

کاج

پیشرفته

فرمول  
بیساز



# زیست شناسی دوازدهم

مؤلف: دکتر حمیدرضا زارع

۲۰۰۰  
نکته آموزشی

۴۹۰۰  
پرسش تشریحی

### هر چه رانم بر زبان الهام توست

### فاش می‌گویم که نامم نام توست

سلام. برای نوشتن این مقدمه خیلی حرفای مختلفی توی ذهنم بود که بگم اما در نهایت، تصمیم گرفتم که بیخیال همشون بشم و مستقیم برم سر اصل مطلب و راجع به خود کتاب صحبت کنم. همین اول کار بگم که سریع گوشیتون رو بردارین و عضو کانال تلگرام ما با آیدی @F20Zist بشین. اونجا قراره در آینده مطالب متنوعی شامل مطالب مشاوره‌ای، آموزشی، نمونه سؤال، نکته و ... بذاریم که شما رو بیشتر برای امتحان نهایی آماده کنه. کلاً هدف اینه تا نمره ۲۰ نهایی رو نگرفتین، ولتون نکنیم. خب بریم سراغ ادامه صحبتا ...

برخلاف تصور اولیه، فرایند تألیف این کتاب بنا به دلایل مختلفی خیلی زیاد طول کشید ولی بالاخره به جایی رسیدیم که می‌تونیم بگیم فرمول زیست دوازدهم اومد. اما خسرو شکیبایی در یک دکلمه می‌گه که: «حالا که آمدی حرف ما بسیار، وقت ما اندک، آسمان هم که بارانی ست...!» سال‌ها قبل زمانی که برای اولین بار کتاب زیست‌شناسی آی‌کیو منتشر شد، توی مقدمه کتاب نوشتیم که تاریخ زیست کنکور به قبل و بعد از این کتاب تقسیم می‌شه و واقعاً هم انقلابی در کل کتاب‌های زیست بازار ایجاد کرد. چند سال بعدش هم وقتی که اولین کتاب میکرو زیست دهم منتشر شد، باز هم سبک کل کتابای بازار تغییر کرد. اما نوبتی هم باشه، نوبت کتاب‌های نهایی هست و مطمئن باشید که این کتاب انقلابی در کتاب‌های زیست‌شناسی امتحان نهایی ایجاد می‌کنه. اما چرا اصلاً این کتاب تألیف شد؟

زمانی که پیشنهاد تألیف این کتاب به من شد، خیلی درباره نوشتنش تردید داشتم و چند تا سؤال ذهن من رو درگیر کرده بود. سؤال اول این بود که آیا اصلاً امتحان نهایی اینقدر اهمیت داره که دانش‌آموز بخواد روی کتابی مستقل برای اون وقت بذاره؟ الان که دیگه رتبه ۱ کنکور ۱۴۰۲ بر اساس نمره نهایی جا به جا شده، فکر کنم بر کسی پوشیده نیست که امتحان نهایی خیلی مهم شده. سؤال بعدی این بود که آیا کتاب درسی و منابع موجود در بازار برای نمره زیست کافی نیستن؟ برای همین رفتم سراغ بررسی کل امتحان نهایی‌های برگزار شده تا ببینم اصلاً امتحان نهایی دنبال چی هست و جواب سؤال من این بود که نه کافی نیستن (چراشو جلوتر توضیح می‌دم). سؤال آخر هم این بود که آیا میشه کتابی نوشت که همه نیازهای دانش‌آموزا رو برطرف کنه و پس از خوندن اون به چیزی جز نمره ۲۰ فکر نکنن؟ جواب این سؤال هم بله هست و اون کتاب الان دستتون هست. ما در فرایند تألیف این کتاب سعی کردیم تمامی جنبه‌هایی از کتاب درسی رو که در امتحان نهایی مورد سؤال قرار می‌گیره، به خوبی پوشش بدیم و در واقع، این کتاب صرفاً مجموعه‌ای از نکات و سؤالات تشریحی نیست و کاملاً برای هر سبکی از سؤالات نهایی، ما ایده‌ای داشتیم که در تألیف کتاب از اون استفاده شده و در قسمت بعدی بیشتر راجع بهش صحبت می‌کنیم. راستی توصیه می‌کنم سری به کانال تلگرام ما بزنین و راجع به فرایند تألیف این کتاب بخونین؛ فکر کنم می‌تونه برای مطالعه بهتر این کتاب بهتون کمک کنه.

اما قبل از اینکه بریم سراغ راهنمای مطالعه کتاب، لازمه از یه سری افراد تشکر کنم. اول از همه پدر و مادر و برادر عزیزم و همینطور دوستانم که من این مدت کمتر تونستم براشون وقت بذارم اما مثل همیشه در تمام مراحل تألیف کتاب از من حمایت کردن. تشکر ویژه‌ای می‌کنم از مهندس محمد جوکار که زحمات زیادی برای به‌ثمر رسیدن این کتاب داشتن و بدون تلاش‌هاشون، این کتاب هیچ‌وقت به سرانجام نمی‌رسید. همچنین از آقای امین اسماعیل‌زاده تشکر می‌کنم که فشار و سختی‌های زیادی رو سر این کتاب تحمل کردن و با صبر خودشون کارای کتاب رو انجام دادن. در نهایت تشکر می‌کنم از تمامی افراد دیگری در انتشارات گاج که زحمات زیادی برای بهتر شدن هر چه بیشتر این کتاب کشیدن.

مطلب آخر هم اینکه ما تمام تلاشمون رو کردیم که این کتاب کامل باشه و بتونه تمام نیازهای شما رو برای کسب نمره ۲۰ در امتحان نهایی برطرف کنه و تلاش کردیم که کتاب عاری از هر اشکالی به دستتون برسه. اما همواره منتظر نظرات، پیشنهادات و انتقاداتتون هستیم تا بتونیم در ویرایش‌های بعدی، کتاب بهتری رو آماده کنیم. راه‌های ارتباطی با ما برای بیان نظراتتون رو هم می‌تونین توی کانال تلگرام ما (@F20Zist) پیدا کنین.

موفق و پیروز باشید

حمیدرضا زارع

## امتحان نهایی زیست شناسی

سؤالات امتحان نهایی زیست از چند قسمت تشکیل شدن که سه قسمت ابتدایی، سؤالاتی از کل ۸ فصل کتاب درسی هستن و توی قسمت‌های بعدی، سؤالات به صورت فصل به فصل مطرح می‌شن. به نکته که دونستنش می‌تونه بهتون برای پاسخگویی به سؤالات کمک کنه این هست که سؤالات امتحان نهایی به ترتیب فصل و گفتار هستن. یعنی مثلاً توی قسمت اول آگه ۸ تا سؤال درست یا نادرست داشته باشیم، سؤال اول مربوط به فصل ۱ هست و سؤال هشتم مربوط به فصل ۸. یا آگه سؤالی از فصل ۲ داشته باشیم که خودش از سه قسمت مختلف درباره سه گفتار فصل تشکیل شده باشه، قسمت اولش مربوط به گفتار ۱ هست و قسمت سومش، مربوط به گفتار ۳. از این نکته می‌تونین استفاده کنین تا توی هر سؤال بفهمین پاسخ صحیح رو از کجای کتاب باید پیدا کنین.

### «» سؤالات درست یا نادرست «»

این قسمت معمولاً از ۸ سؤال تشکیل شده که هر سؤال، ۰/۲۵ نمره داره. توی هر سؤال، یک عبارت به شما داده شده که فقط باید مشخص کنین اون عبارت درست هست یا نادرست. برای پاسخگویی به سؤالات این قسمت، باید تسلط کامل روی متن کتاب داشته باشین و به تک تک کلمات عبارت سؤال هم دقت کنین.

استثنائات و نکات خاصی که ممکنه شما رو به اشتباه بندازن، توی متن درسنامه مشخص کردیم. علاوه بر این، مطالبی رو به صورت «نکته» و «حواست باشه که» براتون آوردیم که تسلط روی اونا، پاسخگویی به این قسمت رو آسون می‌کنه.



### «» سؤالات جای خالی «»

مشابه قسمت قبلی، این قسمت هم معمولاً از ۸ سؤال تشکیل شده و هر سؤال، دارای ۰/۲۵ نمره هست. توی این قسمت به شما عبارت‌هایی داده می‌شه که ناقص هستن و جای خالی در این عبارت‌ها رو باید پر کنین.

اکثر سؤالات جای خالی امتحان نهایی، مربوط به کلمات کلیدی متن کتاب هستن که ما اونا رو با رنگ متفاوت یا **bold کردن**، براتون مشخص کردیم.



### «» سؤالات دو گزینه‌ای (انتخاب کلمه مناسب) «»

این قسمت هم ۸ تا سؤال داره و هر سؤال، ۰/۲۵ نمره داره. در این قسمت شما باید برای بخشی از یک عبارت، بین دو کلمه‌ای که بهتون داده شده، کلمه مناسب رو انتخاب کنین به نحوی که معنای عبارت درست بشه. این قسمت تقریباً مشابه قسمت قبلی هست و ساده‌تر از اون قبلی هست.

تا اینجا حدود ۲۴ سؤال داشتیم و ۶ نمره از امتحان نهایی گذشته. بعد از این قسمت، می‌رسیم به سؤالات تشریحی.

### «» سؤالات تشریحی «»

سؤالات تشریحی، بخش عمده امتحان نهایی رو تشکیل می‌دن. سؤالات به ترتیب از فصل اول کتاب شروع می‌شن و تا آخرین فصل، ادامه پیدا می‌کنن. هر سؤال خودش می‌تونه از یک یا چند قسمت مختلف تشکیل شده باشه و شما باید پاسخ تشریحی کامل برای هر قسمت رو بنویسین. خود سؤالات تشریحی رو همیشه به چند نوع تقسیم کرد:

۱. **سؤالات کوتاه جواب:** پاسخ این سؤالات معمولاً یک یا دو کلمه بیشتر نیست و تعدادشونم معمولاً کم نیست و می‌تونین خیلی نمره خوبی از این سؤالات به دست بیارین.

در متن درسنامه با دسته‌بندی مطالب و تعاریف و در قسمت سؤالات، با ارائه تعداد زیادی سؤال در این سبک، همه سؤالات احتمالی امتحان نهایی رو پوشش دادیم.





۲. **سؤالات شکل دار و فعالیت:** توی بعضی از سؤالات، شکلی از کتاب درسی آورده شده و درباره اون سؤال پرسیده شده. توی بیشتر این سؤالات، نام‌گذاری قسمتی از شکل، مهم‌ترین بخش سؤال هست. بعضی از سؤالات هم عیناً پرسش‌ها و نکات فعالیت‌ها رو مورد بررسی قرار دادن.

در انتهای هر گفتار، بخش‌های مجزایی برای بررسی «شکل‌ها» و «فعالیت‌ها» داریم. توی این قسمت‌ها، ما نکات شکل‌ها و فعالیت رو دقیق بررسی کردیم و به مقدار کافی هم سؤالات متنوع ازشون آوردیم.



۳. **سؤالات جدول:** معمولاً یکی از سؤالات امتحان نهایی به صورت یک جدول دو ستونه هست که در این جدول، باید ارتباط منطقی بین موارد ستون اول و دوم پیدا کنین. این سؤال معمولاً مربوط به فصل ۶ یا ۸ کتاب درسی هست و چیز دشواری هم نیست.

در تمامی مباحثی که امکان مطرح شدن چنین سبک سؤالی وجود داره، ما هم سؤال جدولی رو براش طرح کردیم و در نتیجه، فکر نکنم دیگه سؤال جدیدی در این سبک ببینین.



توی سال‌های اخیر، فراوانی این سه سبک اخیر سؤالات در امتحان نهایی بیشتر شده و توجه بیشتری باید به اونا داشته باشین.

۴. **سؤالات توضیحی:** همیشه گفت سخت‌ترین قسمت امتحان نهایی، همین سؤالات هستن. توی این سؤالات باید توضیحی درباره یک مطلب بنویسین یا دلیل یک رخداد رو توضیح بدین و کلاً موارد این چنینی.

میشه گفت یکی از سختی‌هایی که پاسخ دادن به این سؤالات داره، نوشتن درست پاسخ هست. یعنی شما باید بتونین تمامی قسمت‌هایی رو که برای طراح مهم و دارای نمره بودن، بنویسین. ما دو تا کار کردیم: ۱. اینکه توی درسنامه، مباحثی رو که اینجوری میشه ازشون سؤال بیاد، مشخص کردیم، حتی خود سؤال رو هم آوردیم و بعد نکات مهم برای پاسخ به سؤال رو با رنگ متفاوت یا **bold** کردن، متمایز کردیم. ۲. در پاسخنامه تشریحی سؤالات، دقیقاً مشابه پاسخنامه امتحان نهایی، بارم‌بندی پاسخ مشخص شده و همچنین نکات کلیدی پاسخ که نمره دارن، **bold** شدن.



این ۴ قسمتی که مطرح کردیم، توی همه امتحان‌های نهایی میان. یه سری سؤالات هم هستن که هر از گاهی میان.

## «» پرسش‌های چهارگزینه‌ای «»

همونجوری که مشخص هست، این قسمت از تعدادی تست تشکیل شده که البته برخلاف تست‌های کنکور، خیلی ساده هستن و معمولاً پاسخ‌های تک‌کلمه‌ای دارن.

جاهایی که احساس کردیم لازمه، پرسش‌های چهارگزینه‌ای کافی آوردیم.



## «» بررسی علت وقایع «»

توی این سؤالات، شما باید علت رخ دادن یک فرایند، رخداد یا ... رو بنویسید.

تمامی رابطه‌های علت/معلولی رو توی درسنامه آوردیم و توی سؤالات هم، تمامی سؤالات مربوط به بررسی علت‌ها رو آوردیم. بنابراین، سؤال جدیدی در این سبک نمی‌تونین ببینین.





## تعریف اصطلاحات

در این سؤالات، شما باید تعریفی برای یک اصطلاح رو بنویسین.

باز هم توی درسنامه همه اصطلاحات رو تعریف کردیم و توی سؤالات هم درباره تعریف همه اصطلاحات سؤال پرسیدیم.



## جدول بارمبندی

در آخر به نگاهی هم به بارمبندی سؤالات داشته باشیم.

شماره فصل و عنوان	نوبت اول	نوبت پایانی (خرداد)، شهریور و دی ماه
۱. مولکول‌های اطلاعاتی	۶	۲/۵
۲. جریان اطلاعات در باخته	۵	۲/۵
۳. انتقال اطلاعات در نسل‌ها	۴	۲/۵
۴. تغییر در اطلاعات وراثتی	۵	۲/۵
۵. از ماده به انرژی		۲/۵
۶. از انرژی به ماده		۲/۵
۷. فناوری‌های نوین زیستی		۲/۵
۸. رفتارهای جانوران		۲/۵
جمع	۲۰	۲۰

**نکته آخر:** زمانی که من خودم کنکور داشتم، تأثیر امتحان نهایی به صورت مثبت بود و به همین خاطر ما خیلی توجهی به امتحان نهایی نداشتیم و اگر تأثیر نهایی قطعی بود، شاید رتبه سه‌رقمی هم دیگه کسب نمی‌کردم و کلاً سرنوشت متفاوتی پیدا می‌کردم. اما الان با توجه به افزایش زیاد تأثیر امتحان نهایی در سال‌های اخیر و همچنین با توجه به اینکه کسب موفقیت در امتحان نهایی زمان خیلی کم‌تری نسبت به کنکور نیاز داره و خیلی ساده‌تر هم می‌تونین نمرات بالاتری رو کسب کنین، توصیه می‌کنم که توجه خاصی به امتحان نهایی در تمامی دروس داشته باشید.

## راهنمای مطالعه کتاب

اول از همه اینو بگم که ما ۱۰۰ درصد متن کتاب درسی رو توی این کتاب پوشش دادیم و شما با استفاده از این کتاب، دیگه هیچ نیازی به کتاب درسی برای امتحان نهایی ندارین. به عبارت دیگه، کل مطالبی که برای امتحان نهایی نیاز دارین، یک‌جا در این کتاب وجود داره.

## تقسیم‌بندی کلی کتاب

مطابق تقسیم‌بندی کتاب درسی، ما هر فصل رو به چند گفتار تقسیم کردیم و هر گفتار رو هم به چند بخش مختلف تقسیم کردیم. برای هر بخش، ابتدا درسنامه اون قسمت رو آوردیم و در ادامه، ایستگاه سؤالات اون درسنامه قرار داده و بعد به بخش بعدی می‌رسیم. وقتی تمامی بخش‌های یک گفتار تموم بشه، می‌رسیم به قسمت شکل‌ها. توی این قسمت، نکات هر شکل و ایستگاه سؤالات اون شکل رو داریم. بعد می‌رسیم به فعالیت‌ها و باز هم بررسی نکات و سؤالات فعالیت‌ها. تا اینجا دیگه مطالب یک گفتار تموم شده و در انتهای گفتار، بانک سؤالات نهایی اون گفتار رو داریم که آرشیوی از کل سؤالات امتحان نهایی‌های برگزار شده (از دی ۱۳۹۷ به بعد) هست. مثلاً فرض کنین به گفتار از کتاب درسی رو ما به ۳ بخش (زیرمبحث) مختلف تقسیم کردیم. ترتیب مطالب اون گفتار به این صورت می‌شه که:

**بخش ۱** (درسنامه + ایستگاه سؤال) ← **بخش ۲** (درسنامه + ایستگاه سؤال) ← **بخش ۳** (درسنامه + ایستگاه سؤال) ← **شکل‌ها** (نکات هر شکل + ایستگاه سؤال هر شکل)

← **فعالیت‌ها** (نکات هر فعالیت + ایستگاه سؤال هر فعالیت) ← **بانک سؤالات نهایی** (آرشیو نهایی از دی ۱۳۹۷)

## مقدمه مؤلف

این روند برای همه گفتارهای یک فصل تکرار همیشه تا در نهایت کل گفتارها تموم بشن. وقتی همه گفتارها تموم شدن، در انتهای فصل قسمتی داریم به نام بانک سؤالات فصل که شامل سؤالاتی ترکیبی از کل فصل هست. فقط فصل (۳) ساختار متفاوتی داره و به جای اینکه بر اساس گفتارهای کتاب درسی باشه، به دو بخش «مفاهیم ژنتیک» و «مسائل ژنتیک» تقسیم شده.

### درسنامه

توی درسنامه ما بخش‌های مختلفی داریم. بعضیاش نظیر «شکل و جدول» یا «مثال» که مشخص هستن. بقیه رو به توضیحی بدیم:

**ترکیب:** نکات ترکیبی با فصل‌های دیگه رو اینجا گفتیم و آدرس این نکته ترکیبی رو هم گفتیم.

**نکته:** نکات مفهومی که از متن کتاب برداشت می‌شن و قسمت سخت امتحانات نهایی جدید رو پوشش می‌دن.

**حواست باشه که:** دام‌های خاص و خطرناکی که بهشون دقت نکردین و برای بعضی سؤالات نهایی خیلی ضروری هستن.

**سخن معلم:** حرفای خودمونی بین من و شما برای اینکه بتونین بهتر مطالب رو درک کنین.

**زیر ذره بین:** کادریایی هستن برای بررسی دقیق‌تر و توضیحات بیشتر در ارتباط با یک موضوع.

در ضمن، در متن درسنامه، نکات مهم‌تر و کلمات کلیدی رو با **رنگی کردن** متن یا **bold کردن** اون مشخص کردیم.

ما متن کتاب درسی و نکات مختلف رو به صورت جدا جدا و شماره‌گذاری شده آوردیم. این تقسیم‌بندی بر این مبنا بوده که هر کدام از این شماره‌ها، در واقع پاسخی به یک سؤال امتحان نهایی هستن. در عین حال بین شماره‌های متوالی ارتباط و پیوستگی وجود داره و شما می‌تونین اونا رو پشت سر هم بخونین بدون اینکه متوجه این تقسیم‌بندی بشین.

یه کار دیگه هم که کردیم این هست که اومدیم آدرس نکات توی امتحان نهایی‌ها رو نوشتیم. یعنی هر نکته‌ای که قبلاً توی یک امتحان نهایی مطرح شده، توی درسنامه مشخص شده. از این موضوع شما می‌تونین استفاده کنین تا بفهمین کدام مباحث پرتکرار هستن، کدام نکات بیشتر مورد توجه هستن و علاوه بر این، توی امتحانات نهایی اخیر، توجه طراحان به سمت کدام مباحث بیشتر جلب شده.

### سؤالات و پاسخنامه

در انتهای هر بخش، ایستگاه سؤالات اون بخش قرار داره. ما سعی کردیم تمام سبک‌های سؤالات رو بیاریم و انواع نکات و سؤالات ممکن رو با ادبیات‌های مختلف مطرح کنیم. خلاصه تلاش کردیم همه سؤالاتی که ممکنه توی امتحان نهایی بیاد، توی این کتاب پوشش داده بشه. در پاسخنامه، ما به سبک پاسخنامه نهایی پیش رفتیم و سعی کردیم پاسخنامه کتاب همون پاسخنامه‌ای باشه که شما در امتحان نهایی می‌بینین. ما قسمت‌های مختلف پاسخ رو نمره‌دهی کردیم تا شما دقیقاً بتونین متوجه بشین که چه قسمت‌هایی رو در پاسخ باید بنویسین تا نمره کامل رو بگیرین. این نمره‌دهی‌ها رو بهش دقت کنین تا یاد بگیرین دقیقاً چجوری باید توی امتحان نهایی پاسخ سؤالات رو بنویسین.

### برای کنکوری‌ها!

با اینکه این کتاب با هدف موفقیت در امتحان نهایی نوشته شده، اما با توجه به پوشش کامل مطالب کتاب درسی و داشتن تعداد زیادی سؤال و نکته، می‌تونه بخشی از (نه کل) نکات مربوط به کنکور رو هم پوشش بده و اگه زمان کافی برای کنکور ندارین یا خوب مطالعه نکردین، می‌تونین از این کتاب به عنوان منبع کنکور هم استفاده کنین تا درصد حداقلی برای کنکور در زمان کم به دست بیارین.

**در نهایت امیدوارم از مطالعه این کتاب لذت ببرین و بهترین نتیجه رو در امتحاناتتون کسب کنین.**

# فهرست

## فصل پنجم | از ماده به انرژی

گفتار ۳	گفتار ۲	گفتار ۱
زیستن مستقل از اکسیژن	اکسایش بیشتر	تأمین انرژی
۲۴۶	۲۳۴	۲۲۰

## فصل اول | مولکول‌های اطلاعاتی

گفتار ۳	گفتار ۲	گفتار ۱
پروتئین‌ها	هماندسازی دنا	نوکلئیک اسیدها
۶۴	۳۷	۱۰

## فصل ششم | از انرژی به ماده

گفتار ۳	گفتار ۲	گفتار ۱
فتوسنتز در شرایط دشوار	واکنش‌های فتوسنتزی	فتوسنتز: تبدیل انرژی نور به ...
۲۸۵	۲۷۰	۲۶۰

## فصل دوم | جریان اطلاعات در یاخته

گفتار ۳	گفتار ۲	گفتار ۱
تنظیم بیان ژن	به سوی پروتئین	رونویسی
۱۳۳	۱۱۰	۹۰

## فصل هفتم | فناوری‌های نوین زیستی

گفتار ۳	گفتار ۲	گفتار ۱
کاربردهای زیست فناوری	فناوری مهندسی پروتئین و بافت	زیست فناوری و مهندسی ژنتیک
۳۳۰	۳۱۸	۳۰۴

## فصل سوم | انتقال اطلاعات در نسل‌ها

بخش ۲	بخش ۱
مسائل ژنتیک	مفاهیم ژنتیک
۱۶۲	۱۵۰

## فصل هشتم | رفتارهای جانوران

گفتار ۳	گفتار ۲	گفتار ۱
ارتباط و زندگی گروهی	انتخاب طبیعی و رفتار	اساس رفتار
۳۸۰	۳۶۵	۳۴۸

## فصل چهارم | تغییر در اطلاعات وراثتی

گفتار ۳	گفتار ۲	گفتار ۱
تغییر در گونه‌ها	تغییر در جمعیت‌ها	تغییر در ماده وراثتی جانداران
۲۰۵	۱۸۹	۱۷۲



فصل

## مولکول‌های اطلاعاتی

۳  
گفتار

پروتئین‌ها

۲  
گفتار

همانندسازی  
دنا

۱  
گفتار

نوکلئیک  
اسیدها

بانک سؤالات فصل





ترکیب



نکته



شکل و جدول



مثال



خواص ماده



سخن معلم



زیر ذره بین



ایستگاه سؤال

۱ مقدمه

۲ آزمایش‌های گریفیت

۳ آزمایش‌های ایوری

۴ ساختار نوکلئیک اسیدها

۵ کشف ساختار دنا

۶ مدل مولکولی دنا

۷ رنا، ژن و انواع نوکلئوتیدها

۸ شکل‌ها

۹ بانک سؤالات نهایی

گفتار

نوکلئیک  
اسیدهاصفحه  
۸ تا  
کتاب درسی

مقدمه

۱



دنا؛ مادهٔ وراثتی

توی این فصل می‌خوایم بفهمیم که ژن چی هست، از چی ساخته شده و عملکردش چطوریه. برای اینم که به جواب این سؤالا برسیم، یه تعداد آزمایش رو بررسی می‌کنیم.

- ۱ سه نوع مولکول مرتبط با ژن هستند: ۱. دنا (DNA)، ۲. رنا (RNA) و ۳. پروتئین.
- ۲ ذخیره و انتقال اطلاعات وراثتی در یاخته از طریق سازوکارهای مولکولی است.

### مادهٔ وراثتی

- ۳ هر یک از یاخته‌های زنده، ویژگی‌هایی مانند شکل و اندازه دارند.
- ۴ در یاخته‌های یوکاریوتی، این ویژگی‌ها تحت فرمان هسته هستند.
- ۵ باکتری‌ها، پروکاریوت محسوب می‌شوند و همهٔ جانداران دیگر، یوکاریوت هستند.
- ۵ دستورالعمل‌های هسته می‌توانند منتقل شوند:

از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر: در حین تقسیم یاخته‌ای

از نسلی به نسل دیگر: در حین تولیدمثل

در باکتری‌ها، اطلاعات وراثتی درون سیتوپلاسم قرار دارند. تقسیم در باکتری معادل تولیدمثل آن است و انتقال اطلاعات وراثتی به یاختهٔ دیگر با نسل دیگر، به‌طور هم‌زمان و از طریق فرایند تقسیم یاخته‌ای رخ می‌دهد.

- ۶ در یاخته‌های هسته‌دار، فام تن (کروموزوم) درون هسته قرار دارد.
- ۷ در ساختار هر فام تن، دو نوع مولکول زیستی شرکت می‌کنند: ۱. دنا (DNA) و ۲. پروتئین.
- دنا و پروتئین موجود در یک فام تن از نظر داشتن ویژگی‌هایی مانند داشتن پیوند اشتراکی، داشتن پیوند هیدروژنی، داشتن شکل مارپیچ در یکی از سطوح ساختاری خود، نقش در فعالیت‌های یاخته‌ای، ارتباط با ژن و ... مشابه هستند.
- ۸ در ساختار فام تن، دنا به عنوان ماده ذخیره‌کننده اطلاعات وراثتی عمل می‌کند.

## ۲ آزمایش‌های کیفیت

۹ اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی توسط باکتری‌شناسی به نام کیفیت به دست آمد.

### اولین‌ها

اطلاعات اولیه درباره ماهیت ماده وراثتی، کیفیت اولین کسی که ماهیت ماده وراثتی را کشف کرد؛ ایوری و همکارانش اطلاعات اولیه درباره ساختار و ویژگی‌های دنا؛ چارگاف + روزالین و فرانکلین اولین کسی که ساختار مولکول دنا را کشف کرد؛ واتسون و کریک اطلاعات اولیه درباره روش همانندسازی دنا؛ واتسون و کریک اولین کسی که روش همانندسازی دنا را کشف کرد؛ مزلسون و استال

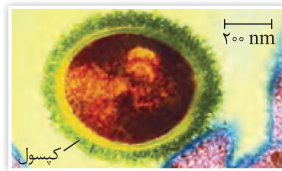
۱۰ کیفیت سعی داشت واکسنی برای آنفلوانزا تولید کند.

۱۱ در زمان کیفیت، تصور می‌شد که عامل بیماری آنفلوانزا، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا است.

برخلاف تصور کیفیت، آنفلوانزا نوعی بیماری ویروسی است و عامل بیماری‌زا، نوعی ویروسه.

شهر یور ۱۳۹۹

### باکتری استرپتوکوکوس نومونیا



۱۲ استرپتوکوکوس نومونیا دو نوع مختلف دارد:

۱. نوع بیماری‌زا؛ پوشینه (کپسول) دارد.

۲. نوع غیربیماری‌زا؛ فاقد پوشینه است.

هر دو نوع استرپتوکوکوس نومونیا، متعلق به یک گونه هستند.

۱۳ نوع بیماری‌زای استرپتوکوکوس نومونیا در انسان و موش می‌تواند سبب ایجاد بیماری سینه‌پهلو شود.

علائم بیماری سینه‌پهلو مشابه علائم بیماری آنفلوانزا است و به همین دلیل، تصور می‌شد استرپتوکوکوس نومونیا عامل بیماری آنفلوانزا است.

### پوشینه (کپسول) چیست؟

۱. در بعضی از باکتری‌ها، علاوه بر غشا، پوشش دیگری نیز در اطراف باکتری وجود دارد که پوشینه (کپسول) نام دارد.
۲. پوشینه به دفاع از باکتری در برابر دستگاه ایمنی و چسبیدن به سطح یاخته‌ها کمک می‌کند.
۳. باکتری استرپتوکوکوس نومونیا و باکتری اشرشیا گلائی، مثال‌هایی از باکتری‌های دارای پوشینه هستند.

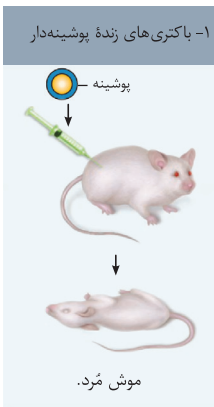
### مراحل آزمایش‌های کیفیت

۱۴ کیفیت، چهار تا آزمایش مختلف انجام داد. توی هر کدام از این آزمایش‌ها، کیفیت باکتری‌های استرپتوکوکوس نومونیا رو به صورت تنها، تغییر یافته یا مخلوط به موش تزریق می‌کرد تا ببینه تهش موش‌ها بیمار می‌شن یا نه.

#### آزمایش اول

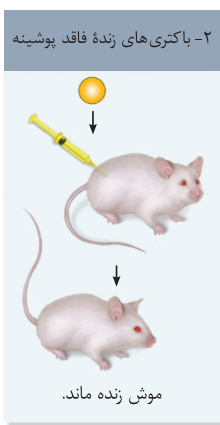
۱۴ نمونه تزریق شده؛ باکتری‌های زنده پوشینه دار

۱۵ نتیجه؛ بروز علائم بیماری و مرگ موش‌ها





### آزمایش دوم



۱۶ نمونه تزریق شده: باکتری‌های زنده بدون پوشینه

۱۷ نتیجه: موش‌ها سالم باقی ماندند.

بعد از این دو تا آزمایش، کیفیت فهمید که:

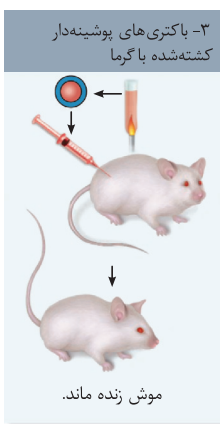
۱۸ باکتری‌های پوشینه‌دار توانایی بیماری‌زایی را دارند اما باکتری‌های بدون پوشینه، بیماری‌زا نیستند.

بر این اساس، کیفیت به چه فرضیه رسید:

۱۹ آیا پوشینه به‌تنهایی عامل بیماری‌زایی و مرگ موش‌ها است؟

برای بررسی این فرضیه، کیفیت آزمایش سوم رو انجام داد.

### آزمایش سوم



۲۰ نمونه تزریق شده: باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما

۲۱ نتیجه: موش‌ها سالم باقی ماندند.

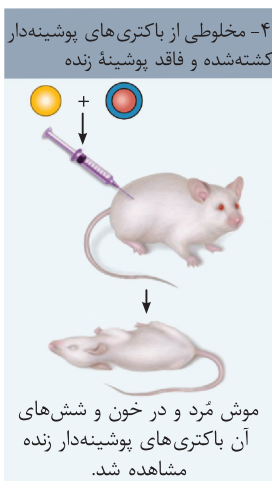
وقتی باکتری‌های پوشینه‌دار با گرما کشته می‌شن، پوشینه‌شون سالم باقی می‌مونه. بنابراین، اگه قرار باشه خود پوشینه به‌تنهایی بیماری‌زایی کنه، تزریق باکتری‌های کشته‌شده هم باید باعث مرگ موش‌ها بشه. اما این اتفاق نیفتاد. بنابراین کیفیت نتیجه گرفت که:

دی ۱۳۹۸

۲۲ پوشینه به‌تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست.

### آزمایش چهارم

دی ۱۳۹۹ - خرداد ۱۳۹۹



۲۳ نمونه تزریق شده: باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما + باکتری‌های زنده بدون پوشینه

۲۴ نتیجه: بروز علائم بیماری و مرگ موش‌ها

تو آزمایش دوم دیدیم که باکتری‌های زنده بدون پوشینه نمی‌تونن باعث بیماری بشن. آزمایش سوم هم نشون داد که باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما، توانایی بیماری‌زایی ندارن. خب پس انتظار می‌ره که مخلوط این دو تا هم باعث بیماری نشه اما برخلاف انتظار، موش‌ها مردن. وقتی کیفیت دید که موش‌ها مردن، رفت سراغ بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده. چی دید؟

۲۵ کیفیت در بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده، تعداد زیادی باکتری‌های پوشینه‌دار زنده مشاهده کرد.

این باکتری‌های پوشینه‌دار زنده از کجا اومدن؟ تو مخلوط اولیه ما باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده داشتیم. آیا ممکنه این باکتری‌ها زنده شده باشن؟ قطعاً نه. اما علاوه بر باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده، باکتری‌های زنده بدون پوشینه داشتیم. پس قطعاً منشأ اون باکتری‌های پوشینه‌دار زنده توی بدن موش، همین باکتری‌های زنده بدون پوشینه بودن :

۲۶ تعدادی از (نه همه) باکتری‌های زنده بدون پوشینه، به‌نحوی تغییر کرده و پوشینه‌دار شده‌اند.

فقط بعضی از باکتری‌های زنده بدون پوشینه تونستن پوشینه‌دار بشن نه همشون. بنابراین، توی خون و شش‌های موش، باکتری‌های بدون پوشینه هم دیده می‌شن.

باکتری‌های زنده بدون پوشینه، تمامی ویژگی‌های لازم برای بیماری‌زایی را دارند، به‌جز پوشینه. بنابراین، زمانی که بتوانند پوشینه را تولید کنند، قادر به بیماری‌زایی نیز خواهند بود.

شهریور ۱۳۹۸

۲۷ نتیجه‌گیری: از نتایج آزمایش‌های کیفیت مشخص شد که ماده وراثتی (نه دنا) می‌تواند به‌یاخته دیگری منتقل شود.

با آزمایش‌های گرفتیت، ۲ تا چیز مشخص **نشود**: ۱. ماهیت ماده وراثتی (اصلاً این ماده وراثتی چی هست؟) و ۲. چگونگی انتقال ماده وراثتی (چجوری ماده وراثتی می‌تونه بره توی یه یاخته دیگه؟). پس مثلاً اگه بگیم که گرفتیت فهمید دنا می‌تونه به یاخته دیگه‌ای منتقل بشه، غلطه. چرا؟ چون گرفتیت نمی‌دونست دنا ماده وراثتی هست.

گفتیم که فقط بعضی از باکتری‌های بدون پوشینه تغییر کردند. بنابراین، ماده وراثتی فقط به بعضی از (نه همه) باکتری‌های زنده بدون پوشینه منتقل شده است.

### نکات آزمایش‌های گرفتیت

- ۲۸ فقط در آزمایش اول و چهارم، موش‌ها بیمار شدند و مُردند.
  - ۲۹ فقط در آزمایش دوم، باکتری‌های پوشینه‌دار مورد استفاده قرار نگرفتند.
  - ۳۰ فقط در آزمایش سوم، باکتری‌های زنده به موش تزریق نشدند.
  - ۳۱ فقط در آزمایش چهارم، انتقال صفت (انتقال ماده وراثتی) انجام شد.
  - ۳۲ در آزمایش اول و دوم، فقط از باکتری‌های زنده استفاده شد.
  - ۳۳ در آزمایش سوم، فقط از باکتری‌های کشته‌شده استفاده شد.
  - ۳۴ در آزمایش چهارم، مخلوطی از باکتری‌های زنده و کشته‌شده استفاده شد.
  - ۳۵ در آزمایش چهارم، مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار و بدون پوشینه استفاده شد.
- جدول زیر، باکتری‌های مشاهده‌شده در طول هر مرحله از آزمایش را مشخص کرده است:

چهارم	سوم	دوم	اول	آزمایش
مردند	زنده ماندند	زنده ماندند	مردند	وضعیت موش‌ها
+	+	-	-	کشته شده
+	-	-	+	زنده
+	-	+	-	باکتری‌های بدون پوشینه

### ۳ آزمایش‌های ایوری

دانشمندا که فهمیده بودن ماده وراثتی می‌تونه به یه یاخته دیگه منتقل بشه، حالا افتاده بودن دنبال این که ببینن اصلاً ماده وراثتی چی هست. یه ۱۶ سالی از زمان آزمایش‌های گرفتیت گذشت تا اینکه دانشمندی به نام ایوری با کمک همکاراش، اومدن یه سری آزمایش انجام دادن و بالاخره مشخص کردن که ماده وراثتی چی هست. بریم ببینیم آزمایش‌های ایوری چجوری بودن. توی همه این آزمایش‌ها، ما یه مسیر کلی رو طی می‌کنیم:

۳۶ **روند کلی آزمایش‌های ایوری:** استخراج عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما ← تغییر در عصاره باکتری ← اضافه کردن عصاره تغییر یافته باکتری پوشینه‌دار کشته شده به محیط کشت باکتری‌های زنده بدون پوشینه ← بررسی انتقال یا عدم انتقال صفت تولید پوشینه بعد از اضافه شدن عصاره باکتری‌ها به محیط کشت، به باکتری‌های بدون پوشینه فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داده می‌شود و سپس، نتیجه آزمایش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳۷ **چند نکته مشترک بین تمام آزمایش‌های ایوری:**

۱. عصاره استفاده شده در این آزمایش‌ها از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده استخراج شد.
۲. باکتری‌های بدون پوشینه زنده در محیط کشت وجود داشتند.
۳. پس از استخراج عصاره باکتری‌ها، تغییری در آن ایجاد شد (در آزمایش دوم، عصاره تغییر کرد اما تخریب مولکول‌های عصاره انجام نشد).
۴. تعدادی از باکتری‌های بدون پوشینه، دنا را دریافت کردند (انتقال صفت) و به باکتری‌های پوشینه‌دار تبدیل شدند.

#### آزمایش اول ایوری

۳۸ **تغییر در عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده: تمامی پروتئین‌های موجود در عصاره تخریب شدند.**

تخریب پروتئین‌های موجود در عصاره باکتری با استفاده از آنزیم‌های تخریب‌کننده پروتئین‌ها (پروتئازها) انجام شد.

۳۹ در اولین آزمایش، عصاره فاقد پروتئین باکتری‌های پوشینه‌دار به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه منتقل شد.

۴۰ **اضافه شدن عصاره تغییر یافته به محیط کشت باکتری‌های بدون پوشینه: انتقال صفت انجام شد.**

در آزمایش اول، در ۱۰۰ درصد محیط‌های کشت، انتقال صفت صورت گرفت.

۴۱ نتیجه آزمایش اول: پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند.

توی عصاره‌ای که به محیط کشت اضافه شده، پروتئین وجود نداشته اما با این وجود، انتقال صفت (یعنی همون انتقال ماده وراثتی) انجام شده. پس مشخصه که پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستن، اما حالا ماده وراثتی چی هست؟ هنوز مشخص نشده، پس بریم سراغ آزمایش دوم.

آزمایش دوم ایوری

۴۲ تغییر در عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده: عصاره باکتری‌ها در یک گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار داده شد و مواد به صورت

لایه لایه جدا شدند. یعنی ما پس از سانتریفیوژ، یه لوله‌ای داریم که داخل اون، هر کدوم از مولکول‌های زیستی توی لایه‌های مختلف قرار گرفتن. مثلاً توی یه لایه، فقط دنا داریم و توی یه لایه دیگه، فقط پروتئین.

در آزمایش دوم، هیچ‌کدام از مولکول‌های زیستی عصاره باکتری تخریب نشدن و از آنزیم‌های تخریب‌کننده مولکول‌های زیستی استفاده نشد.

علاوه بر ایوری و همکارانش، مزلسون و استال نیز از گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا استفاده کردند. با آزمایش مزلسون و استال توی گفتار (۲) آشنا می‌شیم.

۴۳ اضافه شدن عصاره تغییر یافته به محیط کشت باکتری‌های بدون پوشینه: هر یک از لایه‌ها، به صورت جداگانه، به محیط کشت اضافه

شدند ← انتقال صفت فقط با لایه‌ای که در آن دنا وجود دارد، انجام می‌شود.

گفتیم که انواع مولکول‌های زیستی عصاره، توی لایه‌های مختلف قرار گرفتن. پس وقتی ما هر کدوم از این لایه‌ها رو استفاده کنیم، در واقع

اومدیم از فقط یک نوع از مولکول‌های زیستی عصاره باکتری استفاده کردیم. ایوری اومد چند تا محیط کشت مختلف هم آماده کرد و هر کدوم

از لایه‌ها (یا به عبارتی هر کدوم از مولکول‌های زیستی عصاره) رو به یکی از محیط‌های کشت اضافه کرد. تهش چی دید؟ دید فقط توی یکی از

محیط‌های کشت انتقال صفت انجام شده. کدوم محیط کشت؟ همونی که دنا عصاره باکتری توش بوده اما هیچ‌کدوم از مولکول‌های زیستی

دیگه باکتری نبودن. چه نتیجه‌ای گرفت؟

۴۴ نتیجه آزمایش دوم: عامل اصلی و موثر در انتقال صفات وراثتی، دنا (DNA) است ← دنا ماده وراثتی است.

۴۵ نتایج به دست آمده توسط ایوری، مورد قبول عده‌ای قرار نگرفت (قبول نکردن که دنا ماده وراثتی هست. چرا؟) ← چون در آن زمان بسیاری

از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند.

آقا این ایوری اومد توی آزمایش اول نشون داد که پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستن و توی آزمایش دوم، نشون داد که نه تنها پروتئین‌ها ماده

وراثتی نیستن، بلکه دنا ماده وراثتی هست. اما یه سری دانشمندا اینقدر لجباز و متعصب بودن که حاضر نبودن از نظر قبلی خودشون کوتاه بیان.

اما ایوری هم تصمیمش رو گرفته بود که هر جوری هست، ماهیت ماده وراثتی رو پیدا کنه و بقیه هم حرفش رو قبول کنن. برای همین، ایوری

یه آزمایش دیگه هم طراحی کرد.

آزمایش سوم ایوری

توی فصل اول زیست‌شناسی دهم خوندم که چهار نوع مولکول زیستی در یاخته‌ها وجود داره: ۱. کربوهیدرات‌ها، ۲. لیپیدها، ۳. پروتئین‌ها

و ۴. نوکلئیک اسیدها.

۴۶ تغییر در عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده: تقسیم عصاره باکتری به چهار قسمت ← اضافه کردن آنزیم تخریب‌کننده یک نوع از

مولکول‌های زیستی به هر قسمت

۴۷ در این آزمایش، ما چهار نوع عصاره مختلف داریم. هر نوع عصاره، فاقد یک گروه از مولکول‌های زیستی هست. مثلاً در یکی از عصاره‌ها که

از آنزیم لیپاز استفاده شده، ما لیپید نداریم ولی پروتئین، کربوهیدرات و نوکلئیک اسید وجود دارد.

نوع عصاره	عصاره اول	عصاره دوم	عصاره سوم	عصاره چهارم
آنزیم تخریب‌کننده	تخریب‌کننده کربوهیدرات (مثل آمیلاز، سلولاز و ...)	تخریب‌کننده لیپید (لیپاز)	تخریب‌کننده پروتئین (پروتئاز)	تخریب‌کننده نوکلئیک اسید (نوکلئاز)
مولکول حذف شده	کربوهیدرات	لیپید	پروتئین	نوکلئیک اسید
مولکول‌های باقی مانده	لیپید + پروتئین + نوکلئیک اسید	کربوهیدرات + پروتئین + نوکلئیک اسید	کربوهیدرات + لیپید + نوکلئیک اسید	کربوهیدرات + لیپید + پروتئین



۴۸ **اضافه شدن عصاره تغییر یافته به محیط کشت باکتری‌های بدون پوشینه:** هر نوع از عصاره‌ها، به یک محیط کشت اضافه می‌شود ← در همه محیط‌های کشت انتقال صفت صورت می‌گیرد، به جز محیط کشتی که به آن عصاره فاقد دنا اضافه شده است.

شهریور ۱۴۰۲

۴۹ در این آزمایش، با اضافه شدن **آنزیم تخریب‌کننده دنا** به عصاره استخراج شده از باکتری، انتقال صفت صورت نمی‌گیرد. یعنی از بین چهار نوع عصاره‌ای که گفتیم، عصاره اول تا سوم که دارای دنا هستن، می‌تونن باعث انتقال صفت در محیط کشت بشن اما عصاره چهارم که فاقد نوکلئیک اسید هست، منجر به انتقال صفت در محیط کشت نمی‌شه.

۴۹ **نتیجه آزمایش سوم:** عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دنا است.

۵۰ پس بدین ترتیب، ایوری بالآخره تونست ثابت کنه که ماده وراثتی، همون دنا است.

۵۰ **نتیجه نهایی آزمایش‌های ایوری: اطلاعات وراثتی در دنا قرار دارد** و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند.

### نکات آزمایش‌های ایوری

۵۱ در آزمایش اول، در همه محیط‌های کشت انتقال صفت صورت گرفت.

۵۲ در آزمایش دوم، فقط در یکی از محیط‌های کشت، انتقال صفت صورت گرفت.

۵۳ در آزمایش سوم، فقط در یکی از محیط‌های کشت، انتقال صفت صورت نگرفت.

۵۴ در هیچ‌کدام از آزمایش‌ها، عصاره کامل باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده به محیط کشت اضافه نشد.

۵۵ در آزمایش اول و سوم، از آنزیم تخریب‌کننده استفاده شد.

### مراحل آزمایش‌های ایوری

مرحله آزمایش	تغییر در عصاره باکتری	محلول نهایی اضافه شده به محیط کشت	انتقال صفت در محیط کشت	نتیجه آزمایش	پذیرش توسط سایر دانشمندان
مرحله ۱	تخریب همه پروتئین‌ها؛ با استفاده از آنزیم تخریب‌کننده پروتئین	عصاره فاقد پروتئین باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده	همه محیط‌های کشت	پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند.	× بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند.
مرحله ۲	جداسازی مواد عصاره باکتری به صورت لایه لایه؛ با استفاده از گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا	هر لایه، فقط یک نوع از مولکول‌های زیستی عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده را داشت.	فقط یکی از محیط‌های کشت که لایه حاوی دنا به آن اضافه شده بود.	عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات (ماده وراثتی)، مولکول دنا است.	این باور بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند.
مرحله ۳	تقسیم عصاره به چهار قسمت و تخریب یک نوع مولکول زیستی در هر قسمت؛ با استفاده از آنزیم‌های تخریب‌کننده مواد آلی	در هر قسمت، فقط یک نوع از مولکول‌های زیستی عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده وجود نداشت.	همه محیط‌های کشت به جز یکی که عصاره فاقد نوکلئیک اسید به آن اضافه شده بود.	عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات (ماده وراثتی)، مولکول دنا است.	✓

### مقایسه آزمایش‌های گرینیت و ایوری

۵۶ در همه آزمایش‌های ایوری، باکتری‌های زنده بدون پوشینه وجود داشتند. اما فقط در آزمایش دوم و چهارم گرینیت، باکتری‌های زنده بدون پوشینه استفاده شدند.

۵۷ در همه آزمایش‌های ایوری، از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده استفاده شد. اما فقط در آزمایش سوم و چهارم گرینیت، از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده استفاده شد.

۵۸ در همه آزمایش‌های ایوری، انتقال صفت انجام شد. اما فقط در آزمایش چهارم گرینیت، انتقال صفت رخ داد.

۵۹ تزریق باکتری‌ها به موش و استفاده از باکتری‌های پوشینه‌دار زنده، فقط در آزمایش‌های گرینیت انجام شد.

۶۰ استفاده از محیط‌های کشت، استفاده از سانتریفیوژ، تغییر در عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار و استفاده از آنزیم‌های تخریب‌کننده، فقط در آزمایش‌های ایوری مشاهده شد.



● درستی یا نادرستی هر یک از عبارات‌های زیر را بدون ذکر دلیل مشخص کنید.

۱. همهٔ یاخته‌های زنده دارای ویژگی‌هایی مانند شکل و اندازه هستند که این ویژگی‌ها، تحت فرمان هسته هستند.
۲. فرایند تقسیم میتوز در یک یاختهٔ پوششی کبد، باعث انتقال دستورالعمل‌های هستهٔ این یاخته به یاخته‌ای دیگر می‌شود.
۳. همهٔ مولکول‌های زیستی که در ساختار یک فام‌تن [کروموزوم] شرکت می‌کنند، پیوند اشتراکی و پیوند هیدروژنی دارند.
۴. فقط یک نوع از مولکول‌هایی که در ساختار فام‌تن [کروموزوم] وجود دارند، وظیفهٔ ذخیرهٔ اطلاعات وراثتی را برعهده دارند.
۵. اطلاعات اولیه در مورد مادهٔ وراثتی توسط دانشمندی به‌دست آمد که سعی داشت واکسنی برای آنفلوانزا تولید کند.
۶. باکتری‌های متعلق به گونهٔ استرپتوکوکوس نومونیا از دو نوع مختلف هستند که از نظر ویژگی ظاهری و توانایی بیماری‌زایی متفاوت می‌باشند.
۷. گراییت پس از آزمایش دوم خود فهمید که باکتری‌های بدون پوشینه توانایی بیماری‌زایی را ندارند و در آزمایش بعدی، متوجه شد که پوشینه به‌تنهایی عامل بیماری‌زایی و مرگ موش‌ها نیست.
۸. در پایان یکی از آزمایش‌های گراییت که از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما استفاده شد، مشخص شد که پوشینه به‌تنهایی عامل مرگ، موش‌ها نیست.
۹. گراییت پس از انجام آزمایشی که در آن مخلوطی از باکتری‌های کشته‌شده و زنده مورد استفاده قرار گرفتند، متوجه شد که مولکول‌های دنا (DNA) می‌توانند به باکتری‌های زنده منتقل شوند.
۱۰. در آخرین آزمایش گراییت، گروهی از باکتری‌های زندهٔ بدون پوشینه توانسته بودند دنا (DNA)ی باکتری‌های کشته‌شده را دریافت کنند.
۱۱. فقط در اولین و آخرین آزمایش گراییت، موش‌ها به سینه‌پهلوی مبتلا شدند و مردند؛ اما انتقال صفت فقط در آزمایش چهارم رخ داد.
۱۲. گراییت در دو آزمایش اول خود، فقط از باکتری‌های زنده استفاده کرد و در هر دو آزمایش آخر خود، باکتری‌های پوشینه‌دار را گشت.
۱۳. گراییت در سومین آزمایش خود، توانست با استفاده از گرما، مادهٔ وراثتی و پوشینهٔ باکتری را از بین ببرد.
۱۴. در چهارمین آزمایش گراییت، باکتری‌های زنده توانستند پوشینهٔ باکتری‌های کشته‌شده با گرما را دریافت کنند.
۱۵. ایوری در تمامی آزمایش‌های خود، عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار را استخراج کرده و به محیط کشت باکتری‌های بدون پوشینه، اضافه می‌کرد.
۱۶. فقط در اولین آزمایش ایوری و همکارانش، عصارهٔ پروتئین‌دار باکتری‌های پوشینه‌دار به محیط کشت اضافه نشد.
۱۷. ایوری و همکارانش در دومین آزمایش خود، دنا باکتری‌های پوشینه‌دار را به‌تنهایی به محیط کشت باکتری‌های بدون پوشینه اضافه کردند.
۱۸. ایوری و همکارانش، پس از آزمایش دوم خود فهمیدند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات وراثتی، دنا (DNA) است و پس از آزمایش سوم، توانستند این موضوع را به همگان اثبات کنند.

● در هر یک از عبارات‌های زیر، جای خالی را با کلمهٔ مناسب پر کنید.

۱۹. از بین مولکول‌های مرتبط با ژن، ..... فاقد نوکلئوتید هستند.
۲۰. در یک یاختهٔ زنده، ..... و ..... اطلاعات وراثتی از طریق سازوکارهای مولکولی انجام می‌شود.
۲۱. دستورالعمل‌های هستهٔ یاخته‌های بدن انسان، در حین ..... از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر و در حین ..... از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند.
۲۲. در هستهٔ یاخته‌های جانوری، مادهٔ وراثتی در تشکیل ساختار ..... شرکت می‌کند.
۲۳. در ساختار یک فام‌تن [کروموزوم]، مولکول‌های ..... و ..... شرکت می‌کنند.
۲۴. گراییت سعی داشت واکسنی برای بیماری ..... تولید کند و تصور می‌کرد عامل این بیماری، نوعی باکتری به نام ..... است.
۲۵. نوع ..... استرپتوکوکوس نومونیا، بیماری‌زا است و می‌تواند سبب ایجاد بیماری ..... در موش شود.
۲۶. در آزمایش ..... گراییت، باکتری‌های زندهٔ پوشینه‌دار به موش‌ها تزریق شدند و علائم بیماری در موش‌ها بروز پیدا کرد.
۲۷. در هر دو آزمایش اول گراییت، باکتری‌های ..... به موش‌ها تزریق شدند.
۲۸. گراییت فقط در آزمایش ..... خود از باکتری‌های پوشینه‌دار استفاده نکرد.
۲۹. در آزمایش ..... گراییت، باکتری‌های کشته‌شده با گرما استفاده شدند؛ اما موش‌ها به سینه‌پهلوی مبتلا شدند.
۳۰. گراییت پس از انجام آخرین آزمایش خود متوجه شد که ..... می‌تواند به یاختهٔ دیگری منتقل شود.

۳۱. پس از انجام آزمایش چهارم، کیفیت در بررسی ..... و ..... موش‌های مرده، تعداد زیادی باکتری ..... زنده مشاهده کرد.
۳۲. کیفیت پس از آخرین آزمایش خود، نتوانست به ..... و ..... مادهٔ وراثتی پی ببرد.
۳۳. در آزمایش چهارم کیفیت، مخلوطی از باکتری ..... و ..... استفاده شد.
۳۴. ایوری و همکارانش، در آزمایش ..... خود برخلاف سایر آزمایش‌ها، از آنزیم‌های تخریب‌کننده استفاده نکردند.
۳۵. ایوری و همکارانش، در اولین آزمایش خود، ..... را به عصارهٔ استخراج‌شده از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده اضافه کردند.
۳۶. در دومین آزمایش ایوری و همکارانش، عصارهٔ باکتری‌ها در ..... قرار داده شد و مواد به صورت ..... جدا شدند.
۳۷. در آزمایش‌های ایوری و همکارانش، در صورت اضافه شدن ..... به عصارهٔ استخراج‌شده از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده، انتقال صفت در محیط کشت حاوی باکتری‌های زندهٔ بدون پوشینه، صورت نمی‌گیرد.
- از بین کلمات داخل پرانتز، گزینهٔ مناسب را انتخاب کنید.
۳۸. مولکول دنا [DNA] (همانند - برخلاف) رِنّا [RNA]، جزء مولکول‌های مرتبط با ژن (است - نیست) .
۳۹. در (پروکاریوت‌ها - یوکاریوت‌ها) ، دستورالعمل‌های مربوط به ویژگی‌های اصلی یاخته درون سیتوپلاسم نگهداری می‌شوند.
۴۰. در ساختار یک فام‌تن [کروموزوم]، مولکول (دنا - پروتئین) به‌عنوان مادهٔ ذخیره‌کنندهٔ اطلاعات وراثتی عمل می‌کند.
۴۱. در زمان کیفیت تصور می‌شد که عامل بیماری آنفلوانزا، نوعی (ویروس - باکتری) است.
۴۲. نوع (دارای - فاقد) پوشینهٔ باکتری استرپتوکوکوس نومونیا، سبب ایجاد بیماری (آنفلوانزا - سینه‌پهلو) می‌شود.
۴۳. در آزمایش (دوم - سوم) کیفیت، نوعی باکتری زنده به موش تزریق شد و موش‌ها سالم باقی ماندند.
۴۴. در آزمایش سوم کیفیت (همانند - برخلاف) آزمایش چهارم، از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما استفاده (شد - نشد) .
۴۵. در آخرین آزمایش کیفیت، (بعضی از - همهٔ) باکتری‌های زندهٔ بدون پوشینه، به‌نحوی تغییر کردند.
۴۶. ایوری و همکارانش، در (اولین - آخرین) آزمایش خود، تمامی پروتئین‌های عصارهٔ استخراج‌شده از باکتری‌ها را تخریب کردند.
۴۷. در آزمایش دوم ایوری و همکارانش، فقط در یکی از محیط‌های کشت انتقال صفت رخ (داد - نداد) .
۴۸. در آخرین آزمایش ایوری و همکارانش، فقط در یکی از محیط‌های کشت انتقال صفت رخ (داد - نداد) .
- در پرسش‌های چهارگزینه‌ای زیر، گزینهٔ مناسب را انتخاب کنید.
۴۹. در آزمایش ..... کیفیت، باکتری‌های پوشینه‌دار ..... شدند.
- (۱) سوم و چهارم - با گرما کشته  
(۲) اول و دوم - به موش‌ها تزریق  
(۳) اول و سوم - باعث بروز بیماری  
(۴) دوم و چهارم - در خون موش‌ها مشاهده
۵۰. کیفیت در آزمایش ..... خود، باکتری‌های ..... را به موش‌ها تزریق کرد و در انتهای آزمایش، موش‌ها .....  
(۱) دوم - زنده - به بیماری مبتلا شدند.  
(۲) اول - پوشینه‌دار - سالم باقی ماندند.  
(۳) سوم - بدون پوشینه - سالم باقی ماندند.  
(۴) چهارم - کشته‌شده - به بیماری مبتلا شدند.
۵۱. کیفیت پس از انجام آزمایش ..... خود، متوجه شد که .....  
(۱) اول - استرپتوکوکوس نومونیا، عامل بیماری آنفلوانزا است.  
(۲) سوم - پوشینهٔ باکتری‌ها، نقشی در بیماری‌زایی باکتری‌ها ندارد.  
(۳) دوم - باکتری‌های بدون پوشینه، نمی‌توانند در موش‌ها بیماری‌زایی کنند.  
(۴) چهارم - باکتری‌های زنده، می‌توانند دنا [DNA] را از محیط خارجی دریافت کنند.
۵۲. ایوری و همکارانش با ..... در یکی از آزمایش‌های خود، توانستند برای نخستین بار به این نتیجه برسند که ..... و این نتیجه، مورد قبول دانشمندان دیگر قرار .....  
(۱) اضافه کردن عصارهٔ فاقد پروتئین به محیط کشت - پروتئین‌ها مادهٔ وراثتی نیستند - گرفت.  
(۲) تخریب همهٔ پروتئین‌های موجود در عصارهٔ باکتری‌ها - دنا (DNA) مادهٔ وراثتی است - گرفت.  
(۳) استفاده از آنزیم‌های تخریب‌کنندهٔ مختلف - عامل مؤثر در انتقال صفات، دنا (DNA) است - نگرفت.  
(۴) کمک، گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا - انتقال صفات وراثتی توسط دنا (DNA) انجام می‌شود - نگرفت.

۵۳. در ..... آزمایش ایوری و همکارانش، انتقال صفات وراثتی در .....

- (۱) اولین - اغلب محیط‌های کشت انجام شد.  
 (۲) آخرین - همه محیط‌های کشت انجام شد.  
 (۳) دومین - فقط یکی از محیط‌های کشت انجام نشد.  
 (۴) سومین - فقط یکی از محیط‌های کشت انجام نشد.

● علت هر یک از موارد زیر را بنویسید.

۵۴. گریفیت از نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا برای انجام آزمایش‌های خود استفاده کرد.  
 ۵۵. در زمان گریفیت، تصور می‌شد که عامل بیماری آنفلوانزا، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا است.  
 ۵۶. در آزمایش دوم گریفیت، موش‌ها سالم باقی ماندند.  
 ۵۷. در آزمایش سوم گریفیت، موش‌ها سالم باقی ماندند.  
 ۵۸. پس از بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده در آخرین آزمایش گریفیت، تعداد زیادی باکتری‌های پوشینه‌دار زنده مشاهده شدند.  
 ۵۹. ایوری و همکارانش پس از آزمایش اول خود متوجه شدند که پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند.  
 ۶۰. ایوری و همکارانش پس از آزمایش دوم خود متوجه شدند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات وراثتی، دنا [DNA] است.  
 ۶۱. عده‌ای از دانشمندان نتایج به دست آمده توسط ایوری و همکارانش پس از انجام دومین آزمایش را قبول نکردند.

● درباره فام‌تن [کروموزوم]، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۶۲. در یاخته‌های یوکاریوتی، در کدام قسمت یاخته قرار دارد؟  
 ۶۳. در ساختار آن، کدام گروه از مولکول‌های زیستی وجود دارند؟  
 ۶۴. دو مورد از ویژگی‌های مشترک مولکول‌های سازنده فام‌تن را نام ببرید.  
 ۶۵. کدام یک از اجزای سازنده آن، به عنوان ماده ذخیره‌کننده اطلاعات وراثتی عمل می‌کند؟  
 ۶۶. این اطلاعات وراثتی در چه زمانی می‌توانند از نسلی به نسل دیگر منتقل شوند؟  
 ● به پرسش‌های زیر درباره «مولکول‌های مرتبط با ژن» پاسخ دهید.

۶۷. دو مورد از این مولکول‌ها را نام ببرد.  
 ۶۸. ذخیره و انتقال اطلاعات وراثتی در این مولکول‌ها از طریق چه نوع سازوکارهایی انجام می‌شود؟  
 ۶۹. دو مورد از ویژگی‌های یاخته را که ناشی از این اطلاعات وراثتی هستند، نام ببرید.  
 ۷۰. در یاخته‌های یوکاریوتی، این ویژگی‌ها تحت فرمان کدام قسمت از یاخته هستند؟  
 ۷۱. دستورالعمل‌های این قسمت از یاخته در چه زمانی می‌توانند از یاخته‌ای به یاخته دیگر منتقل شوند؟  
 ● درباره دانشمندی که اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی توسط او به دست آمد، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۷۲. این دانشمند، آزمایش‌های خود را با چه هدفی انجام داد؟  
 ۷۳. از کدام جاندار یوکاریوت در این آزمایش‌ها استفاده شد؟  
 ۷۴. باکتری مورد استفاده در این آزمایش‌ها، عامل کدام بیماری بود؟  
 ۷۵. کدام یک از انواع این باکتری، فاقد توانایی بیماری‌زایی بود؟  
 ۷۶. نتیجه نهایی آزمایش‌های این دانشمند چه بود؟  
 ● به پرسش‌های زیر درباره باکتری استرپتوکوکوس نومونیا پاسخ دهید.

۷۷. چند نوع از این باکتری وجود دارد؟  
 ۷۸. کدام نوع از این باکتری، بیماری‌زا است؟  
 ۷۹. نوع بیماری‌زا، سبب ایجاد کدام بیماری می‌شود؟  
 ۸۰. انواع مختلف استرپتوکوکوس نومونیا متعلق به یک گونه هستند یا گونه‌های مختلف؟  
 ۸۱. در کدام آزمایش گریفیت، از همه انواع این باکتری استفاده شد؟

- در جدول زیر درباره آزمایش‌های کیفیت، هر یک از موارد ستون «الف» با یکی از موارد ستون «ب» ارتباط منطقی دارد. آن‌ها را پیدا کنید. (یکی از موارد ستون «ب»، اضافی است.)

ستون «الف»	ستون «ب»
۸۲. باکتری‌های زنده نتوانستند باعث مرگ موش‌ها شوند.	۱) آزمایش اول
۸۳. پس از انتقال صفت، موش‌ها مُردند.	۲) آزمایش دوم
۸۴. باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده، به تنهایی به موش‌ها تزریق شدند.	۳) آزمایش سوم
	۴) آزمایش چهارم

- درباره آزمایش‌های کیفیت به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- ۸۵. در کدام آزمایش (ها)، باکتری‌های پوشینه‌دار زنده به موش تزریق شدند؟
- ۸۶. در کدام آزمایش (ها)، باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شدند؟
- ۸۷. در کدام آزمایش (ها)، باکتری‌های بدون پوشینه استفاده شدند؟
- ۸۸. در کدام آزمایش (ها)، موش‌ها به بیماری مبتلا شدند؟

- به پرسش‌های زیر درباره اولین آزمایش ایوری و همکارانش پاسخ دهید.

- ۸۹. نام علمی باکتری‌های مورد استفاده در این آزمایش را بنویسید.
- ۹۰. کدام نوع از باکتری‌ها برای استخراج عصاره، مورد استفاده قرار گرفتند؟
- ۹۱. چه تغییری در عصاره استخراج شده از باکتری‌ها انجام شد؟
- ۹۲. پس از اضافه شدن عصاره باکتری به محیط کشت، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟
- ۹۳. ایوری و همکارانش با مشاهده اتفاق رخ داده، به چه نتیجه‌ای رسیدند؟

- در ارتباط با آزمایش‌های ایوری و همکارانش، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- ۹۴. چگونه در آزمایش اول، تمامی پروتئین‌های موجود در عصاره استخراج شده از باکتری‌ها تخریب شدند؟
- ۹۵. در آزمایش دوم، ایوری و همکارانش چگونه توانستند مواد عصاره را به صورت لایه‌لایه جدا کنند؟
- ۹۶. در آزمایش سوم، چه تغییری در عصاره استخراج شده از باکتری‌های پوشینه‌دار رخ داد؟
- ۹۷. در آزمایش دوم، انتقال صفت در کدام یک از محیط‌های کشت انجام می‌شود؟

- در جدول زیر درباره آزمایش‌های ایوری و همکارانش، هر یک از موارد ستون «الف» با یکی از موارد ستون «ب» ارتباط منطقی دارد. آن‌ها را پیدا کنید.

ستون «الف»	ستون «ب»
۹۸. تمامی پروتئین‌های موجود در عصاره باکتری‌ها تخریب شدند.	۱) آزمایش اول
۹۹. لیپیدهای موجود در قسمتی از عصاره باکتری‌ها تخریب شدند.	۲) آزمایش دوم
۱۰۰. کربوهیدرات‌های عصاره باکتری‌ها از سایر مواد جدا شدند.	۳) آزمایش سوم

## ۴ ساختار نوکلئیک اسیدها

توی فصل (۱) زیست‌شناسی دهم خوندم که نوکلئیک اسیدها، یه گروه از مولکول‌های زیستی هستن و توی ساختار شون، کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و فسفر وجود داره. معروف‌ترین نوع نوکلئیک اسیدها هم دنا است که وظیفه ذخیره اطلاعات وراثتی رو داره. الان می‌خوایم انواع نوکلئیک اسیدها و ساختار اونا رو دقیق‌تر بررسی کنیم.

۶۱. به طور کلی، دو نوع نوکلئیک اسید وجود دارد: ۱. دئوکسی‌ریبونوکلئیک اسید (دنا؛ DNA) و ۲. ریبونوکلئیک اسید (رنا؛ RNA).

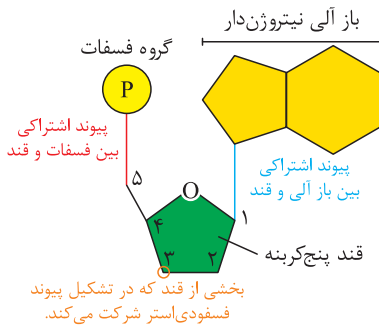
نوکلئیک اسیدها در ذخیره و انتقال اطلاعات وراثتی نقش دارند.

۶۲. همه نوکلئیک اسیدها، بسیار (پلیمر) هستند و از واحدهای تکرارشونده به نام نوکلئوتید تشکیل شده‌اند.

نوکلئوتیدها، واحد سازنده یا تک‌پار (مونومر) نوکلئیک اسیدها محسوب می‌شوند.



## ساختار نوکلئوتیدها



۶۳ نوکلئوتیدها، واحدهای **سه‌بخشی** هستند و از سه بخش تشکیل شده‌اند: ۱. یک قند پنج‌کربنی، ۲. یک باز آلی نیتروژن دار و ۳. یک تا سه گروه فسفات.

۶۴ برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن دار و گروه‌های فسفات، با **پیوند اشتراکی (کووالانسی)** به دو سمت قند متصل می‌شوند.

### قند پنج‌کربنی

شهریور ۱۴۰۱ - خرداد ۱۳۹۸

۶۵ این قند در **دنا، دئوکسی‌ریبوز و در رنا، ریبوز** است.

۶۶ دئوکسی‌ریبوز، **یک اکسیژن کم‌تر** از ریبوز دارد و بنابراین، **سبک‌تر** از ریبوز است. ← قند موجود در ساختار رنا سنگین‌تر است.

دی ۱۴۰۱ - خرداد ۱۳۹۹

در بین نوکلئوتیدهایی که تنها تفاوت آن‌ها در نوع قند آن‌ها است، نوکلئوتید دارای دئوکسی‌ریبوز وزن کمتری دارد. یعنی مثلاً آگه دو تا نوکلئوتید داشته باشیم که نوع باز آلی و تعداد گروه فسفات اونا یکسان باشه اما یکیشون دئوکسی‌ریبوز داشته باشه و اون یکی ریبوز، اونی که دئوکسی‌ریبوز داره، سبک‌تره.

خرداد ۱۴۰۰

### مقایسه دئوکسی‌ریبوز و ریبوز

- تعداد کربن: هر دو مولکول پنج‌کربنی هستند.
- نوع نوکلئیک‌اسید: دئوکسی‌ریبوز در دنا و ریبوز در رنا وجود دارد. دارد و سبک‌تر است.

### باز آلی نیتروژن دار

شهریور ۱۴۰۰

۶۷ بازهای آلی نیتروژن دار، **پورین (دو حلقه‌ای)** یا **پیریمیدین (تک حلقه‌ای)** هستند.

شهریور ۱۳۹۸

۱. **بازهای آلی پورین (دو حلقه‌ای):** آدنین (A) و گوانین (G)

۲. **بازهای آلی پیریمیدین (تک حلقه‌ای):** سیتوزین (C)، تیمین (T) و یوراسیل (U)

۶۸ آدنین، گوانین و سیتوزین، هم در ساختار دنا وجود دارند و هم در ساختار رنا.

۶۹ تیمین، **فقط در ساختار دنا** وجود دارد و در ساختار رنا دیده نمی‌شود.

نوکلئوتیدهای تیمین دار، فقط در دنا دیده می‌شوند و همگی دارای قند دئوکسی‌ریبوز هستند.

خرداد ۱۳۹۸

۷۰ یوراسیل، **فقط در ساختار رنا** وجود دارد و در دنا دیده نمی‌شود.

نوکلئوتیدهای یوراسیل دار، فقط در رنا دیده می‌شوند و همگی دارای قند ریبوز هستند.

تیمین، باز آلی اختصاصی دنا و یوراسیل، باز آلی اختصاصی رنا محسوب می‌شود.

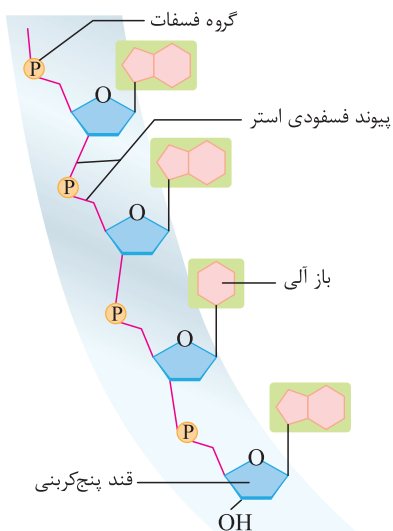
### گروه فسفات

۷۱ نوکلئوتیدها ابتدا درون یاخته به صورت سه فسفات و آزاد وجود دارند. مثلاً ATP نوعی نوکلئوتید سه فسفات است.

۷۲ زمانی که نوکلئوتیدها می‌خواهند در ساختار نوکلئیک‌اسید قرار بگیرند، دو گروه فسفات خود را از دست می‌دهند. بنابراین، همه نوکلئوتیدهای یک نوکلئیک‌اسید **تک فسفات** هستند.

با توجه به اینکه همه نوکلئوتیدهای یک نوکلئیک‌اسید (مثلاً یک مولکول دنا)، قند پنج‌کربنی مشابه و فقط یک گروه فسفات دارند، تنها تفاوت نوکلئوتیدهای یک نوکلئیک‌اسید در **نوع باز آلی آن‌ها** است. بنابراین، با توجه به اینکه چهار نوع باز آلی مختلف می‌توانند در ساختار نوکلئوتیدهای هر نوکلئیک‌اسید مشاهده شوند، نوکلئیک‌اسیدها از چهار نوع نوکلئوتید تشکیل شده‌اند.

## تشکیل رشته پلی‌نوکلئوتیدی و نوکلئیک اسید



۷۳ نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام فسفودی استر به هم متصل می‌شوند. شهریور ۱۳۹۹

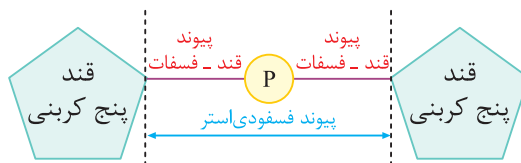
از طریق پیوند فسفودی استر ← تشکیل رشته پلی‌نوکلئوتیدی

### پیوند فسفودی استر

۷۴ پیوند فسفودی استر، پیوندی هست که بین قند دو نوکلئوتید مجاور وجود دارد و از دو پیوند قند - فسفات تشکیل شده است.

۷۵ در تشکیل پیوند فسفودی استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود. خرداد ۱۴۰۱

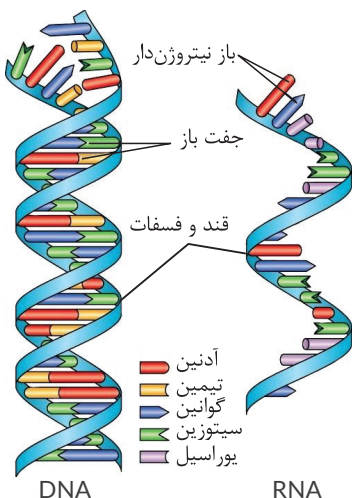
👁️ خب الان شاید یکم گیج شده باشین. برای اینکه بهتر بفهمین، اول به شکل بعدی دقت کنین:



محل پیوند گروه فسفات با مولکول‌های قند در این شکل، به صورت دقیق نشان داده نشده است.

👁️ گفتیم در ساختار هر نوکلئوتید، ما گروه فسفات متصل به قند پنج‌کربنی داریم. حالا وقتی دو تا نوکلئوتید کنار هم قرار می‌گیرن و می‌خوان به هم وصل شن، قند نوکلئوتید دوم میاد به فسفات نزدیک می‌شه و یه پیوند با فسفات تشکیل می‌ده. پس ما تا اینجا دو تا پیوند قند - فسفات داریم: ۱. بین قند نوکلئوتید اول و فسفات همون نوکلئوتید و ۲. بین قند نوکلئوتید دوم و فسفات مربوط به نوکلئوتید اول. به مجموع این دو تا پیوند قند - فسفات با همدیگه می‌گن پیوند فسفودی استر. پس به‌طور خلاصه، پیوند فسفودی استر بین قند دو تا نوکلئوتید هست اما برای اینکه تشکیل بشه، خود قندها مستقیماً پیوند تشکیل نمی‌دن و از گروه فسفات به‌عنوان واسطه استفاده می‌کنن. حالا برگردین دو تا نکته قبلی رو دوباره بخونین.

### تشکیل نوکلئیک اسید



👁️ بعد از اینکه رشته پلی‌نوکلئوتیدی تشکیل شد، نوبت به تشکیل نوکلئیک اسید هست. دو حالت ممکنه پیش بیاد:

۷۶ رشته پلی‌نوکلئوتیدی ممکن است به تنهایی نوکلئیک اسید را بسازد ← تشکیل رنا (RNA)

۷۷ دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ممکن است در مقابل هم قرار بگیرند ← تشکیل دنا (DNA)

👁️ مولکول‌های دنا، دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی دارند و مولکول‌های رنا، یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی.

## نوکلئیک اسیدهای حلقوی و خطی

یک رشته نخ رو در نظر بگیرین. اگه بخواین این نخ رو به شکل حلقوی (دایره) در بیاریم، چی کار می‌کنیم؟ میایم دو تا انتهای نخ رو به هم وصل می‌کنیم. اینجوری یه نخ که ظاهر خطی داشته اولش، تبدیل میشه به یه نخ با ظاهر حلقوی. واسه رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی هم چنین اتفاقی ممکنه بیفته و رشته پلی‌نوکلئوتیدی حلقوی تشکیل بشه.

### نوکلئیک اسید حلقوی

۷۸ دوانتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل می‌شوند و نوکلئیک اسید حلقوی را ایجاد می‌کنند. دی ۱۴۰۰ - دی ۱۳۹۸

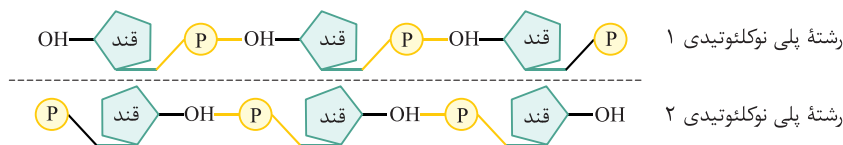
دِنای حلقوی در باکتری‌ها، دِنای حلقوی در راکیزه (میتوکندری) و دِنای حلقوی در دیسه (پلاست)

بر اساس کتاب درسی، همه نوکلئیک اسیدهای حلقوی، دِنا هستند و رِنای حلقوی نداریم.

اگه دو تا رشته پلی‌نوکلئوتیدی داشته باشید که تعداد نوکلئوتیدهای برابری داشته باشن اما یکیشون حلقوی باشه و اون یکی خطی، رشته پلی‌نوکلئوتیدی حلقوی دارای تعداد پیوند فسفودی‌استر بیشتری هست.

### نوکلئیک اسید خطی

۷۹ در نوکلئیک اسیدهای خطی، گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است. خرداد ۱۳۹۹



هر رشته دِنای خطی و رِنای خطی، همیشه دو سر متفاوت دارد. یه سرش فسفات هست و سر دیگش، هیدروکسیل.

توی مولکول دِنای خطی، دو تا رشته پلی‌نوکلئوتیدی خلاف جهت همدیگه قرار می‌گیرن. مثلاً داخل شکل می‌بینیم که رشته بالایی، سمت راستش فسفات آزاد هست اما توی رشته پایینی، هیدروکسیل آزاد توی سمت راست قرار داره. پس هر رشته یک مولکول دِنای خطی، دو سر متفاوت داره اما خود مولکول دِنا (مجموعه دو تا رشته کنار هم)، دو سر مشابه داره.

تعداد پیوند فسفودی‌استر در رشته پلی‌نوکلئوتیدی خطی، یکی کمتر از تعداد نوکلئوتیدها است. مثلاً داخل شکل، ما سه تا نوکلئوتید داریم اما دو تا پیوند فسفودی‌استر. در حالی که تعداد پیوند فسفودی‌استر در رشته پلی‌نوکلئوتیدی حلقوی، برابر با تعداد نوکلئوتیدهاست.



• درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را بدون ذکر دلیل مشخص کنید.

۱۰۱. همه نوکلئیک اسیدها، بسپار (پلیمر) هستند و از واحدهای سه‌بخشی تشکیل شده‌اند.
  ۱۰۲. همه نوکلئوتیدهایی که در یک یاخته ساخته می‌شوند، یک قند پنج‌کربنی، یک باز آلی نیتروژن دار و یک گروه فسفات دارند.
  ۱۰۳. نوعی قند پنج‌کربنی که در ساختار دِنا وجود دارد، نسبت به قند پنج‌کربنی در ساختار رِنا، یک اکسیژن کم‌تر دارد.
  ۱۰۴. همه انواع بازهای آلی پورین، در هر دو نوع نوکلئیک اسیدها وجود دارند.
  ۱۰۵. سیتوزین و یوراسیل، جزء بازهای آلی پیریمیدین محسوب می‌شوند و یوراسیل، فقط در نوکلئیک اسیدهای تک‌رشته‌ای وجود دارد.
  ۱۰۶. در تشکیل یک پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود.
  ۱۰۷. در همه نوکلئوتیدهای دارای باز آلی تیمین، گروه فسفات با پیوند اشتراکی به یک سمت قند دئوکسی‌ریبوز، متصل می‌شود.
  ۱۰۸. در بین دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی خطی و حلقوی با تعداد نوکلئوتید برابر، رشته پلی‌نوکلئوتیدی خطی، تعداد پیوند فسفودی‌استر کمتری دارد.
  ۱۰۹. همه مولکول‌های رِنایی که در یک باکتری وجود دارند، همیشه دو سر متفاوت دارند.
- در هر یک از عبارتهای زیر، جای خالی را با کلمه مناسب پر کنید.
۱۱۰. همه نوکلئیک اسیدها، ..... هستند و از واحدهای تکرارشونده به نام ..... تشکیل شده‌اند.
  ۱۱۱. در یک یاخته جانوری، ..... نوع نوکلئیک اسید وجود دارد و یکی از آن‌ها که دارای قند ریبوز است، ..... نام دارد.
  ۱۱۲. واحدهای سازنده نوکلئیک اسیدها، واحدهای ..... بخشی هستند که با پیوند ..... به یکدیگر متصل می‌شوند.
  ۱۱۳. بخشی از یک نوکلئوتید که می‌تواند به تعداد بیشتر از یک عدد در ساختار نوکلئوتید وجود داشته باشد، ..... نام دارد.
  ۱۱۴. بخش‌های مختلف سازنده یک نوکلئوتید، از طریق پیوند ..... اتصال پیدا کرده‌اند.

۱۱۵. نوعی باز آلی نیتروژن‌دار که هم در ساختار رِنا و هم در ساختار دِنا وجود دارد و تک حلقه‌ای است، ..... نام دارد.
۱۱۶. باز آلی اختصاصی مولکول دِنا، ..... نام دارد و جزء بازهای آلی ..... محسوب می‌شود.
۱۱۷. تفاوت انواع نوکلئوتیدهای موجود در ساختار یک دِنا مربوط به ..... آن‌هاست و بر این اساس، نوع نوکلئوتید متفاوت در ساختار دِنا وجود دارد.
۱۱۸. زمانی که چند نوکلئوتید با نوعی پیوند ..... به نام پیوند ..... به هم متصل می‌شوند، ..... تشکیل می‌شود.
۱۱۹. پیوند فسفودی‌استر، بین ..... یک نوکلئوتید با ..... نوکلئوتید مجاور وجود دارد.
۱۲۰. رشته پلی‌نوکلئوتیدی که دارای باز آلی یوراسیل است، ..... یک نوکلئیک‌اسید را می‌سازد که ..... نام دارد.
۱۲۱. دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی با ..... به هم متصل می‌شوند و نوکلئیک‌اسید حلقوی را ایجاد می‌کنند.
۱۲۲. در نوکلئیک‌اسیدهای خطی، ..... در یک انتها و ..... در انتهای دیگر آزاد است.
۱۲۳. نوکلئیک‌اسیدهای دارای یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی، ..... و نوکلئیک‌اسیدهای دارای دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی، ..... نام دارند.
- از بین کلمات داخل پرانتز، گزینه مناسب را انتخاب کنید.
۱۲۴. از بین دو نوع نوکلئیک‌اسید موجود در یاخته‌ها، (هر دوی - فقط یکی از) آن‌ها در ذخیره و انتقال اطلاعات وراثتی نقش دارند.
۱۲۵. قند پنج‌کربنی در دِنا (ریبوز - دئوکسی‌ریبوز) و در رِنا (ریبوز - دئوکسی‌ریبوز) است.
۱۲۶. نوعی نوکلئیک‌اسید که نوکلئوتید آدنین‌دار سبک‌تری دارد، (دِنا - رِنا) است.
۱۲۷. آدنین، نوعی باز آلی (تک حلقه‌ای - دو حلقه‌ای) است که در ساختار رِنا ناقل، در مقابل باز آلی (تیمین - یوراسیل) قرار می‌گیرد.
۱۲۸. نوکلئوتیدهای شرکت‌کننده در ساختار نوکلئیک‌اسیدها (همانند - برخلاف) منبع رایج انرژی یاخته، (یک - سه) گروه فسفات دارند.
۱۲۹. در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، (قند - فسفات) یک نوکلئوتید، به گروه هیدروکسیل از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود.
۱۳۰. در هر پیوند اشتراکی متصل‌کننده دو نوکلئوتید مجاور، (یک - دو) پیوند قند - فسفات وجود دارد.
۱۳۱. برای تشکیل نوعی نوکلئیک‌اسید که قند (ریبوز - دئوکسی‌ریبوز) و باز آلی تیمین دارد، (یک - دو) رشته پلی‌نوکلئوتیدی وجود دارد.
۱۳۲. دِنا موجود در باکتری‌ها، نوعی دِنا (خطی - حلقوی) است.
۱۳۳. زمانی که دو انتهای رشته پلی‌نوکلئوتیدی با نوعی پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل شوند، نوکلئیک‌اسید (خطی - حلقوی) تشکیل می‌شود.
۱۳۴. در نوکلئیک‌اسید (خطی - حلقوی)، تعداد پیوندهای فسفودی‌استر کمتر از تعداد نوکلئوتیدها است.
- در پرسش چهارگزینه‌ای زیر، گزینه مناسب را انتخاب کنید.
۱۳۵. هر نوکلئیک‌اسید ..... ، برخلاف هر نوکلئیک‌اسید .....
- (۱) باکتری - دارای ریبوز، دو رشته‌ای است. (۲) تک رشته‌ای - حلقوی، باز آلی یوراسیل دارد.
- (۳) دارای ریبوز - تیمین‌دار، ساختار خطی دارد. (۴) حلقوی - خطی، دارای قند دئوکسی‌ریبوز است.
- به پرسش زیر پاسخ دهید.
۱۳۶. چرا هر رشته دِنا خطی و رِنا خطی، همیشه دو سر متفاوت دارد؟
- به پرسش‌های زیر درباره «ساختار نوکلئوتیدها» پاسخ دهید.
۱۳۷. نوکلئوتیدها از چند بخش تشکیل شده‌اند؟ این بخش‌ها را نام ببرید.
۱۳۸. یک نوکلئوتید چگونه تشکیل می‌شود؟
۱۳۹. نوکلئوتیدها چگونه به یکدیگر متصل می‌شوند؟
۱۴۰. دو مورد از تفاوت‌های نوکلئوتیدهای موجود در دِنا و رِنا را نام ببرید.
- به پرسش‌های زیر در ارتباط با نوکلئیک‌اسیدها پاسخ دهید.
۱۴۱. واحدهای تکرارشونده سازنده نوکلئیک‌اسیدها چه نام دارند؟
۱۴۲. قند موجود در انواع نوکلئیک‌اسیدها چه شباهتی دارند؟
۱۴۳. باز آلی اختصاصی نوکلئیک‌اسیدهای تک رشته‌ای چه نام دارد؟
۱۴۴. پیوند اشتراکی متصل‌کننده واحدهای سازنده نوکلئیک‌اسیدها چگونه تشکیل می‌شود؟
۱۴۵. دو مورد از تفاوت‌های قند موجود در دِنا و رِنا را بنویسید.
۱۴۶. رشته یا رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی، چگونه می‌توانند مولکول رِنا و دِنا را بسازند؟

● به پرسش‌های زیر دربارهٔ نوکلئیک‌اسیدهای خطی و حلقوی پاسخ دهید.

۱۴۷. چگونه رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی حلقوی تشکیل می‌شود؟

۱۴۸. دو انتهای رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی خطی چگونه است؟

۱۴۹. مثالی از نوکلئیک‌اسید حلقوی را بنویسید.

۱۵۰. رِنا، پیک، رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی خطی دارد یا حلقوی؟

● به پرسش‌های زیر دربارهٔ «پیوندهای فسفودی‌استر» پاسخ دهید.

۱۵۱. دو مولکولی را که پیوند فسفودی‌استر بین آن‌ها وجود دارد، نام ببرید.

۱۵۲. سازوکار تشکیل پیوند فسفودی‌استر را توضیح دهید.

۱۵۳. پیوند فسفودی‌استر در چه مولکول‌هایی وجود دارد؟

۱۵۴. اگر همهٔ واحدهای سازندهٔ یک بسپار پیوند فسفودی‌استر تشکیل دهند، چه مولکولی تشکیل می‌شود؟

● با توجه به ساختار نوکلئوتیدها، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱۵۵. کدام گروه از قند در تشکیل پیوند فسفودی‌استر شرکت می‌کند؟

۱۵۶. هر نوکلئوتید، حداقل و حداکثر چند پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌دهد؟

۱۵۷. نوکلئوتید آدنین‌دار در دنا و رِنا چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

۱۵۸. چند نوع نوکلئوتید سیتوزین‌دار در یاخته یافت می‌شود؟

● با در نظر گرفتن انواع نوکلئوتیدهای سازندهٔ دنا و رِنا، در هر یک از عبارات زیر، از بین کلمات داخل پرانتز، کلمهٔ مناسب را انتخاب کنید.

۱۵۹. نوع نوکلئوتیدی که در مولکول دنا و رِنا، مقابل نوکلئوتید آدنین‌دار قرار می‌گیرد، (یکسان - متفاوت) است.

۱۶۰. نوع نوکلئوتیدی که در مولکول دنا و رِنا، مقابل نوکلئوتید گوانین‌دار قرار می‌گیرد، (یکسان - متفاوت) است.

۱۶۱. نوع باز آلی که در مولکول دنا و رِنا، مقابل نوکلئوتید سیتوزین‌دار قرار می‌گیرد، (یکسان - متفاوت) است.

۱۶۲. نوع باز آلی که در مولکول دنا و رِنا، مقابل نوکلئوتید آدنین‌دار قرار می‌گیرد، (یکسان - متفاوت) است.

## کشف ساختار دنا



🧐 تا اینجا فهمیدیم که دنا مادهٔ وراثتی هست و با ساختارش هم آشنا شدیم. اما چجوری ساختار دنا کشف شد؟

### چارگاف

🧐 گفتیم که نوکلئیک‌اسیدها از چهار نوع نوکلئوتید مختلف تشکیل شدن. مثلاً داخل دنا، ما چهار نوع نوکلئوتید آدنین‌دار، تیمین‌دار، گوانین‌دار و سیتوزین‌دار داریم.

۸۰ در ابتدا تصور می‌شد که **چهار نوع نوکلئوتید** موجود در دنا به **نسبت مساوی** در سراسر مولکول توزیع شده‌اند ← دانشمندان انتظار داشتند که مقدار چهار نوع باز آلی در **تمامی مولکول‌های دنا** از **هر جاندار**ی که به دست آمده باشد، با یکدیگر برابر باشد.

🧐 یعنی دانشمندان فکر می‌کردن که هر نوع از نوکلئوتیدها، ۲۵ درصد از فراوانی نوکلئوتیدهای یک دنا رو تشکیل می‌دن. از این نظر، هیچ تفاوتی بین انواع دناها نباید وجود داشته باشه. به دانشمندی به نام چارگاف اومد این موضوع رو بررسی کرد.

۸۱ مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار

شهریور ۱۴۰۱

$$G = C \text{ و } A = T$$

سیتوزین برابری می‌کند.

$$A + G = T + C$$

👉 بر اساس تساوی بالا، می‌شه به رابطهٔ روبه‌رو رسید:

با توجه به اینکه A و G پورین هستن و T و C، پیریمیدین محسوب می‌شن، می‌شه گفت:

پیریمیدین = پورین

۸۲ تحقیقات **بعدي** دانشمندان، دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.

🔥 چارگاف **فهمید** که چرا این برابری بین نوکلئوتیدها وجود داره. بعدتر از چارگاف، واتسون و کریک بودن که با ارائهٔ مدل مولکولی خودشون، دلیل این برابری رو نشون دادن.

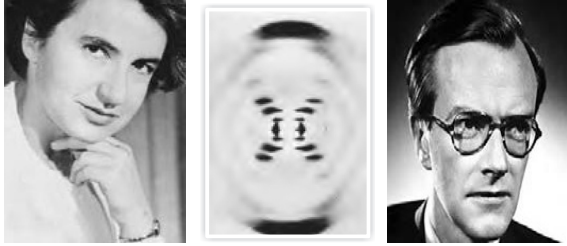


## ویلکینز و فرانکلین

۸۳ ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دنا تصاویری تهیه کردند.

۸۴ با بررسی این تصاویر، در مورد ساختار دنا، نتایجی به دست آمد:

دی ۱۳۹۹ - خرداد ۱۳۹۸



۱. حالت مارپیچی

۲. بیش از یک رشته

۳. ابعاد مولکول دنا

دی ۱۳۹۷

ویلکینز و فرانکلین نفهمیدن که دنا دو رشته‌ای هست و فقط فهمیدن تک رشته‌ای نیست و بیش از یک رشته دارد.

## واتسون و کریک

۸۵ واتسون و کریک، با استفاده از مجموعه‌ای از اطلاعات، توانستند مدل مولکولی نردبان مارپیج را بسازند:

۱. نتایج آزمایش‌های چارگاف

۲. داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس

۳. یافته‌های خود

۸۶ نتایج حاصل از تحقیقات واتسون و کریک، با پژوهش‌های امروزی مورد تأیید قرار گرفته‌اند ← ساختار

مولکولی دنا، بر اساس مدل مولکولی نردبان مارپیج قابل توجیه است.



## مدل مولکولی دنا

مدل مولکولی دنا، چند تا نکته کلیدی داره که اینجا می‌خوایم تک تک بررسی کنیم:

### مارپیج دو رشته‌ای

۸۷ هر مولکول دنا از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و

ساختار مارپیج دو رشته‌ای را ایجاد می‌کند.

دنا از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی تشکیل شده است و این دو رشته، ساختار مارپیچی دارند.



### نردبان مارپیج

۸۸ مارپیج دنا اغلب با یک نردبان پیچ خورده مقایسه می‌شود:

۱. ستون‌های نردبان: قند و فسفات

بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور، پیوند فسفودی‌استر وجود دارد.

همونطور که قبلاً گفتیم، پیوند فسفودی‌استر بین قند دو تا نوکلئوتید مجاور هست نه بین قند و فسفات.

۲. پله‌های نردبان: بازهای آلی نیتروژن دار

بین بازهای روبه‌روی هم، پیوند هیدروژنی وجود دارد.

پیوند فسفودی‌استر نوعی پیوند اشتراکی هست و نسبت به پیوند هیدروژنی، قوی‌تر است. بنابراین، استحکام پیوندها در ستون‌های

نردبان بیشتر از پله‌های نردبان است.

شهریور ۱۴۰۰ - شهریور ۱۳۹۹

### بازهای مکمل

۸۹ پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می‌دارد.

۹۰ پیوندهای هیدروژنی بین جفت بازها به صورت اختصاصی تشکیل می‌شوند:

۱. آدنین (A) با تیمین (T) روبه‌روی هم قرار می‌گیرند.

۲. گوانین (G) با سیتوزین (C) جفت می‌شوند.

۹۱ **بازهای مکمل:** بازهایی که به صورت اختصاصی با یکدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند و مقابل هم قرار می‌گیرند، **بازهای مکمل** هستند.

آدنین و تیمین، جفت باز مکمل یکدیگر هستند و گوانین و سیتوزین، جفت باز مکمل یکدیگر محسوب می‌شوند.

خرداد ۱۳۹۸

مکمل بودن بازهای آلی، نتایج آزمایش‌های چارگاف را تأیید می‌کند.

دی ۱۳۹۹

۹۲ بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود.

خرداد ۱۴۰۲

هر چقدر تعداد باز آلی سیتوزین و گوانین در یک مولکول دنا بیشتر باشد، تعداد پیوندهای هیدروژنی و پایداری آن بیشتر است.

### قطر یکسان

خب قرارگیری جفت‌بازها در مقابل همدیگر، به سری تأثیراتی هم داره. اول از همه:

۹۳ در هر جفت باز مکمل، یک باز تک‌حلقه‌ای در مقابل یک باز دو حلقه‌ای قرار می‌گیرد ← قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان است ← باعث

دی ۱۴۰۰ - خرداد ۱۴۰۰ - شهریور ۱۳۹۸ + ۱ تکرار دیگر

پایداری دنا می‌شود.

### مکمل بودن ترتیب نوکلئوتیدهای دو رشته

اما نتیجه دوم قرارگیری جفت بازهای مکمل در مقابل یکدیگر:

۹۴ اگرچه دو رشته یک مولکول دنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هرکدام می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر را مشخص کند. یعنی ما می‌دونیم در مقابل هر باز آلی، کدوم باز آلی قرار می‌گیره. بنابراین، آگه به ما توالی یک رشته دنا رو بدن، کافیه که باز مکمل رو در مقابل هر باز اون رشته قرار بدیم تا ترتیب رشته مقابل هم به دست بیاد.

اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشد، ترتیب نوکلئوتیدها در رشته مکمل آن باید TACG باشد.

بعداً توی فصل (۴) می‌فهمیم که همین رابطه مکملی، باعث می‌شه که آگه به تغییری در یکی از رشته‌های دنا ایجاد بشه، رشته مقابل اونم تغییر کنه.

خرداد ۱۳۹۹

### دو نتیجه جفت‌شدن بازهای مکمل در مدل واتسون و کریک

۱. قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان است.

۲. شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر رشته می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر را هم مشخص کند.

### پیوندهای هیدروژنی

وجود پیوندهای هیدروژنی باعث پایداری دنا می‌شه اما چجوری؟

۹۵ هر پیوند هیدروژنی به تنهایی، انرژی پیوند کمی دارد.

۹۶ وجود تعداد بسیار زیادی نوکلئوتید در دنا و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن‌ها، به مولکول دنا حالت پایداری می‌دهد.

با توجه به وجود تعداد بیشتر پیوند هیدروژنی بین بازهای آلی C و G نسبت به A و T، وجود تعداد بیشتری از بازهای سیتوزین و گوانین در مولکول دنا باعث افزایش پایداری مولکول دنا می‌شود.

۹۷ دو رشته دنا در موقع نیاز می‌توانند در بعضی (نه همه) نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد. ← این موضوع ناشی از وجود پیوندهای هیدروژنی است.

دی ۱۴۰۱

در فرایند همانندسازی و رونویسی، دو رشته دنا در بعضی نقاط از هم فاصله می‌گیرند.

## رنا، ژن و انواع نوکلئوتیدها

۷

### رنا و انواع آن

۹۸ رنا، نوعی نوکلئیک اسید **تک‌رشته‌ای** است.

۹۹ رنا از روی **بخشی از یکی** از رشته‌های دنا ساخته می‌شود.

۱۰۰ رناها نقش‌های متعددی دارند. گروهی از رناها در **پروتئین‌سازی** نقش دارند:

۱. **رنای پیک (mRNA):** اطلاعات را از دنا به رناتن‌ها می‌رساند. رناتن با استفاده از اطلاعات رنای پیک، پروتئین‌سازی می‌کند.

🔗 **اطلاعات لازم برای ساخت پلی‌پپتیدها** در مولکول دنا ذخیره شده است. رناهای پیک از روی دنا ساخته می‌شود و اطلاعات لازم برای ساخت پلی‌پپتید را به رناتن حمل می‌کنند.

۲. **رنای ناقل (tRNA):** آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین‌سازی به سمت رناتن‌ها می‌برد.

🔗 رناهای ناقل مختلف، **آمینواسیدها را در یاخته حمل می‌کنند.**

۳. **رنای رناتنی (rRNA):** در ساختار رناتن‌ها علاوه بر پروتئین، رنای رناتنی نیز شرکت دارد.

🔗 در ساختار رناتن (ریبوزوم)، **پروتئین و rRNA** وجود دارد. حواستون باشه که rRNA برخلاف دنا و پروتئین، پیوند هیدروژنی نداره.

🔗 فام‌تن (کروموزوم) و رناتن (ریبوزوم)، دو ساختاری در یاخته هستند که از **پروتئین و نوکلئیک اسید** تشکیل شده‌اند.

🔗 علاوه بر این نقش‌ها، رناها نقش‌های دیگری دارند:

نقش **آنزیمی:** بعضی از **انواع آنزیم‌ها**، از جنس رنا هستند.

🔗 دو گروه از مولکول‌های زیستی به‌عنوان آنزیم (کاتالیزور زیستی) می‌توانند فعالیت کنند: ۱. پروتئین‌ها (بیشتر آنزیم‌ها) و ۲. رنا (بعضی آنزیم‌ها)

خرداد ۱۴۰۲

🔗 **تنظیم بیان ژن:** در یوکاریوت‌ها، بعضی از رناها در **تنظیم بیان ژن** نقش دارند.

### ژن چیست؟

۱۰۲ اطلاعات وراثتی در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شده‌اند.

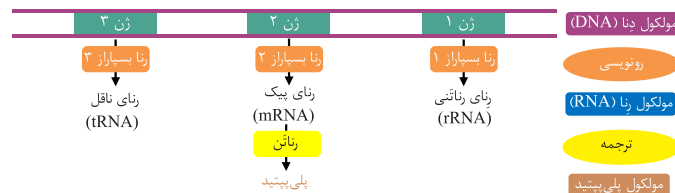
🔗 نوکلئوتیدها، **واحد ساختاری دنا** هستند و ژن‌ها، **واحد عملکردی دنا** محسوب می‌شوند.

دی ۱۳۹۹

۱۰۳ **تعریف ژن:** ژن بخشی از مولکول دنا است که بیان آن می‌تواند به تولید **رنا یا پلی‌پپتید** بینجامد.

🔗 مولکول‌های رنا می‌توانند **دستورالعمل‌های دنا** را اجرا کنند.

🔗 بیان ژن، به‌طور **مستقیم** به تولید رنا منجر می‌شود و در صورتی که رنای ساخته شده، رنای پیک باشد، با استفاده از آن امکان تولید پلی‌پپتید وجود دارد. بنابراین، پلی‌پپتید محصول **غیرمستقیم** ژن است.



### دخالت نوکلئوتیدها در واکنش‌های سوخت‌وسازی

۱۰۴ نوکلئوتیدها علاوه بر شرکت در ساختار نوکلئیک اسیدها (دنا و رنا)، نقش‌هایی اساسی دیگری نیز در یاخته برعهده دارند:

۱. **منبع انرژی:** ATP (آدنوزین تری فسفات)، نوعی **نوکلئوتید آدنین‌دار** است که به‌عنوان **منبع رایج انرژی در یاخته** است و یاخته در فعالیت‌های **انرژی‌خواه** از آن استفاده می‌کند.

🔗 مولکول ATP، نوعی نوکلئوتید دارای قند **ریبوز** است و در فرایند رونویسی (ساخت رنا) می‌تواند به‌عنوان **پیش‌ماده آنزیم رنا بسپاراز** برای تولید رشته رنا مورد استفاده قرار بگیرد.

## ۲. حامل الکترون: نوکلئوتیدها در ساختار مولکول‌هایی وارد می‌شوند که در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای نقش حامل الکترون را برعهده دارند.

NADH و  $FADH_2$ ، ترکیبات نوکلئوتیدی دارای آدنین هستند که در تنفس یاخته‌ای، الکترون‌ها را حمل می‌کنند. NADPH نیز نوعی ترکیب نوکلئوتیدی آدنین‌دار دیگر است که وظیفه حمل الکترون‌ها را در فرایند فتوسنتز برعهده دارد. بعداً می‌خونیم که این مولکول‌ها، دو نوکلئوتیدی هستن و از ترکیب دو تا نوکلئوتید تشکیل شدن.

دوازدهم  
فصل ۵ و ۶



### خلاصه نقش نوکلئوتیدها در واکنش‌های سوخت‌وسازی

شهریور ۱۴۰۱

۱. منبع انرژی: ATP

۲. حامل الکترون: NADH،  $FADH_2$  (در تنفس یاخته‌ای) و NADPH (در فتوسنتز)

### • درستی یا نادرستی هر یک از عبارات‌های زیر را بدون ذکر دلیل مشخص کنید.

۱۶۳. دو نوع نوکلئوتید دارای باز آلای پورین در ساختار یک دنا، از نظر فراوانی با یکدیگر یکسان هستند.
  ۱۶۴. بر اساس مشاهدات و تحقیقات چارگاف، مقدار گوانین و سیتوزین در همه نوکلئیک اسیدهای جانداران مختلف یکسان است.
  ۱۶۵. پیش از تحقیقات چارگاف، تصور می‌شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند.
  ۱۶۶. ویلکینز و فرانکلین با بررسی تصاویری که با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دنا تهیه کرده بودند، به این نتیجه رسیدند که مولکول دنا از رشته مارپیچی تشکیل شده است.
  ۱۶۷. ویلکینز و فرانکلین در تحقیقات خود توانستند قطر مولکول دنا را اندازه‌گیری کنند.
  ۱۶۸. پژوهش‌های امروزی، نتایج حاصل از تحقیقات واتسون و کریک را مورد تأیید دادند.
  ۱۶۹. در نردبان پیچ‌خورده دنا، ستون‌های نردبان نسبت به پله‌های نردبان، پیوندهای قوی‌تری دارند.
  ۱۷۰. مکمل بودن بازهای آلی نیتروژن‌دار در مدل مولکولی واتسون و کریک، نتایج آزمایش‌های چارگاف را تأیید می‌کند.
  ۱۷۱. پیوندهای هیدروژنی که به صورت اختصاصی بین جفت بازها تشکیل می‌شوند، دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می‌دارند.
  ۱۷۲. در بین دو مولکول دنا با تعداد نوکلئوتید برابر، مولکولی که تعداد سیتوزین بیشتری دارد، پیوند هیدروژنی و پایداری بیشتری نیز دارد.
  ۱۷۳. هر نوکلئوتید موجود در یک مولکول دنا حلقوی باکتری، با سه نوکلئوتید دیگر پیوند برقرار می‌کند.
  ۱۷۴. سیتوزین و تیمین، از نظر ابعاد تقریباً مشابه و از نظر تعداد پیوندهای هیدروژنی که با باز مکمل خود تشکیل می‌دهند، متفاوت هستند.
  ۱۷۵. وجود جفت‌بازهای مکمل در دنا، فقط به دلیل وجود پیوندهای هیدروژنی بین آن‌ها، منجر به افزایش پایداری مولکول دنا می‌شود.
  ۱۷۶. در فرایند همانندسازی، بعضی از پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته دنا از بین می‌روند اما پایداری دنا به هم نمی‌خورد.
  ۱۷۷. در یک یاخته جانوری، همه اجزای لازم برای ساخت یک رناتن [ریبوزوم]، درون هسته ساخته می‌شوند.
  ۱۷۸. بعضی از مولکول‌هایی در یک باکتری که باعث کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش و افزایش سرعت آن می‌شوند، بین واحدهای سازنده خود پیوند فسفودی‌استر دارند.
  ۱۷۹. همه نوکلئیک اسیدهای تک‌رشته‌ای، بر ساختار یا عملکرد رناتن [ریبوزوم] مؤثر هستند.
  ۱۸۰. نوعی مولکول زیستی که به طور مستقیم از بیان یک ژن تولید می‌شود، قطعاً دارای واحدهای سه‌بخشی است.
  ۱۸۱. همه حامل‌های الکترونی که در تنفس یاخته‌ای هواری نقش دارند، قند پنج‌کربنی و باز آلای نیتروژن‌دار دارند.
- در هر یک از عبارات‌های زیر، جای خالی را با کلمه مناسب پر کنید.
۱۸۲. تا قبل از تحقیقات چارگاف، دانشمندان انتظار داشتند که مقدار چهار نوع باز آلای در تمامی مولکول‌های دنا، ..... باشد.
  ۱۸۳. بر اساس مشاهدات و تحقیقات چارگاف، مجموع مقدار بازهای آلای آدنین و گوانین در یک مولکول دنا با مقدار بازهای آلای ..... برابر است.
  ۱۸۴. ویلکینز و فرانکلین، با استفاده از ..... از مولکول‌های ..... تصاویری تهیه کردند.

۱۸۵. ویلکینز و فرانکلین پس از بررسی تصاویری که تهیه کرده بودند، به این نتیجه رسیده بودند که مولکول مورد مطالعه آن‌ها، حالت ..... و ..... رشته دارد.
۱۸۶. واتسون و کریک توانستند با ارائه مدل مولکولی ..... برای دنا، جایزه نوبل را کسب کنند.
۱۸۷. دلیل برابری نوکلئوتید آدنین دار و تیمین دار بر اساس ..... در تحقیقات ..... مشخص شد.
۱۸۸. هر مولکول دنا از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور ..... پیچیده شده و ساختار ..... را ایجاد می‌کند.
۱۸۹. ماریچ دنا اغلب با یک نردبان پیچ‌خورده مقایسه می‌شود که ستون‌های آن توسط ..... و پله‌های آن توسط ..... تشکیل شده‌اند.
۱۹۰. در ستون‌های نردبان پیچ‌خورده دنا، بین قند یک نوکلئوتید و ..... نوکلئوتید مجاور، پیوند ..... وجود دارد.
۱۹۱. در مولکول دنا، آدنین با ..... و گوانین با .....، به صورت اختصاصی پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند.
۱۹۲. در ساختار مولکول دنا، بازهایی که به صورت ..... با یکدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند و مقابل هم قرار می‌گیرند، ..... نامیده می‌شوند.
۱۹۳. بین سیتوزین و گوانین نسبت به آدنین و تیمین، پیوند هیدروژنی ..... تشکیل می‌شود.
۱۹۴. نوعی باز آلی در ساختار مولکول دنا که مکمل باز آلی ..... است، باز آلی اختصاصی دنا محسوب می‌شود.
۱۹۵. در هر پله از مدل مولکولی دنا، یک باز آلی ..... در مقابل یک باز آلی ..... قرار می‌گیرد.
۱۹۶. یک نوکلئوتید سه‌بخشی موجود در ساختار دنا، باکتری، از طریق ..... عدد از بخش‌های سازنده خود می‌تواند با نوکلئوتیدهای دیگر پیوند برقرار کند.
۱۹۷. اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته مولکول دنا به صورت CCGTA باشد، ترتیب نوکلئوتیدها در رشته مکمل آن ..... است.
۱۹۸. به دلیل وجود پیوندهای ..... در ساختار مولکول دنا، دو رشته دنا در موقع نیاز می‌توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد.
۱۹۹. نوعی مولکول رنا که اطلاعات را از دنا به رناتن‌ها می‌رساند، ..... نام دارد.
۲۰۰. نوعی نوکلئیک اسید که در ساختار رناتن [ریبوزوم] شرکت می‌کند، ..... نام دارد و در این اندامک، همراه با مولکول ..... است.
۲۰۱. واحدهای سازنده بعضی از اجزای سازنده یک فام‌تن [کروموزوم] خطی، توسط نوعی رنا به نام ..... درون یاخته حمل می‌شوند.
۲۰۲. واحدهای نگهدارنده اطلاعات وراثتی در مولکول‌های دنا [DNA]، ..... نام دارند.
۲۰۳. بیان شدن ژن‌ها می‌تواند به تولید ..... یا ..... بینجامد.
۲۰۴. نوعی نوکلئوتید دارای باز آلی .....، به عنوان منبع انرژی رایج یاخته محسوب می‌شود.
۲۰۵. نوکلئوتیدها در ساختار مولکول‌هایی وارد می‌شوند که در فرایندهای ..... و ..... نقش حامل الکترون را برعهده دارند.
۲۰۶. نوکلئوتیدها علاوه بر شرکت در ساختار نوکلئیک‌اسیدها، به عنوان ..... یا ..... نیز در واکنش‌های سوخت‌وسازی نقش اساسی برعهده دارند.
- از بین کلمات داخل پرانتز، گزینه مناسب را انتخاب کنید.
۲۰۷. مقدار آدنین در مولکول دنا برابر با مقدار (تیمین - گوانین) است.
۲۰۸. چارگاف (توانست - نتوانست) دلیل برابری نوکلئوتیدهای پورین و پیریمیدین در یک مولکول دنا را مشخص کند.
۲۰۹. پیش از چارگاف تصور بر این بود که مقدار چهار نوع باز آلی در (بعضی از - همه) مولکول‌های دنا (بعضی از - همه) جانداران، با یکدیگر برابر است.
۲۱۰. حالت ماریچی دنا (همانند - برخلاف) دو رشته‌ای بودن آن، در تحقیقات ویلکینز و فرانکلین به اثبات رسید.
۲۱۱. در مولکول دنا، بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور، پیوند (هیدروژنی - فسفودی‌استر) و بین بازهای آلی روبه‌روی هم، پیوند (هیدروژنی - فسفودی‌استر) وجود دارد.
۲۱۲. نوعی باز آلی دو حلقه‌ای در دنا که بیشترین تعداد پیوند هیدروژنی را تشکیل می‌دهد، (آدنین - گوانین) نام دارد.



۲۱۳. در هر نوکلئوتید مادهٔ وراثتی باکتری، (دو - یک) بخش از نوکلئوتید در تشکیل پیوند فسفودی استر شرکت می‌کنند.

۲۱۴. قطر مولکول دنا در (بعضی قسمت‌های - سراسر) آن یکسان است.

۲۱۵. هر پیوند هیدروژنی به‌تنهایی، انرژی پیوند (کمی - زیادی) دارد.

۲۱۶. باز آلی (سیتوزین - تیمین)، نسبت به باز آلی تک‌حلقه‌ای دیگری که در ساختار دنا موجود است، نقش بیشتری در پایداری دنا دارد.

۲۱۷. دو رشتهٔ دنا در موقع نیاز می‌توانند در (بعضی - همهٔ) نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد.

۲۱۸. نوکلئیک‌اسیدهای تک‌رشته‌ای، از روی (بخشی از - کل) نوکلئوتیدهای (یکی از - هر) دو رشتهٔ دنا ساخته می‌شوند.

۲۱۹. نوعی مولکول مرتبط با ژن که دستورالعمل‌های دنا را اجرا می‌کند، (رنا - پروتئین) است.

۲۲۰. آدنوزین تری فسفات، نوعی نوکلئوتید است که یاخته در فعالیت‌های (انرژی‌زا - انرژی‌خواه) از آن استفاده می‌کند.

۲۲۱. مولکول ATP (همانند - برخلاف) یک نوکلئوتید سیتوزین دار دنا، دارای (یک - سه) گروه فسفات است.

#### ● اصطلاحات زیر را تعریف کنید.

۲۲۲. بازهای مکمل

۲۲۳. ژن

#### ● علت هر یک از موارد زیر را بنویسید.

۲۲۴. آدنین و تیمین، بازهای مکمل یکدیگر محسوب می‌شوند.

۲۲۵. مکمل بودن بازهای آلی، نتایج آزمایش‌های چارگاف را تأیید می‌کند.

۲۲۶. هرچقدر تعداد بازهای آلی سیتوزین و گوانین در یک مولکول دنا بیشتر باشد، پایداری آن مولکول بیشتر است.

۲۲۷. قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان است.

۲۲۸. اگرچه دو رشتهٔ یک مولکول دنا یکسان نیستند، ولی شناسایی نوکلئوتیدهای هر کدام می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشتهٔ دیگر را مشخص کند.

۲۲۹. وجود پیوندهای هیدروژنی در مولکول دنا، به آن حالت پایدارتری می‌دهد.

۲۳۰. دو رشتهٔ دنا در موقع نیاز می‌توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد.

#### ● به پرسش‌های زیر دربارهٔ نوکلئیک‌اسید پاسخ دهید.

۲۳۱. دو مورد از نتایج بررسی تصاویر تهیه‌شده از دنا توسط ویلکینز و فرانکلین را بنویسید.

۲۳۲. واتسون و کریک برای ارائهٔ مدل مولکولی دنا، از چه اطلاعاتی استفاده کردند؟

۲۳۳. نتیجهٔ مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران مختلف چه بود؟

۲۳۴. اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشتهٔ دنا به صورت TATTGGC باشد، ترتیب نوکلئوتیدها در رشتهٔ مکمل را بنویسید.

۲۳۵. دو نتیجهٔ جفت شدن بازهای مکمل در مدل مولکولی ارائه‌شده توسط واتسون و کریک را بنویسید.

۲۳۶. مولکول‌های رنا، به‌جز پروتئین‌سازی، در فرایندهای دیگری نیز نقش دارند. دو مورد از نقش‌های دیگر رناها را نام ببرید.

۲۳۷. دو ساختار مختلف در استرپتوکوکوس نومونیا را نام ببرید که از کنار هم قرار گرفتن پروتئین و نوکلئیک‌اسید تشکیل شده باشند.

۲۳۸. با در نظر گرفتن اینکه فتوسنتز نوعی واکنش انرژی‌خواه است، دو نقش نوکلئوتیدها در فرایند فتوسنتز را نام ببرید.

● هر یک از موارد ذکرشده در ستون «الف» جدول زیر، برای نخستین بار توسط کدام یک از دانشمندان ذکرشده در ستون «ب» به اثبات رسید؟ (یکی از موارد ستون «ب»، اضافی است.)

ستون «الف»	ستون «ب»
۲۳۹. در دنا، بازهای آلی مکمل در مقابل یکدیگر قرار می‌گیرند.	(۱) چارگاف
۲۴۰. رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی سازندهٔ دنا، حالت مارپیچی دارند.	(۲) ویلکینز و فرانکلین
	(۳) واتسون و کریک

#### ● دربارهٔ مدل مولکولی دنا به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۲۴۱. مارپیچ دنا اغلب با یک نردبان پیچ‌خورده مقایسه می‌شود. ستون‌های این نردبان توسط چه مولکول‌ها و پیوندهایی تشکیل شده‌اند؟

۲۴۲. دو رشتهٔ دنا چگونه در مقابل هم نگه داشته می‌شوند؟

۲۴۳. چرا گوانین باز مکمل سیتوزین محسوب می‌شود؟

۲۴۴. در صورت نیاز به جدا شدن دو رشتهٔ دنا از هم در بعضی نقاط، چه تغییری در پایداری دنا رخ می‌دهد؟

- با توجه به پژوهش‌هایی که منجر به کشف ساختار دنا شد، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
  - ۲۴۵. کدام دانشمند، نشان داد که مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است؟
  - ۲۴۶. ویلکینز و فرانکلین، چگونه توانستند ابعاد مولکول دنا را اندازه‌گیری کنند؟
  - ۲۴۷. نتیجه نهایی مطالعات و پژوهش‌های واتسون و کریک چه بود؟
  - در ارتباط با «مدل مولکولی نردبان مارپیچ» به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
  - ۲۴۸. ساختار مارپیچ دو رشته‌ای دنا چگونه تشکیل می‌شود؟
  - ۲۴۹. میزان انرژی پیوندی پیوندهایی که دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می‌دارند، چقدر است؟
  - ۲۵۰. چرا قرارگیری جفت‌بازهای مکمل بدین صورت که یک باز تک‌حلقه‌ای در مقابل یک باز دو حلقه‌ای قرار می‌گیرد، منجر به پایداری دنا می‌شود؟
  - ۲۵۱. چرا شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر رشته از یک مولکول دنا، می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر را نیز مشخص کند؟
  - توالی نوکلئوتیدی قسمتی از یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی دو مولکول دنا «۱» و «۲» (با تعداد نوکلئوتید برابر) به شکل زیر است:
- مولکول ۱: AATTGC
- مولکول ۲: CATCGA
- در ارتباط با این دو مولکول، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
- ۲۵۲. کدام مولکول، پایداری بیشتری دارد؟
  - ۲۵۳. توالی رشته مکمل مولکول «۱» را بنویسید.
  - ۲۵۴. قطر این دو مولکول را مقایسه کنید.
  - ۲۵۵. دو مورد از عوامل پایداریکننده این دو مولکول را نام ببرید.
  - ۲۵۶. چه پیوندهایی این رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی را در مقابل رشته مکمل نگه می‌دارند؟
  - به پرسش‌های زیر درباره مولکول‌های رنا پاسخ دهید.
  - ۲۵۷. پروتئین‌سازی با استفاده از اطلاعات کدام نوع از مولکول‌های رنا انجام می‌شود؟
  - ۲۵۸. آمینواسیدها به کدام یک از انواع مولکول‌های رنا متصل می‌شوند؟
  - ۲۵۹. به جز نقش داشتن در پروتئین‌سازی، یک مورد از نقش‌های دیگر رناها را نیز بنویسید.
  - ۲۶۰. رنا از روی چه قسمتی از دنا ساخته می‌شود؟

## شکل‌ها



### شکل ورودی - مولکول دنا / شکل ۸ - مدل مارپیچ دورشته‌ای دنا

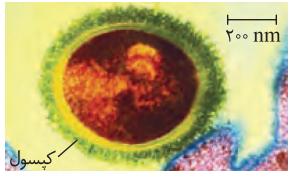


- این دو تا شکل نکته مهمی ندارند و در همین حد بدونین که دارن مولکول دنا رو نشون می‌دن و مدل مولکولی اونا هم مدل مارپیچ دورشته‌ای هست، کفایت می‌کنه. چند تا نکته‌ای هم که در ادامه می‌گیم، اهمیت زیادی ندارند و حتی احتمال اومدنشون توی کنکور هم کمه و توصیه می‌کنم اصلاً نخونیدشون!
- ۱۰۵. دو رشته دنا، حول محوری فرضی پیچیده‌اند و مارپیچ دو رشته‌ای را ایجاد کرده‌اند.
- ۱۰۶. در ساختار دنا، دو نوع شیار کوچک و بزرگ مشاهده می‌شود.
- ۱۰۷. در هر بار چرخش کامل مولکول دنا، ۱۰ جفت باز وجود دارد.



- با توجه به شکل مقابل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
- ۲۶۱. کدام مدل مولکولی در شکل نشان داده شده است؟
- ۲۶۲. این مولکول در ساختار فام‌تن همراه با چه مولکولی است؟
- ۲۶۳. این مولکول در باکتری به چه شکلی دیده می‌شود؟

### شکل ۱- باکتری پوشینه‌دار

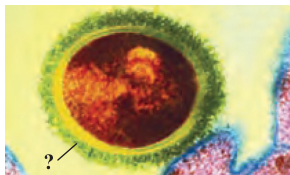


۱۰۸ پوشینه باکتری، خارجی‌ترین پوشش اطراف باکتری است.

۱۰۹ ابعاد باکتری استریپتوکوکوس نومونیا بیشتر از ۲۰۰ نانومتر است.

۱۱۰ باکتری از طریق پوشینه خود می‌تواند به سطح یاخته‌های پوششی بچسبد.

۱۱۱ علاوه بر پوشینه، نوعی پوشش دیگر (بخش زرد رنگ) نیز بین پوشینه و غشا وجود دارد.



● با توجه به شکل مقابل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۲۶۴. نام جاندار نشان داده شده در شکل چیست؟

۲۶۵. این جاندار عامل کدام بیماری است؟

۲۶۶. بخش مشخص شده در شکل با علامت سؤال (?) چه نام دارد؟

### شکل ۲- آزمایشات گریفیت و نتایج آن

۱۱۲ در آزمایش اول گریفیت، تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار زنده به موش باعث مرگ آن شد.

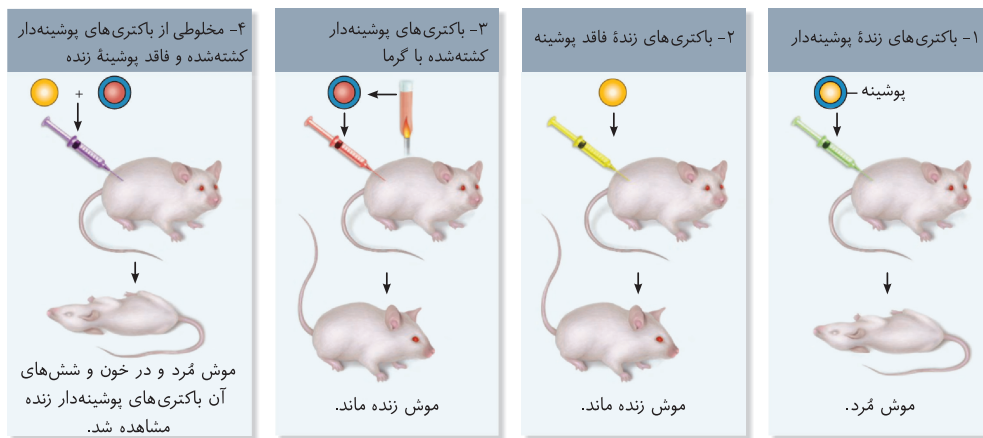
۱۱۳ در آزمایش دوم، باکتری‌های بدون پوشینه زنده نتوانستند باعث بیماری‌زایی در موش شوند.

۱۱۴ در آزمایش سوم و چهارم، باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما مورد استفاده قرار گرفتند.

۱۱۵ در آزمایش سوم، موش‌ها زنده ماندند.

۱۱۶ در آزمایش چهارم، مخلوطی از باکتری‌ها (پوشینه‌دار کشته‌شده و بدون پوشینه زنده) به موش تزریق شد.

۱۱۷ در آزمایش چهارم، انتقال صفت صورت گرفت و موش نیز مرد.



● به پرسش‌های زیر در ارتباط با شکل مقابل پاسخ دهید.

۲۶۷. شکل مربوط به کدام آزمایش گریفیت است؟

۲۶۸. نام علمی و نوع جاندار مشخص شده با علامت سؤال (?) را بنویسید.

۲۶۹. علت مرگ موش چیست؟

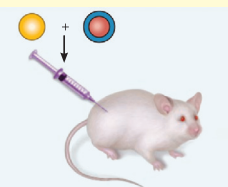
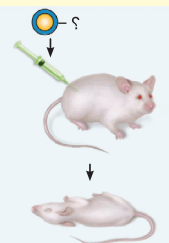
● با توجه به شکل مقابل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

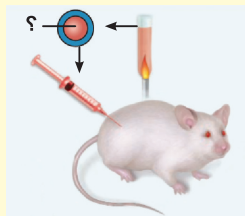
۲۷۰. در مخلوط تزریق‌شده به موش، چه باکتری‌هایی حضور داشتند؟

۲۷۱. این شکل مربوط به کدام آزمایش گریفیت بود؟

۲۷۲. سرنوشت موش در انتهای این آزمایش چه بود؟

۲۷۳. پس از مشاهده نتیجه این آزمایش، گریفیت چه چیزی را متوجه شد؟





● با توجه به شکل مقابل که مربوط به یکی از آزمایش‌های کیفیت است، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

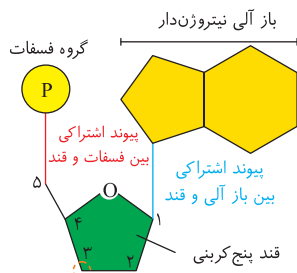
۲۷۴. شکل مربوط به کدام آزمایش کیفیت است؟

۲۷۵. موش در انتهای آزمایش به بیماری مبتلا شد یا سالم ماند؟

۲۷۶. در نمونه تزریق شده به موش که با علامت سؤال (?) مشخص شده است، چه چیزی وجود داشت؟

۲۷۷. کیفیت از این آزمایش چه نتیجه‌ای گرفت؟

### شکل ۳- اجزای یک نوکلئوتید



بخشی از قند که در تشکیل پیوند فسفودی‌استر شرکت می‌کند.

۱۱۸. باز آلی نیتروژن دار مستقیماً به کربن موجود در حلقه قندی متصل می‌شود.

۱۱۹. گروه فسفات به کربنی در خارج از حلقه قندی متصل می‌شود.

۱۲۰. باز آلی دو حلقه‌ای، یک حلقه پنج‌ضلعی و یک حلقه شش‌ضلعی دارد و از طریق حلقه پنج‌ضلعی خود به قند متصل می‌شود.

۱۲۱. کربن شماره ۳ قند (مشخص شده در شکل)، کربنی است که گروه هیدروکسیل آن یا به صورت آزاد در انتهای رشته پلی‌پپتیدی قرار گرفته است یا با گروه فسفات نوکلئوتید مجاور پیوند تشکیل می‌دهد.



● با توجه به شکل مقابل که بخشی از یک نوکلئوتید را نشان می‌دهد، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۲۷۸. نام مولکول نشان داده شده در شکل چیست؟

۲۷۹. کدام یک از بخش‌های «۱» یا «۲»، محل تشکیل پیوند با گروه فسفات است؟

۲۸۰. کدام یک از بخش‌های A یا B، محل تشکیل پیوند با نوکلئوتید مجاور است؟

۲۸۱. نام بازهای پیریمیدین را که می‌توانند به این مولکول متصل شوند، بنویسید.

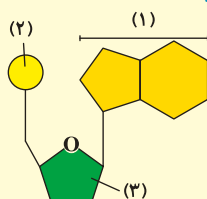
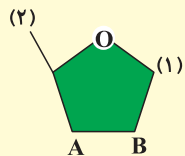
● شکل زیر نوکلئوتیدی در یک نوکلئیک‌اسید حلقوی باکتری را نشان می‌دهد. با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۲۸۲. نام بخش‌های «۱»، «۲» و «۳» را بنویسید.

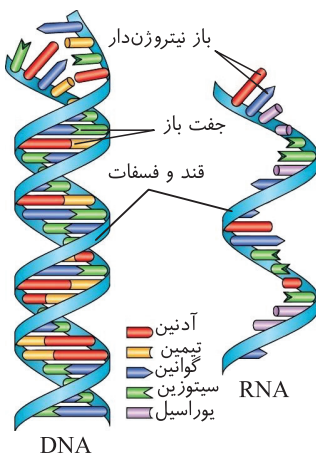
۲۸۳. کدام بخش در این مولکول، قطعاً با نوکلئوتیدهای نوکلئیک‌اسید خطی باکتری متفاوت است؟

۲۸۴. کدام بخش با قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌دهد؟

۲۸۵. بخش «۱» و «۲» با چه پیوندی به بخش «۳» متصل شده‌اند؟



### شکل ۴- دنای دو رشته‌ای و رنای تک‌رشته‌ای



۱۲۲. رشته پلی‌نوکلئوتیدی در رنای تک‌رشته‌ای همانند رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی دنا، ساختار مارپیچی دارد.

۱۲۳. در دنا، باز آلی تیمین و در رنا، باز آلی یوراسیل وجود دارد.

۱۲۴. دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی در مقابل یکدیگر قرار می‌گیرند.

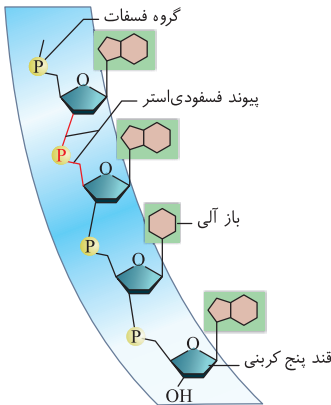
۱۲۵. یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی به تنهایی مولکول رنا را می‌سازد.



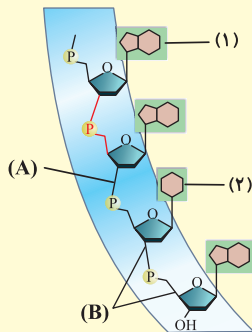
● در ارتباط با مولکول‌های نشان داده شده در شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- ۲۸۶. کدام مولکول دارای قند ریبوز است؟ (۱ یا ۲)
- ۲۸۷. کدام مولکول دارای باز آلی تیمین است؟ (۱ یا ۲)
- ۲۸۸. کدام مولکول در استرپتوکوکوس نومونیا، همیشه دو سر متفاوت دارد؟ (۱ یا ۲)
- ۲۸۹. واحدهای سازنده این مولکول‌ها چه نام دارد و با چه پیوندی به یکدیگر متصل شده‌اند؟
- ۲۹۰. نام این دو مولکول را بنویسید.

### شکل ۵ - بخشی از رشته نوکلئیک‌اسید



- ۱۲۶. در یک انتهای رشته پلی‌نوکلئوتیدی خطی، گروه فسفات آزاد و در انتهای دیگر، گروه هیدروکسیل آزاد وجود دارد.
- ۱۲۷. باز آلی تک حلقه‌ای، فقط یک حلقه شش ضلعی نیتروژن دار دارد.
- ۱۲۸. باز آلی دو حلقه‌ای، یک حلقه پنج ضلعی و یک حلقه شش ضلعی دارد و از طریق حلقه پنج ضلعی خود به قند متصل می‌شود.
- ۱۲۹. پیوند فسفودی‌استر، از دو پیوند قند-فسفات تشکیل شده است.



● با توجه به شکل مقابل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- ۲۹۱. کدام یک از بخش‌های A یا B، نشان دهنده پیوند فسفودی‌استر است؟
- ۲۹۲. کدام یک از بخش‌های ۱ یا ۲، جزء بازهای آلی پورین محسوب می‌شود؟
- ۲۹۳. کدام یک از بخش‌های ۱ یا ۲، می‌تواند باز آلی اختصاصی مولکول دنا باشد؟

### شکل ۶ - تصویر تهیه شده با پرتور ایکس از مولکول دنا توسط ویلکینز و فرانکلین

### شکل ۷ - واتسون و کریک و مدل پیشنهادی آنها برای دنا



👁️ توی این دو تا شکل، مجموعه‌ای از عکس دانشمندان محترم رو می‌بینیم که قاعدتاً توی امتحان نهایی سوآلی ارزش نماید. یه شکل دیگه هست که اونم خیلی مهم نیست و فقط باید بدونین مربوط به چی هست.

۱۳۰. ویلکینز و فرانکلین با بررسی این تصاویر، به نتایجی دست یافتند: ۱. دنا مارپیچی است، ۲. بیش از یک رشته دارد، ۳. توانستند ابعاد دنا را اندازه‌گیری کنند.



● با توجه به شکل مقابل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- ۲۹۴. این تصویر مربوط به پژوهش‌های کدام دانشمندان بود؟
- ۲۹۵. این تصویر چگونه تهیه شده است؟
- ۲۹۶. دو مورد از نتایج حاصل از بررسی این تصویر را بنویسید.



## بانک سؤالات نهایی

۹

### ● درستی یا نادرستی هریک از عبارت‌های زیر را بدون ذکر دلیل مشخص کنید.

- ۲۹۷ از نتایج آزمایش‌های گریفیت مشخص شد که باکتری بدون پوشینه با دریافت دنا از محیط خارجی، پوشینه‌دار شد. شهریور ۱۴۰۲
- ۲۹۸ از نتایج آزمایش‌های گریفیت مشخص شد که دنا (DNA) عامل مؤثر در انتقال صفات وراثتی است. دی ۱۴۰۱
- ۲۹۹ از نتایج آزمایش‌های گریفیت ماهیت ماده وراثتی و چگونگی انتقال آن به یاخته دیگری مشخص شد. خرداد ۱۴۰۱
- ۳۰۰ در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود. خرداد ۱۴۰۱
- ۳۰۱ دستورالعمل‌های هسته در حین تقسیم از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود. دی ۱۴۰۰
- ۳۰۲ در آزمایش‌های گریفیت، ماهیت ماده وراثتی و چگونگی انتقال آن مشخص شد. شهریور ۱۴۰۰
- ۳۰۳ گریفیت عامل بیماری آنفلوانزا را نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا می‌دانست. شهریور ۱۳۹۹
- ۳۰۴ در نوکلئیک اسیدهای خطی گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است. خرداد ۱۳۹۹
- ۳۰۵ از نتایج آزمایش‌های گریفیت مشخص شد که ماده وراثتی می‌تواند به یاخته دیگری منتقل شود. شهریور ۱۳۹۸
- ۳۰۶ مکمل بودن بازهای آلی نتایج آزمایش‌های چارگاف را تأیید می‌کند. خرداد ۱۳۹۸
- ۳۰۷ ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس ابعاد مولکول دنا را تشخیص دادند. دی ۱۳۹۷

### ● در هریک از عبارت‌های زیر جای خالی را با کلمات مناسب کامل کنید.

- ۳۰۸ دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی نیز می‌توانند با پیوند ..... به هم متصل شوند و نوکلئیک اسید حلقوی را ایجاد کنند. دی ۱۴۰۰
- ۳۰۹ ژن بخشی از مولکول دنا است که بیان آن می‌تواند به تولید ..... یا ..... بینجامد. دی ۱۳۹۹
- ۳۱۰ نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام ..... به هم متصل می‌شوند و رشته پلی‌نوکلئوتیدی را می‌سازند. شهریور ۱۳۹۹
- ۳۱۱ باز آلی نیتروژن دار می‌تواند ..... باشد که ساختار دو حلقه‌ای دارد: شامل آدنین (A) و گوانین (G) شهریور ۱۳۹۸

### ● از بین کلمات داخل پرانتز، گزینه مناسب را انتخاب کنید.

- ۳۱۲ مولکول‌های دنایی که بازهای سیتوزین بیشتری دارند، دارای پایداری (کمتری - بیشتری) هستند. خرداد ۱۴۰۲
- ۳۱۳ بازهای آلی نیتروژن دار را که ساختار دو حلقه‌ای دارند، (پورین - پیریمیدین) می‌نامند. شهریور ۱۴۰۰
- ۳۱۴ در دو رشته دنا، بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی (بیشتری - کمتری) تشکیل می‌شود. دی ۱۳۹۹
- ۳۱۵ در مدل پیشنه‌ای واتسون و کریک، پله‌های این نردبان را (قند و فسفات - بازهای آلی) تشکیل می‌دهند. شهریور ۱۳۹۹
- ۳۱۶ دئوکسی‌ریبوز یک اکسیژن (کمتر - بیشتر) از ریبوز دارد. خرداد ۱۳۹۹
- ۳۱۷ دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی می‌توانند با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شوند و نوکلئیک اسید (حلقوی - خطی) را ایجاد کنند. دی ۱۳۹۸

### ● درباره آزمایش‌های ایوری و همکارانش، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- ۳۱۸ عصاره استفاده شده در این آزمایش‌ها از کدام نوع باکتری استرپتوکوکوس نومونیا استخراج شد؟ شهریور ۱۴۰۲
- ۳۱۹ در آخرین آزمایش، با اضافه کردن آنزیم تخریب‌کننده کدام گروه از مواد آلی، انتقال صفت صورت نگرفت؟ دی ۱۴۰۱

### ● درباره نوکلئیک اسیدها، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- ۳۲۰ قند موجود در ساختار دنا (DNA) سنگین‌تر است یا قند موجود در رنا (RNA)؟ دی ۱۴۰۱
- ۳۲۱ برقراری چه پیوندی بین نوکلئوتیدهای دنا باعث می‌شود دو رشته دنا در موقع نیاز در بعضی نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آن‌ها به هم بخورد؟ شهریور ۱۴۰۱

### ● درباره نوکلئیک اسیدها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- ۳۲۲ ایوری و همکارانش، ابتدا، در عصاره استخراج شده از باکتری‌های کشته شده پوشینه‌دار چه گروهی از مواد آلی را تخریب کردند؟ شهریور ۱۴۰۱
- ۳۲۳ قند پنج‌کربنه در نوکلئوتیدهای دنا، چه نام دارد؟ شهریور ۱۴۰۱
- ۳۲۴ بر اساس مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران، مقدار آدنین در دنا با مقدار کدام باز آلی برابر است؟ شهریور ۱۴۰۱



## پاسخ‌های تشریحی



### فصل ۱ مولکول‌های اطلاعاتی

۳۰ مادهٔ وراثتی (در صورت ذکر نام مولکول دنا، نمره تعلق نمی‌گیرد).  
 ۳۱ خون (۰/۲۵) - شش‌ها (۰/۲۵) - پوشینه‌دار (۰/۲۵)  
 ۳۲ ماهیت (۰/۲۵) - چگونگی انتقال (۰/۲۵)  
 ۳۳ پوشینه‌دار - بدون پوشینه یا زنده - غیرزنده (کشته شده با گرما) (۰/۵)  
 ۳۴ دوم (۰/۲۵)  
 ۳۵ آنزیم تخریب‌کنندهٔ پروتئین یا پروتئین (۰/۲۵)  
 ۳۶ گریزان (سانتریفیوژ) با سرعت بالا (۰/۲۵) - لایه لایه (۰/۲۵)  
 ۳۷ آنزیم تخریب‌کنندهٔ دنا (۰/۲۵)  
 ۳۸ همانند (۰/۲۵) - است (۰/۲۵)  
 ۳۹ پروکاریوت‌ها (۰/۲۵)  
 ۴۰ دنا (۰/۲۵)  
 ۴۱ باکتری (۰/۲۵)  
 ۴۲ دارای (۰/۲۵) - سینه‌پهلوی (۰/۲۵)  
 ۴۳ دوم (۰/۲۵)  
 ۴۴ همانند (۰/۲۵) - شد (۰/۲۵)  
 ۴۵ بعضی از (۰/۲۵)  
 ۴۶ اولین (۰/۲۵)  
 ۴۷ داد (۰/۲۵)  
 ۴۸ نداد (۰/۲۵)  
 ۴۹ گزینهٔ ۱ (۰/۲۵) : ۱. در آزمایش سوم و چهارم گرفت، از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما استفاده شد. ۲ و ۴. در آزمایش دوم، باکتری‌های بدون پوشینه به موش‌ها تزریق شدند. ۳. در آزمایش سوم، موش‌ها سالم باقی ماندند.  
 گزینهٔ ۴ (۰/۲۵) : ۱. در آزمایش دوم، موش‌ها سالم باقی ماندند.  
 ۲. در آزمایش اول، موش‌ها مُردند. ۳. در آزمایش سوم، باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما به موش‌ها تزریق شدند. ۴. در آزمایش چهارم، مخلوطی از باکتری‌های کشته شده و زنده به موش‌ها تزریق شدند و موش‌ها مُردند.  
 ۵۰ گزینهٔ ۳ (۰/۲۵) : ۱. قبل از انجام آزمایش، گرفت تصور می‌کرد که باکتری استرپتوکوکوس نومونیا عامل بیماری آنفلوآنزا است. ۲. گرفت پس از آزمایش سوم، متوجه شد که پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست، نه اینکه هیچ نقشی در بیماری‌زایی نداشته باشد. ۳. گرفت پس از آزمایش دوم متوجه شد که باکتری‌های بدون پوشینه، بیماری‌زا نیستند. ۴. گرفت پس از آزمایش چهارم متوجه شد که باکتری‌های زندهٔ بدون پوشینه می‌توانند مادهٔ وراثتی را از محیط خارجی دریافت کنند اما نمی‌دانست که این مادهٔ وراثتی، همان دنا است.

۱ نادرست (۰/۲۵) (باکتری‌ها، هسته ندارند).  
 ۲ درست (۰/۲۵) (دستورالعمل‌های هسته در حین تقسیم باخته‌ای از باخته‌ای به باختهٔ دیگر منتقل می‌شوند).  
 ۳ درست (۰/۲۵) (پروتئین و دنا، پیوند هیدروژنی و اشتراکی دارند).  
 ۴ درست (۰/۲۵) (فقط دنا، اطلاعات وراثتی را ذخیره می‌کند).  
 ۵ درست (۰/۲۵) (اطلاعات اولیه دربارهٔ مادهٔ وراثتی، توسط کیفیت به دست آمد).  
 ۶ درست (۰/۲۵) (پوشینه و توانایی بیماری‌زایی، دو ویژگی متفاوت دو نوع مختلف استرپتوکوکوس نومونیا است).  
 ۷ درست (۰/۲۵)  
 ۸ درست (۰/۲۵) (منظور آزمایش سوم گرفت است).  
 ۹ نادرست (۰/۲۵) (گرفت فهمید که مادهٔ وراثتی می‌تواند به باخته‌ای دیگر منتقل شود اما نمی‌دانست که دنا مادهٔ وراثتی است).  
 ۱۰ درست (۰/۲۵)  
 ۱۱ درست (۰/۲۵)  
 ۱۲ درست (۰/۲۵)  
 ۱۳ نادرست (۰/۲۵) (در باکتری‌های کشته شده با گرما، پوشینهٔ باکتری و مادهٔ وراثتی آن یعنی دنا، سالم بودند).  
 ۱۴ نادرست (۰/۲۵) (باکتری‌های زنده، دنا باکتری‌های کشته شده را دریافت کرده و با استفاده از آن، پوشینه را ساختند نه اینکه خود پوشینه را دریافت کرده باشند).  
 ۱۵ درست (۰/۲۵)  
 ۱۶ درست (۰/۲۵)  
 ۱۷ درست (۰/۲۵)  
 ۱۸ درست (۰/۲۵)  
 ۱۹ پروتئین‌ها (۰/۲۵) (دنا و رنا، نوکلئوتید دارند).  
 ۲۰ ذخیره (۰/۲۵) - انتقال (۰/۲۵)  
 ۲۱ تقسیم باخته‌ای (۰/۲۵) - تولیدمثل (۰/۲۵)  
 ۲۲ فام تن [ کروموزوم ] (۰/۲۵)  
 ۲۳ دنا [DNA] (۰/۲۵) - پروتئین (۰/۲۵)  
 ۲۴ آنفلوآنزا (۰/۲۵) - استرپتوکوکوس نومونیا (۰/۲۵)  
 ۲۵ پوشینه‌دار (۰/۲۵) - سینه‌پهلوی (۰/۲۵)  
 ۲۶ اول (۰/۲۵)  
 ۲۷ زنده (۰/۲۵)  
 ۲۸ دوم (۰/۲۵)  
 ۲۹ چهارم (۰/۲۵)

۵۲	گزینه ۴ (۲۵/۵)؛ ۱. آزمایش اول ← مورد قبول عده‌ای قرار نگرفت.	۷۷	دو نوع (۲۵/۵)
	۲. آزمایش اول ← مشخص شد پروتئین‌ها مادهٔ وراثتی نیستند اما	۷۸	پوشینه‌دار (۲۵/۵)
	مشخص نشد که دنا مادهٔ وراثتی است. ۳. آزمایش سوم ← مورد قبول	۷۹	سینه‌پهلوی (۲۵/۵)
	بقیه هم قرار گرفت. ۴. آزمایش دوم ← مشخص شد دنا مادهٔ وراثتی	۸۰	یک گونه (۲۵/۵)
	است اما مورد قبول عده‌ای قرار نگرفت.	۸۱	آزمایش چهارم (۲۵/۵)
۵۳	گزینه ۴ (۲۵/۵)؛ ۱. در اولین آزمایش، انتقال صفت در همهٔ محیط‌های	۸۲	(۲) آزمایش دوم (۲۵/۵)
	کشت انجام شد. ۲ و ۴. در سومین (آخرین) آزمایش، انتقال صفت فقط	۸۳	(۴) آزمایش چهارم (۲۵/۵)
	در یکی از محیط‌های کشت انجام نشد. ۳- در دومین آزمایش، انتقال	۸۴	(۳) آزمایش سوم (۲۵/۵)
	صفت فقط در یکی از محیط‌های کشت انجام شد.	۸۵	آزمایش اول (۲۵/۵)
۵۴	گریفیت سعی داشت واکسنی برای آنفلوانزا تولید کند. (۲۵/۵) در زمان	۸۶	آزمایش سوم و چهارم (۵/۵)
	گریفیت، تصور می‌شد که عامل بیماری آنفلوانزا، نوعی باکتری به نام	۸۷	آزمایش دوم و چهارم (۵/۵)
	استرپتوکوکوس نومونیا است. (۲۵/۵)	۸۸	آزمایش اول و چهارم (۵/۵)
۵۵	علائم بیماری سینه‌پهلوی مشابه علائم بیماری آنفلوانزا است. (۲۵/۵)	۸۹	اسرپتوکوکوس نومونیا (۲۵/۵)
۵۶	باکتری‌های بدون پوشینه، بیماری‌زا نیستند. (۲۵/۵)	۹۰	باکتری‌های پوشینه‌دار (۲۵/۵)
۵۷	پوشینه به‌تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست. (۲۵/۵)	۹۱	تمامی پروتئین‌های آن تخریب شدند. (۲۵/۵)
۵۸	تعدادی از باکتری‌های زندهٔ بدون پوشینه، به‌نحوی تغییر کرده و	۹۲	انتقال صفت صورت می‌گیرد یا باکتری‌های بدون پوشینه، به باکتری‌های
	پوشینه‌دار شده‌اند. (۵/۵)	۹۳	پوشینه‌دار تبدیل شدند. یا باکتری‌های بدون پوشینه، دنا باکتری‌های
۵۹	ایوری و همکارانش همهٔ پروتئین‌های موجود در عصارهٔ باکتری‌های	۹۴	پوشینه‌دار کشته شده با گرما را دریافت کردند. (۲۵/۵)
	پوشینه‌دار کشته شده را تخریب کردند (۲۵/۵) و باقی‌ماندهٔ محلول را	۹۵	پروتئین‌ها مادهٔ وراثتی نیستند. (۲۵/۵)
	به محیط کشت باکتری‌های زندهٔ بدون پوشینه اضافه کردند (۲۵/۵) و	۹۶	با استفاده از آنزیم‌های تخریب‌کنندهٔ پروتئین‌ها (۲۵/۵)
	مشاهده کردند که انتقال صفت انجام می‌شود. (۲۵/۵)	۹۷	عصاره را در گریزان (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند. (۲۵/۵)
۶۰	ایوری و همکارانش پس از قرار دادن عصارهٔ باکتری در گریزان	۹۸	عصاره را به چهار قسمت تقسیم کردند. (۲۵/۵) به هر قسمت، آنزیم
	(سانتریفیوژ) با سرعت بالا (۲۵/۵) و جدا کردن مواد عصارهٔ باکتری	۹۹	تخریب‌کنندهٔ یک گروه از مواد آلی را اضافه کردند. (۲۵/۵)
	به‌صورت لایه‌لایه (۲۵/۵)، مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه‌ای	۱۰۰	فقط در محیط کشتی که لایهٔ حاوی دنا به آن اضافه شده است. (۲۵/۵)
	که در آن دنا وجود دارد، انجام می‌شود. (۲۵/۵)	۱۰۱	(۱) آزمایش اول (۲۵/۵)
۶۱	چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین‌ها	۱۰۲	(۳) آزمایش سوم (۲۵/۵)
	مادهٔ وراثتی هستند. (۲۵/۵)	۱۰۳	(۲) آزمایش دوم (۲۵/۵)
۶۲	هسته (۲۵/۵)	۱۰۴	درست (۲۵/۵) (نوکلئوتیدها، واحدهای سه‌بخشی هستند که
۶۳	پروتئین و دنا [DNA]	۱۰۵	نوکلئیک اسیدها را می‌سازند.)
۶۴	دنا و پروتئین موجود در یک فام‌تن از نظر داشتن ویژگی‌هایی مانند	۱۰۶	نادرست (۲۵/۵) (نوکلئوتیدها دارای یک، دو یا سه گروه فسفات هستند.)
	داشتن پیوند اشتراکی، داشتن پیوند هیدروژنی، داشتن شکل مارپیچ	۱۰۷	درست (۲۵/۵) (دئوکسی‌ریبوز که در دنا وجود دارد، یک اکسیژن کم‌تر
	در یکی از سطوح ساختاری خود، نقش در فعالیت‌های یاخته‌ای، ارتباط	۱۰۸	از ریبوز موجود در دنا دارد.)
	با ژن و ... مشابه هستند. (ذکر دو مورد) (۵/۵)	۱۰۹	درست (۲۵/۵) (آدنین و گوانین، بازهای پورین هستند و در دنا و رنا
۶۵	دنا (۲۵/۵)	۱۱۰	یافت می‌شوند.)
۶۶	در حین تولیدمثل (۲۵/۵)	۱۱۱	درست (۲۵/۵) (یوراسیل، نوعی باز آلی پیریمیدین است که فقط در
۶۷	دنا [DNA]، رنا [RNA] و پروتئین (ذکر دو مورد) (۵/۵)	۱۱۲	رنا وجود دارد.)
۶۸	سازوکارهای مولکولی (۲۵/۵)	۱۱۳	درست (۲۵/۵)
۶۹	شکل، اندازه، کار و ... (ذکر دو مورد) (۵/۵)	۱۱۴	درست (۲۵/۵)
۷۰	هسته (۲۵/۵)		درست (۲۵/۵) (تیمین، فقط در دنا وجود دارد و قند پنج‌کربنی در دنا،
۷۱	در حین تقسیم یاخته‌ای (۲۵/۵)		دئوکسی‌ریبوز است.)
۷۲	تولید واکسنی برای آنفلوانزا (۲۵/۵)		درست (۲۵/۵)
۷۳	موش (۲۵/۵)		درست (۲۵/۵)
۷۴	سینه‌پهلوی (۲۵/۵)		بسپار [پلی‌مر] (۲۵/۵) - نوکلئوتید (۲۵/۵)
۷۵	نوع بدون پوشینه (۲۵/۵)		دو (۲۵/۵) - رنا (۲۵/۵)
۷۶	مادهٔ وراثتی می‌تواند به یاخته‌ای دیگر منتقل شود. (۵/۵)		سه (۲۵/۵) - فسفودی‌استر (۲۵/۵)
	(در صورت ذکر نام مولکول دنا، (۲۵/۵) از نمره کسر می‌گردد.)		فسفات (۲۵/۵)
			اشتراکی [کووالانسی] (۲۵/۵)

۱۴۶	رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی یا به‌تنهایی نوکلئیک‌اسید را می‌سازند، مثل رنا (۰/۲۵). یا به‌صورت دوتایی مقابل هم قرار می‌گیرند و نوکلئیک‌اسیدهایی مثل دنا را می‌سازند. (۰/۲۵)	۱۱۵	سیتوزین (۰/۲۵)
۱۴۷	دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتید می‌توانند با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شوند و نوکلئیک‌اسید حلقوی را ایجاد کنند. (۰/۲۵)	۱۱۶	تیمین (۰/۲۵) - پیریمیدین [تک حلقه‌ای] (۰/۲۵)
۱۴۸	در نوکلئیک‌اسیدهای خطی، گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است. (۰/۵)	۱۱۷	نوع باز آلی (۰/۲۵) - چهار (۰/۲۵)
۱۴۹	دنا حلقوی در باکتری، دنا حلقوی در راکیزه [میتوکندری]، دنا حلقوی در دیسه [پلاست] (ذکر یک مورد) (۰/۲۵)	۱۱۸	اشتراکی [کووالانسی] (۰/۲۵) - فسفودی‌استر (۰/۲۵) - رشته پلی‌نوکلئوتیدی (۰/۲۵)
۱۵۰	قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور (۰/۵)	۱۱۹	قند (۰/۲۵) - قند (۰/۲۵)
۱۵۱	در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید (۰/۲۵) به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر (۰/۲۵) متصل می‌شود.	۱۲۰	به‌تنهایی (۰/۲۵) - رنا [RNA] (۰/۲۵)
۱۵۲	نوکلئیک‌اسیدها (۰/۲۵) (در صورت ذکر نام هر دو مولکول دنا و رنا نیز نمره تعلق می‌گیرد.)	۱۲۱	پیوند فسفودی‌استر (۰/۲۵)
۱۵۳	نوکلئیک‌اسید حلقوی (۰/۲۵)	۱۲۲	گروه فسفات (۰/۲۵) - گروه هیدروکسیل [OH] (۰/۲۵) (ترتیب جاهای خالی اهمیت ندارد و به‌صورت برعکس نیز می‌تواند نوشته شود.)
۱۵۴	گروه هیدروکسیل (OH) (۰/۲۵)	۱۲۳	رنا [RNA] (۰/۲۵) - دنا [DNA] (۰/۲۵)
۱۵۵	حداقل یک (۰/۲۵) و حداکثر دو (۰/۲۵) (در نوکلئیک‌اسید خطی، نوکلئوتیدهای واقع در انتهای رشته پلی‌نوکلئوتیدی، فقط یک پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌دهند.)	۱۲۴	هر دوی (۰/۲۵)
۱۵۶	نوکلئوتید آدنین‌دار در دنا، دارای قند دئوکسی‌ریبوز (۰/۲۵) و نوکلئوتید آدنین‌دار در رنا، دارای قند ریبوز است. (۰/۲۵)	۱۲۵	دئوکسی‌ریبوز (۰/۲۵) - ریبوز (۰/۲۵)
۱۵۷	۶ نوع (۰/۲۵) (با توجه به اینکه نوکلئوتید سیتوزین‌دار می‌تواند دارای دو نوع قند مختلف دئوکسی‌ریبوز یا ریبوز و همچنین یک تا سه گروه فسفات باشد، مجموعاً شش نوع نوکلئوتید سیتوزین‌دار در یاخته یافت می‌شود.)	۱۲۶	دنا (۰/۲۵)
۱۵۸	متفاوت (۰/۲۵) (در دنا، تیمین و در رنا، یوراسیل در مقابل نوکلئوتید آدنین‌دار قرار می‌گیرد. اینجا شاید بگین که اصلاً رنا تک‌رشته‌ای است و بازهای آلی در مقابل هم قرار نمی‌گیرند. اما بعداً توی فصل دو می‌خونیم که بعضی از رناها، مثل رناهای ناقل، بخش‌های دو رشته‌ای تشکیل می‌دن که توی این بخش‌ها، بازهای آلی مکمل در مقابل هم قرار می‌گیرند.)	۱۲۷	دو حلقه‌ای (۰/۲۵) - یوراسیل (۰/۲۵)
۱۵۹	متفاوت (۰/۲۵) (دقت داشته باشید که علاوه بر نوع باز آلی، قند پنج‌کربنی در نوکلئوتیدهای دنا و رنا نیز متفاوت هستند. بنابراین، اساساً هیچ نوع نوکلئوتید یکسانی در ساختار دنا و رنا وجود ندارد. مثلاً نوکلئوتید سیتوزین‌دار دنا و رنا با هم فرق دارند.)	۱۲۸	برخلاف (۰/۲۵) - یک (۰/۲۵)
۱۶۰	یکسان (۰/۲۵)	۱۲۹	فسفات (۰/۲۵)
۱۶۱	متفاوت (۰/۲۵)	۱۳۰	دو (۰/۲۵)
۱۶۲	نادرست (۰/۲۵) (فراوانی آدنین با تیمین و فراوانی گوانین با سیتوزین یکسان است.)	۱۳۱	دئوکسی‌ریبوز (۰/۲۵) - دو (۰/۲۵)
۱۶۳	نادرست (۰/۲۵) (مقدار گوانین و سیتوزین در دنا برابر است و درباره رنا چنین رابطه‌ای صادق نیست.)	۱۳۲	حلقوی (۰/۲۵)
۱۶۴	درست (۰/۲۵)	۱۳۳	حلقوی (۰/۲۵)
۱۶۵	نادرست (۰/۲۵) (ویلکینز و فرانکلین فهمیدند که دنا بیش از یک رشته دارد اما متوجه نشدند که دو رشته دارد.)	۱۳۴	خطی (۰/۲۵)
۱۶۶	درست (۰/۲۵)	۱۳۵	گزینۀ ۲ (۰/۲۵)؛ ۱- در باکتری، هم نوکلئیک‌اسید دو رشته‌ای و هم نوکلئیک‌اسید تک‌رشته‌ای وجود دارد. ۲- نوکلئیک‌اسید تک‌رشته‌ای، رنا است که باز آلی یوراسیل دارد. نوکلئیک‌اسید حلقوی، دنا است که باز آلی تیمین به جای یوراسیل دارد. ۳ و ۴- نوکلئیک‌اسید تیمین‌دار، دنا است که می‌تواند خطی یا حلقوی باشد. در دنا حلقوی و خطی، دئوکسی‌ریبوز وجود دارد.
۱۶۷	درست (۰/۲۵)	۱۳۶	در نوکلئیک‌اسیدهای خطی، گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است. (۰/۲۵)
		۱۳۷	سه بخش (۰/۲۵) - باز آلی نیتروژن‌دار، قند پنج‌کربنی و گروه فسفات (۰/۷۵)
		۱۳۸	برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه یا گروه‌های فسفات (۰/۲۵)، با پیوند اشتراکی (کووالانسی) (۰/۲۵) به دو سمت قند متصل می‌شوند. (۰/۲۵)
		۱۳۹	با پیوند فسفودی‌استر (۰/۲۵)
		۱۴۰	۱- نوکلئوتیدهای دنا دارای قند دئوکسی‌ریبوز هستند اما نوکلئوتیدهای رنا، قند ریبوز دارند. (۰/۵)
		۱۴۱	۲- نوکلئوتید تیمین‌دار در دنا و نوکلئوتید یوراسیل‌دار در رنا وجود دارد. (۰/۵)
		۱۴۲	نوکلئوتید (۰/۲۵)
		۱۴۳	پنج‌کربنی هستند (۰/۲۵)
		۱۴۴	یوراسیل (۰/۲۵)
		۱۴۵	در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود. (۰/۵)
			۱- قند پنج‌کربنه در دنا، دئوکسی‌ریبوز در رنا ریبوز است.
			۲- دئوکسی‌ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد. (۰/۵)



۲۰۱	رنای ناقل [tRNA] (رنای ناقل، آمینواسیدها را حمل می‌کند. آمینواسیدها در ساختار پروتئین‌های فام‌تنی وجود دارند.)	درست ۱۶۸
۲۰۲	ژن	درست ۱۶۹ (در ستون‌ها، پیوند فسفودی‌استر و در پله‌ها، پیوند هیدروژنی وجود دارد.)
۲۰۳	رنا [RNA] - پلی‌پپتید	درست ۱۷۰
۲۰۴	آدنین	درست ۱۷۱
۲۰۵	فتوستنتز - تنفس یاخته‌ای (ترتیب جاهای خالی اهمیت ندارد و به صورت برعکس نیز می‌تواند نوشته شود.)	درست ۱۷۲ (زیرا، بین C و G نسبت به A و T، پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود.)
۲۰۶	منبع انرژی - حامل الکترون (ترتیب جاهای خالی اهمیت ندارد و به صورت برعکس نیز می‌تواند نوشته شود.)	درست ۱۷۳ (هر نوکلئوتید در دنا حلقوی، با دو نوکلئوتید مجاور خود پیوند فسفودی‌استر و با نوکلئوتید مقابل خود، پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند.)
۲۰۷	تیمین	درست ۱۷۴
۲۰۸	نتوانست	نادرست ۱۷۵ (وجود جفت‌بازهای مکمل، باعث یکسان بودن قطر دنا در سراسر آن نیز می‌شود که به پایداری دنا کمک می‌کند.)
۲۰۹	همه - همه	درست ۱۷۶
۲۱۰	برخلاف	نادرست ۱۷۷ (پروتئین‌ها درون سیتوپلاسم ساخته می‌شوند.)
۲۱۱	فسفودی‌استر - هیدروژنی	درست ۱۷۸ (آنزیم‌ها، پروتئین یا رنا هستند و می‌توانند انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها را کاهش دهند. در رنا، پیوند فسفودی‌استر وجود دارد.)
۲۱۲	گوانین	نادرست ۱۷۹ (بعضی از رناها نقش آنزیمی یا تنظیم بیان ژن دارند.)
۲۱۳	دو	درست ۱۸۰ (محصول مستقیم بیان ژن، رنا است که دارای نوکلئوتید است. هر نوکلئوتید، از سه بخش تشکیل شده است.)
۲۱۴	سراسر	درست ۱۸۱ (حامل‌های الکترون دارای نوکلئوتید هستند و در ساختار نوکلئوتیدها، قند پنج‌کربنی، باز آلی نیتروژن دار و گروه فسفات وجود دارد.)
۲۱۵	کمی	برابر ۱۸۲
۲۱۶	سیتوزین	تیمین و سیتوزین یا پیریمیدین یا تک‌حلقه‌ای
۲۱۷	بعضی	پرتوهای ایکس - دنا
۲۱۸	بخشی از - یکی از	مارپیچی - بیش از یک (در صورت نوشتن «دو» به جای «بیش از یک»، نمره تعلق نمی‌گیرد.)
۲۱۹	رنا	نردبان مارپیچ
۲۲۰	انرژی خواه	رابطهٔ مکملی بین بازها - واتسون و کریک
۲۲۱	برخلاف - سه	محوری فرضی - مارپیچ دو رشته‌ای
۲۲۲	بازهایی که به صورت اختصاصی با یکدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند و مقابل هم قرار می‌گیرند، بازهای مکمل هستند. ژن بخشی از مولکول دنا است که بیان آن می‌تواند به تولید رنا یا پلی‌پپتید بینجامد.	قند و فسفات - بازهای آلی
۲۲۳	چون به صورت اختصاصی با یکدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند و مقابل هم قرار می‌گیرند.	قند - فسفودی‌استر
۲۲۴	پیوندهای هیدروژنی بین جفت‌بازها به صورت اختصاصی تشکیل می‌شوند و آدنین با تیمین روبه‌روی هم قرار می‌گیرند و گوانین با سیتوزین جفت می‌شوند.	تیمین - سیتوزین
۲۲۵	بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود.	اختصاصی - بازهای مکمل
۲۲۶	چون همیشه یک باز تک‌حلقه‌ای در مقابل یک باز دو حلقه‌ای قرار می‌گیرد.	بیشتری
۲۲۷	چون بازهای مکمل با یکدیگر جفت می‌شوند.	آدنین
۲۲۸	هر پیوند هیدروژنی به‌تنهایی، انرژی پیوند کمی دارد اما وجود تعداد بسیار زیادی نوکلئوتید در دنا و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن‌ها، به مولکول دنا حالت پایدارتری می‌دهد.	تک‌حلقه‌ای یا پیریمیدین - دو حلقه‌ای یا پورین (ترتیب جاهای خالی اهمیت ندارد و به صورت برعکس نیز می‌تواند نوشته شود.)
۲۲۹	به دلیل وجود پیوندهای هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا	دو
۲۳۰	(ذکر دو مورد):	GGCAT (فقط در صورت درست‌نوشتن کل توالی، نمره تعلق می‌گیرد.)
۲۳۱	۱- دنا حالت مارپیچی دارد. ۲- دنا بیش از یک رشته دارد. ۳- ابعاد مولکول دنا را اندازه‌گیری کردند.	هیدروژنی
		رنای پیک [mRNA]
		رنای رناتنی [rRNA] - پروتئین

پوشینه (کپسول) ۰/۲۵	۲۶۶
آزمایش اول ۰/۲۵	۲۶۷
استرپتوکوکوس نومونیا ۰/۲۵ - پوشینه دار ۰/۲۵	۲۶۸
به ذات‌الریه مبتلا شد. ۰/۲۵	۲۶۹
باکتری پوشینه‌دار کشته‌شده ۰/۲۵ - باکتری بدون پوشینه زنده ۰/۲۵	۲۷۰
آزمایش چهارم ۰/۲۵	۲۷۱
موش‌ها مُردند. ۰/۲۵	۲۷۲
مادهٔ وراثتی می‌تواند به یاختهٔ دیگری منتقل شود. ۰/۲۵	۲۷۳
آزمایش سوم ۰/۲۵	۲۷۴
سالم ماند. ۰/۲۵	۲۷۵
باکتری پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما ۰/۲۵	۲۷۶
پوشینه به‌تنهایی عامل مرگ موش نیست. ۰/۲۵	۲۷۷
ریبوز ۰/۲۵	۲۷۸
بخش «۲» ۰/۲۵	۲۷۹
بخش A ۰/۲۵	۲۸۰
سیتوزین ۰/۲۵ و یوراسیل ۰/۲۵	۲۸۱
۱- باز آلی نیتروژن دار ۰/۲۵ ، ۲- قند پنج‌کربنی یا قند دئوکسی‌ریبوز ۰/۲۵ (نوکلئیک‌اسید حلقوی باکتری، دنا است)، ۳- گروه فسفات ۰/۲۵	۲۸۲
بخش «۳» ۰/۲۵ (در دنا قند دئوکسی‌ریبوز و در رنا، قند ریبوز وجود دارد.)	۲۸۳
بخش «۳» ۰/۲۵ (پیوند فسفودی‌استر بین قند دو نوکلئوتید مجاور تشکیل می‌شود.)	۲۸۴
پیوند اشتراکی ۰/۲۵	۲۸۵
مولکول ۲ ۰/۲۵ (رنا)	۲۸۶
مولکول ۱ ۰/۲۵ (دنا)	۲۸۷
مولکول ۲ ۰/۲۵ (رنا)	۲۸۸
نوکلئوتید ۰/۲۵ - پیوند فسفودی‌استر ۰/۲۵	۲۸۹
مولکول ۱: دنا ۰/۲۵ - مولکول ۲: رنا ۰/۲۵	۲۹۰
A ۰/۲۵	۲۹۱
بخش ۱ ۰/۲۵ (باز آلی دو حلقه‌ای)	۲۹۲
بخش ۲ ۰/۲۵ (تیمین باز آلی اختصاصی دنا است که تک‌حلقه‌ای می‌باشد.)	۲۹۳
ویلیکینز و فرانکلین ۰/۲۵	۲۹۴
با استفاده از پرتوهای ایکس ۰/۲۵	۲۹۵
۱- دنا مارپیچی است، ۲- بیش از یک رشته دارد، ۳- توانستند ابعاد دنا را اندازه‌گیری کنند. (ذکر دو مورد) ۰/۲۵	۲۹۶
نادرست ۰/۲۵ (در زمان گرفتیت، هنوز ماهیت مادهٔ وراثتی مشخص نبود و معلوم نبود که دنا مادهٔ وراثتی است.)	۲۹۷
نادرست ۰/۲۵	۲۹۸
نادرست ۰/۲۵	۲۹۹
درست ۰/۲۵	۳۰۰
نادرست ۰/۲۵	۳۰۱
نادرست ۰/۲۵	۳۰۲
درست ۰/۲۵	۳۰۳
درست ۰/۲۵	۳۰۴
درست ۰/۲۵	۳۰۵
درست ۰/۲۵	۳۰۶

۱- نتایج آزمایش‌های چارگاف ۰/۲۵	۲۳۲
۲- داده‌های حاصل از تصاویر تهیه‌شده با پرتو ایکس ۰/۲۵	۲۳۳
۳- یافته‌های خود ۰/۲۵	۲۳۴
مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است ۰/۲۵ و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می‌کند. ۰/۲۵	۲۳۵
ATAACCG ۰/۲۵	۲۳۶
۱- قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان است. ۰/۲۵	۲۳۷
۲- شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر رشته می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشتهٔ دیگر را هم مشخص کند. ۰/۲۵	۲۳۸
نقش آنزیمی ۰/۲۵ و تنظیم بیان ژن ۰/۲۵	۲۳۹
فام‌تن [کروموزوم] ۰/۲۵ و رِنا تن [ریبوزوم] ۰/۲۵	۲۴۰
به‌عنوان منبع انرژی ۰/۲۵ و حامل الکترون ۰/۲۵	۲۴۱
۳) واتسون و کریک ۰/۲۵	۲۴۲
۲) ویلیکینز و فرانکلین ۰/۲۵	۲۴۳
قند و فسفات ۰/۲۵ - پیوند فسفودی‌استر ۰/۲۵	۲۴۴
توسط پیوندهای هیدروژنی ۰/۲۵	۲۴۵
به‌صورت اختصاصی با یکدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند ۰/۲۵ و در مقابل هم قرار می‌گیرند. ۰/۲۵	۲۴۶
پایداری دنا به هم نمی‌خورد. ۰/۲۵	۲۴۷
چارگاف ۰/۲۵	۲۴۸
با استفاده از پرتوهای ایکس ۰/۲۵، تصاویری از مولکول دنا تهیه‌کردند. ۰/۲۵ و با بررسی این تصاویر، توانستند ابعاد دنا را اندازه‌گیری کنند. ۰/۲۵	۲۴۹
ارائهٔ مدل مولکولی نردبان مارپیچ ۰/۲۵	۲۵۰
هر مولکول دنا از دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است ۰/۲۵ که به دور محوری فرضی پیچیده شده ۰/۲۵ و ساختار مارپیچ دو رشته‌ای را ایجاد می‌کند.	۲۵۱
کم ۰/۲۵	۲۵۲
باعث می‌شود قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد. ۰/۲۵	۲۵۳
به‌دلیل قرارگیری جفت‌بازهای مکمل در مقابل یکدیگر ۰/۲۵	۲۵۴
مولکول «۲» ۰/۲۵ (چون تعداد باز آلی سیتوزین و گوانین آن بیشتر است.)	۲۵۵
TTAACG ۰/۲۵	۲۵۶
قطر آن‌ها یکسان است ۰/۲۵ (قطر همهٔ مولکول‌های دنا در سراسر طول آن‌ها یکسان است.)	۲۵۷
۱- یکسان بودن قطر مولکول در سراسر طول آن ۰/۲۵، ۲- وجود تعداد زیادی پیوند هیدروژنی ۰/۲۵	۲۵۸
پیوندهای هیدروژنی ۰/۲۵	۲۵۹
رِنا ی پیک [mRNA] ۰/۲۵	۲۶۰
رِنا ی ناقل [tRNA] ۰/۲۵	۲۶۱
نقش آنزیمی و تنظیم بیان ژن (ذکر یک مورد) ۰/۲۵	۲۶۲
بخشی از یک رشتهٔ دنا ۰/۲۵	۲۶۳
نردبان مارپیچ ۰/۲۵	۲۶۴
پروتئین ۰/۲۵	۲۶۵
حلقوی ۰/۲۵	۲۶۶
استرپتوکوکوس نومونیا ۰/۲۵	۲۶۷
ذات‌الریه ۰/۲۵	۲۶۸

درست ۳۳۸	درست ۳۰۷
پلی‌نوکلئوتیدی مربوط به دِنای اولیه، هر کدام در یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم دیده می‌شوند. بنابراین، در نهایت فقط دو تا از باکتری‌ها دارای رشته پلی‌نوکلئوتیدی دِنای اولیه هستند.	فسفودی‌استر ۳۰۸
درست ۳۳۹	رنا ۳۰۹ - پلی‌پپتید ۳۱۰
درست ۳۴۰	فسفودی‌استر ۳۱۱
نادرست ۳۴۱ (در همه طرح‌های پیشنهادی برای همانندسازی، توالی نوکلئوتیدی همه مولکول‌های حاصل از همانندسازی یکسان است).	پورین ۳۱۲
درست ۳۴۲	بیشتری ۳۱۳
درست ۳۴۳	پورین ۳۱۴
نادرست ۳۴۴ (نیترोजن، علاوه بر شرکت در ساختار بازهای آلی نوکلئیک‌اسیدها، در ساختار آمینواسیدهای پروتئین‌ها نیز وجود دارد).	بیشتری ۳۱۵
درست ۳۴۵ (با توجه به اینکه همانندسازی نیمه‌حفاظتی است، در بار اول همانندسازی پس از ۲۰ دقیقه، دِناهای دارای نوکلئوتیدهای جدید و قدیمی تولید می‌شوند و پس از دو بار همانندسازی، دِناهایی نیز دیده می‌شوند که فقط نوکلئوتیدهای جدید دارند).	بازهای آلی ۳۱۶
درست ۳۴۶	کمتر ۳۱۷
نادرست ۳۴۷ (درون لوله، شبی از محلول سزیم کلرید با غلظت‌های متفاوت وجود داشت).	حلقوی ۳۱۸
نادرست ۳۴۸ (در نمونه اولیه که در زمان صفر تهیه شد، مشخص شد که همه دِناهای سنگین هستند و رد شدن همانندسازی حفاظتی، پس از بررسی نمونه دِناهای تهیه‌شده پس از زمان ۲۰ دقیقه انجام شد).	پوشینه‌دار ۳۱۹
درست ۳۴۹	آنزیم تخریب‌کننده دنا ۳۲۰
تقسیم ۳۵۰	قند موجود در ساختار رنا (RNA) ۳۲۱
همانندسازی ۳۵۱	پیوند هیدروژنی ۳۲۲
همانندسازی ۳۵۲	پروتئین‌ها ۳۲۳
رابطه مکملی بین بازها ۳۵۳	دئوکسی‌ریبوز ۳۲۴
دست‌نخورده ۳۵۴	تیمین ۳۲۵
نیمه‌حفاظتی ۳۵۵	نوکلئوتید آدنین‌دار ATP (آدنوزین‌تری‌فسفات) به عنوان منبع رایج انرژی در یاخته است یا نوکلئوتیدها در ساختار مولکول‌هایی وارد می‌شوند که در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای نقش حامل الکترون را بر عهده دارند.
حفاظتی ۳۵۶	به ذکر نام مولکول‌هایی مثل ADP و همچنین NADH و FADH <sub>۲</sub> و NADPH نمره تعلق می‌گیرد. ۳۲۶
هشت ۳۵۷ - دو ۳۵۸	زیرا در تمام طول DNA یک باز تک‌حلقه‌ای ۳۲۷ (در مقابل یک باز دو حلقه‌ای قرار می‌گیرد).
حفاظتی ۳۵۹	(دو مورد کافی است). ۳۲۸
علمی ۳۶۰	۱- هر دو پنج‌کربنه هستند.
بیشتری ۳۶۱	۲- قند پنج‌کربنه در دنا، دئوکسی‌ریبوز در رنا ریبوز است.
گریزانه با سرعت بسیار بالا ۳۶۲	۳- دئوکسی‌ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد.
بازهای آلی نیترोजن‌دار ۳۶۳	موش‌ها مردند. ۳۲۹
<sup>۱۵</sup> N یا سنگین نیترोजن ۳۶۴ - سنگین تری ۳۶۵	انتقال صفت صورت گرفت. ۳۳۰
چگالی ۳۶۵	دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد و همچنین ابعاد مولکول‌ها را نیز تشخیص دادند. (ذکر دو مورد) ۳۳۱
حفاظتی ۳۶۶ - نیمه‌حفاظتی ۳۶۷	موش‌ها مردند. ۳۳۲
یک ۳۶۷ - دو ۳۶۸	قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد یا شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر را هم مشخص کند. ۳۳۳
نیمه‌حفاظتی ۳۶۸	قند موجود در دنا؛ دئوکسی‌ریبوز ۳۳۴ و باز آلی نیترोजن‌دار اختصاصی رنا؛ یوراسیل ۳۳۵
حفاظتی ۳۶۹	دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد و البته با استفاده از این روش ابعاد مولکول‌ها را نیز تشخیص دادند. (ذکر دو مورد) ۳۳۶
همانند ۳۷۰	درست ۳۳۷
غیرحفاظتی ۳۷۱	نادرست ۳۳۸ (بر اساس مدل مولکولی واتسون و کریک، همانندسازی دنا تا حد زیادی قابل توضیح است نه به‌طور کامل).
نیمه‌حفاظتی ۳۷۲ - یکی از ۳۷۳	درست ۳۳۹