پیشگفتار

درود و ادب به تمامی دبیران و مدرسان گرامی و دانش آموزان دوست داشتنی و سخت‌کوش سراسر ایران پهناور

با توجه به تغییرات صورت گرفته در شرایط برگزاری کنکور سراسری و تاثیر سوابق تحصیلی در ورود به دانشگاه و موسسات آموزش عالی، بر آن شدیم تا منبعی مطمئن برای یادگیری و آموزش اثربخش و سنجش و ارزیابی هدفمند و موثر فراهم کرده و مسیر دانش آموزان عزیز را جهت کسب نمره (۲۰) در تمام امتحانات پیش رویشان هموار سازیم.

درباره کتاب

مجموعه کتاب‌های سیگنال ۲۰ خط سفید برای تمام دروس پایه دوازدهم در ۳ رشته تحصیلی علوم ریاضی و فیزیک، علوم تجربی و علوم انسانی به تالیف و گردآوری رسیده و شامل ٤ بخش اصلی می‌باشد.

۱. آموزش (درسنامه کاملا کاربردی)

محتوای تالیفی درسنامه ها شامل تمام مطالب آموزشی مهم و کاربردی و مفاهیم اساسی و نکات کلیدی کتاب درسی بوده که موجب تسهیل فرآیند یادگیری شده و امکان مرورهای سریع و مانا و همچنین جمع‌بندی‌های دوره‌ای را در طول سال تحصیلی فراهم می‌سازد.

۲. سنجش (سوالات امتحانات نهایی و احتمالی)

به منظور بالا بردن سطح توانایی و مهارت دانش‌آموزان پایه دوازدهم برای پاسخگویی کامل و درست به پرسش‌های امتحانات گوناگون و تقویت یادگیری، سوالاتی در تیپ و قالب های متنوع نهایی و تالیفی-احتمالی گردآوری و تالیف گردیده است؛ که با تمرین و تکرار مداوم این سوالات، امکان شناخت نقاط قوت و ضعف دانش‌آموزان را در درس‌های مختلف فراهم می‌سازد.

۳. نمونه سوال امتحان (امتحانات ۲۰ نمره‌ای نوبت اول و دوم – نهایی و احتمالی)

علاوه بر مجموعه سوالات طبقه بندی شده، ۲ نمونه امتحان تالیفی-احتمالی نوبت اول (دیماه)، ۲ نمونه امتحان تالیفی-احتمالی نوبت دوم (خردادماه)، امتحان نهایی دوره های شهریور و دی ماه ۱٤۰۱ و امتحان نهایی دوره خرداد ماه ۱٤۰۲ برای بررسی و ارزیابی میزان یادگیری و ارتقاء هرچه بیشتر توانمندی دانش‌آموزان عزیز و کسب بهترین نتیجه فراهم شده است.

٤. پاسخنامه تشریحی آموزشی

پاسخنامه کاملا تشریحی و آموزشی سوالات در پایان کتاب برای تقویت یادگیری و کاهش حداکثری خطاها و اشتباهات احتمالی دانش‌آموزان آماده سازی شده است.

سیگنال بگیر تا بیست برو!

فهرست

	درسنامه	سوال	پاسخنامه تشریحی
فصل اول	۳	۱۰	۹۳
فصل دوم	۱۵	۲۱	۹۵
فصل سوم	۲۵	۲۸	۹۶
فصل چهارم	۳۱	۳۶	۹۷
فصل پنجم	٤۵	٤۹	۹۸
فصل ششم	۵۳	۵۷	۹۹
فصل هفتم	۶۱	۶۵	۱۰۰
فصل هشتم	۶۸	۷۲	۱۰۱

	سوال	پاسخنامه امتحان
امتحان شماره ۱ (نوبت اول – احتمالی)	۳۹	۱۰۲
امتحان شماره ۲ (نوبت اول – احتمالی)	٤۲	۱۰۳
امتحان شماره ۳ (نوبت دوم – احتمالی)	۷۵	۱۰٤
امتحان شماره ٤ (نوبت دوم – احتمالی)	۷۸	۱۰۵
امتحان نهایی شهریور ماه ۱٤۰۱	۸۱	۱۰۵
امتحان نهایی دی ماه ۱٤۰۱	۸۵	۱۰۶
امتحان نهایی خرداد ماه ۱٤۰۲	۸۹	۱۰۷

بارم‌بندی

شماره درس	نوبت اول	نوبت پایانی (خرداد – شهریور – دی)
۱	۶	۲/۵
۲	۵	۲/۵
۳	٤	۲/۵
٤	۵	۲/۵
۵		۲/۵
۶		۲/۵
۷		۲/۵
۸		۲/۵
جمع	۲۰	۲۰

درس‌نامه

فصل اول

مولکول‌های اطلاعاتی

ماده وراثتی و انتقال اطلاعات

ویژگی‌های هر یک از یاخته‌های بدن ما مانند شکل، اندازه و قابلیت‌ها تحت فرمان هسته می‌باشند.

توجه: یاخته‌های فاقد هسته (مانند گویچهٔ قرمز) نیز ویژگی‌های خود را قبل از اینکه هستهٔ خود را از دست بدهند مشخص می‌کنند.

دستورالعمل‌های هسته حین تقسیم از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر و در زمان تولیدمثل از نسلی به نسل بعد منتقل می‌شود. این اطلاعات و دستورالعمل‌ها در مولکول دنا (در قالب ژن‌ها) که مادهٔ ذخیره‌کننده اطلاعات وراثتی می‌باشد قرار دارد.

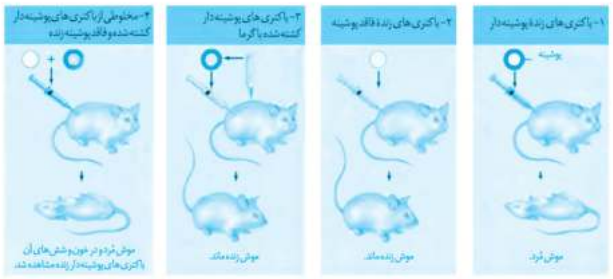
توجه: ژن‌ها بخشی از مولکول دنا هستند که حاوی دستورالعمل‌هایی برای تولید پلی‌پپتیدها و رناها هستند.

در یاخته‌های یوکاریوتی فام‌تن‌ها علاوه بر هسته، در اندامک‌های راکیزه و سبزدیسه نیز مشاهده می‌شود و در ساختارشان دنا و پروتئین مشارکت دارند.

گریفیت و آزمایش‌های او

اولین اطلاعات در مورد مادهٔ وراثتی از آزمایش‌های باکتری‌شناسی انگلیسی به نام گریفیت، که سعی داشت واکسنی برای بیماری **آنفولانزا** تولید کند، به‌دست آمده. در آن زمان تصور می‌شد که عامل این بیماری باکتری **استرپتوکوکوس نومونیا** می‌باشد. گریفیت با دو نوع پوشینه‌دار و بدون پوشینه این باکتری آزمایش‌هایی را روی موش‌ها انجام داد.

نکته نوع **پوشینه‌دار** این باکتری در موش‌ها باعث **بیماری** سینه‌پهلو می‌شود ولی نوع بدون پوشینهٔ آن، موش‌ها را مبتلا به بیماری نمی‌کند.



مراحل آزمایش مشاهدات و نتایج گریفیت در موش‌ها

۱- تزریق باکتری زنده پوشینه‌دار به موش‌ها ← مشاهده ← بروز علائم بیماری سینه‌پهلو ← نتیجه ← مرگ موش‌ها

۲- تزریق باکتری زنده بدون پوشینه به موش‌های مشابه ← مشاهده ← عدم بروز بیماری ← نتیجه ← زنده ماندن موش‌ها

۳- تزریق باکتری پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما به موش‌ها ← مشاهده ← زنده ماندن موش‌ها ← نتیجه ← پس پوشینه به‌تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست.

۴- تزریق مخلوطی از باکتری پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما و باکتری زنده بدون پوشینه به موش‌ها ← مشاهده ← مرگ موش‌ها ← مشاهده ← در **شش** و **خون** موش‌ها تعداد زیادی باکتری زنده پوشینه‌دار دیده شد ← نتیجه ← باکتری‌ها مرده زنده نشده‌اند بلکه تعدادی از باکتری‌های زنده بدون پوشینه، تغییر پیداکرده و پوشینه‌دار شده‌اند.

یافتهٔ مهم گریفیت:

مادهٔ وراثتی می‌تواند از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر منتقل شود. امّا **ماهیت** و **چگونگی** انتقال این ماده مشخص **نشد**.

شناسایی عامل اصلی انتقال صفات وراثتی (DNA)

۱۶ سال بعد از گریفیت دانشمندی به نام **ایوری و همکارانش** عامل مؤثر در انتقال صفات را مشخص کردند.

مراحل آزمایش، مشاهدات و نتایج ایوری و همکارانش را در ۳ آزمایش مورد بررسی قرار می‌دهند:

آزمایش شماره ۱:

تخریب تمامی پروتئین‌های موجود در عصارهٔ استخراج‌شده از باکتری‌های کشته‌شدهٔ پوشینه‌دار و افزودن به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه ← مشاهده ← انتقال صفات صورت می‌گیرد. ← نتیجه ← پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند.

آزمایش شماره ۲:

جداسازی لایه‌لایه مواد موجود در عصاره استخراج‌شده از باکتری‌های کشته‌شده پوشینه‌دار توسط سانتریفیوژ (گریزانه) با سرعت بالا و افزودن جداگانهٔ هر یک از لایه‌ها به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه ← مشاهده ← انجام انتقال صفت فقط با لایه‌ای که حاوی DNA دنا است ← نتیجه ← دنا عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، یا همان ماده وراثتی است.

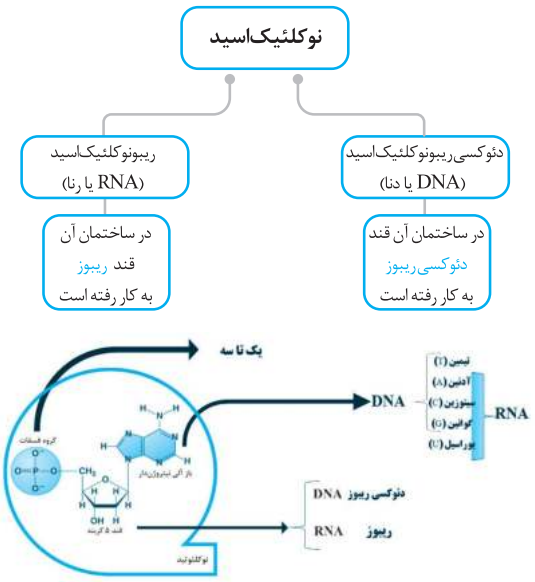
توجه: عدم قبول نتایج به‌دست‌آمده توسط سایر دانشمندان، زیرا اعتقاد داشتند پروتئین‌ها، ماده وراثتی‌اند.

آزمایش شماره ۳:

در آزمایش‌های جدید عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار استخراج‌شده را به چهار قسمت تقسیم کرده و به هر قسمت آنزیم تخریب‌کننده یک گروه از مواد آلی را افزودند و فرصتی برای انتقال صفت، طی رشد و تکثیر باکتری فراهم کردند. ← مشاهده ← در همهٔ ظروف انتقال صورت می‌گیرد به‌جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کننده دنا است. ← نتیجه ← دنا عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، یا همان ماده وراثتی است.

نکته مواد آلی شامل کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و نوکلئیک‌اسیدها است.

نوکلئیک اسیدها



توجه: باز آلی نشان داده‌شده در شکل نوعی پورین است.

نکته همه انواع نوکلئیک‌اسیدها بسپارهایی (پلیمرهایی) از واحدهای تکرار شونده به نام نوکلئوتید می‌باشند.

هر نوکلئوتید سه بخش دارد:

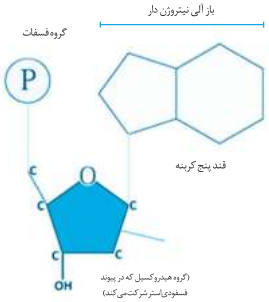
۱. یک قند ۵ کربنه (پنتوز)

الف) ریبوز ← در ساختار RNA

ب) دئوکسی ریبوز ← در ساختار DNA

نکته نام‌گذاری نوکلئیک‌اسیدها بر اساس نوع قندشان است، ولی تفاوت ساختار دنا و رنا، صرفاً مربوط به قند آن‌ها نیست.

۲. یک باز آلی نیتروژن‌دار



الف) پورین (ساختار دو حلقه‌ای)

- A (آدنین)
- G (گوانین)

ب) پریمیدین (ساختار تک حلقه‌ای)

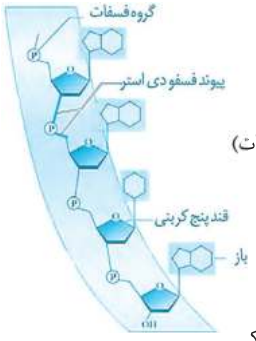
- C (سیتوزین)
- T (تیمین) ← فقط در DNA
- U (یوراسیل) ← فقط در RAN

۳. یک تا سه گروه فسفات

نکته نوکلئوتیدها به صورت آزاد می‌توانند یک تا سه گروه فسفات داشته باشند اما در ساختار بسپاری دنا یا رنا فقط به صورت تک فسفاته دیده می‌شود. (البته در واقع اولین نوکلئوتید هر رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی دارای ۳ گروه فسفات است)

تشکیل یک نوکلئوتید

برای تشکیل یک نوکلئوتید ← باز آلی نیتروژن‌دار + گروه یا گروه‌های فسفات با پیوند اشتراکی (کوالانسی) به دو سمت قند ۵ کربنه متصل می‌شوند. (تشکیل یک نوکلئوتیدآزاد)



نقش نوکلئوتیدها

۱- شرکت در ساختار دنا و رنا

۲- منبع انرژی ← مثال ATP (آدنوزین تری فسفات)

۳- شرکت در ساختار مولکول‌های حامل الکترون در فرآیند فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای ($FADH_2$، NADH و NADPH)

۴- اتصال نوکلئوتیدهای مشابه یا متفاوت باهم و تشکیل رشته پلی‌نوکلئوتیدی، با نوعی پیوند اشتراکی (کوالانسی) به نام پیوند فسفودی‌استر

عنوان	تعداد رشته	نوع قند	نوع باز	انواع	نقش	مکان
دنا	۲	دئوکسی ریبوز	A,T C,G	دنای خطی و حلقوی	ماده وراثتی	هسته و سیتوپلاسم
رنا	۱	ریبوز	A,U,C,G	tRNA mRNA rRNA رناهای کوچک	پروتئین‌سازی فعالیت آنزیمی تنظیم بیان ژن	هسته و سیتوپلاسم

نکته تفاوت نوکلئوتیدها با یکدیگر در نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه فسفات آن‌ها است.

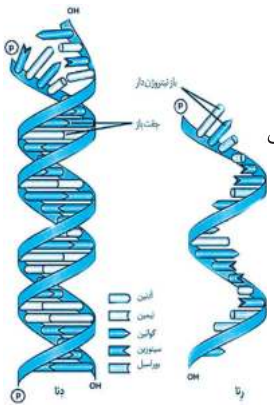
در پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند ۵ کربنه مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود.

نکته در هر پیوند فسفودی‌استر، ۲ پیوند بین قند و فسفات مشاهده می‌شود که فقط یکی از آن‌ها در هنگام اتصال نوکلئوتیدها به یکدیگر، تشکیل می‌شود و دیگری از قبل وجود داشته است.

اشکال مختلف رشته نوکلئیک‌اسید

نوکلئیک‌اسید حلقوی: اگر دوانتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شوند. مانند دنا در باکتری، دنای راکیزه (میتوکندری) و دنای سبزدیسه (کلروپلاست)

نوکلئیک‌اسید خطی: گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است. مانند دنا در انسان



نکته هر رشتهٔ DNA یا RNA خطی همیشه دو سر متفاوت و آزاد دارد.

نکته هر مولکول دو رشته‌ای DNA خطی دو سر مشابه دارد. (دقت کنید که در هر سمت، یک گروه OH و گروه فسفات وجود دارد.)

نکته اگر در یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی تعداد نوکلئوتیدها را n در نظر بگیریم:

۱- در رشتهٔ پلی نوکئوتیدی حلقوی تعداد پیوند فسفودی‌استر برابر است با n

۲- در رشته پلی‌نوکلئوتیدی خطی تعداد پیوند فسفودی‌استر برابر است با n - ۱

کشف ساختار مولکولی DNA

در تحقیقات چارگاف روی دنای جانداران (نه فقط جانوران) مشخص شد که در مولکول دنا مقدار **آدنین** = **تیمین** و مقدار **ستوزین** = **گوانین** می‌باشد. این یافته بر خلاف انتظار دانشمندان بود که تصور می‌کردند چهار نوع نوکلئوتید موجود در دنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده؛ یعنی مقدار ۴ نوع باز آلی در تمامی مولکول‌های دنا به‌دست‌آمده از هر جانداری، با یکدیگر برابر باشد. (C=G=A=T)

پرتو X و دنا

ویکلینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دنا تصاویری به دست آوردند که با بررسی آن‌ها مشخص شد:

۱- دنا حالت مارپیچی دارد.

۲- بیش از یک رشته است. (اشاره‌ای به دو رشته‌ای بودن دنا نکردند.)

۳- ابعاد مولکول‌ها را تشخیص داند.

مدل مولکولی دنا

واتسون و کریک با کمک ۱- نتایج آزمایشات چارگاف و ۲- داده‌های حاصل از تصاویر پرتو ایکس و ۳- یافته‌های خودشان، مدل مولکولی **نردبان مارپیچ** را ساختند.

نکات کلیدی در مدل واتسون و کریک

۱- هر مولکول دنا از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده که به دور محوری فرضی پیچیده و ساختار مارپیچ دو رشته‌ای را ایجاد می‌کند که با یک نردبان پیچ خورده مقایسه‌می‌شود.

۲- در هر رشته پلی‌نوکلئوتیدی، بین قند نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی‌استر برقرار است. (که شامل ۲ پیوند فسفودی‌استر می‌باشد). پس قند و فسفات ستون‌های این نردبان مارپیچ را تشکیل می‌دهند.

۳- بازهای آلی متصل به قند در یک رشته با بازهای آلی روبروی خود در رشته مقابل در هر مولکول دنا پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند و این بازها پله‌های نردبان مارپیچ را تشکیل می‌دهند.

نکته پیوندهای هیدروژنی بین جفت بازهای مکمل (یعنی A با T و C با G) دو رشته دنا را مقابل هم نگه می‌دارد.

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

نتایج رابطه مکملی بین بازهای آلی

۱- دنا مولکولی پایدار است. ← چرا به دلیل یکسان بودن قطر مولکول دنا در سراسر آن ← چرا به دلیل قرار گیری یک باز آلی تک حلقه‌ای(پیریمیدین) (C,T) در مقابل یک باز آلی دو حلقه‌ای(پورین) (A,G).

۲- وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن‌ها به مولکول دنا حالت پایدارتری می‌دهد زیرا فقط برخی پیوندهای هیدروژنی شکسته می‌شوند.

نکته دو رشته دنا به هنگام نیاز، بدون بهم خوردن پایداری می‌توانند از هم جدا شوند.

۳- شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر رشته از دنا، ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر آن را مشخص می‌کند. (مثال: در یک رشته AACT و در رشته مقابل (مکمل) TTGA)

نکته دو رشته یک مولکول دنا با یکدیگر متفاوت‌اند.

دانشمند	هدف اصلی آزمایش	یافته‌های نهایی از آزمایش	نکته
گریفیت	کشف واکسن آنفلوآنزا	قابلیت انتقال مادهٔ وراثتی از یاخته‌ای به یاخته‌ای دیگر	عامل انتقال و روش انتقال مشخص نشد. گریفیت امکان انتقال صفات را صرفاً برای باکتری مطرح کرد نه برای سایر جانداران
ایوری	کشف ماهیت ماده وراثتی	دنا عامل انتقال صفات است.	—
چارگاف	کشف روابط مقدار بازهای آلی درمولکول دنا	برابری مقدار C با G و A با T	چارگاف دلیل این برابری را متوجه نشد.
ویلکینز و فرانکلین	تهیه تصویر از دنا با پرتو ایکس و بررسی ساختار دنا	دنا مارپیچ بوده و بیش از یک رشته دارد ابعاد مولکول دنا	۲ رشته‌ای بودن را متوجه نشدند و صرفاً چند رشته‌ای بودن را متوجه شدند.
واتسون و کریک	بررسی مدل مولکولی دنا	ارائه مدل مولکولی نردبان مارپیچ دنا	۲رشته‌ای بودن دنا، اتصال T به A و C به G را واتسون و کریک مطرح کردند.

رنا (RNA)

منشأ: مولکول رنا تک رشته‌ای است و از روی قسمتی از یکی از رشته‌های دنا ساخته می‌شود.

انواع و نقش رنا

۱- **رنای پیک (mRNA):** انتقال اطلاعات از دنا به رناتن‌ها برای ساخته شدن پروتئین.

۲- **رنای ناقل (tRNA):** آمینواسیدها را برای استفاده در فرآیند پروتئین سازی به رناتن‌ها می‌برد.

۳- **رنای رناتنی (rRNA):** شرکت در ساختار رناتن‌ها به همراه برخی پروتئین‌ها

۴- **نقش آنزیمی (اشاره به نقش rRNA در ریبوزوم دارد)**

۵- **دخالت در تنظیم بیان ژن**

ژن چیست؟

اطلاعات وراثتی دنا در واحدهایی به نام ژن سازماندهی می‌شود. ژن بخشی از مولکول دنا است که بیان آن می‌تواند باعث تولید رنا یا پلی‌پپتید شود.

نکته پلی‌پپتیدها رشته‌هایی حاصل از اتصال آمینواسیدها هستند که با پیوند اشتراکی (معروف به پیوند پپتیدی) به یکدیگر متصل شده‌اند.

همانندسازی دنا

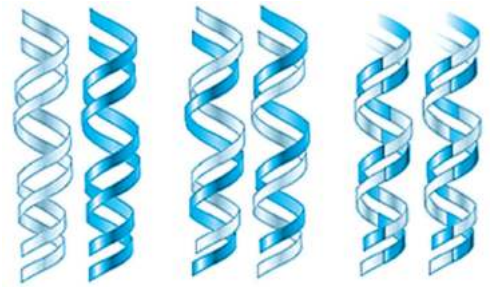
ساخته شدن دنای جدید از روی دنای قدیمی

طرح‌های پیشنهادی برای همانندسازی دنا

۱- **همانندسازی حفاظتی:** هر دو رشته دنای اولیه بدون تغییر وارد یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم شده و دو رشته دنای جدید هم وارد یاخته دیگر می‌شود.

۲- **همانندسازی نیمه حفاظتی:** در هر یاخته حاصل از تقسیم، یک رشته از دو رشته دنای مربوط به آن یاخته، از دنای اولیه و رشته دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است.

۳- **همانندسازی غیرحفاظتی (پراکنده):** هر کدام از دناهای حاصل، قطعاتی از رشته دنای اولیه و رشته‌های جدید را به صورت پراکنده در خود دارا هستند.



غیر حفاظتی (پراکنده) نیمه حفاظتی حفاظتی

طرح مورد تأیید؟

مزلسون و استال با طراحی آزمایشی، طرح **نیمه حفاظتی** را برای همانندسازی DNA تأکید کردند. آن‌ها در ابتدا باید رشته‌های دنای نوساز را از رشته‌های قبلی تشخیص می‌دادند؛ از آن جایی که **نیتروژن(N)** یکی از عناصر تشکیل‌دهندهٔ نوکلئوتیدها در ساختار دنا است، مزلسون و استال دنا را با استفاده از نوکلئوتیدهایی که ایزوتوپ سنگین نیتروژن (N^{15}) دارند، نشانه گذاری کردند.

نکته دناهایی که N^{15} دارند نسبت به دنای معمولی که در نوکلئوتیدهای خود N^{14} دارند **چگالی** بیشتری داشته و می‌توان با گریزانه با سرعت بسیار بالا آن‌ها را از هم جدا کرد.

آن‌ها آزمایش را روی باکتری (E.Coli) طبق مراحل زیر انجام دادند.

۱- باکتری‌ها را در محیط دارای N^{15} کشت دادند ← تولید باکتری‌هایی با دنای سنگین‌تر نسبت به دنای اولیه، بعد از چند نسل تقسیم.

تذکر: N^{15} در ساختار بازهای آلی نیتروژن‌دار که در ساخت دنای باکتری شرکت می‌کنند، وارد می‌شوند.

۲- سپس باکتری‌های دارای N^{15} را به محیط کشت دارای N^{14} منتقل کردند.

۳- با توجه به طول مدت تقسیم باکتری‌ها در حدود ۲۰ دقیقه، در فاصله‌های ۲۰ دقیقه‌ای تعدادی از باکتری‌ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند.

۴- ملاک تشخیص دناهای متفاوت از هم تفاوت **چگالی** آن‌ها بود، پس برای سنجش

چگالی دناها در هر فاصله زمانی (همان ۲۰ دقیقه یک بار) دنای باکتری را استخراج و در شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت‌های مختلف در سرعتی بسیار بالا گریز دادند. در نتیجه مواد بر اساس چگالی (سبک و سنگین) در بخش‌های متفاوتی از محلول در لوله آزمایش قرار گرفتند.

نکته محلول سزیم کلرید در لولهٔ آزمایش به تدریج از بالا به پایین غلیظ‌تر می‌شود و باعث افزایش دقت جداسازی با گریزانه خواهد شد.

نتایج آزمایش مزلسون و استال

۱- دنای باکتری‌های اولیه (نمونهٔ تهیه شده در زمان صفر دقیقه در محیط کشت حاوی N^{14}) بعد از گریز دادن، یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند. چون هر دو رشته دنا دارای N^{15} بوده و چگالی سنگین داشت.

۲- دنای باکتری‌های دور اول همانندسازی (نمونه تهیه شده بعد از ۲۰ دقیقه در محیط کشت حاوی N^{14}) پس از گریز دادن، نواری در میانه لوله تشکیل دادند. پس دنای آن‌ها چگالی **متوسط** داشتند.

۳- دنای باکتری‌های دور دوم همانندسازی (نمونه تهیه شده بعد از ۴۰ دقیقه در محیط کشت حاوی N^{14}) بعد از گریز دادن، دو نوار، یکی در میانه و دیگری در بالای لوله تشکیل دادند. پس نیمی از دناها، چگالی **متوسط** و نیمی دیگر، چگالی **سبک** داشتند.

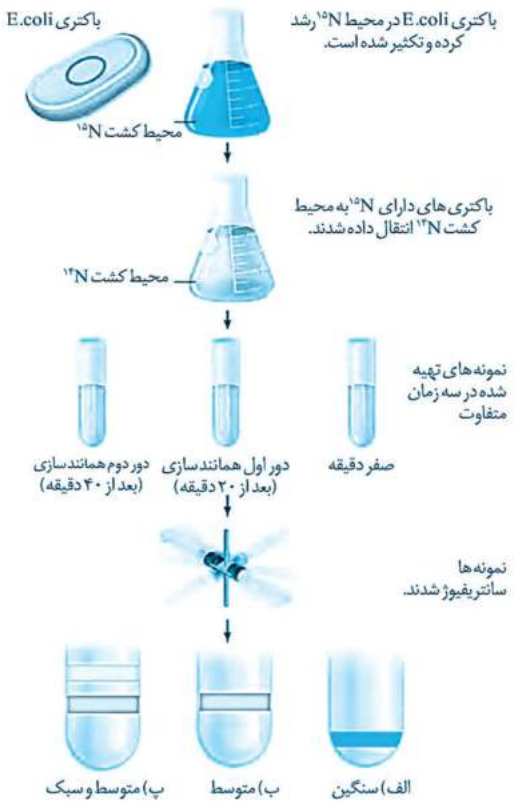
سؤال مهم: اگر طرح همانندسازی حفاظتی اتفاق می‌افتاد، انتظار داشتید در آزمایش مزلسون و استال چه نتایجی مشاهده می‌کردیم؟

پاسخ مهم‌تر: مرحله ۰ دقیقه: یک نوار سنگین ← ۲۰ دقیقه: یک نوار سنگین و یک نوار سبک ← ۴۰ دقیقه: یک نوار سنگین و یک نوار ضخیم سبک

سؤال مهم: اگر طرح همانندسازی غیرحفاظتی اتفاق می‌افتاد، انتظار داشتید در آزمایش مزلسون و استال چه نتایجی مشاهده می‌کردیم؟

پاسخ مهم‌تر: مرحله ۰ دقیقه: یک نوار سنگین ← ۲۰ دقیقه: یک نوار متوسط ← ۴۰ دقیقه: یک یا دو نوار متوسط

نکته فقط در طرح همانندسازی غیرحفاظتی، **تشکیل** پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای قدیمی با نوکلئوتیدهای جدید، قابل مشاهده است.



سوالات امتحان نهایی و احتمالی فصل اول

الف) درستی یا نادرستی هر یک از عبارات زیر را مشخص کنید.

۱- در یوکاریوت‌ها، در ابتدای همانندسازی دنا باید پیچ و تاب فامینه (کروماتین)، باز و هیستون‌ها از آن جدا شوند. (خرداد۱۴۰۲)

۲- نوع نوکلئوتیدی که در فرآیند همانندسازی و رونویسی، مقابل نوکلئوتید گوانین‌دار قرار می‌گیرد، یکسان است. (خرداد۱۴۰۲)

۳- از نتایج آزمایش‌های گریفیت، ماهیت ماده وراثتی و چگونگی انتقال آن به یاخته دیگر مشخص شد. (خرداد ۱۴۰۱ و شهریور ۱۴۰۰)

۴- در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود. (خرداد۱۴۰۱)

۵- از نتایج آزمایش‌های گریفیت مشخص شد که دنا (DNA) عامل مؤثر در انتقال صفات وراثتی نیست. (احتمالی)

۶- در یوکاریوت‌ها آغاز همانندسازی در یک نقطه در هر فام‌تن (کروموزوم) انجام می‌شود. (احتمالی)

۷- هورمون‌ها، پیام‌های بین یاخته‌ای را در بدن جانوران رد و بدل می‌کنند. (خرداد۱۴۰۰)

۸- دستورالعمل‌های هسته در حین تقسیم از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود. (دی۱۴۰۰)

۹- باز شدن پیچ و تاب DNA و جدا شدن هیستون‌ها از آن‌ها توسط آنزیم هلیکاز صورت می‌گیرد. (دی۱۴۰۰)

۱۰- در زمان ایوری، بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند. (خرداد ۹۹ خارج)

۱۱- در نوکلئیک‌اسیدهای خطی، گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است. (دی ۹۹)

۱۲- پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می‌دارد. (دی ۹۹ خارج)

۱۳- دئوکسی ریبوز یک اکسیژن بیشتر از ریبوز دارد. (دی ۹۹ خارج)

۱۴- مقدار آدنین در رنا (RNA) با مقدار یوراسیل برابراست. (دی ۹۹ خارج)

۱۵- در هر دوراهی همانندسازی، یک هلیکاز و یک دنابسپاراز دیده می‌شود. (دی ۹۹)

۱۶- پروتئین‌ها از یک یا چند زنجیره بلند و منشعب از پلی‌پپتیدها ساخته شده‌اند. (خرداد ۱۴۰۰)

۱۷- هموگلوبین نمونه‌ای از پروتئین‌ها با ساختار نهایی سوم است. (خرداد ۹۹ خارج)

۱۸- گریفیت عامل بیماری آنفولانزا را نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا می‌دانست. (شهریور ۹۹)

۱۹- ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس ابعاد مولکول دنا را تشخیص دادند. (دی ۹۷)

۲۰- مکمل بودن بازهای آلی نتایج آزمایش‌های چارگاف را تأیید می‌کند. (خرداد ۹۸)

۲۱- نمونه‌ای از پروتئین‌ها با ساختار نهایی چهارم، میوگلوبین است. (خرداد ۹۸)

۲۲- هر رشتهٔ دنا (DNA) و رنای (RNA) خطی همیشه دو سر متفاوت دارد. (خرداد ۹۸ خارج)

۲۳- در دنا (DNA) به جای تیمین، باز یوراسیل وجود دارد. (شهریور ۹۸ خارج)

۲۴- از نتایج آزمایش‌های گریفیت مشخص شد که ماده وراثتی می‌تواند از یاخته‌ای به یاخته دیگر منتقل شود. (شهریور ۹۸)

۲۵- در آزمایشات چارگاف دلیل برابر بودن تعداد نوکلئوتیدهای A با T در دنای طبیعی مشخص نشد. (احتمالی)

۲۶- ایوری در آزمایش اول خود تقریباً همه پروتئین‌ها را از باکتری‌های زنده پوشینه‌دار جدا کرد. (احتمالی)

۲۷- در آزمایش مزلسون و استال، دنای باکتری‌های حاصل از دور اول همانندسازی، در لوله گریزانه، یک نوار در میانه لوله تشکیل داده بودند. (احتمالی)

۲۸- در همه پروکاریوت‌ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنا وجود دارد. (احتمالی)

۲۹- هر یک از زنجیره‌های سازنده یک هموگلوبین، دارای ساختار دوم به صورت مارپیچ است. (احتمالی)

۳۰- برای آنکه مقادیر بالایی پیش ماده را به فرآورده تبدیل کنیم، نیاز به مقادیر بالایی آنزیم داریم. (احتمالی)

ب) جاهای خالی را با کلمات مناسب کامل کنند.

۳۱- در طرح همانندسازی ..... ، تشکیل پیوند فسفودی‌استر، بین نوکلئوتیدهای قدیمی با نوکلئوتیدهای جدید، قابل مشاهده است. (خرداد ۱۴۰۲)

۳۲- زنجیره‌های سازندهٔ هموگلوبین در ساختار ..... به شکل مارپیچ در می‌آیند. (احتمالی)

۳۳- در همانندسازی دنا (DNA)، آنزیم هلیکاز ..... و ..... آن را از هم باز می‌کند. (احتمالی)

۳۴- پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها را ..... می‌گویند. (خرداد ۱۴۰۰ و شهریور ۹۸)

۳۵- ویژگی‌های منحصر به فرد هر آمینواسید به ..... آن بستگی دارد. (شهریور ۱۴۰۰)

۳۶- در همانندسازی دنا، شکستن پیوند فسفودی‌استر توسط آنزیم ..... انجام می‌شود. (خرداد ۹۹)

۳۷- پیوندهای ..... منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین‌ها هستند. (خرداد ۹۹ خارج)

۳۸- نتایج آزمایش ایوری و همکارانش نشان داد که عامل موثر در انتقال صفات، مولکول ..... است. (خرداد ۹۹ خارج)

۳۹- در بافت پیوندی ..... پروتئینی است که باعث استحکام این بافت می‌شود. (خرداد ۹۹ خارج)

۴۰- نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام ..... به هم متصل می‌شوند و رشته پلی‌نوکلئوتیدی را می‌سازند. (شهریور ۹۹)

۴۱- ترکیباتی که آنزیم روی آن‌ها عمل می‌کند، ..... خوانده می‌شوند. (دی ۹۹ خارج)

۴۲- ژن بخشی از مولکول دنا است که بیان آن می‌تواند به تولید ..... یا ..... بیانجامد. (دی ۹۹)

۴۳- بعضی آنزیم‌ها برای فعالیت به یون‌های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین‌ها نیاز دارند به مواد آلی که به آنزیم کمک می‌کنند ..... می‌گویند. (خرداد ماه ۱۳۹۸ با تغییر)

۴۴- در همانندسازی دنا، آنزیم دنابسپاراز فعالیت ..... دارد که در آن پیوند فسفودی‌استر را تشکیل می‌دهد. (خرداد ۹۸ خارج)

۴۵- بخش اختصاصی در آنزیم که پیش ماده در آن قرار می‌گیرد، ..... نام دارد. (شهریور ۹۸)

۴۶- باز آلی نیتروژن‌دار می‌تواند ..... باشد که ساختار دو حلقه‌ای دارد؛ شامل آدنین (A) و گوانین (G). (شهریور ۹۸)

۴۷- آنزیم دنابسپاراز در فعالیت نوکلئازی خود، پیوند ..... را می‌شکند. (دی ۹۸ خارج)

۴۸- اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد ..... بود. (دی ۹۸)

۴۹- آنزیم دنابسپاراز در فعالیت بسپارازی (پلیمرازی) خود، پیوند ..... را تشکیل می‌دهد. (دی ۹۷)

۵۰- فام‌تن اصلی باکتری‌ها به صورت..... است که در ..... قرار گرفته است.(احتمالی)

۵۱- فعالیت ..... دنابسپارازها (DNA پلی‌مرازها) که باعث تصحیح اشتباهات در همانندسازی می‌شوند را ..... می‌گویند. (احتمالی)

۵۲- تمام سطوح ساختاری در پروتئین‌ها به ساختار..... بستگی دارند. (احتمالی)

۵۳- مقدار pH بیشتر مایعات بدن بین ..... و ..... است. (احتمالی)

۵۴- بعد از انجام آزمایش..... گریفیت نتیجه گرفت که پوشینه عامل مرگ موش‌ها نیست. (احتمالی)

۵۵- بازشدن مارپیچ دنا توسط آنزیم ..... انجام می‌شود. (احتمالی)

پ) واژه مناسب را از داخل کمانک انتخاب کنند.

۵۶- مولکول‌های دنایی که بازهای سیتوزین بیشتری دارند، دارای پایداری (کمتری-بیشتری) هستند. (خرداد ۱۴۰۲)

۵۷- فعالیت (نوکلئازی – بسپارازی) دنا بسپاراز را که باعث رفع اشتباه‌ها در همانندسازی می‌شود، ویرایش می‌گویند. (شهریور ۱۴۰۱)

۵۸- در آزمایش مزلسون و استال، N^{15} در ساختار (باز آلی – قند) که در ساخت دنای باکتری شرکت می‌کنند، وارد شدند. (دی ۱۴۰۱)

۵۹- دنا (DNA) در راکیزه (میتوکندری) به حالت (حلقوی – خطی) است. (خرداد ۱۴۰۰ و خرداد ۹۹ خارج)

۶۰- بازهای آلی نیتروژن‌دار که ساختار دوحلقه‌ای دارند را (پورین – پیریمیدین) می‌نامند. (شهریور ۱۴۰۰)

۶۱- به طور معمول هر دیسک (پلازمید)، دارای (یک – چند) جایگاه آغاز همانندسازی است. (دی ۱۴۰۰)

۶۲- دئوکسی ریبوز یک اکسیژن (کمتر – بیشتر) از ریبوز دارد. (خرداد ۹۹)

۶۳- در مدل پیشنهادی واتسون و کریک، پله‌های این نردبان را (قند و فسفات – بازهای آلی) تشکیل می‌دهند. (شهریور ۹۹)

۶۴- در دو رشته دنا بین G و C نسبت به A و T پیوند هیدروژنی (بیشتری - کمتری) تشکیل می‌شود. (دی ۹۹)

۶۵- آنزیم (هلیکاز – دنا بسپاراز یا DNA پلی‌مراز) فعالیت نوکلئازی دارد. (خرداد ۹۸)

۶۶- در تشکیل ساختار دوم پروتئین‌ها، پیوندهای (هیدروژنی – آب گریز) برقرار می‌شود. (خرداد ۹۸ خارج)

۶۷- در گریزانه (سانتریفیوژ) میزان حرکت مواد در محلول براساس چگالی است و مواد سنگین‌تر (کندتر ـ تندتر) حرکت می‌کنند. (شهریور ۹۸)

۶۸- گریفیت مشاهده کرد تزریق باکتری‌های (پوشینه‌دار- بدون پوشینه) به موش باعث بروز علائم بیماری و مرگ در آن‌ها می‌شود. (شهریور ۹۸ خارج)

۶۹- دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتید می‌توانند با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شوند و نوکلئیک‌اسید (حلقوی – خطی) را ایجاد کنند. (دی۹۸ و دی۹۹ خارج)

۷۰- شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش ماده یا بخشی از آن (مشابه – مکمل) یکدیگرند. (دی ۹۸)

۷۱- تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی در مرحله مورولا (مشابه - خلاف) مرحله بلاستولا (زیاد ـ کم) است. (احتمالی)

۷۲- بین باز آلی و قند پنج کربنه نوعی پیوند پپتیدی (هیدروژنی – اشتراکی) وجود دارد. (احتمالی)

۷۳- در همانندسازی به روش (نیمه حفاظتی ـ حفاظتی) هر دو رشته دنای جدید وارد یک یاخته می‌شوند. (احتمالی)

۷۴- هر کدام از زنجیره‌های پپتیدی مولکول هموگلوبین خصوصیات (ساختار دوم - ساختار چهارم) را دارد. (احتمالی)

۷۵- آنزیم‌ها انرژی فعال سازی واکنش‌ها را (افزایش - کاهش) می‌دهند. (احتمالی)

امتحان شماره ۱ زیست شناسی (۳)	رشته: علوم تجربی	امتحان احتمالی نوبت اول	زمان امتحان: ۹۰ دقیقه

ردیف		نمره
۱	**الف) درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید.** ۱- ویلکینز و فرانکلین با آزمایش‌های خود توانستند به دو رشته‌ای بودن مولکول دنا پی ببرند. ۲- در ضمن پیرایش، مانند همانندسازی، پیوند اشتراکی شکسته می‌شود ولی برخلاف آن از نوکلئوتیدهای آزاد استفاده نمی‌شود. ۳- قند دئوکسی ریبوز یک اتم اکسیژن بیشتر از قند ریبوز دارد. ۴- در طرح همانندسازی حفاظتی، هر مولکول دنای حاصل از همانندسازی یک‌رشته قدیمی در ساختار خود دارد. ۵- در مرحله طویل شدن رونویسی برخلاف مرحله آغاز رونویسی، پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رنا و دنا گسسته می‌شود. ۶- توالی آخرین پادرمزه‌ای که وارد جایگاه A و P می‌شود، مانند آخرین رمزه‌ای که وارد این دو جایگاه می‌شود یکسان نیست. ۷- اگر مادر مبتلا به یک بیماری وابسته به X بارز باشد، قطعاً پسرش بیمار می‌شود. ۸- فردی با گروه خونی AA، قطعاً در هر هستهٔ یاختهٔ پیکریِ متوقف در مرحله اول اینترفاز خود، دو دگره برای این صفت دارد. ۹- اندام وستیجیال بیانگر تفاوت در نحوه سازش جانداران مختلف، به تغییرات محیط می‌باشد. ۱۰- در زنبور نر مانند زنبور ملکه، امکان بروز کراسینگ اور وجود دارد.	۲/۵
۲	**ب) در هر یک از عبارت‌های زیر جاهای خالی را با کلمات مناسب کامل کنید.** ۱۱- در روش همانندسازی ..... پیوند فسفودی استر در هر دو رشته شکسته و تشکیل می‌شود. ۱۲- واستون و کریک مدل مولکولی DNA را با استفاده از نتایج تحقیقات ....., تصاویر تهیه‌شده با پرتو X و ..... ساختند. ۱۳- دریاخته یوکاریوتی، اتصال گروهی از..... به راه‌انداز موجب هدایت رنابسپاراز به راه‌انداز می‌شود. ۱۴- اتصال RNAهای کوچک به mRNA مثالی از ..... پس از ..... است. ۱۵- در بیماری فنیل‌کتونوری آنزیم تجزیه‌کننده آمینواسید ..... تولید نمی‌گردد. ۱۶- علت کم‌خونی داسی شکل، نوعی تغییر..... است. ۱۷- نوعی جهش بزرگ که قطعه جداشده در جای دیگری از همان فام‌تن قرارمی گیرد را جهش ..... می‌نامند. ۱۸- در رابطه بارزیت ناقص بین دو دگره، فنوتیپ افراد ناخالص.....ظاهر می‌شود.	۲
۳	**پ) برای کامل کردن هر یک از عبارت‌های زیر از بین کلمات داخل کمانک، کلمه مناسب را انتخاب کنید.** ۱۹- در هر دوراهی همانندسازی (یک - دو) عدد آنزیم هلیکاز قابل‌مشاهده است. ۲۰- در فرد دارای گروه خونی B (آنزیم - کربوهیدرات) B در سطح غشای گلبول قرمز قرار دارد. ۲۱- پیوند هیدروژنی در (همه- اغلب - برخی) ساختارهای پروتئین‌ها دیده می‌شود. ۲۲- در گونه‌زایی دگرمیهنی برای شروع گونه‌زایی (شارش دوسویه - توقف شارش) لازم است.	۱
۴	**ت) گزینه صحیح را انتخاب کنید.** ۲۳- کدام گزینه عبارت زیر را به‌درستی تکمیل می‌کند. «در یاخته‌هایی که مولکول (های) دنای اصلی آن‌ها به غشای یاخته متصل .....» الف) نیست، امکان اتصال پروتئین‌های غیر هیستونی به فام‌تن آن‌ها وجود دارد. ب) است، امکان وقوع فرآیند همانندسازی در جهت رشد و نمو یاخته‌ها وجود دارد. ج) است، امکان حضور نوکلئیک اسیدهایی با دو انتهای مولکولی متفاوت وجود ندارد. د) نیست، امکان ترجمه هم‌زمان یک رنای پیک توسط چندین ریبوزوم وجود ندارد.	۱

امتحان شماره ۳	زیست شناسی (۳)	رشته: علوم تجربی	امتحان احتمالی نوبت دوم	زمان امتحان: ۹۰ دقیقه

ردیف		نمره
۱	**درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را به مشخص کنید.** الف) در بدن موش‌های آخرین آزمایش گریفیت، هر دو نوع باکتری پوشینه دار و بدون پوشینه دیده شدند. ب) در پروکاریوت‌ها شروع ترجمه یک mRNA ممکن است قبل از پایان رونویسی آن آغاز شود. پ) در صورت رابطه بارزیت ناقص بین دو دگره یک صفت، فردی با ژن‌نمود ناخالص، صفت هیچ‌یک از دو دگره را به‌طور کامل نشان نمی‌دهد. ت) افراد ناخالص برای کم‌خونی داسی شکل نسبت به مالاریا مقاوم‌اند. ث) گیرنده نهایی الکترون در زنجیره انتقال الکترون، آب است. ج) هر آنتن گیرنده نور ترکیبی از یک رنگیزه و انواعی از پروتئین است. چ) یاخته‌های کبد می‌توانند تکثیر شوند و به یاخته مجرای صفراوی تمایز پیدا کنند. ح) یادگیری با آزمون‌وخطا رفتاری از نوع شرطی شدن است.	۲
۲	**در هر یک از عبارت‌های زیر جای خالی را با کلمات مناسب کامل کنید.** الف) در نبود لاکتوز، با اتصال پروتئین مهارکننده به ..... از رونویسی جلوگیری می‌شود. ب) در مراحل مورولا و بلاستولا جایگاه‌های آغاز همانندسازی ..... است. پ) الل های فردی با ژنوتیپ AB مسئول ساخت دو نوع آنزیم برای افزودن دو نوع ..... متفاوت به غشای گویچه قرمز است. ت) درصورتی‌که در پدیده چلیپایی شدن، قطعات مبادله شده بین فام‌تن‌های همتا دارای ..... باشند، نوترکیبی و تنوع گامتی خواهیم داشت. ث) در فرآیند تنفس هوازی امکان تشکیل یون اکسید از ..... وجود دارد. ج) واکنش‌های چرخه کالوین وابسته به ATP و NADPH حاصل از ..... است. چ) در مهندسی ژنتیک قطعه‌ای از DNAی یک یاخته توسط ..... به یاخته‌ای دیگر انتقال می‌یابد. ح) اساس رفتار غریزی در همه افراد یک‌گونه یکسان است، زیرا ژنی و ..... است.	۲
۳	**برای کامل کردن هر یک از عبارت‌های زیر از بین کلمات داخل کمانک کلمه مناسب را انتخاب کنید.** الف) ژن‌های سازنده (رنای رناتنی - رنای ناقل) در یاخته‌های تازه تقسیم‌شده بسیار فعال‌اند. ب) پروتئین‌ها بسپارهایی (خطی - شاخه‌دار) از آمینواسیدها هستند. پ) فنیل کتونوری یک بیماری (بارز - نهفته) است. ت) ساختارهای (آنالوگ - همتا) نشان‌دهنده روش‌های مختلف سازش برای پاسخ به یک نیاز هستند. ث) باکتری‌های نیترات‌ساز که آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند از باکتری‌های (شمیوسنتزکننده- فتوسنتزکننده) هستند. چ) آغازیان نقش مهمی در تولید (ماده آلی از ماده معدنی - ماده معدنی از ماده آلی) دارند. چ) در زیست‌فناوری (کلاسیک - نوین) انتقال ژن از یک ریزاندامگان به ریزاندامگان دیگر آغاز شد. ح) در نظام (تک - چند) همسری، جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم مساوی دارند.	۲
۴	مزلسون و استال انتظار داشتند بعد از یک مرحله همانندسازی، در صورت حفاظتی بودن همانندسازی دنا در لوله‌آزمایش محلول سزیم کلرید چند نوار و در چه بخشی ایجاد شود؟	۰/۷۵
۵	دو مورد از تفاوت‌های بین DNA و RNA را بنویسید.	۱
۶	با توجه به‌توالی mRNA مقابل به سؤالات زیر پاسخ دهید. AUGUGUGCAUAACUU	۰/۷۵

پاسخنامه تشریحی آموزشی

فصل اول

الف)

۱- نادرست (این اتفاق قبل از شروع همانندسازی اتفاق می‌افتد)

۲- نادرست (درست است که در هر دو حالت نوکلئوتید سیتوزین دار قرارمی‌گیرد اما قند نوکلئوتید جدید در همانندسازی، دئوکسی ریبوز و در رونویسی، ریبوز خواهد بود.)

۳- نادرست ۴- درست

۵- درست ۶- نادرست

۷- درست (از وظایف پروتئین‌ها در بدن)

۸- نادرست (از یاخته‌ای به یاخته دیگر)

۹- نادرست (این کار توسط آنزیم‌های دیگری اتفاق می‌افتد. آنزیم هلیکاز مارپیچ دنا و دو رشته آن را از هم باز می‌کند)

۱۰- درست ۱۱- درست

۱۲- درست

۱۳- نادرست (دئوکسی ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد.)

۱۴- نادرست (در رنا (RNA) فقط یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی وجود دارد که ممکن است برخی از نوکئوتیدهای آن با دیگر نوکلئوتیدهای همان رشته پیوند هیدروژنی برقرار کنند.)

۱۵- نادرست (در هر دوراهی همانندسازی یک هلیکاز و دو دنابسپاراز مشاهده می‌شود.)

۱۶- نادرست (پروتئین‌ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی‌پپتیدها ساخته شده‌اند.)

۱۷- نادرست (هموگلوبین دارای ساختار نهایی چهارم است)

۱۸- درست ۱۹- درست

۲۰- درست ۲۱- نادرست (هموگلوبین)

۲۲- درست ۲۳- نادرست (در رنا اینگونه است)

۲۴- درست ۲۵- درست

۲۶- نادرست (ایوری و همکارانش ابتدا از عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین‌های موجود را تخریب کردند.)

۲۷- درست ۲۸- نادرست (همه ← اغلب)

۲۹- درست

۳۰- نادرست (مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش ماده را در واحد زمان به فراورده تبدیل کند.)

ب)

۳۱- غیر حفاظتی (پراکنده) ۳۲- دوم

۳۳- مارپیچ- دورشته ۳۴- پیوند پپتیدی

۳۵- گروه R ۳۶- دنابسپاراز (DNA پلی‌مراز)

۳۷- هیدروژنی ۳۸- دنا (DNA)

۳۹- کلاژن ۴۰- فسفودی‌استر

۴۱- پیش ماده ۴۲- رنا- پلی‌پپتید

۴۳- کوآنزیم ۴۴- بسپارازی (پلی‌مرازی)

۴۵- جایگاه فعال ۴۶- پورین

۴۷- فسفودی‌استر ۴۸- میوگلوبین

۴۹- فسفودی‌استر ۵۰- دنای حلقوی - سیتوپلاسم

۵۱- نوکلئازی- ویرایش ۵۲- اول

۵۳- ۶ و ۸ ۵۴- اول

۵۵- هلیکاز

پ)

۵۶- بیشتری (زیرا پیوندهای هیدروژنی بین C-G بیشتر از پیوندهای هیدروژنی بین A-T می‌باشد)

۵۷- نوکلئازی

۵۸- باز آلی (در ساختار قند، نیتروژن وجود ندارد)

۵۹- حلقوی ۶۰- پورین

۶۱- یک (ترکیب با فصل ۷) ۶۲- کمتر

۶۳- بازهای آلی ۶۴- بیشتری

۶۵- دنا بسپاراز (DNA پلی‌مراز) ۶۶- هیدروژنی

۶۷- تندتر ۶۸- پوشینه‌دار

۶۹- حلقوی ۷۰- مکمل

۷۱- مشابه- زیاد ۷۲- اشتراکی

۷۳- حفاظتی ۷۴- ساختار دوم

۷۵- کاهش

ث)