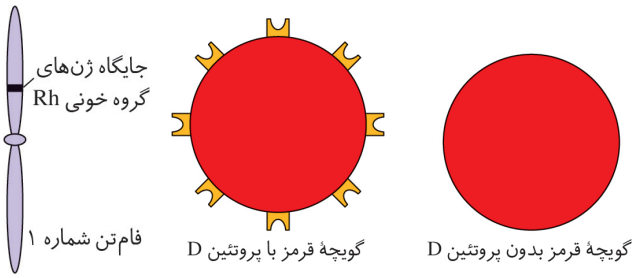
والد نر	والد ماده	فرزند	نوع رابطهٔ بین اللی
ملخ شاخک بلند	ملخ شاخک کوتاه	ملخ شاخک متوسط	
ملخ بال بلند	ملخ بال کوتاه	ملخ بال کوتاه	
مردی با موی صاف	زنی با موی فر	موی موج دار (مجعد)	
پروانهٔ بال خال دار	پروانهٔ بال خط دار	پروانهٔ بال خط و خال دار	

تلهٔ طراح

- رخ‌نمود هم‌توان و یا حدواسط فقط در افراد دارای ژن‌نمود ناخالص بروز می‌یابد.
- مردان برای صفات وابسته به جنس نه ژنوتیپ خالص دارند و نه ناخالص؛ در نتیجه در مردها برا صفات وابسته به x فقط می‌توانند رخ‌نمود بارز و یا نهفته را بروز بدهند.
- در جانور (مثل زنبور نر) یا یاخته‌هایی که تک‌لاد (n) هستند، ژنوتیپ ناخالص وجود ندارد؛ بنابراین رابطهٔ هم‌توانی و حدواسط بین الل‌های یک صفت مشاهده نمی‌شود.
- در رابطه هم‌توانی اثر دگره‌ها **همراه** با یکدیگر ظاهر می‌شوند و در رابطه بارزیت ناقص، رخ‌نمود به صورت **حدواسط** بروز می‌یابد.

گروه‌های خونی

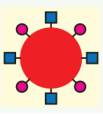
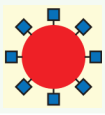
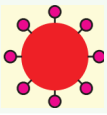
گروه خونی Rh



- ✅ توضیح آن ساده‌تر است.
- ✅ جایگاه ژن آن در بازوی بالایی فام‌تن شمارهٔ ۱ قرار دارد.
- ✅ جایگاه ژنی این صفت به سانترومر نزدیک‌تر است تا انتهای کروموزوم.
- ✅ براساس بودن یا نبودن پروتئین D در غشای گویچهٔ قرمز
- ✅ الل D بارز و باعث تولید پروتئین D می‌شود ولی الل d، نهفته و باعث تولید پروتئین D نمی‌شود!
- ✅ افراد با گروه خونی مثبت ← در غشای گویچهٔ قرمز پروتئین D دارند + ژن‌نمود DD یا Dd دارند.
- ✅ افراد با گروه خونی منفی ← در غشای گویچهٔ قرمز پروتئین D ندارند + ژن‌نمود dd دارند.

گروه خونی ABO

- ✅ جایگاه ژن آن در فام‌تن شمارهٔ ۹ قرار دارد.
- ✅ براساس بودن یا نبودن کربوهیدرات‌های گروه خونی در غشای گویچهٔ قرمز
- ✅ الل A و B بارز و به ترتیب باعث تولید آنزیم‌های اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات‌های A و B به غشای گویچه‌های قرمز می‌شوند.
- ✅ الل O نهفته است و باعث تولید هیچ کدام از آنزیم‌های اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات‌های گروه خونی نمی‌شود.
- ✅ الل‌های A و B نسبت به یکدیگر هم‌توان هستند.
- ✅ **ژن‌نمودها و رخ‌نمودها:**

	گروه خونی ABO					
انواع ژنوتیپ‌ها	AB	BO	BB	AO	AA	OO
نوع ژنوتیپ‌ها	ناخالص	ناخالص	خالص	ناخالص	خالص	خالص
فنوتیپ (گروه خونی)	AB	B		A		O
شکل گویچهٔ قرمز مربوط به فنوتیپ						

مقایسه گروه خونی Rh و ABO

نوع گروه خونی	گروه خونی Rh		گروه خونی ABO								
اساس تقسیم‌بندی	بودن یا نبودن پروتئین D در غشای گویچه‌های قرمز		بودن یا نبودن کربوهیدرات‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز								
ژن مربوط به در کدام فام‌تن است؟	فام‌تن شمارهٔ ۱ (بالاتر از سانترومر فام‌تن) جایگاه ژن‌های گروه خونی Rh — فام‌تن شماره ۱		فام‌تن شمارهٔ ۹								
الل‌ها	d	D	(I^B) B		(I^A) A		(i) O				
نوع رابطهٔ بین الل‌ها	بارز و نهفتگی		هم‌توانی (بین الل‌های A و B) + بارز و نهفتگی (بین الل‌های A یا B و O)								
پروتئین ایجاد شده از بیان شدن الل	پروتئین D از بیان شدن الل D		آنزیم اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات B حاصل از بیان شدن الل B آنزیم اضافه‌کنندهٔ کربوهیدرات A حاصل از بیان شدن الل A								
انواع ژنوتیپ‌ها	dd	Dd	DD	AB	BO	BB	AO	AA	OO		
نوع ژنوتیپ‌ها	خالص	ناخالص	خالص	ناخالص	ناخالص	خالص	ناخالص	خالص	خالص		
فنوتیپ (گروه خونی)	منفی	مثبت		AB	B		A		O		
شکل گویچهٔ قرمز مربوط به فنوتیپ											

کربوهیدرات‌های A و B در غشای گویچهٔ قرمز در واقع نوعی پادگن (آنتی‌ژن) هستند. فردی که گروه خونی A دارد، در صورت دریافت خون از فردی با گروه خونی B یا AB به دلیل نداشتن آنت یژن B، آن را عاملی بیگانه تلقی می‌کند و برعلیه آن، پادتن می‌سازد. این موضوع در انتقال خون از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه حرف‌هایی که زدم در گروه خونی ABO ، فردی که گروه خونی O دارد، می‌تواند به سایر افراد خون بدهد؛ چون هیچکدام از آنتی‌ژن‌های A و B را ندارد.

از طرفی فردی با گروه خونی AB ، از همه میتواند خون بگیرد؛ چون هر دو آنتی‌ژن A و B را دارد. دقت داشته باشید که این داستان تولید پادتن و آنتی‌ژن در گروه خونی Rh هم صادق است. فردی که گروه خونی منفی دارد، به سایر افراد خون می دهد و فردی که گروه خونی مثبت دارد، از سایر افراد خون می‌گیرد!

از چه کسی می‌تواند خون بگیرد؟!	آنتی‌ژن	ژنوتیپ	گروه خونی
A / O	A	AA / AO	A
B / O	B	BB / BO	B
AB / A / B / O	A و B	AB	AB
O	ندارد!	OO	O
مثبت	پروتئین D	DD/Dd	مثبت منفی
منفی	ندارد!	dd	منفی

انواع صفت وابسته به جنس + مستقل از جنس + میتوکندریایی

صفات وابسته به جنس

۱ صفات وابسته به Y:

- ☑ ژن مربوط به این صفات در فام‌تن Y قرار دارد.
- ☑ این صفات فقط در مردان بروز می‌یابد.
- ☑ فرزند پسر، این صفات را فقط از پدر خود به ارث می‌برد.
- ☑ در صفات وابسته Y بارز و نهفته بودن معنا ندارد چرا که در نهایت آن صفت بروز می‌یابد

۲ صفات وابسته به X:

- ☑ ژن مربوط به این صفات در فام‌تن X قرار دارد.
- ☑ فرزند پسر این صفات را فقط از مادر خود به ارث می‌برد.
- ☑ هموفیلی یک بیماری وابسته به X و نهفته است. در این بیماری، فرایند لخته شدن خون دچار اختلال می‌شود. شایع‌ترین نوع هموفیلی به فقدان عامل انعقادی VIII (هشت) مربوط است.
- ☑ در پسران، وجود یک X برای بروز بیماری کفایت می‌کند و بارز یا نهفته بودن صفت اهمیتی ندارد. در دختران در صفات وابسته به X نهفته حضور دو آلل برای بروز صفت الزامی‌ست و در صفات وابسته به X بارز، وجود حداقل یک دگره بارز مورد نیاز است.

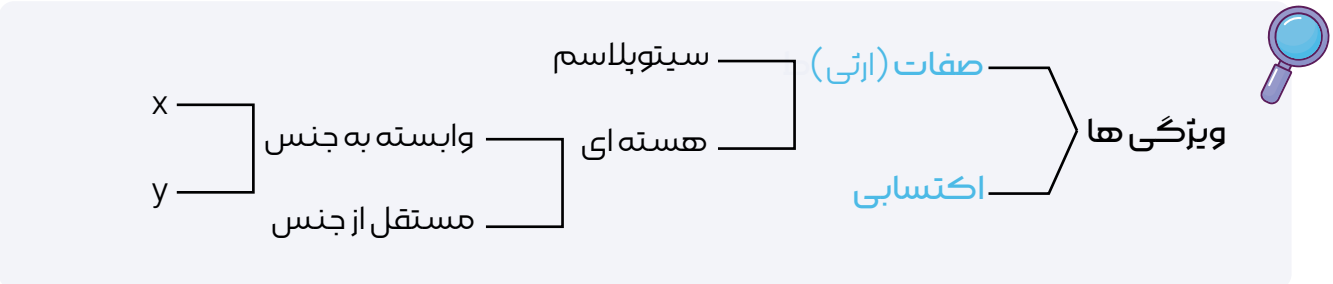
تلۀ طراح اختلال در لخته شدن خون دلایل زیادی دارد که یکی از آنها فقدان عامل شمارۀ ۸ است! برای مثال کمبود کلسیم و ویتامین K در بیماری سنگ صفرا بروز می‌یابد. یا ساخت عوامل مورد نیاز برای تشکیل لخته مثل فیبرینوژن و پروترومبین و ...

صفات مستقل از جنس

ژن مربوط به این صفات در فام‌تن‌های غیرجنسی وجود دارد و هر فرد، هم از پدر و هم از مادرش این صفات را دریافت می‌کند.

صفات میتوکندریایی

- ☑ ژن مربوط به این صفات در دنای حلقوی راکیزه وجود دارد.
- ☑ هر فرزندی، ژن مربوط به این صفات را فقط از مادر خود به ارث می
- ☑ در صورت بیمار بودن مادر، همه فرزندان بیمار خواهند بود.



	بارز و نهفتگی	بارزیت ناقص	هم‌توانی
چند الل اثر خود را بروز می‌دهد؟	۱ (الل بارز)	هر دو الل (ولی نه به طور کامل)	هر دو الل به طور کامل
تعداد رخ‌نمود نسبت به تعداد الل‌های صفت	برابر	بیشتر	
رخ‌نمود فرد ناخالص، منحصر به فرد است			
تعداد ژن‌نمود نسبت به رخ‌نمود	ژن‌نمود بیشتر	ژن‌نمود با رخ‌نمود برابر است	
با دیدن هر رخ‌نمود، ژن‌نمود آن تعیین می‌شود			
مثال	الل‌های گروه خونی Rh الل‌های A و B نسبت به O در گروه خونی ABO	الل‌های رنگ گل میمونی	الل‌های A و B نسبت به هم در گروه خونی ABO

اثر محیط + مهار بیماری‌های ژنتیکی + ژن درمانی

اثر محیط

✅ گاهی برای بروز یک رخ نمود تنها وجود ژن کافی نیست. برای مثال در گیاهان، ساخته شدن سبزینه علاوه بر ژن، به نور هم نیاز دارد.

✅ محیط انسان، شامل عوامل متعددی است. تغذیه و ورزش عواملی محیطی اند که می توانند بر ظهور رخ نمود اثر بگذارند. به عنوان مثال، قد انسان به تغذیه و ورزش هم بستگی دارد. بنابراین نمی توان تنها از روی ژنها، علت اندازه قد یک نفر را توضیح داد.

مهار بیماری های ژنتیک

✅ گرچه نمی‌توان بیماری‌های ژنتیک را در حال حاضر درمان کرد (مگر در موارد معدود) اما گاهی می‌توان با تغییر عوامل محیطی، **بروز** اثر ژن‌ها را مهار کرد.

✅ ژن‌درمانی یکی از روش‌های جدید درمان بیماری‌های ژنتیکی است که خود مجموعه‌ای از روش‌ها است.

✅ در ژن‌درمانی به جای خارج کردن ناقص از ژن، نسخهٔ سالم را در یاخته قرار می‌دهند. سپس این یاخته تغییریافته را به بدن بیمار باز می‌گردانند.

بیماری فنیل کتونوری (PKU):

✅ در فرد بیمار آنزیم **تجزیه کنندهٔ** آمینواسید فنیل آلانین **وجود ندارد**.

✅ مراحل بروز بیماری: عدم تجزیهٔ فنیل آلانین به دلیل نبود آنزیم تجزیه کنندهٔ آن ← تجمع فنیل آلانین در بدن ← ایجاد ترکیبات خطرناک ← آسیب به مغز

✅ دلیل بروز علائم بیماری: تغذیه از پروتئین های حاوی فنیل آلانین

✅ روش جلوگیری از بروز علائم بیماری: تغذیه نکردن از خوراکی هایی که فنیل آلانین دارند

✅ یک بیماری نهفته است ← عدم وجود علائم آشکاری در نوزاد تازه متولد شده ← تغذیه نوزاد مبتلا به فنیل کتونوری با شیر مادر (که حاوی فنیل آلانین است) ← آسیب به یاخته های مغزی نوزاد.

✅ کنترل بیماری
- بررسی نوزادان در بدو تولد از نظر ابتلای احتمالی به این بیماری، با انجام آزمایش خون
- تغذیهٔ نوزاد مبتلا با شیرخشک های فاقد فنیل آلانین
- استفاده از رژیم های غذایی بدون (یا کم) فنیل آلانین در ادامهٔ زندگی فرد مبتلا

مسـائـل بیمـاری انـسان

در کتاب درسی سه بیماری **هموفیل،فنیل‌کتونوری و کم خونی داسی شکل** و همچنین دو **صفت گروه خونی و حالت مو** برای انسان بیان شده است. در مسائل مربوط به انسان به دو گروه کلی برخورد می‌کنیم که هر کدام دارای دو تیپ خاص هستند. پس به طور کلی با چهار تیپ متفاوت در مسائل رو برو هستیم که هر کدادم دارای راهکار هایی هستند. برای شروع بحث به سراغ ساده ترین گروه مسائل می‌رویم

گروه اول ← ژنوتیپ ها و یا فنوتیپ ها از صورت سوال قابل برداشت باشند

tip I در این تیپ فقط درباره صفات و بیماری های کتاب درسی سوال می‌شود.(رایج ترین تیپ سوالی)

برای حل این سبک از سوالات باید تسلط کافی بر رو مفاهیم داشته باشید تا بتوانید به راحتی به ژنوتیپ های خواسته شده برسید و همچنین بدون نیاز به مربع پانت باید گامت ها و فرزندان حاصل از آمیزش را شناسی و بنویسید اما به غیر از این قابلیت ها در نظر داشته باشید که به طور کلی در این سبک سوالات از شما موارد **ممکن یا غیرممکن** خواسته می‌شود، پس با دانستن قوانین و راهکار های زیر کافی است در سوالاتی که ممکن ها را می‌خواند گزینه **حذف** کرده و در سوالاتی که غیر ممکن را می‌خواهند گزینه **انتخاب** کنید

قوانین

قانون یک

- در حین خواندن صورت سوال، اگر در باره بیماری فردی حرفی نزده بود آن فرد از نظر آن بیماری سالم است
- اگر برای ژنوتیپ یک فرد چند حالت مختلف به وجود آمد تا جای ممکنه ژنوتیپ را **ناخالص** فرض کنید
- برای بررسی گزینه ها، صفات را یکی یکی بررسی کنید

قانون دو

به غیر ممکن ساز های زیر دقت کنید

- در بیماری وابسته به X نهفته (هموفیلی)
  - پدر سالم ← دختر بیمار نداره
  - مادر بیمار ← پسر سالم نداره
- فرد دارای گروه خونی AB هرگز فرزندی با گروه خونی O ندارد و برعکس

قانون سه

این آمیزش ها به تعداد زیادی در تست ها دیده میشوند پس آون هارو حفظ کنید

- فنوتیپ فرزندان مانند والدین نباشد
  - آمیزش AB با OO
  - آمیزش AA با BB
- فقط فنوتیپ های AB و A و B مشاهده شوند
  - آمیزش AB با AO
  - آمیزش AB با BO
  - آمیزش AB با AB

tip II در این تیپ علاوه بر بیماری ها و صفات کتاب درسی، از صفات خارج کتاب درسی هم سوال می‌شود

برای حل این سبک از سوالات چاره ای جز تشریحی حل کردن ندارید،زیرا استفاده از قوانین چرت و چرت فقط باعث می‌شود

در روند حل سوال زمان بیشتری گرفته بشود اما دقت کنید که دو قانون زیر همیشه و هر کجا برقرار هستند

قوانین

قانون یک

- در بیماری وابسته به X بارز
  - پدر بیمار ← دختر سالم نداره
  - مادر سالم ← پسر بیمار نداره

قانون دو

- در بیماری های بارز هرگز فرد ناقل نداریم و همواره فرزند بیمار از پدر و مادر سالم نخواهیم داشت

گروه دوم ← درباره بیماری های کتاب درسی یا انواع آمیزش و انواع حالت های آن های به طور کلی سوال بپرسد

در این گروه مهم ترین کار شما تشخیص تیپ سه و تیپ چهار از هم است

tip III در این تیپ برحالات بیماری تاکید دارد

برای تشخیص این سبک سوالات کلمات، همه حالات یا بعضی حالات و یا هیچ یک از حالات می‌تواند به شما کمک کند، درواقع

در این سبک ما باید همه انواع حالت ها را برای افراد در نظر بگیریم(خالص یا ناخالص بودن) و بعد به سوال پاسخ بدهیم

tip IV در این تیپ بر انواع بیماری تاکید دارد

برای تشخیص این سبک سوالات کلمات، همه بیماری ها یا بعضی بیماری ها و یا هیچ یک از بیماری ها می‌تواند به شما کمک کند. درواقع در این سبک سوالات مهم است که با فرض فلان بیماری از آمیزشی که در صورت سوال گفته شده است کدام فرزندان حاصل می‌شوند و اصلا مهم نیست که کدام حالت را (خالص یا ناخالص) برای والدین در نظر بگیرید، فقط مهم این است که با فرض آن بیماری آیا خواسته سوال رخ می‌دهد یا نه

مثال

تیپ سوالی هر یک از مثال های زیر را مشخص کنید

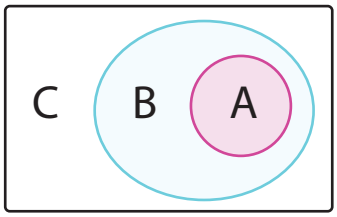
کدام گزینه در صورت ازدواج زن سالم و مردی بیمار برای همه حالات بیماری های ذکر شده در کتاب درسی ناممکن است؟

کدام گزینه در صورت ازدواج زن سالم و مردی بیمار برای همه بیماری های ذکر شده در کتاب درسی ممکن است؟

کدام گزینه در صورت ازدواج زن سالم و مردی بیمار برای بعضی حالات بیماری هموفیلی ممکن است؟

خب حالا بریم سراغ نحوه حل این گروه از سوالات، تصور کنید دو نفر به اسم های پوریا و کامیار قراره برای خرید گل برای خواستگاری به گل فروشی مراجعه کنند. هر کدوم از این افراد سلیقه خاصی برای انتخاب گل دارند، برای مثال پوریا گل های زرد و قرمز و کامیار گل های زرد و سبز و قرمز را دوست دارند. حالا اگه قرار باشه فقط یک نفر به گل فروشی بره و گلی انتخاب کند به طوری که نفر دیگر هم حتما از آن گل خوشش بیاد، اون یه نفر کدوم باید باشه؟

پوریا	زرد و قرمز
کامیار	زرد و قرمز و سبز



زرد و قرمز A ← برای همه ممکن

سبز B ← برای بعضی ممکن

آبی و بنفش C ← برای همه غیر ممکن

همانطور که از نمودار های بالا متوجه شدید، محدود ترین سلیقه، درواقع اشتراک همه سلیقه ها است. حالا بیاید بیماری ها و حالت های مختلف کتاب درسی رو با این سبک تطابق بدیم

خالص	فقط یک نوع گامت تولید می‌کند	هموفیلی	به خالص و ناخلص بودن و جنسیت حساس است
ناخالص	دونوع گامت تولید می‌کند	PKU	فقط به خالص و ناخالص بودن حساس است

تا الان متوجه شدید که محدود ترین سلیقه مربوط به هموفیلی و حالت خالص است، اما هنوز یک مرحله دیگه باقی مونده ، اون هم فهم خواسته سوال و انتخاب بیماری مناسبه

برای همه ممکن: در این سبک باید اشتراک همه بیماری ها یا حالت ها رو بدست بیاورید. پس اگر گزاره ها با محدود ترین بیماری یا حالت برسی بشوند گزاره ای که برای اون درست باشه برای بقیه هم درست است(بخش A در نمودار)

برای همه غیرممکن: در این سبک باید گزاره ای رو پیدا کنید که برای هیچ کدام جواب نمیدهد پس اگر با نامحدود ترین حالت یا بیماری گزاره هارو چک کنیم و گزاره ای برای آن درست نباشد برای بقیه هم درست نیست(بخش درنمودار)

برای بعضی ممکن: در این سبک باید گزاره ای رو پیدا کنید که برای بعضی ممکن و برای بعضی ناممکن باشد، برای این کار از محدود ترین حالت استفاده می‌کنیم و اگر یک گزینه این برای این حالت درست نبود برای بقیه درست است اما اگر بیش از یک گزینه درست نبود باید با بقیه حالات هم چک شود

مثال

در صورت خرید گل توسط پوریا و کامیار کدام مورد می‌تواند گل خریداری شده تست هردو باشد؟

۱) زرد ۲) سبز ۳) آبی ۴) بنفش

در صورت خرید گل توسط پوریا و کامیار کدام مورد می‌تواند گل خریداری شده توسط یکی از آنها باشد؟

۱) زرد ۲) سبز ۳) آبی ۴) بنفش

در صورت خرید گل توسط پوریا و کامیار کدام مورد می‌تواند گل خریداری شده توسط هیچ کدام باشد؟

۱) زرد ۲) سبز ۳) آبی ۴) بنفش

در مسائل این گروه اگر در صورت سوال ذکر شود، **با در نظر گرفتن بیماری های کتاب درسی**، دو قانون زیر برقرار هستند که از قوانین ساده ژنتیک اثبات می‌شوند پس اگر آنها را حفظ هم نکنید مشکلی پیش نمی آید اما برای سرعت بهتر در حل مسائل پیشنهاد می‌کنم آن‌ها رابه خاطر بسپارید

الگو توارث و روابط بین دگره ای

سخت‌ترین خوان یعنی خوان اول رو به خوبی رد کردید و حالا واردخوان دوم می‌شیم که یکی از ساده ترین خوان ها محسوب میشه و کافیه به قوانین و راهکاره ها خوب دقت کنید. اول درباره روابط بین دگره ای و تیپ تست های اون صحبت می‌کنیم و بعد درباره الگو توارث بیماری ها و صفت ها

گروه اول ⟵ روابط بین الل ها

tip I در این تیپ درباره روابط نسبت به هم و تعداد انواع فنوتیپ وژنوتیپ در آنها سوال می‌شود

در کتاب درسی از سه رابطه بین دگره ای بارز و نهفته، هم‌توانی و بارزیت ناقص صحبت شده است. دقت داشته باشید که در بروز یک صفت چندین الل می‌توانند شرکت داشته باشند که بین هر کدام از آنها هریک از روابط گفته شده قابلیت برقراری دارند. اما در همه این ها قوانینی برای انواع ژنوتیپ وفنوتیپ موجود است، احتمال طرح سوال از این قوانین در کنکور بسیار کم است اما در آزمون های آزمایشی و کتاب های تست به وفور یافت می‌شوند

قوانین

قانون یک

اگر تعداد انواع فنوتیپ از تعداد انواع ژنوتیپ کمتر باشد ⟵ حداقل یک رابطه بارز و نهفته برقرار است

اگر تعداد فنوتیپ با تعداد ژنوتیپ برابر باشد ⟵ رابطه یا هم توانی یا بارزیت ناقص است

اگر تعداد فنوتیپ از تعداد ژنوتیپ بیشتر باشد ⟵ حتما صفت تحت تاثیر محیط قرار گرفته است

قانون دو

هرگز تعداد فنوتیپ ها از تعداد الل ها کمتر نیست

قانون سوم

تعداد ژنوتیپ های قابل مشاهده برای یک صفت n اللی برابر است با $\frac{n(n+1)}{2}$

قانون چهارم

برای بدست آوردن تعداد انواع فنوتیپ خاص، به ازای هر رابطه بارز و نهفته از رابطه بالا یکی کم می‌کنیم

tip II در این تیپ از شما خواسته می‌شود روابط بین دگره ای را با توجه به ژنوتیپ ها یا فنوتیپ ها شناسایی کنید

در حل این سبک سوالات نیاز به انجام کار خاصی نیست، توجه به قوانین بالا و مفاهیم اولیه به شما کمک خواهد کرد

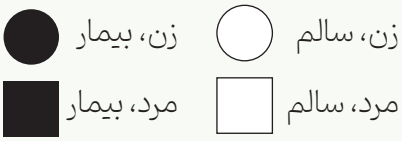
گروه دوم ← نحوه توارث

در این سبک سوالات به شما درباره تعدادی از افراد اطلاعات داده می‌شود و شما با توجه به فنوتیپ ها یا ژنوتیپ ها باید نحوه انتقال بیماری یا صفت مورد نظر را بین نسل ها مشخص کنید. در این حالت دانستن قوانین بیان شده در خوان اول برای رد گزینه بسیار کمک کننده خواهد بود اما یکی از مشکلات بچه ها در این سبک سوالات اشتباه نوشتن یا بی دقتی در خواندن اطلاعات سوال است و این هم بخاطر زیاد بودن اطلاعات درباره هر فرد است، پس بهترین کار کنار هم دیدن همه فنوتیپ ها و ژنوتیپ ها است و برای این امر استفاده از دودمان ژنی بسیار کاربردی است

قوانین

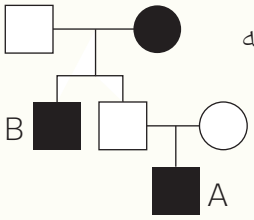
توضیح دودمان

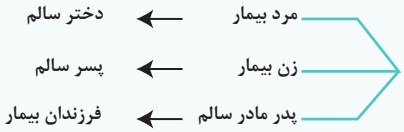
نوعی شجره نامه که به آن دودمان می‌گویند در علم ژنتیک برای بررسی ناهنجاری ها و صفات مختلف استفاده می‌شود. در این نوع از شجره نامه هر خط افقی و عمودی به ترتیب نشان دهنده ازدواج و فرزندآوری است همچنین زنان را با دایره و مردان را با مربع نشان میدهند و افراد سالم (عدم بروز صفت) با رنگ سفید و افراد بیمار (بروزصفت) را با رنگ سیاه نشان می‌دهند



مثال

مشخص کنید نحوه توارث بیماری مقابل به چه صورت است و فرد A با فرد B چه نسبتی دارد





ژنتیک گیاهی

این خوان عملا تنها بخش از جزوه است که هرسال در کنکور سوال دارد و هر سال سوالات نسبتا ساده ای ازش طرح می‌شود پس خوب بخونیدش که نمرش رو از دست ندید. به‌طور کلی برای حل این سوالات باید سه گام اصلی رو بردارید

گام اول

تعیین گیاه نر و ماده و بخش های آن‌ها

برای اینکه هم از گیاهی مرور بشه هم کار ساده تر بشه به جدول زیر یه نگاه بنداز

بخش‌هایی که نماینده گیاه نر هستند	پرچم + میله + بساک + کیسه‌های گرده + یاخته‌های مولد گردهٔ نارس + گردهٔ نارس + دانهٔ گردهٔ رسیده + یاخته‌های رویشی و زایشی + لولهٔ گرده + اسپرم!
بخش‌هایی که نماینده گیاه ماده هستند	مادگی + کلاله + خامه + تخمدان + تخمک + بافت خورش + یاختهٔ باقی‌مانده + یاخته‌های درون و بیرون (احاطه‌کننده) کیسهٔ رویانی + تخم‌زا + یاختهٔ دوهسته‌ای

گام دوم

تعیین عدد فام‌تنی بخش های مختلف و نحو تولید شدن آنها

در اینجا شما باید اول تسلط کافی بر نحوه تولید مثل گیاهان داشته باشید تا به راحتی منشا هر یک از بخش های گیاهی را مشخص کنید و باید بدانید چه بخش هایی هاپلویید، دیپلوئید و تریپلوئید هستند

گام سوم

اصول اولیه را بلد باشید

تا این جای کار هرچیزی درباره نحوه وراثت ، فنوتیپ و ژنوتیپ خواندید رو در این مبحث هم بکار ببرید
حالا بریم سراغ یه درسنامه خلاصه و جمع و جور از نحوه تولید مثل گیاهان

تولیدمثل غیرجنسی

تولیدمثل به روش غیرجنسی در گیاهان، با استفاده از بخش‌های رویشی آنها صورت می‌گیرد

- **در تولیدمثل غیرجنسی، از نظر ژنوتیپی، گیاه جدید مشابه گیاه والد است**
- **در روش پیوند زدن ژنوتیپ پیوند با ژنوتیپ پایه متفاوت است**
- **در روش پیوندزدن، والد همان گیاهی است که جوانه یا شاخه (پیوند) از آن گرفته شده است**

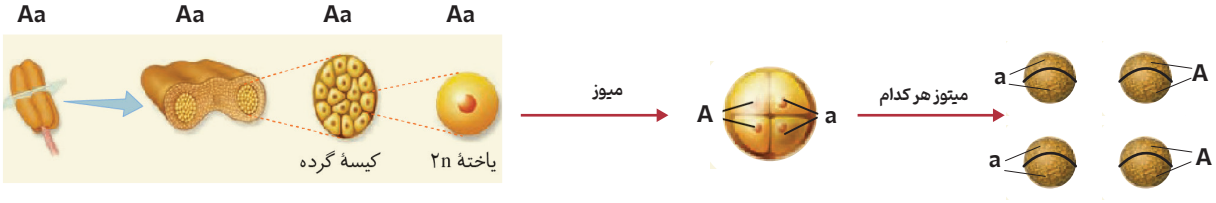
ساختارهای ویژه برای تولید مثل رویشی	ساختار های رویشی مورد استفاده انسان	فناوری تکثیر گیاهان
جوانه‌های روی ریشه برخی گیاهان مانند جوانه‌های روی ریشه آلبالو	قطعات ساقه ← قلمه‌زدن	استفاده از یاخته یا قطعه‌ای از بافت گیاهی ↓ تکثیر در محیط کشت سترون ↓ تولید کال ↓ با استفاده از هورمونه‌ای گیاهی از کال، گیاهچه تولید می‌شود
ساقه های ویژه شده ریزوم ← مانند زنبق غده ← مانند سیبزمینی پیاز ← مانند نرگس، لاله ساقه‌رونده ← مانند توت‌فرنگی	قطعاتی از گیاه مانند جوانه یا شاخه (پیوندک) ← پیوندزدن	
	پوشاندن بخشی از ساقه یا شاخه که واجد گره است در زیر خاک ← خوابانیدن	

تولیدمثل جنسی

تولیدمثل‌جنسی را در گروه نهاندانگان (گیاهان گلدار) بررسی می‌کنیم.از لقاح دو گامت (اسپرم × تخم زا)، تخم اصلی تشکیل شده و گیاه جدیداز رشد و نمو این تخم شکل می‌گیرد

تولید گامت نر: نیمی از تعداد کروموزوم‌های گیاه اصلی را دارند،درتشکیل این یاخته‌ها،یاخته‌های دیپلوئیدی موجود در پرچم نقش دارند. **پرچم** حلقه سوم گل و شامل میله و بخشی حجیم به نام بساک است. اگر بساک را برش عرضی بزنیم کیسه های گرده مشاهده می‌شوند.یاخته‌های دیپلوئیدی موجود در کیسه گرده در تشکیل دانه گرده رسیده، نقش دارند

یک یاخته دیپلوئید از کیسه گرده ← میوز ← تشکیل چهار گرده نارس به هم متصل ← میتوز هر کدام ← تشکیل ۴ گرده رسیده حاوی دو سلول



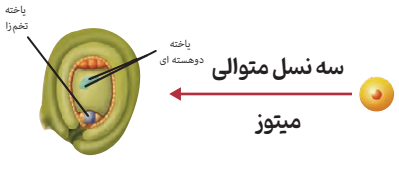
تولید گامت ماده: در حلقه چهارم گل، مادگی را مشاهده می‌کنیم، مادگی از یک یا چند برچه ساخته شده است

هر برچه شامل ۳ بخش است

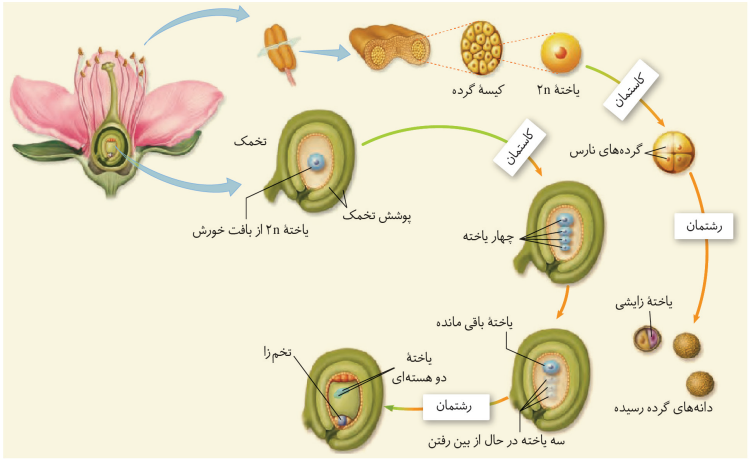
◆کلاله ◆خامه ◆تخمدان

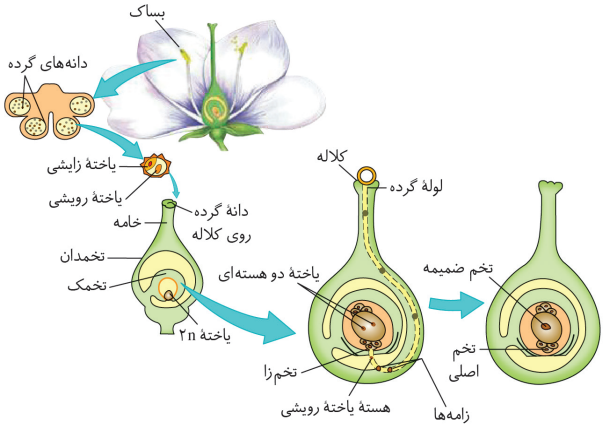
تخمدان بخش متورم مادگی است و محل تشکیل تخمک یا تخمک هاست در گیاهان مختلف در تخمدان ،یک یا چند تخمک تشکیل می شود.در نهاندانگان ، هر تخمک جوان شامل پوششی دولایه است که یاخته های دیپلوئید را در برمی‌گیرید. مجموع این یاخته ها، بافتی به نام خورش را می‌سازند

بزرگ‌شدن یکی از سلول های خورش ← میوز ← تشکیل یک یاخته بزرگ و سه یاخته کوچک ← حذف سه یاخته کوچک ← سه نسل متوالی میتوز



گرده افشانی و لقاح: دو لقاح در تخمدان صورت می‌گیرد





انتقال دانه گرده رسیده از بساک به کلاله ← رشد یاخته رویشی دانه گرده رسیده ← تشکیل و نفوذ لوله گرده به درون کلاله و خامه ← تقسیم میتوز یاخته زایشی در لوله گرده ← تشکیل ۲ اسپرم در لوله گرده

گرده افشانی

انتقال اسپرم ها به کسیه رویان

❶ تخم‌زا × اسپرم = تخم اصلی

❷ یاخته دوهسته‌ای × اسپرم = تخم ضمیمه

از آمیزش یکی از زامه ها با یاختهٔ تخم‌زا، **تخم اصلی** تشکیل می‌شود. این تخم به رویان نمو می‌یابد. زامه دیگر با یاختهٔ دو هسته ای آمیزش می یابد که نتیجهٔ آن تشکیل **تخم ضمیمه** است. تخم ضمیمه با تقسیم های متوالی بافتی به نام **درون دانه (آندوسپرم)** را ایجاد می‌کند. این بافت از یاخته های پارانشیمی ساخته شده و ذخیرهٔ غذایی برای رشد رویان است

حالا با هم یه جدول کاربردی رو ببینیم

لپه	ژنوتیپ تخم‌اصلی	=	ژنوتیپ اسپرم	X	ژنوتیپ تخم‌زا
ساقه رویانی	ژنوتیپ تخم‌اصلی	=	ژنوتیپ اسپرم	X	ژنوتیپ تخم‌زا
ریشه رویانی	ژنوتیپ تخم‌اصلی	=	ژنوتیپ اسپرم	X	ژنوتیپ تخم‌زا
آندوسپرم	ژنوتیپ تخم‌ضمیمه	=	ژنوتیپ دوهسته‌ای	X	ژنوتیپ تخم‌زا
پوسته دانه	ژنوتیپ والد ماده	=	ژنوتیپ پوسته تخمک		

- **بخش ذخیره ای دانه در ذرت، آندوسپرم است**
- **بخش ذخیره ای دانه در لوبیا، لپه ها هستند**

tip I دراین تیپ بخشی از ژنوتیپ گیاه والد نر را می‌دهند و سوال می‌پرسند

tip II دراین تیپ بخشی از ژنوتیپ گیاه والد ماده را می‌دهند و سوال می‌پرسند

tip III دراین تیپ ژنوتیپ آندوسپرم را می‌دهند و سوال می‌پرسند

tip III
ABB
والد نر
والد ماده
رویان

tip II
AB
گامت ماده
اندوسپرم
رویان

tip I
AB
گامت نر
اندوسپرم
رویان

تبدیل ژنوتیپ تخم ضمیمه (آندوسپرم) به تخم اصلی (رویان)

AB والد ماده → **B** گامت ماده

AB والد نر → **A** گامت نر

صفات پیوسته و گسسته + تک جایگاهی و چند جایگاهی

مقایسهٔ صفت از بخش‌های مختلف:

پیوسته	☑ در یک بازه معین می‌تواند به هر شکلی مشاهده شود به این معنی که هر عددی بین یک حداقل و یک حداکثر ممکن است. ☑ **صفات پیوسته چند جایگاهی هستند** و نمودار توزیع فراوانی فنوتیپ‌های این نوع صفات شبیه **زنگوله** است	اندازه قد و ذرت و رنگ پوست
گسسته	☑ این صفات مقدار یا کیفیت مشخصی دارند در واقع به شکل‌های معین دیده می‌شود. مثلا گروه خونی Rh یا مثبت است یا منفی و نمی‌تواند بین این دو حالت قرار گیرد	گروه خونی ABO و Rh
تک جایگاهی	☑ صفاتی هستند که تحت تاثیر یک ژن قرار دارند پس یک جایگاه ژن در کروموزوم دارند. ☑ فنوتیپ صفات تک جایگاهی غیر پیوسته (گسسته) است.	
چند جایگاهی	☑ صفاتی که تحت تأثیر چند ژن قرار دارند پس در بروز آنها بیش از یک جایگاه ژن در کروموزوم‌ها شرکت دارند. ☑ صفات طول قد، وزن، رنگ مو و رنگ پوست از جمله صفات چند جایگاهی هستند. ☑ این چند ژن روی یک کروموزوم قرار دارند. ☑ در ارتباط با این صفات نمی‌توان گفت که هر گامت فقط یک الل مربوط به هر صفت را دریافت می‌کند. ☑ صفت‌های چند جایگاهی فنوتیپ پیوسته دارند.	

ذرت

۱ در این نوع ذرت، برای صفت رنگ ذرت ۲۷ نوع ژن‌نمود و ۲۷ نوع رخ‌نمود وجود دارد.

۲ هر یاختهٔ زنده و هسته‌دار ذرت که دو مجموعه فام‌تن دارند، برای این صفت ۶ دگره دارد.

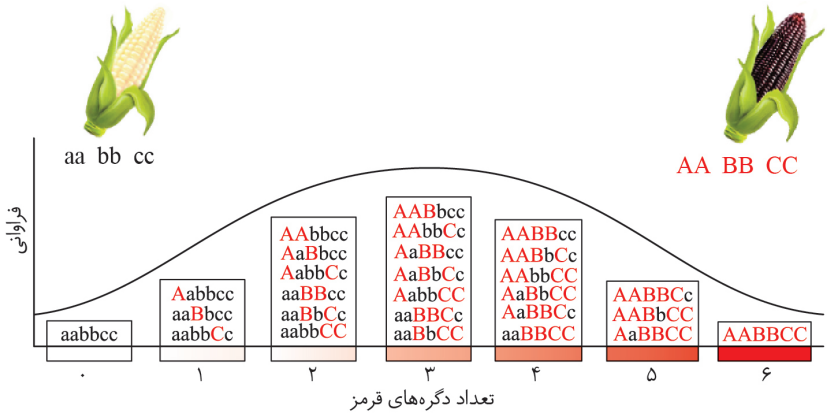
۳ دگره‌های بارز در هر جایگاه باعث رنگ قرمز و دگره‌های نهفته باعث رنگ سفید می‌شوند.

۴ رنگ ذرت‌های موجود در یک ستون با یکدیگر متفاوت ولی مشابه (نه یکسان) است.

تلهٔ طراح رنگ پوست ذرت، سبز است.

۵ هر چقدر اختلاف بین تعداد الل‌های بارز ذرت‌ها **کم‌تر** باشد، شباهت بین آن‌ها **بیشتر** است.

۶ تعداد دگره‌های نهفته و یا بارز در ژنوتیپ تخم‌زا و یا اسپرم می‌تواند زوج و یا فرد باشد ولی تعداد این دگره‌ها در یاختهٔ **دوهسته‌ای** قطعاً زوج خواهد بود!



۷ در نمودار پایین تعداد جایگاه‌های خالص و ناخالص در بخش‌های قرینه! مثل است. مثلاً:

☑ بخش‌های ۱ و ۷ ← صفر ناخالص

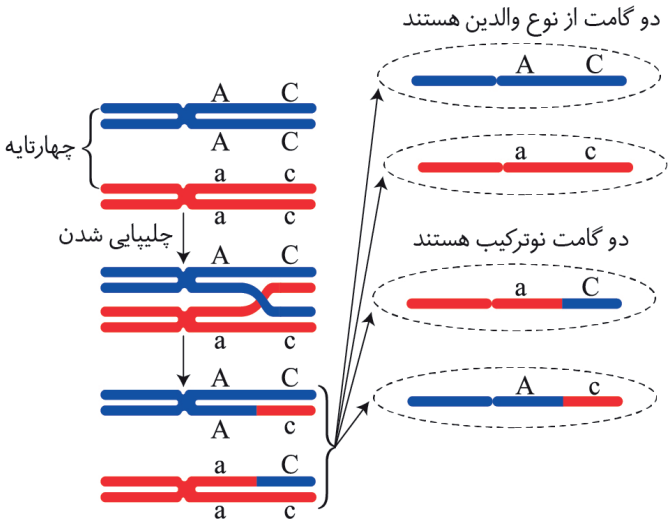
☑ بخش‌های ۲ و ۶ ← یک ناخالص

☑ بخش‌های ۳ و ۵ ← صفر ناخالص یا دو ناخالص

☑ بخش ۴ ← یک ناخالص یا سه ناخالص

مسایل: کراسینگ اور

در کاستمان ۱، هنگام جفت شدن فام‌تن های همتا و ایجاد چهارتایه، ممکن است قطعه ای از فام تن بین **فامینک های غیرخواهری** مبادله شود. این پدیده را **چلیپایی شدن (کراسینگ اور)** می گویند. اگر قطعات مبادله شده حاوی د گره های متفاوتی باشند، ترکیب جدیدی از دگره ها در این دو فامینک به وجود می آید و به آنها فامینک های نوترکیب می گویند. از میان گامت ها، آنهایی که فامینک های نوترکیب را دریافت می کنند، **گامت نوترکیب** نامیده می شوند



- **برای مؤثربودن کراسینگ اور، یاخته باید حداقل، دو ژن ناخالص داشته باشد و الل های این ژن ها باید روی یک کروموزوم مشترک قرار داشته باشند و طی کراسین گاور جابه‌جایی بین الل‌های حداقل یکی از این دو ژن اتفاق بیفتد تا منجربه نوترکیبی گامت ها شود.**
- **گامت های غیرنوترکیب هم در زمان رخ دادن کراسینگ اور و هم در زمان رخ ندادن آن، ایجاد می شوند.**
- **اگر در یک سوال از شما پرسیده شود که کدام زاده فقط در زمان کراسینگ اور ایجاد می شود، کافیست زاده هایی که در زمان رخ ندادن کراسینگ اور ایجاد می شوند را پیدا کنید . در این حالت هر زاد های غیر از این عزیزان، فقط در زمان کراسینگ اور ایجاد می شود!**

گام اول

ژنوتیپ هارو روی هر فام‌تن بنویس

هر خط اوفقی نشان دهنده یک فامتن تک کرومایتدی همتا است و هر دگرهه ای که روی آن نوشته شود یعنی بر روی آن فام تن قرار دارد.

گروه خونی AB ⟵ - - - - - - - ⟵ - - - - - - - ⟵

گام دوم

خط شکست رو مشخص کن

بخشی در فام تن وجود دارد که فامتن از آن بخش شکسته شده و الل ها را تبادل میکند، به این بخش خط شکست می گویند

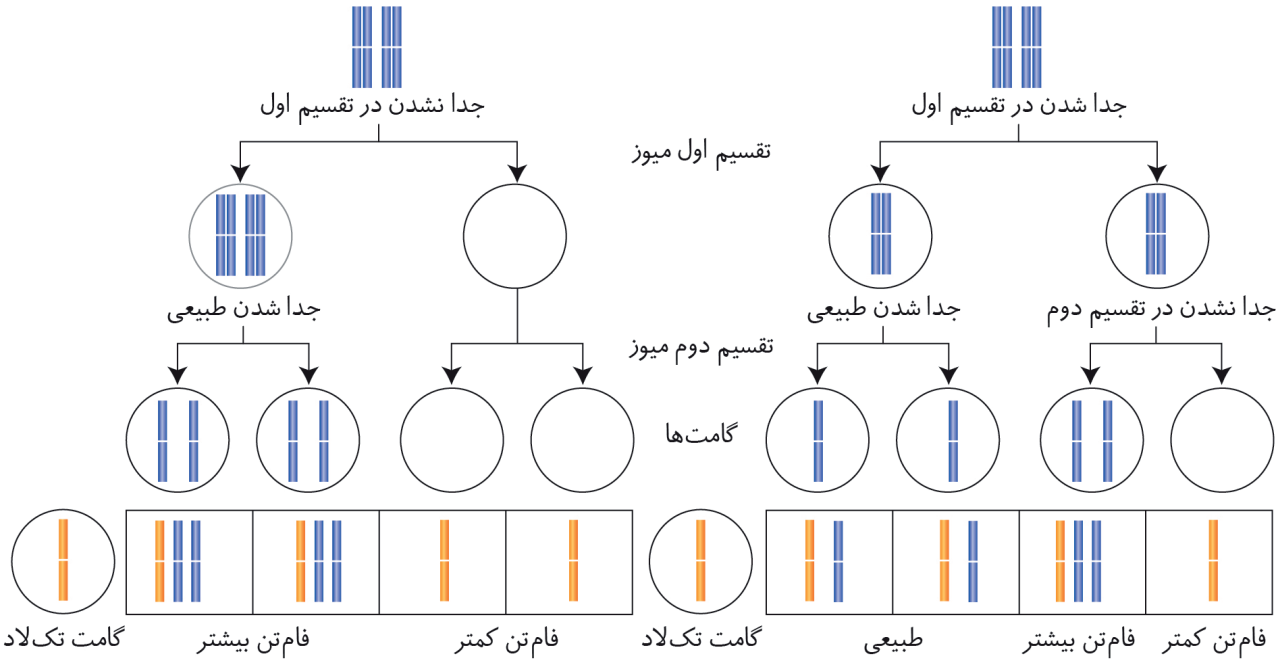
گام سوم

گامت های نوترکیب و والدی رو بنویس

گامت های والدی به گامت های تولید شده بدون کراسینگ اور گفته می شود. گامت های نوترکیب با کراسینگ اور تولید می شوند

مسایل: کراسینگ اور

جدا نشدن فام‌تن‌ها در آنافاز۱		جدا نشدن فام‌تن‌ها در آنافاز۲
همهٔ گامت‌های ایجاد شده	تعداد گامت‌های ایجاد شدهٔ غیرطبیعی	نیمی از گامت‌های ایجاد شده
نیمی از گامت‌ها بدون فام‌تن هستند.	وضعیت گامت‌ها از نظر وجود داشتن فام‌تن در آنها	بیشتر گامت‌ها دارای فام‌تن و برخی فاقد فام‌تن
نیمی از گامت‌های نسبت به گامت طبیعی دو برابر فام‌تن دارند.	وضعیت گامت‌ها از نظر تعداد فام‌تن	یکی از گامت‌ها دو برابرحالت طبیعی فام‌تن دارد و یک گامت فام‌تن ندارد.
✅ همهٔ یاخته‌های تخم غیرطبیعی هستند. ✅ نیمی از یاخته‌های تخم دارای فام‌تن بیشتر از حالت طبیعی و نیم دیگر فام‌تن کمتر از حالت طبیعی	وضعیت تخم‌های ایجاد شده از لقاح گامت‌های ایجاد شده با گامت طبیعی	✅ نیمی از تخم‌ها طبیعی و نیمی دیگر غیرطبیعی ✅ ۲۵٪ تخم‌ها دارای فام‌تن بیشتر از حالت طبیعی ✅ ۲۵٪ تخم‌ها فام‌تن کمتر از حالت طبیعی ✅ ۵۰٪ تخم‌ها حالت طبیعی دارند.



خطای میوزی در میوز ۱:

- ✅ تمام یاخته‌های حاصل غیرطبیعی هستند.
- ✅ نیمی از یاخته‌ها بیشتر از حالت طبیعی فام‌تن دارند و نیمی کمتر از حالت طبیعی!
- ✅ در میوز ۱، کروموزوم‌های همتا از یکدیگر جدا نمی‌شوند.

خطای میوزی در یکی از تقسیمات میوز۲:

- ✅ نیمی از یاخته‌ها طبیعی و نیمی غیرطبیعی هستند.
- ✅ در یاخته‌های غیرطبیعی یکی کمتر از حالت طبیعی و دیگری بیشتر، فام‌تن دارند.
- ✅ در میوز ۲، کروماتیدهای خواهری از یکدیگر جدا نمی‌شوند.

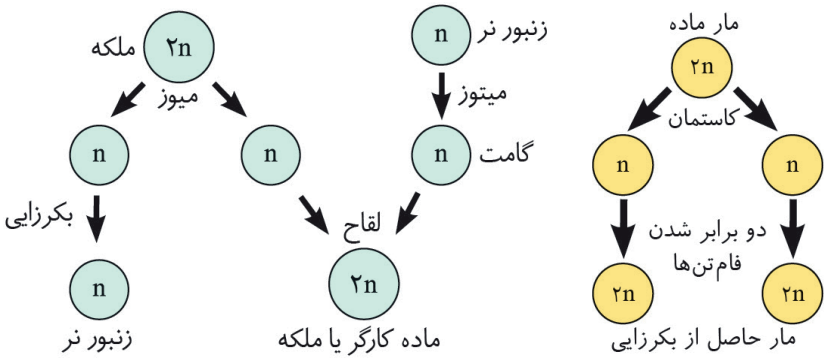
مسایل: ژنتیک جانوری

چند تا نکته باید بلد باشیم:

۱ زنبور حاصل از بکرزایی، هاپلوئید است و نمی‌تواند رخ‌نمود هم‌توان و حدواسط داشته باشد.

۲ مار حاصل از بکرزایی، دولاد و خالص است.

۳ کرم کبد و کرم‌های حلقوی مثل کرم‌خاکی مثل حالت عادی با آنها برخورد می‌کنیم. فقط توجه شود که کرم کبد خودلقاحی می‌کند و کرم خاکی دگرلقاحی.



✅ با انجام تقسیمات میتوز و بدون انجام لقاح، زنبور نر ایجاد کند.

در این وضعیت، نوعی تولیدمثل جنسی به نام بکرزایی انجام گرفته است.

✅ با اسپرم های ایجاد شده از طریق تقسیم میوز زنبور نر، لقاح دهد که در پی آن، زنبورهایی دولاد و با جنسیت ماده ایجاد می شود.

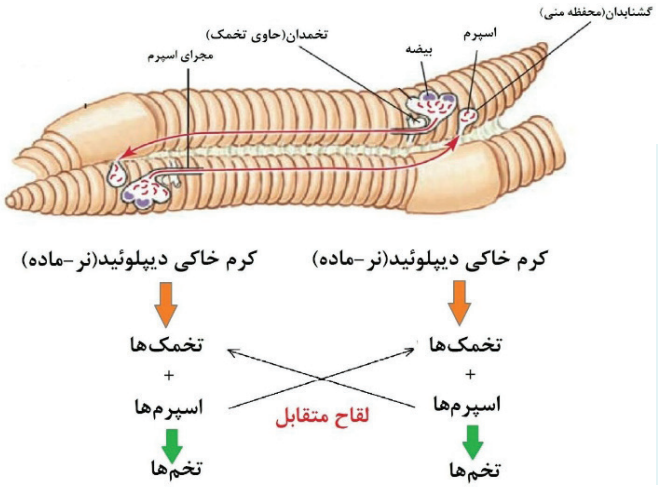
فرض کنید ماری داریم با ژنوتیپ AaBB این مار با انجام میوز می تواند گامت های AB و یا aB را ایجاد کند. هر یک از این گامت ها می تواند ابتدا فام تن هایش را دو برابر کند؛ یعنی به صورت AABB و یا aaBB دربیاد و سپس با تقسیم میتوز، یک مار دولاد را ایجاد کند. در واقع از بکرزایی یک مار با ژنوتیپ AaBB ، زادهٔ حاصل یا به صورت است AABB و یا aaBB.

	زنبور حاصل از بکرزایی	مار حاصل از بکرزایی
جنسیت	نر	-
تعداد مجموعهٔ فام تنی یاختهٔ پیکری	n	۲n
تولید یاختهٔ جنسی با چه تقسیمی؟	میتوز	میوز
نیمی از فام تن های والد را دریافت می کند	☑	☑
از تقسیمات میتوزی تخمک لقاح نیافته ایجاد می شود	☑	☑
توانایی بروز فنوتیپ حدواسط را ندارد	☑	☑
ژنوتیپی خالص دارد	☒	☑

	زنبور ملکه	زنبور نر	زنبور مادهٔ کارگر
دیپلوئید است	☑	☒	☑
از بکرزایی ملکه ایجاد می‌شود	☒	☑	☒
حاصل لقاح بین یاخته‌های جنسی نر و ماده است	☑	☒	☑
زایا است	☑	☑	☒
نوع تقسیم مورد استفاده برای تولید یاختهٔ جنسی	میوز (تقسیمی دو مرحله‌ای)	میتوز (تقسیمی یک مرحله‌ای)	-
ژن‌هایش را به صورت مستقیم به نسل بعد منتقل می‌کند.	☑	☑	☒
در خزانهٔ ژنی نسل بعد نقش دارد	☑	☑	☑ غیرمستقیم
در آن جهش مضاعف‌شدگی می‌تواند صورت بگیرد	☑	☒	☑
توانایی انجام کراسینگ‌اور را دارد	☑	☒	☒
می‌تواند رخ‌نمود هم‌توان و یا حدواسط را بروز بدهد	☑	☒	☑
نیمی از اطلاعات والد ماده و تمام اطلاعات والد نر را به ارث می‌برد.	☑	☒	☑
تمام اطلاعات ژنی خود را از والد ماده دارد.	☒	☑	☒
رفتار دگرخواهی دارد	☒	☒	☑
شهد و گردهٔ گل‌ها را جمع‌آوری می‌کند	☒	☒	☑

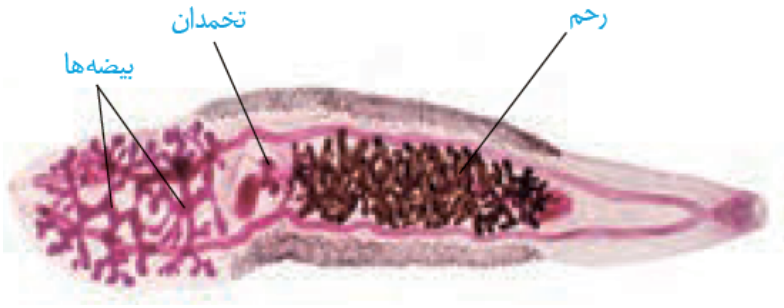
در این جانوران، یک فرد هر دو نوع دستگاه تولیدمثلی نر و ماده را دارد. در کرم‌های پهن مثل کرم کبد، هر فرد تخمک‌های خود را بارور می‌کند.

در مورد کرم‌های حلقوی، مثل کرم خاکی، لقاح دوطرفی انجام می‌شود؛ یعنی وقتی دو کرم خاکی در کنار هم قرار می‌گیرند، اسپرم‌های هر کدام تخمک‌های دیگری را بارور می‌سازد.



100 اگر یک کرم کبد در ژنوتیپ خود اللی را نداشته باشد، زاده‌های آن کرم نیز فاقد آن الل خواهند بود. مثلاً اگر ژنوتیپ کرم کبدی به صورت AaBB باشد، هیچ یک از زاده‌هایش در ژنوتیپ خود، الل b را نخواهند داشت.

100 در کرم‌خاکی، ژنوتیپ دو والد می‌تواند یکسان و یا متفاوت باشد. حتی دقت کنید که از آمیزش دو کرم‌خاکی ممکن است زاده‌ای با ژنوتیپ متفاوت از والدین ایجاد شود. مثلاً دو کرم‌خاکی با ژنوتیپ‌های Aa و Aa می‌توانند زاده‌ای با ژنوتیپ aa یا AA داشته باشند.



در مسائل کرم کبد کافیه تصور کنید دوتا جاندار با ژنوتیپ یکسان باهم لقاح دارند و سوال را حل کنید

فرعیات

۱ در یاخته‌های تک هسته‌ای مردی ناخالص از نظر گروه خونی ساده‌تر، امکان مشاهده دو آلل نهفته این صفت وجود ندارد.

۲ در یاخته‌های هسته‌های فردی ناخالص از نظر گروه خونی ساده‌تر، امکان مشاهده تنها یک نوع دگره در هسته وجود ندارد.

۳ اگر یاخته‌ای فاقد آلل بارز از نظر گروه خونی Rh باشد، به طور حتم آن فرد گروه خونی منفی دارد.

۴ اگر پدر و مادری از نظر گروه خونی Rh متفاوت باشند، آنگاه اگر در فرزندان آنها فقط یک نوع گروه خونی دیده شود، فرزند آنها نمی‌تواند بر روی بزرگ‌ترین کروموزوم خود دارای آلل‌های بارز باشد.

۵ اگر پدر و مادری از نظر گروه خونی Rh متفاوت باشند، آنگاه اگر در فرزندان آنها هر دو نوع گروه خونی دیده شود بر روی غشای گویچه‌های قرمز خون بعضی از فرزندان، احتمال حضور آلل D وجود دارد.

۶ هر یاخته‌ای که فاقد آلل A,B است، بر روی غشای خود فاقد این دو کربوهیدرات است.

۷ فردی بر روی غشای خود دارای کربوهیدرات A می‌باشد، برای ژنوتیپ این فرد حداکثر دو حالت متصور می‌توان متصور شد.

۸ در خانواده‌ای که همه انواع فنوتیپ‌های گروه خونی در فرزندان دیده می‌شود، فقط یکی از والدین در گویچه قرمز بالغ خود دارای آلل i است.

۹ در رابطه با صفت حالت مو، اگر بدانیم از ازدواج خانمی مو فر با آقایی با موهای صاف، تنها بچه با موی موجدار (معوج) به دنیا آید، آنگاه در صورت ازدواج پدر فر با مادر موجدار، به‌طورحتم فردی با فنوتیپ متفاوت با والدین به وجود نخواهد آمد.

۱۰ ژنوتیپ خارجی‌ترین یاخته‌های لایه بخش ذخیره‌ای دانه گیاهی تک‌لپه، به صورت RRW می‌باشد، به طور حتم ژنوتیپ هر دو گیاه والد یکسان است.

۱۱ در رابطه با نوعی صفت، در صورتی که از پدری بیمار و مادری سالم، امکان تولد دختری سالم وجود نداشته باشد، به‌طورحتم رابطه بین دگره‌های این صفت وابسته به X بارز خواهد بود.

۱۲ در رابطه با نوعی صفت، در صورتی که از پدری سالم و مادری بیمار، امکان تولد پسری بیمار وجود داشته باشد، اگر تولد دختری بیمار وجود نداشته باشد، در این صورت رابطه بین دگره‌ها از نوع مستقل از جنس نهفته خواهد بود.

۱۳ پیش از مطالعات اولیه در مورد بیماری سینه‌پهلو، قوانین بنیادی وراثت کشف شد.

۱۴ رنگ تیره پوست برخلاف تیره‌شدن رنگ پوست به علت قرار گرفتن در معرض آفتاب، صفتی ارثی است.

۱۵ در افرادی که فاقد آنزیم‌های اضافه‌کننده کربوهیدرات‌های گروه خونی به غشای یاخته می‌باشند، نمی‌توان در غشا، کربوهیدرات شاخه‌دار مشاهده کرد.

۱۶ در صورت آمیزش مادری سالم و پدری سالم از نظر همه بیماری‌های مطرح شده در کتاب‌درسی دوازدهم، امکان تولد فرزندی دارای دو آلل نهفته و فاقد علائم آشکار بیماری وجود ندارد.

۱۷ در صورت آمیزش فردی ناقل هموفیلی با فردی بیمار، هر دختر سالم به طورحتم ژنوتیپ مشابهی با مادر دارد.

۱۸ ممکن نیست دو فرد با ژنوتیپ یکسان، فنوتیپ متفاوتی داشته باشند.

۱۹ در رابطه با بیماری‌های مطرح شده در کتاب‌درسی دوازدهم فصل سه، در صورت آمیزش هر مادر بیمار و پدر سالم، امکان تولد پسر سالم از نظر این بیماری وجود دارد.

۲۰ سدیم نیتریت همانند فنیل‌آلانین مستقیما موجب آسیب به گروهی از یاخته‌های بدن می‌شوند.

۲۱ بیماری‌های ژنتیک در حال حاضر قابلیت درمان ندارند.

۲۲ رژیم غذایی نوزاد با فرد بالغ مبتلا به فنیل‌کتونوری یکسان است.

۲۳ در رابطه با صفت رنگ دانه ذرت، در ستون چهارم از نمودار زنگوله‌ای، امکان مشاهده ژنوتیپی که در تمام جایگاه‌هایش خالص باشد وجود دارد

۲۴ در صورت لقاح ذرتی با دو دگره بارز، با ذرتی که دو دگره نهفته دارد، امکان تولید ذرتی با تعداد دگره بارز کمتر از هر دو والد وجود ندارد اما بیشتر از آنها وجود دارد.

۲۵ در صورت لقاح هر دو ذرت واجد دو جایگاه خالص از نظر دگره‌های تعیین‌کننده رنگ دانه ذرت، امکان تولید ذرتی با ژنوتیپ مشابه یکی از آستانه‌های طیف وجود دارد.

مهمات

جملات مهم!

۱ در تولید مثل **جنسی** ارتباط بین نسل‌ها را **گامت‌ها** برقرار می‌کنند.

۲ **پیش** از کشف قوانین وراثت، تصور بر آن بود که صفات فرزندان، آمیخته‌ای از صفات والدین و حد واسطی از آنهاست.

۳ در اواخر قرن نوزدهم، زمانی که هنوز ساختار و عمل دِنا و ژن ها معلوم نبود، دانشمندی به نام گریگور مندل توانست قوانین بنیادی وراثت را کشف کند.

۴ به کمک قوانین کشف شده توسط مندل، می‌شد صفات فرزندان را **پیش‌بینی** کرد.

۵ در علم ژن‌شناسی، ویژگی‌های **ارثی** جانداران را صفت می‌نامند.

۶ گروه خونی Rh بر اساس بودن یا نبودن پروتئینی است که در غشای گویچه‌های قرمز جای دارد و پروتئین D نامیده می‌شود.

۷ بود و نبود پروتئین D به نوعی ژن بستگی دارد.

۸ D و d جایگاه یکسانی در فام تن شمارهٔ ۱ دارند.

۹ گروه خونی ABO بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز است.

۱۰ اضافه شدن کربوهیدرات ها ی A و B به غشای گلبول قرمز، یک واکنش آنزیمی است.

۱۱ اگر هیچ یک از آنزیم‌های A و B وجود نداشته باشند، آن‌گاه هیچ کربوهیدراتی اضافه نخواهد شد.

۱۲ جایگاه ژن‌های گروه خونی ABO در فام تن شمارهٔ ۹ است.

۱۳ در هم توانی، اثر دگره‌ها، همراه با هم ظاهر می‌شود.

۱۴ صفاتی را که جایگاه ژنی آنها در یکی از دو فام تن جنسی قرار داشته باشد وابسته به جنس می گویند.

۱۵ در بیماری هموفیلی، فرایند لخته شدن خون دچار اختلال می شود.

۱۶ در فام‌تن Y جایگاهی برای دگره های هموفیلی وجود ندارد.

۱۷ X^HX^h فردی است که بیمار نیست اما ژن بیماری را دارد و می تواند به نسل بعد منتقل کند.

۱۸ صفات چندجایگاهی، صفاتی هستند که در بروز آنها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارد.

۱۹ صفات چند جایگاهی رخ نمودهای پیوسته ای دارند.

۲۰ نمودار توزیع فراوانی رخ نمودهای رنگ ذرت شبیه زنگوله است.

۲۱ در گیاهان، ساخته شدن سبزینه علاوه بر ژن، به نور هم نیاز دارد.

۲۲ در بیماری فنیل‌کتونوری آنزیمی که آمینواسید فنیل آلانین را می تواند تجزیه کند وجود **ندارد**.

قیدها

گفتار ۱: مفاهیم پایه

۱ـ هر فام‌تن (کروموزوم) شمارهٔ ۱ در جایگاه ژن‌های Rh، ژن D یا d را دارد و نه هر دو را.

۲ـ D و d که شکل‌های مختلف صفت Rh را تعیین می‌کنند و هر دو جایگاه ژنی یکسانی دارند، دگره (ال) هم هستند.

۳ـ در هم‌توانی، اثر دگره (ال)ها همراه با هم ظاهر می‌شود.

۴ـ در صورت وجود رابطهٔ بارزیت ناقص بین دگره (ال)ها، صفت در حالت ناخالص، به‌صورت حد واسط حالت‌های خالص مشاهده می‌شود.

گفتار ۲: انواع صفات

۱ـ شایع‌ترین نوع هموفیلی به فقدان عامل انعادی VIII (هشت) مربوط است.

۲ـ رنگ نوعی ذرت مثالی از صفات چندجایگاهی است. رنگ این ذرت طیفی از سفید تا قرمز است.

۳ـ گاهی برای بروز یک رخ‌نمود (فنوتیپ) تنها وجود ژن کافی نیست.

۴ـ نمی‌توان تنها از روی ژن‌ها، علت اندازهٔ قد یک نفر را توضیح داد.

۵ـ گرچه نمی‌توان بیماری‌های ژنتیک را در حال حاضر درمان کرد (مگر در موارد معدود)، اما گاهی می‌توان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری‌های ژنی را مهار کرد.

۶ـ در صورت ابتلای نوزاد به فنیل‌کتونوری، نوزاد با شیرخشک‌هایی که فاقد فنیل‌آلانین است تغذیه می‌شود و در رژیم غذایی او برای آینده، از رژیم‌های بدون (یا کم) فنیل‌آلانین استفاده می‌شود.

فصل چهارم: تغییر در اطلاعات وراثتی

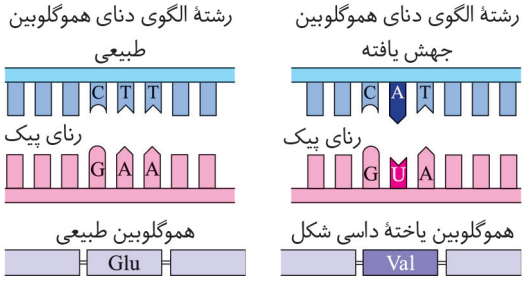
مقدمه

۱ پایداری اطلاعات در سامانه‌های زنده، یکی از ویژگی‌های مادهٔ وراثتی است.

۲ تغییرپذیری محدود مادهٔ وراثتی ← ایجاد گوناگونی ← افزایش توان بقای جمعیت در شرایط متغیر محیط + فراهم شدن زمینهٔ تغییر گونه‌ها

۳ تغییرپذیری مادهٔ وراثتی پیامدهای مختلفی دارد. تغییر ممکن است مفید، مضر یا خنثی باشد.

۴ **کم خونی داسی شکل:**



- ✅ نوعی بیماری ارثی با الگوی مستقل از جنس نهفته!
- ✅ نشان دهندهٔ ارتباط بین ژن و پروتئین است.
- ✅ دلیل بیماری ← جهش جانشینی از نوع دگرمعنا در ششمین رمزهٔ زنجیرهٔ بتای هموگلوبین.
- ✅ تغییر در یک نوکلئوتید از میلیون‌ها نوکلئوتید انسان، می‌تواند پیامدی وخیم مانند کم‌خونی داسی‌شکل داشته باشد.
- ✅ در زنجیرهٔ بتای طبیعی، گلوتامیک اسید، ششمین آمینواسید است ولی در زنجیرهٔ جهش یافته، والین به جای گلوتامیک اسید قرار می گیرد.
- ✅ ایجاد جهش در ژن سازندهٔ زنجیرهٔ بتای هموگلوبین ← تولید هموگلوبین غیرطبیعی ← تغییر شکل گویچه های قرمز از گِرد به داسی.
- ✅ انواع ژنوتیپ های موجود در جمعیت برای این بیماری: (۱) افراد سالم ← Hb^AHb^A و Hb^AHb^S (۲) افراد بیمار ← Hb^SHb^S
- ✅ افراد دارای ژنوتیپ Hb^AHb^S نسبت به بیماری مالاریا مقاومت دارند؛ چون انگل مالاریا در این افراد نمی تواند باعث بیماری زایی شود.
- ✅ افراد دارای ژنوتیپ Hb^AHb^A در معرض خطر ابتلا به مالاریا هستند.
- ✅ افراد مبتلا به بیماری کم خونی داسی شکل، در سنین پایین معمولاً می‌میرند.
- ✅ گویچه‌های قرمز افرادی با ژنوتیپ Hb^AHb^S (افراد ناقل) فقط زمانی داسی شکل می‌شوند که مقدار اکسیژن محیط کم باشد.
- ✅ می‌توان گفت ۱۴مین نوکلئوتید بعد از کدون AUG دستخوش تغییر شده است و نوکلئوتید آدنین به‌جای تیمین در رشته الگو قرار گرفته است. در رنای پیک رمزه GAA تبدیل به GUA است.
- ✅ ششمین آمینواسید همان آمینواسیدی است که در تشکیل پنجمین و ششمین پیوند پپتیدی در پروتئین نقش دارد. این آمینواسید پس از چهارمین حرکت رناتن وارد جایگاه A می‌شود.
- ✅ تعداد نوکلئوتیدهای پورین و پیریمیدین در مولکول دنای جهش یافته تغییری نمی‌کند و با یکدیگر برابر هستند اما در رشته الگو تعداد پورین‌ها افزایش می‌یابد و در رنای پیک پیریمیدین افزوده می‌شوند.
- ✅ در رمز مربوط به گلوتامیک‌اسید همه نوکلئوتیدها دارای باز تک حلقه‌ای هستند!
- ✅ با رخداد جهش، تغییری در تعداد پیوندهای هیدروژنی دنا صورت نمی‌گیرد زیرا همچنان آدنین مقابل تیمین قرار می‌گیرد.
- ✅ گلوتامیک اسید که بنیانش گلوتامات است همان عامل مزه اومامی است.

	مبتلا به کم خونی داسی شکل	سالم از نظر کم خونی داسی شکل
ترشح اریتروپویتین	بیشتر	کمتر
مصرف فولیک اسید و آهن	بیشتر	کمتر
نسبت بازهای پورین به پیریمیدین در دنا	یکسان	یکسان
تعداد بازهای پورین رشتهٔ الگو	بیشتر	کمتر
تعداد بازهای پورین رشتهٔ رمزگذار	کمتر	بیشتر
تعداد حلقه‌های آلی رشتهٔ الگو	بیشتر	کمتر
تعداد حلقه‌های آلی رشتهٔ رمزگذار	کمتر	بیشتر
تعداد پیوندهای هیدروژنی دنا	یکسان	یکسان
تعداد بازهای پورین رشتهٔ رنای پیک	کمتر	بیشتر
تعداد حلقه‌های آلی رشتهٔ رنای پیک	کمتر	بیشتر

تعداد پیوندهای فسفودی استر رنای پیک	یکسان	یکسان
تعداد پیوندهای پپتیدی هموگلوبین	یکسان	یکسان
تعداد حلقه‌های شش ضلعی رنای پیک	یکسان	یکسان
تعداد حلقه‌های پنج ضلعی رنای پیک	کمتر	بیشتر

جهش و انواع آن

۱ تغییر **ماندگار** در نوکلئوتیدهای مادهٔ وراثتی را جهش می‌نامند.

تلهٔ طراح تغییر در نوکلئوتیدها می‌تواند به صورت تغییر در تعداد، نوع و یا وضعیت پیوند بین نوکلئوتیدها باشد.

۲ جهش می‌تواند در حد تغییر در یک یا چند نوکلئوتید و یا آنقدر وسیع باشد حتی ساختار یا تعداد فام‌تن را تغییر دهد.

۳ **جهش‌های کوچک:**

جانشینی	دگرمعنا	تغییر رمز یک آمینواسید به رمز مربوط به یک آمینواسید دیگر ← تغییر توالی آمینواسیدی
	خاموش	تغییر رمز یک آمینواسید به رمز دیگری برای همان آمینواسید ← عدم تغییر توالی آمینواسیدی
	بی‌معنا	تغییر رمز یک آمینواسید به رمز پایان ← عدم تولید پلی‌پپتید یا کاهش طول پلی‌پپتید
حذف و اضافه	اگر مضرب ۳ نباشد	باعث تغییر چارچوب خواندن می‌شود ← کاهش یا افزایش طول پلی‌پپتید
	اگر مضرب ۳ باشد	چارچوب خواندن رمزها تغییر نمی‌کند. ممکن است پیامد وخیمی داشته باشد. طول دنا و رنای حاصل از رونویسی تغییر می‌کند. ممکن است طول رشتهٔ پلی‌پپتیدی افزایش یا کاهش یابد و یا توالی آمینواسیدی تغییر کند.

۴ **ریزه‌کاری‌های جهش‌های کوچک:**

✅ همهٔ انواع جهش‌های جانشینی و حذف و اضافه، توالی دو رشتهٔ دنا و رنای پیک را تغییر می‌دهد.

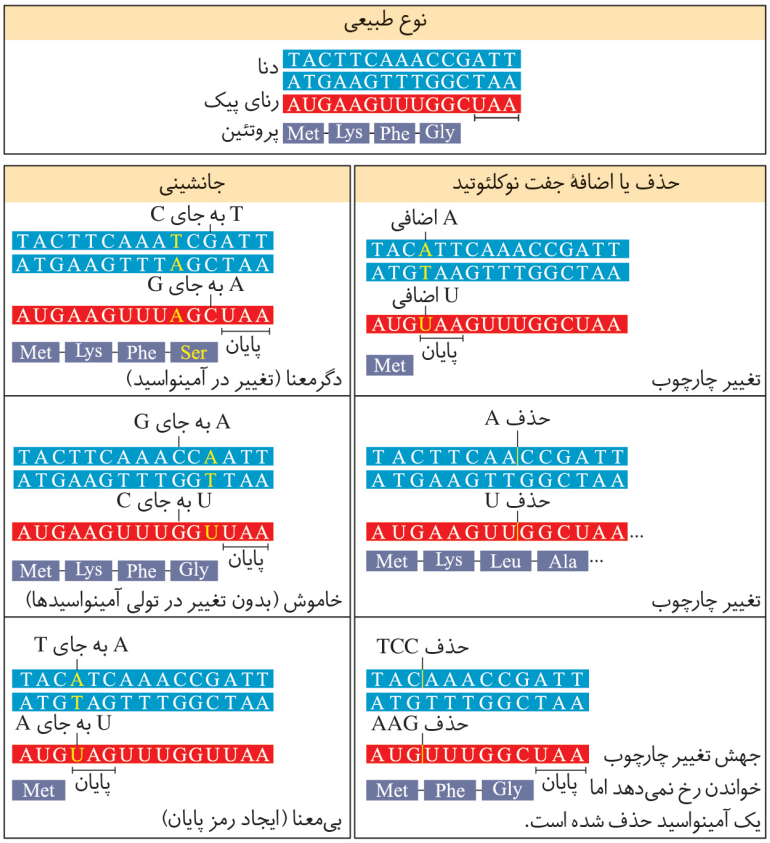
✅ جهش‌هایی که می‌توانند سبب کاهش طول پلی‌پپتید شوند: بی‌معنا + حذف و اضافه

✅ جهش‌هایی که می‌توانند سبب افزایش طول پلی‌پپتید شوند: جانشینی (تبدیل رمز پایان به رمز آمینواسید) + حذف و اضافه

✅ جهش‌های کوچک در توالی‌های میانه باعث تغییر در طول پلی‌پپتید نمی‌شود.

✅ در همهٔ جهش‌های جانشینی طول دنا و رنا ثابت می‌ماند ولی توالی نوکلئوتیدی دنا و رنا تغییر می‌کند.

تلهٔ طراح جهش دوپار تیمین، جهش کوچک محسوب نمی‌شود.



۵ **جهش‌های بزرگ:**

الف) جهش‌های عددی ← تغییر در تعداد فام‌تن‌ها + مثال: سندرم داون (با هم ماندن فام‌تن‌ها) و پلی‌پلوئیدی شدن (تولید گل مغربی 4n)

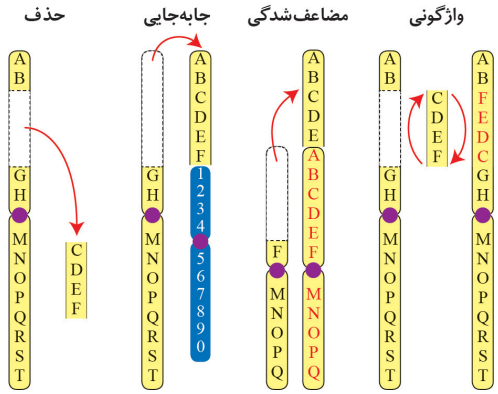
ب) جهش‌های ساختاری ← تغییر در ساختار فام‌تن‌ها

حذف	کاهش طول فام‌تن + تغییر فاصلهٔ سانترومر تا یک یا دو انتهای فام‌تن + ممکن است سانترومر از بین برود! + غالباً باعث مرگ می‌شود + با کاریوتیپ به راحتی قابل تشخیص است + قطعاً پیوند فسفودی‌استر شکسته و ممکن است تشکیل شود.
جابه‌جایی	انتقال قطعه‌ای از یک فام‌تن به فام‌تن غیرهمتا و یا بخش دیگری از همان فام‌تن + طول فام‌تن می‌تواند ثابت و یا کاهش یابد + میزان محتوای وراثتی یاخته ثابت می‌ماند + فاصلهٔ سانترومر فام‌تن تا دو انتهای آن ثابت مانده و یا تغییر می‌کند + به راحتی از طریق کاریوتیپ قابل تشخیص است + پیوند فسفودی‌استر هم تجزیه و هم تشکیل می‌شود.

مضاعف‌شدگی	انتقال قطعه‌ای از یک فام‌تن به فام‌تن همتای آن + تغییر طول دو فام‌تن؛ یکی کاهش و اون یکی افزایش + ترکیبی از دو جهش حذف و جابه‌جایی است + پیوند فسفودی‌استر هم تجزیه و هم تشکیل می‌شود + به راحتی از طریق کاریوتیپ قابل تشخیص است + میزان محتوای وراثتی یاخته ثابت می‌ماند + از یک ژن بر روی یک فام‌تن دو نسخه وجود دارد.
واژگونی	جهت قرارگیری بخشی از یک فام‌تن در جای خود معکوس می‌شود + طول فام‌تن ثابت می‌ماند + محل فام‌تن می‌تواند تغییر کند + میزان محتوای وراثتی یاخته ثابت می‌ماند + تشخیص آن با کاریوتیپ سخت‌تر است.

۶ ریزه‌کاری‌های جهش‌های بزرگ:

- ✅ جهش‌هایی که فقط یک فام‌تن را تحت تاثیر قرار می‌دهند ← حذف + واژگونی
- ✅ جهش‌هایی که فقط دو فام‌تن را تحت تاثیر قرار می‌دهند ← مضاعف‌شدگی
- ✅ جهش‌هایی که می‌توانند یک یا دو فام‌تن را تحت تاثیر قرار دهند ← جابه‌جایی
- ✅ میزان ژنوم فردی که دچار جهش عددی می‌شود می‌تواند با فردی سالم **برابر** و یا از آن **کمتر** باشد!
- ✅ در تمام جهش‌های بزرگ ساختاری، پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شود.
- ✅ در جهش حذف برخلاف دیگر انواع جهش‌های بزرگ ساختاری، تعداد پیوندهای فسفودی‌استر شکسته شده با تشکیل شده برابر نمی‌باشد.



- ✅ جهش واژگونی و در شرایطی جابه‌جایی بر مقدار مادهٔ ژنتیکی فام‌تن بی‌تاثیر هستند. (اگر در یک فام‌تن باشد)
- ✅ توجه شود که هر تغییر در تعداد فام‌تن‌ها لزوما جهش نیست، مثلا در میوز تعداد فام‌تن‌ها نصف می‌شود!
- ✅ در همه جهش‌ها بجز جهش حذف، میزان محتوای وراثتی یاخته بدون تغییر می‌ماند.
- ✅ اگر قطعه‌ای از دنا در جای دیگری از همان فام‌تن قرار گیرد و معکوس شود، از نوع جهش جابه‌جایی محسوب می‌شود. (آزمون سنجش)

نوع جهش	طول ژن	طول رنای پیک	طول رشتهٔ پلی‌پپتیدی	نوع آمینواسیدها
دگرمعنا	ثابت	ثابت	ثابت	نوع یکی از آمینواسیدها تغییر می‌کند
خاموش	ثابت	ثابت	ثابت	تغییر نمی‌کند
بی‌معنا	ثابت	ثابت	کاهش می‌یابد	.....

پیامد جهش و علت جهش

ژنوم

- ✅ کل محتوای مادهٔ وراثتی که برابر با مجموع مادهٔ وراثتی هسته‌ای و سیتوپلاسمی است ← ژنوم (ژنگان)
- ✅ ژنگان هسته‌ای معادل مجموعه‌ای شامل یک نسخه از هر یک از انواع فام‌تن‌ها
- ✅ ژنگان هسته‌ای انسان شامل ۲۲ فام‌تن غیرجنسی و فام‌تن‌های جنسی X و Y است.
- ✅ دنای راکیزه، ژنگان سیتوپلاسمی را در انسان تشکیل می‌دهد.
- ✅ از یاخته‌های جنسی هاپلوئید مردان و زنان نمی‌توان ژنگان کامل انسان را تهیه کرد. تنها از یاخته‌های پیکری آقایان می‌توان استخراج کرد.
- ✅ گویچه قرمز فاقد هسته است و ژنگان ندارد.

پیامدهای جهش

- ✅ یکی از عوامل تعیین‌کنندهٔ تاثیر جهش، محل وقوع آن در ژنوم است:
- ✅ جهش در توالی‌های بین ژنی ← عدم تاثیر بر توالی محصول ژن
- ✅ جهش در توالی‌های میانه ← عدم تاثیر بر توالی محصول ژن
- ✅ جهش در توالی‌های تنظیمی ← عدم تاثیر بر توالی پروتئین ولی موثر بر مقدار ساخت آن
- ✅ جهش در ژن ← پیامدهای مختلفی دارد! مثلاً جهش دگرمعنا در ژن مربوط به یک آنزیم:

۱ ممکن است باعث تغییر در جایگاه فعال شود که در این صورت احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار بالا است.

۲ اگر دور از جایگاه فعال باشد و بر آن اثری نگذارد، احتمال تغییر در عملکرد آنزیم کم و یا حتی صفر است!

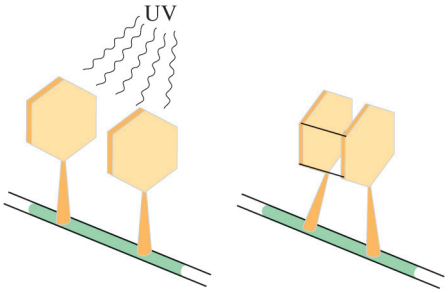
در همه جهش‌ها، دنا تغییر می‌کند. اگر مربوط به ژن باشد رنای پیک اولیه تغییر می‌کند و اگر موجب تغییر توالی شود می‌تواند موجب تغییر آمینواسید شود. در آمینواسید می‌تواند در تغییر فعالیت نقش داشته باشد.

علت جهش

۱ خطاهای همانندسازی می‌تواند باعث جهش شود! مثلاً عدم انجام ویرایش توسط دنابسپاراز

۲ **عوامل جهش‌زا:**

عوامل فیزیکی ← پرتوی فرابنفش نور خورشید که باعث اتصال دو باز آلی **تیمین** مجاور هم در دنا می‌شود! دوپار تیمین با اختلال در فعالیت **دنابسپاراز** باعث اختلال در همانندسازی دنا می‌شود.



تلۀ طراح جهش دوپار تیمین باعث تغییر قطر دنا در محل جهش می‌شود.

تلۀ طراح در جهش دوپار تیمین دو پیوند اشتراکی طی واکنشی غیرآنزیمی بین دو باز آلی تیمین مجاور تشکیل می‌شود.

در صورت تشکیل پیوند بین دو باز، لزوما آن دو باز با یکدیگر مکمل نیستند.

عوامل شیمیایی ← بنزوپیرن موجود در دود سیگار که جهش ایجاد شده توسط آن منجر به سرطان می‌شود.

دوپار تیمین

- در اثر نوعی عامل جهش‌زای فیزیکی (پرتوی فرابنفش) ایجاد می‌شود.
- در پی تشکیل دو پیوند اشتراکی میان تیمین‌های مجاور یکدیگر در یک رشتۀ دنا ایجاد می‌شود.
- منجر به ایجاد اختلال در فعالیت آنزیم دنابسپاراز و رنابسپاراز می‌شود.
- با تشکیل دو پیوند اشتراکی (نه فسفودی‌استری) همراه است.
- در طی آن، ساختار نوکلئوتیدی دنا تغییر پیدا نمی‌کند.
- در پی نزدیک‌شدن بازهای تیمین در یک رشتۀ دنا به یکدیگر، در رشتۀ دیگر دنا، بازهای آدنینی به یکدیگر نزدیک می‌شوند.
- به دلیل اکتسابی بودن این جهش، می‌تواند به نسل بعد منتقل شود.

بررسی اثر جهش بر توالی راه‌انداز

- شناسایی نشدن راه‌انداز توسط رنابسپاراز ← عدم تولید محصول ژن (رنا یا پروتئین)
- عدم تغییر توالی نوکلئوتیدی راه‌انداز (خنثی بودن پیامد جهش) ← تغییر نکردن مقدار رونویسی و محصول ژن
- تغییر توالی نوکلئوتیدی راه‌انداز ولی تغییر نکردن عملکرد راه‌انداز ← تغییر نکردن مقدار رونویسی و محصول ژن
- تغییر در توالی نوکلئوتیدی راه‌انداز و اختلال در فعالیت آن در رونویسی
  - تشکیل راه‌انداز ضعیف‌تر ← کاهش مقدار رونویسی و محصول ژن
  - تشکیل راه‌انداز قوی‌تر ← افزایش مقدار رونویسی و محصول ژن

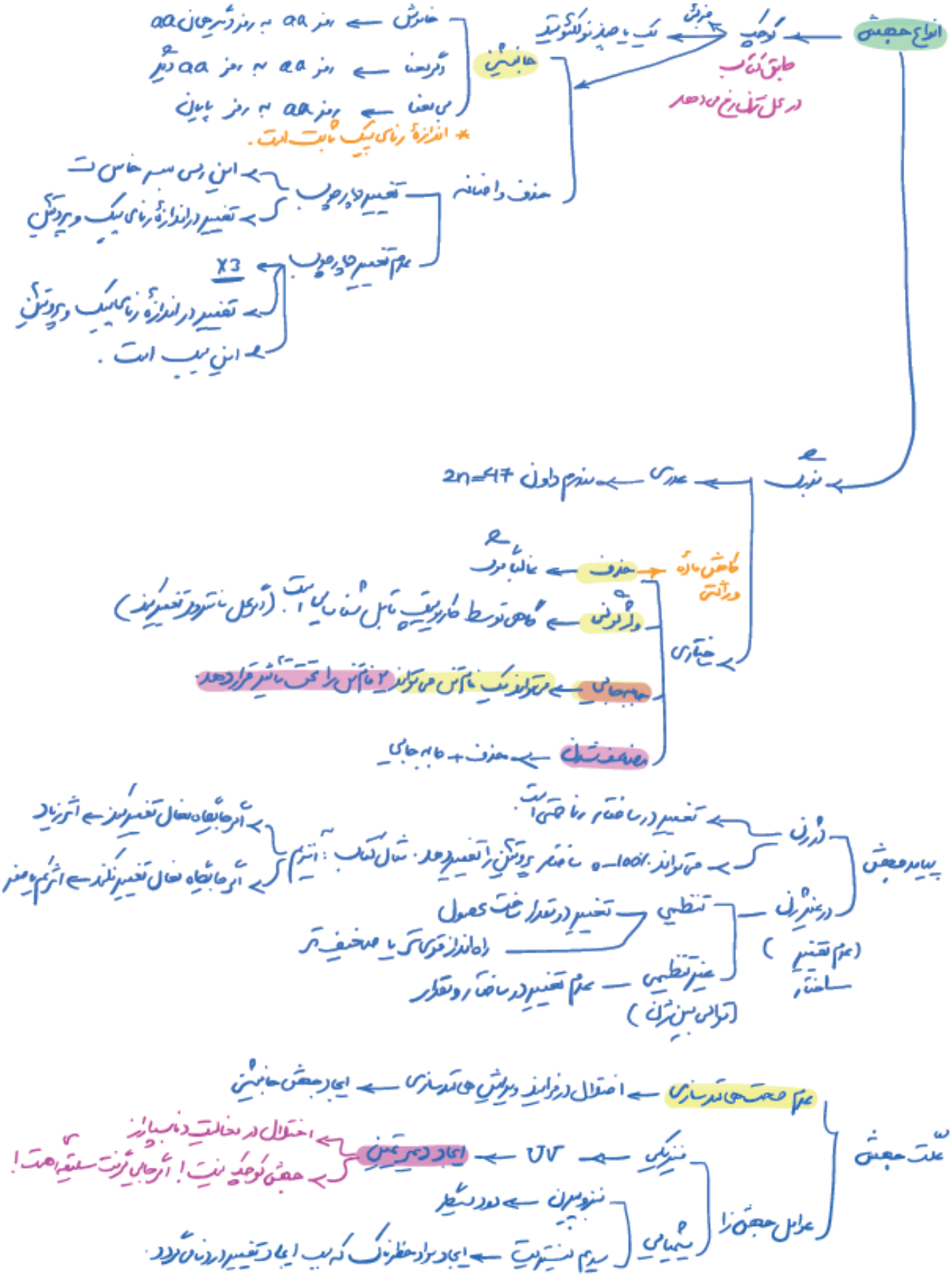
جهش‌های ارثی و اکتسابی

۱ جهش ارثی از یک **یا** هر دو والد به فرزند می‌رسد.

۲ جهش‌های ارثی در گامت‌ها وجود دارد که پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می‌کنند. در این صورت همۀ یاخته‌های حاصل از آن تخم، دارای آن جهش‌اند.

۳ **جهش‌هایی که فقط از یک والد به ارث می‌رسند:**

- ☑ جهش در فام‌تن Y فقط از پدران به پسران به ارث می‌رسد.
- ☑ جهش در فام‌تن X فقط از مادران به پسران به ارث می‌رسد.
- ☑ جهش در دنای میتوکندری فقط از مادران به فرزندان به ارث می رسد.
- ☑ زادۀ حاصل از بکرزایی، جهش را فقط از والد مادۀ خود به ارث می‌برد.


انواع جهش
کروموزمی
طبق کدون
در کل تغییر می دهد
یک یا چند نوکلئوتید
جانشینی
خاموش ← رمز aa به رمز دیگری aa
دگرمعنا ← رمز aa به رمز دیگر aa
بی معنا ← رمز aa به رمز پایان
* اندازه ژن ثابت است.
حذف و اضافه
تغییر چارچوب
این نوع بسیار خاص است
تغییر در اندازه ژن و پروتئین
عدم تغییر چارچوب
X3
تغییر در اندازه ژن و پروتئین
این نیز است.
ژنوم
عددی ← یک یا چند کروموزم
ساختاری
کاهش یا افزایش ماده ژنتیک
حذف ← غالبا مرگ
واژگونی ← کاهش توسط طبیعی قابل تشخیص است. (در حال نسوخ تغییر نمی دهد)
جابجایی ← می تواند یک یا آن را تحت تاثیر قرار دهد
مضاعف شدن ← حذف + جابجایی
پیامد جهش
ژنی
تغییر در ساختار رنا و پروتئین
می تواند ۱۰۰٪ ساختار پروتئین را تغییر دهد. مثال کتاب: آنزیم
اگر جایگاه فعال تغییر نکند ← اثر کم و صفر
اگر جایگاه فعال تغییر کند ← اثر زیاد
غیرژنی (عدم تغییر ساختار)
تنظیمی ← تغییر در تعداد نسخه محصول
راه انداز قوی یا ضعیف تر
غیرتنظیمی ← عدم تغییر در ساختار و تعداد
(تراس بین ژن)
علت جهش
عوامل جهش زا
عدم صحت همانندسازی ← احتمال در فرایند ویرایش همانندسازی ← ایجاد جهش جانشینی
پرتوها
فرابنفش ← UV ← ایجاد دیمر تیمین
احتمال در مخالفت دنا بیاید
جهش توجه نیت! اگر جای تیمین سلیقه هست!
نیتروژن ← دو رشته
سیم نیتریت ← ایجاد برادر حظرناک که باعث ایجاد تغییر در رنا می شود.

تغییر در جمعیت

۱ پادزیست یکی از کارآمدترین ابزارهای دفاعی در برابر باکتری‌های بیماری‌زا است.

۲ علت مقاوم شدن باکتری‌ها نسبت به داروها، یکی از مثال‌هایی است که نشان می‌دهد «موجودات زنده می‌توانند در گذر زمان تغییر کنند.»

۳ تفاوت‌های فردی بین افراد یک گونه ← باعث گوناگونی و افزایش شانس بقا می‌شود. + شرط لازم برای تغییر

۴ شرایط محیط تعیین‌کنندهٔ بهتر بودن یک صفت است.

۵ زیست‌شناسان به جای واژهٔ «صفت بهتر» از واژهٔ «صفت سازگارتر با محیط» استفاده می‌کنند.

۶ محیط تعیین می‌کند که کدام صفات با فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل شوند. محیط در ایجاد صفت سازگار نقش ندارد.

۷ جمعیت: افراد یک گونه که در یک مکان و زمان زندگی می‌کنند.

۸ **توصیف جمعیت توسط زیست‌شناسان:** قبل از کشف مفاهیم ژنتیک ← براساس صفات ظاهری مثل گوناگونی رنگ بدن در جمعیت جانوری یا گوناگونی رنگ گلبرگ در جمعیت گیاهی

بعد از شناخت ژن‌ها ← براساس ژن‌ها آنها

۹ **خزانهٔ ژن:** مجموع همهٔ دگره‌های موجود در همهٔ جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت

۱۰ انتخاب طبیعی سیمای جمعیت را تغییر می‌دهد نه فرد را.

تعادل و عدم تعادل در جمعیت

۱ جمعیت متعادل ← فراوانی نسبی دگره‌ها یا ژن‌نمودها از نسلی به نسل دیگر ثابت باشد + آمیزش‌ها در آن تصادفی باشد + اندازهٔ بزرگی داشته باشد.

۲ **عوامل برهم زنندهٔ تعادل در جمعیت:**

جهش	ایجاد دگره‌های جدید ← غنی‌تر کردن خزانهٔ ژن + افزایش گوناگونی + تغییر در فراوانی نسبی دگره‌ها بسیاری از جهش‌ها تاثیر فوری بر رخ‌نمود ندارند؛ ممکن است تشخیص داده نشوند. دگرهٔ جدید می‌تواند سازگارتر از دگرهٔ قلبی و یا ناسازگارتر از آنها باشد.
رانش دگره‌ای	تغییر فراوانی دگره‌ای بر اثر رویدادهای تصادفی مثل سیل، زلزله و ... افرادی که در اثر رانش‌دگره‌ای از بین می‌روند، اگر زاده‌ای نداشته باشند، شانس انتقال ژن‌های خود به نسل بعد را از دست داده‌اند. به سازش منجر نمی‌شود! در نتیجهٔ رانش‌دگره‌ای، تنوع دگره‌ها می‌تواند کاهش یابد و یا حتی ثابت بماند! هر چه اندازهٔ جمعیت کوچک‌تر باشد، اثر رانش دگره‌ای بیشتر است. در اثر رانش فراوانی نسبی برخی ژن‌نمودها ممکن است افزایش یابد.
شارش ژن	مهاجرت تعدادی از افراد یک جمعیت به جمعیت دیگر ← تغییر در فراوانی نسبی ژن‌نمودها در هر دو جمعیت اگر بین دو جمیعت شارش ژن به طور پیوسته و دو سویه ادامه یابد، سرانجام خزانهٔ ژنی دو جمعیت شبیه به هم می‌شود. شارش ژن می‌تواند تنوع دگره‌ای هر دو جمعیت را تغییر دهد؛ در جمعیت مبدا، کاهش و در جمعیت مقصد افزایش
آمیزش غیرتصادفی	آمیزش تصادفی ← احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر یکسان باشد آمیزش غیرتصادفی ← آمیزشی که به رخ‌نمود یا ژن‌نمود بستگی داشته باشد؛ مثلاً جانوران جفت خود را براساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری انتخاب می‌کنند. در آمیزش غیرتصادفی فراوانی نسبی ژن‌نمودها برخلاف دگره‌ها تغییر می‌کند.
انتخاب طبیعی	افراد سازگارتر با محیط را برمی‌گزیند و از فراوانی دیگر افراد می‌کاهد ← تغییر خزانهٔ ژنی نسل آینده + کاهش تفاوت‌های فردی و گوناگونی در جمعیت باعث سازگاری بیشتر جمعیت با محیط می‌شود. علت مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست‌ها را توضیح می‌دهد. جمعیت را تغییر می‌دهد نه فرد را!

تفکرطراح نوعی عامل برهم زننده تعادل خزانهٔ ژنی جمعیت که .....

۱ تنها یک جمعیت را درگیر می‌کند ← جهش + رانش دگره‌ای + آمیزش غیر تصادفی + انتخاب طبیعی

۲ دو جمعیت را درگیر می‌کند ← شارش ژن

۳ فراوانی برخی از دگره‌ها را افزایش می‌دهد ← جهش + شارش ژن

۴ فراوانی برخی از دگره‌ها را کاهش می‌دهد ← رانش دگره‌ای + شارش ژن + انتخاب طبیعی

۵ فراوانی نسبی برخی از دگره‌ها را افزایش می‌دهد ← جهش + رانش دگره‌ای + شارش ژن + آمیزش غیر تصادفی + انتخاب طبیعی

۶ فراوانی نسبی برخی از دگره‌ها را کاهش می‌دهد ← جهش + رانش دگره‌ای + شارش ژن + آمیزش غیر تصادفی + انتخاب طبیعی

۷ مقاومت فردی را در یک جمعیت افزایش می‌دهد ← جهش + شارش ژن

۸ مقاومت فردی را در یک جمعیت کاهش می‌دهد ← رانش دگره‌ای + شارش ژن + انتخاب طبیعی

۹ مقاوم شدن باکتری‌ها را نسبت به پادزیست توضیح می‌دهد ← انتخاب طبیعی

۱۰ توان بقای یک جمعیت را کاهش می‌دهد ← رانش دگره‌ای + انتخاب طبیعی

۱۱ به شکل تصادفی رخ می‌دهد ← جهش + رانش دگره‌ای

۱۲ به شکل غیرتصادفی و هدفمند رخ می‌دهد ← شارش ژن + آمیزش غیر تصادفی + انتخاب طبیعی

۱۳ یک دگره جدید را به جمعیت اضافه می‌کند ← جهش + شارش ژن

۱۴ می‌تواند سبب اضافه شدن دگرهٔ جدید به جمعیت شود ← جهش

۱۵ در هنگام حوادث طبیعی مانند سیل و زلزله رخ می‌دهد ← رانش دگره‌ای

۱۶ در آن به ژنوتیپ و فنوتیپ افراد جمعیت، توجه می‌شود ← آمیزش غیر تصادفی

۱۷ باعث افزایش تنوع دگره‌ها در جمعیت می‌شود ← جهش + شارش ژن

۱۸ باعث کاهش تنوع دگره‌ها در جمعیت می‌شود ← رانش دگره‌ای + شارش ژن + انتخاب طبیعی

۱۹ باعث افزایش تنوع فنوتیپی در جمعیت می‌شود ← جهش + شارش ژن

۲۰ باعث کاهش تنوع فنوتیپی در جمعیت می‌شود ← رانش دگره‌ای + انتخاب طبیعی + آمیزش غیرتصادفی

۲۱ باعث افزایش تنوع ژنوتیپی در جمعیت می‌شود ← جهش + شارش ژن

۲۲ باعث کاهش تنوع ژنوتیپی در جمعیت می‌شود ← رانش دگره‌ای + انتخاب طبیعی + آمیزش غیرتصادفی

۲۳ باعث تغییر در فراوانی دگره‌ها در جمعیت می‌شود ← جهش + شارش ژن + رانش دگره‌ای + انتخاب طبیعی

وجه مقایسه	جمعیت در حال تعادل ژنی	جمعیت خارج‌شده از تعادل
تنوع دگره‌های موجود در جمعیت	ثابت	ممکن است تغییر کند
فعالیت عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل در جمعیت	مشاهده نمی‌شود	مشاهده می‌شود
تغییر فراوانی نسبی ژن‌نمودها از نسلی به نسل دیگر	ممکن نیست	ممکن است
تغییر فراوانی نسبی رخ‌نمودها از نسلی به نسل دیگر	ممکن نیست	ممکن است
تغییر جمعیت	امکان ندارد	امکان دارد
تغییر فراوانی دگره‌ها	ممکن است رخ دهد	ممکن است رخ دهد

علل تداوم گوناگونی در جمعیت

گوناگونی دگره‌ای در گامت‌ها

- ☑ در تولیدمثل جنسی هر والد از طریق گامت‌هایی که می‌سازد، نیمی از فام‌تن‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کند.
- ☑ آرایش تتراداها در متافاز میوز ۱ تعیین‌کنندهٔ فام‌تن‌های منتقل شده توسط گامت است.
- ☑ در یک یاخته دولاد با ژن‌نمود AaBb دو نوع آرایش تترادی وجود دارد.
- ☑ خانم‌ها در هر بار میوز تنها حداکثر یک گامت می‌توانند به وجود بیاورند.
- ☑ خانم‌ها حداقل یک آرایش متافاز دارند. آقایان نیز حداقل یک آرایش متافازی دارند.

نوترکیبی

- ☑ تبادل قطعات فام‌تنی بین دو کروماتید غیرخواهری از دو فام‌تن همتا در پروفاز میوز ۱
- ☑ در صورتی که قطعات مبادله شده حاوی دگره‌های **متفاوتی** باشند؛ ترکیب جدیدی از دگره‌ها ایجاد می‌شود.
- ☑ کراسینگ‌اور جهش نیست!
- ☑ **در فرایند کراسینگ‌اور:**

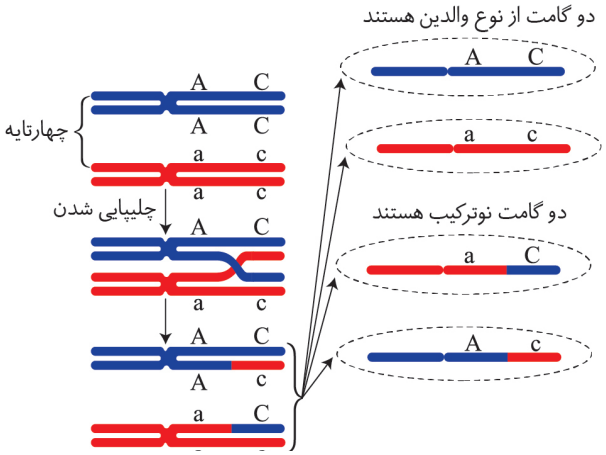
۱ قطعاً صورت می‌گیرد: شکسته شدن و تشکیل پیوند فسفودی‌استر (در این فرایند مولکول آب مصرف و تولید می‌شود) + ثابت ماندن طول فام‌تن‌های همتا

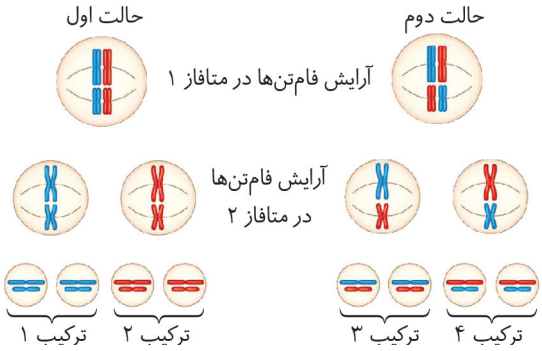
۲ ممکن است صورت بگیرد: تشکیل گامت نوترکیب

۳ هیچگاه صورت نمی‌گیرد: جابه‌جایی قطعات بین کروماتیدهای خواهری + جابه‌جایی قطعات بین تتراداها (در واقع جابه‌جایی درون یک تتراد و بین دو کروموزوم همتا رخ می‌دهد) + ایجاد الل جدید.

۴ به منظور کراسینگ‌اور حداقل در دو جایگاه می‌بایست ناخالص می‌بود تا اثرات گوناگون دگره‌ها با یکدیگر بروز کند.

۵ در صورت رخداد کراسینگ‌اور همچنان تولید گامت‌هایی از نوع والدین امکان پذیر است.





اهمیت ناخالص‌ها

- ☑ به وسیلهٔ بیماری کم‌خونی داسی‌شکل نشان داده می‌شود.
- ☑ فراوانی دگرهٔ Hb^S در مناطقی که مالاریا شایع است، بسیار بیشتر از سایر مناطق است.
- ☑ بیماری مالاریا توسط نوعی انگل تک یاخته‌ای ایجاد می‌شود که بخشی از چرخهٔ زندگی خود را در گویچه‌های قرمز می‌گذارند.
- ☑ شرایط محیط تعیین‌کنندهٔ صفتی است که حفظ می‌شود.
- ☑ در مناطق مالاریاخیز، افراد ناخالص از نظر بقا تغییری نمی‌کنند اما در نسل‌های بعدی سهم بیشتری در تشکیل خزانه ژن خواهند داشت.
- ☑ **وضعیت افراد مختلف از نظر کم‌خونی داسی‌شکل:**

افراد HB^AHB^A	افراد HB^AHB^S	افراد HB^SHB^S
این افراد سالم هستند.		بیمار هستند و معمولاً در سنین پایین می‌میرند.
انگل مالاریا می‌تواند وارد گویچه‌های قرمز آنها شود.		
در برابر مالاریا مقاوم نیستند.	نسبت به مالاریا مقاومت دارند.	
گویچه‌های قرمز آنها، شکل طبیعی دارد.	گویچه‌های قرمز آنها فقط هنگامی داسی‌شکل می‌شود که اکسیژن محیط کم شود.	گویچه‌های قرمز آنها، داسی‌شکل است.
در مناطق مالاریا خیز، شانس زنده‌ماندن آنها نسبت به سایر مناطق کاهش می‌یابد.	در مناطق مالاریا خیز و غیرمالاریاخیز شانس بالایی برای زنده ماندن دارند.	-

تغییر در گونه‌ها

سنگواره:

- ☑ بقایای یک جاندار یا آثاری از جانداری که در گذشتهٔ دور زندگی می‌کرده است.
- ☑ متشکل از: معمولاً حاوی قسمت‌های سخت بدن جانداران (مثل استخوان‌ها یا اسکلت خارجی)
  - گاهی ممکن است کل یک جاندار سنگواره شده باشد: ماموت منجمد شده / حشرات به دام افتاده در رزین‌های گیاهان
- ☑ شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به مطالعهٔ سنگواره‌ها می‌پردازد ← دیرینه‌شناسی
- ☑ بررسی اطلاعات حاصل از بررسی سنگواره نشان می‌دهد که:
  - در هر زمان، چه جاندارانی وجود داشته‌اند.
  - جاندارانی در گذشته زندگی می‌کرده‌اند اما امروزه دیگر نیستند ← مثل دایناسورها
  - جاندرانی در گذشته نبوده‌اند ولی امروزه هستند ← مثل گل لاله و گربه
  - جاندارانی از گذشته‌های دور تا زمان حال زندگی کرده‌اند ← مثل درخت گیسو
- ☑ نشان می دهند که در زمان های مختلف، زندگی به شکل های مختلفی جریان داشته است.

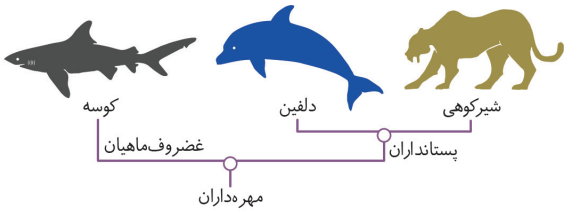
- ☑ در سنگوارهٔ ماموت‌های منجمد شده علاوه بر بخش‌های سخت بدن، قسمت‌های نرم هم مثل پوست و مو وجود دارد.
- ☑ شواهد سنگواره‌ای نشان می‌دهند که درخت گیسو در ۱۷۰ میلیون سال پیش هم وجود داشته است.
- ☑ دیرینه شناسان قادرند عمر یک سنگواره را تعیین کنند.
- ☑ روش زیست‌فناوری در تشخیص ژن‌های جهش‌یافته در بیماران مستعد به سرطان، در مسائل پزشکی قانونی و تحقیقاتی همچون مطالعه در مورد دِنای فسیل‌ها نیز کاربرد دارد (فصل ۷ دوازدهم).

تشریح مقایسه‌ای

- ☑ در تشریح مقایسه‌ای اجزای پیکر جانداران **گونه‌های مختلف** با یکدیگر مقایسه می‌شود.
- ☑ **تشریح مقایسه‌ای نشان می‌دهد که:**
  1. ساختار بدنی بعضی گونه‌ها از طرح مشابهی برخوردار است.
  2. بعضی از گونه‌ها با هم خویشاوند هستند.
  3. در بعضی از گونه‌ها ساختارهای وستیجیال وجود دارد.
- ☑ **مقایسه چند ساختار مهم:**

ساختارهای همتا	ساختارهای آنالوگ	ساختارهای وستیجیال
اندام‌هایی که طرح ساختاری آنها یکسان است حتی اگر کار متفاوتی انجام دهند.	ساختارهایی هستند که کار یکسان ولی ساختار متفاوت دارند.	ساختارهای ساده، کوچک یا ضعیف شده‌ای هستند که ممکن است فاقد کار خاصی باشند.
نشان‌دهندهٔ نیای مشترک بین جانداران هستند.	نشان‌دهندهٔ سازش‌های مختلف در جانداران برای پاسخ به یک نیاز مشترک	نشان‌دهندهٔ رابطه میان جاندار دارای اندام وستیجیال با سایر مهره‌داران

برای رده‌بندی جانداران و تشخیص نیای مشترک بین جانداران مختلف استفاده می‌شود	-	برای نشان دادن ارتباط یک گونه با گونه‌های دیگر است.
دست انسان، بال پرنده، بالهٔ دلفین و دست گربه اندام‌هایی همتا نسبت به هم هستند.	بال پروانه و بال پرنده	بقایای پا در لگن مار



✅ هرچه نیای مشترک دو جاندار در گذشتهٔ نزدیک‌تری زندگی کرده باشد، آن دو جاندار خویشاوندی بیشتری با یکدیگر دارند؛ یعنی ساختارهای همتای بیشتری دارند.

✅ ماهیان غضروفی (مثل کوسه‌ها و سفره‌ماهی‌ها) که ساکن آب شور هستند، علاوه بر کلیه‌ها، دارای غدد راست‌روده‌ای هستند که محلول نمک (سدیم کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کنند (فصل۵ دهم).

✅ دلفین با شیرکوهی خویشاوندی نزدیک‌تری دارد تا با کوسه!

تشریح مقایسه‌ای	در آن چه کاری انجام می‌شود؟		اجزای پیکر جانداران مختلف با هم مقایسه می‌شوند.
	ساختارهای همتا	تعریف	اندام‌هایی هستند که طرح ساختاری آن‌ها یکسان است.
		وجود آن‌ها نشان‌دهندهٔ چیست؟	جانداران دارای ساختارهای همتا از گونهٔ مشترکی مشتق شده‌اند.
		از آن‌ها چه استفاده‌ای می‌شود؟	رده‌بندی جانداران / اثبات خویشاوندی جانداران
		مثال	اندام‌های جلویی مهره‌داران مانند دست انسان، بال پرنده، بالهٔ دلفین و دست گربه
	ساختارهای آنالوگ	تعریف	ساختارهایی هستند که کار یکسان اما ساختار متفاوت دارند.
		چه چیزی را نشان می‌دهند؟	برای پاسخ دادن به یک نیاز، جانداران به روش‌های گوناگونی سازش پیدا کرده‌اند.
		مثال	بال کبوتر و بال پروانه
	ساختارهای وستیجیال	تعریف	ساختارهای ساده، کوچک و ضعیف شده‌ای هستند که ممکن است فاقد کار خاصی باشند.
		وجود آن‌ها حاکی از چیست؟	وجود ارتباط میان جانداران دارای اندام وستیجیال و سایر مهره‌داران
		ویژگی مهم	ردپای تغییر گونه‌ها هستند.
		مثال	بقایای پا در لگن مار

مطالعات مولکولی

✅ در ژنگان شناسی مقایسه‌ای، ژنگان گونه‌های مختلف با یکدیگر مقایسه می‌شود.

✅ **ژنگان‌شناسی مقایسه‌ای چه اطلاعاتی به ما می‌دهد؟!**

۱ کدام ژن‌ها در بین گونه‌ها مشترک‌اند (توالی‌هایی از دنا را که در بین گونه‌های مختلف دیده می‌شوند توالی‌های حفظ شده می‌نامند).

۲ کدام ژن‌ها ویژگی‌های خاص یک گونه را باعث می‌شوند.

۳ تشخیص خویشاوندی گونه‌ها ← هرچه دنای دو جاندار شباهت بیشتری داشته باشد، خویشاوندی نزدیک‌تری دارند.

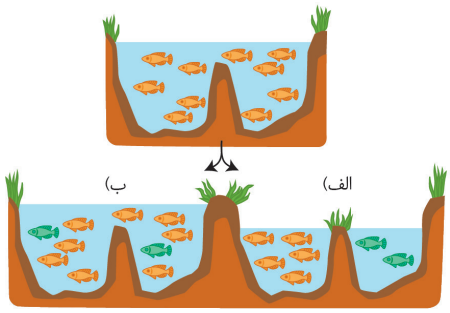
۴ تاریخچهٔ تغییر گونه‌ها

گونه‌زایی

گونه‌زایی:

- ✅ تعاریف مختلفی برای گونه وجود دارد که هر کدام در محدودهٔ مشخصی کارآمدند. یکی از تعاریف رایج برای گونه، تعریفی است که ارنست مایر ارائه کرده است و برای جاندارانی کاربرد دارد که تولیدمثل جنسی دارند.
- ✅ تعریف گونه از نظر ارنست مایر ← گونه در زیست شناسی به جانداراني گفته می شود که می توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده های زیستا و زایا به وجود آورند ولی نمی توانند با جانداران دیگر آمیزش موفقیت آمیز داشته باشند.
- ✅ اصلاحات خیلی مهم
  - زیستا ← به جانداری گفته می‌شود که زنده می‌ماند و زندگی طبیعی خود را ادامه می‌دهد.
  - آمیزش ← آمیزشی است که به تولید زاده‌های زیستا و زایا منجر شود.
  - جدایی تولیدمثلی ← منظور عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شود.
- ✅ سازوکارهای ایجادکنندهٔ گونهٔ جدید
  - گونه‌زایی دگرمیهنی که در آن جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد.
  - گونه‌زایی هم‌میهنی که در آن جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.

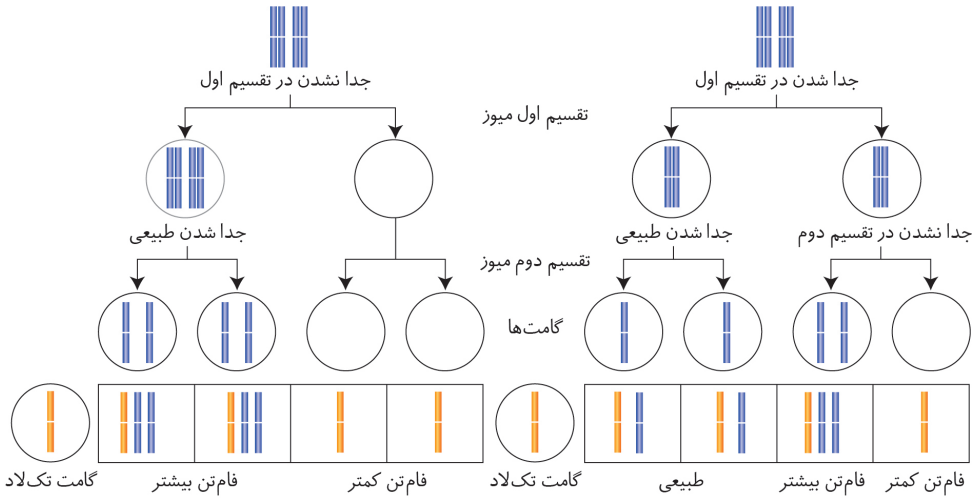
گونه‌زایی دگرمیهنی



- ✅ گاهی بر اثر وقوع رخدادهای زمی نشناختی و وقوع سدهای جغرافیایی، یک جمعیت، به دو قسمت جداگانه تقسیم می‌شود. مثلاً در نتیجه پدیده کوه‌زایی، ممکن است در یک منطقه مثلاً کوه، دره و یا دریاچه ایجاد شود و یک جمعیت را به دو قسمت تقسیم کند.
- ✅ این سدهای جغرافیایی، ارتباط دو قسمت را که قبلاً به یک جمعیت تعلق داشتند، قطع می‌کنند و بین آن‌ها دیگر شارش ژن صورت نمی‌گیرد.
- ✅ بر اثر وقوع پدیده‌هایی همچون جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی، به تدریج دو جمعیت یاد شده با یکدیگر متفاوت می‌شوند. از آنجا که شارش ژن میان آن‌ها وجود ندارد، این تفاوت بیشتر و بیشتر می‌شود تا جایی که حتی اگر این دو جمعیت کنار هم باشند، آمیزشی بین آن‌ها رخ نخواهد داد و بنابراین می‌توان آن‌ها را دوگونه مجزا به شمار آورد.
- ✅ اگر جمعیتی که از جمعیت اصلی جدا شده است کوچک باشد، آن وقت اثر رانش ژن را نیز باید در نظر گرفت که خود بر میزان تفاوت بین دو جمعیت می‌افزاید.
- ✅ دگرمیهنی طی چند نسل و به تدریج شکل می‌گیرد و معمولا در جانورانی که قابلیت حرکت دارند رخ می‌دهد.

گونه‌زایی هم‌میهنی

- ✅ گاهی بین جمعیت‌هایی که در یک زیستگاه زندگی می‌کنند، جدایی تولیدمثلی اتفاق می‌افتد و در نتیجه، گونه جدیدی حاصل می‌شود. این نوع گونه‌زایی را گونه‌زایی هم‌میهنی می‌نامند.
- ✅ در گونه‌زایی هم‌میهنی، برخلاف گونه‌زایی دگرمیهنی، جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.
- ✅ پیدایش گیاهان چندلادی(پلی پلوییدی)، مثال خوبی از گونه‌زایی هم میهنی است. چندلادی به تولید گیاهانی منجر می‌شود که زیستا و زایا هستند اما نمی‌توانند در نتیجهٔ آمیزش با افراد گونهٔ نیایی خود، زاده‌های زیستا و زایا پدید آورند و بنابراین گونه‌ای جدید به شمار می‌روند.
- ✅ گیاهان چندلادی بر اثر خطای میوزی ایجاد می‌شوند. می‌دانیم که جدانشدن فام تن‌ها در میوز به تشکیل گامت هایی با عدد فام‌تنی غیرطبیعی منجر می‌شود و اگر این گامت ها با گامت طبیعی لقاح کنند تخم طبیعی تشکیل نخواهد شد.
- ✅ هم‌میهنی طی نسل و ناگهانی رخ می‌دهد و معمولا در جانداران ساکن مثل گیاهان رخ می‌دهد.
- ✅ در صورت با هم ماندن کروموزوم‌ها در میوز یک، همه گامت‌ها غیرطبیعی خواهند بود. در آنافاز میوز ۱ کروموزوم‌های همتا از یکدیگر جدا می‌شوند.
- ✅ در صورت با هم ماندن کروماتیدها در میوز دو، نیمی از گامت‌ها طبیعی خواهند بود و نیمی دیگر غیرطبیعی. در آنافاز ۱، کروماتیدهای خواهری از یکدیگر جدا می‌شوند.



مقایسهٔ انواع گونه‌زایی		
نوع گونه‌زایی	دگرمیهنی	هم‌میهنی
وقوع جدایی تولیدمثلی	بله	بله
وقوع جدایی مکانیکی	بله	خیر
تعداد جمعیت آغازکننده	دو جمعیت (ساکن در دو زیستگاه)	یک جمعیت
مدت زمان گونه‌زایی	تدریجی و طی چند نسل	سریع و طی یک نسل
ایجاد تفاوت‌های ظاهری	بله	بله
توقف شارش ژن	بله	خیر
افزایش تفاوت جمعیت‌ها در اثر جهش و انتخاب طبیعی	بله	بله
افزایش تفاوت جمعیت‌ها در اثر رانش ژن	بله	بله
مثال	گونه‌زایی در ماهیان موجود در دو زیستگاه مختلف	پیدایش گیاهان چندلادی (پلی‌پلوئیدی)

فرعیات!

۱ در فردی که به کم‌خونی داسی‌شکل مبتلاست، ششمین آمینواسید هر زنجیرهٔ آن دچار جهش دگرمعنا شده است.

۲ در رمزهٔ جدید حاصل از جهش در فرد مبتلا به کم‌خونی داسی شکل، ۵ حلقه آلی دیده می‌شود.

۳ هر جهش حذف، با تاثیر بر میزان تولید پروتئین در یاخته، در نهایت شرایط را برای مرگ برنامه‌ریزی شده فراهم می‌کند.

۴ هر جهشی که با عدم تغییر طول رنای پیک پروتئین انسولین همراه است، باعث تغییر در فعالیت پروتئین نهایی می‌شود.

۵ هر جهش بزرگ که در بین دو کروموزوم رخ می‌دهد، در جاندار حاصل از بکرزایی زنبور ملکه یافت می‌شود.

۶ هر جابجایی قطعات میان کروموزوم‌های همتا نوعی تغییر ماندگار در ماده وراثتی است.

۷ تنها یکی از عوامل افزاینده تنوع دگره در جمعیت، موجب ایجاد دگره جدید در فرد می‌باشد.

۸ هر عاملی که با نوعی انتخاب در تغییر سیمای جمعیت (=بر هم خوردن تعادل) نقش دارد، ممکن است براساس ویژگی‌های ظاهری جانداران رخ دهد.

۹ (در) مرحله‌ای از میوز یک یاخته زاینده در لوله‌های اسپرم‌ساز مردی بالغ و سالم که گوناگونی دگره‌ای رخ می‌دهد، به سانترومر هر کروموزوم دو رشته دوک متصل است.

۱۰ فقط بعضی از افرادی که به طور معمول دارای گویچه‌های قرمز عادی هستند، در گروهی از یاخته‌های پیکری آنها، امکان وجود دو دگره جهش یافته از نظر زنجیره بتا وجود دارد.

۱۱ ساختارهای همتا برخلاف آنالوگ را می‌توان بین هر دو گونهٔ موجود در زندگی درنظر گرفت.

۱۲ در فقط بعضی از روش‌های گونه‌زایی جدایی تولیدمثلی رخ داده و خزانه ژنی دو جمعیت جدا می‌شود.

۱۳ در صورت با هم ماندن کروموزوم‌های جنسی در مردان در مرحله‌ای از میوز که کروماتیدهای خواهری در پی تجزیه پروتئین اتصال در ناحیه سانترومر از یکدیگر فاصله می‌گیرند، تعداد مجموعه کروموزومی گروه از یاخته‌ها تبدیل می‌شود.

۱۴ در صورت لقاح گل مغربی نر $2n$ با گل مغربی ماده $4n$، امکان رخداد جهش جابه‌جایی وجود دارد.

مهمات

جملات مهم!

۱ پایداری اطلاعات در سامانه‌های زنده، یکی از ویژگی‌های ماده وراثتی است اما در عین حال، ماده وراثتی به طور **محدود** تغییرپذیر است.

۲ تغییرپذیری مادهٔ وراثتی باعث ایجاد گوناگونی می‌شود و توان بقای جمعیت‌ها را در شرایط متغیر محیط افزایش می‌دهد و زمینه تغییر گونه‌ها را فراهم می‌کند.

۳ تغییر **ماندگار** در نوکلئوتیدهای مادهٔ وراثتی را جهش می‌نامند.

۴ به علت وجود رابطهٔ **مکملی** بین بازها، تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشتهٔ دنا، نوکلئوتید مقابل آن را در رشتهٔ دیگر تغییر می‌دهد به همین علت، جانشینی در یک نوکلئوتید به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید منجر می‌شود.

۵ اگر جهش در جایی دور از جایگاه فعال رخ دهد، **به طوری** که بر آن اثری نگذارد، احتمال تغییر در عملکرد آنزیم کم یا حتی صفر است.

۶ جهش در راه‌انداز یک ژن، ممکن است آن را به راه‌اندازی قوی‌تر یا ضعیف‌تر تبدیل کند و با اثر بر میزان رونویسی از آن، محصول آن را نیز بیشتر یا کمتر کند.

۷ «محیط» تعیین می‌کند کدام صفات با فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل شوند.

۸ **انتخاب طبیعی** می‌تواند علت مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست‌ها را نیز توضیح دهد.

۹ انتخاب طبیعی «جمعیت» را تغییر می‌دهد نه «فرد» را.

۱۰ اگر در جمعیتی فراوانی نسبی دگره‌ها **یا** ژن نمودها از نسلی به نسل دیگر حفظ شود آن‌گاه می‌گویند جمعیت در حال تعادل ژنی است.

۱۱ اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به طور **پیوسته و دوسویه** ادامه یابد، سرانجام خزانهٔ ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شود.

۱۲ در تولیدمثل **جنسی**، هر والد از طریق گامت‌هایی که می‌سازد، نیمی از فام تن‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کند.

۱۳ اینکه هر گامت کدام یک از فام تن‌ها را منتقل می‌کند به آرایش چهار تایه‌ها (تترادها) در کاستمان ۱ بستگی دارد.

۱۴ در کراسینگ‌اور **اگر قطعات مبادله شده حاوی دگره‌های متفاوتی باشند**، ترکیب جدیدی از دگره‌ها در این دو فامینک به وجود می‌آید و به آن‌ها فامینک‌های نوترکیب می‌گویند.

۱۵ انگل مالاریا **نمی‌تواند** در افراد Hb^AHb^S سبب بیماری شود.

۱۶ ساختارهایی که در یک عده بسیار کارآمد هستند اما در عدهٔ دیگر، کوچک یا ساده شده و حتی ممکن است فاقد کار خاصی باشند. این ساختارهای کوچک، ساده یا ضعیف شده را ساختارهای وستیجیال (به معنی ردپا) می‌نامیم.

۱۷ زیست‌شناسان از مقایسهٔ بین دنای جانداران مختلف برای تشخیص خویشاوندی آن‌ها استفاده می‌کنند.

۱۸ توالی‌هایی از دنا را که در بین گونه‌های مختلف دیده می‌شوند توالی‌های حفظ شده می‌نامند.

۱۹ منظور از جدایی تولیدمثلی، عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شوند.

۲۰ گیاهان چندلادی بر اثر خطای کاستمانی ایجاد می‌شوند.

قیدها

جهش

۱ـ پایداری اطلاعات در سامانه‌های زنده، یکی از ویژگی‌های مادهٔ وراثتی است اما در عین حال، مادهٔ وراثتی **به‌طور محدود** تغییرپذیر است.

۲ـ دانشمندان با مقایسهٔ آمینواسیدهای هموگلوبین‌های سالم و تغییر شکل‌یافته، دریافتند که این دو هموگلوبین **فقط** در ششمین آمینواسید از زنجیرهٔ بتا متفاوت‌اند.

۳ـ تغییر **ماندگار** در نوکلئوتیدهای مادهٔ وراثتی را جهش می‌نامند.

۴ـ جهش‌های اضافه و حذف، **الزاماً** به تغییر چارچوب خواندن نمی‌انجامند.

۵ـ جهش‌های فام‌تنی (کروموزومی) حذفی **غالباً** باعث مرگ می‌شوند.

۶ـ ژن‌ها **فقط بخشی از** ژنگان (ژنوم) هستند.

۷ـ اگر جهش باعث تغییر در جایگاه فعال آنزیم شود، آن‌گاه احتمال تغییر عملکرد آنزیم **بسیار زیاد** است. اما اگر جهش در جایی دور از جایگاه فعال رخ دهد، به‌طوری که بر آن اثری نگذارد، احتمال تغییر در عملکرد آنزیم **کم یا حتی صفر** است.

۸ـ جهش در راه‌انداز، **ممکن است** آن را به راه‌انداز **قوی‌تر** یا **ضعیف‌تر** تبدیل کند و با اثر بر میزان رونویسی از ژن، محصول آن را نیز **بیشتر** یا **کمتر** کند.

۹ـ جهش ارثی در گامت‌ها وجود دارد که پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می‌کنند. در این صورت **همهٔ** یاخته‌های حاصل از آن تخم، دارای جهش هستند.

۱۰ـ در مناطقی که مصرف غذاهای نمک‌سود یا دودی‌شده رایج است، سرطان **شیوع بیشتری** دارد.

۱۱ـ ارتباط **بعضی از** سرطان‌ها با مصرف زیاد غذاهای کباب‌شده یا سرخ‌شده مشخص شده است.

۱۲ـ ترکیبات نیتریت‌دار مانند سدیم‌نیتریت، که برای ماندگاری محصولات پروتئینی مثل سوسیس و کالباس به آنها اضافه می‌شود، در بدن به ترکیباتی تبدیل می‌شوند که **تحت شرایطی** قابلیت سرطان‌زایی دارند.

جهش

۱ـ پایداری اطلاعات در سامانه‌های زنده، یکی از ویژگی‌های مادهٔ وراثتی است اما در عین حال، مادهٔ وراثتی به‌طور محدود تغییرپذیر است.
۲ـ دانشمندان با مقایسهٔ آمینواسیدهای هموگلوبین‌های سالم و تغییر شکل‌یافته، دریافتند که این دو هموگلوبین فقط در ششمین آمینواسید از زنجیرهٔ بتا متفاوت‌اند.
۳ـ تغییر ماندگار در نوکلئوتیدهای مادهٔ وراثتی را جهش می‌نامند.
۴ـ جهش‌های اضافه و حذف، الزاماً به تغییر چارچوب خواندن نمی‌انجامند.
۵ـ جهش‌های فام‌تنی (کروموزومی) حذفی غالباً باعث مرگ می‌شوند.
۶ـ ژن‌ها فقط بخشی از ژنگان (ژنوم) هستند.
۷ـ اگر جهش باعث تغییر در جایگاه فعال آنزیم شود، آن‌گاه احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است. اما اگر جهش در جایی دور از جایگاه فعال رخ دهد، به‌طوری که بر آن اثری نگذارد، احتمال تغییر در عملکرد آنزیم کم یا حتی صفر است.
۸ـ جهش در راه‌انداز، ممکن است آن را به راه‌انداز قوی‌تر یا ضعیف‌تر تبدیل کند و با اثر بر میزان رونویسی از ژن، محصول آن را نیز بیشتر یا کمتر کند.
۹ـ جهش ارثی در گامت‌ها وجود دارد که پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می‌کنند. در این صورت همهٔ یاخته‌های حاصل از آن تخم، دارای جهش هستند.
۱۰ـ در مناطقی که مصرف غذاهای نمک‌سود یا دودی‌شده رایج است، سرطان شیوع بیشتری دارد.
۱۱ـ ارتباط بعضی از سرطان‌ها با مصرف زیاد غذاهای کباب‌شده یا سرخ‌شده مشخص شده است.
۱۲ـ ترکیبات نیتریت‌دار مانند سدیم‌نیتریت، که برای ماندگاری محصولات پروتئینی مثل سوسیس و کالباس به آنها اضافه می‌شود، در بدن به ترکیباتی تبدیل می‌شوند که تحت شرایطی قابلیت سرطان‌زایی دارند.

تغییر در جمعیت‌ها

۱ـ بعد از کشف پادزیست‌ها (آنتی‌بیوتیک‌ها) در نیمهٔ قرن گذشته، آدمی به یکی از کارآمدترین ابزارهای دفاعی در برابر باکتری‌های بیماری‌زا مجهز شد.
۲ـ فرایندی را که در آن افراد سازگارتر با محیط انتخاب می‌شوند، یعنی آنهایی که شانس بیشتری برای زنده‌ماندن و تولیدمثل دارند، انتخاب طبیعی می‌نامند.
۳ـ در پدیدهٔ مقاوم‌شدن باکتری‌ها به پادزیست (آنتی‌بیوتیک)، باکتری‌های غیرمقاوم از بین می‌روند و باکتری‌های مقاوم تکثیر می‌شوند و به‌تدریج همهٔ جمعیت را به خود اختصاص می‌دهند.
۴ـ مجموع همهٔ دگره (الل)های موجود در همهٔ جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت را خزانهٔ ژن آن جمعیت می‌نامند.
۵ـ اگر در جمعیت فراوانی نسبی دگره (الل)ها یا ژن‌نمود (ژنوتیپ)ها از نسلی به نسل دیگر ثابت باشد، آن‌گاه می‌گویند جمعیت در حال تعادل ژنی است.
۶ـ جهش با افزوده دگره (الل)های جدید، خزانهٔ ژن را غنی‌تر می‌کند و گوناگونی را افزایش می‌دهد. بسیاری از جهش‌ها تأثیری فوری بر رخ‌نمود (فنوتیپ) ندارند و بنابراین ممکن است تشخیص داده نشوند. اما با تغییر شرایط محیط ممکن است دگرهٔ جدید، سازگارتر از دگره یا دگره‌های قبلی عمل کند.
۷ـ هرچه اندازهٔ جمعیت کوچک‌تر باشد، رانش دگره‌ای اثر بیشتری دارد.
۸ـ اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به‌طور پیوسته و دوسویه ادامه یابد، سرانجام خزانهٔ ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شود.
۹ـ آمیزشی تصادفی است که در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان باشد.
۱۰ـ نتیجهٔ انتخاب طبیعی، سازگاری بیشتر جمعیت با محیط است.
۱۱ـ در میوز ۱، هنگام جفت‌شدن فام‌تن (کروموزوم)های همتا و ایجاد چهارتایه (تتراد)، ممکن است قطعه‌ای از فام‌تن بین فامینک (کروماتید)های غیرخواهری مبادله شود.
۱۲ـ افراد مبتلا به بیماری گویچه‌های قرمز داسی‌شکل ژن‌نمود (ژنوتیپ) $Hb^{S}Hb^{S}$ دارند و در سنین پایین معمولاً می‌میرند. ژن‌نمود ناخالص‌ها $Hb^{A}Hb^{S}$ است و وضع بهتری دارند. گویچه‌های قرمز آنها فقط هنگامی داسی‌شکل می‌شوند که مقدار اکسیژن محیط کم باشد.
۱۳ـ ژن‌شناسان با مطالعهٔ توزیع بیماری گویچه‌های قرمز داسی‌شکل در جهان دریافته‌اند که فراوانی دگرهٔ (الل) Hb^{S} در مناطقی که مالاریا شایع است، بسیار بیشتر از سایر مناطق است.
۱۴ـ بیماری مالاریا به‌وسیلهٔ نوعی انگل تک‌یاخته‌ای ایجاد می‌شود که بخشی از چرخهٔ زندگی خود را در گویچه‌های قرمز می‌گذراند.

تغییر در گونه‌ها

۱ـ سنگواره معمولاً حاوی قسمت‌های سخت بدن جانداران (مثل استخوان‌ها یا اسکلت خارجی) است. گاهی ممکن است کل یک جاندار سنگواره شده باشد؛ مثل ماموت‌های منجمد شده‌ای که همهٔ قسمت‌های بدن آنها، حتی پوست و مو، حفظ شده‌اند یا حشراتی که در رزین‌های گیاهان به دام افتاده‌اند.
۲ـ مقایسهٔ اجزای پیکر جانداران گونه‌های مختلف نشان می‌دهد که ساختار بدنی بعضی گونه‌ها از طرح مشابهی برخوردار است.
۳ـ وقتی گونه‌های مختلف را مقایسه می‌کنیم، گاهی به ساختارهایی برمی‌خوریم که در یک عده بسیار کارآمد هستند اما در عدهٔ دیگر، کوچک یا ساده شده و حتی ممکن است فاقد کار خاصی باشند. این ساختارهای کوچک، ساده یا ضعیف‌شده را ساختارهای وستیجیال می‌نامیم.
۴ـ هر چه بین دِنای دو جاندار شباهت بیشتری وجود داشته باشد، خویشاوندی نزدیک‌تری دارند.
۵ـ یکی از تعاریف رایج برای گونه، تعریفی است که ارنست مایر ارائه کرده است و برای جاندارانی کاربرد دارد که تولیدمثل جنسی دارند.
۶ـ منظور از جدایی تولیدمثلی عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شوند.