# مقدمه ناشر

رشتهٔ تجربی در کنار همهٔ سختی‌ها و دشواری‌هایش یک درس جذاب داره به نام «زیست‌شناسی». اصلاً می‌شه گفت تفاوت این رشته با بقیهٔ رشته‌ها سَرِ همین درسه! یعنی دانش‌آموزها میرن تجربی که زیست بخونن و پزشک بشن، اما خب قطعاً همون‌طور که پزشک‌شدن جذابه و خیلی ازش انگیزه می‌گیرین، باید از راهی که طی می‌کنین تا به پزشک‌شدن برسین هم لذت ببرین؛ یعنی از زیست‌خوندن

در واقع ما این کتاب رو نوشتیم که شما از خوندن زیست لذت ببرید.

شاید بپرسید چه‌طوری؟

حتماً موافقید که بعد از خوندن کتاب‌های دیگهٔ زیست، مرور سریع مهم‌ترین نکات، این درس رو خیلی شیرین‌تر می‌کنه. پس این کتاب رو بخونید و لذتش رو ببرید.

از همکاران محترم که زحمت تألیف، تولید و چاپ این کتاب رو کشیدن، خیلی ممنونیم.

# مقدمه مـؤلف

یه ضرب‌المثل معروفی مونده تو ذهنم که می‌گه: «فلفل نبین چه ریزه! بشکن ببین چه تیـزه!!» حالا چرا همین اول کاری متوسّل شدیم به فلـــفلو، ریـزی و تیـــزی؟!! 😳😳

پاسخم اینه که پس از استقبال گرم، دلپذیر و قابل توجه اساتید و دانش‌آموزان عزیز از مجموعه کتاب‌های زیست‌شناسی تألیفی بنده، تصمیم گرفتم که کتاب‌های زیست کنکوری‌ام را در یک قالب جدیدِ تو دل برو و جمع‌وجور، مانند کتاب‌های «**جی‌بی**» تألیف و منتشر کنم. پس به قدرت خدای قادر و با همراهی همکاران تألیفم دست به کار شدیم و با تکیه بر تجربیات ۱۹ سال تدریس و تألیف، کتابی براتون نوشتیم «همه‌چی تموم!»، بنابراین؛ خواهشاً به قد و هیکلش نگاه نکنین که چقد کوچیکه؟! این کتاب «همه‌چی تمومه!» چون توش معجونی از مفیدترین و کاربردی‌ترین نکات آموزشی و کنکوری اومده و دست کتابای قطع بزرگ و حجیم رو از پشت بسته! پس دیگه خیلی منتظرتون نمی‌ذارم؛ این شما و اینم کتاب فلفلی ما 🌶

## ساختار کتاب‌های زیست‌شناسی «جی‌بی»

مطالب این کتاب‌ها در سه بخش ارائه می‌گردد: **الف** درس‌نامه **ب** پرسش‌نامه **پ** پاسخ‌نامه

**الف** بخش درس‌نامه: بی‌اغراق می‌گم! تلاش زیادی کردم تا مطالب آموزشی مهم و کاربردی را با دسته‌بندی‌های منطقی و منظم ارائه کنم تا به خوبی در ذهن شریفتون تثبیت شده و ماندگار بمونه!

**ویژگی‌های مهم درس‌نامه:** **۱** جهت تأکید بیشتر بر اهمیت یادگیری یک مطلب آموزشی از آیکن‌های «نکتهٔ تنوری» و «یادمون باشه» در جاهای مختلف درس‌نامه استفاده کرده‌ایم.

**۲** ویژگی دیگهٔ منحصربه‌فرد کتابمون، وجود کادرهای ویژه‌ای به نام «نکات تصویری» است که در آن تمام نکات مهم و کنکوری پنهان‌شده در شکل‌های کتاب درسی رو براتون استخراج کرده‌ایم. (اینم برگ برندهٔ شما 😉) **۳** شما با خوندن این کتاب و البته هر کدام از کتاب‌های زیست دهم و یازدهم جی‌بی، علاوه‌بر مرور و جمع‌بندی مطالب آموزشی کتابِ

همان سال، می‌تونید با مطالعهٔ مطالب ترکیبی هر سه کتاب در ماه‌های پایانی منتهی به کنکور سراسری، با آمادگی **100** درصدی به موفقیت در کنکور و قبولی در رشتهٔ دلخواهتون برسید. بنابراین ما نیز نکات ترکیبی نگاه به گذشته ⊕ و نکات ترکیبی نگاه به آینده ⊕ رو در کادرهای رنگی و متمایز از متن اصلی کتاب قرار دادیم تا شما در هر موقعیت زمانی، براساس هدف آموزشی‌تون به مطالعهٔ آن‌ها بپردازید!

**ب** بخش پرسش‌نامه: جهت تثبیت فرایند یادگیری و افزایش مهارت پاسخ‌گویی به انواع پرسش‌ها، وجود یک بخش پرسشی از ضروریات یه کتاب کمک‌آموزشیه! بنابراین از عبارت‌های مفهومی و کنکوری «درست ـ نادرست» در این بخش استفاده کردیم.

**ب** بخش پاسخ‌نامه: ارائهٔ یک پاسخ‌نامهٔ تشریحی برای بیان دلیل نادرست‌بودن عبارت‌ها

## پیـشـکش

این اثر و تحفهٔ ناقابل را پیشکش می‌کنم به: **میـوهٔ دل** پیامبر اسلام حضرت محمّد مصطفی ﷺ، **همـسر** ولیّ خدا حضرت علی مرتضی ﷺ و **مـادر** ائمهٔ اطهار ﷺ حضرت صدیقهٔ طاهره انسیهٔ حوراء **فـاطمـهٔ زهـرا** ﷺ.


**و امّا تشکر و سپاس فراوان از:**

برادران دکتر، کمیل و ابوذر نصری مدیران دوست‌داشتنی خیلی‌سبز / مهندس مهدی هاشمی عزیز و حامد دورانی گرامی، مدیران تألیف کتاب‌های جی‌بی. / خانم الهام قدسی و آقای امیـر مـردانی که در تألیف فصل‌هایی از کتاب به بنده کمک زیادی کردند. / آقایان دکتر اصغر زمانی، دکتر نعمت‌الله راعی نیاکی و مازیار اعتمادزاده، ابراهیم پورسالار و خانم الهام مرادی که در انجام ویرایش علمی کتاب نقش بسزایی داشتند. / سپاس و قدردانی ویژه از خانم ملیکا مهری به خاطر تلاش‌های مشفقانه و پیگیری‌های دلسوزانه / و در پایان از تمام همکاران پُرتلاش، نجیب و باحال واحد همیشه‌سبز تولید انتشارات.

**عبّـاس راسـتی بـروجنی**

# فهرست


**فصل اول: مولکول‌های اطلاعاتی**

درس‌نامه ۹

عبارت‌های مفهومی ۴۶

عبارت‌های کنکوری ۵۰

**فصل دوم: جریان اطلاعات در یاخته**

درس‌نامه ۵۴

عبارت‌های مفهومی ۸۹

عبارت‌های کنکوری ۹۲

**فصل سوم: انتقال اطلاعات در نسل‌ها**

درس‌نامه ۹۸

عبارت‌های مفهومی ۱۲۰

عبارت‌های کنکوری ۱۲۴

**فصل چهارم: تغییر در اطلاعات وراثتی**

درس‌نامه ۱۲۶

عبارت‌های مفهومی ۱۶۲

عبارت‌های کنکوری ۱۶۷

**فصل پنجم: از ماده به انرژی**

درس‌نامه ۱۷۰

عبارت‌های مفهومی ۱۹۴

عبارت‌های کنکوری ۱۹۸

**فصل ششم: از انرژی به ماده**

درس‌نامه ۲۰۲

عبارت‌های مفهومی ۲۳۱

عبارت‌های کنکوری ۲۳۴

**فصل هفتم: فناوری‌های نوین زیستی**

درس‌نامه ۲۳۷

عبارت‌های مفهومی ۲۶۹

عبارت‌های کنکوری ۲۷۴

**فصل هشتم: رفتارهای جانوران**

درس‌نامه ۲۷۶

عبارت‌های مفهومی ۳۰۰

عبارت‌های کنکوری ۳۰۵

**پاسخ‌نامهٔ تشریحی** ۳۰۸

فصل ۱

# مولکول‌های اطلاعاتی

## گفتار ۱ نوکلئیک اسیدها

■ **دستورالعمل** فعالیت‌های یاخته در **کروموزوم‌های درون هسته** ذخیره می‌شود ← ساختار کروموزوم‌ها متشکل از **DNA** و **پروتئین** است که DNAی آن به عنوان مادهٔ ذخیره‌کنندهٔ **اطلاعات وراثتی** عمل می‌کند.

### آزمایش‌های گریفیت و نتایج آن

■ در دوران زندگی «گریفیت» باکتری‌شناس انگلیسی، تصور می‌شد باکتری **استرپتوکوکوس نومونیا**، عامل مولد بیماری آنفلوانزا است ← گریفیت برای **تولید واکسن** آنفلوانزا، با **دو نوع** از این باکتری (پوشینه‌دار و بدون پوشینه) آزمایش‌هایی را روی موش‌ها انجام داد.

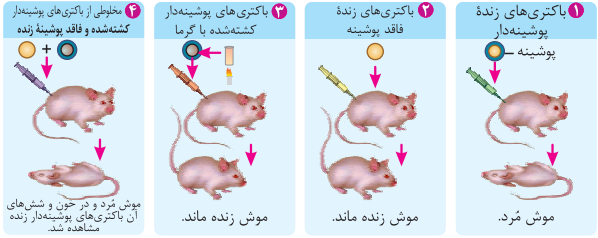
**خلاصهٔ شرح آزمایش‌های چهارگانهٔ گریفیت و نتایج حاصل از آن**

| شمارهٔ آزمایش | نوع باکتری تزریقی به موش‌های مشابه | مشاهدهٔ پیامد تزریق | نتیجهٔ نهایی حاصل از آن |
|---|---|---|---|
| آزمایش ۱ | باکتری زندهٔ پوشینه‌دار | بروز علائم بیماری سینه‌پهلو و مرگ موش‌ها | باکتری زندهٔ پوشینه‌دار، بیماری‌زا است. |
| آزمایش ۲ | باکتری زندهٔ بدون پوشینه | عدم بروز بیماری و زنده‌ماندن موش‌ها | وجود پوشینه در باکتری‌ها، در بیماری‌زایی آن‌ها نقش دارد. |
| آزمایش ۳ | باکتری پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما | سالم و زنده ماندن موش‌ها | وجود پوشینه به تنهایی، عامل مرگ موش‌ها نیست! |
| آزمایش ۴ | باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما + باکتری‌های زندهٔ بدون پوشینه | مُردن موش‌ها و یافتن تعداد زیادی باکتری‌های پوشینه‌دار زنده در خون و شش‌های آن‌ها | مسلماً باکتری‌های مُرده، زنده نشده‌اند ⟸ فقط تعدادی از (نه همهٔ!) باکتری‌های زندهٔ بدون پوشینه، تغییر یافته و پوشینه‌دار شده‌اند. |

**نتیجهٔ کلی:** مادهٔ وراثتی می‌تواند به یاختهٔ دیگری منتقل شود ⟵ اگرچه ماهیت این مادهٔ وراثتی و چگونگی انتقال آن مشخص نشد!

**نکتهٔ تشریحی**

در آزمایش شمارهٔ ۴ گریفیت، به باکتری‌های بدون پوشینه‌ای که دارای پوشینه می‌شوند، **جاندار تراژن** نمی‌گویند! چون هر دو نوع باکتری متعلق به یک گونهٔ باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا بودند. در حالی که به جاندارانی، **تراژن** می‌گویند که ژن‌های افراد گونه‌ای دیگر را در خود دارند.




**آزمایش‌های گریفیت و نتایج آن**

**نکات تصویری**

۱ در آزمایش‌های گریفیت در موش‌ها، نخستین خط دفاعی نقشی در مبارزه با عامل بیماری‌زا ندارد؛ در حالی که خط دوم و سوم دفاعی فعال می‌شود.

۲ باکتری استرپتوکوکوس نومونیا توانایی عبور از منافذ بین یاخته‌های سنگفرشی دیوارهٔ مویرگ‌های خونی را دارد ⟵ این باکتری، خود را به شش‌ها رسانده و در آن‌جا بیماری سینه‌پهلو را ایجاد می‌کند.

۲ پوشینه، نوعی پوشش از جنس **پلی‌ساکارید** است که اطراف **یک نوع** باکتری **کروی‌شکل** به نام استرپتوکوکوس نومونیا را احاطه می‌کند. ۳ در اثر گرما، ساختار پوشینهٔ باکتری، سالم مانده و آسیب نمی‌بیند، در حالی که اجزای دیگر باکتری مانند غشا و سیتوپلاسم، آسیب دیده و منجر به مرگ باکتری می‌شود! (البته ساختار مولکول دنا (DNA) نیز سالم می‌ماند که در نهایت، صفت پوشینه‌دار شدن را به باکتری فاقد آن منتقل می‌کند).

**زیست ۱۱، فصل ۵** پس از تزریق باکتری به موش‌ها، ابتدا خط دوم دفاعی یعنی درشت‌خوارهای موجود در کیسه‌های حبابکی، فعال می‌شود و سپس خط سوم دفاعی یعنی لنفوسیت‌های T کمک‌کننده که در فعال‌شدن لنفوسیت‌های B مؤثرند، فعال می‌شود.

**زیست ۱۱، فصل ۵** **آنفلوانزای پرندگان** را ویروسی ایجاد می‌کند که می‌تواند سایر گونه‌ها از جمله **انسان** را نیز آلوده کند ⟵ این ویروس به **شش‌ها** حمله کرده و موجب فعالیت بیش از حد **دستگاه ایمنی** می‌شود؛ بنابراین به تولید انبوه **لنفوسیت‌های T** می‌انجامد ⟸ حملهٔ لنفوسیت‌های T به **یاخته‌های شش‌ها و ایجاد آسیب بافتی**، می‌تواند در نهایت به **مرگ** منجر شود!

## مولکول DNA؛ عامل اصلی انتقال صفات وراثتی

■ حدود ۱۶ سال بعد از گریفیت، در اثر تحقیقات **ایوری و همکارانش**، DNA (دنا) به عنوان عامل مؤثر در انتقال صفات وراثتی (مثلاً صفت پوشینه‌دار شدن باکتری‌های فاقد پوشینه)، مشخص شد.

### آزمایش‌های ایوری و نتایج آن

**آزمایش اول:**

۱ استخراج و استفاده از عصارهٔ باکتری‌های کشته‌شدهٔ پوشینه‌دار
۲ تخریب تمامی پروتئین‌های موجود در عصاره با افزودن آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ پروتئین به آن
۳ اضافه‌کردن باقی‌ماندهٔ محلول به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه
**نتیجه** انتقال صفت انجام می‌شود، پس **پروتئین‌ها**، مادهٔ وراثتی **نیستند!**

**آزمایش دوم:**

۱ قراردادن عصارهٔ استخراج‌شده از باکتری‌های کشته‌شدهٔ پوشینه‌دار، در یک گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا.
۲ جداکردن مواد مخلوط به صورت لایه‌لایه
۳ اضافه‌کردن هر یک از لایه‌ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه
**نتیجه** انجام انتقال صفت فقط با لایه‌ای که DNA (دِنا) در آن وجود دارد، امکان‌پذیر است.

**آزمایش سوم:**

۱ استخراج عصارهٔ باکتری‌های کشته‌شدهٔ پوشینه‌دار و تقسیم آن به چهار قسمت (ظرف)
۲ اضافه‌کردن آنزیم تخریب‌کنندهٔ یک گروه از مواد آلی (مانند لیپاز، پروتئاز، نوکلئاز و کربوهیدراز) به هر ظرف
۳ انتقال محتوای ظرف‌های مختلف به محیط کشت حاوی باکتری‌های زندهٔ بدون پوشینه
۴ فرصت‌دادن به باکتری‌ها برای انتقال صفت و رشد و تکثیر آن‌ها

**نتیجه** در همهٔ ظرف‌های محیط کشت، انتقال صفت پوشینه‌دار شدن باکتری‌ها انجام می‌شود به‌جز ظرفی که حاوی باکتری‌ها و آنزیم‌های تخریب‌کنندهٔ DNA است.

**نتیجهٔ قطعی و نهایی** عامل اصلی انتقال صفت وراثتی، از جانداری به جاندار دیگر یا از نسلی به نسل دیگر، مولکول DNA است.

## ساختار نوکلئیک اسیدها

نوکلئیک اسید

**الف** انواع
- ۱ دئوکسی‌ریبونوکلئیک اسید (دِنا یا DNA)
- ۲ ریبونوکلئیک اسید (رِنا یا RNA)

■ انواع نوکلئیک اسیدها، **پلیمر** (بَسپار) هایی‌اند که از واحدهای تکرارشونده (مونومری) به نام **نوکلئوتید** تشکیل می‌شوند.

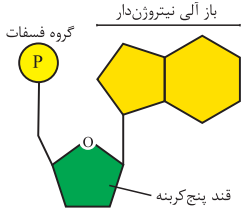
**ب** واحدهای سازنده: **نوکلئوتید** — ساختار
- **الف** یک قند ۵کربنه: در DNA ← به نام دئوکسی‌ریبوز؛ در RNA ← به نام ریبوز
- **ب** یک تا سه گروه فسفات ($PO_4^{3-}$)
- **پ** یک باز آلی نیتروژن‌دار:
  - ۱ پورین: دارای ساختار **دوحلقه‌ای** و شامل آدنین (A) و یا گوانین (G) است.
  - ۲ پیریمیدین: دارای ساختار **تک‌حلقه‌ای** و شامل تیمین (T)، سیتوزین (C) و یوراسیل (U) است.

**نکتهٔ تئوری**

۱ به علت منفی‌بودن بار الکتریکی گروه فسفاتِ ($PO_4^{3-}$) هر نوکلئوتید، نوکلئیک اسیدها بار منفی دارند. ۲ با وجود آن‌که در ساختار نوکلئیک اسیدها، مولکول‌های قلیایی نیز یافت می‌شود (بازهای آلی)، ولی آن‌ها در مجموع، خاصیت اسیدی دارند.

**نکات تصویری**

بازهای آلیِ نیتروژن‌دار دوحلقه‌ای (پورین‌ها)، یک حلقهٔ ۶ضلعی و یک حلقهٔ ۵ضلعی دارند که از طریق حلقهٔ ۵ضلعی خود به قند ۵کربنی توسط پیوند اشتراکی متصل می‌شوند.



اجزای یک نوکلئوتید

**یادمون باشه**

۱ قند دئوکسی‌ریبوز یک اتم اکسیژن کم‌تر از قند ریبوز دارد. ۲ در ساختار DNA، باز یوراسیل (U) شرکت ندارد و به جای آن، باز تیمین (T) وجود دارد، در حالی که در ساختار RNA به جای باز تیمین، باز یوراسیل به کار می‌رود. ۳ نوکلئوتیدها به صورت آزاد می‌توانند ۱ تا ۳ گروه فسفات داشته باشند، ولی زمانی که می‌خواهند در ساختار پلیمری DNA یا RNA (رنا) شرکت کنند به صورت تک‌فسفاته درمی‌آیند.

### چگونگی تشکیل رشتهٔ نوکلئیک اسید

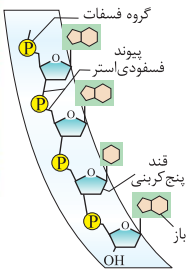
■ برای تشکیل یک **نوکلئوتید**، باید یک باز آلی و گروه یا گروه‌های فسفات با برقراری **پیوندهای اشتراکی** (کووالانسی)، به دو سمت یک مولکول قند ۵کربنی متصل شوند [این نوکلئوتید به صورت متصل (۱فسفاته) یا آزاد (۲ یا ۳فسفاته) است، البته نوعی نوکلئوتید آزاد تک‌فسفاته نیز داریم؛ مانند AMP].

برای تشکیل یک **رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی**، نوکلئوتیدها (مشابه یا متفاوت) با نوعی پیوند اشتراکی به نام **فسفودی‌استر** به هم متصل می‌شوند ⟵ برای تشکیل پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند ۵کربنی مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود.

**نکات تصویری**

۱ در طول یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی، **فسفات** و **قند** عامل‌های اتصال بین نوکلئوتیدها هستند ⟵ فسفات هر نوکلئوتید به قند نوکلئوتید بعدی متصل می‌شود.

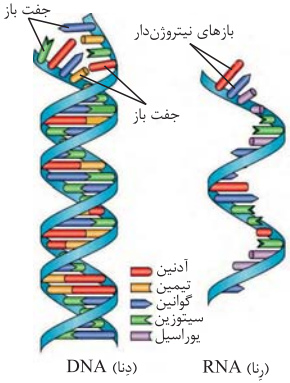
۲ پیوند فسفودی‌استر، نوعی پیوند شیمیایی است که در یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی، بین دو قند ۵کربنی مجاور هم که هر کدام متعلق به یک نوکلئوتید مجزا هستند به وجود می‌آید. در واقع پیوند فسفودی‌استر از دو پیوند قند ـ فسفات تشکیل شده است: ۱) قند ـ فسفات درون‌نوکلئوتیدی و ۲) قند ـ فسفات بین نوکلئوتیدی




۳ تعداد پیوندهای فسفودی‌استر در یک رشتهٔ **پلی‌نوکلئوتیدی خطی**، همواره یک عدد کم‌تر از تعداد پیوندهای فسفودی‌استر در یک رشتهٔ **پلی‌نوکلئوتیدی حلقوی** است.

۴ در یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی، باز آلی پیریمیدینی، یک مولکول حلقوی ۶ضلعی است که با یک مولکول حلقوی ۵ضلعی (و نیز ۵کربنی) اتصال برقرار می‌کند.

**یادمون باشه** رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی یا به تنهایی (تک‌رشته‌ای)، نوکلئیک اسیدی مثل RNA (رِنا) را می‌سازند و یا به صورت دوتایی (دو رشته‌ای) روبه‌روی هم قرار گرفته و نوکلئیک اسیدهایی مثل DNA (دِنا) را می‌سازند.




**DNA دو رشته‌ای و RNA تک‌رشته‌ای**

**نکات تصویری** ۱ در دنای دو رشته‌ای، قطعاً بین نوکلئوتیدهای روبه‌روی هم، پیوند هیدروژنی وجود دارد، ولی در رنای تک‌رشته‌ای ممکن است تنها بین چند نوکلئوتید آن، پیوند هیدروژنی دیده شود! ۲ در هر قسمت از مولکول تک‌رشته‌ای RNA که تاخوردگی دارد و روبه‌روی هم قرار گرفته‌اند، الزاماً پیوندهای هیدروژنی تشکیل نمی‌شوند؛ زیرا اگر بازهای آلی روبه‌روی هم مکمل یکدیگر نباشند جفت‌شدگی

صورت نمی‌گیرد! ۳ منظور از جفت باز، دو باز مکمل و روبه‌روی هم است که هر کدام در یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی دنا قرار دارند و با پیوندهای هیدروژنی به یکدیگر متصل می‌شوند.

شکل‌های مختلف نوکلئیک اسیدها

۱ **نوکلئیک اسید حلقوی:** هنگامی که دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شوند ← مثال ← در باکتری‌ها (در پیش‌هسته‌ای‌ها) و در اندامک‌های سیتوپلاسمی راکیزه و سبزدیسه (در هوهسته‌ای‌ها).

۲ **نوکلئیک اسید خطی:** هنگامی که گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی، به صورت آزاد قرار گیرد ⟸ در رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی دنا و رنای خطی، جدا از اندازه و تعداد مونومرهایشان، همیشه دو انتهای متفاوت وجود دارد.

## تلاش برای کشف ساختار مولکولی DNA

**نتایج تحقیقات چارگاف روی DNAهای جانداران:** مقدار آدنین در DNA برابر است با مقدار تیمین $(A = T)$ و مقدار گوانین در آن برابر است با مقدار سیتوزین $(C = G)$.

- دلیل این برابری نوکلئوتیدها در تحقیقات چارگاف مشخص نشد! و تحقیقات بعدی دانشمندان، دلیل آن را مشخص کرد.

### استفاده از پرتو X برای تهیهٔ تصویر از DNA

- ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو X از مولکول‌های DNA (دنا)، تصاویری تهیه کردند و به نتایج زیر دست یافتند:

۱ مولکول DNA، حالت مارپیچی داشته و بیش از یک رشته دارد.

۲ تشخیص ابعاد مولکول DNA

### مدل مولکولی DNA

■ واتسون و کریک با استفاده از نتایج تحقیقات چارگاف و داده‌های حاصل از تصاویر تهیه‌شده با پرتو X و نیز یافته‌های خود، **مدل مولکولی نردبان مارپیچ** را ساختند.

### نکات کلیدی مُـدل واتسون و کریک

۱ هر مولکول DNA (دنا)، از **دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی** ساخته شده که به دور یک **محور فرضی** می‌پیچد و **ساختار مارپیچ دو رشته‌ای** را ایجاد می‌کند.

۲ مارپیچ دنا، اغلب با یک **نردبان پیچ‌خورده** مقایسه شده که **قند ـ فسفات، ستون‌های آن** و **پله‌های** این نردبان، **جفت بازهای آلی** هستند که بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور، پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود و همچنین، هر باز آلی از یک طرف با مولکول حلقوی قند، پیوند اشتراکی دارد و از سوی دیگر با باز آلی روبه‌روی خود، **پیوند هیدروژنی** می‌دهد ⟸ این **پیوندهای هیدروژنی**، ۲ رشتهٔ دنا را مقابل هم نگه می‌دارند.

۳ پیوندهای هیدروژنی بین **جفت بازها** (A با T و C با G) به صورت **اختصاصی** تشکیل می‌شوند ⟸ به این جفت بازها، **بازهای مکمل** می‌گویند.

۴ بین بازهای آلی C و G (۳ پیوند) نسبت به A و T (۲ پیوند)، **پیوند هیدروژنی بیشتری** تشکیل می‌شود.

۵ **قرارگیری جفت بازها** روبه‌روی هم موجب **یکسان‌بودن قطر مولکول** دنا در سراسر آن می‌شود؛ زیرا یک باز تک‌حلقه‌ای در مقابل یک باز دوحلقه‌ای قرار می‌گیرد ⟸ باعث پایداری مولکول دنا می‌شود.

۶ اگرچه ۲ رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی یک مولکول DNA **یکسان نیستند**، ولی به دلیل **جفت‌شدن بازهای مکمل**، با شناسایی ترتیب **نوکلئوتیدهای سازندهٔ** هر رشتهٔ DNA ترتیب نوکلئوتیدهای رشتهٔ دیگر نیز **مشخص می‌شود**.

۷ اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی **انرژی پیوند کمی** دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها پیوند هیدروژنی در مولکول DNA به آن **حالت پایدارتری** می‌دهد ⟸ البته ۲ رشتهٔ دنا در هنگام نیاز (مثلاً در زمان همانندسازی و رونویسی) هم می‌توانند در بعضی از نقاط از هم جدا شده و بدون این‌که پایداری آن‌ها به هم بخورد.

### RNA (رِنا) و انواع آن

■ **مولکول RNA** نوع دیگری از نوکلئیک اسیدها بوده که **تک‌رشته‌ای است** و از روی بخشی از یکی از رشته‌های DNA ساخته می‌شود.

**انواع و نقش RNAها**

۱ m RNA (رنای پیک): **اطلاعات** را از DNA (دنا) به **ریبوزوم‌ها** رسانده و ریبوزوم با استفاده از اطلاعات آن، **پروتئین‌سازی** می‌کند.

۲ t RNA (رنای ناقل): **آمینواسیدها** را برای استفاده در پروتئین‌سازی به محل ریبوزوم‌ها **منتقل می‌کند**.

۳ r RNA (رنای ریبوزومی): در ساختار ریبوزوم‌ها علاوه بر پروتئین، RNA ریبوزومی نیز به کار می‌رود.

**نکتهٔ تنوری** rRNA (رنای ریبوزومی)، **نقش آنزیمی** نیز دارد؛ هم‌چنین sRNAها (رناهای کوچک) **در تنظیم بیان ژن**، نقش و دخالت دارند.

### ژن چیست؟

**تعریف:** **اطلاعات وراثتی در DNA** قرار داشته و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند و این اطلاعات در **واحدهایی به نام ژن**، سازماندهی شده‌اند.

**نقش:** **ژن**، بخشی از مولکول DNA است که در صورت بیان‌شدن آن، می‌تواند RNA یا پلی‌پپتید تولید شود. RNAی ساخته‌شده (رنای پیک)،

دستورالعمل‌های DNA (ژن) را اجرا می‌کند، مانند ژن تولید هموگلوبین یا ژن گروه خونی.

### دخالت نوکلئوتیدها در واکنش‌های سوخت و سازی

- **نوکلئوتید آدنین‌دارِ ATP** (آدنوزین تری‌فسفات)، به عنوان **منبع انرژی رایج** در فعالیت‌های مختلف یاخته، مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- **نوکلئوتیدها**، در ساختار **مولکول‌های حامل الکترون** در فرایندهای **تنفس یاخته‌ای** و **فتوسنتز** به کار می‌روند.

**زیست ۱۲، فصل‌های ۵ و ۶** ناقل‌های الکترون ($FADH_2$ ، NADH و NADPH)، مولکول‌های حمل‌کننده و انتقال‌دهندهٔ الکترون به مولکول‌های دیگر هستند که در ساختارشان، دو نوکلئوتید به کار رفته که یکی از آن‌ها، آدنین‌دار است و در هر نوکلئوتید حداقل یک گروه فسفات وجود دارد.

**نکتهٔ تنوری**

۱ قند به کار رفته در ساختار ATP همانند RNA، **قند ریبوز** است. ۲ در ساختار تمام مولکول‌های ناقل الکترون ذکرشده در بالا و ناقل انرژی (ATP)، باز آلی آدنین یافت می‌شود.

## عبارت‌های مفهومی

درستی یا نادرستی عبارات زیر را مشخص کنید.

۱- در جانور حاصل از بکرزایی، آنزیم همانندسازی‌کننده پس از ساخته‌شدن در هسته، در سیتوپلاسم یاخته فعالیت می‌کند.

۲- در هر رشتهٔ مولکول DNA دارای $^{15}N$ پس از سه نسل همانندسازی غیرحفاظتی‌درمحیط‌کشت $^{14}N$، هردونوع‌نوکلئوتیدبا $^{15}N$ و $^{14}N$ یافت‌می‌شود.

۳- در همانندسازی نیمه‌حفاظتی همانند طرح غیرحفاظتی و برخلاف طرح حفاظتی، پیوند هیدروژنی DNAی اولیه شکسته می‌شود.

۴- همواره در همانندسازی نیمه‌حفاظتی طی n نسل همانندسازی دنا، همهٔ مولکول‌های حاصل به‌جز ۲تا از آن‌ها، دو رشته دنای جدید دارند.

۵- آنزیم هلیکاز بیشترین فعالیت خود را در زمانی قبل از وقوع کوتاه‌ترین مرحلهٔ اینترفاز در یک یاختهٔ آبکشی دارد.

۶- در هر یاخته در مرحلهٔ S اینترفاز، امکان افزایش تعداد دو راهی‌های همانندسازی وجود دارد.

۷- طی همانندسازی پراکنده، امکان ایجاد کروموزوم مضاعف با دو کروماتید مادری و دختری وجود دارد.

۸- در همانندسازی حفاظتی همانند نیمه‌حفاظتی هر رشته دنا مادری به طور کامل حفظ می‌گردد.

۹- هر مولکول دنای حاصل از همانندسازی غیرحفاظتی مانند همانندسازی نیمه‌حفاظتی و برخلاف حفاظتی قطعاً نوکلئوتیدهای مادری دارد.

۱۰- آنزیم سازندهٔ رنای ریبوزومی برخلاف آنزیم ایجادکنندهٔ دو راهی همانندسازی فاقد قدرت شکستن پیوند فسفودی‌استر است.

۱۱- دنای حلقویِ همهٔ باکتری‌ها برخلاف دنای خطی یاخته‌های پوششی لولهٔ گوارش یک نقطهٔ آغاز همانندسازی دارد.

۱۲- آنزیم DNAپلی‌مراز با فعالیت نوکلئازی خود قادر است بعد از انجام همانندسازی DNA، آن را ویرایش کند.

۱۳- در همانندسازی DNA در پروکاریوت‌ها برخلاف یوکاریوت‌ها، همواره تعداد DNAپلی‌مراز بیشتر از هلیکاز است.

۱۴- در یاخته‌های چندهسته‌ای بسته به مراحل رشد و نمو جاندار، تعداد نقاط آغاز همانندسازی تغییر می‌کند.

۱۵- محل ساخت و فعالیت آنزیم تجزیه‌کنندهٔ پیوند فسفودی‌استر در جاندار همزیست روی گرهک ریشهٔ گیاهان پروانه‌وار متفاوت است.

۱۶- طی فرایند تمایز برخلاف رشد (از طریق افزایش تعداد یاخته‌ها)، تعداد نقاط آغاز همانندسازی کاهش می‌یابد.

۱۷- در تمایز اسپرماتیدها به اسپرم همانند گذر از مرحلهٔ مورولا به بلاستولا در جنین، تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی دناهای خطی افزایش می‌یابد.

۱۸- در یاخته‌های کامبیوم آوندساز برخلاف یاخته‌های آوندی آنزیم DNAپلی‌مراز فعالیت می‌کند.

۱۹- هورمون اریتروپویتین ساخته‌شدن آنزیم DNAپلی‌مراز را در مغز قرمز استخوان‌های پهن افزایش می‌دهد.

## عبارت‌های کنکوری

**۵۵- در یک مولکول DNA، تعداد بازهای پورینی یا پیریمیدینی کم‌تر از پیوندهای هیدروژنی یا فسفودی‌استر است.** (سراسری ۸۹)

۵۶- در باکتری‌ها امکان دریافت مادهٔ ژنتیکی از محیط خارج و اضافه‌شدن ویژگی جدید در اثر DNA غیراصلی وجود دارد. (سراسری ۹۱- با تغییر)

۵۷- در تشکیل ساختار نهایی پروتئین میوگلوبین، فقط سه نوع پیوند دخالت دارد. (سراسری ۹۸)

۵۸- هر یک از زنجیره‌های پلی‌پپتیدی پروتئین میوگلوبین، به صورت یک زیرواحد تاخورده است. (سراسری ۹۸)

۵۹- پروتئین میوگلوبین، با دارابودن رنگدانه‌های فراوان، توانایی ذخیرهٔ انواعی از گازهای تنفسی را دارد. (سراسری ۹۸)

۶۰- در یوکاریوت‌ها، فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در DNA آن‌ها وجود دارد. (سراسری ۹۸)

۶۱- در یوکاریوت‌ها، در دو انتهای هر یک از رشته‌های DNA آن‌ها، ترکیباتی متفاوت وجود دارد. (سراسری ۹۸)

۶۲- در پروکاریوت‌ها، در ساختار هر واحد تکرارشوندهٔ DNAی آن‌ها، پیوند فسفودی‌استری وجود دارد. (سراسری و خارج از کشور ۹۸)

۶۳- در بخش‌هایی از پروتئین میوگلوبین، ساختارهای متنوعی وجود دارد. (خارج از کشور ۹۸)

۶۴- ساختار نهایی پروتئین میوگلوبین، با تشکیل بیش از یک نوع پیوند، تثبیت می‌شود. (خارج از کشور ۹۸)

۶۵- در پروتئین میوگلوبین، با تغییر یک آمینواسید، ممکن است ساختار و عملکرد آن به شدت تغییر یابد. (خارج از کشور ۹۸)

۶۶- در یوکاریوت‌ها، در هر کروموزوم، می‌تواند جایگاه‌های همانندسازی متعددی به وجود آید. (خارج از کشور ۹۸)

## فصل اول

۱- نادرست؛ محل ساخته‌شدن تمام آنزیم‌های پروتئینی در سیتوپلاسم است، هم در جانداران یوکاریوتی و هم در جانداران پروکاریوتی.

۲- درست

۳- درست

۴- درست؛ طی n نسل همانندسازی نیمه‌حفاظتی، $۲^n$ مولکول DNA حاصل می‌شود که همواره در ۲ مولکول آن یک رشتهٔ قدیمی و یک رشتهٔ جدید، ولی در سایر مولکول‌ها $(۲ - ۲^n)$، هر دو رشتهٔ DNA، جدید هستند.

۵- نادرست؛ یاختهٔ آبکشی هستهٔ خود را از دست داده، پس فرایند همانندسازی مرحلهٔ S ندارد.

۶- نادرست؛ در یاخته‌هایی مانند گلبول قرمز بالغ و یاخته‌های شاخی‌شدهٔ لایهٔ بیرونی پوست و آوند آبکشی و آوند چوبی (تراکئید و عناصر آوندی)، هسته و اندامک‌های DNAدار ندارند؛ پس این امکان در آن‌ها وجود ندارد.

۷- نادرست؛ در همانندسازی پراکنده، هر کروماتیدِ کروموزوم مضاعف بخش‌هایی از DNA مادری و DNA دختری دارد.

۸- درست

۹- درست؛ در همانندسازی حفاظتی، یک مولکول DNAی حاصل، نوکلئوتیدهای مادری و مولکول DNAی دیگر، فقط نوکلئوتیدهای جدید دارد. ولی هر مولکول حاصل در همانندسازی نیمه‌حفاظتی و حفاظتی، حتماً نوکلئوتید مادری را دارد.

۱۰- نادرست؛ هر دو آنزیم فاقد توانایی شکستن پیوند فسفودی‌استر هستند.

۱۱- نادرست؛ زیرا اغلب پیش‌هسته‌ای‌ها (باکتری‌ها)، فقط یک جایگاه آغاز دارند و نه همهٔ آن‌ها!

۱۲- نادرست؛ چون ویرایش همواره در حین همانندسازی DNA صورت می‌گیرد و نَه بعد از اتمام آن!!

۱۳- نادرست؛ در هر نوع همانندسازی DNA، همواره تعداد DNA پلی‌مراز بیشتر از هلیکاز است.

۱۴- نادرست؛ یاخته‌های بافت آندوسپرم مایع در نارگیل و یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی مثال‌هایی از یاخته‌های چندهسته‌ای‌اند که چون تقسیم نمی‌شوند، تعداد نقاط آغاز همانندسازی در آن‌ها تغییری نمی‌کند!

۱۵- نادرست؛ در پروکاریوت‌ها محل ساخت و فعالیت آنزیم DNA پلی‌مراز یکسان بوده و در سیتوپلاسم است، چون آن‌ها هستهٔ سازمان‌یافته ندارند.

۱۶- درست

۱۷- نادرست؛ در فرایند تمایز اسپرماتید به اسپرم، همانندسازی DNA نداریم، بلکه طی این مرحله، بیان ژن‌های متفاوت باعث تمایز یاخته‌ها می‌شود.

۱۸- درست

۱۹- درست؛ هورمون اریتروپویتین سبب تحریک تقسیم یاخته‌های بنیادی خون‌ساز مغز قرمز استخوان می‌شود.

**۵۵**- درست

**۵۶**- درست

**۵۷**- نادرست؛ در تشکیل ساختار نهایی پروتئین‌هایی مانند میوگلوبین که ساختار سوم دارند، بیش از ۳ پیوند نقش دارند.

**۵۸**- نادرست؛ تنها یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی دارد، پس هر یک غلط است.

**۵۹**- نادرست؛ میوگلوبین نوعی رنگدانه در تارهای ماهیچه‌ای است؛ در ضمن میوگلوبین توانایی ذخیرهٔ اکسیژن را دارد، نه انواعی از گازهای تنفسی.

**۶۰**- نادرست؛ اغلب پروکاریوت‌ها (نه یوکاریوت‌ها) فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در DNAی خود دارند.

**۶۱**- درست؛ در باکتری‌ها، مولکول DNA به غشای یاخته متصل است، در حالی که در یوکاریوت‌ها این‌گونه نیست. در یوکاریوت‌ها دو انتهای هر رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدیِ سازندهٔ DNA از نظر وجود گروه فسفات متفاوت‌اند. هر رشته دارای یک انتهای فسفات‌دار و یک انتهای فاقد فسفات است.

**۶۲**- نادرست؛ نوکلئیک اسیدها که شامل دئوکسی‌ریبونوکلئیک اسید هستند، همگی پلیمرهایی از واحدهای تکرارشونده به نام نوکلئوتید هستند. پیوند فسفودی‌استر بین دو نوکلئوتید مجاور برقرار می‌شود و درون ساختار نوکلئوتید وجود ندارد.

**۶۳-** درست؛ با توجه به شکل زیر، در بخش‌های مختلف پروتئینی مانند میوگلوبین، می‌توان ساختارهای متنوعی مثل صفحهٔ مارپیچ را مشاهده کرد.

**۶۴-** درست؛ ساختار نهایی آن دارای انواعی از پیوندها مانند هیدروژنی، یونی و اشتراکی است.

**۶۵-** درست؛ تغییر یک آمینواسید در زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی می‌تواند موجب تغییر شدید ساختار و عملکرد یک پروتئین شود.

**۶۶-** درست؛ در DNAی موجود در ساختار کروموزوم یوکاریوت‌ها، چندین جایگاه آغاز همانندسازی ایجاد می‌شود.