



## مقدمه مؤلف



### به نام خدا برای خدا

#### پیش گفتار

حُب! دانش آموزان عزیز، تبریک عرض می‌کنم ورودتون رو به سال دوازدهم و خوش آمد می‌گم حضورتون رو در کتاب ماجراهای من و درسام زیست‌شناسی (۳)؛ حالا دیگه پس از گذران ۱۱ سال تحصیلی، رسیدی به ایستگاه آخر یعنی سال سرنوشت‌ساز دوازدهم! آخه امسال مهم و سرنوشت‌سازه؛ هم از لحاظ کسب نمره بیست (۲۰) در درس بسیار تأثیرگذار زیست‌شناسی در امتحان نهایی پایان سال و هم از لحاظ کسب درصد بالاتر و به دست آوردن یکی از رتبه‌های برتر در کنکور سراسری.

از آن جایی که حضرت حافظ به رهروان طریق عشق و وصال الهی می‌فرماید:

«طی این مرحله، بی‌همری خضر مکن ظلمات است، بترس از خطر گمراهی»

بنده نیز به شما سفارش اکید می‌کنم که برای رسیدن به موفقیت در امتحان نهایی و کنکور سراسری، پیمودن این راه رو با راهنمایی‌های یک استاد کاربلد و مشاور پشتیبان با تجربه و دلسوز آغاز کنید.

البته ما هم در انتشارات خیلی سبز بیکار ننشستیم! خیلی زود دست به کار شدیم؛ همتی کردیم و به قدرت خدای قادر تونستیم برات یه کتابی تألیف کنیم «همه چی تموم!». یعنی این که با پرسش‌های متعدّدش در قالب‌های متنوع، تو رو برا امتحان نهایی، جوری آماده‌ت می‌کنه که دیگه چاره‌ای نداری جز این که «۲۰» بگیری!

زیرا کتاب حاضر با تکیه بر ۲۰ سال تجربه آموزش و تدریس بنده در مدارس شهر تهران و نیز تجربیات ارزشمند استادان برجسته زیست‌شناسی ایران (همکاران تألیف و ویراستاران علمی این کتاب) و صرف ماه‌ها تلاش مستمر و شبانه‌روزی تدوین شده است. امیدوارم که ان‌شاءالله دانش آموزان عزیز و نیز دبیران و استادان فرهیخته زیست‌شناسی هم آن را بیسندند.

«در بزم وصالش همه کس طالب دیدار تا یار که را خواهد و میلش به که باشد»

#### مدرسان گرامی و دانش آموزان عزیز

کتاب ماجراهای من و درسام - زیست‌شناسی ۳ پایه دوازدهم در قالب پنج بخش عمده طراحی و تألیف شده که به خدمتتون ارائه می‌گردد:

بخش آموزش (درس‌نامه)

بخش سنجش (پرسش‌نامه)

بخش پاسخ‌نامه

بخش چکیده فصل‌ها

بخش نمونه آزمون‌های نوبت اول و دوم

بخش آموزش (درس‌نامه)، در این بخش، تلاش زیادی کردم تا تمام مطالب آموزشی مهم و کاربردی کتاب درسی را به شیوه‌ای روان و آسان‌فهم، دسته‌بندی و ارائه کنم تا ابتدا در ذهن و حافظه کوتاه‌مدت شما تثبیت بشه و سپس در اثر تکرار، در حافظه بلندمدتتون به طور ثابت و ماندگار باقی بمونه!

ویژگی‌های مهم درس‌نامه: جهت تأکید بیشتر بر یادگیری یک مطلب آموزشی و یادآوری اهمیت آن، از آیکن‌های **یادآور مهم** و **نکته‌نویسی** و **یادمون باشه** در جاهای مختلف درس‌نامه استفاده کرده‌ایم.

جهت پوشش کامل موضوعات امتحانی، ضمن استخراج مطالب مهم آموزشی موجود در فعالیت‌های کتاب درسی، پاسخ به سؤالات فعالیت‌ها را نیز در کادرهای ویژه‌ای در متن درس‌نامه آورده‌ایم.

از ویژگی‌های منحصربه‌فرد درس‌نامه کتابمون آکه اولین بار در بین تمام کتاب‌های کمک آموزشی بازار، نظیرش رو در کتاب تألیفی سال گذشته‌ام یعنی کتاب ماجراهای زیست یازدهم دیدید! وجود کادرهای ویژه‌ای تحت عنوان **از شکل چی می‌فهمیم؟!** است که در آن تمام نکات مهم پنهان‌شده در تصاویر کتاب درسی رو براتون استخراج و جمع‌آوری کرده‌ایم.

آخرین ویژگی مهم بخش درس‌نامه هم وجود کادرهای نهایی‌نامه است که در آن‌ها انواع مشاوره‌های مربوط به امتحان نهایی رو می‌تونید ببینید.

بخش سنجش (پرسش نامه)، جهت تثبیت فرایند یاددهی و یادگیری و نیز بالابردن سطح توانایی و مهارت دانش آموزان پایه دوازدهم برای پاسخگویی صحیح و دقیق به انواع پرسش های امتحانی، پرسش نامه ای در ۶ قالب پرسشی طراحی و تدوین گردید:

۱) جای خالی ۲) عبارات های مرتبط ۳) درست - نادرست ۴) تصویری ۵) تشریحی ۶) دوگزینه ای

بخش پاسخ نامه، ارائه یک پاسخ نامه کاملاً تشریحی! برای تمامی پرسش های مطرح شده در ۶ قالب پرسشی در پایان هر فصل، تا دانش آموزان کوشا و درس خون بتونن صحت و سقم (نادرستی) پاسخ های داده شده خودشون به رو ارزیابی کنن و از میزان خطا و اشتباه های احتمالی شون مطلع بشن و آن را رفع کنن!

بخش چکیده فصل ها، این بخش هم، یکی دیگه از بخش های تک و منحصر به فرد کتابمون است که تا الان در هیچ کتاب کمک آموزشی دیگه ای (به جز کتاب های نظام قدیم تألیف شده توسط نگارنده) نظیر شو ندیده! و نمی بینید!! با سعی و تلاش فراون، همه نکات مهم آموزشی و مطالب امتحانی در قالبی نوین (به سبک نموداری)، دسته بندی و به محضر تون تقدیم شده است. شما می تونید در شب امتحانات کلاسی و نیز آزمون های پایانی نوبت اول و دوم با مطالعه و استفاده از این چکیده فصل ها، موفقیت 100 درصدی خود را برای کسب نمره 20 تضمین کنید.

بخش نمونه آزمون های نوبت اول و دوم، برای ارزیابی میزان یادگیری دانش آموزان ۲ نمونه آزمون آزمایشی نوبت اول و ۴ نمونه امتحان نهایی برای نوبت دوم، به ترتیب خرداد ۱۴۰۱، خرداد ۱۴۰۰، شهریور ۱۴۰۰ و دی ۱۴۰۰ طراحی و استخراج شده و در پایان کتاب به همراه کلید (راهنمای) تصحیح آورده شده است.

### پیشکش

«الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي جَعَلَنَا مِنَ الْمُتَمَسِّكِينَ بِوَلَايَةِ أَمِيرِ الْمُؤْمِنِينَ عَلِيِّ بْنِ أَبِي طَالِبٍ عَلَيْهِ السَّلَامُ»

این اثر و تحفه ناقابل را پیشکش می کنم به:



الگوی صبوری و تندیس استواری؛ مرحوم مغفور پدرم حاج روح الله راستی که در همین تابستان سال ۹۷ که مشغول تألیف کتاب حاضر بودم روح مطهرش به دریای غفران و رحمت و اوسع الهی پیوست. روحش شاد و یادش گرامی (با ذکر یک صلوات).

### واماتشکرو سپاس فراوان از:

برادران دکتر؛ کمیل و ابوذر نصری و آقای دکتر کوروش اسلامی و آقای مهدی هاشمی مدیران فهیم، مهربون و دوست داشتنی انتشارات خیلی سبز عزیز! که فرصت تألیف این اثر و خدمتگزاری بیشتر به جامعه آموزشی کشورم را به بنده داده اند.

جمعی از استادان فرهیخته زیست شناسی ایران که در تکمیل تألیف فصل های مختلف کتاب نقش مؤثر و به سزایی داشتن؛ اسامی شریفشون به ترتیب حجم مطالبی که ارائه کرده اند: آقای وحید صابری، آقای داریوش خاکسار بلداجی، آقای علی صدق آمیز و آقای حجت عبدی. [پس با افتخار عرض می کنم که دست همگی شون درد نکنه!]

خانم مریم موسویان و آقای محسن امیدمعمظم دو استاد تمام باتجربه، خوش نام و باسواد زیست شناسی ایران و آقای دکتر حسین ذبحی تفت و خانم مهدیه بیات که با وسواس و دقت فراوان ویراستاری علمی کتاب رو به اتمام رسوندند!

آقای محمد امیریان از شهر طبس سرفراز، استاد شریف و پرتلاش که با ویرایش علمی آزمون ها، به ما کمک زیادی کردند.

خانم زهرا جالینوس مسئول پروژه تألیف این کتاب که با پیگیری های ارزشمند و همراهی خویشان کتاب را به دستتون رسوندند.

تمام همکاران پرتلاش، نجیب و دلسوز واحد همیشه سبز تولید.

و در پایان از اون جایی که این کتاب هم، مثل کتاب های دیگه خالی از ایراد و اشکال نیست؛ لذا از خوانندگان و صاحب نظران ارجمند، صمیمانه خواهشمندم، پیشنهاد و نقدهای عالمانه خود را به نشانی ناشر و یا به نشانی ایمیل و تلگرام بنده (rastiborujeni@) ارسال و بنده را از راهنمایی های ارزشمند خویش بهره مند فرمایند.

ارائه نظرات و پیشنهادها به پیامک ۰۶۳۵۶۳۰۰۳

مطالب آموزشی منو دنبال کنید در: zistkade\_sabz\_ostadrasti

zistkadesabz\_ostadrasti

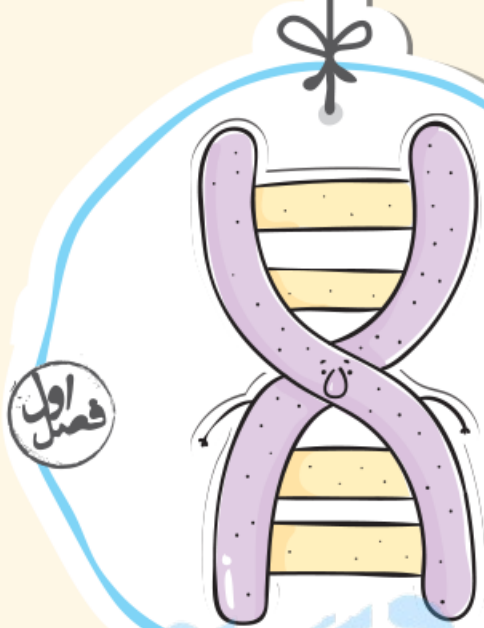
عباس راستی بروجنی

شهریورماه ۱۴۰۱

# فهرست

۱۲۹	گفتار ۲: اکسایش بیشتر	۷
۱۲۹	بازه آموزشی ۳: چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترون	۸
۱۳۴	بازه آموزشی ۴: مروری بر تنفس یاخته‌ای: تولیدی اقتصادی	۸
۱۳۷	گفتار ۳: زیستن مستقل از اکسیژن	۱۰
۱۳۷	بازه آموزشی ۵: انواع تخمیر (الکلی و لاکتیکی)	۱۵
۱۴۱	بازه آموزشی ۶: سلامت بدن: یادآکندها	۱۵
۱۵۰	<b>فصل ششم: از انرژی به ماده</b>	۱۵
۱۵۱	گفتار ۱: فتوسنتز، تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی	۱۹
۱۵۱	بازه آموزشی ۱: برگ، ساختار تخصص یافته برای فتوسنتز	۲۴
۱۵۶	گفتار ۲: واکنش های فتوسنتزی	۲۴
۱۵۶	بازه آموزشی ۲: واکنش های وابسته به نور	۲۹
۱۶۱	بازه آموزشی ۳: واکنش های مستقل از نور	۴۰
۱۶۴	گفتار ۳: فتوسنتز در شرایط دشوار	۴۱
۱۶۴	بازه آموزشی ۴: تنفس نوری و فتوسنتز در گیاهان C <sub>۴</sub>	۴۱
۱۶۸	بازه آموزشی ۵: گیاهان CAM و جانداران فتوسنتز کننده دیگر	۴۵
۱۸۰	<b>فصل هفتم: فناوری های نوین زیستی</b>	۴۵
۱۸۱	گفتار ۱: زیست فناوری و مهندسی ژنتیک	۴۹
۱۸۱	بازه آموزشی ۱: زیست فناوری و تاریخچه آن و مراحل تولید گیاه ترانژنی	۴۹
۱۸۳	بازه آموزشی ۲: مراحل مهندسی ژنتیک	۵۳
۱۸۹	گفتار ۲: فناوری مهندسی پروتئین و بافت	۵۹
۱۸۹	بازه آموزشی ۳: مهندسی پروتئین و افزایش پایداری آن ها	۵۹
۱۹۲	بازه آموزشی ۴: یاخته های بنیادی و مهندسی بافت	۷۲
۱۹۵	گفتار ۳: کاربردهای زیست فناوری	۷۳
۱۹۵	بازه آموزشی ۵: کاربرد زیست فناوری در کشاورزی و پزشکی	۷۳
۱۹۹	بازه آموزشی ۶: تولید واکسن و ژن درمانی	۷۸
۲۱۰	<b>فصل هشتم: رفتارهای جانوران</b>	۷۸
۲۱۱	گفتار ۱: اساس رفتار	۸۹
۲۱۱	بازه آموزشی ۱: رفتار غریزی - یادگیری و رفتار	۹۰
۲۱۵	بازه آموزشی ۲: سایر انواع یادگیری	۹۰
۲۱۹	گفتار ۲: انتخاب طبیعی و رفتار	۹۴
۲۱۹	بازه آموزشی ۳: پاسخ به چگونگی و چرایی یک رفتار - زادآوری	۹۸
۲۲۳	بازه آموزشی ۴: رفتارهای غذایی، قلمروخواهی و مهاجرت	۹۸
۲۲۷	گفتار ۳: ارتباط و زندگی گروهی	۹۸
۲۲۷	بازه آموزشی ۵: ارتباط بین جانوران و رفتار دگرخواهی	۱۰۶
۲۳۹	<b>چکیده فصل ها</b>	۱۰۶
۲۵۷	● امتحان شماره ۱: نیم سال اول	۱۰۹
۲۶۱	● امتحان شماره ۲: نیم سال اول	۱۲۱
۲۶۵	● امتحان شماره ۳: نهایی خرداد ۱۴۰۱	۱۲۲
۲۶۹	● امتحان شماره ۴: نهایی خرداد ۱۴۰۰	۱۲۲
۲۷۳	● امتحان شماره ۵: نهایی شهریور ۱۴۰۰	۱۲۲
۲۷۷	● امتحان شماره ۶: نهایی دی ۱۴۰۰	۱۲۵
	<b>فصل اول: مولکول های اطلاعاتی</b>	
	گفتار ۱: نوکلئیک اسیدها	
	بازه آموزشی ۱: آزمایش های گریفیت و نتایج آن	
	بازه آموزشی ۲: ساختار نوکلئیک اسیدها	
	گفتار ۲: همانندسازی DNA	
	بازه آموزشی ۳: طرح های پیشنهادی همانندسازی DNA و آزمایش مزلسون واستال	
	بازه آموزشی ۴: عوامل و مراحل همانندسازی	
	گفتار ۳: پروتئین ها	
	بازه آموزشی ۵: آمینواسیدها و سطوح ساختاری پروتئین ها	
	بازه آموزشی ۶: نقش پروتئین ها	
	<b>فصل دوم: جریان اطلاعات در یاخته</b>	
	گفتار ۱: رونویسی	
	بازه آموزشی ۱: نقش مولکول RNA و مراحل رونویسی	
	بازه آموزشی ۲: رونویسی یکی از دو رشته DNA و تغییرات RNAهای ساخته شده	
	گفتار ۲: به سوی پروتئین	
	بازه آموزشی ۳: فرایند ترجمه و عوامل لازم برای آن	
	بازه آموزشی ۴: مراحل ترجمه و محل و سرعت پروتئین سازی	
	گفتار ۳: تنظیم بیان ژن	
	بازه آموزشی ۵: انواع تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها	
	<b>فصل سوم: انتقال اطلاعات در نسل ها</b>	
	گفتار ۱: مفاهیم پایه	
	بازه آموزشی ۱: گروه های خونی (Rh و ABO) و الگوهای وراثتی	
	گفتار ۲: انواع صفات	
	بازه آموزشی ۲: انواع صفات وراثتی و چگونگی به ارث رسیدن آن ها	
	<b>فصل چهارم: تغییر در اطلاعات وراثتی</b>	
	گفتار ۱: تغییر در ماده وراثتی جانداران	
	بازه آموزشی ۱: جهش و انواع آن	
	بازه آموزشی ۲: جهش های بزرگ (ناهنجاری های کروموزومی) و پیامدهای آن	
	گفتار ۲: تغییر در جمعیت ها	
	بازه آموزشی ۳: تغییر در گذر زمان و عوامل خارج کننده جمعیت از تعادل	
	گفتار ۳: تغییر در گونه ها	
	بازه آموزشی ۴: شواهد تغییر گونه ها	
	بازه آموزشی ۵: گونه زایی	
	<b>فصل پنجم: از ماده به انرژی</b>	
	گفتار ۱: تأمین انرژی	
	بازه آموزشی ۱: تنفس یاخته ای و ATP مولکولی پُر انرژی	
	بازه آموزشی ۲: زیستن با اکسیژن و گلیکولیز	

# مولکول‌های اطلاعاتی



دروود بر دانش‌آموزان عزیز! تبریک می‌گم ورودتون رو به سال دوازدهم. سالی که به شما لقب کنکوری می‌دن!

می‌دونم و البته امیدوارم که شیرینی حس سال آخر و بزرگ مدرسه‌بودن بچریه به سختی سپری شدن ۱۱ سال گذشته و شیرینی رفتن به دانشگاه هم پایانی باشه بر تمام تلاش‌ها و سختی‌های سپری کردن این یک سال (مگه نه؟!)

با توجه به این‌که آخر امسال ماجراهای من و درسام برای شما تموم می‌شه (بگو ان‌شاءالله) و از سال دیگه ماجراهای من و دانشگاه، من و خوابگام، من و استادام و من و انتخاب واحد و ... شروع می‌شه سعی کردیم تو این کتاب حسایی براتون بترکونیم!! و اساساً شما رو آماده کنیم هم واسه امتحان نهایی و هم واسه کنکور.

خب بریم سراغ معرفی فصل اول کتاب، یعنی مولکول‌های اطلاعاتی!

گفتار ۱ این فصل با آزمایش‌های اولیه‌ای که منجر به کشف نوکلئیک‌اسیدها شد، شروع می‌شه. سپس در مورد ساختار و واحدهای سازنده نوکلئیک‌اسیدها کسب فیض می‌کنیم و در ادامه چگونگی انجام و شرح آزمایش‌هایی که منجر به کشف ساختار DNA شد رو می‌خونیم. در آخر گفتار نیز با انواع RNA، تعریف ژن و نقش‌های دیگری که نوکلئوتیدها دارن آشنا می‌شیم.

گفتار ۲ در مورد همانندسازی DNA است. در ابتدای گفتار با طرح‌های پیشنهادی و آزمایش مربوط به تأییدشدن طرح نهایی آشنا می‌شیم. در ادامه در مورد عوامل و مواد لازم برای همانندسازی صحبت می‌شه و در پایان هم تفاوت‌های همانندسازی در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها را می‌آموزیم.

گفتار ۳ در مورد مولکول‌هایی است که درون یاخته یه جواری همه‌کاره‌اند، آفرین به تو! درست حدس زدی، منظورم پروتئین‌هاست.

ابتدا با ساختار آمینواسیدها و البته سطوح ساختاری پروتئین‌ها آشنا می‌شیم. سپس نقش این همه‌کاره‌ها رو بررسی کرده و در پایان هم یکی از مهم‌ترین نقش‌های این همه‌کاره‌ها که نقش آنزیمی است رو یاد می‌گیریم.

این فصل خیلی مهمه و یه جورایی زیربنای مطالب آموزشی فصل ۲ و ۳ و حتی ۴ است، پس باید اونو با دقت خیلی زیادی بفونیش و سعی کنی همه مطالبش رو خوب بفهمی، ما هم برات تو بخش پرسش‌نامه‌ها یه عالمه پرسش‌های مفهومی توپ طرح کردیم تا با پاسخ‌دادن به این پرسش‌ها، مطالب آموزشی این فصل خوب خوب واست جا بیفته!



◀ در شکل روبه‌رو گویچه قرمز سمت راست متعلق به خون فردی است که دچار نوعی بیماری ارثی به نام کم‌خونی داسی شکل شده است.

این بیماری به علت نوعی تغییر ژنی است که موجب تغییر پروتئین هموگلوبین حاصل از آن ژن تغییر یافته می‌شود

◀ شکل گویچه قرمز از حالت گرد (کروی) به داسی شکل تغییر می‌کند.

◀ البته این تغییر ژنی بسیار جزئی بوده و در آن فقط یک جفت از صدها جفت نوکلئوتید مولکول DNA در افراد بیمار تغییر می‌یابد.

◀ کم‌خونی داسی شکل به نوعی، رابطه بین ژن و پروتئین را نشان می‌دهد.

◀ بعضی از ژن‌ها مانند ژن سازنده هموگلوبین فقط در گویچه‌های قرمز نابالغ (یعنی هسته‌دار!) بروز می‌کنند و در یاخته‌های دیگر مثل بافت پوششی پوست بروز نمی‌کنند!

## بازۀ آموزشی ۱

## گفتار رونویسی

◀ دانستیم که واحدهای سازنده مولکول‌های DNA و پلی‌پپتید به ترتیب نوکلئوتید و آمینواسید هستند.

از آن جایی که دستورالعمل ساخت پلی‌پپتیدها در مولکول DNA قرار دارد ◀ باید بین نوکلئوتیدهای ژن (DNA) و آمینواسیدهای پلی‌پپتید تولیدشده، ارتباطی وجود داشته باشد.

## DNA چگونه نوع آمینواسیدهای پلی‌پپتید را تعیین می‌کند؟

◀ دانستیم که هر مولکول DNA دارای ۴ نوع نوکلئوتید است که فقط در نوع بازهای آلی تفاوت دارند؛ ولی پلی‌پپتیدها از ۲۰ نوع آمینواسید تشکیل می‌شوند.

◀ از آن جایی که هر توالی ۳ تایی از نوکلئوتیدهای DNA (ژن)، بیانگر نوعی آمینواسید است ◀ با ۴ نوع نوکلئوتید به کار رفته در DNA، ۶۴ توالی ۳ نوکلئوتیدی مختلف ایجاد می‌شود که می‌توانند رمز ساخت پلی‌پپتیدهایی با ۲۰ نوع آمینواسید را داشته باشند.

**مثال:** توالی سه نوکلئوتیدی TCA ◀ آمینواسید سرین / توالی TTT ◀ آمینواسید لیزین / توالی TTG ◀ آمینواسید اسپاراژین

**تعریف رمز:** به هر یک از مجموعه توالی‌های سه نوکلئوتیدی در مولکول DNA می‌گویند که برای ذخیره یا انتقال اطلاعات وراثتی استفاده می‌شود؛ مثل حروف الفبای فارسی.

◀ **یادگیری مهم:** با توجه به تعداد رمزها (۶۴ حالت) و تعداد آمینواسیدها (۲۰ نوع) مشخص است که برخی آمینواسیدها می‌توانند بیش از یک نوع رمز داشته باشند.

## نقش مولکول RNA (رنا)، به عنوان میانجی

◀ پلی‌پپتیدها براساس اطلاعات DNA و توسط ریبوزوم‌ها در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند ◀ چون در یاخته‌های دارای هسته، ریبوزوم‌ها درون هسته قرار ندارند ◀ فرایند ساخت پلی‌پپتید در هسته انجام نمی‌شود! هم‌چنین با توجه به نقش اساسی DNA برای ساخت پلی‌پپتیدها، DNA هم از جایگاه اصلی خود یعنی هسته، خارج نمی‌شود!!

**پرسش خوب!** دستورات DNA (ژن) برای ساخت پروتئین، چگونه از هسته به بیرون هسته (یعنی سیتوپلاسم) منتقل می‌شود؟

**پاسخ بهتر!!** توسط مولکول RNA؛ خوبه بدونیم که انواع RNAهای موجود در یاخته، در پروتئین‌سازی نقش دارن!

**تعریف رونویسی:** به ساخته شدن مولکول RNA از روی بخشی از یک رشته DNA، رونویسی می‌گویند.

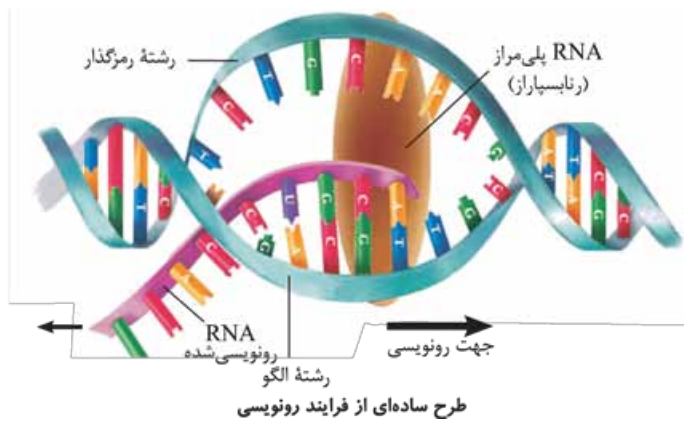
**نکته تئوری:** انواع RNAهای موجود در یاخته، طی فرایند رونویسی از روی مولکول DNA ساخته می‌شوند.

◀ اساس فرایند رونویسی شبیه فرایند همانندسازی DNA است. به طوری که در رونویسی مانند همانندسازی، با توجه به نوکلئوتیدهای رشته DNA، نوکلئوتیدهای مکمل در زنجیره RNA قرار گرفته و به هم متصل می‌شوند.

◀ برخلاف همانندسازی که در هر چرخه یاخته‌ای، فقط یک بار انجام می‌شود، رونویسی یک ژن (بخشی از DNA) می‌تواند بارها انجام شود و چندین رشته RNA ساخته شود.

◀ از تفاوت‌های دیگر دو فرایند رونویسی و همانندسازی می‌توان به این موارد اشاره کرد که: در همانندسازی، از روی هر ۲ رشته DNA، همانندسازی انجام می‌شود در حالی که رونویسی، فقط از روی یکی از ۲ رشته DNA (دنا) صورت می‌گیرد. هم‌چنین می‌توان گفت محصول فرایند همانندسازی، باز هم مولکولی از جنس DNA (دنا) است ولی محصول فرایند رونویسی، مولکولی از جنس نوکلئیک اسید دیگر یعنی RNA (رنا) است.

**از شکل چی می فهمیم؟!**



- ۱ در هنگام رونویسی، پیوندهای هیدروژنی بین رنا و رشته الگو در جهت رونویسی تشکیل شده و در همان جهت شکسته می شود.
- ۲ پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته الگو و رمزگذار دنا در جهت رونویسی شکسته شده و در همان جهت مجدداً تشکیل می شود.
- ۳ حباب رونویسی مانند حباب همانندسازی ایجاد می شود ولی فقط از یک رشته به عنوان الگو استفاده می شود. RNA پلی مرزی ساخته شده به تدریج از حباب رونویسی خارج می شود.

**آنزیم های ویژه ای رونویسی را تسهیل می کنند**



فرایند رونویسی توسط آنزیم هایی با نام کلی RNA پلی مرز (رنابسپاراز) انجام می شود. در پروکاریوت ها، یک نوع RNA پلی مرز در ساخت انواع RNA نقش دارد ولی در یوکاریوت ها، انواعی از RNA پلی مرز، در ساخت RNA های مختلف نقش دارند!



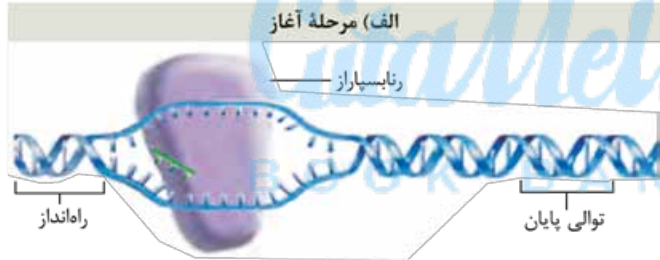
- انواع و نقش RNA پلی مرزهای یوکاریوتی**
- الف) RNA پلی مرز ۱ نقش ساخت RNA ریبوزومی (rRNA)
  - ب) RNA پلی مرز ۲ نقش ساخت RNA پیک (mRNA)
  - پ) RNA پلی مرز ۳ نقش ساخت RNA ناقل (tRNA)

انواعی از RNA در یاخته

**مراحل رونویسی**

رونویسی همانند تقسیم های میتوز و میوز، فرایندی پیوسته است ولی برای سادگی موضوع و آموزش بهتر! آن را به سه مرحله آغاز، طول شدن و پایان تقسیم می کنند. در این مراحل آنزیم رنابسپاراز، عمل رونویسی را از بخشی از یک رشته DNA انجام می دهد.

**مرحله آغاز**



در این مرحله، رنابسپاراز به مولکول DNA (دنا) متصل شده و با شکستن پیوندهای هیدروژنی بین بازهای مکمل، دو رشته آن را از هم باز می کند.

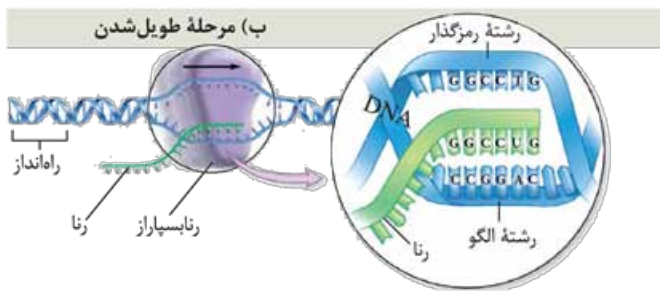
**تعریف راه انداز:** به منظور شروع رونویسی ژن از محل صحیح خود، توالی های نوکلئوتیدی ویژه ای به نام راه انداز بر روی DNA (دنا) وجود دارد که RNA پلی مرز، آن را شناسایی می کند.

**نقش راه انداز:** توالی راه انداز، موجب می شود RNA پلی مرز (رنابسپاراز) اولین نوکلئوتید مناسب را به طور دقیق پیدا کرده و رونویسی را از آن جا آغاز کند.

- در این هنگام، توسط رنابسپاراز بخش کوچکی از مولکول DNA باز شده و زنجیره کوتاهی از RNA ساخته می شود.
- آنزیم RNA پلی مرز در اثر عملکرد خود، با توجه به نوع نوکلئوتید رشته الگوی دنا، نوکلئوتید مکملش را در برابر آن قرار می دهد و سپس این نوکلئوتید را به نوکلئوتید قبلی رشته RNA متصل می کند.

**نکته تئوری:** در فرایند رونویسی، نوکلئوتید یوراسیل دار RNA به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین دار DNA قرار می گیرد.

**مرحله طول شدن**



در این مرحله، RNA پلی مرز ساخت زنجیره RNA را ادامه می دهد تا این که RNA طولی می شود.

هم چنان که مولکول رنابسپاراز پیش می رود، ۲ رشته دنا در جلوی آن باز و چندین نوکلئوتید عقب تر، رشته رنا از دنا جدا شده و ۲ رشته دنا مجدداً به هم می پیوندند.

**از شکل چی می فهمیم؟!**

- ۱ در محدوده قرارگیری RNA پلی مرز ریبونوکلئوتید و نیز دئوکسی ریبونوکلئوتید مشاهده می شود که تعداد دئوکسی ریبونوکلئوتید دو برابر ریبونوکلئوتیدها است. طبق این شکل، اندازه آنزیم RNA پلی مرز (رنابسپاراز) از عرض مولکول دورشته ای DNA بیشتر است.
- ۲ طبق این شکل، توالی راه انداز رونویسی نمی شود.



هر آنزیم در یک pH ویژه، بهترین فعالیت را دارد که به آن، pH بهینه می‌گویند.

**مثال** pH بهینهٔ پپسین، حدود ۲ است در حالی که آنزیم‌هایی که از لوزالمعده به رودهٔ باریک وارد می‌شوند، pH بهینه‌ای در حدود ۸ دارند. تغییر pH با تأثیر بر پیوندهای شیمیایی مولکول پروتئین می‌تواند باعث تغییر شکل آنزیم شده و امکان اتصال آن به پیش‌ماده از بین می‌رود. میزان فعالیت آنزیم تغییر می‌کند.

**دما:** آنزیم‌های بدن انسان در دمای (°C) ۳۷ بهترین فعالیت خود را دارند. این آنزیم‌ها در دمای بالاتر ممکن است شکل غیرطبیعی یا برگشت‌ناپذیر پیدا کرده و غیرفعال شوند.

**نکته مهم** آنزیم‌هایی که در دمای پایین غیرفعال می‌شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می‌توانند به حالت فعال برگردند!

### فعالیت ۱

الف) گفته می‌شود تب بالا خطرناک است، بین این مسئله و آنزیم‌ها چه ارتباطی می‌بینید؟  
ب) با توجه به به تأثیر متفاوت دمای کم و زیاد روی آنزیم‌ها، از این ویژگی آنزیم‌ها در آزمایشگاه‌ها چگونه می‌توان استفاده کرد؟  
**پاسخ:** تب بالا (بالاتر از ۴۰ درجه) ممکن است موجب تغییر در شکل و ساختار آنزیم‌ها شود و آنزیم‌ها را غیرفعال کند بنابراین عملکرد آن‌ها در سلول و بدن جاندار، مختل می‌شود. عمل نکردن آنزیم‌ها ممکن است باعث غیرفعال شدن دستگاه‌های بدن و حتی مرگ شود.  
برای غیرفعال کردن دائمی آنزیم‌ها از دمای بالا استفاده می‌شود، ولی برای غیرفعال کردن موقتی و برگشت‌پذیر آن‌ها از دمای پایین استفاده می‌کنند.

**غلظت آنزیم و پیش‌ماده:** مقدار بسیار کمی از آنزیم، کافی است تا بتواند مقدار زیادی از پیش‌ماده را در واحد زمان به فرآورده تبدیل کند. اگر مقدار آنزیم زیادتر شود تولید فرآورده در واحد زمان نیز افزایش می‌یابد.

افزایش غلظت پیش‌ماده در محیطی که آنزیم وجود دارد نیز می‌تواند تا حدی باعث افزایش سرعت شود، ولی این افزایش فقط تا زمان اشغال شدن تمام جایگاه‌های فعال آنزیم‌ها با پیش‌ماده ادامه می‌یابد.

**نکته مهم** هنگامی که تمام جایگاه‌های فعال آنزیم‌ها با پیش‌ماده اشغال می‌شوند سرعت انجام واکنش ثابت می‌ماند.

### نهایی نامه

نهایی‌کاران نستوه؛ فدای قوت!  
هالا که تا پایان این فصل گام‌به‌گام با من به پیش اومدی؛ می‌فوام ۴ بخت بگم سال‌ها تجربه کاری به ما نشون می‌ده که نمونه‌سؤال‌های امتحانی تألیفی ما، بسیار بسیار مشابه سؤال‌های امتحان نهاییه! (ما که این کتاب رو در تابستان سال ۹۷ تألیف و چاپ کردیم و اولین امتحان نهایی کشوری در دی ماه ۹۷ برگزار شد! 🙄)  
قشایوت با خودتون!  
هالا کی از رودست کی ابتدا «همانندسازی» و سپس «رونویسی» کرده؟ فدای عالمه!  
ولی این موضوع فیلی برات مهم نباشه! مهم اینه که تو با درست حل کردن سؤالات تألیفی و پاسگلویی صددرصدی به اونا می‌تونی فقط (نمره کامل ۲۰) رو به دست بیاری! پس این گوی و این میدون ...  
بنابراین در این بازهٔ آموزشی از یادگیری مفهومی و کامل مباحث «انواع و نقش پروتئین‌ها»، «انواع و ساختار آنزیم‌ها» و «عملکرد اقتصادی آنزیم‌ها و عوامل مؤثر بر آن‌ها» غافل نشو!! 🙄

## سؤال‌های امتحانی

### پرسش‌های جای خالی

- ۲۱۹- انقباض ماهیچه‌ها ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین بر روی یکدیگر یعنی ..... و ..... است.
- ۲۲۰- پروتئین‌هایی مثل ..... در بافت پیوندی، از بخش‌های مختلف بدن حفاظت می‌کنند.
- ۲۲۱- زردپی‌هایی که ماهیچهٔ دو سر بازو را به استخوان‌ها وصل می‌کنند مقدار فراوانی از پروتئین ..... دارند.
- ۲۲۲- هورمونی که نقش مؤثری در زایمان دارد از جنس ..... است.
- ۲۲۳- واکنش‌های شیمیایی در صورتی انجام می‌شوند که ..... کافی برای انجام آن‌ها وجود داشته باشد.
- ۲۲۴- آنزیم‌ها در ساختار خود بخشی به نام ..... دارند.
- ۲۲۵- بعضی آنزیم‌ها برای فعالیت به یون‌های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین‌ها نیاز دارند که به این مواد ..... می‌گویند.  
(نهایی فرداد ۹۸)

۲۲۶- هر آنزیم در یک pH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن ..... می‌گویند.

۲۲۷- هر آنزیم روی یک یا چند ..... خاص مؤثر است.

۴۱- چند مورد از عبارتهای زیر در مورد سبزدیسه درست است؟  
 الف) غشای خارجی سبزدیسه همانند غشای داخلی فاقد چین خوردگی است.  
 ب) بستره سبزدیسه‌های گیاه گونرا حاوی DNA است.  
 پ) تعداد تیلاکوئید در مجموعه‌های تیلاکوئیدی می‌تواند متفاوت باشد.

۱)  ۲)  ۳)

۴۲- سبزینه‌های a و b و کاروتنوئیدها، کدام نور را به طور مشترک، بیشتر جذب می‌کنند؟

۱) قرمز  ۲) آبی

۴۳- همه یاخته‌های .....  
 ۱) فتوسنتز کننده، اندامک دارند  ۲) فتوسنتز کننده، رنگیزه دارند

۴۴- چند مورد از عبارتهای زیر، جمله‌ی مقابل را به درستی کامل می‌کند؟ «در گیاهان هر ..... است.»

الف) پلاستی، حاوی رنگیزه (ب) رنگیزه‌ای، در پلاست (پ) کاروتنوئیدی در سبزدیسه (ت) سبزدیسه‌ای، حاوی کاروتنوئید

۱)  ۲)  ۳)

۴۵- در گیاه گوجه‌فرنگی .....  
 ۱) هر یاخته میانبرگ حاوی سبزدیسه بوده و فتوسنتز انجام می‌دهد  ۲) هر یاخته‌ای که فتوسنتز انجام می‌دهد، بخشی از میانبرگ است

۴۶- کدام گزینه توضیح مناسبی برای P۷۰۰ است؟

۱) همان فتوسیستم ۱ است.  ۲) نوعی رنگیزه فتوسنتزی است.

## بازه آموزشی ۲

### گفتار ۲ واکنش‌های فتوسنتزی

واکنش‌های فتوسنتزی در ۲ گروه واکنش‌های وابسته به نور و مستقل از نور انجام می‌شوند که در ادامه به بررسی و مطالعه این دو نوع واکنش می‌پردازیم.

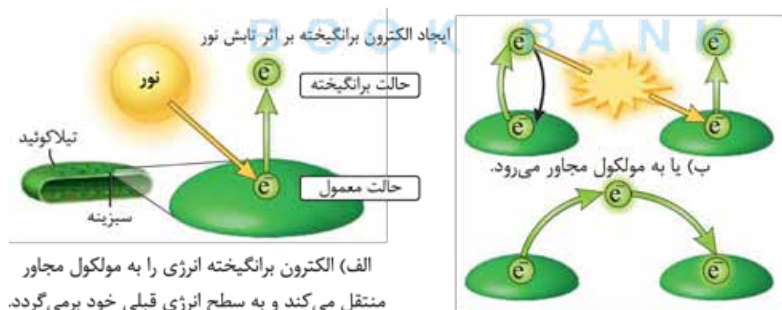
### واکنش‌های وابسته به نور: واکنش‌های تیلاکوئیدی

**تعریف الکترون برانگیخته:** در اثر تابش نور به مولکول رنگیزه، الکترون آن انرژی می‌گیرد (پرانرژی می‌شود) و از مدار خود خارج شده و به تراز انرژی بالاتر می‌رود. به چنین الکترونی، الکترون برانگیخته می‌گویند.

الکترون برانگیخته و پُرانرژی ممکن است با دادن انرژی خود به مولکول رنگیزه مجاور (بعدی)، به مدار خود برگردد یا از رنگیزه خارج شده و توسط رنگیزه یا مولکولی دیگر گرفته شود.

#### از شکل‌چی می‌فهمیم؟

- کلروفیل در غشای تیلاکوئید وجود دارد.
- الکترون برانگیخته در یک تیلاکوئید به تیلاکوئید دیگری نمی‌رود.
- انرژی نورانی خورشید به انرژی موجود در الکترون برانگیخته تبدیل می‌شود.
- الکترون می‌تواند در سبزینه‌های موجود در یک تیلاکوئید جابه‌جا گردد.



الف) الکترون برانگیخته انرژی را به مولکول مجاور منتقل می‌کند و به سطح انرژی قبلی خود برمی‌گردد.

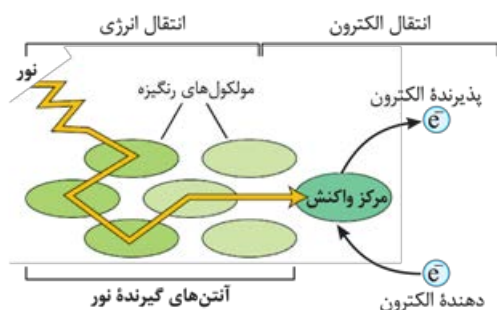
ب) ایجاد الکترون برانگیخته و سرانجام آن

### چگونگی عملکرد زنجیره انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید

در فرایند فتوسنتز، انرژی الکترون‌های برانگیخته در رنگیزه‌های موجود در آنتن‌های گیرنده نور، از رنگیزه‌ای به رنگیزه دیگر منتقل شده و در نهایت به سبزینه a در مرکز واکنش می‌رود. موجب ایجاد الکترون برانگیخته در سبزینه a می‌شود. در این هنگام، الکترون برانگیخته از کلروفیل a خارج می‌شود.

#### از شکل‌چی می‌فهمیم؟

- رنگیزه‌های متعدد در مجموعه آنتن وجود دارند. الکترون‌های از دست رفته در یک سبزینه باید با الکترون‌های جدید جایگزین گردند.
- انتقال انرژی به مرکز واکنش باعث خروج الکترون از مرکز و انتقال آن به پذیرنده الکترون می‌شود.



انتقال انرژی به مرکز واکنش و خروج الکترون از آن



◀ **الکترون برانگیخته شده** از فتوسیستم ۲، بعد از عبور از زنجیره انتقال الکترون به مرکز واکنش در فتوسیستم ۱ می‌رود. هم‌چنین الکترون برانگیخته از فتوسیستم ۱ در نهایت به مولکول  $NADP^+$  (بخوانید ان. ای. دی. پی مثبت) می‌رسد.

🔗 **یادگیری مهم:** دو نوع زنجیره انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید وجود دارد: ۱) زنجیره بین فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱ ۲) زنجیره بین فتوسیستم ۱ و  $NADP^+$ .

◀  $NADP^+$  با گرفتن دو الکترون، بار منفی پیدا می‌کند  $\leftarrow$  با ایجاد پیوند شیمیایی با یک پروتون ( $H^+$ ) به مولکول  $NADPH$  (ان. ای. دی. پی. اچ) تبدیل می‌شود.



### واکنش تشکیل $NADPH$

🔗 **خوبه بدونیم!** نام واژه  $NADP$  مخفف نام ترکیب شیمیایی

Nicotinamid Adenine Dinucleotide Phosphate = نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات، است.

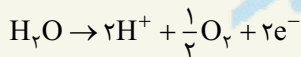
◀ با توجه به شکل زیر درمی‌یابیم الکترونی که از سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ می‌آید، کمبود الکترون سبزینه a در فتوسیستم ۱ را جبران می‌کند. اکنون برای پاسخ به این پرسش که کمبود الکترون سبزینه a در فتوسیستم ۲ چگونه جبران می‌شود؟! به مطالبی که در ادامه می‌آید، توجه کنید.

### تجزیه نوری آب

◀ با توجه به تصویر صفحه بعدی درمی‌یابیم که مولکول‌های آب ( $H_2O$ ) تجزیه شده و الکترون‌های حاصل از آن به فتوسیستم ۲ می‌روند  $\leftarrow$  مولکول آب و تجزیه آن، الکترون‌های مورد نیاز این فتوسیستم را تأمین می‌کند.

🔗 **تعریف تجزیه نوری آب:** از آنجایی که وجود نور، علت تجزیه آب در فتوسیستم ۲ است و در نبود نور، این تجزیه اتفاق نمی‌افتد، بنابراین به این واکنش، تجزیه نوری آب می‌گویند.

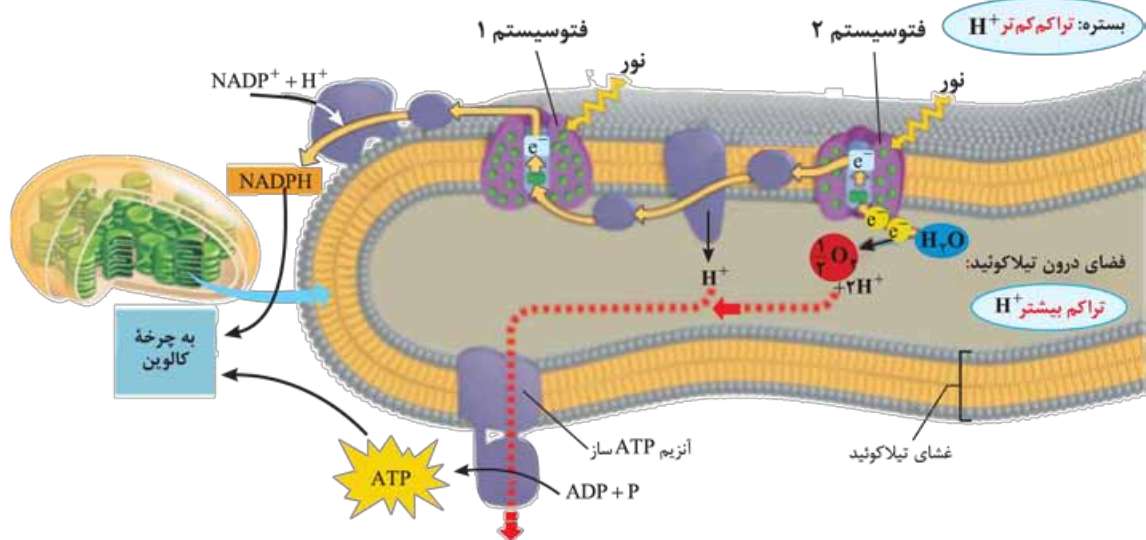
◀ از واکنش زیر، که انجام تجزیه نوری آب را در فتوسیستم ۲ و در سطح غشای داخلی تیلاکوئید نشان می‌دهند، نتیجه می‌گیریم که الکترون، پروتون و اکسیژن، فرآورده‌های حاصل از تجزیه آب است.



◀ بنابراین الکترون‌های تولیدشده حاصل از تجزیه آب، کمبود الکترونی سبزینه (کلروفیل) a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ را جبران می‌کنند و پروتون ( $H^+$ )‌های ایجادشده، در فضای درون تیلاکوئیدها تجمع می‌یابند.

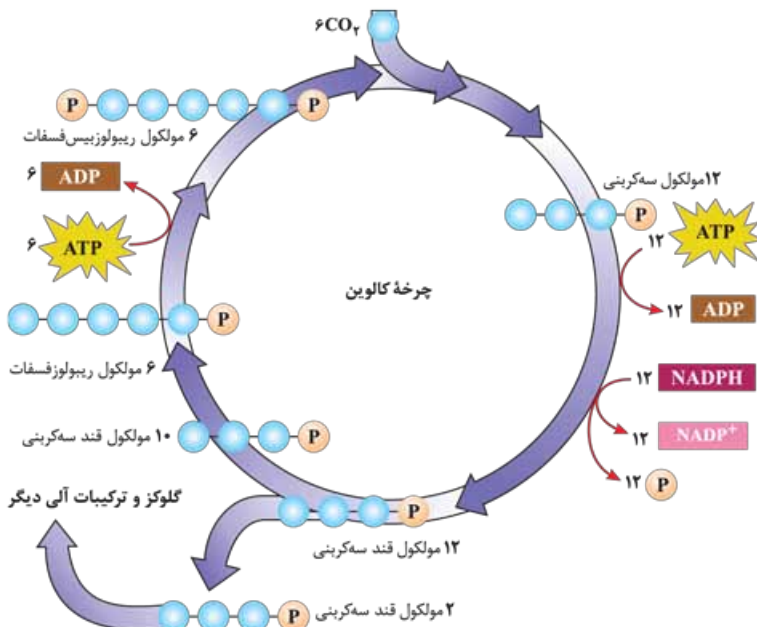
### از شکل‌چی می‌فهمیم؟

۱) سطح انرژی الکترون‌های جداشده از  $P680$  (فتوسیستم ۲) تا رسیدن به  $P700$  (فتوسیستم ۱) پایین می‌آید. ۲) زنجیره انتقال الکترون از فتوسیستم ۲ به فتوسیستم ۱، نسبت به زنجیره انتقال الکترون از فتوسیستم ۱ به  $NADP^+$  بلندتر است. ۳) تولید  $H^+$  در فضای تیلاکوئید توسط فتوسیستم ۲ است. ۴) اجزای زنجیره انتقال الکترون از فتوسیستم ۲ به فتوسیستم ۱ در بین فسفولیپیدهای غشای تیلاکوئیدها و چسبیده به سطح داخلی آن‌ها است. ۵) علاوه بر یون‌های هیدروژن حاصل از تجزیه آب پمپ پروتئینی (بزرگ‌ترین جزء زنجیره انتقال الکترون بین فتوسیستم‌های ۱ و ۲) نیز،  $H^+$ ‌ها را به درون تیلاکوئید پمپ می‌کند. ۶) خروج  $H^+$  از فضای درون تیلاکوئید به بستره همراه با تولید ATP است.



طرحی از فتوسیستم‌ها و انتقال الکترون در واکنش‌های نوری

## از شکل چی می‌فهمیم؟



۱ هر مولکول ریبولوز بیس فسفات دارای دو گروه فسفات در دو سر خود می‌باشد. ۲ پس از ترکیب  $\text{CO}_2$  با ریبولوز بیس فسفات و تشکیل قند ۶ کربنی ناپایدار، ابتدا اسید سه‌کربنی و سپس قند سه‌کربنی ایجاد می‌شود که هر قند سه‌کربنی یک گروه فسفات دارد. ۳ برای تبدیل هر اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی یک مولکول ATP و یک NADPH مصرف می‌شود. ۴ تعدادی از قندهای سه‌کربنی از چرخه کالوین به منظور تولید گلوکز خارج شده و بقیه آن‌ها برای بازسازی ریبولوز بیس فسفات در چرخه می‌مانند. ۵ قندهای سه‌کربنی که به منظور بازسازی ریبولوز بیس فسفات استفاده می‌شوند یک گروه فسفات دارند. ۶ هر مولکول ریبولوز فسفات تولید شده یک گروه فسفات داشته که به ازای مصرف یک ATP برای آن به ریبولوز بیس فسفات تبدیل می‌شود. ۷ در طول یک چرخه کالوین در مجموع

ATP ۱۸ و NADPH ۱۲ مصرف می‌شود تا یک مولکول گلوکز ۶ کربنی به وجود آید. ۸ ADP تولید شده در چرخه کالوین و همچنین  $\text{NADP}^+$  تولیدی در بستره، مجدداً مورد استفاده قرار می‌گیرند. ۹ در چرخه کالوین مواد مصرفی شامل  $\text{CO}_2$ ، ATP و NADPH، ریبولوز بیس فسفات بوده و مواد تولیدی شامل  $\text{NADP}^+$  و ADP، قندهای سه‌کربنی یک‌فسفاته و ریبولوز بیس فسفات و فسفات است. ۱۰ در طی یک چرخه کالوین ۱۸ مولکول ATP تجزیه می‌شود ولی تعداد فسفات آزاد شده ۱۲ عدد است (زیرا ۶ فسفات از آن‌ها برای تبدیل ۶ مولکول ریبولوز فسفات به ریبولوز بیس فسفات برداشت می‌شوند).

◀ اگرچه واکنش‌های چرخه کالوین، مستقل از نور انجام می‌شوند، اما با توجه به تصویر، انجام این واکنش‌ها، وابسته به وجود ATP و NADPH حاصل از واکنش‌های نوری (وابسته به نور) است.

**تعریف تثبیت کربن:** به فرایندی می‌گویند که طی آن، با استفاده از  $\text{CO}_2$ ، ترکیب‌های آلی ساخته می‌شوند، مانند چرخه کالوین.

**تعریف گیاهان  $\text{C}_3$ :** از آن جایی که اولین ماده آلی پایدار ساخته شده در چرخه کالوین، ترکیبی سه‌کربنی است در نتیجه به گیاهانی که تثبیت کربن در آن‌ها فقط با چرخه کالوین انجام می‌شود، گیاهان  $\text{C}_3$  می‌گویند.

◀ اگرچه انواع دیگری از تثبیت کربن، در طول حیات گیاهان روی کره زمین رخ داده است ولی اکثر گیاهان، از نوع گیاهان  $\text{C}_3$  هستند.

## اثر محیط بر فتوسنتز

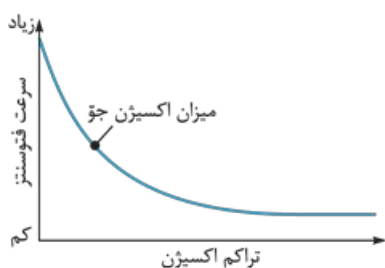
◀ بدیهی است که فرایندی مانند فتوسنتز تحت تأثیر عوامل محیطی مختلف باشد!

- عوامل محیطی مؤثر بر فرایند فتوسنتز
- ۱ نور: مشاهدات نشان می‌دهد که طول موج نور، شدت و مدت زمان تابش نور بر فتوسنتز اثر می‌گذارد.
  - ۲ میزان  $\text{CO}_2$  (کربن دی‌اکسید)
  - ۳ میزان  $\text{O}_2$  (اکسیژن)

۴ دما: می‌دانیم که فتوسنتز فرایندی آنزیمی است و بیشترین فعالیت آنزیم‌ها در گستره دمایی خاص انجام می‌شود. عامل دما نیز بر فتوسنتز اثر می‌گذارد.

## فعالیت ۴

در گفتار بعد خواهیم دید که میزان اکسیژن نیز بر فتوسنتز اثر دارد. نمودار روبرو تأثیر میزان اکسیژن بر میزان فتوسنتز گیاهی  $\text{C}_3$  را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، ارتباط بین میزان اکسیژن و فتوسنتز این گیاه را توضیح دهید.



**پاسخ:** مشاهده می‌شود که در اثر افزایش تراکم مولکول‌های  $\text{O}_2$  (اکسیژن)، سرعت انجام فتوسنتز به شدت کاهش می‌یابد، پس بین این دو، رابطه عکس وجود دارد یعنی هر چه قدر تراکم اکسیژن موجود در جو زیاد شود سرعت فتوسنتز کم می‌شود، زیرا به علت افزایش فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو در حضور تراکم زیاد اکسیژن، تنفس نوری اتفاق می‌افتد (توضیح بیشتر در گفتار بعدی)، تا جایی که با وقوع تنفس نوری در حداکثر ظرفیت آنزیم‌های روبیسکو، افزایش تراکم اکسیژن دیگر تأثیری بر کاهش سرعت فتوسنتز نخواهد گذاشت! در ضمن مشاهده می‌شود که مقدار طبیعی اکسیژن جو به اندازه‌ای است که سرعت فتوسنتز را به طور متعادل نگه می‌دارد.

◀ هنگام سوختگی وسیع، به پیوند پوست نیاز داریم. اگر اهداکننده پوست مناسب، یافت نشود و یا به علت وسعت ناحیۀ سوختگی، برداشت پوست بدن فرد بیمار ممکن نباشد ← بهترین روش درمان، انجام کشت بافت و پیوند پوست است.

◀ **یہ چیز مهم:** ثابت شده است که در پوست، یاخته‌هایی وجود دارد که توانایی تکثیر زیاد و تمایز به انواع یاخته‌های پوست را دارند ← امروزه در مهندسی بافت، از این یاخته‌ها به طور موفقیت‌آمیزی استفاده می‌شود.



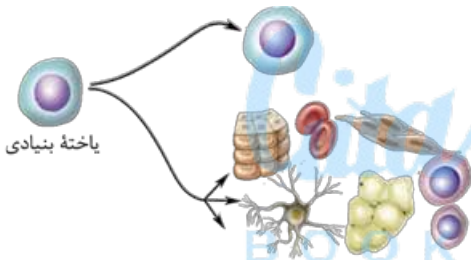
مهندسی بافت غضروف گوش انسان، عکس گوش طبیعی (چپ)، تصویر رقمی (دیجیتالی) (وسط) و غضروف گوش ساخته‌شده با روش مهندسی بافت بعد از دو هفته (راست)

◀ متخصصان مهندسی بافت، در زمینه تولید و پیوند اعضا نیز فعالیت می‌کنند. **مثال:** جراحان بازسازی‌کننده چهره می‌توانند به کمک روش‌های مهندسی، از بافت غضروف برای بازسازی لاله گوش و بینی استفاده کنند ← در این روش، یاخته‌های غضروفی را در محیط کشت روی داربست مناسب تکثیر کرده و غضروف جدید را برای بازسازی اندام آسیب‌دیده تولید می‌کنند.

### ◀ یاخته‌های بنیادی و مهندسی بافت

◀ یاخته‌های تمایز یافته مانند یاخته‌های ماهیچه‌ای، در محیط کشت به مقدار کم تکثیر می‌شوند و یا اصلاً تکثیر نمی‌شوند! ← در چنین مواردی از منابع یاخته‌ای که سریع تکثیر می‌شوند مثل یاخته‌های بنیادی جنینی و یا یاخته‌های بالغ استفاده می‌کنند ← یاخته‌های بنیادی جنینی، همان توده یاخته‌ای درونی هستند. در حالی که یاخته‌های بنیادی بالغ در بافت‌ها یافت می‌شوند.

◀ **نکته تئوری:** هر دو نوع یاخته‌های بنیادی جنینی و بالغ می‌توانند تکثیر شده و به انواع متفاوت یاخته تبدیل شوند و یا یاخته بنیادی جدیدی تولید کنند.



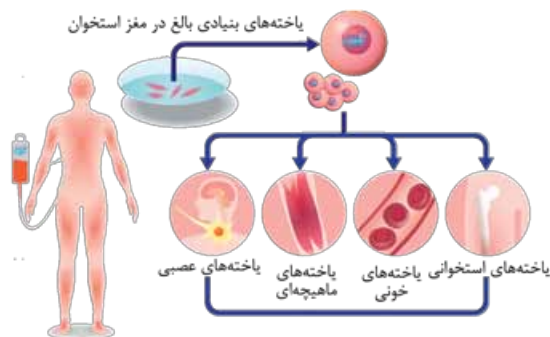
یاخته‌های بنیادی توانایی تکثیر و به وجود آوردن یاخته‌های مشابه خود و نیز توانایی تبدیل شدن به سایر یاخته‌ها را دارند.

**از شکل چی می‌فهمیم؟**  
 1 از تقسیم یاخته‌های بنیادی، یاخته‌های بنیادی دیگر و یا انواع دیگری از یاخته‌ها می‌تواند به وجود آید. 2 تمایز یاخته‌های بنیادی به یاخته‌های ویژه، برگشت‌ناپذیر بوده و از تقسیم یاخته‌های ویژه دقیقاً یاخته‌های مشابهی ایجاد می‌شود.

◀ **یاخته‌های بنیادی بالغ:** این نوع یاخته‌ها، در بافت‌های مختلف بدن وجود دارند و می‌توانند در محیط کشت تکثیر شوند.

**مثال:** یاخته‌های بنیادی کبد می‌توانند تکثیر شوند و به یاخته کبدی و یا یاخته مجرای صفراوی تمایز یابند!

◀ در کتاب زیست (۱) سال دهم با دو نوع از یاخته‌های بنیادی مغز استخوان به نام‌های یاخته‌های میلوئیدی و لنفوئیدی آشنا شدیم. باید بدانیم انواع دیگری از یاخته‌های بنیادی در مغز استخوان وجود دارند که می‌توانند به رگ‌های خونی، ماهیچه اسکلتی و نیز ماهیچه قلبی تمایز یابند ← این یاخته‌ها از فرد بالغ برداشت شده و کشت داده می‌شوند.



یاخته‌های بنیادی مغز استخوان، به انواع مختلف یاخته‌ها و بافت‌ها تمایز پیدا می‌کنند.

**از شکل چی می‌فهمیم؟**  
 1 با توجه به شکل و توضیحات آن از یاخته‌های بنیادی مغز استخوان، یاخته‌های مختلف، بافت‌ها و حتی اندام می‌تواند ایجاد گردد. 2 یاخته‌های بنیادی مغز استخوان پس از خروج از بدن وادار به تقسیم می‌شوند.

◀ **یاخته‌های بنیادی جنینی:** این نوع یاخته‌ها، نه تنها قادر به تشکیل همه بافت‌های بدن جنین هستند بلکه اگر در مراحل اولیه جنینی جداسازی شوند می‌توانند یک جنین کامل را تشکیل دهند ← این یاخته‌ها، بعد از جداسازی کشت داده شده و برای تشکیل بسیاری از انواع یاخته‌ها، تحریک می‌شوند!



۱۶۷- چند مورد از موارد زیر، عبارت روبه‌رو را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «در قلمرو خواهی .....»

- (الف) امکان درگیری افراد هم‌گونه وجود ندارد.  
 (ب) برای فرد تعیین‌کننده قلمرو همواره دارای مزایایی است.  
 (پ) کل محدوده جغرافیایی، قلمرو جانور محسوب می‌گردد.  
 (ت) جانور باید بتواند با ارسال علائمی تعلق قلمرو را به خود اعلام کند.

۴ (۲)

۳ (۱)

۱۶۸- درباره مهاجرت می‌توان گفت:

- (۱) رفتاری کوتاه‌مدت بوده و تنها رفتاری است غریزی.  
 (۲) هر بار می‌تواند به شکل بهتر و دقیق‌تر انجام گیرد.

۱۶۹- از چه نظر قلمرو خواهی و مهاجرت می‌توانند مشابه باشند؟

- (۱) نیازمند صرف زمان، کسب انرژی بیشتر  
 (۲) داشتن یک مکان مشخص در طول سال

## بازۀ آموزشی ۵

## ارتباط و زندگی گروهی

### ارتباط بین جانوران

برخی از جانوران زندگی گروهی دارند. برای زندگی در گروه، جانوران باید بتوانند با هم ارتباط برقرار کنند.

- روش‌های ارتباطی بین جانوران مختلف**
- ۱ **زنبورها:** بعضی جانوران مانند زنبورها با استفاده از فرمون با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند.
  - ۲ **جوجه‌کانگایی:** با لمس منقار والد با او ارتباط ایجاد کرده و غذا درخواست می‌کند.
  - ۳ **جیرجیرک‌ها:** صدای جیرجیرک نر، اطلاعاتی مانند گونه و جنسیت را به اطلاع جیرجیرک ماده می‌رساند.

جانوران از راه‌های گوناگون مانند تولید صدا، علامت‌های دیداری، بو و لمس کردن با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و اطلاعات مبادله می‌کنند ← رفتار جانوران دیگر در اثر دریافت این اطلاعات، تغییر می‌کند.

### ارتباط در زنبورهای عسل

زنبورهای کارگر، شهد و گرده گل‌ها را جمع‌آوری کرده و به کندو می‌آورند ← وقتی زنبور کارگر منبع غذایی جدیدی پیدا می‌کند و به کندو بازمی‌گردد خیلی طول نمی‌کشد که تعداد زیادی زنبور کارگر در محل آن منبع غذایی دیده می‌شوند!

**سازوکار تبادل اطلاعات بین زنبورهای عسل:** هر زنبوری که منبع غذایی جدیدی پیدا می‌کند، پس از بازگشت از سفر تحقیقاتی، اطلاعات خود درباره منبع غذایی را به زنبورهای دیگر ارائه می‌کند ← این زنبور با انجام حرکات ویژه‌ای، اطلاعاتش را به زنبورهای دیگر نشان می‌دهد! ← زنبورهای کارگر با مشاهده این حرکات، فاصله تقریبی کندو تا محل منبع غذا و جهتی را که باید پرواز کنند، درمی‌یابند. مثلاً هر چه این حرکات طولانی‌تر باشد، منبع غذایی دورتر است. هم‌چنین زنبور یابنده منبع غذایی هنگام انجام حرکات، صدای وزوز متفاوتی نیز دارد ← زنبورهای کارگر با استفاده از اطلاعات کلی‌ای که از زنبور یابنده درباره منبع غذایی دریافت کرده‌اند، به سمت آن پرواز کرده و به کمک حس بویایی خود، محل دقیق منبع غذایی را پیدا می‌کنند.

**پرسش خوب!** این نوع سازوکار تبادل اطلاعات، که در بالا بیان کردیم چه مزیتی برای زنبورها دارد؟

**پاسخ بهتر!** اگر زنبورهای کارگر قبل از این‌که درباره یک محل منبع غذایی جدید جست‌وجو کنند، اطلاعات کلی‌ای درباره محل منبع غذایی داشته باشند، می‌توانند با صرف انرژی کم‌تر و در مدت‌زمان کوتاه‌تری محل دقیق آن منبع غذایی را پیدا کنند.

### زندگی گروهی



مورچه بزرگ‌تر کارگری است که برگ را به لانه حمل و مورچه‌های کوچک‌تر از آن دفاع می‌کنند.

برخی جانوران مانند مورچه و گرگ، به شکل گروهی زندگی می‌کنند و با هم همکاری دارند.

- سودهای زندگی گروهی برای جانوران**
- ۱ احتمال شکارشدن جانور در گروه کم‌تر است؛ زیرا نگهبان‌های گروه، محیط اطراف را زیر نظر می‌گیرند.
  - ۲ دسترسی به منابع غذایی افزایش می‌یابد؛ زیرا مانند زنبورهای عسل، یک جانور می‌تواند درباره محل منبع غذا از جانوران دیگر گروه، اطلاعات به دست آورد.
  - ۳ شکار گروهی موفقیت بیشتری دارد؛ زیرا افراد یک گروه می‌توانند شکار بزرگ‌تری را به دام بیندازند.

اجتماع مورچه‌ها، از گروه‌هایی تشکیل شده است، که در اندازه، شکل و کارهایی که انجام می‌دهند تفاوت دارند؛ مثلاً در اجتماع مورچه‌های

برگ‌پر کارگرها اندازه متفاوتی دارند. ← آنها، برگ‌ها را برش می‌دهند و به لانه حمل می‌کنند و گروهی دیگر کار دفاع را انجام می‌دهند.

تعدادی از این مورچه‌ها قطعه‌های برگ را به عنوان کود برای پرورش نوعی قارچ که از آن تغذیه می‌کنند، به کار می‌برند.



این دم‌عصایی در حال نگهبانی است. او در هنگام احساس وجود شکارچی دیگران را با فریاد آگاه می‌کند.



خفاش خون‌آشام از خون پستانداران تغذیه می‌کند.

**تعریف:** دگرخواهی، رفتاری است که یک جانور با دادن هزینه‌ای که منجر به کاهش احتمال بقا و تولیدمثل خود می‌شود برای افزایش موفقیت تولیدمثلی جانوری دیگر بروز می‌دهد.

**مثال:** در بین جانورانی که به صورت گروهی زندگی می‌کنند افراد نگهبانی هستند که با تولید صدا، حضور شکارچی را به دیگران هشدار می‌دهند تا به موقع فرار کنند؛ البته آن‌ها با این کار توجه شکارچی را به خود جلب کرده ← احتمال بقای خود را کاهش می‌دهند! زنبورهای عسل کارگر، نازا هستند ← نگه‌داری و پرورش زاده‌های ملکه را انجام می‌دهند.

**په‌سؤال خوب!** چرا جانوران رفتار دگرخواهی انجام می‌دهند؟

**په‌جواب بهتر!!** افراد نگهبان در گروه جانوران و یا زنبورهای عسل، رفتار دگرخواهی را نسبت به خویشاوندان خود انجام می‌دهند ← آن‌ها با خویشاوندانشان ژن‌های مشترکی دارند ← اگرچه خود این جانوران، زاده‌ای نخواهند داشت ولی خویشاوندان آن‌ها می‌توانند زادآوری کرده و ژن‌های مشترک را به نسل بعد منتقل کنند ← به همین دلیل براساس انتخاب طبیعی، رفتار دگرخواهی برگزیده شده است.

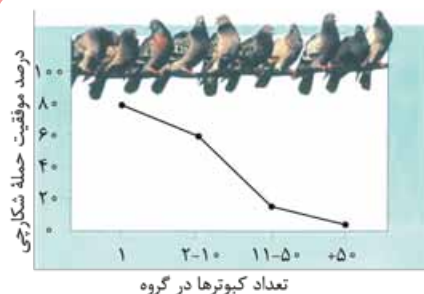
در نمونه‌ای دیگر از دگرخواهی، جانوران با یکدیگر گروه همکاری تشکیل می‌دهند ← برای مثال خفاش‌های خون‌آشام به طور گروهی درون غارها یا سوراخ درختان زندگی می‌کنند و غذای آن‌ها خون پستانداران بزرگ مثل دام‌هاست! ← این خفاش‌ها، خونی را که خورده‌اند با یکدیگر به اشتراک می‌گذارند. به طوری که خفاشی که غذا (خون) خورده است کمی از خون خورده‌شده را برمی‌گرداند تا خفاش گرسنه آن را بخورد؛ در غیر این صورت، خفاش گرسنه خواهد مُرد ← خفاشی که به این روش، غذا (خون) از خفاش دیگر دریافت می‌کند، کار خفاش دگرخواه را در آینده جبران می‌کند! اما اگر جبران آن انجام نگیرد، این خفاش (بدهکار!!) در آینده از اشتراک غذا، کنار گذاشته می‌شود.

**یادمون باشه!** خفاش‌هایی که دگرخواهی انجام می‌دهند لزوماً خویشاوند نیستند! در واقع رفتار دگرخواهی‌ای که در اثر انتخاب طبیعی برگزیده شده، به بقای آن‌ها منجر می‌شود.

گاهی دگرخواهی رفتاری است که به نفع خود فرد (و نه گروه!) تمام می‌شود ← در میان پرندگان، افراد یاریگری هستند که در پرورش زاده‌ها، به والدین آن‌ها یاری و کمک می‌رسانند ← وجود این یاریگرها، احتمال بقای زاده‌ها را افزایش می‌دهد.

**یادمون باشه!** یاریگرها، اغلب پرنده‌های جوانی هستند که با کمک والدین صاحب لانه، تجربه کسب می‌کنند و هنگام زادآوری می‌توانند از این تجربه‌ها، برای پرورش زاده‌های خود استفاده کنند یا با مرگ احتمالی جفت‌های زادآور، قلمرو آن‌ها را تصاحب کرده و خودشان زادآوری کنند!

### فعالیت ۶



نمودار روبه‌رو مزیت زندگی گروهی را نشان می‌دهد، آن را تفسیر کنید.

**پاسخ:** این نمودار نشان می‌دهد که با افزایش تعداد پرنده‌ها در گروه، موفقیت شکارچی برای شکار آن‌ها کاهش پیدا می‌کند.

## سؤال‌های امتحانی

### پرسش‌های جای خالی

- ۱۷۰- تمامی جانوران می‌توانند با یکدیگر ..... برقرار کرده و ..... مبادله کنند.
- ۱۷۱- جوجه‌کاکایی با لمس ..... والد با او ایجاد ارتباط و ..... درخواست می‌کند.
- ۱۷۲- زنبور کارگر محل منبع غذایی را با انجام ..... و ..... به دیگر زنبورها اطلاع می‌دهد.
- ۱۷۳- رفتاری که در آن یک جانور بقا و موفقیت تولیدمثلی جانور دیگری را با هزینه کاسته‌شدن از احتمال بقا و تولیدمثل خود، افزایش می‌دهد را ..... می‌نامند.
- ۱۷۴- رفتار دگرخواهی، در جانوران با زندگی ..... دیده می‌شود و معمولاً احتمال ..... فرد انجام‌دهنده رفتار را کاهش می‌دهد.

(نوبتی شهریور ۹۸)



## سؤال‌های امتحانی

### پرسش‌های جای خالی

- ۱۶۸- پروتئین‌ها نقش بسیار مهمی در ..... دارند.
- ۱۶۹- پروتئین‌ها پلیمرهای ..... از آمینواسیدها هستند.
- ۱۷۰- پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها را پیوند ..... می‌گویند. (نوبتی فرورد ۱۴۰۰)
- ۱۷۱- اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد، ..... بود. (نوبتی دی ۹۸)
- ۱۷۲- ترتیب خاص آمینواسیدها در پروتئین، ..... و ..... آن را مشخص می‌کند.
- ۱۷۳- خصوصیات منحصر به فرد هر آمینواسید به گروه ..... بستگی دارد. (نوبتی شهریور ۱۴۰۰)
- ۱۷۴- پیوند ..... بین آمینواسیدها را پیوند ..... می‌گویند.
- ۱۷۵- دو گروه آمین و کربوکسیل از آمینواسیدهای مختلف می‌توانند به همدیگر نزدیک شوند و واکنش ..... را انجام دهند که با خروج ..... همراه است.
- ۱۷۶- وقتی تعدادی آمینواسید با پیوندی پپتیدی به هم وصل شوند، زنجیره‌ای از آمینواسیدها به نام ..... تشکیل می‌شود.
- ۱۷۷- اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد ..... بود.
- ۱۷۸- پیوندهای ..... منشأ تشکیل ساختار دوم پروتئین‌ها است که این ساختار به صورت ..... و ..... دیده می‌شود.

### عبارت‌های مرتبط

۱۷۹- در جدول زیر، هر یک از گزاره‌ها با یکی از واژه‌ها ارتباط منطقی دارد. شماره واژه مرتبط را داخل  بنویسید.

گزاره	واژه
۱- ساختار اول پروتئین <input type="checkbox"/> الف) الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی است.	
۲- ساختار دوم پروتئین <input type="checkbox"/> ب) تمام سطوح دیگر ساختاری در پروتئین‌ها به این ساختار بستگی دارد.	
۳- ساختار سوم پروتئین <input type="checkbox"/> پ) به علت وجود برهم‌کنش‌های آب‌گریز تشکیل می‌شود.	
۴- ساختار چهارم پروتئین <input type="checkbox"/> ت) از آرایش زیرواحدها در کنار هم به وجود می‌آید.	

۱۸۰- در جدول زیر، هر یک از گزاره‌ها با یکی از واژه‌ها ارتباط منطقی دارد. شماره واژه مرتبط را داخل  بنویسید. (توجه: یک واژه اضافی است.)

گزاره	واژه
۱- سنتز آبدهی <input type="checkbox"/> الف) نوعی از ساختار دوم پروتئین محسوب می‌شود.	
۲- پیوند پپتیدی <input type="checkbox"/> ب) در ساختار سوم پروتئین تشکیل می‌شود.	
۳- زنجیره پلی‌پپتید <input type="checkbox"/> پ) تشکیل این پیوند با تولید آب همراه نیست.	
۴- ساختار مارپیچ <input type="checkbox"/> ت) ساختار اول پروتئین را پدید می‌آورد.	
۵- زیرواحدها <input type="checkbox"/> ث) به تعداد ۴ عدد و ۲ نوع در هموگلوبین وجود دارد.	
۶- پیوند هیدروژنی	

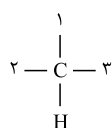
### پرسش‌های درست-نادرست

- درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید. (در جملات نادرست، زیر عبارت‌های غلط خط کشیده و درست آن‌ها را بنویسید.)
- ۱۸۱- فقط ۲۰ نوع آمینواسید در طبیعت وجود دارد.
- ۱۸۲- شکل پروتئین، مشخص‌کننده نوع عمل آن پروتئین است.
- ۱۸۳- پروتئین‌های دارای ساختار سوم، ثبات نسبی دارند.
- ۱۸۴- هر آمینواسید می‌تواند در شکل‌دهی پروتئین مؤثر باشد.
- ۱۸۵- گروه R در آمینواسیدهای یکسان، متفاوت است.
- ۱۸۶- نمونه‌ای از پروتئین‌ها با ساختار نهایی چهارم، میوگلوبین است. (نوبتی فرورد ۹۸)
- ۱۸۷- پروتئین‌ها از یک یا چند زنجیره بلند و انشعاب‌دار از پلی‌پپتیدها ساخته شده‌اند. (نوبتی فرورد ۹۹)

### پرسش‌های تصویری

۱۸۸- با توجه به شکل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) براساس ساختار عمومی مولکول شکل روبه‌رو نام هر یک از شماره‌ها را بنویسید.



۱- ..... ۲- ..... ۳- .....

ب) اختلاف آمینواسیدها در کدام گروه است؟

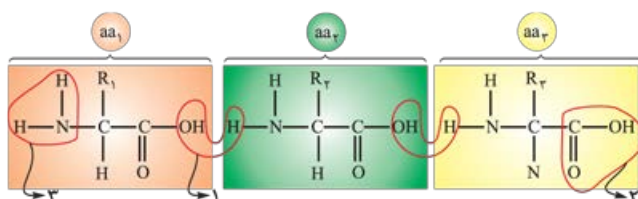
پ) ماهیت شیمیایی کدام گروه در شکل‌دهی پروتئین مؤثر است؟

ت) کدام گروه خاصیت اسیدی دارد؟

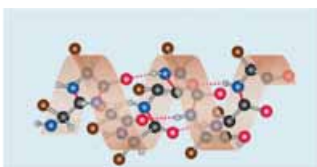
۱۸۹- با توجه به شکل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) شماره ۱ در نهایت به شکل چه مولکولی آزاد می‌شود؟

ب) شماره‌های ۲ و ۳ چه عاملی را نشان می‌دهند؟



(نوبتی فردارد ۹۹)



(B)

(A)

۱۹۰- شکل روبه‌رو نشان‌دهنده کدام ساختار پروتئین‌ها است؟

۱۹۱- با توجه به شکل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) اجزای شماره‌گذاری شده را نام‌گذاری کنید.

۱- ..... -۲

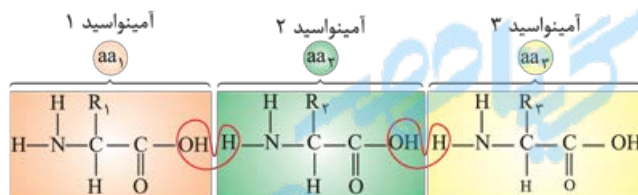
۳- ..... -۴

ب) هر یک از شکل‌های A و B کدام سطح ساختاری پروتئین‌ها

را نشان می‌دهند و نام هر مولکول را بنویسید؟

A- ..... B- .....

۱۹۲- شکل روبه‌رو تشکیل چه نوع پیوند اشتراکی را نشان می‌دهد؟ (نوبتی شهریور ۱۳۰۰)



### پرسش‌های تشریحی

● به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید.

۱۹۳- با توجه به ساختار اول پروتئین، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) در شکل‌گیری این ساختار چه عواملی مطرح است؟

۱۹۴- با توجه به ساختار دوم پروتئین، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) منشأ تشکیل این ساختارها چه نوع پیوندی است؟

۱۹۵- با توجه به ساختار سوم پروتئین، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) تشکیل این ساختار به چه علتی است؟

ب) در چه صورت این ساختار، ساختار نهایی پروتئین است؟

۱۹۶- با توجه به ساختار چهارم پروتئین، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) در کدام پروتئین‌ها این ساختار تشکیل می‌شود؟

ب) یک پروتئین نام ببرید که چنین ساختاری دارد؟

۱۹۷- در مورد «ساختار پروتئین‌ها» به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) پیوندهای هیدروژنی منشأ تشکیل کدام ساختار پروتئین هستند؟

ب) هم‌گلوبین دارای کدام ساختار پروتئین است؟

۱۹۸- تشکیل کدام ساختار پروتئین‌ها، در اثر برهم‌کنش‌های آب‌گریز است؟

۱۹۹- پیوندی پپتیدی بین دو آمینواسید را با رسم شکل نشان دهید.

۲۰۰- ساختار نهایی پروتئین در میوگلوبین کدام است؟

۲۰۱- زنجیره‌های سازنده هم‌گلوبین در ساختار دوم به چه شکل درمی‌آیند؟

● به پرسش‌های زیر پاسخ کامل دهید.

۲۰۲- در ساختار اول هر پروتئین کدام ویژگی‌ها مطرح است؟

۲۰۳- منظور از ساختار دوم پروتئین‌ها چیست؟

۲۰۴- منظور از ساختار سوم پروتئین‌ها چیست؟

ب) چرا تمام سطوح دیگر ساختاری در پروتئین‌ها به این ساختار بستگی دارد؟

ب) دو مثال معروف از این ساختارها را نام ببرید؟

ب) کدام پیوندها به تثبیت این ساختار کمک می‌کنند؟

ب) در این ساختار نقش کلیدی را کدام قسمت بر عهده دارد؟

(نوبتی دی ۹۷)

(نوبتی دی ۹۸)

(نوبتی شهریور ۹۹)

(نوبتی شهریور ۹۹)



(نهایی شهریور ۹۸)

(نهایی شهریور ۹۸)

۲۰۵- سه مورد از پیوندهایی که در تثبیت ساختار سوم پروتئین‌ها نقش دارند را نام ببرید.

۲۰۶- ساختار سوم، پروتئین‌ها را با چه روشی و به چه شکلی درمی‌آورد؟

۲۰۷- به پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها چه می‌گویند؟

۲۰۸- در چه صورت ساختار چهارم شکل می‌گیرد؟

۲۰۹- برای پی‌بردن به شکل پروتئین از چه روشی استفاده می‌شود؟

۲۱۰- تغییر آمینواسید در هر جایگاه به طور مستقیم موجب تغییر در کدام ساختار پروتئین می‌شود و نتیجه تغییر چیست؟

### پرسش‌های دوگزینه‌ای

۲۱۱- در تشکیل ساختار سوم، ..... آمینواسیدها نقش دارد.  (۱) گروه R  (۲) گروه کربوکسیل

۲۱۲- در مرکز بخش هم در هموگلوبین یون ..... وجود دارد.  (۱)  $Fe^{3+}$   (۲)  $Fe^{2+}$

۲۱۳- هر پیوند ..... یک پیوند ..... است.  (۱) پپتیدی / اشتراکی  (۲) اشتراکی / پپتیدی

۲۱۴- کدام مورد از عبارتهای زیر درست است؟

(۱) تأثیر آمینواسید در شکل‌دهی پروتئین به ماهیت فیزیکی گروه R بستگی دارد.

(۲) در آلبومین همانند میوگلوبین بیش از ۲۰ نوع آمینواسید به کار نرفته است.

۲۱۵- کدام یک در مورد پیوند پپتیدی درست است؟

(۱) پیوندی که بین اتم کربن یک آمینواسید با نیتروژن آمینواسید دیگر برقرار شده است.

(۲) با تشکیل این پیوند، در مجموع تعداد پیوندهای اشتراکی پلی‌پپتید افزایش می‌یابد.

۲۱۶- کدام گزینه در مورد ساختار دوم پروتئینی که ۹۷ درصد اکسیژن خون را حمل می‌کند، درست است؟

(۱) تثبیت این ساختار با تشکیل پیوندهای هیدروژنی و اشتراکی بین گروه‌های R انجام می‌شود.

(۲) زنجیره‌های پلی‌پپتیدی به صورت مارپیچی دارد.

۲۱۷- کدام مورد در ارتباط با پیوند پپتیدی درست است؟

(۱) هر پیوند بین C و N در پروتئین، پیوند پپتیدی به حساب می‌آید.

(۲) در ساختار پروترومبین همانند ساختار ریوزوم، وجود دارد.

۲۱۸- کدام عبارت صحیح است؟

(۱) در مورد اکتین تعداد پیوندهای اشتراکی برابر تعداد پیوندهای پپتیدی است.

(۲) ساختار سوم آنزیم DNA پلی‌مراز تنها به پیوندهای اشتراکی بستگی ندارد.

## بازة آموزشی ۶

### نقش پروتئین‌ها

پروتئین‌ها، متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند.

۱ **آنزیم‌ها:** پروتئین‌هایی هستند که با مشارکت در فرایندهای متفاوت، به صورت کاتالیزورهای زیستی عمل کرده و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می‌کنند.

۲ **گیرنده‌های پروتئینی:** بعضی پروتئین‌ها به صورت گیرنده‌هایی در سطح یاخته‌ها قرار دارند؛ مانند گیرنده‌های آنتی‌ژنی در سطح لنفوسیت‌ها.

۳ **دفاعی:** پروتئین‌هایی‌اند که علیه عوامل بیماری‌زا، پادتن‌ها را می‌سازند؛ مانند گلوبولین‌های دفاعی.

۴ **انتقال‌دهنده:** برخی پروتئین‌ها، گازهای تنفسی را در خون منتقل می‌کنند مانند هموگلوبین و بعضی دیگر از پروتئین‌ها، ضمن مشارکت در ساختار غشای یاخته، باعث جابه‌جایی و انتقال یون‌های سدیم و پتاسیم در عرض غشای یاخته‌های عصبی می‌شوند؛ مانند پمپ سدیم - پتاسیم. این پمپ، فعالیت آنزیمی هم دارد.

۵ **ساختاری:** پروتئین‌هایی هستند که در ساختار یاخته‌ها و بافت‌ها به کار رفته و باعث استحکام بافت‌ها می‌شوند؛ مانند پروتئین کلاژن در بافت‌های پیوندی.

۶ **زیجری:** زردپی، رباط، مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند.

۷ **مقبض‌شونده:** دو نوع پروتئین اکتین و میوزین با حرکت لغزشی بر روی یکدیگر باعث انقباض ماهیچه‌ها می‌شوند.

۸ **پیام‌رسان:** پروتئین‌هایی هستند که پیام‌های بین‌یاخته‌ای را در بدن جانوران ردوبدل می‌کنند تا تنظیم‌های مختلف در بدن انجام شود؛ مانند بیشتر هورمون‌ها از جمله هورمون‌های اکسی‌توسین و انسولین.

۹ **تنظیم‌کننده:** پروتئین‌هایی هستند که در فعال و غیرفعال کردن ژن‌ها نقش‌های تنظیمی متعددی دارند؛ مانند مهارکننده‌ها.

انواع پروتئین‌ها  
(از نظر عملکرد)



امروزه با پیشرفت روش‌های مهندسی ژنتیک می‌توان یاخته‌های دیگری مثل مخمرها، یاخته‌های گیاهی و حتی جانوری را با این فرایند تغییر داد  
دناها و سایر مولکول‌های حاصل از این دناهای تولیدشده برای اهداف گوناگون علمی و کاربردی استفاده می‌شوند.

## سؤال‌های امتحانی

### پرسش‌های جای خالی

- ۱۷- برای جداسازی یاخته‌های تراژنی از یاخته‌های دیگر می‌توان از ژن ..... مثل ژن مقاومت به ..... استفاده کرد.  
(نهایی دی ۹۸)
- ۱۸- جداسازی یک یا چند ژن و تکثیر آن‌ها را ..... می‌گویند.  
۱۹- در مهندسی ژنتیک برای بریدن DNA (دنا) از آنزیم ..... و برای برقراری پیوند فسفودی‌استر میان دو قطعه DNA (دنا)، از آنزیم ..... استفاده می‌کنند.  
۲۰- آنزیم‌های برش‌دهنده در باکتری‌ها وجود دارند و قسمتی از سامانه ..... آن‌ها محسوب می‌شوند.  
(نهایی فردار ۱۴)

### عبارت‌های مرتبط

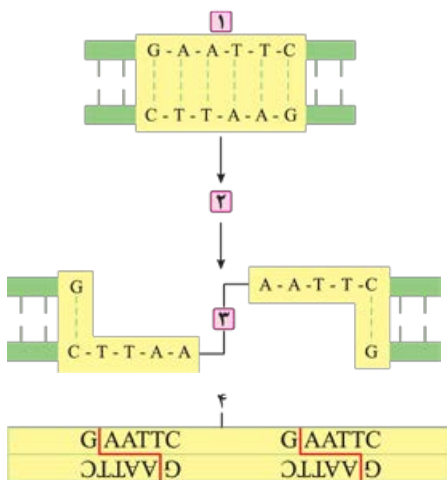
- ۲۱- در جدول زیر، هر یک از موارد ستون «الف» با یکی از موارد ستون «ب» ارتباط منطقی دارد. آن‌ها را پیدا کنید و در برگه پاسخ‌نامه بنویسید.  
(در ستون «ب» یک مورد اضافه است.)  
(نهایی فردار ۹۸)

ستون «الف»	ستون «ب»
۱- ایجاد منافذی در دیواره باکتری	<input type="checkbox"/> الف) آنزیم EcoRI
۲- اتصال دناى مورد نظر به دیسک (پلازمید)	<input type="checkbox"/> ب) آمپی‌سیلین
۳- ایجاد انتهای چسبنده	<input type="checkbox"/> پ) ناقل همسانه‌سازی (وکتور)
۴- جداسازی یاخته‌های تراژنی	<input type="checkbox"/> ت) آنزیم لیگاز
	<input type="checkbox"/> ث) شوک الکتریکی

### پرسش‌های درست-نادرست

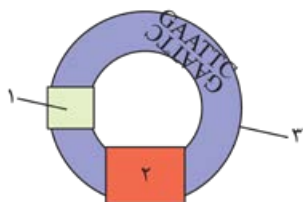
- درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید. (در جملات نادرست، زیر عبارت‌های غلط خط کشیده و درست آن‌ها را بنویسید.)  
۲۲- در همسانه‌سازی DNA (دنا)، ترکیبات جدید ژنتیکی، به درون ژنوم میزبان منتقل می‌شود.  .....  
۲۳- در باکتری‌ها، ژن مقاومت به آمپی‌سیلین در کروموزوم اصلی جاندار وجود دارد.  .....  
۲۴- دیسک‌ها معمولاً درون باکتری‌ها و بیشتر قارچ‌ها وجود دارند.  .....

### پرسش‌های تصویری



- ۲۵- با توجه به شکل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.  
الف) این شکل چه پدیده‌ای را نشان می‌دهد؟  
ب) شماره‌های مشخص شده را نام‌گذاری کنید.  
۱- .....  
۲- .....  
۳- .....  
پ) برای ایجاد شماره ۳ کدام پیوندها در مولکول DNA شکسته می‌شود؟  
۲۶- با توجه به شکل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.  
الف) شماره‌های مشخص شده را نام‌گذاری کنید.

- ۱- .....  
۲- .....  
۳- .....  
۴- .....



- ب) جایگاه تشخیص موجود در شماره ۴ توسط کدام آنزیم شناسایی می‌شود؟

- ۱- هسته  
۲- شش‌های - زیادی - زنده  
۳- گریزانه - بسیار بالا  
۴- الف ← ۲      ب ← ۴      پ ← ۱  
ت ← ۳ (واژه اضافی: ۵)
- ۵- نادرست؛ ماهیت و چگونگی انتقال ماده وراثتی مشخص نشد.  
۶- درست  
۷- درست  
۸- درست  
۹- نادرست؛ بسیاری از دانشمندان این عقیده را داشتند.  
۱۰- نادرست؛ گرفتگی مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده و بدون پوشینه زنده به موش‌ها تزریق کرد.  
۱۱- نادرست؛ این گزاره مربوط به آزمایش‌های ایوری است.  
۱۲- باکتری استرپتوکوکوس نومونیا  
۱۳- وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست.  
۱۴- پروتئین‌ها  
۱۵- الف) موش‌ها مردند.  
ب) انتقال صفت صورت می‌گیرد.  
پ) دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد؛ همچنین ابعاد مولکول‌ها را نیز تشخیص دادند.  
۱۶- دیدند که انتقال صفت صورت می‌گیرد.  
۱۷- گزینه «۲» در ابتدا فکر می‌کردند باکتری استرپتوکوکوس نومونیا عامل آنفلوآنزا است.  
۱۸- گزینه «۱» نتیجه آزمایشات گرفتگی این بود که ماده وراثتی می‌تواند بین یاخته‌ها منتقل شود.  
۱۹- گزینه «۱» کم‌تر  
۲۰- گزینه «۲» بازهای آلی  
۲۱- گزینه «۲» در آزمایش شماره ۴ گرفتگی، باکتری‌های بدون پوشینه زنده، پوشینه‌دار شدند.  
۲۲- گزینه «۱» حلقوی  
۲۳- گزینه «۱» حلقوی  
۲۴- پلیمر - نوکلئوتید  
۲۵- فسفات - هیدروکسیل  
۲۶- پروتئین - RNA  
۲۷- آدنوزین  
۲۸- شش (۶)  
۲۹- پورین  
۳۰- فسفودی‌استر - پلی‌نوکلئوتیدی  
۳۱- رنا، پلی‌پپتید  
۳۲- فسفودی‌استر  
۳۳- الف ← ۲      ب ← ۳      پ ← ۴  
ت ← ۱ (واژه اضافی: ۵)
- ۳۴- نادرست؛ mRNA تک‌رشته‌ای است و یافته‌های چارگاف و جفت بازهای مکمل در مورد این مولکول صادق نیست.
- ۳۵- نادرست؛ در DNA یک باز تک‌حلقه‌ای در مقابل یک باز دوحلقه‌ای قرار می‌گیرد.  
۳۶- نادرست؛ تحقیقات بعدی دانشمندان، دلیل این برابری را مشخص کرد.  
۳۷- درست  
۳۸- درست  
۳۹- درست  
۴۰- درست  
۴۱- درست  
۴۲- نادرست؛ پیوند بین نوکلئوتیدهای C و G محکم‌تر است. در نتیجه مولکول پایدارتر خواهد بود.  
۴۳- درست  
۴۴- نادرست؛ فسفات در پیوند شرکت می‌کند نه فسفر.  
۴۵- درست؛ ژن بخشی از DNA است و هر دو از ۴ نوع نوکلئوتید تشکیل شده‌اند.  
۴۶- درست؛ یکی از نتایج مهم تصویر به دست آمده با استفاده از پرتو X، تشخیص ابعاد مولکول بود.  
۴۷- درست  
۴۸- درست؛ با توجه به شکل ۳ کتاب درسی این موضوع قابل فهم است.  
۴۹- درست  
۵۰- درست  
۵۱- الف) ۱- گروه فسفات ۲- قند ۵ کربنه ۳- باز آلی نیتروژن دار (ب) در شماره ۲ (قند ۵ کربنه) و شماره ۳ (باز آلی)  
پ) آدنین (دو حلقه‌ای)  
ت) عنصر اکسیژن  
۵۲- موش‌ها مردند.  
۵۳- الف) ۱- باز آلی نیتروژن دار جفت باز ۳- قند ۵ کربنی ۴- پیوند فسفودی‌استر  
ب) الف) DNA و ب) RNA است.  
پ) الف)  
۵۴- ACACGTCTTACCG  
۵۵- DNA - پروتئین  
۵۶- دئوکسی‌ریبوز - ۵ کربن دارد.  
۵۷- قند موجود در دنا: دئوکسی‌ریبوز و باز آلی نیتروژن دار اختصاصی رنا: باز یوراسیل  
۵۸- هر دو پنج کربنه هستند. قند پنج کربنه در دنا، دئوکسی‌ریبوز و در رنا ریبوز است. دئوکسی‌ریبوز یک اکسیژن کم‌تر از ریبوز دارد. (دو مورد کافی است).  
۵۹- الف) ۱- قند ۵ کربنه ۲- گروه فسفات  
۶۰- اشتراکی  
۶۱- بین باز آلی و قند ۵ کربنه - بین گروه فسفات و قند ۵ کربنه  
۶۲- نوع قند - نوع باز آلی - تعداد گروه‌های فسفات

۱- هموگلوبین - داسی شکل

۲- پلی پپتید - نوکلئوتیدهای - آمینواسیدهای

۳- یک رشته - رونویسی

۴- RNA پلی‌مراز - DNA

۵- الف ← ۳      ب ← ۴      پ ← ۵

ت ← ۲      ث ← ۷      ج ← ۱

(واژه اضافی: ۶)

۶- درست

۷- درست

۸- درست

۹- نادرست؛ پس از جداسدن RNA پلی‌مراز و RNA تازه ساخته شده، دو رشته DNA با تشکیل پیوندهای هیدروژنی مجدداً به هم متصل می‌شوند.

۱۰- نادرست؛ نوکلئوتید یوراسیل دار RNA

۱۱- نادرست؛ در یوکاریوت‌ها هر RNA، توسط نوع خاصی از RNA پلی‌مراز ساخته می‌شود.

۱۲- نادرست؛ RNA پلی‌مراز، راه‌انداز را شناسایی می‌کند تا بتواند به آن متصل شود.

۱۳- درست

۱۴- الف) ۱- رشته الگو ۲- RNA پلی‌مراز ۳- RNA رونویسی شده  
ب) ۲- RNA پلی‌مراز؛ زیرا یک نوع آنزیم پروتئینی است.

پ) ۱ و ۲- رشته الگو و آنزیم RNA پلی‌مراز

ت) رشته رمزگذار

۱۵- الف) ۱- راه‌انداز ۲- RNA پلی‌مراز ۳- توالی پایان رونویسی  
۴- RNA ۵- رشته الگو ۶- رشته رمزگذار

ب) دئوکسی‌ریبوز

پ) A- مرحله آغاز B- مرحله طول‌شدن C- مرحله پایان

ت) با حرکت RNA پلی‌مراز، دو رشته DNA در جلو باز می‌شوند و چندین نوکلئوتید عقب‌تر با جداسدن RNA از DNA، دو رشته آن مجدداً به هم می‌پیوندند.

۱۶- الف) نوعی تغییر ژنی

ب) رابطه بین DNA (ژن) و پروتئین را نشان می‌دهد.

۱۷- الف) راه‌انداز

ب) سبب می‌شود RNA پلی‌مراز اولین نوکلئوتید مناسب را به طور دقیق پیدا کرده و رونویسی را از آن‌جا آغاز کند.

۱۸- الف) توسط رنابسپاراز ۱ (RNA پلی‌مراز ۱)

ب) رشته رمزگذار

۱۹- مرحله آغاز

۲۰- الف) رشته رمزگذار

ب) به جای نوکلئوتید تیمین‌دار، نوکلئوتید یوراسیل‌دار دارد و قند آن نیز از نوع ریبوز است.

۲۱- چون دستورالعمل ساخت پلی‌پپتیدها در مولکول DNA قرار دارد.

۲۲- الف) RNA

ب) زیرا دستورالعمل ساخت پروتئین‌ها در دنا قرار دارد ولی پروتئین‌سازی توسط ریبوزوم و در سیتوپلاسم انجام می‌شود.

۲۳- برخلاف همانندسازی که در هر چرخه یاخته‌ای فقط یک بار انجام می‌شود، رونویسی از یک ژن می‌تواند بارها انجام شود و به تعداد چرخه یاخته‌ای بستگی ندارد.

۲۴- تفاوت در نوکلئوتیدهای مورد استفاده است؛ مثلاً به جای نوکلئوتید تیمین‌دار در دنا، نوکلئوتید یوراسیل‌دار در رنا قرار دارد. هم‌چنین قند DNA، دئوکسی‌ریبوز و در RNA، ریبوز است.

۲۵- به جای نوکلئوتید تیمین‌دار در دنا، نوکلئوتید یوراسیل‌دار در رنا قرار دارد و یا در دنا، قند دئوکسی‌ریبوز و در رنا، قند ریبوز وجود دارد. (در صورتی که به نوع قند اشاره شود، نمره لحاظ گردد.)

۲۶- الف) راه‌انداز

ب) باعث می‌شود RNA پلی‌مراز اولین نوکلئوتید مناسب را به طور دقیق پیدا کرده و رونویسی را از جای صحیح آغاز کند.

۲۷- الف) در هر ۳ مرحله

ب) در این نقاط دو رشته DNA در جلوی آن باز و چندین نوکلئوتید عقب‌تر، رشته RNA از DNA جدا می‌شود و ۲ رشته DNA مجدداً به یکدیگر می‌پیوندند. هم‌چنین واحدهای سازنده RNA که مکمل رشته DNA الگو هستند توسط پیوند هیدروژنی به بازهای آن و توسط پیوند اشتراکی به نوکلئوتید مجاور در مولکول RNA جدید متصل می‌شوند.

۲۸- الف) زیرا توالی نوکلئوتیدی آن شبیه رشته رنایی است که از روی رشته الگو ساخته می‌شود.

ب) چون رناتن‌ها درون هسته حضور ندارند. (البته جمله صحیح‌تر رناتن فعال است.)

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

۳۰- الف) رسیدن RNA پلی‌مراز به توالی پایان رونویسی

ب) آنزیم RNA پلی‌مراز از مولکول DNA و RNA تازه‌ساخت جدا شده و دو رشته DNA به هم متصل می‌شوند.

۳۱- گزینه «۲» در هر دو رشته

۳۲- گزینه «۲» چند نوع

۳۳- گزینه «۱» یک نوع

۳۴- گزینه «۲» UAG

۳۵- گزینه «۲» هیدر (از مرجانیان) موجودی یوکاریوت بوده و ریبوزوم‌هایی دارد که از جنس rRNA و پروتئین هستند. می‌دانیم برای پروتئین‌سازی نیز به mRNA و tRNA نیاز است. پس برای ساخت هر سه نوع RNA باید سه نوع آنزیم RNA پلی‌مراز ۱ و ۲ و ۳ فعالیت کنند.

۳۶- گزینه «۱» در رونویسی فقط یک رشته DNA به صورت الگوی ساخت قرار می‌گیرد اما در همانندسازی با استفاده از هر دو رشته DNA به عنوان الگو، رشته جدید ساخته می‌شود.

گزینه «۲» نادرست است، زیرا رونویسی به طور پیوسته انجام می‌شود؛ نه قطعه‌قطعه.

۳۷- گزینه «۱» در مرحله آغاز، دو رشته DNA به وسیله آنزیم RNA پلی‌مراز در اثر شکستن پیوند هیدروژنی جدا می‌شوند. اگرچه در طول مرحله طول‌شدن نیز همین اتفاق می‌افتد با این تفاوت که هر چه حباب رونویسی به جلو می‌رود، مجدداً دو رشته DNA با برقراری پیوند هیدروژنی به هم متصل می‌شوند.

۳۸- گزینه «۱» در مرحله آغاز، دو رشته DNA به وسیله آنزیم RNA پلی‌مراز در اثر شکستن پیوند هیدروژنی جدا می‌شوند. اگرچه در طول مرحله طول‌شدن نیز همین اتفاق می‌افتد با این تفاوت که هر چه حباب رونویسی به جلو می‌رود، مجدداً دو رشته DNA با برقراری پیوند هیدروژنی به هم متصل می‌شوند.

۳۹- گزینه «۱» در مرحله آغاز، دو رشته DNA به وسیله آنزیم RNA پلی‌مراز در اثر شکستن پیوند هیدروژنی جدا می‌شوند. اگرچه در طول مرحله طول‌شدن نیز همین اتفاق می‌افتد با این تفاوت که هر چه حباب رونویسی به جلو می‌رود، مجدداً دو رشته DNA با برقراری پیوند هیدروژنی به هم متصل می‌شوند.

۴۰- گزینه «۱» در مرحله آغاز، دو رشته DNA به وسیله آنزیم RNA پلی‌مراز در اثر شکستن پیوند هیدروژنی جدا می‌شوند. اگرچه در طول مرحله طول‌شدن نیز همین اتفاق می‌افتد با این تفاوت که هر چه حباب رونویسی به جلو می‌رود، مجدداً دو رشته DNA با برقراری پیوند هیدروژنی به هم متصل می‌شوند.



۱۰۶- خیر؛ چون پدر فقط یک کروموزوم جنسی X دارد و روی کروموزوم Y، جایگاهی برای الل وابسته به جنس وجود ندارد؛ پس هر اللی روی کروموزوم X قرار بگیرد اثر آن ظاهر می‌شود؛ بنابراین یا سالم است و یا بیمار.

۱۰۷- زیرا می‌تواند ژن بیماری را به نسل بعد منتقل کند اما خود فرد علائم بیماری را ندارد.

۱۰۸- خیر؛ ژنوتیپ مرد سالم  $X^HY$  و زن ناقل  $X^HX^h$  است. با توجه به مربع پانت از این خانواده، فقط می‌تواند پسر هموفیل متولد شود.

گامت‌ها	$X^H$	Y
$X^H$	$X^HX^H$ دختر سالم	$X^HY$ پسر سالم
$X^h$	$X^HX^h$ دختر سالم (ناقل)	$X^hY$ پسر بیمار

۱۰۹-

گامت‌ها	$X^h$	Y
$X^H$	$X^HX^h$	$X^HY$
$X^h$	$X^hX^h$	$X^hY$

۱۱۰- خیر؛ زیرا قد انسان علاوه بر ژن‌ها تحت تأثیر عوامل محیطی از جمله ورزش و تغذیه هم قرار دارد.

۱۱۱- زیرا وقتی نوزاد متولد می‌شود علائم آشکاری از بیماری ندارد و تغذیه نوزاد مبتلا به PKU با شیر مادر که حاوی فنیل‌آلانین است به آسیب یاخته‌های مغزی او می‌انجامد. اگر غذای حاوی فنیل‌آلانین حذف شود مانع بروز اثرات بیماری می‌شود.

۱۱۲- گزینه «۲» گسسته

۱۱۳- گزینه «۱» تک‌جایگاهی

۱۱۴- گزینه «۱» وابسته به X و نهفته - X

۱۱۵- گزینه «۲» چندجایگاهی - پیوسته

۱۱۶- گزینه «۲» نادرست؛ زیرا ژن مربوط به صفات وابسته به X روی کروموزوم‌های جنسی وجود دارد و در یاخته‌های غیرجنسی هم کروموزوم جنسی وجود دارد.

گزینه (۱) درست است، زیرا ژن مربوط به صفات غیرجنسی روی کروموزوم‌های غیرجنسی وجود دارد و هر یاخته جنسی نیز کروموزوم غیرجنسی دارد.

۱۱۷- گزینه «۲» زیرا اگر اسپرم انسان  $Y + ۲۲$  باشد برای صفات وابسته به X ژنی ندارد.

گزینه (۱) نادرست است، زیرا ژن مربوط به صفات غیرجنسی فقط روی کروموزوم‌های غیرجنسی قرار دارد.

۱۱۸- گزینه «۲» همه تخمک‌های طبیعی انسان  $X + ۲۲$  کروموزوم دارند. بنابراین اسپرم و تخمک از نظر نوع کروموزوم‌ها ممکن است مشابه باشند.

(۱): همه اسپرم‌های طبیعی یک مرد ۲۳ عدد کروموزوم دارد و از نظر نوع کروموزومی،  $X + ۲۲$  و یا  $Y + ۲۲$  هستند.

۱۱۹- گزینه «۱» پیوسته

۱۲۰- گزینه «۱» گسسته - تک‌جایگاهی

۱۲۱- گزینه «۱» بیشتر

۸۷- الف) کروموزوم جنسی X

ب) فرایند لخته‌شدن خون (ب) فقدان فاکتور انعقادی ۸

۸۸- الف) پسر (ب)  $X^HX^h$  (پ) دختر هموفیل

۸۹- الف)  $X^HX^h$

ب) همه کروموزوم‌های جنسی و غیرجنسی موجود در یاخته به جز کروموزوم X فاقد جایگاهی برای الل‌های هموفیلی هستند.

۹۰-  $X^HX^h$ : دختر ناقل و  $X^HY$ : پسر سالم

۹۱- الف) سالم (ب) فقدان عامل انعقادی ۸

۹۲- الف)  $X^HY$ ،  $X^HX^h$  (ب)  $X^HX^H$  یا  $X^HX^h$

۹۳- الف) مستقل از جنس (ب) مغز

پ) آنزیم تجزیه‌کننده آمینواسید فنیل‌آلانین

ت) تغذیه از پروتئین‌های حاوی فنیل‌آلانین

ث) فنیل‌آلانین

۹۴- با تغذیه نکردن از خوراکی‌هایی که فنیل‌آلانین دارند، می‌توان مانع بروز اثرات این بیماری شد.

۹۵- یاخته‌های مغزی

۹۶- چندجایگاهی

۹۷- رخ‌نمودهای پیوسته

۹۸- رنگ قرمز

۹۹- فنیل‌کتونوری یک بیماری نهفته است و وقتی نوزاد متولد می‌شود علائم آشکاری ندارد. تغذیه نوزاد مبتلا به این بیماری با شیر مادر (که حاوی فنیل‌آلانین است) به آسیب یاخته‌های مغزی او می‌انجامد. اگر بیماری زود تشخیص داده شود، با حذف مواد حامل فنیل‌آلانین می‌توان مانع بروز اثرات بیماری شد.

۱۰۰-

گامت‌ها	W	R
R	RW صورتی	RR قرمز
W	WW سفید	RW صورتی

۱۰۱- صفات پیوسته صفاتی هستند که دارای طیفی از حالت‌ها هستند و نمی‌توان برای آن چند حالت خاص در نظر گرفت اما صفات گسسته دارای چند حالت محدود هستند و طیفی از حالت‌ها را ندارند.

۱۰۲- صفاتی که الل مربوط به آن‌ها یک جایگاه مشخص از یک کروموزوم را به خود اختصاص داده است تک‌جایگاهی نام دارند و صفاتی که در بروز آن‌ها بیش از یک جایگاه ژنی شرکت دارد چندجایگاهی نام دارند.

۱۰۳- آستانه چپ دارای فنوتیپ قرمز و ژنوتیپ AABBCC و آستانه راست دارای فنوتیپ سفید و ژنوتیپ aabbcc هستند.

۱۰۴- افرادی که صفت بیماری را بروز نمی‌دهند ولی الل بیماری را دارند و می‌توانند آن را به نسل بعد منتقل کنند.

۱۰۵- الف) Dd

ب) در کروموزوم Y جایگاهی برای الل (دگره)‌های ژن‌های وابسته به X وجود ندارد و پدر فقط یک کروموزوم X دارد.

پ) رنگ قرمز AABBCC و رنگ سفید aabbcc

۱۷۱- درست؛ نشان می‌دهد که جاندار در طول تکامل ساختارهایی که کارآمد نبوده‌اند را به تدریج از دست داده است زیرا حفظ و نگهداری این ساختارهای غیرکارآمد باعث اتلاف انرژی می‌شود.

۱۷۲- دیرینه‌شناسان

۱۷۳- نشان می‌دهند که در زمان‌های مختلف زندگی با شکل‌های مختلف جریان داشته است.

۱۷۴- نشان‌دهنده این است که این گونه‌های مختلف دارای نیای مشترک هستند.

۱۷۵- ساختارهای آنالوگ

۱۷۶- سوسمارها

۱۷۷- بقایای پا در لگن مار پیتون

۱۷۸- اندام‌ها یا ساختارهای همتا

۱۷۹- ساختارهای وستیجیال

۱۸۰- سنگواره عبارت است از بقایای یک جاندار یا آثاری از جاندار که در گذشته دور زندگی می‌کرده است و در کل سنگواره‌ها نشان می‌دهند که در زمان‌های مختلف زندگی به شکل‌های مختلفی جریان داشته است.

۱۸۱- ساختارهای همتا به ساختارهایی گفته می‌شود که اساس ساختاری مشابهی دارند اما وظایف آن‌ها با هم تفاوت‌هایی دارد.

ساختارهای آنالوگ به ساختارهایی گفته می‌شود که وظایف یکسان دارند اما ساختار و طراحی متفاوتی دارند.

۱۸۲- به ساختارهایی که در عده‌ای از جانداران بسیار کارآمد هستند اما در عده‌ای دیگر کوچک یا ساده شده و حتی ممکن است فاقد کار خاصی باشند. وجود ساختارهای وستیجیال از یک سو نشان‌دهنده رابطه میان جانداران است و از سوی دیگر نشان‌دهنده تکامل جانداران و حذف ساختارهای ناکارآمد است.

۱۸۳- علاوه بر آشکار کردن خویشاوندی گونه‌ها، اطلاعاتی از چگونگی تغییر گونه‌ها نیز در اختیار دانشمندان قرار می‌دهد.

۱۸۴- خیر. تبدیل شدن یک جاندار به سنگواره نیاز به شرایط خاصی دارد و ممکن است جسد یک جاندار قبل از دفن شدن از بین برود و هم‌چنین ممکن است شرایط محیطی یک منطقه برای ایجاد سنگواره مناسب نباشد.

۱۸۵- منظور، توالی‌های مشابهی از DNA (دنا) است که در گونه‌های مختلف دیده می‌شوند. این توالی‌ها برای تشخیص خویشاوندی گونه‌های مختلف به کار می‌رود و هم‌چنین می‌توان به تاریخچه تغییر گونه‌ها پی برد.

۱۸۶- در تشریح مقایسه‌ای اندام‌ها و ساختارهای قابل مشاهده در گونه‌های مختلف با هم مقایسه می‌شوند اما در مطالعات مولکولی، مقایسه بین گونه‌های مختلف را در سطح مولکولی از جمله در توالی‌های DNA انجام می‌دهند.

۱۸۷- از مقایسه توالی آمینواسیدها در پروتئین‌های مشترک هم می‌توان استفاده کرد. زیرا هر چه قدر توالی دنا در گونه‌های مختلف شباهت بیشتری با هم داشته باشد توالی mRNA و نهایتاً توالی آمینواسیدهای پروتئین‌های مشترک آن‌ها نیز شباهت بیشتری دارد.

۱۸۸- گزینه «۲» اندام‌های همتا دارای طرح ساختاری مشابه هستند.

۱۸۹- گزینه «۲» ساختارهای وستیجیال کارایی ندارند.

۱۵۱- گزینه «۲» در تولیدمثل جنسی برخلاف تولیدمثل غیرجنسی بین فرزندان تفاوت‌های فردی زیادی به وجود می‌آید و این تفاوت‌های فردی، توان بقای جمعیت را افزایش می‌دهد.

(۱): شارش ژنی با کاهش اندازه جمعیت مبدأ می‌تواند در بقای آن جمعیت اثر منفی داشته باشد.

۱۵۲- گزینه «۲» نادرست؛ زیرا به طور مثال در بیماری کم‌خونی داسی‌شکل، افراد ناخالص دارای دگره نامطلوب هستند اما انتخاب طبیعی باعث حذف این افراد و کاهش دگره نامطلوب نمی‌شود.

(۱): وقوع جهش و ایجاد دگره‌های جدید و نامطلوب می‌تواند توان زیستی افراد را کاهش دهد.

۱۵۳- گزینه «۲» نادرست؛ زیرا در صورتی که زاده‌های یک فرد سازگار با محیط، فنوتیپ ناسازگار داشته باشند؛ انتخاب طبیعی در جهت حذف آن‌ها عمل می‌کند.

گزینه (۱) درست است، از آنجایی که بسیاری از جهش‌ها، تأثیر فوری بر رخ‌نمود ندارند؛ پس اندکی از جهش‌ها، تأثیر فوری بر فنوتیپ (رخ‌نمود) دارند.

۱۵۴- گزینه «۱» (۱): جهش نوعی عامل تغییردهنده فراوانی الل‌ها در جمعیت است که می‌تواند با ایجاد الل‌های جدید، خزانه ژنی را غنی‌تر کند.

گزینه (۲) نادرست است، زیرا رانش نوعی رویداد تصادفی است که می‌تواند فراوانی الل‌های جمعیت را تغییر دهد.

۱۵۵- گزینه «۲» نادرست؛ زیرا رانش اللی به صورت تصادفی انجام می‌شود و به سازش الل‌های باقی‌مانده در جمعیت نمی‌انجامد.

گزینه (۱) درست است، زیرا رانش اللی در اثر حوادث طبیعی از جمله سیل، زلزله و ... رخ می‌دهد.

۱۵۶- همتا - آنالوگ

۱۵۷- همتا - خویشاوند

۱۵۸- سوسمارها - وستیجیال

۱۵۹- گربه - گل لاله

۱۶۰- ماموت‌های - حشراتی

۱۶۱- تغییر گونه‌ها

۱۶۲- بیشتر - خویشاوندی

۱۶۳- الف ← ۶      ب ← ۷      پ ← ۸

ت ← ۴      ث ← ۲      ج ← ۱

چ ← ۳ (واژه اضافی: ۵)

۱۶۴- درست؛ ممکن است سنگواره شامل اثر یا ردی از جانداران گذشته باشد. مثل رد پای یک دایناسور.

۱۶۵- درست

۱۶۶- نادرست؛ اجزای پیکر جانداران گونه‌های مختلف با هم مقایسه می‌شوند.

۱۶۷- نادرست؛ ظاهر اندام‌های همتا می‌تواند متفاوت باشد مثل بال پرنده با باله دلفین.

۱۶۸- درست

۱۶۹- نادرست؛ از اندام‌های همتا برای رده‌بندی استفاده می‌کنند.

۱۷۰- درست؛ این ساختارها در عده‌ای بسیار کارآمد هستند.



## فصل هشتم: رفتارهای جانوران

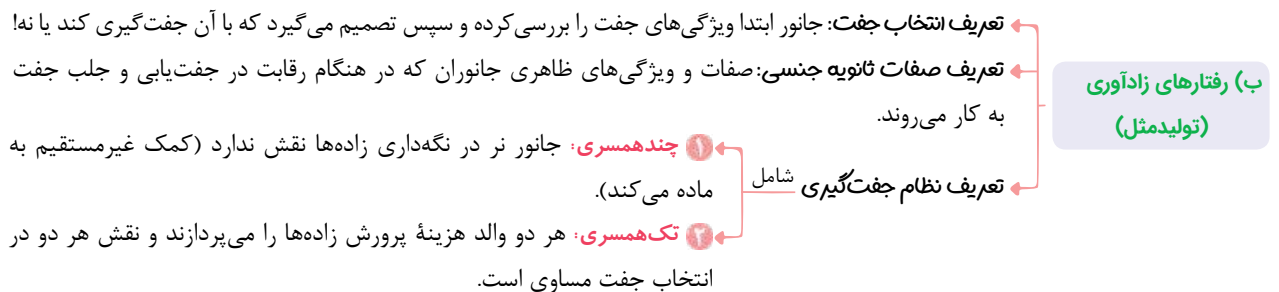
### گفتار ۱ اساس رفتار

الف) تعریف رفتار به واکنش یا مجموعه واکنش‌هایی می‌گویند که جانور در پاسخ به محرک یا محرک‌ها انجام می‌دهد.



### گفتار ۲ انتخاب طبیعی و رفتار

الف) در بررسی رفتار به ۲ پرسش پاسخ می‌دهند  
چرا جانور یک رفتار را انجام می‌دهد: بررسی فرایندهای ژنی، رشد و نمو و فیزیولوژیکی  
چرا جانور یک رفتار را انجام می‌دهد: ارتباط با انتخاب طبیعی



**ب) رفتارهای غذایی**

- تعریف: مجموعه رفتارهای جانوری برای جست‌وجو و به دست آوردن غذا
- تعریف غذایابی بهینه: موازنه بین محتوای انرژی غذا و هزینه به دست آوردن آن



ردیف	نمونه امتحان شماره ۱	رشته علوم تجربی	زیست‌شناسی ۳ (پایه دوازدهم)
نمره	امتحان شماره ۱	مدت امتحان: ۹۰ دقیقه	Kheilisabz.com
۱	در هر یک از عبارات‌های زیر، جاهای خالی را با کلمات مناسب کامل کنید. الف) واتسون و کریک مدل مولکولی DNA را با استفاده از نتایج تحقیقات .....، تصاویر تهیه‌شده با پرتو X و ..... ساختند. ب) علت کم‌خونی داسی‌شکل نوعی تغییر ..... است. پ) گروه خونی Rh براساس بودن یا نبودن پروتئینی در ..... است. ت) جهش در توالی‌های ..... ژن بر توالی پروتئین اثری ندارد.	۱/۲۵	
۲	درست یا نادرست بودن هر یک از عبارات زیر را مشخص کنید. الف) قند دئوکسی‌ریبوز یک اتم اکسیژن بیشتر از قند ریبوز دارد. ب) افزایش طول RNA پیک موجب افزایش محصول می‌شود. پ) اگر هیچ‌یک از آنزیم‌های A و B وجود نداشته باشند آن‌گاه هر دو کربوهیدرات به غشای گویچه قرمز اضافه می‌شوند. ت) جهش‌های ارثی می‌توانند از یک یا هر دو والد به فرزند به ارث برسند.	۱	
۳	در رابطه با تحقیقات ایوری پاسخ دهید: الف) چرا عده‌ای از دانشمندان نتایج تحقیقات اولیه وی را قبول نکردند؟ ب) در کدام ظرف آزمایش وی، انتقال صفت پوشینه‌دار شدن باکتری رخ نداد؟	۰/۵	
۴	در رابطه با DNA (دنا) به پرسش‌های زیر پاسخ دهید: الف) بیشترین پیوند هیدروژنی بین کدام جفت‌بازهای مکمل ایجاد می‌گردد؟ ب) DNA حلقوی چگونه ایجاد می‌گردد؟ پ) ثابت قطر DNA چه فایده‌ای دارد؟ (یک مورد)	۰/۷۵	
۵	در رابطه با همانندسازی DNA (دنا) به پرسش‌های زیر پاسخ دهید: الف) به چه علت دومین طرح همانندسازی DNA را نیمه‌حفاظتی نامیدند؟ ب) در آزمایش‌های مزلسون و استال، DNAهای باکتری‌ها چگونه نشان‌دار شدند؟ پ) هلیکاز قبل از فاصله‌دادن به دو رشته دنا، چه عملی بر روی دنا انجام می‌دهد؟	۰/۷۵	
۶	در رابطه با شکل روبه‌رو که ساختار عمومی تک‌پار پروتئین‌ها را نشان می‌دهد، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید: الف) نام هر یک از گروه‌های مشخص‌شده را بنویسید. ب) خصوصیات منحصر‌به‌فرد در آمینواسید به کدام گروه آن بستگی دارد؟	۱	$\begin{array}{c} 1 \\   \\ 2 - C - 3 \\   \\ H \end{array}$
۷	به پرسش‌های زیر پاسخ دهید: الف) نقش راه‌انداز در فرایند رونویسی چیست؟ ب) تفاوت توالی رشته رمزگذار با توالی رشته RNA (رنا)ی ساخته‌شده از روی رشته الگو چیست؟ پ) تغییر در فشردگی کروموزوم چگونه موجب تنظیم بیان ژن می‌شود؟	۱/۵	
۸	در رابطه با فرایند ترجمه به پرسش‌های زیر پاسخ دهید: الف) چرا برخی رمزها را، رمزه پایانی می‌نامند؟ ب) مواد اولیه مصرفی در ترجمه را بنویسید؟ پ) کدام پیوند شیمیایی در هنگام ایجاد ساختار نهایی RNA ناقل تشکیل می‌شود؟	۰/۷۵	

ردیف	امتحان شماره ۳	مدت امتحان: ۹۰ دقیقه	رشته علوم تجربی	زیست‌شناسی ۳ (پایه دوازدهم)	نمونه امتحان نیم‌سال دوم
نمره	۱۴۰۱ خرداد				
۱/۲۵	۱	۱	۱	۱	<p>درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را بدون ذکر دلیل مشخص کنید.</p> <p>الف) از نتایج آزمایش‌های گریفیت ماهیت مادهٔ وراثتی و چگونگی انتقال آن به یاختهٔ دیگری مشخص شد.</p> <p>ب) در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود.</p> <p>ج) رنای ناقل (tRNA)، تاخوردگی‌های مجددی پیدا می‌کند که ساختار سه‌بعدی را به وجود می‌آورد.</p> <p>د) صفات چندجایگاهی، رخ‌نمودهای (فنوتیپ‌های) پیوسته‌ای دارند.</p> <p>ه) در مولکول پیش‌انسولین، زنجیرهٔ B نسبت به زنجیرهٔ A به سر کربوکسیل نزدیک‌تر است.</p>
۱	۲	۱	۱	۱	<p>در هر یک از عبارتهای زیر جای خالی را با کلمات مناسب کامل کنید.</p> <p>الف) آمیزش موفقیت‌آمیز، آمیزشی است که به تولید زاده‌های ..... و زایا منجر می‌شود.</p> <p>ب) در مولکول ATP، باز آلی آدنین و قند پنج‌کربنهٔ ریبوز را با هم ..... می‌نامند.</p> <p>ج) آنزیم‌های برش‌دهنده در باکتری‌ها وجود دارند و قسمتی از سامانهٔ ..... آن‌ها محسوب می‌شوند.</p> <p>د) یکی از رفتارهای زادآوری (تولیدمثل)، ..... است که در این رفتار طاووس ماده، رنگ درخشان و لکه‌های چشم‌مانند دم طاووس نر را بررسی می‌کند.</p>
۱/۲۵	۳	۱	۱	۱	<p>برای کامل کردن هر یک از عبارتهای زیر، از بین کلمات داخل پرانتز، کلمهٔ مناسب را انتخاب کنید.</p> <p>الف) در پروکاریوت‌ها (یک نوع / انواع) رنابسپاراز [RNA پلی‌مراز]، وظیفهٔ ساختن انواع رنا را برعهده دارد.</p> <p>ب) رمزه [کدون] (UAG / AUG) هیچ آمینواسیدی را رمز نمی‌کند.</p> <p>ج) در تنظیم منفی رونویسی در باکتری اشرشیاکلائی، مانع پیشروی رنابسپاراز، نوعی پروتئین به نام (مهارکننده / عوامل رونویسی) است.</p> <p>د) با کمک رخ‌نمود، می‌توان ژن نمود [ژنوتیپ] (گروه خونی O منفی / گروه خونی A منفی) را مشخص کرد.</p> <p>ه) مولکول انسولین فعال از (یک / دو) زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی به نام‌های A و B تشکیل شده است که به یکدیگر متصل هستند.</p>
۱/۵	۴	۱	۱	۱	<p>در ارتباط با همانندسازی دنا [DNA] به پرسش‌ها پاسخ دهید.</p> <p>الف) مزلسون و استال برای نشانه‌گذاری دنا از چه نوکلئوتیدهایی استفاده کردند؟</p> <p>ب) در هنگام اضافه‌شدن هر نوکلئوتید به انتهای رشتهٔ پلی‌نوکلئوتید در حال تشکیل، چه تغییراتی در تعداد گروه فسفات ایجاد می‌شود؟</p> <p>ج) به چه علت در یوکاریوت‌ها، آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر فام‌تن [کروموزوم] انجام می‌شود؟</p>
۰/۲۵	۵	۱	۱	۱	<p>در مورد ساختار و فعالیت آنزیم‌ها به پرسش‌ها پاسخ دهید.</p> <p>الف) تصویر مقابل طرز عمل آنزیم را در کدام نوع از واکنش‌های سوخت و سازی نشان می‌دهد؟</p> <p>ب) بین مسئلهٔ تب بالا و فعالیت آنزیم‌ها چه ارتباطی جود دارد؟</p> 
۰/۵	۶	۱	۱	۱	<p>رشتهٔ رنایی که از روی رشتهٔ الگوی دنا ساخته شده است با رشتهٔ رمزگذار چه تفاوتی می‌تواند داشته باشد؟</p>



## پاسخ‌نامه تشریحی امتحان شماره (۵)

- ۱- الف) درست (۰/۲۵) (ب) نادرست (۰/۲۵)  
 ج) نادرست (۰/۲۵) (د) درست (۰/۲۵)
- ۲- الف) گروه R (۰/۲۵) (ب) آمینواسیدها (۰/۲۵)  
 ج) بارز و نهفتگی (۰/۲۵) (د) میوزی (۰/۲۵)  
 ه) در سطح پیش‌ماده (۰/۲۵) (و) غلاف آوندی (۰/۲۵)
- ۳- الف) پورین (۰/۲۵) (ب) آغاز (۰/۲۵)  
 ج) ۹ (۰/۲۵) (د) متفاوت (۰/۲۵)  
 ه)  $NAD^+$  (۰/۲۵) (و) اکسیژنازی (۰/۲۵)
- ۴- الف) باز آلی (۰/۲۵)  
 ب) طرح همانندسازی نیمه‌حفاظتی (۰/۲۵)  
 ج) به نوع بازی بستگی دارد که در نوکلئوتید رشته‌الگو قرار دارد. (۰/۲۵)  
 د) راکیزه (میتوکندری) (۰/۲۵)
- ۵- الف) چون ران‌ها درون هسته حضور ندارند. (البته جمله صحیح‌تر ران‌ها فعال است.) (۰/۲۵)  
 ب) راکیزه برای انجام نقش خود در تنفس یاخته‌ای به پروتئین‌هایی وابسته است که ژن‌های آن در هسته قرار دارند. (۰/۵)  
 ۶- انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش می‌دهد. (۰/۲۵)  
 ۷- الف) تفاوت در نوکلئوتیدهای مورد استفاده است؛ مثلاً به جای نوکلئوتید تیمین‌دار در دنا، نوکلئوتید یوراسیل‌دار در رنا قرار دارد. یا قند DNA دئوکسی‌ریبوز و در RNA ریبوز است. (۰/۵)  
 ب) گلوکز (۰/۲۵)  
 ج) عمل ترجمه متوقف و رنای ساخته‌شده پس از مدتی تجزیه می‌شود. (۰/۵)
- ۸- الف) پیوند پپتیدی (۰/۲۵) (ب) مضاعف‌شدگی (۰/۲۵)  
 ج) رانش دگره‌ای (۰/۲۵)
- ۹- ژنوتیپ: AO (۰/۲۵) و BO (۰/۲۵) فنوتیپ: گروه خونی A (۰/۲۵) و گروه خونی B (۰/۲۵)
- ۱۰- الف) زیرا می‌تواند ژن بیماری را به نسل بعد منتقل کند اما خودش علائم بیماری را ندارد. (۰/۵)  
 ب) رخ‌نمود [فنوتیپ]‌های پیوسته (۰/۲۵)
- ۱۱- الف) این جهش بر توالی پروتئین اثری نخواهد داشت بلکه بر «مقدار» آن تأثیر می‌گذارد. (۰/۵)  
 ب) انتخاب طبیعی (۰/۲۵)  
 ج) زیرا این گیاه، با جمعیت نیایی خود که ۲n بودند نمی‌تواند آمیزش کند. (۰/۵)
- ۱۲- الف) ۴- اکسیژن مولکولی (۰/۲۵)  
 ب) ۳-  $FADH_2$  (۰/۲۵)  
 ج) ۲- آنزیم ATP‌ساز (۰/۲۵) (د) ۱- گلوکز (۰/۲۵)  
 ۱۳- پیرووات حاصل از قندکافت وارد راکیزه نمی‌شود، بلکه با گرفتن الکترون‌های  $NADH$  به لاکتات تبدیل می‌شود. (۰/۵)  
 ۱۴- الف) کارایی گیاه را در استفاده از طول موج‌های متفاوت نور افزایش می‌دهد. (۰/۵)  
 ب) مرکز واکنش، شامل مولکول‌های کلروفیل a است که در بستری پروتئینی قرار دارند. (۰/۵)  
 ج) الکترون‌های حاصل از تجزیه آب به فتوسیستم ۲ می‌روند. (۰/۵)  
 د) تعدادی از این قندها برای ساخته‌شدن گلوکز و ترکیبات آلی دیگر و تعدادی نیز برای بازسازی ریبولوزیسی فسفات مصرف می‌شوند. (۰/۵)
- ۱۵- الف) جداسازی یک یا چند ژن و تکثیر آن‌ها را همسانه‌سازی دنا می‌گویند. (۰/۵)  
 ب) به مجموعه دنا ناقل و ژن جای‌گذاری‌شده در آن، دنا نوترکیب گفته می‌شود. (۰/۵)  
 ۱۶- الف) چنین ژن‌هایی به باکتری این توانایی را می‌دهند که پادزیست‌ها را به موادی غیرکشنده و قابل استفاده برای خود تبدیل کنند. (۰/۵)  
 ب) زیرا بسیاری از مراحل تولید صنعتی در دماهای بالا انجام می‌شوند. (۰/۵)
- ۱۷- الف) لنفوسیت (۰/۲۵)  
 ب) چون لنفوسیت‌ها قدرت بقای زیادی ندارند. (۰/۵)
- ۱۸- الف) خوگیری موجب می‌شود جانور با چشم‌پوشی از محرک‌های بی‌اهمیت، انرژی خود را برای انجام فعالیت‌های حیاتی حفظ کند. (۰/۵)  
 ب) براساس یادگیری شرطی شدن فعال، احساس مزه نامطلوب که به تهوع پرنده منجر می‌شود، تنبیهی است که با تکرار آن، پرنده می‌آموزد از خوردن این پروانه‌ها اجتناب کند. (۰/۵)  
 ج) علاوه بر ویژگی‌های ظاهری، ژن‌های صفات سازگارتر را نیز به ارث می‌برند. (۰/۵)
- د) ۱- غذا و انرژی دریافتی جانور را افزایش می‌دهد. (۰/۲۵)  
 ۲- امکان جفت‌یابی جانور را افزایش می‌دهد. (۰/۲۵)  
 ۳- دسترسی به پناهگاه برای در امان شدن از شکارچی را افزایش می‌دهد. (ذکر ۲ مورد کافی است.) (۰/۵)  
 ه) با صرف انرژی کمتر و در زمان کوتاه‌تر محل دقیق منبع غذا را پیدا می‌کنند. (۰/۵)