بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

زیست‌شناسی (۳)

رشتهٔ علوم تجربی

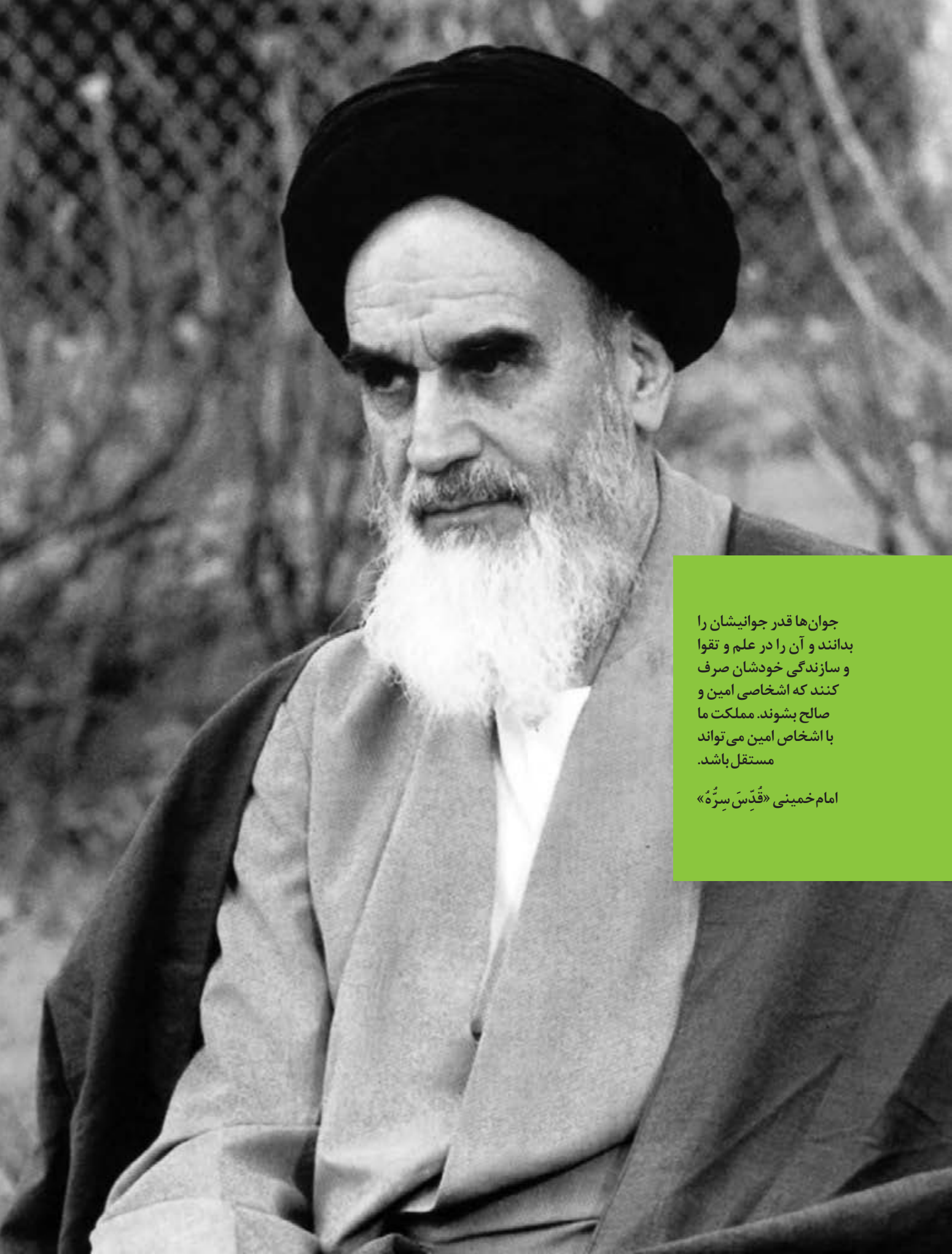
پایهٔ دوازدهم

دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: زیست‌شناسی (۳)ـ پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه ـ ۱۱۲۲۱۶
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: سید علی آل‌محمد، محمد ابراهیمی، مریم انصاری، خدابخش بهزادی، علی‌هاتف سلمانیان، الهه علوی، اعظم غلامی و بهمن فخریان (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
سید علی آل‌محمد، محمد ابراهیمی، مریم انصاری، الهه علوی، اعظم غلامی و بهمن فخریان (اعضای گروه تألیف) ـ بهمن فخریان (ویراستار علمی) ـ شیما شریفی، سهیلا عابدینی (ویراستار ادبی)
مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) ـ مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) ـ احسان رضوانی (طراح گرافیک، طراح جلد و صفحه‌آرا) ـ الهه بهین، مریم دهقان‌زاده (تصویرگر و رسام) ـ فاطمه باقری‌مهر، زهرا ایمانی‌نصر، زهرا رشیدی مقدم، نوشین معصوم‌دوست، فاطمه پزشکی و ناهید خیام‌باشی (امور آماده‌سازی)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وبگاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران: کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)
تلفن: ۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ ششم ۱۴۰۲

شابک ۷ـ۳۱۳۲ـ۰۵ـ۹۶۴ـ۹۷۸
ISBN: 978_964_05_3132_7



جوان‌ها قدر جوانیشان را بدانند و آن را در علم و تقوا و سازندگی خودشان صرف کنند که اشخاصی امین و صالح بشوند. مملکت ما با اشخاص امین می‌تواند مستقل باشد.

امام‌خمینی «قُدِّسَ سِرُّهُ»

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست

فصل ۱- مولکول‌های اطلاعاتی ۱

نوکلئیک اسیدها

همانندسازی دِنا

پروتئین ها

فصل ۲- جریان اطلاعات در یاخته ۲۱

رونویسی

به سوی پروتئین

تنظیم بیان ژن

فصل ۳- انتقال اطلاعات در نسل‌ها ۳۷

مفاهیم پایه

انواع صفات

فصل ۴- تغییر در اطلاعات وراثتی ۴۷

تغییر در مادهٔ وراثتی جانداران

تغییر در جمعیت ها

تغییر در گونه ها

فصل ۵- از ماده به انرژی ۶۳

تأمین انرژی

اکسایش بیشتر

زیستن مستقل از اکسیژن

فصل ۶- از انرژی به ماده ۷۷

فتوسنتز: تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی

واکنش های فتوسنتزی

فتوسنتز در شرایط دشوار

فصل ۷- فناوری های نوین زیستی ۹۱

زیست فناوری و مهندسی ژنتیک

فناوری مهندسی پروتئین و بافت

کاربردهای زیست فناوری

فصل ۸- رفتارهای جانوران ۱۰۷

اساس رفتار

انتخاب طبیعی و رفتار

ارتباط و زندگی گروهی

مقدمه

کتاب زیست شناسی۳ سومین کتاب زیست شناسی دورهٔ دوم متوسطه است که برای پایهٔ دوازدهم رشتهٔ علوم تجربی تألیف و چاپ شده است. این کتاب ادامه اجرای برنامهٔ ۱۲ ساله حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی در موضوع زیست شناسی است که از دورهٔ ابتدایی آغاز و در سه سال اوّل متوسطه در قالب کتاب‌های علوم تجربی ادامه یافت و با کتاب زیست ۱ پایه دهم به دوره دوم متوسطه رسید.

برنامه زیست شناسی براساس راهنمای برنامه حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی و منطبق با برنامهٔ درسی ملّی تدوین شده است. اهداف این برنامه مطابق با برنامهٔ درسی ملّی در سه عرصهٔ ارتباطی انسان یعنی ارتباط با خود، خلق و خلقت، مبتنی بر ارتباط با خدا، تعریف شده و در جهت تقویت پنج عنصر (تفکر و تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق) پیش می‌رود. بر این اساس مهم ترین شایستگی‌های مدنظر حوزه علوم تجربی که درس زیست‌شناسی تلاش می‌کند در دانش آموز تحقق یابددر زیر فهرست شده‌اند. انتظار می رود دانش آموز بتواند:

- نظام مندی طبیعت را براساس درک و تحلیل مفاهیم، الگوها و روابط بین پدیده های طبیعی به‌عنوان آیات الهی کشف و گزارش کند و نتایج آن را برای حل مسائل حال و آینده در ابعاد فردی و اجتماعی در قالب ایده یا ابزار ارائه دهد / به کار گیرد.
- با ارزیابی رفتارهای متفاوت در ارتباط باخود و دیگران در موقعیت های گوناگون زندگی، رفتارهای سالم را انتخاب کند / گزارش کند / به کار گیرد.
- با درک ماهیت، روش و فرایند علم تجربی، امکان به کارگیری این علم را در حل مسائل واقعی زندگی (حال و آینده)، تحلیل و محدودیت ها و توانمندی های علوم تجربی را در حل این مسائل گزارش کند.
- با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی،بتواند ایده‌هایی مبتنی بر تجارب شخصی، برای مشارکت در فعالیت های علمی ارائه دهد و در این فعالیت ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاق علمی مشارکت کند.

این کتاب در ادامه زیست شناسی ۱و۲ تألیف شده و زمینه اصلی آن تغییر، پایداری و زمان است. در این ارتباط سازوکارهای مولکولی در ارتباط با کسب ماده و انرژی، سازوکارهای انتقال صفات از نسلی به نسل دیگر و سازوکارهای تغییر گونه ها و رفتارهای جانوران در گذر زمان مطالعه می شوند.

دانش آموزان با مطالعه این کتاب همچنین با فرایندها و ساختارهایی آشنا می شوند که با وجود تنوع

در دنیای زنده از اصول ثابتی پیروی می کنند. کتاب ابتدا به معرفی سازوکارهای مولکولی ذخیره و انتقال اطلاعات در یاخته می پردازد، به دنبال آن چگونگی جریان اطلاعات در یاخته و نسل ها و در آخر در مورد تغییر در اطلاعات مباحثی را مطرح می کند.

بخش دیگری از کتاب به شارش انرژی در موجودات زنده می پردازد که در آن دانش آموزان با دو مبحث از ماده به انرژی (تنفس سلولی) و از انرژی به ماده (فتوسنتز) آشنا خواهند شد.

در قسمتی از کتاب به فناوری های نوین زیستی به ویژه مهندسی ژنتیک، مهندسی بافت و پروتئین پرداخته شده است و ضمن اشاره به پایه های زیست فناوری در مورد استفاده از این فناوری ها مباحثی مطرح شده است. در انتهای کتاب بخشی به رفتارهای جانوران در موقعیت های مختلف و سازوکارهای مربوط به آنها اختصاص یافته است.

مفاهیم اساسی در این کتاب با توجه به بازخوردهای حاصل از آموزش های قبلی، اصلاح و متناسب با یافته های جدید در علم زیست شناسی، به روز شده اند.

انتخاب و سازماندهی محتوا در این کتاب مانند کتاب زیست شناسی ۱و ۲ بر اساس آموخته های دانش آموزان در متوسطه اول بوده است. در ارائه محتوا، اولویت با آنهایی است که دانش آموز در زندگی با آنها مواجه می شود. همچنین بر اساس تجربیات به دست آمده از آموزش مفاهیم زیست شناسی، سعی شده تا حد امکان از محتواهای صرفاً دانشی پرهیز شود.

دربیشتر قسمت های کتاب بحث با طرح سؤالاتی شروع می شود. هدف از این روش درگیرکردن دانش آموز با مبحث، بارش فکری و تا حدی مفهوم سازی توسط خود دانش آموز است.

در کتاب نمونه هایی از تاریخ تحولات علمی مانند کشف ساختار دِنا، سازوکارهای کسب و تبدیل انرژی، سازوکارهای زیست فناوری و روش های استفاده از آن، و شناخت رفتارهای جانوری آورده شده تا دانش آموزان علاوه بر آنکه علم را به عنوان محصول کار دانشمندان می شناسند، به فرایند تولید علم نیز توجه کنند.

آموزش این کتاب مستلزم به کارگیری ظرفیت دانش آموزان در کلاس درس و مشارکت هر چه بیشتر آنها در امر یادگیری است. معلم در این جایگاه نقش تسهیل گر آموزش و نه انتقال دهنده دانش را ایفا می کند.

سخنی با همکاران ارجمند

در تألیف این کتاب چند نکته مدنظر مؤلفان و شورای تألیف بوده که لازم است مورد توجه دبیران و اولیای محترم نیز قرار گیرد.

سعی شده حجم کتاب با ساعت اختصاص یافته به آن (۴ ساعت در هفته) متناسب باشد و با توجه به برگزاری امتحانات نهایی و کنکور در انتهای این سال تحصیلی، حجم و چگالی مطالب کتاب به گونه‌ای در نظر گرفته شده که دانش آموزان فرصت بیشتری داشته باشند تا کتاب های قبلی را مرور و برای شرکت در این آزمون ها آمادگی پیدا کنند.

با توجه به بازخوردهای دریافت شده از آموزش مباحث زیست شناسی در سال های قبل در کلاس های تقویتی و کنکور که اهداف اصلی کتاب را به فراموشی سپرده و کلاس به سمت حل مسائل عددی و محاسباتی هدایت می شد در این کتاب ممنوعیت هایی در خصوص برگزاری آزمون ها مطرح شده است، به این صورت که طراحی سؤالات عددی و محاسباتی از محتوای فصل های این کتاب در همه آزمون ها منع شده و لازم است همه دبیران، دانش آموزان و اولیای محترمشان و همچنین سازمان سنجش آموزش کشور این نکته مهم را مد نظر قرار دهند تا از فشارهای روانی به دانش آموزان و والدین آنها در خصوص آزمون ها کاسته شود.

درمقایسه این کتاب با کتاب‌های قبلی به دلایلی بعضی مطالب حذف شده است مثل آغازیان، باکتری‌ها و قارچ ها که بیشتر برای دانش آموزان حالت حفظی داشته و در کنکور و امتحانات نهایی چالش هایی را ایجاد می کرده است. دانش آموزان و دبیران گرامی در مورد محتواهای حذف شده دقت نمایند که این مطالب در سرفصل های کتاب حاضر نیست و در آزمون‌ها هم ارزشیابی نمی‌شوند. معیار کنکور و آزمون های آموزش و پرورش فقط محتوای کتاب درسی است.

در برنامه جدید زیست شناسی به‌ویژه دوره متوسطه (زیست شناسی ۱و۲و۳) به هر بحث یک‌بار پرداخته شده است و حد نهایی آن بر اساس آنچه در کتاب درسی آمده، تعیین می شود. بنابراین همکاران محترم از افزودن مطالب غیرضروری به درس و ارزشیابی از آنها اجتناب نمایند.

گروه زیست شناسی دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطهٔ نظری

مطالب «بیشتر بدانید» و «پاورقی‌ها» در این کتاب، صرفاً جنبه آگاهی‌بخشی دارد و نباید در ارزشیابی، آزمون ها و کنکور مورد پرسش قرار گیرد.

فصل ۱

مولکول های اطلاعاتی

طرح سؤالات عددی و محاسباتی از مباحث این فصل در همهٔ آزمون ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

یکی از پرسش‌هایی که یافتن جوابی برای آن بیش از پنجاه سال طول کشید، این بود که ژن چیست و از چه ساخته شده است؟

پاسخ این سؤال، به ظاهر شاید ساده باشد ولی برای رسیدن به آن، پژوهش‌ها و آزمایش‌های زیادی انجام شد که در حال حاضر هم ادامه دارد.

در این فصل مطالب در قالب زنجیره‌ای از آزمایش‌ها توضیح داده می‌شود که نتایج آنها آگاهی ما را از ژن و مولکول‌های مرتبط به آن یعنی دِنا (DNA)، رِنا (RNA) و پروتئین بیشتر می‌کند. آشنا شدن با ساختار این مولکول‌ها مقدمه‌ای است برای فهم بهتر فصل‌های دیگر این کتاب. همچنین، در کنار این مباحث با سازوکار مولکولی و چگونگی ذخیره و انتقال اطلاعات وراثتی آشنا می‌شویم.

پروتئین های مرتبط باDNA عبارتند از هیستون ها و پروتئین های غیر هیستونی.

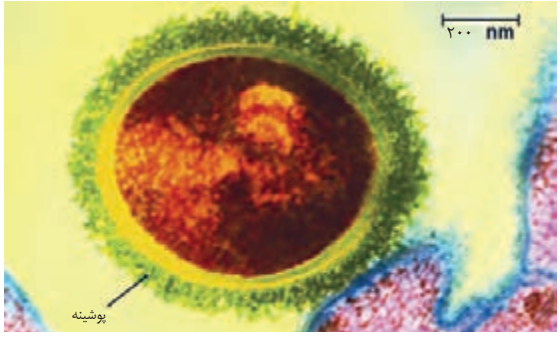
biology
زیست شناسی
به سبک قانع

گفتار ۱ نوکلئیک اسیدها

هریک از یاخته‌های بدن ما ویژگی‌هایی مانند شکل و اندازه دارند. این ویژگی‌ها تحت فرمان هسته هستند. دستورالعمل‌های هسته در حین تقسیم از یاخته‌ای به یاخته دیگر و در حین تولید مثل از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود. اطلاعات و دستورالعمل فعالیت‌های یاخته در چه قسمتی از هسته ذخیره می‌شود؟ قبلاً آموختیم که فام‌تن‌ها در هسته قرار دارند و در ساختار آنها دِنا و پروتئین مشارکت می‌کنند. کدام‌یک از این دو ماده، ذخیره‌کنندهٔ اطلاعات وراثتی است؟

پاسخ این سؤال مشخص شده است. این ماده دِنا است که به‌عنوان مادهٔ ذخیره‌کنندهٔ اطلاعات وراثتی عمل می‌کند. امّا دانشمندان چگونه به این پاسخ رسیده‌اند؟

اطلاعات اولیه در مورد مادهٔ وراثتی از فعالیت‌ها و آزمایش‌های باکتری‌شناسی انگلیسی به نام گریفیت[۱] به‌دست آمد. او سعی داشت واکسنی برای آنفلوانزا تولید کند. در آن زمان تصور می‌شد عامل این بیماری، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا[۲] است. گریفیت با دو نوع از این باکتری، آزمایش‌هایی را روی موش‌ها انجام داد. نوع بیماری‌زای آن که پوشینه‌دار (کپسول‌دار) است در موش‌ها سبب سینه پهلو می‌شود ولی نوع بدون پوشینه آن موش‌ها را بیمار نمی‌کند (شکل ۱).



شکل ۱ــ باکتری پوشینه‌دار

آزمایش‌ها و نتایج کار گریفیت را در شکل ۲ ملاحظه می‌کنید.

شکل ۲ــ آزمایشات گریفیت و نتایج آن

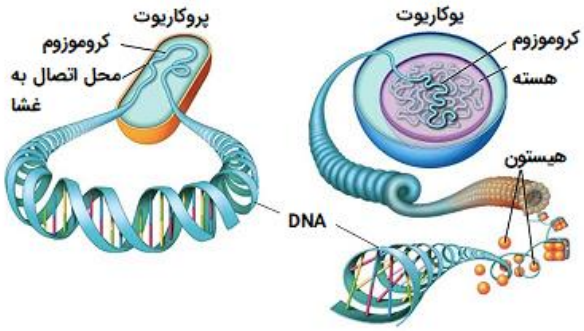
۱ــ Fredrick Griffith

۲ــ *Streptococcus Pneumoniae*

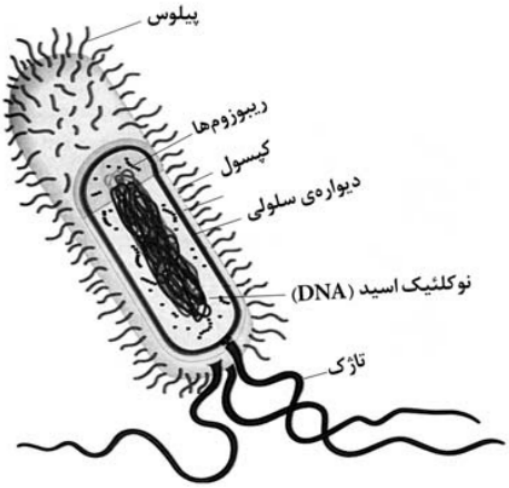
بیشتر بدانید

دانشمندی سوئیسی به نام میشر[۱] در سال ۱۸۶۹ نوکلئیک اسیدها را کشف کرد. او ترکیبات سفید رنگی را از هسته گویچه‌های سفید انسان و اسپرم ماهی استخراج کرد که نسبت نیتروژن و فسفات در این ترکیبات با نسبت آن در ترکیبات حاصل از بخش‌های دیگر یاخته متفاوت بود. همین باعث شد که میشر این ترکیب زیستی را به عنوان ترکیب جدیدی معرفی کند. او این ماده را نوکلئیک‌اسید (اسید هسته‌ای) نامید؛ چون از هسته (Nucleus) استخراج شده بود و خاصیت اسیدی ضعیفی هم داشت.

۱ـ Friedrich Miescher



جانداران	پیش‌هسته‌ای (پروکاریوت)	باکتری‌ها
	هوهسته‌ای (یوکاریوت)	آغازیان
		قارچ‌ها
		گیاهان
		جانوران



- باکتری‌ها
  - کپسول
    - جنس: پلی‌ساکارید
    - وظیفه: حفاظت و چسبیدن به سطوح
  - دیواره
    - جنس: پپتیدوگلیکان
    - وظیفه: حفاظت و شکل دادن
  - غشای سیتوپلاسمی: کنترل عبور مواد و محل انجام واکنش‌هایی مثل تنفس سلولی
  - تاژک: کمک به حرکت باکتری
  - پیلی: برآمدگی کوتاه و ضخیم پروتئینی برای اتصال به سطوح
  - سیتوپلاسم
    - ریبوزوم‌های کوچک و ساده
    - ناحیه‌ی نوکلئوئیدی
      - DNA
      - پروتئین‌های همراه: مثل DNA پلی‌مراز، RNA پلی‌مراز، مهارکننده و ...

جاندار مورد مطالعه گریفیت، استرپتوکوکوس نومونیا بود اما جانداران مورد استفاده در آزمایش گریفیت موش و استرپتوکوکوس نومونیا بود.	**باکتری های مرده نیز مانند باکتری های زنده آنتی ژن دارند.**
کپسول باکتری استرپتوکوکوس نومونیا از دیواره آن ضخیم تر بوده و از جنس پلی ساکارید است.	**باکتری های تزریقی به موش خود را به شش رساندند پس توانایی عبور از دیواره مویرگ های شش(خط دفاعی اول) را دارند.**

عامل تحریک کننده سیستم ایمنی آنتی ژن های میکروب می باشد که هم در باکتری پوشینه دار و هم در باکتری بدون پوشینه مشاهده می شود اما باکتری استرپتوکوکوس نومونیای کپسول دار به خاطر داشتن کپسول(پوشینه) از فاگوسیتوز شدن توسط یاخته های ایمنی (نوتروفیل ها، ماکروفاژها و...) بدن انسان یا موش در امان می ماند و منجر به بیماری خواهد شد اما اگر کپسول نداشته باشد نابود می شود و بیماری ایجاد نخواهد شد و همین امر موجب می شود در نهایت باکتری های کپسول دار پیروز می شوند.

در تمام مراحل آزمایش گریفیت سیستم ایمنی تحریک شد اما در مراحل یک و چهار باکتری ها و در مراحل دو و سه سیستم ایمنی پیروز گشت.

علائم آنفلوآنزا شبیه بیماری سینه پهلو است و این دلیل تصور اشتباه گریفیت است.	در مرحله سوم آزمایش گریفیت موش واکسینه شد.
	همه سلول ها هسته ندارند به عنوان مثال گلبول قرمز در انسان و آوند آبکش در گیاهان جزء سلول های زنده و بدون هسته می باشند.

طبق آزمایش گریفیت، یاخته های مرده نیز می توانند به یاخته های دیگر صفات منتقل کنند.

باکتری ها اندامک های غشاء دار (هسته، میتوکندری، کلروپلاست، دستگاه گلژی و ...) ندارند اما در ساختار آنها ریبوزوم، ماده وراثتی، غشاء سلولی و دیواره حتما وجود دارد البته دقت داشته باشید ریبوزوم های باکتری اندازه کوچکی داشته و شبیه به ریبوزوم های میتوکندری و کلروپلاست می باشند.

دقت داشته باشید در آزمایش چهارم تعدادی از باکتری های بدون پوشینه، پوشینه دار شدند نه همه آن ها .	دیواره باکتری استرپتوکوکوس نومونیا توسط آنزیم لیزوزیم تخریب می شود.

تولیدمثل باکتری از نوع تقسیم دوتایی است که از نوع تولیدمثل غیرجنسی می باشد و این جانداران توانایی تقسیم میتوز و میوز را ندارند.

گریفیت در آزمایش های خود از دو نوع موجود استفاده کرد موش که جانداری یوکاریوت است و باکتری که جانداری پروکاریوت است.

میتوکندری و کلروپلاست هم مانند هسته دارای ماده وراثتی هستند.

برخی از باکتری ها مانند سیانوباکتری ها توانایی فتوسنتز دارند البته دقت داشته باشید کلروپلاست جزء اندامک های غشاء دار بوده و از آنجایی که این جانداران پروکاریوت می باشند فاقد کلروپلاست نیز می باشند و فرایند فتوسنتز در غشاء این باکتری ها انجام می شود.

biology
زیست شناسی
به سبک قانع

گریفیت مشاهده کرد تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار به موش باعث بروز علائم بیماری و مرگ در آنها می‌شود؛ درحالی‌که تزریق باکتری‌های بدون پوشینه به موش‌های مشابه، باعث بروز علائم بیماری نمی‌شود. او در آزمایش دیگری باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما را به موش‌ها تزریق و مشاهده کرد که موش‌ها سالم ماندند. گریفیت نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست. سپس مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرما و زندهٔ بدون پوشینه را به موش‌ها تزریق کرد؛ برخلاف انتظار، موش‌ها مُردند! او در بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده، تعداد زیادی باکتری‌های پوشینه‌دار زنده مشاهده کرد. مسلماً باکتری‌های مرده، زنده نشده‌اند بلکه تعدادی از باکتری‌های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه‌دار شده‌اند.

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

بیشتر بدانید

گریفیت در سال ۱۹۲۸ نشان داد که خصوصیات یک باکتری به باکتری دیگر قابل انتقال است.

عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دِنا است

عامل مؤثر در انتقال این صفت تا حدود ۱۶ سال بعد از گریفیت همچنان ناشناخته ماند. تا اینکه نتایج کارهای دانشمندی به نام ایوری[۱] و همکارانش عامل مؤثر در آن را مشخص کرد. آنها ابتدا از عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین‌های موجود را تخریب کردند. به نظر شما چگونه این کار انجام شد؟

آنها سپس باقی‌ماندهٔ محلول را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می‌گیرد؛ پس می‌توان نتیجه گرفت که پروتئین‌ها مادهٔ وراثتی نیستند.

بیشتر بدانید

ایوری و همکارانش برای اولین بار در سال ۱۹۴۴ نشان دادند که دِنا، مادهٔ ژنتیک است.

در آزمایش دیگری عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار را در یک گریزانه (سانتریفیوژ[۲]) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به‌صورت لایه‌لایه جدا کردند. با اضافه کردن هریک از لایه‌ها به‌صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه‌ای که در آن دِنا وجود دارد انجام می‌شود.

نتایج این آزمایش‌ها، ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دِنا است. به عبارت ساده‌تر، دِنا همان ماده وراثتی است. با این حال نتایج به‌دست آمده مورد قبول عده‌ای قرار نگرفت؛ چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند.

در آزمایش‌های دیگری عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار را استخراج و آن را به چهار قسمت تقسیم کردند. به هر قسمت، آنزیم تخریب‌کننده یک گروه از مواد آلی (کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها، نوکلئیک اسیدها) را اضافه کردند. سپس هر کدام را به محیط کشت حاوی باکتری بدون پوشینه منتقل و اجازه دادند تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. مشاهده شد که در همهٔ ظروف انتقال صورت می‌گیرد به‌جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کننده دِنا است.

۱_ Oswald Avery

۲_ Centrifuge

عامل بیماری ذات الریه(سینه پهلو) باکتری استرپتوکوکوس نومونیا می باشد و عامل بیماری آنفلوآنزا نوعی ویروس RNA دار می باشد که هر دو موجب آسیب به بافت های شش می شوند.

در آزمایش اول و آخر گریفیت در خون و شش موش های مرده تعداد زیادی باکتری کپسول دار زنده مشاهده می شود در حالی که در آزمایش دوم و سوم در خون و شش موش های مرده باکتری مشاهده نمی شود.

توجه داشته باشید که گریفیت با نوکلئیک اسید(DNA و RNA) آشنا بود چرا که این ماده پنجاه و نه سال قبل از آزمایش او، توسط دانشمندی سوئیسی به نام فردریک میشر کشف شد.

در آزمایش گریفیت و ایوری، دنای باکتری بدون پوشینه تغییر نکرد بلکه مقدار دنای آن افزایش یافت

دقت داشته باشید استرپتوکوکوس نومونیای بدون پوشینه با دریافت دنای باکتری پوشینه دار، تراژن نمی شود چون هر دو متعلق به یک گونه اند و جاندار تراژن جانداری است که ژن گونه ای دیگر را داشته باشد.

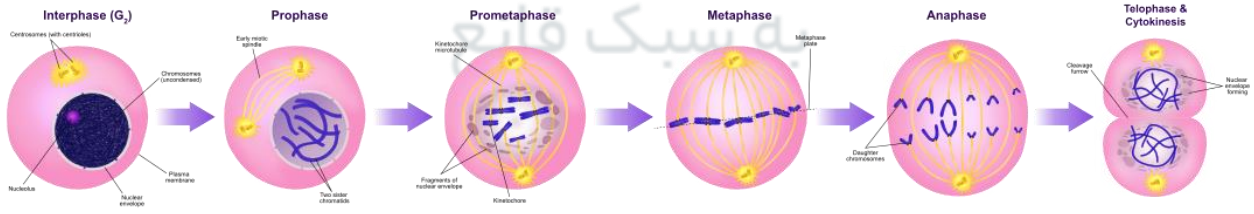
ایوری و همکارانش عصاره ی یاخته ای را به کمک آنزیم پروتئاز تخریب کردند.

در جانداران یوکاریوتی مانند انسان بخش عمده دنا در هسته قرار دارد اما مقدار کمی دنا در سیتوپلاسم نیز قرار دارد که به آن دنای سیتوپلاسمی می گویند که این دنا در جانوران درون میتوکندری و در گیاهان درون میتوکندری و کلروپلاست قرار دارد.

آزمایشات گریفیت با هدف تولید واکسن علیه آنفلوآنزا مسلما به نتیجه ای ختم نمی شد.

در زمان بیماری های باکتریایی پروتئین های مکمل، فعال شده و به غشای باکتری متصل می شوند و درشت خوارهای بافتی ضمن تولید پیک شیمیایی باکتری ها را بیگانه خواری می کنند.

محیطی مغذی که همه ی احتیاجات یک باکتری، اعم از مواد غذایی و...را داراست و موجب رشد آن باکتری شود را اصطلاحا محیط کشت می گویند. خون بهترین محیط برای رشد یک باکتری است چرا که همه ی احتیاجات یک باکتری اعم از اکسیژن ، مواد مغذی، PHمناسب ، درجه ی حرارت لازم و... را فراهم می کند.

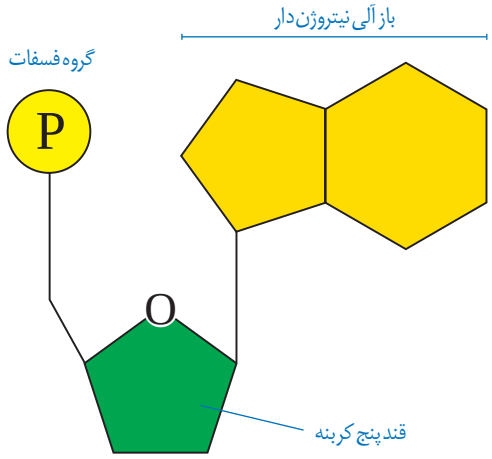


دقت داشته باشید در مرحله چهارم آزمایش گریفیت در خون موش هم باکتری بدون کپسول زنده و هم کپسول دار زنده مشاهده می شد در واقع تعدادی از باکتری های بدون کپسول در این آزمایش کپسول دار شدند نه همه آن ها.

در مرحله دوم آزمایش گریفیت دستگاه ایمنی موش ها، باکتری ها را از بین برد.	دقت داشته باشید گریفیت ماهیت ماده وراثتی را کشف نکرد بلکه تنها متوجه شد که یک نوع ماده وراثتی موجب انتقال صفت کپسول دار شدن به باکتری بدون کپسول می شود دانشمندان پس از او معتقد بودند این ماده وراثتی پروتئین است.

biology
زیست شناسی
به سبک قانع

ساختار نوکلئیک اسیدها



شکل ۳ــ اجزای یک نوکلئوتید

نوکلئیک اسیدها که شامل **دئوکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید** (دِنا) و **ریبونوکلئیک‌اسید** (رِنا) هستند، همگی بسپارهایی (پلیمرهایی) از واحدهای تکرارشونده به‌نام **نوکلئوتید** هستند. با توجه به شکل ۳ هر نوکلئوتید شامل سه بخش است: یک قند پنج کربنه، یک باز آلی نیتروژن‌دار و یک تا سه گروه فسفات.

قند پنج کربنه در دِنا، **دئوکسی‌ریبوز** و در رِنا، **ریبوز** است. دئوکسی‌ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد. **باز آلی نیتروژن‌دار** می‌تواند **پورین** باشد که ساختار دو حلقه‌ای دارد؛ شامل آدنین (A) و گوانین (G) یا می‌تواند **پیریمیدین** باشد که ساختار تک‌حلقه‌ای دارد؛ شامل تیمین (T) سیتوزین (C) و یوراسیل (U). در دِنا باز یوراسیل شرکت ندارد و به‌جای آن تیمین وجود دارد و در رِنا به‌جای تیمین، باز یوراسیل وجود دارد.

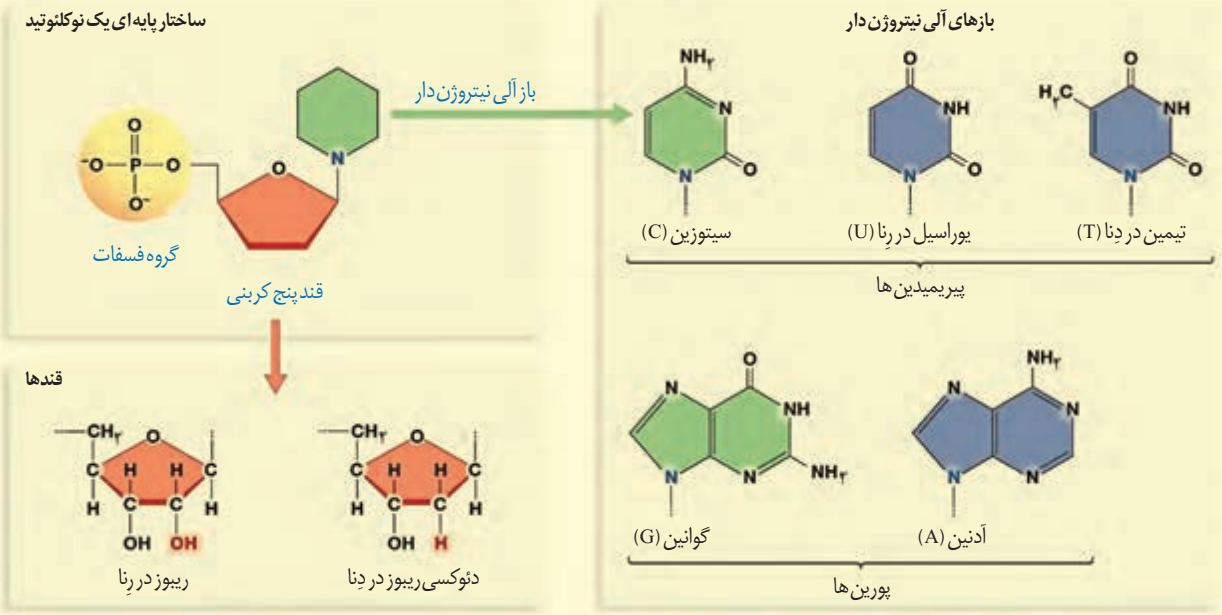
برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه یا گروه‌های فسفات با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به دو سمت قند متصل می‌شوند (شکل ۳).

نوکلئوتیدها از نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه‌های فسفات با یکدیگر تفاوت دارند.

نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام **فسفودی‌استر** به هم متصل می‌شوند و **رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی** را می‌سازند. در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود (شکل ۵). رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسید را می‌سازند، مثل رنا، یا به‌صورت دوتایی مقابل هم قرار می‌گیرند و نوکلئیک اسیدهایی مثل دِنا را می‌سازند.

بیشتر بدانید

انواع بازهای آلی نیتروژن‌دار و پنتوزها



دریوکاریوت ها دنای هسته ای خطی و دنای سیتوپلاسمی(دنای میتوکندری و کلروپلاست) حلقوی است.

بازهای آلی پورینی، دو حلقه آلی با اندازه های متفاوت دارند یکی از این حلقه ها پنج ضلعی و دیگری شش ضلعی می باشد.

هر نوکلوتید دارای حداقل دو و حداکثر سه حلقه در ساختار خود می باشد که یک حلقه آن قند و حلقه های بعدی مربوط به بازهای آلی می باشد(با توجه به پورین یا پیریمیدین بودن نوکلوتید)

یاخته های آوند چوبی یا یاخته های سخت آکنه ای، یاخته هایی در گیاهان هستند که مرده اند و فاقد دنا هستند و همچنین گویچه های قرمز بالغ یاخته هایی هستند که زنده اند اما با وجود زنده بودن فاقد نوکلئیک اسید(دنا) هستند زیرا اندامک هسته ی خود را ازدست داده اند

قند ریبوز و دئوکسی ریبوز ساختار حلقوی دارند و جز مواد آلی تقسیم بندی می شوند همچنین در ساختار خود نیتروژن ندارند در حالی که بازهای آلی علاوه بر آلی و حلقوی بودن در ساختار خود نیتروژن دارند اما گروه فسفات جزء مواد معدنی تقسیم بندی می شود و حلقوی نیز نیست و در ساختار خود مولکول نیتروژن نیز ندارد.

با وجود اینکه باز های آلی خاصیت قلیایی دارند اما DNA و RNA خاصیت اسیدی دارند.

هر پیوند فسفو دی استر نوعی پیوند قند-فسفات است ولی هر پیوند قند- فسفاتی، فسفو دی استر نیست.

آدنین و گوانین از سمت حلقه پنج ضلعی خود با مولکول قند پیوند کوالانسی تشکیل می دهد.

هنگامی که ۲ نوکلئوتید به یکدیگر متصل شوند، گفته می شود ساختاری به نام دی نوکئوتید تشکیل شده است.

اگر نوکلئوتید بیش از یک گروه فسفات داشته باشد فقط گروه فسفات شماره ی ۱ مستقیما به قند ۵ کربنه متصل است و بقیه ی گروه های فسفات به گروه فسفات کنارشان متصل شده اند. همانطور که گفته شد گروه های فسفات بار منفی دارند، بنابراین این عامل باعث می شود که گروه های فسفات یکدیگر را دفع کنند. پس پیوند بین گروه های فسفات، بسیار پر انرژی است، در نتیجه در این پیوندها انرژی ذخیره می شود.

در کل یک مولکول DNA خطی ۲ نوکلئوتید یافت می شود که دارای ۳ فسفات هستند به عنوان مثال بالاترین نوکلئوتید سمت چپ و پایین ترین نوکلئوتید سمت راست در یک مولکول DNA سه گروه فسفات دارند

در نوکلئوتیدهای سه فسفاته، دو پیوند پرانرژی، در نوکلئوتیدهای دو فسفاته، یک پیوند پرانرژی وجود دارد اما در نوکلئوتیدهایی که یک گروه فسفات دارند تعداد پیوندهای پر انرژی صفر است

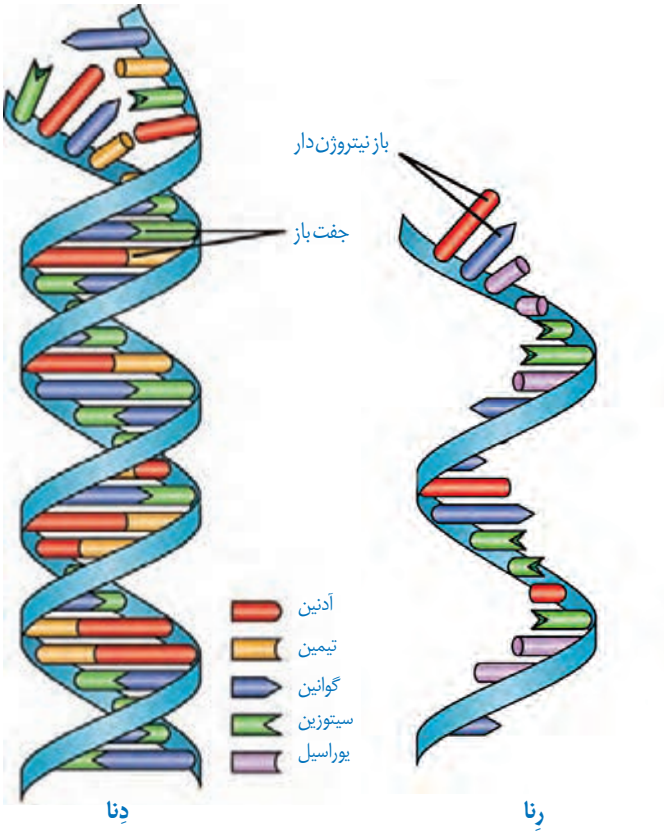
بار نوکلئیک اسید ها و نوکلئوتیدها به دلیل منفی بودن گروه فسفات موجود در آن ها منفی می باشد(PO_4^{-3}). به همین علت، اگر این مولکول ها را در یک میدان الکتریکی قرار دهیم، به سمت قطب مثبت حرکت می کنند.

دقت داشته باشید خاصیت اسیدی بودن نوکلئیک اسید به دلیل وجود گروه های فسفات در آن بوده که این خاصیت اسیدی در گروه های فسفات بر خاصیت بازی، بازهای آلی موجود در آن غلبه می کند.

در فرایندهای فتوسنتز و تنفس سلولی نوکلئوتیدها در ساختار مولکول های ناقل الکترون وجود دارند.	سوختن نوکلئوتیدها در سلول، مواد زاید نیتروژن داری مانند اوریک اسید تولید می کند که این مواد توسط کلیه ها در انسان دفع می شود اوریک اسید در حشرات توسط لوله های مالپیگی به روده ، تخلیه می شود.
قند نوکلئوتید ها ۵ کربنه است ویک حلقه ۵ ضلعی ۴ کربنه (نه ۵ کربنه)دارد.	
هر نوکلئوتید در حالت آزاد دارای سه گروه فسفات می باشد و زمانی که در ساختار زنجیره پلی نوکلئوتیدی قرار می گیرد دو فسفات خود را از دست داده و انرژی آن را صرف ایجاد پیوند با نوکلئوتید مجاو خود می کند.	
اتصال قند به باز آلی و قند با فسفات توسط پیوند کوالانسی انجام می شود البته دقت داشته باشید به اتصال قند و باز آلی پیوند قند-باز و به اتصال قند و فسفات پیوند قند-فسفات می گویند.	

biology
زیست شناسی
به سبک قانع

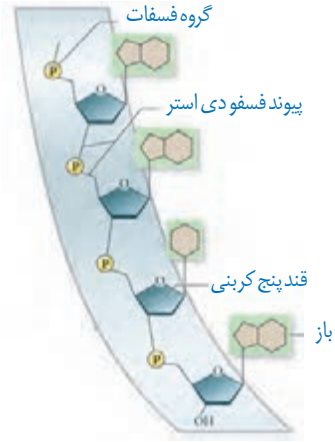
بنابراین مولکول‌های دِنا از دو رشته پلی نوکلئوتید و مولکول‌های رِنا از یک رشته پلی نوکلئوتید تشکیل می‌شوند (شکل ۴).



شکل ۴ــ دنای دورشته‌ای و رنای تک‌رشته‌ای

دو انتهای رشته‌های پلی نوکلئوتید نیز می‌توانند با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شوند و نوکلئیک‌اسید **حلقوی** را ایجاد کنند؛ برای مثال دِنا در باکتری‌ها به‌صورت حلقوی است.

در نوکلئیک‌اسیدهای **خطی** گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است؛ بنابراین هر رشتهٔ دِنا و رِنای خطی همیشه دو سر متفاوت دارد (شکل ۵).



شکل ۵ ــ بخشی از رشته نوکلئیک اسید

تلاش برای کشف ساختار مولکولی دِنا

در ابتدا تصور می‌شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دِنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند. بر این اساس دانشمندان انتظار داشتند که مقدار ۴ نوع باز آلی در تمامی مولکول‌های دِنا از هر جانداری که به‌دست آمده باشد با یکدیگر برابر باشد.

امّا مشاهدات و تحقیقات چارگاف[۱] روی دِناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دِنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می‌کند. تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.

۱ــ Erwin Chargaff

بیشتر بدانید

فسفودی‌استر

در درس شیمی با اِسترها آشنا شدید که دارای گروه عاملی $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$ هستند این گروه عاملی در ساختار برخی مواد سازندهٔ بدن موجودات زنده از جمله نوکلئیک‌اسیدها وجود دارد. با این توصیف گروه عاملی فسفواستر و گروه عاملی $O-\overset{O}{\overset{\|}{P}}-O$ فسفودی‌اِستر نامیده می‌شوند که در زیست‌شناسی آن را پیوند فسفودی‌اِستر می‌خوانند.

در یک رشته ی مولکول دو رشته ای DNA، ۲ نوع پیوند کووالانسی دیده می شود یکی پیوند های قند-باز و دیگری پیوند های قند-فسفات.

در نوکلئیک اسید حلقوی دو انتهای رشته پلی نوکلوتید نیز با هم پیوند فسفودی استر برقرار می کنند در نتیجه این مولکول ها انتهای آزاد ندارند.

در یک مولکول DNA ، قند های دو رشته بصورت وارونه در مقابل هم قرار میگیرند.

دنای باکتری حلقوی است اما یوکاریوت ها نیز در میتوکندری و کلروپلاست دنای حلقوی دارند.

در پیوند فسفودی استر گروه فسفات از دو سمت خود با پیوند استری به قند های دو نوکلوتید متوالی متصل است و پیوند فسفودی استر مجموع این دو پیوند است و یک پیوند از آن ها به تنهایی پیوند فسفواستر محسوب می شود.

همه نوکلوتیدهای موجود در دنا با همه نوکلوتیدهای موجود در رنا متفاوت اند زیرا حداقل از نظر نوع قند به کار رفته در آن ها بین دنا و رنا تفاوت وجود دارد.

در اثر تجزیه نوکلئیک اسیدها نوعی ماده دفعی نیتروژن دار به نام اوریک اسید تولید می شود و از طریق ادرار دفع می شود انحلال پذیری این ماده در آب زیاد نیست و به همین دلیل رسوب آن در کلیه ها موجب سنگ کلیه و در مفاصل موجب نقرس می شود.

در دنای طبیعی جانوران همواره ۵۰ درصد بازها پورین و ۵۰ درصد بازها پیریمیدین هستند.

قوانین چارگاف در مورد RNA که مولکول تک رشته ای است صادق نیست. به عبارت دیگر در یک مولکول RNA تعداد باز تیمین با باز آدنین برابری نخواهد کرد.

چارگاف وجود رابطه مکملی بین بازهای آلی را تشخیص نداد یعنی نمیدانست مثلا گوانین در برابر سیتوزین قرار می گیرد.

چارگاف متوجه شد که مقدار باز A با T برابر است و باز هم فهمید که مقدار باز C با G برابر است . اما متوجه نشد که چرا برابر هستند و دانشمندان بعد چارگاف راز این برابری ها را کشف کردند نه خود چارگاف. یعنی چارگاف نگفت که باز آلی A، مکمل باز آلی T است بلکه فقط گفت مقدار A با T در یک مولکول دنا برابر است.

دقت داشته باشید همانطور که در شکل ۵ واضح است چهار نوکلئوتید با سه پیوند فسفودی استر به هم متصل شده اند در این تصویر هفت پیوند قند-فسفات و چهار پیوند قند-باز مشاهده می شود.

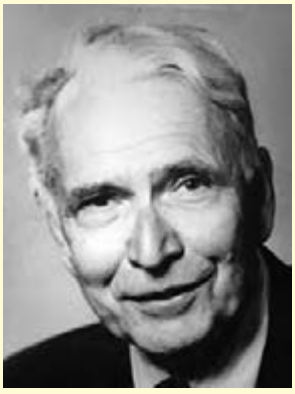
چارگاف متوجه رابطه مکملی بین بازهای آلی نشد.

چارگاف خط بطلانی بر نظریه G=C=A=T کشید.

آنزیم های DNA پلی مراز، RNA پلی مراز و لیگاز توانایی سنتز پیوند فسفودی استر را دارند همچنین آنزیم های محدود کننده و DNA پلی مراز توانایی شکستن این پیوند را دارند.

بیشتر بدانید

چارگاف در سال ۱۹۵۰ نشان داد که در دِنای جانداران گوناگون A=T و G=C است.



بیشتر بدانید

برخی از نتایج آزمایش‌های چارگاف (درصد)

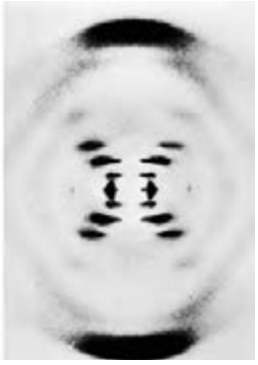
گونه	A	T	G	C	$\frac{A+G}{T+C}$	$\frac{A+T}{G+C}$
انسان	۳۱/۰	۳۱/۵	۱۹/۱	۱۸/۴	۱/۰۰	۱/۶۶
مگس سرکه	۲۷/۳	۲۷/۶	۲۲/۵	۲۲/۶	۰/۹۹	۱/۲۲
ذرت	۲۵/۶	۲۵/۳	۲۴/۵	۲۴/۶	۱/۰۰	۱/۰۴

اختلاف کم درصدها به دلیل خطاهای آزمایش است.

استفاده از پرتو ایکس برای تهیهٔ تصویر از دِنا

ویلکینز[۱] و فرانکلین[۲] با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دِنا تصاویری تهیه کردند (شکل ۶). با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دِنا نتایجی را به‌دست آوردند از جمله اینکه دِنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد. البته با استفاده از این روش ابعاد مولکول‌ها را نیز تشخیص دادند.

ویلکینز



فرانکلین

شکل ۶ــ تصویر تهیه شده با پرتو ایکس ازمولکول دِنا توسط ویلکینز و فرانکلین

مدل مولکولی دِنا

واتسون[۳] و کریک[۴] با استفاده از نتایج آزمایش‌های چارگاف و داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته‌های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند که باعث شد در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل را دریافت کنند. نتایج حاصل از این تحقیقات با پژوهش‌های امروزی مورد تأیید قرار گرفته‌اند.

شکل ۷ــ واتسون و کریک و مدل پیشنهادی آنها برای دِنا

۱ــ Maurice Wilkins
۲ــ Rosalind Franklin
۳ــ James Watson
۴ــ Francis Crick

به کمک پرتو X می توان به ساختار یک جسم یا ماده پی برد و ابعاد مولکول ها رو تشخیص داد. اما برای کار با پرتو X نیاز است که جسم مورد مطالعه به شکل بلور باشدآن ها DNA را به شکل بلور در آوردند و سپس پرتوهای X را مستقیما به بلور، DNA تاباندند. با این کار، پرتوهای X پس از برخورد به بلور DNA ،پراکنده شدند آن ها پشت بلور DNA یک صفحه ی حساس فیلم قرار دادند تا بتوانند پرتوهای X را که از بلور DNA می گذرد و پراکنده می شود را روی این صفحه حساس ثبت کنند و صفحه ی حساس رو تحت تجزیه و تحلیل قرار دادند و پی بردن که دنا مولکولی است که حالت مارپیچی داره و از بیش از یک رشته تشکیل شده است. اما اینکه دقیقا ۲ یا ۳ یا چند رشته است رو متوجه نشدند. زیرا نتوانستند ساختمان دقیق DNA رو ببینند.

چارگاف وجود رابطه مکملی بین بازهای آلی را تشخیص نداد یعنی نمیدانست مثلا گوانین در برابر سیتوزین قرار می گیرد.

biology
زیست شناسی
به سبک قانع

نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

هر مولکول دِنا در حقیقت از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته‌ای را ایجاد می‌کند. این مارپیچ اغلب با یک نردبان پیچ‌خورده مقایسه می‌شود. ستون‌های این نردبان را قند و فسفات و پله‌ها را بازهای آلی تشکیل می‌دهند. بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی‌استر، و بین بازهای روبه‌روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است (شکل ۸).

پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دِنا را در مقابل هم نگه می‌دارد. این پیوندها بین جفت بازها به‌صورت اختصاصی تشکیل می‌شوند. آدنین (A) با تیمین (T) روبه‌روی هم قرار می‌گیرند و گوانین (G) با سیتوزین (C) جفت می‌شوند. به این جفت بازها **بازهای مکمل** می‌گویند. بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود.

قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می‌شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد؛ زیرا یک باز تک‌حلقه‌ای در مقابل یک باز دوحلقه‌ای قرار می‌گیردو باعث پایداری مولکول دنا می‌شود.

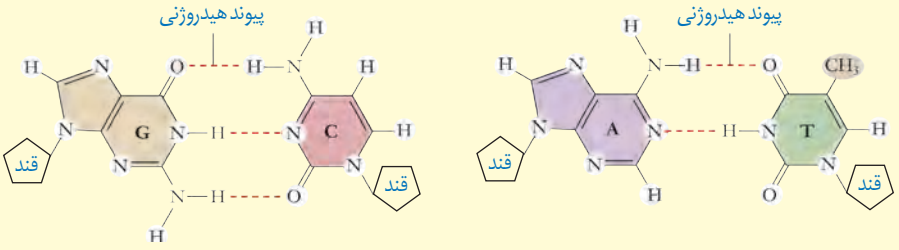
نتیجهٔ دیگرِ جفت شدن بازهای مکمل این است که اگرچه دو رشتهٔ یک مولکول دِنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشتهٔ دیگر را هم مشخص کند؛ مثلاً اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشد ترتیب نوکلئوتیدها در رشتهٔ مکمل آن باید TACG باشد.

اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آنها به مولکول دِنا حالت پایدارتری می‌دهد. در عین حال، دو رشته دِنا در موقع نیاز هم می‌توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد.

شکل ۸ــ مدل مارپیچ دو رشته‌ای دِنا

بیشتر بدانید

بازهای مکمل و پیوندهای هیدروژنی بین آنها

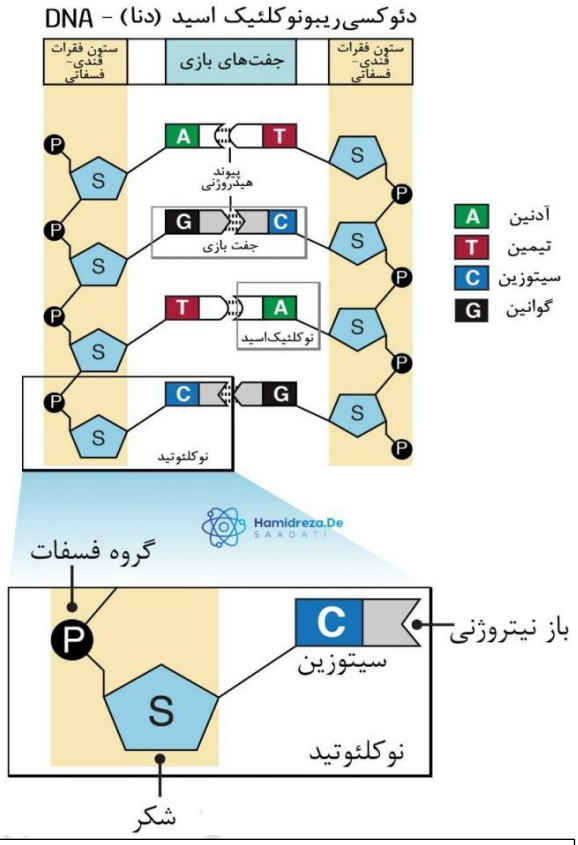


آزمایشات گریفیت و ایوری باعث کشف ماهیت DNA شد اما آزمایشات چارگاف و واتسون و کریک منجر به کشف ساختار مولکولیDNA شد.

تعداد پیوند های هیدروژنی بین C و G (سه پیوند) بیشتر از تعداد پیوندهای هیدروژنی بین A و T (دو پیوند) است به همین دلیل هر چقدر تعداد بازهای C و G در یک مولکول دنا بیشتر باشد پایداری آن بیشتر خواهد بود.

طبق آزمایشات ویلکینز و فرانکلین (همان پرتوX)گفته شد که DNA مارپیچی بوده و بیش از یک رشته(دو یا سه رشته)دارد، ولی طبق مدل واتسون و کریک مشخص شد که مولکول DNA مارپیچی از دو رشته است

قرارگیری جفت بازها در مقابل هم موجب پایداری مولکول دنا می شود بنابراین دنا پایدارتر از رنا می باشد چون مولکولی دو رشته ای است.



در یک مولکول دنای خطی جهت قرار گیری دو رشته عکس هم است بنابراین در هر سمت مولکول، انتهای یک رشته دارای گروه فسفات و انتهای رشته دیگر دارای گروه هیدروکسیل است.

پیوند هیدروژنی بین بازهای آلی ،اولین بار توسط واتسون و کریک مطرح شد دقت شود پیوند هیدروژنی برخلاف پیوند فسفودی استر از نوع کووالانسی(اشتراکی) نیست.

توجه داشته باشید برای ایجاد پیوند هیدروژنی مناسب بین جفت بازهای آدنین با تیمین و سیتوزین با گوانین باید دو رشته ی پلی نوکلئوتیدی در جهت مخالف یکدیگر قرار گیرند. در این صورت پیوندهای فسفودی استر آن ها نیز در جهت مخالف یکدیگر قرار خواهند گرفت بدین ترتیب اگر مارپیچ دنا به اندازه ی ۱۸۰ درجه چرخانده شود. ظاهرا تغییری در ساختمان فضایی آن دیده نمی شود.

بیشتر بدانید

تاریخ علم

سال ۱۸۶۹م: میشر در عصارهٔ یاخته‌ها به وجود اسیدهای هسته‌ای (نوکلئیک اسیدها) پی‌برد.

سال ۱۹۲۸م: گریفیت نشان داد که خصوصیات یک باکتری به باکتری دیگر قابل انتقال است.

سال ۱۹۴۴م: ایوری و همکارانش برای اولین بار نشان دادند که دِنا، مادهٔ ژنتیک است.

سال ۱۹۵۰م: چارگاف نشان داد که در دِنای جانداران گوناگون تعداد T مساوی تعداد A و تعداد C مساوی تعداد G است.

سال ۱۹۵۲م: فرانکلین و ویلکینز نشان دادند که دِنا ساختار مارپیچی و چندرشته‌ای دارد.

سال ۱۹۵۳م: واتسون و کریک مدل مارپیچ دورشته‌ای را برای دِنا ارائه کردند.

رِنا و انواع آن

گفتیم که نوع دیگری از نوکلئیک‌اسیدها، رِنا است. مولکول رِنا تک‌رشته‌ای است و از روی بخشی از یکی از رشته‌های دِنا ساخته می‌شود. رِناها نقش‌های متعددی دارند که به بعضی از آنها اشاره می‌کنیم:

رِنای پیک (mRNA[1]): اطلاعات را از دِنا به رِناتَن‌ها می‌رساند. رِناتَن با استفاده از اطلاعات رِنای پیک، پروتئین‌سازی می‌کند که در فصل بعد با آن آشنا خواهید شد.

رِنای ناقل (tRNA[2]): آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین‌سازی به سمت رِناتَن‌ها می‌برد.

رِنای رِناتَنی (rRNA[3]): در ساختار رِناتَن‌ها علاوه بر پروتئین، رِنای رِناتَنی نیز شرکت دارد.

علاوه بر این نقش‌ها، رِناها نقش آنزیمی و دخالت در تنظیم بیان ژن نیز دارند.

ژن چیست؟

در طی این گفتار با ساختار دِنا آشنا شدید. طبق آزمایش‌های ایوری و همکارانش، اطلاعات وراثتی در دِنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند. این اطلاعات در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شده‌اند. ژن بخشی از مولکول دِنا است که بیان آن می‌تواند به تولید رِنا یا پلی‌پپتید بینجامد. اینکه رِنا چگونه دستورالعمل‌های دِنا را اجرا می‌کند، در فصل‌های آینده با آن آشنا خواهید شد.

دخالت نوکلئوتیدها در واکنش‌های سوخت‌وسازی[4]

نوکلئوتیدها علاوه برشرکت در ساختار دِنا و رِنا نقش‌های اساسی دیگری نیز در یاخته برعهده دارند. برای مثال نوکلئوتید آدنین‌دار ATP (آدنوزین تری فسفات) به عنوان منبع رایج انرژی در یاخته است و یاخته در فعالیت‌های مختلف از آن استفاده می‌کند.

همچنین نوکلئوتیدها در ساختار مولکول‌هایی وارد می‌شوند که در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته‌ای نقش حامل الکترون را بر عهده دارند. با این مولکول‌ها در فصل‌های آینده آشنا خواهید شد.

۱ـ messenger RNA

۲ـ transfer RNA

۳ـ ribosomal RNA

۴ـ Metabolism

تشکیل پیوند هیدروژنی مختص دنا نیست و در بخش هایی از رنا نیز ممکن است رابطه مکملی وجود داشته باشد و بین آن ها پیوند هیدروژنی تشکیل شود مانند **tRNA**.

رِنای رِناتَنی(**rRNA**) تنها آنزیمی است که ساختار پروتئینی ندارد و درون هسته ساخته می شود.

scRNA، **snRNA**، **hnRNA** از انواع دیگر **RNA**ها هستند.

نوکلوتید ها علاوه بر شرکت در ساختار دنا و رنا نقش های دیگری نیز دارند مثلا نوکلوتید آدنین دار (**ATP**) منبع رایج انرژی در سلول است و همچنین نوکلئوتید ها در ساختار حامل های الکترونی که در فرایند های فتوسنتز و تنفس سلولی نقش دارند (**NADHT**، **NADPH**، **FADH2**) نیز حضور دارند.

ATP رایج ترین شکل انرژی در داخل یاخته محسوب می شود. قند به کار رفته در ساختار این مولکول به طور معمول از نوع ریبوز (البته می تواند از نوع دئوکسی ریبوز هم باشد) است. از طرفی هم باز آلی نیتروژن دار موجود در **ATP**، از نوع آدنین (**A**) است می دانید که باز آلی آدنین از دسته ی پورین ها است و دو حلقه دارد.

یاخته هایی مانند گویچه های قرمز بالغ به دلیل نداشتن هسته فاقد ژن هستند.

سلول هایی که پروتئین سازی در آن ها زیاد است میزان **RNA** و ریبوزوم و همچنین میزان فعالیت **RNA** پلی مراز در آن ها زیاد است.

ریبوزوم در سلول های یوکاریوتی در روی غشاء هسته، روی شبکه آندوپلاسمی زبر، به صورت آزاد در ماده زمینه ای سیتوپلاسم وجود دارد همچنین در اندامک های میتوکندری و کلروپلاست نیز ریبوزوم وجود دارد که این ریبوزوم ها کوچک بوده و مشابه ریبوزوم های پروکاریوت ها می باشند.

بعضی مولکول ها نظیر **NADPH**، **NADH** و $FADH_2$ در ساختار خود نوکلئوتید دارند از این بین **NADPH** در فتوسنتز و **NADH** و $FADH_2$ در چرخه کربس در تنفس سلولی تولید می شوند.

دقت داشته باشید همه رناها به پلی پپتید ترجمه نمی شوند به عنوان مثال **rRNA** و **tRNA** با وجود اینکه از روی بخشی از **DNA** (ژن) و توسط **RNA** پلی مراز رونویسی می شوند اما به پلی پپتید ترجمه نمی شوند.

در یوکاریوت ها رنای پیک پس از تولید توسط **RNA** پلی مراز در هسته از منافذ غشای آن عبور کرده و خود را به ریبوزوم که در سیتوپلاسم قرار دارد می رساند و در آنجا ریبوزوم از روی این رنا پلی پپتید مورد نظر را می سازد اما در پروکاریوت ها به دلیل نداشتن پوشش هسته رنای پیک حتی در حین رونویسی توسط **RNA** پلی مراز در دسترس ریبوزوم قرار داشته و مورد ترجمه قرار می گیرد.

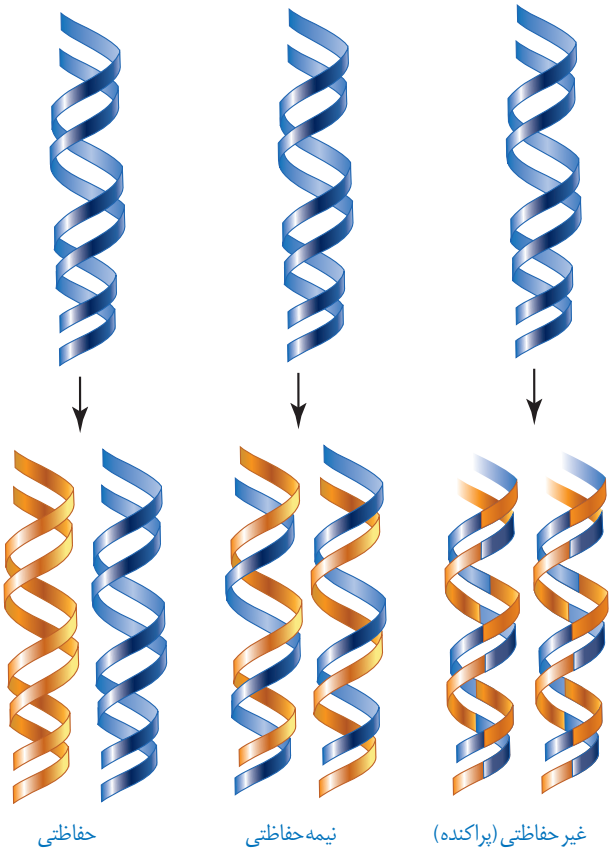
دقت داشته باشید ژن بخش کوتاه و یا بلندی از مولکول دنا می باشد بنابراین تمام ویژگی های مربوط به دنا از جمله دو رشته ای بودن، قند دئوکسی ریبوز، دارا بودن باز آلی **T** و ... را دارد.

گفتار ۲ همانندسازی دِنا

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

این کار با همانندسازی دِنا انجام می‌شود. به ساخته شدن مولکول دِنای جدید از روی دِنای قدیمی **همانندسازی**[۱] می‌گویند.

با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطهٔ مکملی بین بازها تا حد زیادی همانندسازی دِنا قابل توضیح است؛ گرچه طرح‌های مختلفی برای همانندسازی دِنا پیشنهاد شده بود (شکل ۹).



شکل ۹ـ طرح‌های مختلف برای همانندسازی

۱ـ همانندسازی حفاظتی: در این طرح هر دو رشتهٔ دِنای قبلی (اولیه) به‌صورت دست نخورده باقی مانده، وارد یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم می‌شوند، دو رشته دِنای جدید هم وارد یاختهٔ دیگر می‌شوند. چون دِنای اولیه به‌صورت دست نخورده در یکی از یاخته‌ها حفظ شده است به آن همانندسازی حفاظتی می‌گویند.

۲ـ همانندسازی نیمه‌حفاظتی: در این طرح در هر یاخته یکی از دو رشته دِنا مربوط به دِنای اولیه است و رشتهٔ دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است. چون در هر یاختهٔ حاصل، فقط یکی از دو رشته دِنای قبلی وجود دارد، به آن نیمه‌حفاظتی می‌گویند.

۳ـ همانندسازی غیرحفاظتی (پراکنده): در این طرح هر کدام از دِناهای حاصل، قطعاتی از رشته‌های قبلی و رشته‌های جدید را به‌صورت پراکنده در خود دارند.

کدام طرح مورد تأیید قرار گرفته است؟

مزلسون[۲] و استال[۳] با به‌کارگیری روش علمی پاسخ این پرسش را به‌دست آوردند. آنها فرضیه‌های متعدد ارائه شده را در نظر گرفتند و با توجه به امکانات، آزمایشی را طراحی کردند تا بتوانند به پاسخ قانع‌کننده‌ای برسند. برای شروع کار، آنها باید بتوانند رشته‌های دِنای نوساز را از رشته‌های قدیمی تشخیص دهند. آنها با این هدف دِنا را با استفاده از نوکلئوتیدهایی که ایزوتوپ سنگین نیتروژن (^{15}N) دارند، نشانه‌گذاری کردند.

۱ـ Replication
۲ـ Meselson
۳ـ Stahl

در آزمایش مزلسون و استال، باکتری ها با استفاده از نیتروژن موجود در محیط کشت، بازهای آلی و سپس نوکلئوتیدهای مورد نیازشان را می سازند.

اگر همانندسازی به صورت حفاظتی بود یکی از دو مولکول حاصل از همانندسازی قطعا فاقد جهش ناشی از خطای دنابسپاراز بود.

هر نوار در آزمایش مزلسون و استال حاوی تعدادی دنا با چگالی یکسان است.

طبق طرح همانند سازی حفاظتی، دو رشته ی قدیمی دنا از هم جدا نمی شوند به عبارتی در این طرح خبری از شکستن پیوند هیدروژنی نیست اما تشکیل پیوند هیدروژنی را بین دو رشته ی جدید خواهیم داشت. زیرا باید بازهای آلی مکمل این دو رشته جدید با یکدیگر پیوند هیدروژنی بدهند تا یک مولکول دنای کامل و پایدار ساخته شود. همچنین شکستن پیوند فسفودی استر را نیز نداریم اما توجه داشته باشید بین نوکلئوتیدهایی که در رشته ی جدید قرار می گیرند باید پیوند فسفودی استر تشکیل شود تا بتوانند یک رشته تشکیل دهند.

همانند سازی **DNA** در مرحله ی **S** از چرخه یاخته ای انجام می شود و در طی آن مولکول **DNA** در هسته دو برابر می گردد به عبارت دیگر همانند سازی **DNA** فرایندی است که طی آن از یک مولکول دنا ،دو مولکول کاملا شبیه به هم ایجاد می شود.

در همانند سازی نیمه حفاظتی ،پیوند هیدروژنی یک بار شکسته می شود (هنگام جدا شدن دو رشته ی قدیمی و در مجموع دو بار تشکیل می شود یکی بین یکی از رشته دنای قدیمی و یکی از رشته های دنای جدید و یکی دیگر هم بین رشته ی دیگر از دنای قدیمی و رشته بعدی از دنای جدید) اما در این نوع همانند سازی پیوند فسفودی استر نمی شکند بلکه بین نوکلئوتیدهایی که در رشته ی جدید قرار می گیرند،تشکیل خواهد شد.

در همانند سازی غیرحفاظتی ،پیوند فسفودی استر هنگام قطعه قطعه شدن مولکو دنا می شکند و به هنگام همانندسازی و ساخت رشته های جدید و اتصال قطعات به یکدیگر دوباره پیوند فسفودی استر تشکیل خواهد شد یعنی هم شکستن و هم تشکیل پیوند فسفودی استر را داریم. به عبارت دیگر تنها الگویی که در آن به صورت طبیعی پیوند فسفودی استر شکسته و تشکیل می شود الگوی غیر حفاظتی است . در مورد پیوند هیدروژنی نیز باید بدانیم که تشکیلش حتمی است چون می خواهد بین رشته های جدید ساخته شود حال در مورد شکستن نیز بهتر است بگوییم بله می شکند.

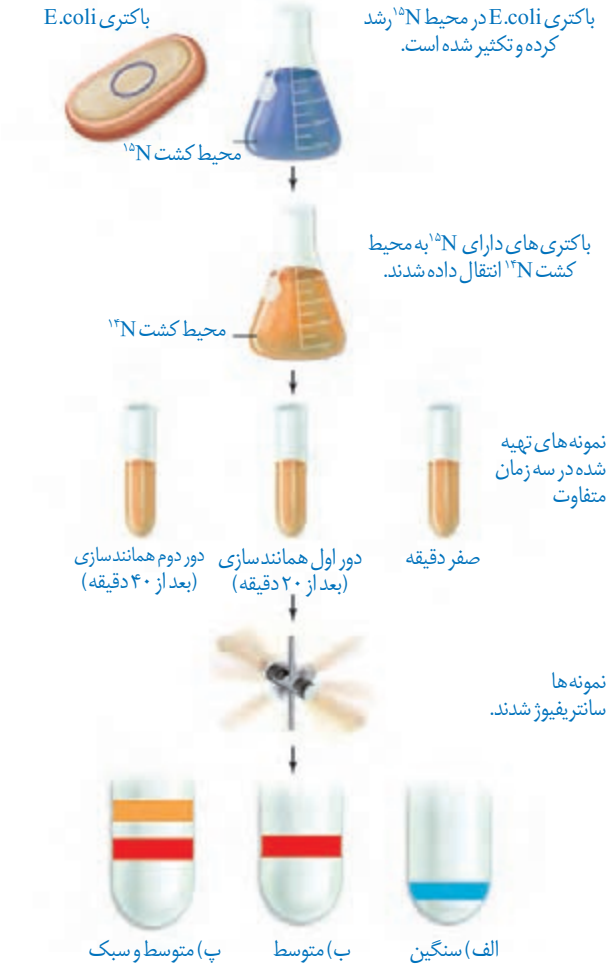
دِناهایی که با ^{15}N ساخته می‌شوند نسبت به دِنای معمولی که در نوکلئوتیدهای خود ^{14}N دارد چگالی بیشتری دارند. بنابراین، به‌وسیلهٔ گریزانهٔ با سرعت بسیار بالا[1] می‌توان آنها را از هم جدا کرد.

آنها ابتدا باکتری‌ها را در محیط دارای ^{15}N کشت دادند. ^{15}N در ساختار بازهای آلی نیتروژن‌دار که در ساخت دِنای باکتری شرکت می‌کنند، وارد شدند. پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتری‌هایی تولید شدند که دِنای سنگین‌تری نسبت به باکتری‌های اولیه داشتند.

سپس این باکتری‌ها را به محیط کشت دارای ^{14}N منتقل کردند. با توجه به اینکه تقسیم باکتری‌ها حدود ۲۰ دقیقه طول می‌کشد در فواصل ۲۰ دقیقه‌ای باکتری‌ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند.

برای سنجش چگالی دِناها در هر فاصلهٔ زمانی، دِنای باکتری‌را استخراج و در شیبی از محلول سزیم‌کلرید با غلظت‌های متفاوت و در سرعتی بسیار بالا گریز دادند؛ در نتیجه مواد بر اساس چگالی در بخش‌های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند. مراحل آزمایش مزلسون و استال و نتایج آن را در شکل ۱۰ می‌بینید.

همان‌طور که مشاهده می‌کنید نتایج این آزمایش نشان داد که همانندسازی دِنا، نیمه حفاظتی است.



شکل ۱۰ــ آزمایش‌های مزلسون و استال و نتایج به‌دست آمده:
الف) دِنای باکتری‌های اولیه پس از گریز دادن، یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند چون هر دو رشته دِنای آنها ^{15}N و چگالی سنگینی داشت.
ب) دِنای باکتری‌های حاصل از دور اول همانندسازی در محیط کشت حاوی ^{14}N (بعد از ۲۰ دقیقه) پس از گریز دادن، نواری در میانه لوله تشکیل دادند. پس دِنای آنها چگالی متوسط داشت.
پ) دِنای باکتری‌های حاصل از دور دوم همانندسازی (بعد از ۴۰ دقیقه) پس از گریز دادن دو نوار، یکی در میانه و دیگری در بالای لوله تشکیل دادند. پس نیمی از آنها چگالی متوسط و نیمی چگالی سبک داشتند. چرا؟

۱ــ Ultracentrifuge

مزلسون و استال از نوعی باکتری به نام اشرشیاکلای(E.coli) استفاده کردند.	دستگاه سانترفیوژ باعث می شود لوله ی حاوی ماده ی مورد نظر با سرعت بالا بچرخد و در نتیجه مواد سنگین تر بیشتر به سمت انتهای لوله حرکت کنند(یعنی همان دناهای واجد نیتروژن سنگین N^{15}) و مواد سبک تر(یعنی همان دناهای واجد نیتروژن سبک تر N^{14}) بالاتر قرار بگیرند.
اگر محلول سزیم کلرید را سانتریفیوژ کنیم، غلظت نمک به طور پیوسته از بالاترین سطح تا ته لوله افزایش می یابد و اگر ماده ی دیگری با وزن مولکولی نامشخصی را در شیب غلظت قرار داده و دوباره سانتریفیوژ کنیم، آن مولکول با وزنی نامشخص در جایی از شیب غلظت متوقف می شود که جرم حجمی ناحیه ی توقف با جرم حجمی خود مولکول برابر باشد و اینگونه بود که توانستند مولکول های دنای مختلف را بررسی کنند و به اساس طرح همانندسازی پی ببرند.	محلول سزیم کلرید برای ایجاد شیب غلظت مورد استفاده قرار می گیرد.

biology
زیست شناسی
به سبک قانع

با مشخص شدن اینکه همانندسازی به‌صورت نیمه‌حفاظتی انجام می‌شود، سؤال دیگری مطرح شد: دو رشته دِنا چگونه از یکدیگر باز می‌شوند؟ آیا هر دو رشته کاملاً از یکدیگر جدا می‌شوند و سپس همانندسازی انجام می‌شود یا جدا شدن دو رشته تدریجی و همراه با آن همانندسازی انجام می‌شود؟

تحقیقات نشان داده است در محلی که قرار است همانندسازی انجام شود دو رشته از هم باز می‌شوند. بقیه قسمت‌ها بسته هستند و به تدریج باز می‌شوند.

عوامل و مراحل همانندسازی

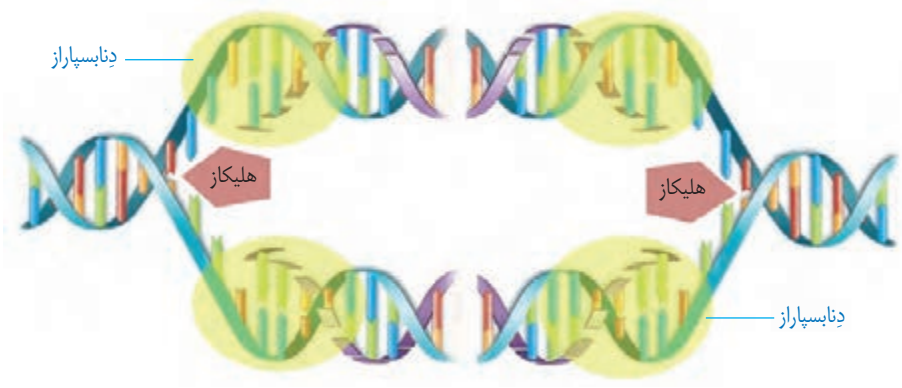
در همانندسازی عوامل متعددی مؤثرند که مهم‌ترین آنها به شرح زیر است:

ـ مولکول دِنا به عنوان الگو

ـ واحدهای سازندهٔ دِنا که بتوانند در کنار هم نسخه مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته و سه فسفاته هستند که در لحظهٔ اتصال به رشته پلی‌نوکلئوتید در حال ساخت، دو فسفات خود را از دست می‌دهند.

ـ آنزیم‌های لازم برای همانندسازی که ضمن بازکردن دو رشته نوکلئوتیدها را به‌صورت مکمل روبه‌روی هم قرار می‌دهد و با پیوند فسفودی‌استر به هم وصل می‌کند.

مراحل همانندسازی: قبل از همانندسازی دِنا باید پیچ‌وتاب فامینه، باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود. این کارها با کمک آنزیم‌هایی انجام می‌شود. سپس آنزیم **هلیکاز**[1] مارپیچ دنا و دو رشته آن را از هم باز می‌کند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ـ همانندسازی دِنا

به نظر شما برای باز شدن دو رشته دِنا آنزیم هلیکاز چه پیوندهایی را از هم باز می‌کند؟

انواع دیگری از آنزیم‌ها با همدیگر فعالیت می‌کنند تا یک رشته دِنا در مقابل رشته الگو ساخته شود. یکی از مهم‌ترین آنها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می‌کند **دِنابسپاراز**[2] (DNA پلی‌مِراز) است. با توجه به اینکه در محل همانندسازی، همانندسازی در دو جهت انجام می‌شود؛ به آن **همانندسازی دو جهتی** نیز می‌گویند.

بیشتر بدانید

گریزانهٔ هم‌چگال

برای جداکردن ذره‌هایی با چگالی متفاوت و تعیین چگالی آنها از روشی به نام گریزانهٔ هم‌چگال استفاده می‌شود. در این روش محلولی از نمک یک فلز سنگین مثل سزیم کلرید را در لوله آزمایش قرار می‌دهند. غلظت این ماده و چگالی آن به طور یکنواخت از پایین به بالای لوله کم می‌شود و به اصطلاح شیب پیوسته‌ای از غلظت‌های مختلف نمک در آن وجود دارد.

با ورود مولکول های مد نظر در این محلول و حرکت آنها حین سانتریفیوژ، براساس چگالی خود در نقطه ای متوقف می شوند. چون ذره ها با چگالی یکسان در یک منطقه تجمع می‌یابند، نوارهایی را تشکیل می دهند که به آسانی قابل تشخیص اند. با مشخص شدن چگالی محلول درهرنقطه ازلوله، می توان چگالی ذره های مورد آزمایش را معلوم کرد.

۱ـ Helicase
۲ـ DNA Polymerase

آنزیم هلیکاز پس از باز شدن پیچ و تاب دنا و جدا شدن هیستون ها از آن به دنا متصل می شود به عبارت دیگر باز شدن پیچ و تاب دنا و جدا شدن هیستون ها توسط آنزیم دیگری انجام می گیرد.	در همانندسازی دنا چندین نوع آنزیم فعالیت می کنند که مهم ترین آن ها دنابسپاراز و هلیکاز نام دارند.

نقاط آغاز همانندسازی نقطه یا نقاط آدرس خاصی دارند. این جایگاه ها مناطق غنی از نوکلئوتیدهای A و T هستند. در این مناطق پیوندهای هیدروژنی کمتری بین آدنین و تیمین در مقایسه با سیتوزین و گوانین وجود دارد. بنابراین باز کردن این ناحیه راحت تر است.

پروتئین های هیستون عامل فشردگی کروموزوم ها هستند که مولکول دنا حدود ۲ دور به دور ۸ مولکول هیستون پیچیده شده است که باید از آن جدا شود..	هیستونها گروهی از پروتیین ها هستند و نام یک پروتیئن مجزا نیست.
	هلیکاز فعالیت نوکلئازی ندارد آنزیم هلیکاز پیوند هیدروژنی را می شکند اما تشکیل پیوندهای هیدروژنی نیازمند آنزیم نیست.

دنا بسپاراز همزمان چند نوکلئوتید را در برمی گیرد و طبق شکل چندین نوکلئوتید را همزمان به هم متصل می کند.

دنابسپاراز و رنا بسپاراز تفاوت هایی با هم دارند از جمله اینکه دنابسپاراز فقط یک رشته از دنای مادر را در بر می گیرد اما رنا بسپاراز هر دو رشته را احاطه می کند همچنین دنابسپاراز توانایی ویرایش (نوکلئازی) دارد اما رنابسپاراز فاقد این توانایی است پیش ماده های دنابسپاراز ، دنا و دئوکسی ریبونوکلئوتید هستند اما پیش ماده های رنابسپاراز، دنا و ریبونوکلئوتید هستند همچنین فراورده ی دنا بسپاراز، دنا می باشد اما فراورده ی رنا بسپاراز، رنا می باشد و رنابسپاراز می تواند به تنهایی دو رشته ی دنا را از هم باز کند اما دنابسپاراز به هلیکاز نیازمند است.

دنابسپاراز در تشکیل پیوند هیدروژنی بین رشته جدید و قدیمی نقشی ندارد و این پیوند به صورت خودبخودی تشکیل می شود.

زیست شناسی
به سبک قانع

دوراهی همانندسازی: در شکل ۱۱ می‌بینید در محلی که دو رشتهٔ دِنا از هم جدا می‌شوند، دو ساختار Y مانند به‌وجود می‌آید که به هریک از آنها دوراهی همانندسازی می‌گویند. در فاصلهٔ بین این دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته از هم گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز شده‌اند. همچنین پیوندهای فسفودی‌استر جدیدی در حال تشکیل هستند. دِنابسپاراز نوکلئوتیدها را به انتهای رشته در حال تشکیل اضافه می‌کند. اضافه شدن یک نوکلئوتید به نوع بازی بستگی دارد که در نوکلئوتید رشته الگو قرار دارد. هر نوکلئوتید باید با نوکلئوتید روی رشته الگو مکمل باشد. هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید سه‌فسفاته به انتهای رشته پلی‌نوکلئوتید دو تا از فسفات‌های آن از مولکول جدا می‌شوند و نوکلئوتید به‌صورت تک‌فسفاته به رشته متصل می‌شود (شکل ۱۲).

شکل ۱۲ ــ همانندسازی دِنا

فعالیت‌های آنزیم دِنابسپاراز

همانندسازی دِنا با دقت زیادی انجام می‌شود؛ این دقت تاحدود زیادی مربوط به رابطهٔ مکملی بین نوکلئوتیدها است. اگرچه آنزیم دِنابسپاراز، نوکلئوتیدها را براساس رابطهٔ مکملی مقابل هم قرار می‌دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت می‌گیرد؛ بنابراین آنزیم دِنابسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفودی‌استر، برمی‌گردد و رابطهٔ مکملی نوکلئوتید را بررسی می‌کند که رابطهٔ آن درست است یا اشتباه؟ اگر اشتباه باشد آن را برداشته و نوکلئوتید درست را به‌جای آن قرار می‌دهد. برای حذف نوکلئوتید نادرست باید بتواند پیوند فسفودی‌استر را بشکند و نوکلئوتید نادرست را از دِنا جدا کند. توانایی بریدن دِنا را فعالیت **نوکلئازی** گویند که در آن پیوند فسفودی استر می‌شکند. بنابراین آنزیم دِنابسپاراز، هم فعالیت **بسپارازی** (پلیمرازی) دارد که در آن پیوند فسفودی استر را تشکیل می‌دهد و هم فعالیت نوکلئازی که در آن پیوند فسفودی استر را برای رفع اشتباه می‌شکند. فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز را که باعث رفع اشتباه‌ها در همانندسازی می‌شود، **ویرایش** می‌گویند.

همانند سازی در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها

در پروکاریوت‌ها که شامل همهٔ باکتری‌ها می‌شوند، مولکول‌های وراثتی در غشا محصور نشده

هر نوکلئوتید جدید ابتدا با پیوندهای هیدروژنی در برابر رشته الگو قرار می گیرد و سپس با پیوند فسفودی استر به نوکلئوتیدی قبلی متصل می شود.

در ویرایش آنزیم دنابسپاراز دو عمل انجام می دهد یکی شکستن پیوند فسفودی استر برای برداشتن نوکلئوتید غلط و دیگری تشکیل پیوند فسفودی استر برای قرار دادن نوکلئوتید جدید.

آنزیم های دنابسپاراز، رنابسپاراز و لیگاز توانایی تشکیل پیوند فسفودی استر را دارند.

آنزیم های دنابسپاراز و آنزیم برش دهنده توانایی شکستن پیوند فسفودی استر را دارند.

در صورتی که در همانندسازی نوکلئوتید اشتباهی که در رشته در حال ساخت قرار دارد ویرایش نشود جهش در دنا اتفاق افتاده است.

آنزیم های هلیکاز و رنابسپاراز توانایی شکستن پیوند هیدروژنی را دارند.

انرژی لازم برای اتصال نوکلئوتید جدید به رشته در حال ساخت با شکستن پیوند فسفات-فسفات در نوکلئوتید سه فسفاته تامین می شود.

در یک نقطه ی آغاز همانندسازی، شش آنزیم فعالیت می کند، از این شش آنزیم ،دو آنزیم آن هلیکاز بوده و ۴ آنزیم دنابسپاراز می باشد که برای یک ساختار Yمانند از چپ به راست یک هلیکاز و دو DNA پلی مراز فعالیت می کند.(یکی برای رشته ی بالایی و یکی برای رشته ی پایینی)و یک هلیکاز و دو آنزیم DNA پلی مراز دیگر نیز برای یکی دیگر از ساختار Yمانند که فعالیتشان از راست به چپ است . به این نوع همانندسازی که یک هلیکاز از چپ به راست و دیگری از راست به چپ فعالیت می کند و دو ساختار Yمانند یا دو دوراهی می سازد همانندسازی دو جهتی می گویند

پیوند هیدروژنی بین دئوکسی ریبونوکلئوتیدها به صورت اتوماتیک و خودکار برقرار می شود. یعنی آنزیم دنابسپاراز این پیوند را تشکیل نمی دهد بلکه در تشکیل آن ایفای نقش می کند. به عبارت دیگر، دنابسپاراز در مقابل هر نوکلئوتید، نوکلئوتید مکمل آن را قرار می دهد و به صورت غیرمستقیم منجر به تشکیل هیدروژنی می شود.

در یاخته هایی که قدرت تقسیم زیادی دارند، مثل یاخته های بنیادی مغز قرمز استخوان ،یاخته های پارانشیمی، کامبیوم های آوندساز و چوب پنبه ساز، نسبت به یاخته هایی که تقسیم نمی شوند مثل: نوتروفیل ها، ماکروفاژها، مونوسیت ها، ائوزینوفیل ها و گویچه های قرمز، فعالیت آنزیم های هلیکاز و DNA پلی مراز زیاد است.

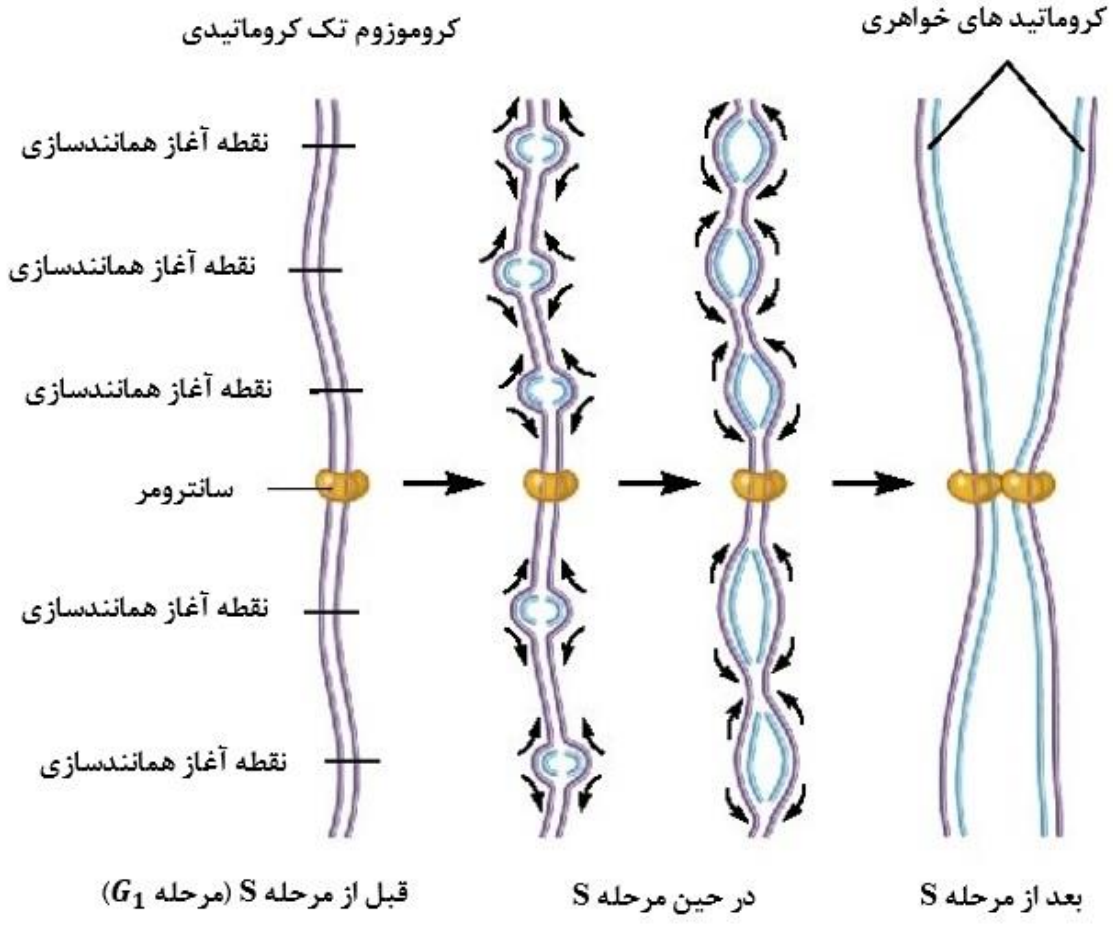
آنزیم های هلیکاز و DNA پلی مراز از جنس پروتئین بوده و توسط ریبوزوم های سیتوپلاسم ساخته می شوند و با عبور از منافذ هسته وارد هسته شده و در آن جا فعالیت می کنند.

دقت داشته باشید آنزیم DNA پلی مراز پس از برقراری هر پیوند فسفودی استر بر می گردد و نوکلئوتید مربوطه را بررسی می کند.

دقت داشته باشید دنابسپاراز توانایی شکستن و تشکیل پیوند هیدروژنی را ندارد.

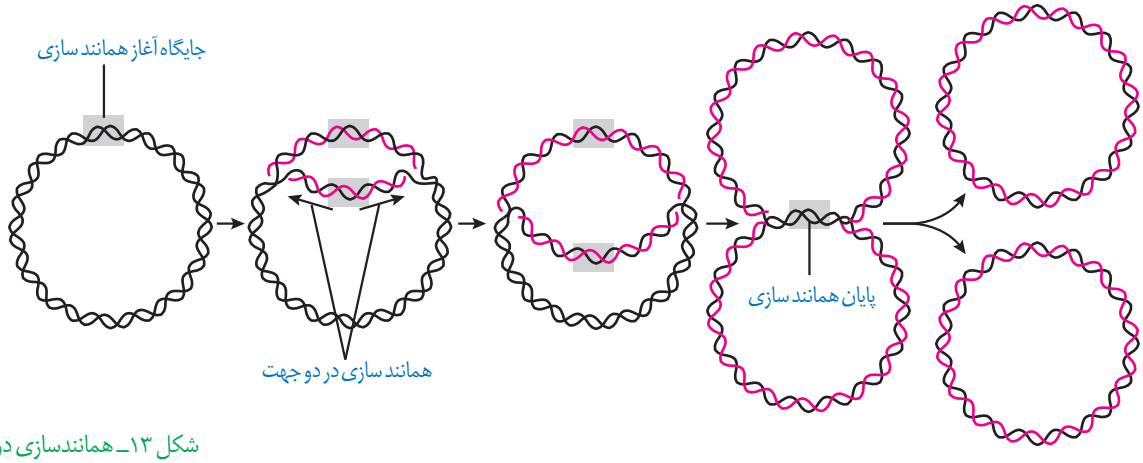
در عمل ویرایش برای شکستن پیوند فسفودی استر دو مولکول آب مصرف می شود و پس از قرار دادن نوکلئوتید صحیح در مقابل نوکلئوتید قدیمی دو پیوند فسفودی استر مجددا برقرار می شود که با تولید دو مولکول آب همراه است پس در این فرایند برآیند تولید و مصرف آب صفر است.

در یاخته های مرده مثل تراکئیدها در آوند چوبی و اسکلروئید و فیبر در بافت اسکلرانشیم گیاهان نهاندانه ، آنزیم های هلیکاز و DNA پلی مراز وجود ندارد.



و فام‌تن اصلی دارای یک مولکول دِنای حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای یاخته متصل است. پروکاریوت‌ها علاوه بر دِنای اصلی ممکن است مولکول‌هایی از دِنایی دیگر به نام **دیسَک (پلازمید)** داشته باشند. اطلاعات این مولکول‌ها می‌تواند ویژگی‌های دیگری را به باکتری بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر **پادزیست (آنتی بیوتیک)ها**.

اغلب پروکاریوت‌ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دِنای خود دارند. در این جایگاه دو رشته دِنا از هم باز می‌شوند. همانند یوکاریوت‌ها، همانندسازی دوجهتی در باکتری‌ها نیز وجود دارد؛ یعنی از یک نقطه همانندسازی شروع و در دو جهت ادامه می‌یابد تا به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان یابد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳ــ همانندسازی دو جهتی دِنا در پروکاریوت‌ها با یک نقطهٔ آغاز

در یوکاریوت‌ها که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران را شامل می‌شوند دِنا در هر فام‌تن به‌صورت خطی است و مجموعه‌ای از پروتئین‌ها که مهم‌ترین آنها هیستون‌ها هستند همراه آن قرار دارند. بیشتر دِنا درون هسته قرار دارد که به آن **دِنایِ هسته‌ای** می‌گویند. در یوکاریوت‌ها علاوه بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری دِنا وجود دارد که به آن **دِنای سیتوپلاسمی** می‌گویند. این نوع از دِنا که حالت حلقوی دارد در راکیزه (میتوکندری) و دیسه (پلاست) دیده می‌شود.

همانندسازی در یوکاریوت‌ها بسیار پیچیده‌تر از پروکاریوت‌ها است. علت این مسئله وجود مقدار زیاد دِنا و قرار داشتن در چندین فام‌تن است که هر کدام از آنها چندین برابر دِنای باکتری هستند. بنابراین اگر فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر فام‌تن داشته باشند مدت زمان زیادی برای همانندسازی لازم است. به همین علت در یوکاریوت‌ها، آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر فام‌تن انجام می‌شود (شکل ۱۴).

تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی در یوکاریوت‌ها حتی می‌تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود؛ مثلاً در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا (مرحله تشکیل بلاستوسیست) سرعت تقسیم زیاد و تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندام‌ها، سرعت تقسیم و تعداد جایگاه‌های آغاز کم می‌شوند.

در یاخته هایی که بیشتر تقسیم می شوند(یاخته های بنیادی، یاخته های سرطانی، یاخته تخم، مورولا و بلاستولا) آنزیم های هلیکاز و دنابسپاراز فعالیت بیشتری دارند همچنین در یاخته هایی که تقسیم نمی شوند دنابسپاراز در هسته فعالیت زیادی ندارد اما ممکن است راکیزه یا پلاست داشته باشند که این اندامک ها توانایی تقسیم دارند و دنای آن ها همانندسازی می کند.

در هر دو راهی همانندسازی یک آنزیم هلیکاز و دو آنزیم دنابسپاراز فعالیت دارند بنابراین در همانندسازی دو جهتی به ازای هر جایگاه آغاز دو آنزیم هلیکاز و چهار آنزیم دنابسپاراز فعالیت می کنند.

در یاخته هایی که با سرعت زیاد تقسیم می شوند در واقع مدت زمان اینترفاز کاهش می یابد و درنتیجه مدت زمان چرخه یاخته ای کمتر می شود.

پروکاریوت ها هم می توانند یک نقطه و هم می توانند بیش از یک نقطه آغاز همانندسازی داشته باشند البته این جانداران اغلب یک نقطه آغاز همانندسازی دارند همچنین هم می توانند همانندسازی یک جهتی و هم می توانند همانندسازی دوجهتی داشته باشند.

تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در کروموزوم های مختلف انسان با یکدیگر متفاوت است و هر چه یک کروموزوم بزرگتر باشد تعداد جایگاه آغاز همانندسازی آن بیشتر است بنابراین کروموزوم شماره یک بیشترین و کروموزوم شماره ۲۱ کمترین تعداد نقاط آغاز همانندسازی را دارد.

پلازمید نیز نوعی دنای کوچک حلقوی است با این تفاوت که به غشای یاخته متصل نیست اما می تواند تعداد پلازمیدش بیشتر از یک عدد باشد. چون پلازمید می تواند مستقل از کروموزوم اصلی و مستقل از دو نیم شدن باکتری، همانندسازی کند و تعدادش زیاد شود.

همه ی باکتری ها، پروکاریوتی هستند اما برعکس این جمله صحیح نیست زیرا گروهی دیگر از پروکاریوت ها را آرکی باکتری می نامند که در جدیدترین طبقه بندی در یک حوزه جدید برای خود تقسیم می شوند و بدین ترتیب جانداران به سه دسته یوکاریوت ،پروکاریوت و آرکی باکترها تقسیم می شوند.

در کروموزوم های پروکاریوتی، پروتئین های هیستون وجود ندارند، از سانترومر نیز خبری نیست و نمی توان اصطلاحاتی مانند کروماتین، کروماتید و کروموزوم همتا را برایشان به کار برد. در باکتری ها همانند سایر یاخته های زنده ،اجزای یاخته ای به نام ریبوزوم(رناتن) وجود دارد.

گویچه های قرمز بالغ در بسیاری از جانوران و یا یاخته های غربالی آوند آبکشی در گیاهان آوندی، یاخته های زنده اما فاقد هسته هستند

دنای حلقوی در پروکاریوت ها در هنگام تقسیم دوتایی و در یوکاریوت ها در مرحله G_2 همانندسازی می کند.

دقت داشته باشید یوکاریوت ها دو نوع دنا دارند یکی دنای هسته ای و دیگری دنای سیتوپلاسمی که در اندامک های میتوکندری و کلروپلاست قرار دارد که این دنا به صورت حلقوی بوده و نحوه همانندسازی آن مانند دنای پروکاریوت

یاخته های یوکاریوتی به هنگام همانندسازی دنا، از مکانیسم دوجهته بهره می برند یعنی به ازای یک نقطه ی آغاز همانندسازی دو ساختار Yمانند و ۲ هلیکاز و ۴ دنابسپاراز نیاز دارد و از آنجایی که تعداد این نقاط همانندسازی زیاد است پس برای همانندسازی دنای یوکاریوتی تعداد زیادی دوراهی و آنزیم نیاز است. زیاد بودن تعداد نقاط همانندسازی، سرعت همانندسازی را افزایش و زمان انجام فرایند را کاهش می دهد.

در یوکاریوت ها DNA خطی در هسته وDNA حلقوی در سیتوپلاسم (میتوکندری و کلروپلاست)قرار دارد اما در پروکاریوت ها DNA حلقوی در سیتوپلاسم وجود دارد همچنین دقت داشته باشید یوکاریوت ها داری چندین جایگاه آغاز همانند سازی هستند اما اغلب پروکاریوت ها فقط یک جایگاه آغازهمانندسای دارند(برخی پروکاریوت بیش از یک جایگاه آغاز همانند سازی دارند) پروکاریوت ها علاوه بر DNA اصلی، دارای پلازمید نیز هستند پلازمید در فناوری های نوین زیستی به انسان ها کمک می کند.

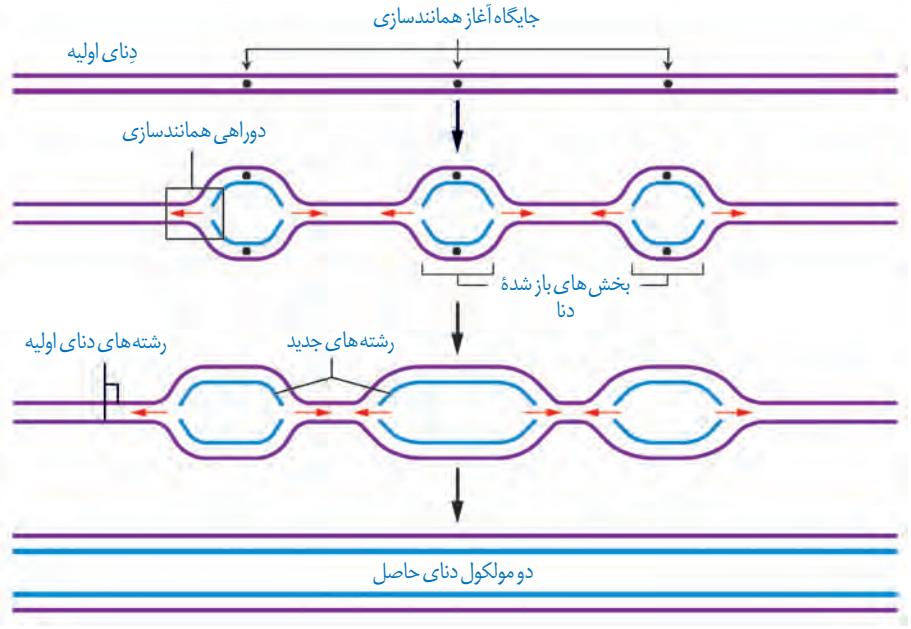
در پروکاریوت هایی که بیش از یک جایگاه آغاز در دنای خود دارند، نقطه پایان همانندسازی در مقابل جایگاه آغاز همانندسازی نیست.

در همانندسازی دوجهتی در پروکاریوت ها در محل آغاز همانندسازی دو هلیکاز، چهار DNA پلی مراز و دو دوراهی همانندسازی دیده می شود در حالی که در همانندسازی تک جهتی در این جانداران در محل آغاز همانندسازی یک هلیکاز، دو DNA پلی مراز و یک دوراهی همانندسازی دیده می شود.

در پروکاریوت ها معمولا و در یوکاریوت ها همواره در هر نقطه آغاز همانندسازی دو دوراهی همانندسازی تشکیل می شود.

همانند سازی در یوکاریوت ها، پیچیده تر از پروکاریوت ها است دریوکاریوت ها مقدار DNA بیشتر است و تعداد کروموزوم ها هم بیشتر است همچنین تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در یوکاریوت ها بیشتر است، در غیر اینصورت مدت زمان زیادی برای همانند سازی لازم بود تعداد جایگاه آغاز همانند سازی در یوکاریوت با توجه به مراحل رشد و نمو قابل تنظیم است.

در پروکاریوت ها در صورتی که همانندسازی دو جهته باشد نقطه آغازهمانندسازی و نقطه پایان روبروی هم قرار می گیرد اما در صورتی که همانند سازی تک جهته باشد نقطه پایان همانند سازی مجاور نقطه آغاز همانندسازی قرار می گیرد.



شکل ۱۴ ــ همانندسازی در یوکاریوت‌ها

هنگام همانند سازی دریک DNA خطی، سرعت ، شروع و پایان همانند سازی در نقاط مختلف رشته DNA متفاوت است.
در این شکل سه جایگاه آغاز، چهار جایگاه پایان، شش آنزیم هلیکاز، دوازده آنزیم DNA پلی مراز وجود دارد و به ازاء هر جایگاه آغاز دو هلیکاز و چهار آنزیم DNA پلی مراز لازم است.

biology
زیست شناسی
به سبک قانع

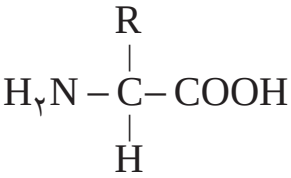
گفتار ۳ پروتئین‌ها

علاوه بر دِنا و رِنا که در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارند مولکول‌های دیگری نیز هستند که به انجام فرایندهای مختلف یاخته‌ای کمک می‌کنند. از جملهٔ این مولکول‌ها پروتئین‌ها هستند که نقش بسیار مهمی در فرایندهای یاخته‌ای دارند.

ساختار آمینواسیدها

پروتئین‌ها بَسپارهایی از آمینواسیدها هستند. نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آنها را مشخص می‌کند. آمینواسیدها همان‌طور که از نامشان برمی‌آید یک **گروه آمین ($-NH_2$)** و یک گروه اسیدی **کربوکسیل ($-COOH$)** دارند. همان‌طور که در شکل ۱۵ می‌بینید گروه آمین و کربوکسیل به همراه یک هیدروژن و گروه R همگی به یک کربن مرکزی متصل‌اند و چهار ظرفیت آن را پر می‌کنند. گروه R در آمینو اسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی‌های منحصربه‌فرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد.

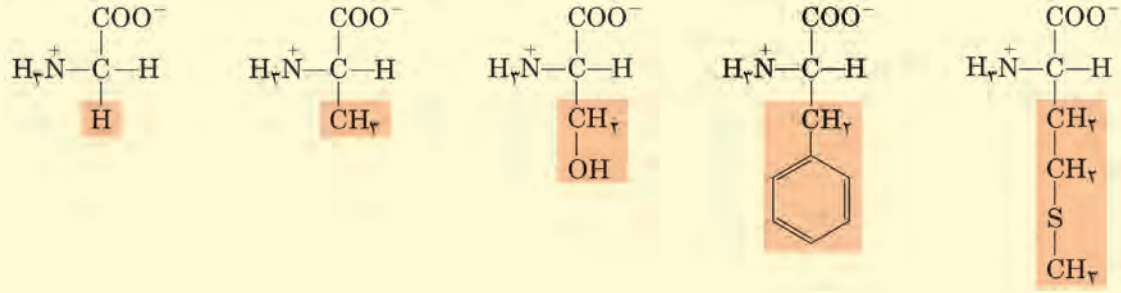
هرآمینواسید می‌تواند در شکل‌دهی پروتئین مؤثر باشد و تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.



شکل ۱۵ـ ساختار عمومی یک آمینواسید

بیشتر بدانید

نمونه‌هایی از آمینواسیدها را در زیر می‌بینید که به دلیل تفاوت در R ویژگی‌های متفاوت دارند.



متیونین (Met) فنیل آلانین (Phe) سرین (Ser) آلانین (Ala) گلایسین (Gly)

پیوند پپتیدی آمینواسیدها را به یکدیگر متصل می‌کند

آمینواسیدهای مختلف با حضور آنزیم، واکنش **سنتزآبدهی** را انجام می‌دهند. در این نوع واکنش با خروج یک مولکول آب، یک آمینواسید با آمینواسید دیگر پیوند اشتراکی ایجاد می‌کند. این پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها را **پیوند پپتیدی** می‌گویند. شکل ۱۶ الگوی ساده‌ای از چگونگی تشکیل این پیوند را نشان می‌دهد.

دقت داشته باشید تمام ویژگی های آمینواسید به گروه R بستگی ندارد به عنوان مثال خاصیت اسیدی آمینواسید مربوط به گروه هیدروکسیل آمینواسید است.

در زمان برقراری پیوند پپتیدی به ازای تشکیل هر پیوند یک مولکول آب تولید می شود(واکنش سنتز آبدهی) بنابراین در هنگام تشکیل پلی پپتیدی با ۱۰۰ آمینواسید ۹۹ مولکول آب تشکیل می شود.

هیدرولیز کامل یک پلیمر آن را به مونومرهای سازنده آن تبدیل می کند اما گاهی نیز هیدرولیز به صورت ناقص انجام می شود و به همین دلیل مولکول های سازنده مونومر نیستند مانند تبدیل نشاسته به مالتوز توسط آمیلاز بزاق.

پیوند پپتیدی توسط آنزیمی که در داخل ریبوزوم می باشد برقرار می شود.

تشکیل پیوند پپتیدی به انرژی نیاز دارد و انرژی آن از طریق هیدرولیز ATP تامین می شود.

تجزیه آمینواسیدها در یاخته منجر به تولید ماده سمی آمونیاک می شود که از طریق جریان خون به کبد می رسد و کبد آن را با کربن دی اکسید ترکیب می کند و اوره می سازد.

دقت داشته باشید نمی توان گفت هر واکنشی که در آن آب مصرف می شود نوعی هیدرولیز است به عنوان مثال در گویچه قرمز زمانی که آب و کربن دی اکسید ترکیب می شوند با وجود مصرف آب این واکنش هیدرولیز محسوب نمی شود.

تفاوت بین پروتئین های مختلف به نوع، تعداد و ترتیب آمینواسیدهای آن بستگی دارد در حالی که تفاوت آمینواسیدهای مختلف به گروه R آنها مربوط می شود.

جرم دو آمینواسید متصل بهم کمتر از مجموع جرم همان دو آمینواسید به صورت آزاد است چون هنگام اتصال دو آمینواسید بهم یک مولکول آب آزاد می شود.

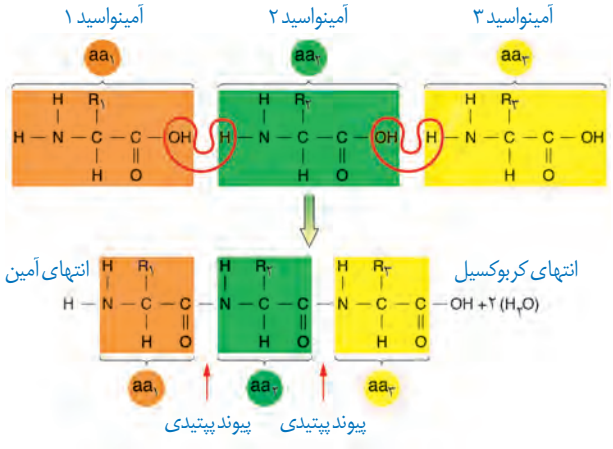
در گلایسین که نوعی از آمینواسید است از ۴ تا گروه متصل به کربن، ۲ تای آن از نوع یکسان و از نوع H است. در نتیجه در این آمینواسید هر چهار گروه متفاوت نیستند

در پلی پپتید هم مانند رشته DNA ، دو سر رشته با هم متفاوت است) رشته ای با سه آمینو اسید و دو پیوند پپتیدی درشکل کتاب با گروه آمین شروع و با گروه کربوکسیل خاتمه یافته است.

با تشکیل پیوند پپتیدی تعداد مولکول های آب محیط افزایش می یابد و فشار اسمزی محیط کاهش می یابد.

درسنتز آبدهی آب آزاد می شود و مولکول جدید ساخته می شود اما در هیدرولیز (آبکافت) آب مصرف می شود و مولکول شکسته می شود

وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم وصل شوند، زنجیره‌ای از آمینواسیدها به نام **پلی‌پپتید** تشکیل می‌شود. پروتئین‌ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی‌پپتیدها ساخته شده‌اند. هر نوع پروتئین، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارد که با استفاده از روش‌های شیمیایی، آمینواسیدها را جدا و آنها را شناسایی می‌کنند. اگرچه آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند اما فقط ۲۰ نوع از آنها در ساختار پروتئین‌ها به کار می‌روند.

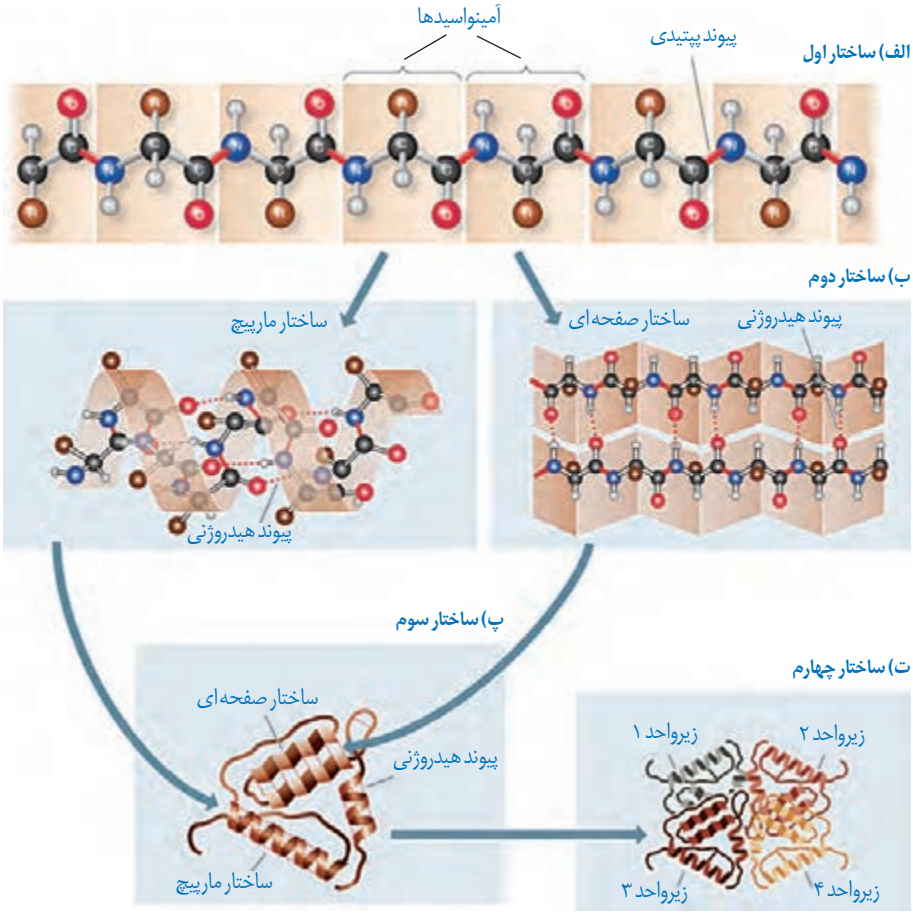


شکل ۱۶ــ تشکیل پیوند پپتیدی

سطوح مختلف ساختاری در پروتئین‌ها

شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن را مشخص می‌کند. یکی از راه‌های پی‌بردن به شکل پروتئین استفاده از پرتوهای ایکس است. با استفاده از تصاویر حاصل از آن و روش‌های دیگر، محققین به ساختار سه‌بعدی پروتئین‌ها پی‌می‌برند که در آن حتی جایگاه هر اتم را می‌توانند مشخص کنند. اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد میوگلوبین بود. آیا به یاد می‌آورید میوگلوبین در بدن چه نقشی دارد؟ این پروتئین از یک رشتهٔ پلی‌پپتید تشکیل شده است.

ساختار پروتئین‌ها در چهار سطح بررسی می‌شود که هر ساختار مبنای تشکیل ساختار بالاتر است (شکل ۱۷).



شکل ۱۷ــ ساختار پروتئین‌ها در چهار ساختار بررسی می‌شود.

ممکن است در پروتئین با ساختار سوم هر دو بخش مارپیچی و صفحه ای با هم(در یک رشته) و یا به صورت جدا مشاهده شود.	پروتئین های نشان داده شده در شکل نه میوگلوبین هستند و نه هموگلوبین زیرا میوگلوبین و هموگلوبین پروتئینی هستند که ساختار دوم آن ها از زنجیره مارپیچ تشکیل شده و در نتیجه در ساختار سوم آن ها نیز باید زنجیره ای باشد که فقط از نوع مارپیچ است نه میکس.
میوگلوبین در یاخته های ماهیچه ای وجود دارد و می تواند مقداری اکسیژن ذخیره کند در حالی که هموگلوبین در گویچه قرمز قرار دارد و می تواند اکسیژن، کربن دی اکسید و یون های هیدروژن را انتقال دهد.	برای تشکیل ساختار دوم به حضور آنزیمی نیاز نیست یعنی تشکیل پیوند هیدروژنی اتوماتیک است(نه با آنزیم). در حالی که برای تشکیل ساختار اول یعنی تشکیل پیوند پپتیدی نیاز به حضور آنزیم است(همان آنزیم**rRNA**).
در ساختار دوم پروتئین ها فقط بعضی آمینواسیدها در پیوند هیدروژنی شرکت دارند.	طبق شکل کتاب ، پیوند پپتیدی بین گروه آمین یک آمینواسید و گروه کربوکسیل آمینواسید دیگر تشکیل می شود

یکی از تفاوت های مهم مدل صفحه ای با مدل مارپیچ این است که اسید آمینه هایی که معمولا در ساختار اول زنجیره پروتئینی با فاصله زیاد از هم قرار گرفته اند، برای تشکیل این ساختار در مجاورت یکدیگر قرار می گیرند. بنابراین صفحه های بتا تمایل، به سختی داشته و انعطاف پذیری ناچیزی دارد. پیوند های هیدروژنی بین رشته ای که میان گروه های(**COOH**)یک رشته ی بتا و (**NH2**)رشته ی بتای مجاور ایجاد می شوند، به صفحات بتا پایداری می بخشند و باعث می شوند که این صفحات ظاهری زیگزاگ داشته باشند. این مدل در اثر ایجاد پیوند هیدروژنی بین گروه های اکسیژن یک آمینواسید و هیدروزن آمینواسیدی دیگر در همان رشته تشکیل می شود. منافذ غشایی، مجموعه ای از پروتئین ها هستند که در کنار هم، منظم شده اند حال زنجیره ی پلی پپتیدی بکار رفته در این پروتئین ها(منافذغشایی)، ساختار دوم دارند و ساختار دومشان از نوع صفحه ای است.

هر آمینواسیدی در ساختار خود ۴ گروه داشت که ۳ گروه آن همیشه و در هر آمینواسیدی وجود دارد که شامل گروه کربوکسیل(**COOH**)، گروه آمین(**NH2**)و **H** است. حال از بین این ۳ گروه دو گروه کربوکسیل و آمین در یک آمینواسید می توانند با کربوکسیل و آمین از اسید آمینه دیگر پیوند هیدروژنی تشکیل دهند به عبارت دیگر اتم هیدروژن متصل به نیتروژن آمینواسید با اتم اکسیژن متصل به کربوکسیل آمینواسید دیگر در سمت انتهای آمین ، می تواند پیوند هیدروژنی تشکیل دهد، که در نتیجه آن رشته پپتیدی حول یک محور فرضی پیچیده و به شکل یک مارپیچ در می آید. توجه داشته باشید که آمینواسیدی که می خواهد با آمینواسید دیگر پیوند هیدروژنی تشکیل دهد به اندازه ۴ تا آمینواسید از یکدیگر فاصله دارند.یعنی یک آمینواسید با فاصله چهار تا از خود(با آمینواسید پنجم) پیوند هیدروژنی تشکیل می دهد و این الگو در سراسر مارپیچ، غیر از چهار اسید آمینه در دو انتهای آن تکرار می شود و مدل مارپیچ متولد خواهد شد.

تار های ماهیچه ای دارای رنگدانه قرمزی به نام میوگلوبین هستند تارهای نوع کندمقدار میوگلوبین زیادی دارند و برای حرکات استقامتی هستند در حالی که تارهای نوع تند مقدار کمتری میوگلوبین دارند و مسئول انقباضات سریع هستند.
اولین آمینواسید در هر پلی پپتید آمینواسیدی است که بخش آمینی آن آزاد باشد به عنوان مثال بخش آمینی متیونین آزاد می باشد.

biology
زیست شناسی
به سبک قانع

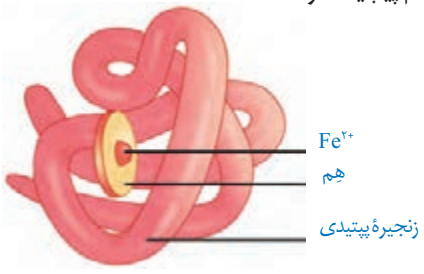
ساختار اول پروتئین ـ توالی آمینواسیدها: نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول پروتئین‌ها را تعیین می‌کنند. ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می‌گیرد و خطی است. این پیوند در واقع نوعی پیوند اشتراکی است. تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می‌شود و ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد. با در نظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و اینکه محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین‌ها وجود ندارد پروتئین‌های حاصل می‌توانند بسیار متنوع باشند. با توجه به اهمیت توالی آمینواسیدها در ساختار اول، همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین‌ها به این ساختار بستگی دارند (شکل ۱۷ـ الف).

ساختـــار دوم ـ الگـوهایی از پیـــوندهای هیـدروژنی: بین بخش‌هایی از زنجیره پلی‌پپتیدی می‌تواند پیوندهای هیدروژنی برقرار شود. این پیوندها منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین‌ها هستندکه به چند صورت دیده می‌شوند. دو نمونه معروف آنها ساختار مارپیچ و ساختار صفحه‌ای است (شکل ۱۷ـ ب).

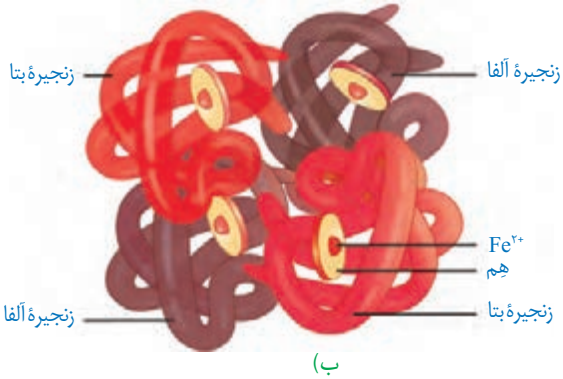
ساختار سوم ـ تاخورده و متصل به هم: در ساختار سوم، تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها رخ می‌دهد و پروتئین‌ها به شکل‌های متفاوتی در می‌آیند. تشکیل این ساختار در اثر برهم‌کنش‌های آب‌گریز است؛ به این صورت که گروه‌های R آمینواسیدهایی که آب‌گریزند، به یکدیگر نزدیک می‌شوند تا در معرض آب نباشند. سپس با تشکیل پیوندهای دیگری مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی ساختار سوم پروتئین تثبیت می‌شود. مجموعهٔ این نیروها قسمت‌های مختلف پروتئین را به‌صورت به‌هم پیچیده در کنار هم نگه می‌دارند (شکل ۱۷ـ پ). بنابراین با وجود این نیروها پروتئین‌های دارای ساختار سوم، ثبات نسبی دارند. ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم می‌تواند ساختار و عملکرد آن را به شدت تغییر دهد. میوگلوبین نمونه‌ای از پروتئین‌ها با ساختار سوم است (شکل ۱۸ـ الف).

ساختار چهارم ـ آرایش زیرواحدها: بعضی پروتئین‌ها ساختار چهارم دارند، این ساختار هنگامی شکل می‌گیرد که دو یا چند زنجیره پلی‌پپتید در کنار یکدیگر پروتئین را تشکیل دهند. در این ساختار هریک از زنجیره‌ها نقشی کلیدی در شکل‌گیری پروتئین دارند. نحوهٔ آرایش این زیرواحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین‌ها نامیده می‌شود (شکل ۱۷ـ ت).

هموگلوبین از چهار زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی تشکیل شده است. دو زنجیره از نوع آلفا و دو زنجیره از نوع بتا است. هر نوع زنجیره، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را در ساختار اول دارند. در ساختار دوم به شکل مارپیچ درمی‌آیند. در ساختار سوم هریک از زنجیره‌ها به‌صورت یک زیرواحد، تاخورده و شکل خاصی پیدا می‌کند. در نهایت در ساختار چهارم، این چهار زیرواحد در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می‌دهند (شکل ۱۸ـ ب).



الف)



ب)

شکل ۱۸
الف) میوگلوبین با ساختارسوم
ب) هموگلوبین با ساختار چهارم

برهمکنش های آبگریز پیوند اشتراکی محسوب نمی شود	ساختار دوم پروتئین ها ثبات زیادی ندارد، ساختار سوم دارای ثبات نسبی و ساختار چهارم دارای ثبات کامل است.
برخی آمینواسیدها گروه R آب دوست دارند که در سطح پروتئین قرار می گیرند.	

توجه داشته باشید اگر در یک رشته ی پلی پپتیدی جایگاه یک آمینواسید تغییر کند، قطعا ساختار اول پروتئین نیز تغییر می کند. در رابطه با فعالیت و خاصیت پروتئین جدید ایجاد شده نمی توان با قاطعیت گفت که تغییر می کند، چون احتمال دارد اصلا تغییری در فعالیت پروتئین جدید مشاهده نشود پس به عبارتی پروتئین هایی با ساختار اول متفاوت ولی فعالیت مشابه می توان یافت.

همه پروتئین ها حداقل ساختار دوم را دارند.	در مولکول هموگلوبین ساختار صفحه ای مشاهده نمی شود.

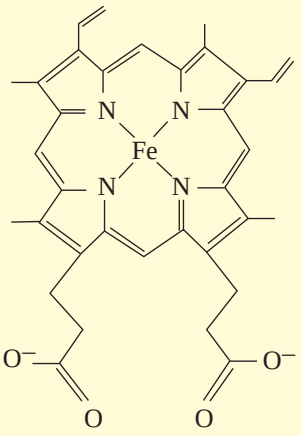
مارپیچ پلی پپتید و مارپیچ دنا هر دو بر اثر پیوندهای هیدروژنی به وجود می آیند.	تاخوردگی زنجیره پلی پپتید هم در ساختار دوم و هم در ساختار سوم پروتئین ها مشاهده می شود.
دقت داشته باشید در ساختار چهارم پیوند کوالانسی وجود ندارد و صرفا زنجیره های پلی پپتیدی کنار یکدیگر قرار می گیرند.	
در ساختار سوم گروه های R آبگریز به سمت داخل پروتئین و گروه های R آبدوست به سمت بیرون آرایش پیدا کرده اند.	پروتئین ها بخش آبدوست و آبگریز دارند.

biology
زیست شناسی
به سبک قانع

فعّالیت ۱ با استفاده از دو یا چند مفتول فلزی ساختار دوم، سوم و چهارم پروتئین‌ها را مدل‌سازی کنید.

بیشتر بدانید

هِم (Heme) ترکیبی آهن‌دار و غیر پروتئینی است و در ساختار پروتئین‌هایی مانند هموگلوبین و میوگلوبین وجود دارد. هم انواع متفاوتی دارد، فرمول شیمیایی رایج‌ترین آن $C_{۳۴}H_{۳۲}N_۴O_۴Fe$ است. هر زنجیره هموگلوبین، یک گروه هم دارد که با داشتن اتم آهن می‌تواند به یک مولکول اکسیژن متصل شود؛ بنابراین مولکول هموگلوبین ظرفیت حمل چهار اکسیژن را دارد.



نقش پروتئین‌ها

پروتئین‌ها متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند. پروتئین‌ها در فرایندها و فعالیت‌های متفاوتی شرکت دارند از جمله **فعالیت آنزیمی** که در آن به‌صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می‌کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می‌کنند.

بعضی دیگر از پروتئین‌ها به‌صورت گیرنده‌هایی در سطح یاخته‌ها قرار دارند؛ مثلاً گیرنده‌های آنتی‌ژنی در سطح لنفوسیت‌ها نمونه‌ای از این پروتئین‌ها هستند.

برخی پروتئین‌ها مثل هموگلوبین گازهای تنفسی را در خون منتقل می‌کنند. پمپ سدیم ـ پتاسیم نیز که با آن آشنا هستید، پروتئینی است که در غشا وجود دارد. این پمپ یون‌های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابه‌جا می‌کند و فعالیت آنزیمی هم دارد. آیا محل‌های فعالیت و نقش آنزیمی این پمپ را به یاد دارید؟ کلاژن پروتئینی است که باعث استحکام بافت پیوندی می‌شود. زردپی و رباط مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند.

انقباض ماهیچه‌ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است. از دیگر پروتئین‌ها می‌توان به هورمون‌ها اشاره کرد. بیشتر هورمون‌ها از جمله اکسی‌توسین و انسولین که پیام‌های بین یاخته‌ای را در بدن جانوران ردوبدل می‌کنند تا تنظیم‌های مختلف در بدن انجام شود، پروتئینی هستند. همچنین پروتئین‌هایی مثل مهارکننده‌ها که بعداً با آنها آشنا خواهید شد، نقش‌های تنظیمی متعددی را در فعال و غیرفعال کردن ژن‌ها بر عهده دارند.

آنزیم‌ها

واکنش‌های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب می‌گیرند که انرژی اولیه کافی برای انجام آن وجود داشته باشد. این انرژی را انرژی فعال‌سازی گویند. انجام واکنش‌ها در بدن موجود زنده نیز که با عنوان کلی سوخت‌وساز مطرح می‌شوند همین‌طور هستند. این واکنش‌ها با حضور آنزیم انجام می‌شوند. آنزیم امکان برخورد مناسب مولکول‌ها را افزایش و انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش می‌دهد. همچنین با این کار سرعت واکنش‌هایی را که در بدن موجود زنده انجام‌شدنی هستند زیاد می‌کند. بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت‌وساز یاخته‌ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تأمین نشود. آنزیم‌های ترشحی دستگاه گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز در خارج یاخته عمل می‌کنند ولی آنزیم‌های مؤثر در تنفس یاخته‌ای، فتوسنتز و همانندسازی درون یاخته فعالیت می‌کنند. البته گروهی از آنزیم‌ها مثل پمپ سدیم ـ پتاسیم فعالیت خود را در غشا انجام می‌دهند.

میوزین علاوه براینکه در انقباض ماهیچه ها نقش دارد نقش آنزیمی نیز دارد(هیدرولیز ATP)

بعضی پروتئین ها نظیر پادتن ها، پرفورین، اینترفرون، پروتئین مکمل و لیزوزیم نقش دفاعی در بدن دارند.

هیچ پروتئینی در ساختار اول نهایی نمی شود و از آن جایی که آنزیم ها شکل سه بعدی دارند و شکل سه بعدی را در ساختار سوم می توان دید پس ساختار دوم را نیز ندارند درنتیجه می توان نتیجه گرفت که آنزیم ها یا ساختار سوم دارند و یا ساختار چهارم.

تارهای ماهیچه ای کند نسبت به تارهای تند ، میوگلوبین (رنگدانه قرمز) بیشتری دارند و به همین دلیل قرمزتر دیده می شوند. دقت داشته باشید تارهای ماهیچه ای کند، بیشتر انرژی خود را به صورت هوازی به دست می آورند.

پروتئین هایی مانند فاکتور انعقادی شماره۸، پروترومبین و فیبرینوژن نقش انعقاد خون را بر عهده دارند.

نکته ای که توجه به آن لازم است این است که اگر آنزیم وجود نداشته باشد، واکنش ها انجام می شوند اما به کندی، در نتیجه انرژی لازم برای حیات تامین نمی شود. بنابراین می توان گفت حضور آنزیم برای انجام شدن همه ی واکنش ها الزامی نیست. زیرا اگر نباشد هم ،آن واکنش انجام می پذیرد ،بلکه هدف از خلقت آنزیم. سرعت بخشیدن به واکنش ها است.

پروتئین های اکتین و میوزین در تقسیم سیتوپلاسم یاخته های جانوری نیز نقش دارند.

آلبومین، گلوبولین و هموگلوبین از پروتئین هایی هستند که در انتقال مواد در خون نقش دارند و همچنین عامل داخلی معده نیز در انتقال ویتامین B12 نقش دارد.

انسولین در پاسخ به افزایش قند خون از لوزالمعده ترشح می شود و با اثر بر یاخته ها بخصوص یاخته های کبد و ماهیچه سبب کاهش قند خون می شود.

اکسی توسین توسط جسم یاخته ای نورون های هیپوتالاموس ساخته شده و در هیپوفیز پسین ذخیره می شود و در مواقع لزوم از هیپوفیز پسین به جریان خون آزاد می شود و باعث انقباض رحم در هنگام زایمان و اقباض ماهیچه های صاف غدد شیری هنگام شیردهی می شود.

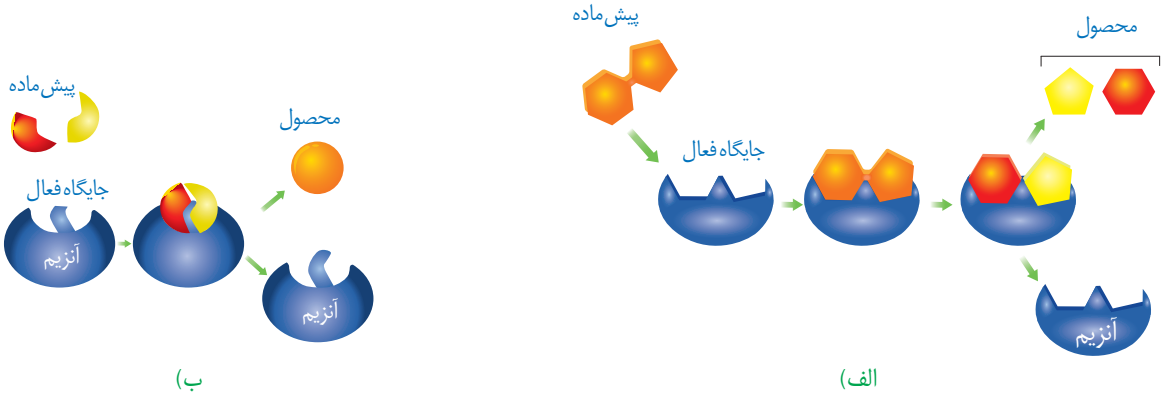
هورمون جیبرلین بر خارجی ترین لایه ی آندوسپرم اثر می گذارد و سبب تولید و رها شدن آنزیم های گوارشی در دانه می شود.این آنزیم ها دیواره ی یاخته و ذخایر آندوسپرم را تجزیه می کنند.

پادتن ها جزء گلوبولین های دفاعی هستند که برخی از آن ها به عنوان گیرنده عمل می کنند و برخی دیگر ترشحی هستند و به مایعات بدن می ریزند.

ساختار آنزیم‌ها

بیشتر آنزیم‌ها پروتئینی هستند. آنزیم‌ها در ساختار خود بخشی به نام **جایگاه فعال**[۱] دارند. جایگاه فعال بخشی اختصاصی در آنزیم است که **پیش‌ماده**[۲] در آن قرار می‌گیرد. ترکیباتی که آنزیم روی آنها عمل می‌کند، پیش‌ماده و ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند، **فراورده**[۳] یا محصول خوانده می‌شوند (شکل ۱۹).

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 **کوآنزیم**[۴] می‌گویند. وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می‌تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می‌شوند.



شکل ۱۹ ـ طرز عمل آنزیم در واکنش‌های سوخت‌وسازی الف) تجزیه، ب) ترکیب

عملکرد اختصاصی آنزیم‌ها

هر آنزیم روی یک یا چند پیش‌ماده خاص مؤثر است. بنابراین گفته می‌شود که آنزیم‌ها عمل اختصاصی دارند. شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش‌ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و به اصطلاح مکمل یکدیگرند.

اگرچه آنزیم‌ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آنها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند. آیا می‌توانید مثالی از این نوع آنزیم‌ها بیاورید؟

آنزیم‌ها در همه واکنش‌های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می‌کنند؛ سرعت واکنش را زیاد می‌کنند امّا در پایان واکنش‌ها دست‌نخورده باقی می‌مانند تا بدن بتواند بارها از آنها استفاده کند. به همین دلیل یاخته‌ها به مقدار کم به آنزیم‌ها نیاز دارند. البته به مرور مقداری از آنها از بین می‌روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم‌های جدید می‌شود.

۱ـ Active site
۲ـ Substrate
۳ـ Product
۴ـ Coenzyme

واکنش های سوخت و سازی دو دسته اند: بعضی از این واکنش ها موجب تجزیه پیش ماده به مولکول های کوچکتر و بعضی دیگر موجب ترکیب شدن دو یا چند پیش ماده و تولید محصول بزرگتر می شوند که هر دوی این واکنش ها با کمک آنزیم ها صورت می گیرند.	دقت داشته باشید کوآنزیم مواد آلی کمک کننده به آنزیم می باشد یون های فلزاتی مانند آهن و مس جزء مواد معدنی بوده و بنابراین کوآنزیم محسوب نمی شوند.
rRNA جزء آنزیم هایی است که از جنس نوکلئیک اسید می باشد و ساختار پروتئینی ندارد.	

biology
زیست شناسی
به سبک قانع

عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم‌ها

عوامل متعددی از جمله pH، دما، غلظت آنزیم و پیش‌ماده بر سرعت فعالیت آنزیم‌ها تأثیر می‌گذارند.

pH محیط: pH بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است؛ مثلاً pH خون حدود ۷/۴ است. البته pH بعضی بخش‌ها خارج از این محدوده هستند. یکی از این موارد، pH ترشحات معده است که حدود ۲ می‌باشد.

هر آنزیم در یک pH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن pH بهینه می‌گویند؛ مثلاً pH بهینه پپسین حدود ۲ است در حالی که آنزیم‌هایی که از لوزالمعده به روده کوچک وارد می‌شوند pH بهینه حدود ۸ دارند. تغییر pH محیط با تأثیر بر پیوندهای شیمیایی مولکول پروتئین می‌تواند باعث تغییر شکل آنزیم شود و در نتیجه امکان اتصال آن به پیش‌ماده از بین برود، در نتیجه میزان فعالیت آن تغییر می‌کند.

دما: آنزیم‌های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد بهترین فعالیت را دارند. این آنزیم‌ها در دمای بالاتر ممکن است شکل غیرطبیعی یا برگشت‌ناپذیر پیدا کنند و غیرفعال شوند. آنزیم‌هایی که در دمای پایین غیرفعال می‌شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می‌توانند به حالت فعال برگردند.

غلظت آنزیم و پیش‌ماده: مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش‌ماده را در واحد زمان به فراورده تبدیل کند. اگر مقدار آنزیم زیادتر شود تولید فراورده در واحد زمان افزایش می‌یابد. افزایش غلظت پیش‌ماده در محیطی که آنزیم وجود دارد نیز می‌تواند تا حدی باعث افزایش سرعت شود ولی این افزایش تا زمانی ادامه می‌یابد که تمامی جایگاه‌های فعال آنزیم‌ها با پیش‌ماده اشغال شوند. در این حالت سرعت انجام واکنش ثابت می‌شود.

بیشتر بدانید

باکتری‌های مقاوم به گرما

بعضی باکتری‌ها در چشمه‌های آب گرم زندگی می‌کنند. آنزیم‌های این باکتری‌ها در دمای حدود ۸۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین فعالیت را دارند. دِنای آنها هم درصد زیادی باز G و C دارد تا با سه پیوند هیدروژنی استحکام و ثبات بیشتری داشته باشد.

فعّالیت ۲

الف) گفته می‌شود تب بالا خطرناک است، بین این مسئله و فعالیت آنزیم‌ها چه ارتباطی می‌بینید؟

ب) با توجه به تأثیر متفاوت دمای کم و زیاد روی آنزیم‌ها، از این ویژگی آنزیم‌ها در آزمایشگاه‌ها چگونه می‌توان استفاده کرد؟

کاربرد آنزیم‌ها در صنعت

از آنزیم‌ها در صنایع متفاوتی مانند تولید دارو، خوراکی، آشامیدنی و سوخت‌های زیستی استفاده می‌شود. مثلاً آنزیم **سلولاز** که در تجزیه سلولز به گلوکز نقش دارد از آنزیم‌های مورد استفاده در کاغذسازی و تولید سوخت زیستی است. آنزیم‌ها در صنایع غذایی، به ویژه صنایع لبنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. **مایه‌پنیر** در واقع نامی عمومی برای آنزیم‌هایی است که با دلمه کردن پروتئین شیر آن را به پنیر تبدیل می‌کنند. مایه پنیر را به‌طور سنتی از معده نوزادان(شیرخواران) جانورانی مانند گوسفند و گاو به دست می‌آورند. امروزه انواعی از مایه‌پنیرها وجود دارد که از گیاهان و ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها) به‌دست می‌آیند.

در صنایع شوینده با استفاده از لیپازها، پروتئازها و آمیلازها انواعی از شوینده‌ها با قدرت تمیزکنندگی بالا تولید می‌شوند. به‌نظر شما علت استفادهٔ هریک از این آنزیم‌ها در شوینده‌ها چیست؟

بعضی آنزیم ها بیش از یک نوع واکنش را کاتالیز می کنند مثلا آنزیم دنابسپاراز هم فعالیت پلیمرازی دارد و هم فعالیت نوکلئازی یا در فرایند رونویسی آنزیم رنابسپاراز هم پیوند هیدروژنی را می شکند و هم پیوند فسفودی استر برقرار می کند. همچنین آنزیم روبیسکو هم دارای فعالیت اکسیژنازی و هم دارای فعالیت کربوکسیلازی می باشد.

غیرفعال شدن آنزیم ها بر اثر افزایش دما برگشت ناپذیر اما بر اثر کاهش دما برگشت پذیر می باشد.

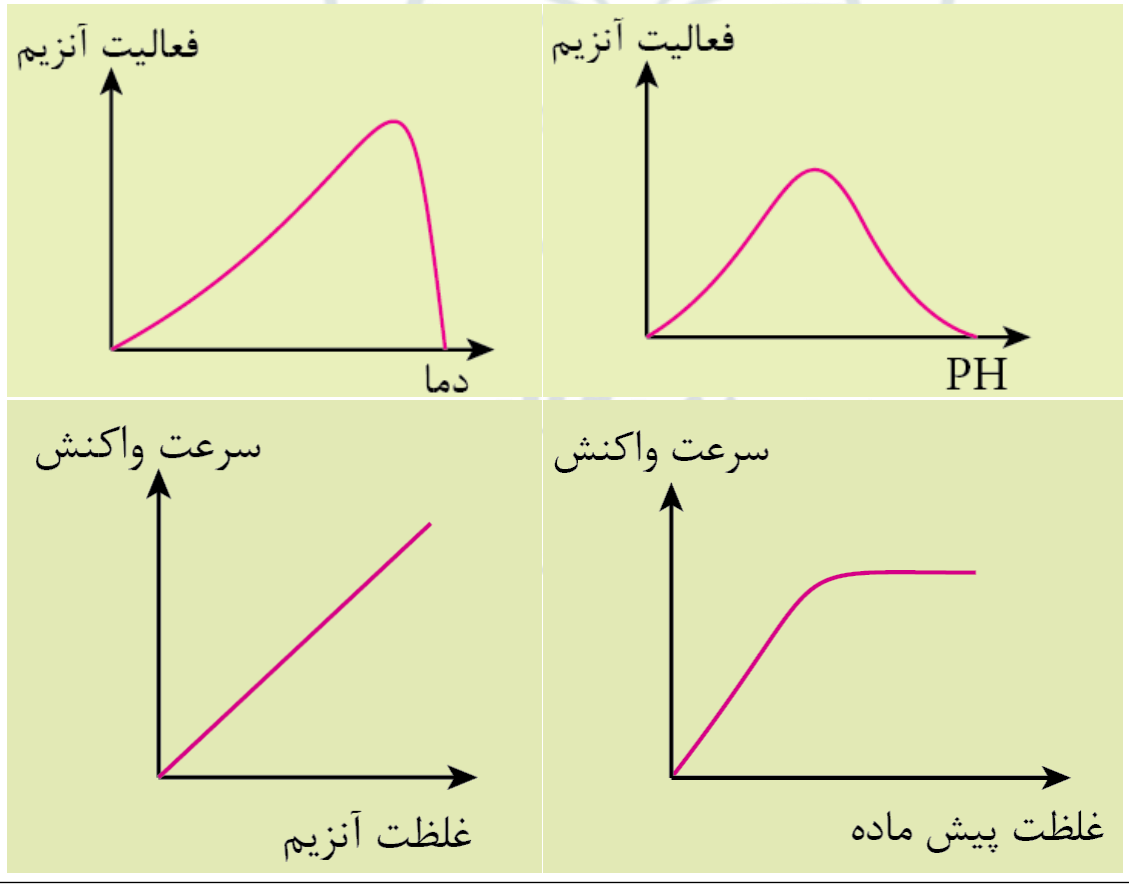
هورمون سکرتین با اثر بر لوزالمعده، ترشح بیکربنات را افزایش می دهد که در نتیجه ورود بیکربنات به دوازدهه PH بهینه برای فعالیت آنزیم های شیره لوزالمعده می شود.

پروتئازهای لوزالمعده پس از ورود به ابتدای روده باریک(دوازدهه) فعال می شوند.

در افراد مبتلا به دیابت به دلیل تجزیه چربی ها PH خون کاهش می یابد و به کمتر از ۷/۴ می رسد.

آب محیط ضروری برای عملکرد آنزیم هاست. زیرا همه ی آنزیم ها، محلول در آب هستند.

هورمون گاسترین با اثر بر یاخته های کناری معده، ترشح اسید را افزایش می دهد و سبب ایجاد PH بهینه برای فعالیت پپسین می شود.



۱) در ارتباط با آزمایشات گریفیت می توان گفت باکتری های پوشینه دار توانایی مقابله با سیستم ایمنی میزبان را دارند.

۲) در هر مرحله ای از آزمایش گریفیت که تزریق مخلوطی از باکتری ها به بدن موش انجام می شود مشاهده اجزای باکتری های کشته شده در خون موش دور از انتظار است.

۳) هر باکتری استرپتوکوکوس نومونیا تقریبا کروی شکل است و اندازه ای کمتر از ۲۰۰نانومتر دارد.

۴) هر باکتری استرپتوکوکوس نومونیای بدون کپسول دستگاه ایمنی موش را تحریک می کند

۵) در هر مرحله ای از آزمایشات گریفیت که موش ها مردند فنوتیپ گروهی از باکتری های زنده ی فاقد پوشینه دچار تغییر شد

۶) در مرحله چهارم آزمایش گریفیت همه باکتری های موجود در پیکر موش ها حاوی ژنگان کامل باکتری بیماری زا بودند.

۷) دیواره در باکتری استرپتوکوکوس نومونیای پوشینه دار در زیر پوشینه قرار دارد.

۸) در مراحل سوم و چهارم آزمایش گریفیت دنای حلقوی به صورت آزاد به موش تزریق شد

۹) در آزمایش چهارم گریفیت در شش و خون موش های مرده مقدار زیادی باکتری تغییر نیافته مشاهده شد.

۱۰) در مرحله ای از آزمایشات گریفیت که در موش ها تسهیل بیگانه خواری درشت خوار ها صورت می گیرد، انتقال ماده وراثتی به باکتری های بدون پوشینه انجام می شود

۱۱) در مرحله ای از آزمایشات گریفیت که در موش ها یاخته های خاطره ایمنی فعال ایجاد می شود یاخته کشنده طبیعی کمترین تاثیر را دارد.

۱۲) هر جاندار مورد استفاده در آزمایش های گریفیت که در یاخته های خود هیستون دارد به طور حتم نمی تواند دارای گردش خون مضاعف باشد.

۱۳) در هر مرحله ای از آزمایش گریفیت که پادتن های ضد باکتری به سطح ماکروفاژهای بدن موش متصل می شوند وجود باکتری های پوشینه دار در جریان خون قابل انتظار است

۱۴) پروتئین مکمل موجود در ماده بین یاخته ای در هنگام تزریق باکتری بدون کپسول می تواند از طریق نشت سیتوپلاسمی آن را از بین ببرد

۱۵) مرحله ای از آزمایشات گریفیت که تعداد گویچه های موجود در خون موش ها در آن بیش از سایر مراحل است قطعا با تزریق باکتری های پوشینه دار زنده به جانور پستاندار آغاز می شود

۱۶) ایوری و همکارانش توانستند نوکلئیک اسید را کشف کنند

۱۷) ایوری بر روی جانداری آزمایش انجام داد که کروموزوم اصلی آن به دیواره سلولی متصل است

۱۸) ایوری در تمامی مراحل آزمایش خود از گریزانه استفاده کرد

۱۹) تنها بعضی از اتم های نیتروژنی که در ساختار نوکلئوتیدهای دنای خطی شرکت می کنند، در پله های نردبان قرار دارند.

۲۰) هر نوکلئوتید تشکیل دهنده دنای اصلی در پارامسی، پیوندی کم انرژی بین بازهای آلی مجاور در هر رشته تشکیل می دهد.

۲۱) تنها برخی از زیر واحدهای درونه ساختار رنای پیک، دو حلقه پنج ضلعی را از طریق اتم های کربن به هم وصل می کنند.

۲۲) در بدن انسان سالم، درون هر یاخته زنده ماهیچه اسکلتی می تواند تعداد پیوندهای فسفودی استر یک مولکول دنا با تعداد نوکلئوتیدها برابر باشد.

۲۳) ممکن نیست در در یک رشته نوکلئیک اسید در حال ساخت از هر دو انتها نوکلئوتیدهای جدید اضافه شود.

۲۴) در یک مولکول کربوهیدرات ممکن است برخلاف مولکول نوکلئیک اسید یک واحد ساختاری با بیش از دو واحد ساختاری مستقیما پیوند اشتراکی داشته باشد.

۲۵) به طور معمول در دنای باکتری کزاز نیمی از نوکلئوتیدها فاقد حلقه پنج ضلعی نیتروژن دار هستند.

۲۶) در یک دنای حلقوی تعداد حلقه های آلی فاقد نیتروژن از تعداد پیوند اشتراکی بین قند و باز بیشتر است.

۲۷) در دنای باکتری کزاز تعداد پیوندهای فسفودی استر با تعداد گروه های فسفات برابر است.

۲۸) در دنای باکتری تعداد حلقه های آلی از دوبرابر تعداد نوکلئوتیدها بیشتر است.

۲۹) حداکثر تعداد حلقه های آلی غیر پنج کربنه در ساختار یک نوکلئوتید، برابر با تعداد انواع مولکول های زیستی موجود در ساختار ریبوزوم است.

۳۰) همه نوکلئوتیدهایی که ممکن است در فاصله بین دو راهی های همانندسازی دیده شوند، از قانون چارگاف پیروی می کنند.

۳۱) هر نوکلئیک اسیدی که به مولکول های هیستون اتصال دارد، رشته هایی با دو انتهای متفاوت دارد.

۳۲) هر نوکلئیک اسیدی که حاوی باز آلی گوانین است، پیوندهای هیدروژنی را بین دو رشته ایجاد می کند.

۳۳) هر نوکلئوتیدی که طی همانندسازی دنا در مقابل باز تیمین قرار داده شود، باز آلی دو حلقه ای خواهد داشت.

۳۴) در بررسی ساختمان مولکول های مورد مطالعه چارگاف، تعداد پیوندهای بین دو رشته مقابل هم نمی تواند کمتر از تعداد پیوندهای اشتراکی بین نوکلئوتیدهای تشکیل دهنده آن باشد.

۳۵) در یک مولکول دنا تعداد پیوندهای بین حلقه نیتروژنی و حلقه کربنی ممکن نیست از تعداد پیوندهای میان قند و گروه فسفات بیشتر باشد.

۳۶) در نوعی مولکول دنا که تعداد پیوندهای فسفودی استر با تعداد پیوندهای بین حلقه های کربنی و نیتروژنی برابر است، همواره تعداد گروه های فسفات برابر با نصف تعداد پیوندهای بین آن ها با مولکول های قند است.

۳۷) هر واحد تکرار شونده موجود در ساختار ماده وراثتی اصلی در جانداران مختلف در ساختار خود دارای پیوند اشتراکی بین قند پنج کربنی و حلقه شش ضلعی باز آلی می باشد.

۳۸) در ساختار هر نوکلئوتید تشکیل دهنده مولکول دنا گروه فسفات به طور مستقیم به کربن موجود در حلقه آلی مولکول قند متصل است.

۳۹) هر نوکلئوتید تشکیل دهنده مولکول دنا در طی ایجاد پیوند اشتراکی با نوکلئوتید مجاور، گروه هیدروکسیل خود را از دست می دهد.

۴۰) در هر نوکلئوتید موجود در ساختار مولکول دنا بین حلقه شش ضلعی باز آلی و نوکلئوتید مکمل در رشته مقابل پیوند هیدروژنی ایجاد می شود.

۴۱) در یک رشته DNA که دو انتهای مشابه ندارد نمی توان بین دو پیوند فسفودی استر، یک نوکلئوتید وجود داشته باشد.

۴۲) پیوند فسفودی استر، پیوندی اشتراکی است که بین گروه قند یک نوکلئوتید و گروه کربوکسیل نوکلئوتید دیگر ایجاد می شود.

۴۳) هر قند در ساختار اسیدهای نوکلئیک با دو پیوند کوالانسی به گروه های دیگر متصل است.

۴۴) نمی توان گفت در هر نوکلئیک اسید گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است.

۴۵) هر باز آلی موجود در ساختار نوکلئوتیدهای DNA به طور حتم با حلقه کوچکتر خود به کربن موجود در حلقه قند وصل می گردد.

۴۶) هر باز آلی موجود در ساختار نوکلئوتیدهای RNA به طور حتم در ژن رمز کننده هموگلوبین در انسان نیز دیده می شود.

۴۷) در یک سلول یوکاریوتی نوکلئیک اسیدی که دارای توانایی ذخیره اطلاعات وراثتی یاخته باشد قطعا از یاخته نسل قبل به ارث رسیده است.

۴۸) پروتئین ها همانند دئوکسی ریبوز در صورت تجزیه به آمونیاک تبدیل می شود.

۴۹) در یک نوکلئوتید می توان پیوند بین دو حلقه پنج ضلعی را مشاهده کرد.

۵۰) در ساختار قندهای پنج کربنه، هر کربن یک راس یک پنج ضلعی فرضی را تشکیل می دهد.

۵۱) در هنگام پیوستن یک نوکلئوتید به نوکلئوتیدی دیگر، در آن ها پیوند کوالانسی می شکند.

۵۲) هر نوکلئیک اسیدی که دو انتهای آن به یکدیگر متصل است، در سیتوپلاسم بوده و به غشاء یاخته متصل است.

۵۳) هر نوکلئیک اسیدی که دو انتهای آن به یکدیگر متصل نیست، تعداد برابری از باز پورین و پیریمیدین دارد.

۵۴) هر نوکلئیک اسیدی که دو انتهای آن به یکدیگر متصل است، فقط واجد یک جایگاه آغاز همانندسازی خواهد بود.

۵۵) می توان نوعی نوکلئیک اسید دو رشته ای یافت که دور نوعی محور فرضی پیچ خورده است، و به اندازه تعداد زیرواحدهای سازنده خود واجد پیوندهای فسفودی استر باشد.

۵۶) می توان نوعی مولکول پلی نوکلئوتیدی یافت که در شرایطی به غشاء یاخته اتصال دارد و در دو انتهای آزاد رشته های سازنده خود واجد باز آلی و گروه فسفات باشد.

۵۷) به طور معمول در باکتری مولد سینه پهلو، همه نوکلئوتیدهای مشترک بین مولکول های دنا و رنا حداکثر دارای سه حلقه کربن دار در ساختار شیمیایی خود هستند.

۵۸) همه نوکلئوتیدهای دخیل در تنفس یاخته ای، گروه فسفات را با پیوند اشتراکی به کربن حلقه آلی قند متصل میکنند.

۵۹) همه نوکلئوتیدهای قابل مشاهده در ماده زمینه ای سیتوپلاسم یک جاندار تک یاخته ای، در انجام نوعی واکنش سوخت وسازی شرکت می کنند.

۶۰) هر نوکلئیک اسید حلقوی، پیوندهای فسفودی استر را در هر دو طرف ریبونوکلئوتیدهایش برقرار می کند.

۶۱) هر نوکلئیک اسید خطی، بسته به مراحل رشد و نمو، تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی خود را تنظیم می کند.

۶۲) هر حلقه آلی که در واحدهای تشکیل دهنده دنا مشاهده می شود در تشکیل پیوندد هیدروژنی دخالت دارد.

۶۳) می توان نوکلئیک اسیدی را یافت که با وجود پیوند هیدروژنی بین جفت بازهایش، فاقد گروه هیدروکسیل آزاد انتهای باشد.

۶۴) می توان در سلول دو نوکلئوتید گوانین دار یافت که با وجود اینکه مربوط به دو رشته متصل به هم هستند اما وزن مولکولی متفاوتی دارند.

۶۵) می توان نوعی نوکلئیک اسید یافت که با وجود پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل آن از قانون چارگاف تبعیت نکند.

۶۶) ایوری و همکارانش با استفاده از آنزیم پروتئاز در عصاره باکتری غیر بیماری زا، نظریه های قبل از خود را در مورد آن رد کردند.

۶۷) در نوکلئوتیدهای پورین دار ماده وراثتی، بخش های آلی از طریق حلقه های همشکل به هم متصل شده اند.

۶۸) هر فسفات موجود در ماده وراثتی انسان در پیوند فسفودی استر نقش دارد.

۶۹) در هر پیوند فسفودی استر، گروه هیدروکسیل قند یک نوکلئوتید به گروه فسفات نوکلئوتید موجود در زنجیره متصل می شود.

۷۰) در صورت جدا شدن دو رشته دنا از یکدیگر در بعضی نقاط، پایداری آن ها به شدت دستخوش تغییر می شود.

۷۱) ویلکینز و فرانکلین، مارپیچی بودن دنا به سبب وجود پیوندهای هیدروژنی در ساختار آن را بیان داشتند.

۷۲) توسط آزماشات واتسون و کریک، مشخص شد وجود بازهای گوانین بیشتر در دنا، موجب افزایش پایداری آن می شود.

۷۳) رنای ناقل برخلاف رنای ریبوزومی از روی بخشی از یک رشته دنا ساخته می شود.

۷۴) در مدل واتسون کریک، پیوندهای هیدروژنی ، بین حلقه های شش ضلعی بازهای آلی مکمل ایجاد می شود.

۷۵) در باکتری استرپتوکوکوس نومونیا، هر نوکلئوتیدی که با نوکلئوتید تیمین دار پیوند برقرار می کند، ممکن نیست قادر به ایجاد رابطه مکملی با نوکلئوتید سیتوزین دار باشد.

۷۶) برای اتصال گوانین به قند ریبوز و یا دئوکسی ریبوز، دو حلقه پنج ضلعی با هم پیوند اشتراکی ایجاد می کنند.

۷۷) دانشمند(یا ان) که از فعالیت هایش اثبات دلیل برابری مجموع بازهای پورین و پوریمیدین حاصل شد یکسان بودن قطر دنا را اثبات کردند.

۷۸) دانشمندانی که از فعالیت هایشان دو رشته ای بودن دنا به اثبات رسید برای اولین بار مارپیچ بودن دنا را نیز ثابت نمودند.

۷۹) تعداد اجزای نیتروژن دار دنا دو برابر مجموع بازهای سیتوزین و تیمین می شوند.

۸۰) پیوند هیدروژنی هیچ نقشی در اتصال قند دو نوکلئوتید به یکدیگر ندارد.

۸۱) می توان گفت مزلسون و استال طی آزمایش های خود طرح هایی را برای همانندسازی مولکول دنا پیشنهاد دادند.

۸۲) در هر رشته یک مولکول دنای خطی تعداد قندها بیشتر از تعداد پیوند میان قندها و بازهاست.

۸۳) در هر رشته یک مولکول دنای خطی تعداد بازهای پورینی با تعداد بازهای پیریمیدینی برابر است.

۸۴) در هر رشته یک مولکول دنای خطی تعداد نوکلئوتیدها با تعداد پیوند فسفودی استر میان نوکلئوتیدها برابر است.

۸۵) در هر رشته یک مولکول دنای خطی مجموع تعداد قندها و فسفات ها، بیشتر از تعداد پیوند میان قندها وفسفات هاست.

۸۶) در پژوهش های صورت گرفته بر روی مولکول های وراثتی، مشخص شد که نسبت مجموع آدنین و تیمین به مجموع گوانین و سیتوزین تقریبا برابر با یک است.

۸۷) قبل از آزمایشات چارگاف تصور می شد در سراسر دنا چهار نوع نوکلئوتید به صورت مساوی توزیع شده اند.

۸۸) پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتیدها، همواره بین نیتروژن حلقه یک قند پنج کربنه و فسفات نوکلئوتید قبلی ایجاد می شود.

۸۹) تعداد حلقه های موجود در جفت نوکلئوتیدهای مکمل دنا به طور طبیعی با تعداد حلقه های جفت نوکلئوتیدهای مکمل مجاور برابر است.

۹۰) در یک یاخته طبیعی تعداد بازهای آلی در یک مولکول دنای خطی بیشتر از تعداد حلقه های آلی است.

۹۱) در هر رشته از هر مولکول دنای سیتوپلاسمی دو سر آزاد وجود ندارد.

۹۲) پایداری هر مولکول دنای حلقوی با تعداد پیوندهای فسفودی استر آن رابطه مستقیم دارد.

۹۳) پرتوهای X برای بررسی موقعیت قرارگیری اتم های سازنده پروتئین ذخیره کننده اکسیژن در ماهیچه مورد استفاده قرار نمی گیرد.

۹۴) اثبات شکل مارپیچی مولکول عامل کنترل رشد در تمامی موجودات زنده را می توان توسط پرتو X امکان پذیر است.

۹۵) در هر رشته پلی نوکلئوتیدی، هر نوکلئوتید با پیوند فسفودی استر با دو نوکلئوتید مجاور پیوند برقرار می کند.

۹۶) دو انتهای هر رشته پلی نوکلئوتیدی می توانند با پیوند فسفودی استر به هم متصل شوند و اسید نوکلئیک حلقوی ایجاد کنند.

۹۷) با توجه به پژوهش های دانشمندان طی آزمایش هایی که منجر به کشف ماهیت ماده وراثتی گردید تنها از عصاره باکتری هایی استفاده شد که توانایی مقابله با دستگاه ایمنی بدن ما را دارند.

۹۸) با استفاده از نتایج آزمایشات ویلیکینز و فرانکلین، می توان تا حدودی ابعاد مولکول ها در ساختار دنا را تشخیص داد.

۹۹) عامل انتقال صفات وراثتی که در تمامی جانداران وجود دارد، در ساختار خود واحدهایی با تنوع کمتر از آمینواسیدها دارد.

۱۰۰) تعداد پیوندهای هیدروژنی موجود در دو مولکول دنای مختلف اما با طول ثابت می تواند برابر نباشد.

۱۰۱) در هر نوکلئیک اسیدی تعداد بازهای آلی نیتروژن دار پورینی، نصف تعداد پیوندهای قند-باز است.

۱۰۲) نمی توان گفت در یاخته های پارانشیمی آکاسیا همه نوکلئیک اسیدهایی که امینواسیدها را به ریبوزوم می برند، در هسته ساخته می شوند.

۱۰۳) می توان گفت وجه تمایز ریبونوکلئیک اسید و دئوکسی ریبونوکلئیک اسید در این است که RNA برخلاف DNA هم در هسته و هم در سیتوپلاسم یاخته یوکاریوتی قابل مشاهده است.

۱۰۴) نوعی نوکلئیک اسید که پیوند فسفودی استر دو انتهای آن را به هم متصل می کند قطعا دارای اتصال به غشا فسفولیپیدی یاخته می باشد.

۱۰۵) ممکن نیست محصول ژن، مولکولی باشد که قدرت تخریب پیوند کوالانسی بین کربن و نیتروژن را داشته باشد.

۱۰۶) ممکن نیست محصول ژن، مولکولی باشد که توان حمل یک رشته پلی پپتید در سیتوپلاسم داشته باشد.

۱۰۷) انرژی حاصل از آبکافت نوکلئوتیدی که به عنوان منبع انرژی در یاخته شناخته میشود، می تواند برای اتصال رشته جدید ساخته شده به رشته الگو حین همانندسازی ماده ژنتیک در یاخته سنگفرشی مری مورد استفاده قرار گیرد.

۱۰۸) نوکلئوتیدها مولکول هایی هستند که فعالیت آن ها ممکن است به افزایش فعالیت آنزیم گویچه قرمز منتهی شود.

۱۰۹) ویژگی تمامی یاخته های بدن انسان همواره مستقیما تحت تاثیر دنای هسته است.

۱۱۰) هر نمونه تهیه شده در آزمایش مزلسون و استال پس از سانتریفیوژ که یک خط در آن دیده می شود به طور حتم تایید کننده همانندسازی نیمه حفاظتی است.

۱۱۱) هر نمونه تهیه شده در آزمایش مزلسون و استال پس از سانتریفیوژ که ^{15}N در آن دیده می شود به طور حتم ^{14}N نیز در آن وجود دارد.

۱۱۲) اگر در آزمایش مزلسون و استال پس از شروع آزمایش هیچ گاه نوار در میانه لوله نداشته باشیم همانند حالتی که هیچ گاه نوار در انتهای لوله نداشته باشیم همانندسازی از نوع حفاظتی است.

۱۱۳) به محیط کشت باکتری های دارای یک کروموزوم با DNA عادی تا دو مرحله تکثیر متوالی تیمین رادیواکتیو افزودیم، ۵۰ درصد از باکتری های نسل دوم DNA با دو زنجیره رادیواکتیو دارند.

۱۱۴) در طرح های پیشنهادی مزلسون و استال می توان طرحی یافت که در آن رشته هایی که فقط از نوکلئوتیدهای جدید تشکیل شده اند، همزمان وارد یک یاخته شوند.

۱۱۵) مزلسون و استال پس از انجام آزمایشات خود فرضیه ای کاملا درست برای نحوه همانندسازی دنا ارائه کردند.

۱۱۶) از میان طرح هایی که برای همانندسازی مولکول دنا پیشنهاد شده بود، در هر طرحی که شکسته شدن پیوندهای اشتراکی در ساختار دنای اولیه قابل مشاهده است، چگالی مولکول های حاصل از نسل اول همانندسازی می تواند برابر باشد.

۱۱۷) در آزمایش مزلسون و استال، با فرض اینکه همانندسازی DNA به صورت حفاظتی انجام شود، پس از دو دور همانندسازی DNA اولیه حاوی ^{15}N در محیط کشت حاوی ^{14}N و سانتریفیوژ مولکول های حاصل، دو عدد نوار در لوله تشکیل می شود و ضخامت نوار بالایی سه برابر ضخامت نوار پایینی است.

۱۱۸) باکتری روده را در محیط کشت ^{14}N رشد داده اند و سپس به محیط کشت ^{15}N منتقل نموده اند بعد از یک ساعت همانندسازی در محیط کشت جدید ۶ مولکول در پایین لوله و ۲ مولکول در میانه لوله تشکیل می شود.

۱۱۹) باکتری روده را در محیط کشت ^{14}N رشد داده اند و سپس به محیط کشت ^{15}N منتقل نموده اند بعد از دو دور همانندسازی، یک نوار در بالای لوله و یک نوار در میانه لوله تشکیل می شود.

۱۲۰) در آزمایش مزلسون و استال در مورد لوله های سانتریفیوژ شده در زمان های صفر دقیقه، ۲۰ دقیقه و ۴۰ دقیقه، در هر لوله ای که مولکول های دنایی با دو زنجیره هم وزن مشاهده نمی شود به طور حتم، در لوله یک نوار مشاهده می شود.

۱۲۱) در آزمایش مزلسون و استال در صورت انجام آزمایش با همانندسازی پراکنده، احتمال تشکیل نوار در هر جای لوله وجود داشت.

۱۲۲) در آزمایش مزلسون و استال در صورتی که همانندسازی حفاظتی باشد تشکیل نوار در میانه لوله امکان پذیر است.

۱۲۳) در ارتباط با آزمایش مزلسون و استال، پس از سانتریفیوژ نمونه موجود در لوله آزمایش، در هر مرحله ای که نیمی از دناهای حاصل چگالی متوسط داشتند، هر مولکول دنا در پایین ترین نوار، حاوی دو نوع نوکلئوتید متفاوت است.

۱۲۴) وجه تفاوت طرح هایی از همانندسازی که طی آن ها پیوند اشتراکی در ساختار دنای اولیه مشاهده نمی گردد در برقراری پیوندهای ضعیف بین نوکلئوتیدهای جدید و قدیمی دنای حاصل می باشد.

۱۲۵) در مرحله S از چرخه یاخته ای و حین فرایند همانندسازی عامل انتقال صفت در اوگلنا، به دنبال اتصال نوکلئوتیدها، دو مولکول فسفات از رشته های در حال ساخت جدا می شود.

۱۲۶) در مرحله S از چرخه یاخته ای و حین فرایند همانندسازی عامل انتقال صفت در اوگلنا، به دنبال جدا شدن پروتئین های هیستونی از دنا، شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی میان نوکلئوتیدها رخ می دهد.

۱۲۷) نوعی کاتالیزور زیستی که طی همانندسازی مورد تأیید مزلسون و استال، دو رشتهٔ مربوط به ژن پروتئین اکتین را از هم جدا می‌کند نخستین مرحلهٔ همانندسازی ژنوم هسته‌ای را در یاخته‌ای انجام می‌دهد که طی تخمک‌گذاری از تخمدان خارج می‌گردد.

۱۲۸) هر مولکول زیستی که حین انجام فرآیند همانندسازی در جانداران، پیوند بین نوکلئوتیدهای سیتوزین‌دار و گوانین‌دار را می‌شکند انرژی فعال‌سازی واکنش را در نوعی ساختارِ دوغشایی کاهش می‌دهد .

۱۲۹) در هستهٔ یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی در مغز استخوان می توان نوعی آنزیم را یافت که زمینه برقراری پیوند هیدروژنی را فراهم می‌سازد، اما به تنهایی قادر به تولید رشتهٔ نوکلئوتیدی جدید نیست.

۱۳۰) در ارتباط با همانندسازی دنا می توان گفت ممکن است نوعی آنزیم که درون ساختار Yمانند فعالیت می‌کند، نوکلئوتید غیرمکمل را درمقابل نوکلئوتید رشتهٔ الگوی ژن قرار دهد.

۱۳۱) در ارتباط با همانندسازی دنا می توان گفت ممکن است نوعی آنزیم که قبل از تشکیل ساختار Yمانند فعالیت دارد، در کاهش فشردگی دئوکسی ریبونوکلئیک اسید نقش ایفا کند.

۱۳۲) هر پروتئینی که با افزایش طول مولکول دنا در همانندسازی دنا شرکت می‌کند، آنزیمی است که فشردگی دنا را طی همانندسازی کاهش می‌دهد.

۱۳۳) در هستهٔ یک یاختهٔ پیکری و زندهٔ سس وجود چندین نقطهٔ آغاز همانندسازی برای هر مولکول دنا امکان پذیر است.

۱۳۴) هر آنزیم در یاخته یوکاریوتی که در همانندسازی دنا توانایی شکستن پیوندهای بین نوکلئوتیدهای گوانین‌دار و سیتوزین‌دار را دارد،در مواقعی پیوندهای فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدها را می‌شکند.

۱۳۵) در یاختهٔ بالغ آوند آبکش درسیب ایجاد بیش از دو دوراهی همانندسازی فعال در یاخته، امکان پذیر نیست.

۱۳۶) در اسکلروئید موجود در میوهٔ گلابی ایجاد بیش از دو دوراهی همانندسازی فعال در یاخته، امکان پذیر نیست.

۱۳۷) در نوعی باکتری مقاوم به پادزیست، ایجاد بیش از دو دوراهی همانندسازی فعال در یاخته، امکان پذیر نیست.

۱۳۸) آنزیمی که مارپیچ دناهای موجود در هستهٔ یاختهٔ پوششی زنده و فعال انسان را باز می‌کند، مهم‌ترین نقش را در جلوگیری از بروز جهش حین همانندسازی مولکول دنا برعهده دارد.

۱۳۹) در تمامی جانداران طی فرایند همانندسازی دو آنزیم هلیکاز تا انتهای فرایند همانندسازی به‌تدریج از هم دور می‌شوند.

۱۴۰) گروهی از نوکلئوتیدهای آزاد موجود در دوراهی همانندسازی، در ساختار رشته‌های دنا شرکت نمی‌کنند.

۱۴۱) هر آنزیم شرکت‌کننده در فرایند همانندسازی که بین بازهای مکمل، پیوند هیدروژنی ایجاد می‌کند می تواند نوعی بسپار (پلی‌مر) را بسازد.

۱۴۱) هر آنزیم شرکت‌کننده در فرایند همانندسازی که نوکلئوتیدهای مکمل را در مقابل رشتهٔ الگو قرار می‌دهد می تواند تعداد نوکلئوتیدهای آزاد درون یاخته را کاهش دهد.

۱۴۲) در همانندسازی دناهای یوکاریوتی، تمام عواملی که برای همانندسازی نیاز هستند، قطعاً دارای عنصری هستند که شکل مولکولی آن ۷۸ درصد جو زمین را تشکیل می‌دهد.

۱۴۳) آنزیم دنابسپاراز فقط در صورت قرار دادن نوکلئوتید اشتباه برمی‌گردد تا رابطهٔ مکملی نوکلئوتید را بررسی کند.

۱۴۴) آنزیم دنابسپاراز همانند آنزیم‌های هلیکاز و لیگاز، توانایی تشکیل و شکستن پیوند را دارد.

۱۴۵) آنزیم دنا بسپاراز و سایر آنزیم‌های دارای فعالیت نوکلئازی در بدن انسان، عمل خود را فقط درون یاخته انجام می‌دهند.

۱۴۶) آنزیم دنا بسپاراز در برخی یاخته‌های انسان و گل میمونی فعالیتی ندارد.

۱۴۷) دربارهٔ همانندسازی DNAدر یوکاریوت‌ها می توان گفت در محل هر نقطه آغاز همانندسازی، دو عدد ساختار Yشکل ایجاد می‌شود.

۱۴۸) دربارهٔ همانندسازی DNAدر یوکاریوت‌ها می توان گفت در هنگام ویرایش، یک نوکلئوتید سه فسفاته صحیح جایگزین نوکلئوتید سه فسفاته اشتباه می‌گردد.

۱۴۹) در طی فرآیند همانندسازی مولکول DNAدر بدن یک انسان بالغ و سالم، آنزیمی که در جدا کردن گروه فسفات از نوکلئوتیدهای آزاد دخالت دارد، قطعاً همواره در دمای ۳۷ درجهٔ سانتیگراد بهترین فعالیت را از خود نشان می‌دهد.

۱۵۰) در طی فرآیند همانندسازی مولکول DNAدر بدن یک انسان بالغ و سالم، آنزیمی که در تصحیح نوکلئوتید اشتباه موجود در رشتهٔ جدید دخالت دارد، قطعاً توانایی تولید پیوند فسفو دی‌استر برخلاف گسستن پیوند هیدروژنی را در زمان همانندسازی دارد.

۱۵۱) در طی فرآیند همانندسازی مولکول DNAدر بدن یک انسان بالغ و سالم، آنزیمی که در شکستن پیوند بین بازهای آلی مکمل در دنا دخالت دارد، قطعاً پس از تولید، به کمک ریزکیسه‌هایی به محل فعالیت خود منتقل می‌شود.

۱۵۲) در طی فرآیند همانندسازی مولکول DNAدر بدن یک انسان بالغ و سالم، آنزیمی که در جدا کردن پروتئین‌های هیستون از مولکول دنا دخالت دارد، قطعاً در نخستین ساختار خود دارای انواعی از پیوندهای اشتراکی و غیراشتراکی است.

۱۵۳) در کوتاه‌ترین مرحله اینترفاز می‌توان گفت که سلول‌های عصبی می‌توانند وارد مرحلهٔ G_0 شوند.

۱۵۴) در طی مرحلهٔ Sاینترفاز چرخه سلولی در یک یاخته پیکری انسان تعداد فسفات‌های آزاد درون هسته افزایش می‌یابند.

۱۵۵) در طی مرحلهٔ G_0 اینترفاز چرخه سلولی در یک یاخته پیکری انسان دِنای حلقوی میتوکندری می‌تواند مستقل از دِنای هسته همانندسازی کند.

۱۵۶) در طی مرحلهٔ G_2 اینترفاز چرخه سلولی در یک یاخته پیکری انسان مقدار و محتوای ژنتیکی هر هسته نسبت به G1 تغییر می‌کند.

۱۵۷) در پایان مرحله آنافاز میتوز در یک یاخته پیکری انسان تعداد کروموزوم‌ها در سیتوپلاسم دو برابر مرحله متافاز میتوز است.

۱۵۸) دربارهٔ همانندسازی DNA می‌توان گفت در هر دوراهی همانندسازی یک هلیکاز و دو دنا بسپاراز وجود دارد.

۱۵۹) دربارهٔ همانندسازی DNA می‌توان گفت نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته یوراسیل‌دار در محل دوراهی همانندسازی وجود دارند، اما مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

۱۶۰) دربارهٔ همانندسازی DNA می‌توان گفت هلیکاز با آبکافت پیوندهای هیدروژنی، دو رشتهٔ دنای مادری را از هم دور می‌سازد.

۱۶۱) دربارهٔ همانندسازی DNA می‌توان گفت انرژی لازم برای برقراری پیوندهای فسفو دی‌استر از سنتز ATP حاصل می‌شود.

۱۶۲) در یک یاختهٔ پروکاریوتی، هر آنزیمی که توانایی ایجاد پیوند بین فسفات و قند دئوکسی ریبوز را دارد، می‌تواند در صورت نیاز، هر پیوند بین فسفات و قند دئوکسی‌ریبوز را بشکند.

۱۶۳) در یک یاختهٔ پروکاریوتی، هر آنزیمی که توانایی قرار دادن نوکلئوتیدهای مکمل در مقابل نوکلئوتیدهای دنا را دارد، می‌تواند هنگام فعالیت خود، به هر دو رشتهٔ مولکول دنای اولیه متصل شود.

۱۶۴) در یک یاختهٔ پروکاریوتی، هر آنزیمی که توانایی شکستن پیوندهای موجود در پله‌های نردبان پیچ‌خوردهٔ دنا را دارد، می‌تواند بیش از یک بار در طول زندگی یاختهٔ آن فعالیت کند.

۱۶۵) تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی دنا، در جاندارانی که دنای اصلی یاخته‌های آن‌ها توسط غشایی از فضای آزاد میان یاخته جدا شده است، می‌تواند تغییر کند.

۱۶۶) در هر جایگاه آغاز همانندسازی در یاخته‌هایی که دنای اصلی آن‌ها در تماس مستقیم با مایع میان یاخته است تشکیل پیوند فسفو دی‌استر بین نوکلئوتیدهای جدید، حداکثر در یک جهت مشاهده می‌شود.

۱۶۷) نوعی هورمون پروتئینی می‌تواند با اثر بر گلوکز، میزان تولید رایج‌ترین شکل انرژی در یاخته‌های بدن انسان را افزایش دهد.

۱۶۸) با مصرف‌شدن رایج‌ترین شکل انرژی در یاخته‌های بدن انسان توسط نوعی پمپ، غلظت یون‌ها در دوسوی غشا یکسان می‌شود.

۱۶۹) مورولای دارای کروموزوم‌های جنسی غیر همتا نسبت به مورولای دارای کروموزوم‌های جنسی همتا دارای تعداد بیش‌تری جایگاه آغاز همانندسازی است.

۱۷۰) در صورت استفاده از ^{15}N رشته GCATCGCA نسبت به رشته GAUCGCAC سنگین تر است.

۱۷۱) رابطه مکملی بین نوکلئوتیدها را می توان در نوکلئوتیدهای یک رشته رنا مشاهده نمود.

۱۷۲) هر آنزیمی که در شکستن پیوند هیدروژنی دنا دخالت دارد، فاقد توانایی سنتز پیوند فسفودی‌استر است.

۱۷۳) هر آنزیمی که در تشکیل پیوند فسفودی‌استر دنا شرکت دارد، دارای توانایی شکستن پیوند هیدروژنی است.

۱۷۴) هر آنزیمی که در شکستن پیوند هیدروژنی دنا دخالت دارد، الگوی آن از روی یکی از رشته‌های دنا ساخته می‌شود.

۱۷۵) هر جایگاه آغاز همانندسازی الزاما دارای یک هلیکاز به همراه دو DNA پلی مراز می باشد.

۱۷۶) در پروکاریوت‌ها طی همانندسازی مولکول دنا به روش نیمه‌حفاظتی، دنا بسپاراز تنها آنزیمی است که در ساخت رشتهٔ جدید در مقابل رشتهٔ الگو نقش دارد .

۱۷۷) در ساختار رایج‌ترین منبع انرژیِ یاخته، هر اتم موجود در ساختار حلقهٔ ۵ کربنی قند، حداقل به یک اتم کربن متصل است.

۱۷۸) در یک یاختهٔ گیاهی فعال تعداد مولکول‌های آب تولیدشده توسط هریک از آنزیم‌های دنابسپاراز موجود در هسته، در واحد زمان با هم برابر است.

۱۷۹) تشکیل پیوند میان دئوکسی ریبونوکلئوتیدهایی با باز آلی دوحلقه‌ای یکسان، فقط در ساختار ستون‌های ماده وراثتی یافت می‌شود .

۱۸۰) نوعی آنزیم با فعالیت دقیق و توانایی تشخیص اشتباه‌های همانندسازی، باعث تشکیل تمامی پیوندهای قند – فسفات دنا خواهد شد.

۱۸۱) به‌طور معمول در مرحله Sچرخه یاخته‌ای در یاخته‌های غضروفی صفحهٔ رشد در انسان، نوعی آنزیم بازکنندهٔ مارپیچ مولکول دنا، تعداد برابری با دوراهی‌های Yمانند همانندسازی دنا دارد.

۱۸۲) به‌طور معمول در مرحله Sچرخه یاخته‌ای در یاخته‌های غضروفی صفحهٔ رشد در انسان، نوعی آنزیم تولیدکنندهٔ رشته پلی‌نوکلئوتیدی جدید، توانایی شکستن پیوند بین نوکلئوتیدهای مکمل را دارد .

۱۸۳) پس از ترجمه، با تغییر pH می‌توان گروه‌های R آمینواسیدهای یک پروتئین را در وضعیت جدیدی قرار دارد.

۱۸۴) هنگام همانندسازی ژن، تشکیل پیوند فسفودی‌استر همواره کمی قبل از شکسته‌شدن پیوند اشتراکی رخ می‌دهد.

۱۸۵) آنزیمی که پیوندهای اشتراکی در نوکلئوتیدها را می‌شکند، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشتهٔ مکمل را برقرار خواهد کرد.

۱۸۶) در انسان سالم، در هر یاخته‌ای که سکرتین یافت می‌گردد قطعا دارای ژن سازندهٔ پیش هورمون انسولین است.

۱۸۷) در انسان سالم، هر یاخته‌ای که میوزین یافت می‌گردد قطعا توانایی ساخت مولکول اکتین را هم دارد.

۱۸۸) در انسان سالم، در هر یاخته‌ای که دنابسپاراز یافت می‌گردد قطعا یاختهٔ هدف هورمون‌های T_3 و T_4 نیز است.

۱۸۹) در شرایط طبیعی گروهی از نوکلئیک اسیدها، دارای قطرهای متفاوت در بخش‌های مختلف خود هستند. هر نوع یاختهٔ زنده دارای این گروه از نوکلئیک اسیدها، جایگزینی نوکلئوتید صحیح را نسبت به شکستن پیوند اشتراکی در ویرایش، زودتر انجام می‌دهد.

۱۹۰) در فرایند همانندسازی در یوکاریوت‌ها با شروع بازشدن دو رشتهٔ دنا، نوکلئوتیدها به رشته درحال ساخت متصل و سپس تک‌فسفاته می‌شوند.

۱۹۱) دنابسپاراز می‌تواند پیوندهای هیدروژنی بین بازهای دوحلقه‌ای و تک‌حلقه‌ای را ایجاد کند .

۱۹۲) طی همانندسازی دنا در یاخته‌های زنده، هر آنزیمی که می‌تواندپیوند بین نوکلئوتیدهای آدنین‌دار و تیمین‌دار را بشکند، دو رشته دنا را در محلی از هم فاصله می‌دهد.

۱۹۳) طی همانندسازی دنا در یاخته‌های زنده، هر آنزیمی که می‌تواندموجب شکست پیوند فسفو دی‌استر در رشتهٔ الگو دنا شود، اشتباهات همانندسازی را کمتر خواهد کرد.

۱۹۴) طی همانندسازی دنا در یاخته‌های زنده، هر آنزیمی که می‌تواند با فعالیت پلی‌مرازی خود در ساخت دنا نقش ایفا کند، به هر دو رشتهٔ مولکول دنای اولیه متصل می‌شود.

۱۹۵) در یک دو راهی همانندسازی، امکان قرار گرفتن نوکلئوتیدهایی با بیش از یک گروه فسفات در داخل رشته وجود دارد.

۱۹۶) هنگام انجام فرآیند همانندسازی دنا در یک سلول پیکری انسان سالم و بالغ، آنزیمی که شکستن پیوندهای بین بازهای مکمل را انجام می‌دهد، قطعاً به‌علت اندازهٔ بزرگ خود، توانایی عبور از منافذ هسته را ندارد.

۱۹۷) طول یک ناحیهٔ در حال همانندسازی در یوکاریوت‌ها می‌تواند با نواحی در حال همانندسازی مجاور آن متفاوت باشد.

۱۹۸) در مراحل مختلف نمو جنین، تعداد و طول دوراهی‌های همانندسازی ایجاد شده، با هم رابطهٔ مستقیم دارند.

۱۹۹) آنزیم دنابسپاراز توانایی شکستن و ایجاد پیوند میان قند و فسفات را دارد.

۲۰۰) ممکن نیست در جاندارانی که دِنای حلقوی دارند، آغاز همانندسازی در بیش از یک نقطه در هر فام‌تن مشاهده شود.

۲۰۱) ممکن نیست در جاندارانی که دِنای حلقوی دارند، مجموعه‌ای از پروتئین‌ها نظیر هیستون‌ها به همراه دِنا دیده شوند.

۲۰۲) ممکن نیست در جاندارانی که دِنای حلقوی دارند، نقطهٔ آغاز و پایان همانندسازی در مولکول دنا در مقابل یکدیگر باشند.

۲۰۳) در یاخته‌های کبدی انسان، آنزیمی که در طی فرایند همانندسازی مارپیچ دنا را باز می‌کند، بدون برهم زدن پایداری مولکول دنا به فعالیت خود ادامه می‌دهد.

۲۰۴) در فرآیند همانندسازی گروه‌های فسفات معدنی هم مصرف و هم آزاد می‌شوند.

۲۰۵) در هر باکتری برخلاف یوکاریوت‌ها فقط اسیدنوکلئیک حلقوی دیده می‌شود.

۲۰۶) در هر باکتری فقط یک DNAحلقوی به‌صورت یک کروموزوم دیده می‌شود که به غشاء سلول متصل است.

۲۰۷) در هر باکتری همانند سلول‌های هسته‌دار یوکاریوت‌ها تولید اسیدنوکلئیک می‌تواند بدون دخالت آنزیم DNA پلی‌مراز صورت بگیرد.

۲۰۸) در هر باکتری برخلاف یوکاریوت‌ها سرعت فعالیت DNAپلی‌مراز به علت نقاط کمتر شروع همانندسازی کاهش یافته است.

۲۰۹) در فعالیت بسپارازی برای برقراری پیوندهای اشتراکی، آب مصرف می‌شود.

۲۱۰) در دوراهی همانندسازی علاوه بر هلیکاز و دنا بسپارازها انواع دیگری از آنزیم‌ها نیز وجود دارند.

۲۱۱) در همانندسازی DNA، دنا بسپارازها از خاصیت ویرایش خود زیاد استفاده می‌کنند.

۲۱۲) آنزیم‌های پروتئینی دخیل در فرایند همانندسازی دنا همگی درون سیتوپلاسم ساخته شده‌اند و برخی از آن‌ها قابلیت نوکلئازی ندارند.

۲۱۳) در همهٔ انواع جانداران آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر فام‌تن انجام می‌شود.

۲۱۴) در همهٔ انواع جانداران تعداد نقطه‌های آغاز همانندسازی در چرخهٔ یاخته‌ای می‌تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود.

۲۱۵) در همهٔ انواع جانداران قبل از همانندسازی دنا باید پیچ و تاب دنا باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند.

۲۱۶) در سلول پوششی انسان، گروهی از کاتالیزورهای زیستی، به منظور انجام همانندسازی، مولکول‌های پروتئینی را از دنای خطی جدا می‌کنند. در رابطه با این مولکول‌ها می‌توان گفت فقط مولکول‌های هیستونی را از دنا جدا می‌کنند.

۲۱۷) در طی فرآیند همانندسازی دنا تعداد فسفات آزاد شده در رشته‌های تولید شده یکسان‌اند.

۲۱۸) یاخته‌های قرمز خون نسبت به باکتری دارای مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک در هنگام همانندسازی دنا دارای تعداد بیشتری نقطه آغاز همانندسازی می باشد.

۲۱۹) در مورد جاندارانی که نقطهٔ آغاز همانندسازی در دنای آن‌ها مقابل نقطهٔ پایان همانندسازی است، ممکن نیست تعداد نقاط همانندسازی بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود.

۲۲۰) در هر یاختهٔ زنده‌ای که دنای خطی وجود ندارد، پروتئین‌سازی می‌تواند پیش از پایان رونویسی آغاز شود.

۲۲۱) در هر یاختهٔ زنده‌ای که دنای خطی وجود دارد، همانندسازی دو جهتی دنای هسته‌ای دیده می‌شود.

۲۲۲) به‌طور معمول در همه یاخته‌هایی که در هر دو راهی همانندسازی آنها یک آنزیم با توانایی شکستن پیوند در ساختار دنای اولیه دیده می‌شود، نوکلئیک‌اسیدهای خطی را در فضای سیتوپلاسم خود جای داده است .

۲۲۳) به‌طور معمول در همه یاخته‌هایی که دنای اصلی موجود در آنها به ساختاری متشکل از تعداد زیادی فسفولیپید و پروتئین متصل است، وجود نوعی نوکلئیک‌اسید فاقد انتهای آزاد باعث مقاومت یاخته‌ها به پادزیست شده است.

۲۲۴) به‌طور معمول در همه یاخته‌هایی که تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم می‌شود، هر زیرواحد موجود در نوکلئیک‌اسیدهای تولیدشده در مرحلهٔ Sچرخهٔ یاخته‌ای در مقابل نوکلئوتید مکمل خود قرار دارد .

۲۲۵) به‌طور معمول در همه یاخته‌هایی که تمامی مولکول‌های ذخیره‌کنندهٔ اطلاعات را توسط غشای اندامک‌ها از سیتوپلاسم جدا می‌کنند، تعداد حلقه‌های آلی تشکیل‌دهندهٔ پله های ساختار مارپیچ دنا بیشتر از تعداد حلقه‌های آلی ستون‌های آن است.

۲۲۶) هر مولکول دنای موجود در هسته یک یاختهٔ یوکاریوتی، قطعاً به‌نحوی همانندسازی می‌کند که تعداد نقاط آغاز همانندسازی، نصف تعداد دنابسپارازها باشد.

۲۲۷) هر مولکول دنای موجود در هسته یک یاختهٔ یوکاریوتی، قطعاً در پایان همانندسازی، دو دنای مشابه ایجاد می‌کند که وارد دو یاختهٔ مختلف اما هم‌اندازه می‌شوند.

۲۲۸) حداکثر تعداد حلقه‌های آلی غیر پنج کربنه در ساختار یک نوکلئوتید، برابر با تعداد انواع مولکول‌های زیستی موجود در ساختار ریبوزوم است.

۲۲۹) همه‌ی نوکلئوتیدهایی که ممکن است در فاصله بین دو راهی های همانند سازی دیده شوند، از قانون چارگاف پیروی می‌کنند.

۲۳۰) پس از تشکیل اندام‌ها، در مقایسه با مرحله مورولا، میزان مصرف ATP توسط هر هلیکاز کاهش می‌یابد .

۲۳۱) طی همانندسازی دنا در جاندارانی که دوراهی‌های همانندسازی می‌تواند از هم دور و به هم نزدیک شوند در نخستین مرحلهٔ همانندسازی دنای خود، هیستون‌ها را جدا می‌کنند.

۲۳۲) در هر یاختهٔ زنده‌ای که دارای دنا(DNA) ی خطی است، دریافت گازهای تنفسی موردنیاز از فضای بین‌یاخته‌ای قابل مشاهده است.

۲۳۳) جهت پیشروی دوراهی‌های همانندسازی در یوکاریوت‌ها همیشه عکس یکدیگر است.

۲۳۴) اصل چارگاف در مورد نوعی مولکول زیستی صادق است. برای افزایش تعداد این مولکول در هر جانداری، قطعاً در مرحله‌ای خاص از چرخه یاخته‌ای فرآیندی بسته به نوع یاخته، با سرعت‌های مختلف انجام می‌گیرد.

۲۳۵) برخی گیاهان با جاندارانی همزیستی دارند که سبب فراهم‌شدن نیتروژن برای گیاهان می‌شود. در ارتباط با این جاندارن می توان گفت مادهٔ وراثتی اصلی جاندار به غشای یاخته متصل است و از یک رشته تشکیل شده است.

۲۳۶) در یاخته‌های جانداری که دارای ساده‌ترین نوع آبشش است، برخلاف جاندار مورد آزمایش گریفیت، رونویسی با پیوستن رنابسپاراز به راه‌انداز آغاز می‌شود.

۲۳۷) مولکولی پرانرژی که حاصل تجزیهٔ کرآتین‌فسفات در ماهیچه‌هاست، در ساختار نوعی نوکلئیک‌اسید موجود در هستهٔ یوکاریوت‌ها یافت می شود.

۲۳۸) نوعی نوکلئیک‌اسید موجود در هستهٔ یوکاریوت‌ها نمی‌تواند از سیتوپلاسم یک یاخته به سیتوپلاسم یاختهٔ مجاور خود منتقل شود.

۲۳۹) درهمانندسازی مولکول دنای حلقوی برخلاف همانندسازی مولکول دنای خطی وجود بیش از یک جایگاه آغاز همانندسازی، غیرممکن است.

۲۴۰) به‌طور معمول در جاندارِ تک‌یاخته‌ای که به کمک کریچهٔ انقباضی، فشار اسمزی خود را تنظیم می‌کند تعداد نقطه آغاز همانندسازی از تعداد مولکول‌های دنا کمتر است.

۲۴۱) به‌طور معمول در همهٔ یاخته‌هایی که واجد انواعی از پروتئین متصل به مادهٔ وراثتی خود هستند تعداد آنزیم‌های جدا کنندهٔ رشته‌های دنا از هم بیش از آنزیم‌های دنابسپاراز است.

۲۴۲) در هر یاختهٔ زنده‌ای که توانایی تقسیم دارد، شکستن پیوندهای اشتراکی بین گروه‌های فسفات نسبت به تشکیل پیوند بین گروه هیدروکسیل قند و فسفات زودتر انجام می‌شود.

۲۴۳) در ارتباط با یاخته‌ای که طی همانندسازی دنای اصلی آن، غالباً دو هلیکاز فعالیت دارد، می توان گفت عامل اصلی انتقال مادهٔ وراثتی در تماس با کربوهیدرات‌های غشای پلاسمایی قرار گیرد.

۲۴۴) هر دئوکسی ریبونوکلئوتید موجود در سیتوپلاسم یاخته ای که در حین همانندسازی دنای آن، دوراهی‌های همانندسازی هم می‌توانند از هم دور شوند و هم می‌توانند به یکدیگر نزدیک شوند ، در هر دو طرف خود پیوندهای اشتراکی تشکیل می‌دهد.

۲۴۵) قبل از فرایند تقسیم یاخته‌ای یک یاختهٔ پوششی بدن انسان، در یک مولکول دنا (DNA) خطی، افزایش نوکلئوتیدهای گوانین‌دار به پایداری بیش‌تر اطلاعات وراثتی کمک می‌کند.

۲۴۶) قبل از فرایند تقسیم یاخته‌ای یک یاختهٔ پوششی بدن انسان، در یک مولکول دنا (DNA) حلقوی، تعداد نوکلئوتیدها دو برابر مجموع بازهای تیمین و سیتوزین است.

۲۴۷) در آزمایش‌های مزلسون و استال، پس از دور دوم همانندسازی انواعی از بسپارهای (پلی‌مرهای) زیستی خطی و حلقوی در نوارهای تشکیل‌شده یافت می‌شود.

۲۴۸) در همانندسازی هر مولکول DNA مقدم بر عمل هلیکاز، مولکول DNAباید از پروتئین‌های هیستون جدا شوند.

۲۴۹) هر جاندار مورد استفاده در آزمایش‌های گریفیت که در یاخته‌های خود هیستـون دارد به‌طور حتم نمی‌تواند دارای گردش خون مضاعف باشد.

۲۵۰) هر جاندار مورد استفاده در آزمایش‌های گریفیت که با همکاری یاخته‌هایش بافت به وجود می‌آورد به‌طور حتم نمی‌تواند کارایی تنفس کمتر از پرندگان داشته باشد.

۲۵۱) در هر طرح‌های ارائه‌شده برای همانندسازی دنا که در آن پیوندهای فسفو دی‌استر دنای اولیه شکسته نمی‌شود پیوندهای هیدروژنی دنای اولیه در طی همانندسازی شکسته نمی‌شود.

۲۵۲) می‌توان گفت در هـر پیوند برقرارشده بین آمینواسیدهای هموگلوبین قـطعاً گروه‌های Hو OHاز آمینواسیدهای مجاور با هم ترکیب می‌شوند.

۲۵۳) حین همانندسازی مولکول دنا در هر یاختهٔ زنده، جداشدن گروه‌های فسفات از نوکلئوتید تیمین‌دار بر برقراری پیوند اشتراکی میان آن و نوکلئوتید مجاور تقدم زمانی دارد.

۲۵۴) در هر نوکلئیک‌اسیدی که طی فرآیند تقسیم یاخته، به یاخته‌های نسل بعد منتقل می‌شود؛ پیوندهای هیدروژنی بین بازها، نگه دارندهٔ دو رشتهٔ آن در مقابل یکدیگر است .

۲۵۵) در هر نوکلئیک‌اسیدی که طی فرآیند تقسیم یاخته، به یاخته‌های نسل بعد منتقل می‌شود؛ تعداد پیوندهای اشتراکی فسفودی‌استر کمتر از تعداد بازهای آلی است .

۲۵۶) آنزیم دنابسپاراز(DNA پلی مراز) به تنهایی می‌تواند رشتهٔ دنا مکمل رشتهٔ الگو را بسازد.

۲۵۷) در همهٔ جاندارانی که همانندسازی در دو جهت انجام می‌شود، تمامی سطوح سازمان‌یابی حیات یافت می‌شوند.

۲۵۸) قرارگیری جفت بازها در پلیمری که موجب انتقال اطلاعات وراثتی از نسلی به نسلی دیگر می‌شود نشان می‌دهد که روبروی هر دو حلقهٔ آلی، سه حلقهٔ آلی قرار دارد.

۲۵۹) مورولای دارای کروموزوم‌های جنسی همتا نسبت به مورولا دارای کروموزوم‌های جنسی غیر همتا دارای تعداد بیش‌تری جایگاه آغاز همانندسازی است.

۲۶۰) همانندسازی کروموزوم‌های جنسی در انسان در مرحله‌ای رخ می‌دهد که در انتهای آن یاخته از سلامت دنا اطلاع می‌یابد.

۲۶۱) تعداد نقاط شروع همانندسازی در کروموزوم‌های جنسی انسان می تواند متفاوت و یا یکسان باشد است.

۲۶۲) همانندسازی کروموزوم‌های جنسی در انسان در خارج از بیضه‌ها و تخمدان‌ها رخ نمی‌دهد.

۲۶۳) به‌طور معمول در هنگام همانندسازی یک کروموزوم هسته‌ای انسان، امکان دارد دو نوکلئوتید پورین‌دار به هم متصل شوند.

۲۶۴) هنگام همانندسازی دنا جهت فعالیت دنا بسپارازهای یک دوراهی همانندسازی موافق هم است.

۲۶۵) هنگام همانندسازی دنا جهت فعالیت هلیکازهای دو دوراهی همانندسازی ممکن است به سوی هم باشد.

۲۶۶) هنگام همانندسازی دنا جهت فعالیت دنابسپاراز دو دوراهی همانندسازی ممکن است به سوی هم باشد.

۲۶۷) هنگام همانندسازی دنا جهت فعالیت دنابسپاراز یک دوراهی هم‌جهت با هلیکاز آن دو راهی است.

۲۶۸) در یاخته‌ای که نقطهٔ آغاز و پایان همانندسازی دنا در مقابل هم قرار گرفته است ممکن است مسئلهٔ همانندسازی دنا بسیار پیچیده باشد.

۲۶۹) در جاندارانی که فاقد دنایی با تعداد نوکلئوتیدهای نابرابر با تعداد پیوندهای فسفودی‌استر هستند، برقراری پیوند هیدروژنی بین دو نوکلئوتید مقابل، توسط آنزیمی با توانایی تشکیل پیوند اشتراکی رخ می‌دهد .

۲۷۰) در نوعی تک‌یاخته‌ای، نوکلئوتیدهای استفاده‌شده در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم، تنها در انجام واکنش‌های سوخت‌وسازی یاخته شرکت داده می‌شوند. در خصوص همانندسازی مادهٔ وراثتی آن می توان گفت، برقراری پیوند هیدروژنی یک نوکلئوتید با زیرواحد مقابل، پیش از تشکیل پیوند فسفودی‌استر با نوکلئوتید مجاور رخ می‌دهد.

۲۷۱) در نوعی تک‌یاخته‌ای، نوکلئوتیدهای استفاده‌شده در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم، تنها در انجام واکنش‌های سوخت‌وسازی یاخته شرکت داده می‌شوند. در خصوص همانندسازی مادهٔ وراثتی آن می توان گفت، لازم است تا گروه فسفات نوکلئوتید جدید، به گروه هیدروکسیل رشته پلی‌نوکلئوتیدی در حال ساخت متصل شود.

۲۷۲) در پروکاریوت‌ها هر مولکولی که ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارد و به غشا متصل نیست، در همهٔ یاخته‌های زندهٔ یوکاریوتی نیز قابل مشاهده است.

۲۷۳) تمامی یاخته‌هایی که اطلاعات تعیین ویژگی‌های خود را در بیش از یک مولکول دنا ذخیره می‌کنند در ساختار هر واحد تکرارشوندهٔ مولکول‌های رنای خود یک حلقهٔ شش‌ضلعی دارند.

۲۷۴) دربارهٔ هر یاختهٔ دارای اندامک دوغشایی با چند دنای مختلف، می‌توان گفت که در مرحلهٔ تقسیم یاخته، تعداد نقاط آغاز همانندسازی، بیشتر از سایر مراحل چرخهٔ یاخته است.

۲۷۵) دربارهٔ هر یاختهٔ دارای اندامک دوغشایی با چند دنای مختلف، می‌توان گفت که برای افزایش سرعت همانندسازی، تعداد آنزیم‌های شرکت‌کننده در هر دو راهی همانندسازی، بیشتر می‌شود.

۲۷۶) نمی توان گفت در هر باکتری رشته‌های پلی نوکلئوتیدی دنا، فاقد انتهای هیدروکسیل هستند.

۲۷۷) همهٔ نوکلئیک اسیدها دارای تعداد یکسانی از بازهای پورینی و پیریمیدینی هستند.

۲۷۸) پیوندهای هیدروژنی و فسفودی‌استر در ساختار تمامی نوکلئیک اسیدها وجود دارد.

۲۷۹) همهٔ نوکلئیک اسیدها از واحدهای تکرار شونده ساخته شده‌اند و پلیمر زیستی هستند.

۲۸۰) در یک مولکول دنا، همواره تعداد پیوندهای فسفودی‌استر از تعداد بازهای آلی آن کمتر است.

۲۸۱) هر سلولی که دارای دنای حلقوی است، توانایی ساخت دوک تقسیم را ندارد.

۲۸۲) تعداد پیوندهای هیدروژنی شکسته شده هنگام همانندسازی از یک مولکول دنا نصف تعداد پیوندهای هیدروژنی تشکیل شده است.

۲۸۳) در همانندسازی دنای یاخته‌های پوششی لولهٔ گوارش انسان نمی‌توان گفت چندین دوراهی همانندسازی می‌تواند وجود داشته باشد که به‌سمت هم یا در جهت مخالف هم حرکت کنند.

۲۸۴) طول یک ناحیهٔ در حال همانندسازی در یوکاریوت‌ها می‌تواند با نواحی در حال همانندسازی مجاور آن متفاوت باشد.

۲۸۵) در باکتری استرپتوکوکوس همانند گل جالیز ابتدا دو رشته دنا به طور کامل باز شده و سپس رشته جدید ساخته می‌شود.

۲۸۶) پیش‌مادهٔ هلیکاز همانند فرآوردهٔ دنابسپاراز دارای ۴نوع نوکلئوتید است.

۲۸۷) در ارتباط با جاندار مورد آزمایش مزلسون و استال می توان گفت اطلاعات لازم برای زندگی یاخته همواره در بیش از یک مولکول دنا ذخیره می‌شود.

۲۸۸) در ارتباط با جاندار مورد آزمایش مزلسون و استال می توان گفت پیش‌زمینهٔ لازم برای انجام تقسیم یاخته‌ای، قرار گرفتن سانتریول‌ها در قطب‌های یاخته است.

۲۸۹) وجه تفاوت فرایند همانندسازی در یاخته‌های پروکاریوتی و یوکاریوتی در این است که قبل از آغاز همانندسازی دنا مقدار بیشتری آنزیم در یاخته‌های یوکاریوتی فعالیت می‌کنند.

۲۹۰) در جایگاه آغاز همانندسازی در یاخته‌هایی که تعداد نقاط آغاز همانندسازی در دنای اصلی آنها ثابت است، آنزیمی که سبب ایجاد ساختار Yمانند می‌شود، در تصحیح اشتباهات همانندسازی نقش دارد.

۲۹۱) طی همانندسازی نوعی نوکلئیک‌اسید در هر جاندار به‌کار برده شده در آزمایش گریفیت، چند نقطهٔ آغاز همانندسازی در نوکلئیک‌اسید دارای تیمین ایجاد شد.

۲۹۲) ایجاد پیوند بین بخش‌های بازی دو نوکلئوتید در یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی دنا غیرممکن است.

۲۹۳) وجود فام‌تن مضاعف شده درمحل همانندسازی و ابتدای کوتاه‌ترین مرحلهٔ اینترفاز غیرممکن می باشد.

۲۹۴) انتقال مادهٔ وراثتی از یاخته‌های مردهٔ یک جاندار به یاخته‌های زندهٔ همان‌گونه امکان پذیر نیست.

۲۹۵) طی همانندسازی دنای اصلی جانداری که گریفیت جهت تولید واکسن آنفلوانزا بر روی آن تحقیق می‌کرد، امکان تفکیک مولکول‌های تشکیل‌دهندهٔ نوکلئوزوم از یکدیگر، با فعالیت مجموعه‌ای آنزیمی وجود دارد.

۲۹۶) هر رشتهٔ متعلق به دنای خطی همانند رشتهٔ متعلق به رنای خطی همواره دارای دو سر متفاوت است.

۲۹۷) هر نوکلئوتیدی که در دنای اصلی پارامسی یافت می‌شود، از طریق دو پیوند فسفودی‌استر به دو نوکلئوتید دیگر متصل است.

۲۹۸) در یک رشتهٔ متعلق به مولکول دنا، بازهای آلی آدنین و تیمین به نسبت‌هایی برابر با یکدیگر در سراسر طول رشته توزیع شده‌اند.

۲۹۹) در جاندارانی که عامل انتقال صفات وراثتی به غشای یاخته متصل هستند، در ساختار هر واحد تکرارشوندهٔ دنا پیوند فسفودی‌استر وجود دارد.

۳۰۰) در یاخته‌های پیکری هسته‌دار انسان، همهٔ مولکول‌های دنا، توسط غشاهای درونی احاطه شده‌اند.

۳۰۱) دنای اصلی یاخته‌ها، ممکن است در تماس با درشت‌مولکول‌های دارای پیوند پپتیدی قرار داشته باشد.

۳۰۲) دناهای غیرخطی ممکن است در یک نقطه به سرهای آبدوست فسفولیپیدهای غشای هسته متصل باشند.

۳۰۳) به‌طور معمول، در همه نوکلئیک‌اسیدهایی که در سیتوپلاسم استرپتوکوکوس نومونیا ساخته می‌شوند، دو انتها از طریق پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شده‌اند.

۳۰۴) واحدهای سه‌بخشی هر مولکول حامل اطلاعات وراثتی در یوکاریوت‌ها ،توسط نوعی پیوند به هم متصل می‌شوند.

۳۰۵) در مورد اشرشیاکلای نمی‌توان گفت محل فعالیت هلیکاز و ریبوزوم در آن یکسان است.

۳۰۶) در همانندسازی DNAپروکاریوتی (پیش‌هسته‌ای) هر رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی جدید، مشابه یکی از رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی قدیمی است.

۳۰۷) مولکول نوکلئیک‌اسیدی که همهٔ واحدهای سازندهٔ آن در هر رشته، توسط پیوند فسفودی‌استر به هم متصل است، قطعاً در پروکاریوت‌ها به غشای یاخته متصل است.

۳۰۸) در یک دو راهی همانندسازی پروکاریوتی پیوند فسفودی استر شکسته نمی‌شود.

۳۰۹) حین همانندسازی مولکول دنا یاخته‌ای که در آن تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی به‌طور حتم از تعداد دوراهی‌های همانندسازی کمتر است؛ ممکن نیست محل اصلی فعالیت آنزیم‌های همانندسازی کننده ، متفاوت با جایگاه ساخته‌شدن آنها باشد.

۳۱۰) حین همانندسازی مولکول دنا یاخته‌ای که در آن تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی به‌طور حتم از تعداد دوراهی‌های همانندسازی کمتر است؛ ممکن نیست فعالیت دنابسپاراز به تنهایی موجب ساخته‌شدن یک رشتهٔ دنا در مقابل رشتهٔ الگو شود.

۳۱۱) در جاندارانی که عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، به غشای یاخته متصل نیست، آنزیم دورکنندهٔ دو رشتهٔ دنا (DNA) از یکدیگر، می‌تواند نوکلئوتیدها را بر اساس رابطهٔ مکملی مقابل نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو قرار دهد.

۳۱۲) در جاندار اصلی مورد مطالعهٔ گریفیت محل تولید و فعالیت هلیکاز یکسان می‌باشد.

۳۱۳) هر پیوند پپتیدی در نتیجهٔ اشتراک یک الکترون از هر عنصری که در گروه آمین واحدهای ساختاری پروتئین‌ها وجود دارد با یک الکترون اتم کربن حاصل می‌شود.

۳۱۴) هر عنصری که در گروه آمین واحدهای ساختاری پروتئین‌ها وجود دارد به طور قطع درفراوان‌ترین مادهٔ دفعی آلی موجود در ادرار انسان وجود دارد.

۳۱۵) هر عنصری که در گروه آمین واحدهای ساختاری پروتئین‌ها وجود دارد، توسط جاندارانی فاقد دنای خطی در بخشی از ریشهٔ گیاه سویا به ساختار آمونیوم وارد می‌شود.

۳۱۶) در همانندسازی دناهای یوکاریوتی، تمام عواملی که برای همانندسازی نیاز هستند، قطعاً دارای عنصری هستند که شکل مولکولی آن ۷۸ درصد جو زمین را تشکیل می‌دهد.

۳۱۷) در رابطه با ساختمان آمینواسیدها می توان گفت گروه‌های آمین و کربوکسیل فاقد توانایی اتصال به یکدیگر هستند.

۳۱۸) در رابطه با ساختمان آمینواسیدها می توان گفت هر کربن که ۴ ظرفیت آن پر است به گروه R متصل است.

۳۱۹) در رابطه با ساختمان آمینواسیدها می توان گفت تأثیر آن‌ها در شکل‌دهی پروتئین‌ها به اندازهٔ R بستگی دارد.

۳۲۰) در رابطه با ساختمان آمینواسیدها می توان گفت گروه کربوکسیل توانایی آزاد کردن یک گروه هیدروکسیل را هنگام پیوند پپتیدی دارد.

۳۲۱) برای تجزیهٔ یک مولکول هموگلوبین با ۵۷۴ آمینواسید۵۷۰ مولکول آب مصرف می شود.

۳۲۲) ویژگی منحصر به فرد آمینواسید می‌تواند به واسطهٔ هیدروژن متصل به کربن مرکزی شکل بگیرد.

۳۲۳) هر آمینواسید در هنگام تشکیل پیوند پپتیدی یک مولکول آب آزاد می‌کند.

۳۲۴) هر پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها را پیوند پپتیدی می‌گویند.

۳۲۵) مجموعاً ۲۰ نوع آمینواسید در طبیعت یافت می‌شود.

۳۲۶) هرگاه در ساختار پروتئین‌ها درون میان‌یاخته، پیوند هیدروژنی تشکیل شود قطعاً فقط پیوند پپتیدی وجود داشته است.

۲۳۷) هرگاه در ساختار پروتئین‌ها درون میان‌یاخته، پیوند هیدروژنی تشکیل شود قطعاً زنجیره پلی‌پپتید را به حالت غیر خطی می‌برد.

۳۲۸) آبی که از تشکیل پیوند پپتیدی خارج می‌شود حاصل ترکیب OH گروه آمین یک آمینواسید با Hگروه کربوکسیل آمینواسید دیگر است.

۳۲۹) مولکولی که وظیفهٔ ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارد، نمی‌تواند فرآورده آنزیم رنابسپاراز باشد.

۳۳۰) می‌توان گفت همهٔ آنزیم‌هایی که در همانندسازی از ژن مربوط به پروتئازهای معدهٔ انسان نقش دارند، در انسان، فقط در سلول‌های اصلی غده معده فعالیت می‌کنند.

۳۳۱) همهٔ آنزیم‌هایی که در همانندسازی از ژن مربوط به پروتئازهای معدهٔ انسان نقش دارند، از مونومرهایی که گروه آمین و کربوکسیل دارند تشکیل شده‌اند.

۳۳۲) تنوع آنزیم ها در داخل بدن از تنوع پروتئین ها کمتر است.

۳۳۳) در یاخته‌های زندهٔ سنگفرشی پوست، هر آنزیمی که به هر دو رشتهٔ تشکیل‌دهندهٔ مولکول دنا متصل می‌شود، در اولین مرحله از فرآیند همانندسازی نقش ایفا می‌کند.

۳۳۴) در یاخته‌های زندهٔ سنگفرشی پوست، هر آنزیمی که موجب شکستن پیوندهای موجود در پله‌های نردبان پیچ‌خوردهٔ دنا می‌شود، فاقد توانایی تشکیل پیوندهای اشتراکی است.

۳۳۵) در یاخته‌های زندهٔ سنگفرشی پوست، هر آنزیمی که در تولید رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی در مقابل رشتهٔ الگوی دنا نقش دارد، با فعالیت نوکلئازی خود اشتباهات همانندسازی را کاهش می‌دهد.

۳۳۶) پیوندی که نخستین بار در سطح دوم بین آمینواسیدها تشکیل می‌شود؛ ممکن نیست طی رونویسی از مادهٔ وراثتی توسط رنابسپاراز دچار شکستگی شود.

۳۳۷) با توجه به ساختار دوم پروتئین‌ها و آن دسته از پیوندهای هیدروژنی که منشأ تشکیل دو نمونهٔ معروف این ساختار هستند، می توان گفت در ساختار مارپیچی، گروه‌های R آمینواسیدها به سمت خارج ساختار قرار می‌گیرند .

۳۳۸) با توجه به ساختار دوم پروتئین‌ها می توان گفت در ساختار صفحه‌ای، کربن مرکزی آمینواسیدها، تقریباً در محل تاخوردگی قرار دارد .

۳۳۹) با توجه به ساختار دوم پروتئین‌ها می توان گفت در هر دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین آمینواسیدهای مجاور هم در یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی برقرار می‌شوند .

۳۴۰) با توجه به ساختار دوم پروتئین‌ها می توان گفت در هر دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین اتم اکسیژن متصل به کربن یک آمینواسید با اتم هیدروژن گروه آمینی آمینواسید دیگر، برقرار می‌شوند .

۳۴۱) هر سطحی از سطوح مختلف ساختاری پروتئین‌ها که منجر به تشکیل پیوند اشتراکی در رشتهٔ آمینواسیدی می‌شود، بخش‌های مختلف پروتئین را به صورت به‌هم‌پیچیده شکل می‌دهد.

۳۴۲) هر سطحی از سطوح مختلف ساختاری پروتئین‌ها که همهٔ سطوح دیگر ساختاری به آن وابسته هستند، هر آمینواسید از طریق گروه آمینی خود در تشکیل پیوند پپتیدی شرکت می‌کند.

۳۴۳) هر سطحی از سطوح مختلف ساختاری پروتئین‌ها که اولین تاخوردگی را در ساختار پروتئین ایجاد می‌کند، بدون تشکیل پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها ساختار خاصی پدید می‌آورد.

۳۴۴) هر سطحی از سطوح مختلف ساختاری پروتئین‌ها که نهایی‌ترین ساختار موجود در پروتئین میوگلوبین را شکل می‌دهد، با تشکیل پیوندهای یونی میان رشته‌ها به ثباتی نسبی می‌رسد.

۳۴۵) تعداد انتهای کربوکسیل و انتهای آمینی در همهٔ پروتئین‌هایی که فاقد ساختار چهارم می‌باشند،با یکدیگر برابر است.

۳۴۶) همهٔ پروتئین‌هایی که فاقد ساختار چهارم می‌باشند، در ساختار نهایی خود قطعاً دارای پیوندهای آبگریز و هیدروژنی هستند.

۳۴۷) همهٔ پروتئین‌هایی که فاقد ساختار چهارم می‌باشند، می توانند در درون یا بیرون سلول فعالیت خود را به‌طور اختصاص انجام دهند.

۳۴۸) در تمامی سطوح ساختاری پروتئین‌ها، امکان تشکیل پیوند اشتراکی بین واحدهای سازنده وجود دارد.

۳۴۹) در تمامی سطوح ساختاری پروتئین‌ها، با تشکیل پیوندهای هیدروژنی، ثبات نسبی پروتئین‌ها افزایش می‌یابد.

۳۵۰) در تمامی سطوح ساختاری پروتئین‌ها، از پرتوی ایکس برای پی بردن به شکل فضایی پروتئین و نوع عمل آن استفاده می‌شود.

۳۵۱) در تمامی سطوح ساختاری پروتئین‌ها، نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها از اهمیت زیادی برخوردار است.

۳۵۲) هر پروتئینی در بدن یک دختر که از طریق گروه هم به مولکول اکسیژن متصل می‌شود، دارای بیش از یک نسخهٔ ژنی در یاخته‌های پیکری است.

۳۵۳) هر پروتئینی در بدن یک دختر که از طریق گروه هم به مولکول اکسیژن متصل می‌شود، فقط درون برخی از یاخته‌های خونی یافت می‌شود.

۳۵۴) هر پروتئینی در بدن یک دختر که از طریق گروه هم به مولکول اکسیژن متصل می‌شود، در مرکز هر گروه هم خود دارای یک Fe^{2+} است.

۳۵۵) در هریک از سطوح ساختاری پروتئین‌ها که تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها رخ می‌دهد قطعا بیشتر از دو نوع پیوند در تثبیت شکل فضایی آن موثراند.

۳۵۶) در هریک از سطوح ساختاری پروتئین‌ها که می‌تواند ساختار نهایی پروتئین باشدقطعا برهم کنش‌های آب‌گریز اساس تشکیل ساختار می‌باشند.

۳۵۷) در هریک از سطوح ساختاری پروتئین‌ها که پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها تشکیل می‌شود قطعا رشتهٔ پلی‌پپتید خطی تشکیل می‌گردد.

۳۵۸) هر سطحی از پروتئین که در آن تشکیل پیوند هیدروژنی بین آمینواسیدها مشاهده می‌شود،همراه تشکیل نوعی پیوند یونی، پیوند هیدروژنی ساختار را شکل می‌دهد.

۳۵۹) نوعی پروتئین غیر آنزیمی که در تنظیم pHخون نقش داردقطعاً اولین پروتئینی بود که توسط پرتو ایکس شناسایی شد.

۳۶۰) نوعی پروتئین غیر آنزیمی که ساختار سه بعدی آن توسط پیوندهای هیدروژنی تشکیل می‌شود قطعاً واجد ساختاری است که ثبات کاملی دارد.

۳۶۱) نوعی پروتئین غیر آنزیمی که دارای ۴ جایگاه برای اتصال به هِم است قطعاً در ساختاری که به کمک پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود، دارای شکل مارپیچ است.

۳۶۲) به‌طور قطع در هر سطح از سطوح ساختاری پروتئین‌ها که در پیش‌انسولین انسانی وجود دارد، با تغییر یک آمینواسید عملکرد پروتئین‌ها بسیار تغییر می‌کند.

۳۶۳) به‌طور قطع در هر سطح از سطوح ساختاری پروتئین‌ها که پیوند هیدروژنی بین آمینواسیدها ایجاد می‌شود، آن سطح می‌تواند ساختار نهایی پروتئین مذکور باشد.

۳۶۴) پروتئینی که بخش آهن‌دارآن قابلیت ایجاد پیوند برگشت پذیر با گاز اصلی تنفس را دارد، به‌طور قطع زنجیره‌های آمینواسیدی حاوی ساختار مارپیچی و صفحه‌ای در آن دیده می‌شوند.

۳۶۵) هر یک از سطوح ساختاری پروتئین‌ها که با تشکیل شکل‌های مختلف پروتئین همراه است، در pH اسیدی فاقد عملکرد است.

۳۶۶) هر یک از سطوح ساختاری پروتئین‌ها که منجر به ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها می‌شود، نمایی سه‌بعدی از پروتئین‌ها ارائه می‌دهد.

۳۶۷) هر یک از سطوح ساختاری پروتئین‌ها که تحت تأثیر توالی‌های آمینواسیدها قرار دارد، در رنگدانهٔ قرمز تارهای ماهیچه‌ای نوع تند دیده می‌شود.

۳۶۸) هر یک از سطوح ساختاری پروتئین‌ها که در اثر پیوندهای یونی به‌وجود می‌آید، با تاخوردگی‌های بیش‌تر ساختاری با الگوهای پیوند هیدروژنی ایجاد می‌شود.

۳۶۹) در سطحی از سطوح ساختاری نخستین پروتئینی که ساختار آن کشف شد،به‌طور قطع هر آمینواسید با دو پیوند اشتراکی در زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی قرار می‌گیرد.

۳۷۰) در سطحی از سطوح ساختاری نخستین پروتئینی که ساختار آن کشف شد،به‌طور قطع بر اثر تغییر حتی یک نوع آمینواسید عملکرد آن به شدت تغییر می‌کند.

۳۷۱) هر بخشی از ساختار آمینواسید که به کربن مرکزی متصل است و در تشکیل پیوند پپتیدی شرکت می‌کند به‌طور حتم در دومین ساختار پروتئین، توانایی تشکیل نوعی پیوند غیراشتراکی را دارد.

۳۷۲) هر بخشی از ساختار آمینواسید که به کربن مرکزی متصل است و تنها در آخرین آمینواسید زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی دیده می‌شود به‌طور حتم در ایجاد ویژگی‌های آمینواسید کاملاً بی‌نقش است.

۳۷۳) هر بخشی از ساختار آمینواسید که به کربن مرکزی متصل است و ویژگی‌های منحصر به فرد هر آمینواسید را ایجاد می‌کند به‌طور حتم در ساختار سوم پروتئین‌ها، برهم‌کنش‌های آبگریز تشکیل می‌دهد.

۳۷۴) هر بخشی از ساختار آمینواسید که به کربن مرکزی متصل است و تنها در نخستین آمینواسید زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی دیده می‌شود. به طور حتم دارای کربنی متصل به اکسیژن است.

۳۷۵) هر پروتئین دارای پیوند اشتراکی بین گروه کربوکسیل و آمین به‌طور قطع در ساختار خود دارای پیوند هیدروژنی است.

۳۷۶) هر پروتئین دارای پیوند بین گروه کربوکسیل و آمین در ساختار خود به‌طور قطع تنها دارای شکل صفحه‌ای یا مارپیچی در ساختار دوم است.

۳۷۷) هر پروتئین دارای پیوند یونی در ساختار خود به‌طور قطع از بیش از یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی تشکیل شده است.

۳۷۸) به‌دنبال ایجاد نوعی از الگوهای پیوند هیدروژنی، بخشی از زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی پروتئین قرمز رنگ موجود در تار ماهیچه‌ای کند انسان تغییر جهت پیدا می‌کند.

۳۷۹) در ساختار پروتئین قرمزرنگ موجود در تار ماهیچه‌ای کند انسان بخشی که دارای اتم آهن مرکزی است، جزیی از زنجیره پپتیدی آن محسوب می‌شود.

۳۸۰) همه آمینواسیدهای موجود در ساختار دوم، پروتئین قرمزرنگ موجود در تار ماهیچه‌ای کند انسان از طریق پیوند هیدروژنی با یکدیگر ارتباط دارند.

۳۸۱) در ساختار یک زنجیره از پروتئین قرمزرنگ موجود در تار ماهیچه‌ای کند انسان گروه CO یک آمینواسید به گروه NH آمینواسید غیرمجاورش نزدیک و پیوند برقرار می‌نماید.

۳۸۲) می‌توان گفت عاملی که باعث انتقال اطلاعات وراثتی بین سلول‌ها می‌شود فاقد کربوهیدرات می‌باشد.

۳۸۳) می‌توان گفت عاملی که در آزمایش ایوری باعث مختل شدن انتقال ماده وراثتی می‌شود، روی اندامک دو غشایی CO_2 ساز درون سلول اثرگذار نمی‌باشد.

۳۸۴) می‌توان گفت استفاده از عصاره باکتری‌های کپسول‌دار کشته شده و بدون کپسول زنده توسط ایوری در تمام آزمایشات ثابت کرد که DNA عامل انتقال ماده وراثتی می‌باشد.

۳۸۵) هر گروه متصل به کربن مرکزی در آمینواسیدها می‌تواند در ایجاد دو پیوند پپتیدی متوالی شرکت کند.

۳۸۶) ماهیت شیمیایی گروه R، در تشکیل پیوندهای ساختار اول پروتئین‌ها نقش مهمی ندارد.

۳۸۷) ماهیت شیمیایی گروه R در عملکرد پلی‌پپتید نقش مهمی دارد.

۳۸۸) در یک پروتئین خاص، در ساختار اول برخلاف ساختار سوم گروه‌های R با نوعی پیوند اشتراکی به کربن متصل هستند.

۳۸۹) هر ساختاری از پروتئین که حاوی یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی است مسلماً پیوندهای آبگریزی بین گروه‌های جانبی برخی آمینواسیدهایش دارد.

۳۹۰) هر ساختاری از پروتئین که به ساختار اول پروتئین بستگی دارد مسلماً از چندین رشتهٔ پلی‌پپتیدی تشکیل شده است.

۳۹۱) هر ساختاری از پروتئین که در ایجادشدن میوگلوبین نقش داردمسلماً برای افزایش ثباتش پیوند هیدروژنی دارد.

۳۹۲) وجه تمایز میوگلوبین و هموگلوبین در این است که برهمکنش گروه‌های منحصر به فرد آمینو اسیدها در تشکیل آن‌ها نقش دارد.

۳۹۳) وجه تشابه میوگلوبین و هموگلوبین در این است که با جذب و انتقال H^+ در تنظیم pH خون مؤثر واقع می‌شوند.

۳۹۴) در طی ساخته‌شدن اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد، برقراری پیوندهای هیدروژنی بین بخش‌هایی از زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی فقط پس از به شکل کروی درآمدن مولکول پروتئینی روی می‌دهد

۳۹۵) در تشکیل ساختار نهایی اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد ،فقط سه نوع پیوند دخالت دارد.

۳۹۶) یک مولکول هموگلوبین دارای ۵۷۴ آمینواسید است اگر زنجیرهٔ آلفا دارای ۱۴۱ آمینواسید باشد، تعداد مولکول آب مصرف شده برای تجزیهٔ زنجیرهٔ بتا از تعداد آمینواسیدهای زنجیرهٔ آلفا بیش‌تر است.

۳۹۷) پیوند پپتیدی بین OH گروه کربوکسیل و H گروه آمین تشکیل می‌شود.

۳۹۸) پیوند پپتیدی فقط در ساختار اول پروتئین‌ها نقش دارد.

۳۹۹) پیوند پپتیدی همواره بین یک آمینواسید و یک آمینواسید دیگر در یک رشته ایجاد می‌شود.

۴۰۰) هر آمینواسید، می‌تواند در شکل‌دهی پروتئین مؤثر باشد .

۴۰۱) هر آمینواسید، دارای ویژگی‌های منحصر به فردی است.

۴۰۲) هر پیوند اشتراکی بین دو آمینواسید را پیوند پپتیدی می‌نامند.

۴۰۳) گروه $\mathbf{R}$ آمینواسیدها در تشکیل پیوند پپتیدی شرکت ندارد.

۴۰۴) در هر پیوند بین دو آمینواسید مولکول آب آزاد می‌شود.

۴۰۵) در ارتباط با دو نوع مولکول پروتئینی واجد Fe^{2+} که به اکسیژن متصل می‌شوند، می توان گفت مولکولی که تعداد گروه هِم در ساختار آن کمتر است، برخلاف پروتئین دیگر، با تشکیل پیوندهای هیدروژنی و اشتراکی در ساختار نهایی خود به پایداری نسبی می‌رسد.

۴۰۶) در طی ساخته‌شدن اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد، در سطحی که هریک از زنجیره‌ها در شکل‌گیری پروتئین‌ها نقش کلیدی دارد، ساختار و عمل نهایی پروتئین مشخص می‌گردد.

۴۰۷) تمامی پیوندهای اشتراکی یک پروتئین، در ساختار اول آن ایجاد می‌شود.

۴۰۸) تمامی پیوندهای اشتراکی یک پروتئین، پیوند پپتیدی نام دارند.

۴۰۹) هر پیوند پپتیدی موجود در یک پلی‌پپتید، در ساختار اول آن ایجاد شده است.

۴۱۰) هیچ سطح ساختاری در پروتئین‌ها وجود ندارد، مگر اینکه دارای پیوند پپتیدی باشد.

۴۱۱) در متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی، ممکن است با اتصال به کربوهیدرات‌ها در ساختن ترکیبی محافظت کننده از مخاط لولهٔ گوارش نقش داشته باشند.

۴۱۲) در ساختار برخی از آنزیم‌های بدن انسان ساختاری از پروتئین‌ها که اولین پیوندهای هیدروژنی در بین بخش‌های یک رشتهٔ آن ایجاد می‌شود، وجود ندارد.

۴۱۳) در ساختاری از پروتئین‌ها که اولین پیوندهای هیدروژنی در بین بخش‌های یک رشتهٔ آن ایجاد می‌شود، اولین تاخوردگی در زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی مشاهده می‌شود.

۴۱۴) ساختاری از پروتئین‌ها که اولین پیوندهای هیدروژنی در بین بخش‌های یک رشتهٔ آن ایجاد می‌شود، مبنای ساختاری است که در آن پیوندهای یونی، اشتراکی و هیدروژنی دیگری تشکیل می‌گردد.

۴۱۵) ساختاری از پروتئین‌ها که در آن گروه‌های R آمینواسیدها نزدیک هم می شود امکان تشکیل پیوند یونی وجود دارد.

۴۱۶) ممکن است ماهیت شیمیایی گروه R یک آمینواسید از اولین پروتئینی که توسط محققین با بهره‌گیری از پرتوهای X و روش‌های دیگر، ساختار آن مشخص شد، تغییر کند، اما فعالیت آن تغییر نکند.

۴۱۷) برای پی بردن به شکل پروتئین، فقط از پرتو X و تصاویر حاصل از آن استفاده می‌شود.

۴۱۸) تفاوت بین همهٔ آنزیم‌های مختلف در نوع، تعداد و ترتیب قرارگیری آمینواسیدهای موجود در ساختار اول آن‌هاست.

۴۱۹) ساختار چهارم پروتئین‌ها در برخی پروتئین‌ها وجود دارد و هر زنجیره پلی‌پپتیدی با سایر زنجیره‌ها متفاوت است.

۴۲۰) ساختار اول پروتئین‌ها دارای پیوندی است که توسط یکی از آنزیم‌های معده، برخی از آن‌ها تجزیه می‌شود.

۴۲۱) مولکولی که در انتقال گازهای تنفسی در انسان نقش دارد از چهار زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی تشکیل شده است که دارای ۴ ژن مختلف در دنای انسان هستند.

۴۲۲) درساختار دوم پروتئینی که درون گویچه‌های قرمز خون را پر کرده است، برخلاف رنگدانهٔ قرمزرنگی که در تارهای کند ماهیچهٔ اسکلتی فراوان است، ساختار صفحه‌ای در زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی دیده نمی‌شود.

۴۲۳) استفاده از پرتو ایکس می‌تواند جایگاه هر اتم را در ساختار کانال‌های نشتی غشای یاخته‌های عصبی مشخص کند.

۴۲۴) استفاده از پرتو ایکس می‌تواند ساختار نهایی مولکول‌های متصل به توالی افزایندهٔ دنای یوکاریوت‌ها را شناسایی کند .

۴۲۵) استفاده از پرتو ایکس می‌تواند ابعاد مادهٔ ذخیره‌کنندهٔ اطلاعات وراثتی در یاخته‌های زندهٔ اپی‌درم پوست انسان را تعیین کند.

۴۲۶) در ساختار هر رشتهٔ پلی‌پپتیدی قطعاً هر آمینواسید با گروه آمین خود وارد پیوند پپتیدی می‌شود.

۴۲۷) در ساختار هر رشتهٔ پلی‌پپتیدی قطعاً گروه R آمینواسیدها در پیوند پپتیدی شرکت نمی‌کند.

۴۲۸) در ساختار هر رشتهٔ پلی‌پپتیدی قطعاً همهٔ انواع آمینواسیدها حضور دارند.

۴۲۹) ساختار حاوی اولین تاخوردگی ایجادشده در رشتهٔ پلی‌پپتیدی یک پروتئین خاص همانند ساختار اول پروتئین‌ها، مبنای تشکیل ساختار پروتئینی بالاتر می‌باشد.

۴۳۰) در ساختار دوم پروتئینی که به‌طور برگشت‌پذیر به چهار مولکول اکسیژن متصل می‌شود، هر رشتهٔ پلی‌پپتیدی به‌صورت ساختار مارپیچ با ساختار صفحه‌ای است.

۴۳۱) پیوندهایی که در ساختار سوم پروتئین‌ها ممکن است دیده شوند می تواند باعث نزدیک‌شدن گروه‌های R آمینواسیدهای آب‌گریز موجود در ساختار هم شود.

۴۳۲) هر مولکول حامل اطلاعات وراثتی در هوهسته‌ای (یوکاریوت)ها در پی جدا شدن پروتئین‌های همراه خود، آمادهٔ همانندسازی می‌شود.

۴۳۳) اولین پروتئینی که ساختار نهایی آن مشخص شد دارای یون فلزی است و از تجزیه آن، آمونیاک تولید می‌شود.

۴۳۴) در ساختار سوم یک زنجیره پلی پپتیدی ممکن است دو رشته صفحه‌ای به دنبال هم قرار بگیرند.

۴۳۵) تغییر آمینواسید در هر جایگاه، برخلاف ساختار سوم، ساختار اول را قطعاً تغییر خواهد داد.

۴۳۶) در مولکول هموگلوبین، آمینواسیدهای آب‌گریز به سمت خارج مولکول قرار گرفته‌اند.

۴۳۷) تشکیل ساختار سوم به‌طور قطع در محیط آبی و در اثر برهم کنش‌های آبگریز می باشد.

۴۳۸) اولین تاخوردگی صفحه‌ای ویژگی ساختاری از پروتئین‌ها است که در همهٔ بخش‌های رشته پلی‌پپتید اتفاق نمی‌افتد.

۴۳۹) در سطحی از سطوح ساختاری پروتئین هموگلوبین که هر زنجیره ساختار مارپیچی ایجاد می‌کند، همهٔ آمینواسیدها در تشکیل پیوندهای هیدروژنی مشارکت می‌کنند.

۴۴۰) پیوندهای مؤثر در تشکیل ساختار دوم پروتئین‌ها همانند پیوندهای تشکیل‌دهندهٔ ساختار اول آن‌ها بین گروه‌های مشخص‌کنندهٔ ویژگی‌های اصلی آمینواسید تشکیل می‌شوند.

۴۴۱) پیوندهای مؤثر در تشکیل ساختار دوم پروتئین‌ها برخلاف پیوندهای تشکیل‌دهندهٔ ساختار اول آن‌ها بین اتم‌های موجود در دو آمینواسید متفاوت تشکیل می‌شوند.

۴۴۲) پیوندهای مؤثر در تشکیل ساختار دوم پروتئین‌ها برخلاف پیوندهای تشکیل‌دهندهٔ ساختار اول آن‌ها همراه با آزادشدن مولکول‌های آب تشکیل می‌شوند.

۴۴۳) هر یک از سطوح ساختاری پروتئین‌ها که با تشکیل پروتئین‌های کروی همراه است قطعا در pH اسیدی دچار تغییر می شود.

۴۴۴) هر یک از سطوح ساختاری پروتئین‌ها که در آن هریک از زنجیره‌ها در شکل‌گیری پروتئین‌ها نقش کلیدی دارد الزاماً می‌تواند در انجام فرآیندهای یاخته‌ای نقش مهمی داشته باشد.

۴۴۵) هر یک از سطوح ساختاری پروتئین‌ها که در اثر برهمکنش‌های آبگریز به‌وجود می‌آید الزاماً می‌تواند بر عملکرد هر مولکول افزایش‌دهندهٔ سرعت واکنش‌های زیستی مؤثر باشد.

۴۴۶) اصلی‌ترین عامل تعیین‌کنندهٔ نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها در ساختار اول از سطوح ساختاری پروتئین‌ها، مولکولی نردبان‌شکل است که ستون‌های آن را قند – فسفات و پله‌ها را انواعی از بازهای آلی نیتروژن‌دار تشکیل می‌دهند.

۴۴۷) هر مولکول پلی پپتید قطعاً دو انتهای متفاوت دارد.

۴۴۸) هر جانداری که به‌منظور تأمین مواد معدنی گیاه با آن رابطهٔ همزیستی برقرار می‌کند، بین تمامی ژن‌های حیاتی موجود در دنای اصلی خود، توالی‌های بین ژنی دارد.

۴۴۹) متنوع‌ترین مولکول‌های عملکردی زیستی می توانند با استقرار در سمت غیرسیتوپلاسمی غشاء، در فرآیندهای ایمنی مشارکت نمایند.

۴۵۰) پروتئین‌ها برخلاف لیپیدها در گیاهان به وسیله فتوسنتز تولید می‌شوند.

۴۵۱) pH بیشتر مایعات بدن مثل خون بین ۷ و ۸ است.

۴۵۲) اگر خون در pH بهینه پپسین، قرار داشته باشد، تراوش H^+ از مویرگهای دور لوله‌ای زیاد می شود.

۴۵۳) اگر خون در pH بهینه آنزیم‌های لوزالمعده، قرار داشته باشد، ترشح بی‌کربنات در کلیه‌ها زیاد می‌شود.

۴۵۴) ویتامین‌ها تنها کوآنزیم‌های آلی هستند.

۴۵۵) یون‌های فلزی متصل به آنزیم‌ها همواره به جایگاه خاصی از آنزیم متصل می‌شوند.

۴۵۶) موادآلی متصل به آنزیم‌ها تنها به جایگاه فعال متصل می‌شوند.

۴۵۷) جاندار همزیست با گیاه، در انتقال شکل یونی نوعی ماده‌ای که نمی‌تواند کوآنزیم باشد، به گیاه نقش دارد.

۴۵۸) جاندار همزیست با گیاه، نمی‌توانند واکنش‌های تثبیت کربن را انجام دهند.

۴۵۹) هر مولکولی که در قسمت‌های مختلف بدن انسان فعالیت آنزیمی انجام می‌دهد، قطعا در سیتوپلاسم یاخته ساخته می‌شود.

۴۶۰) هر مولکولی که در یاخته‌های سرطانی انسان عمل آنزیمی دارد، قطعا در درون همان یاخته تولید می‌شود.

۴۶۱) هر آنزیمی در درون یاخته های زندهٔ بدن انسان، بهترین فعالیت را در pH حدود خنثی دارد.

۴۶۲) در همه یاخته‌های زنده بدن می‌تواند آنزیمی با دو نوع عملکرد کاملا متفاوت تولید شود.

۴۶۳) آنزیمی که از وقوع جهش در مادهٔ ژنتیکی ممانعت به عمل می‌آورد، می‌تواند نوکلئوتیدها را به‌صورت تک فسفاته به رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی متصل نماید.

۴۶۴) آنزیمی که نوکلئوتیدها را به‌صورت مکمل روبه‌روی هم قرار می‌دهد، انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش می‌دهد.

۴۶۵) برای ساخت ساده‌ترین پروتئین‌ها، وجود یک زنجیرهٔ بلند و بدون انشعاب پلی‌پپتیدی کافی است.

۴۶۶) شکل جایگاه فعال یک آنزیم را لزوما گروه R آمینواسیدهای سازندهٔ آن تعیین می‌کند.

۴۶۷) پیوند پپتیدی در یوکاریوت‌ها، قطعاً در محل تشکیل پیوند فسفودی‌استر، تشکیل نمی‌شود.

۴۶۸) فقط شروع ساخته شدن رشتهٔ پلی‌پپتیدی در یاخته، به انرژی و آنزیم نیاز دارد.

۴۶۹) دربارهٔ همهٔ مولکول‌هایی که در ساختار نهایی خود دارای بخشی به نام جایگاه فعال هستند، می‌توان گفت فقط بر یک نوع مادهٔ خاص که به آن پیش ماده گفته می‌شود اثر می‌کند.

۴۷۰) مواد آلی دارای نیتروژن، در جاندار مورد مطالعهٔ ایوری و همکارانش، همگیبدون آنزیم‌های که در ساختارشان ترکیبات نیتروژن‌دار وجود دارد، ساخته نمی‌شوند.

۴۷۱) در فردی که به علت ویروس کرونادچار تب شدید شده است،بعضی آنزیم‌ها به علت تغییر شکل فضایی غیرفعال می‌شوند.

۴۷۲) همهٔ پروتئین‌های انتقال‌دهندهٔ یون‌ها، فاقد جایگاه فعال در ساختار خود هستند.

۴۷۳) همهٔ آنزیم‌هایی که در بیرون از یاخته فعالیت می‌کنند، درون یاخته تولید و فعال شده‌اند.

۴۷۴) همهٔ واکنش‌های شیمیایی که آنزیم‌ها در آن‌ها شرکت می‌کنند، سریع‌تر از حالتی که آنزیم دخیل نیست انجام می‌شوند.

۴۷۵) همهٔ ترکیب‌هایی که در جایگاه فعال آنزیم‌ها قرار می‌گیرند، از نظر شکل ظاهری، مکمل جایگاه فعال آنزیم هستند.

۴۷۶) در یاخته‌های بدن انسان، هر مولکولی که عامل تسهیل فعالیت و افزایش سرعت عملکرد آنزیم‌ها است، نوعی کوآنزیم محسوب می‌شود .

۴۷۷) در یاخته‌های بدن انسان، هر مولکولی که به متنوع‌ترین گروه مولکول‌های زیستی از نظر ساختار و عملکرد تعلق دارند، دارای پیوندهای هیدروژنی هستند.

۴۷۸) هر مولکولی در بدن انسان که در واکنش‌های شیمیایی بدن جانداران شرکت کرده و منجر به افزایش سرعت این واکنش‌ها می‌شودبه منظور انجام فعالیت اختصاصی خود نیازمند یون‌های فلزی یا مواد آلی هستند.

۴۷۹) مرحله‌ای از تشکیل ادرار در انسان که در تنظیم pH خون نقش مهمی دارد، همانند فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، همواره با مصرف انرژی زیستی همراه است.

۴۸۰) هر پروتئینی که در سراسر عرض غشا وجود دارد، در انتقال مواد هم نقش دارد.

۴۸۱) هر پروتئینی که فعالیت آنزیمی دارد، نمی‌تواند در انتقال مواد نقش داشته باشد.

۴۸۲) در بدن یک مرد سالم و بالغ، آنزیم‌هایی در کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها نقش دارند؛ تنها دارای یک بخش سه بعدی و اختصاصی به نام جایگاه فعال هستند.

۴۸۳) در بدن یک مرد سالم و بالغ، آنزیم‌هایی در کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها نقش دارند؛ تنها در انجام واکنش‌های سنتز آبدهی یا آبکافت (هیدرولیز) نقش دارند.

۴۸۴) می‌توان گفت هر ماده‌ای که عامل تسهیل فعالیت و افزایش سرعت عملکرد آنزیم است قطعا نوعی کوآنزیم محسوب می‌شود.

۴۸۵) نوعی کاتالیزور زیستی که روند کامل ساخت آن در هسته انجام می‌شود ممکن نیست شکل فعال آن فقط در میان‌یاختهٔ سلول فعالیت داشته باشد .

۴۸۶) هر بخشی از کاتالیزورهای زیستی که توانایی اتصال به یک مادهٔ خاص را دارد، موجب تغییر در پیش‌ماده می‌شود.

۴۸۷) هر بخشی از کاتالیزورهای زیستی که با سیانید و آرسنیک اشغال می‌شود، ممکن است توانایی اتصال به ماده‌ای دیگر را داشته باشد.

۴۸۸) هر پروتئینی که در غشای یاخته دارای جایگاه برای اتصال به یک ماده است، یک آنزیم است.

۴۸۹) بعضی از ترشحات میکروب‌ها با تأثیر بر هیپوتالاموس می‌توانند کشنده باشد زیرا با افزایش دمای بدن ممکن است آنزیم‌ها تغییر شکل دهند و غیرفعال شوند.

۴۹۰) در بدن انسان، همهٔ آنزیم‌ها همانند همهٔ کوآنزیم‌ها در ساختار خود، اتم کربن دارند.

۴۹۱) در بدن انسان، همهٔ آنزیم‌ها همانند همهٔ کوآنزیم‌ها همواره با تغییرات دما، تغییر شکل برگشت‌ناپذیری پیدا می‌کنند.

۴۹۲) پیش‌مادهٔ مورد استفادهٔ توسط نوعی کاتالیزور زیستی تولیدشده در بدن انسان می تواند تحت شرایطی فرآوردهٔ همان آنزیم باشد.

۴۹۳) نوعی کاتالیزور زیستی تولیدشده در بدن انسان می تواند فاقد پیش‌ماده در بدن فردی باشد که آن آنزیم را تولید کرده است .

۴۹۴) نوعی کاتالیزور زیستی می‌تواند پس از بهبود تب شدید فرد مبتلا به کرونا، مجدداً به حالت فعال خود برگردد.

۴۹۵) همهٔ کاتالیزورهای زیستی بدن انسان که در فرآیند همانندسازی دنا(DNA) ی هسته‌ای شرکت دارند قابلیت تأثیرگذاری روی چندین پیش‌مادهٔ مختلف را دارند.

۴۹۶) برای ساخت همهٔ مولکول‌های زیستی که امکان برخورد مناسب بین مولکول‌ها را افزایش می‌دهند، قطعاً رنابسپاراز ۲ باید رنای پیک بسازد.

۴۹۷) هر آنزیمی‌که جایگاهی برای پذیرش مواد معدنی دارد از آن در ساختار فرآورده استفاده نمی‌کند.

۴۹۸) هر آنزیمی‌که در اندام موازی و بالای پانکراس فعالیت می‌کند در pH اسیدی حداکثر فعالیت را دارند.

۴۹۹) هر آنزیمی‌که در فرآیند همانندسازی مخمر نوعی پیوند اشتراکی را می‌شکند در حال انجام ویرایش است.

۵۰۰) در بدن انسان، برخی از مولکول هایی که در جایگاه فعال آنزیم‌های درون‌یاخته‌ای قرار می‌گیرند، پیش‌مادهٔ آن محسوب نمی‌شوند.

۵۰۱) گروهی از کوآنزیم‌های بدن انسان، با صرف انرژی وارد یاخته‌های ریزپرزدار می‌شوند.

۵۰۲) گروهی از کوآنزیم‌های بدن انسان، برای تجزیهٔ مادهٔ حساس به نور برخلاف ساخت آن در گیرنده‌های مخروطی، مورد نیاز هستند.

۵۰۳) گروهی از کوآنزیم‌های بدن انسان، هنگام تأثیر هورمون پاراتیروئیدی، از مادهٔ زمینه‌ای استخوان آزاد می‌شوند.

۵۰۴) در انسان، نوعی آنزیم می‌تواند با کمک فرآیندی انرژی‌زا، نوعی واکنش انرژی‌خواه را به انجام رساند.

۵۰۵) در انسان، نوعی آنزیم می‌تواند از طریق اتصال با مولکول‌های دیگر، تمایل خود را به پیش‌ماده تنظیم کند.

۵۰۶) پیش‌ماده همهٔ آنزیم‌های بدن جانداران، ماده آلی است.

۵۰۷) ممکن است در لولهٔ گوارش ما دو آنزیم با عملکرد یکسان در دو pH متفاوت عمل خود را به انجام برسانند.

۵۰۸) مولکول‌هایی که انرژی فعال‌سازی برای انجام واکنش‌های زیستی را کاهش می‌دهند، می‌توانند سبب تسهیل ورود Na^+به داخل نورون و K^+ به خارج نورون شوند.

۵۰۹) همواره با افزایش مقدار آنزیم، تولید فرآورده در واحد زمان افزایش نمی‌یابد.

۵۱۰) همواره با افزایش غلظت پیش ماده در محیط حاوی آنزیم، سرعت واکنش زیاد می‌شود.

۵۱۱) هر آنزیمی که در اثر دمای بالا تغییر شکل دهد، هیچ‌گاه دوباره فعال نمی‌شود.

۵۱۲) هر آنزیمی که در اثر دمای پایین تغییر شکل دهد، همواره دوباره فعال می‌شود.

۵۱۳) افزایش دما می‌تواند سبب فعال شدن آنزیم‌ها شود.

۵۱۴) بعضی از مواد معدنی می‌توانند سبب فعال شدن آنزیم‌ها شود.

۵۱۵) آنزیم‌هایی که بیش از یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشد عمل اختصاصی دارند.

۵۱۶) از تجزیهٔ بیشتر آنزیم‌ها به‌طور کامل مواد دفعی نیتروژن‌دار به وجود می‌آید.

۵۱۷) آرسنیک برای جانوران برخلاف گیاهان سمی است.

۵۱۸) غلظت زیادی از آرسنیک در پیکر نوعی جاندار می‌تواند به‌صورت ایمن وجود داشته باشد.

۵۱۹) فرم تمامی آنزیم‌ها هنگام تولید و در پایان شرکت در واکنش مشابه است.

۵۲۰) شکل آنزیم و شکل پیش ماده ممکن است هیچ مطابقتی نداشته باشد.

۵۲۱) شکل هر آنزیم با شکل پیش ماده مطابقت دارد و مشابه یک‌دیگرند.

زیست شناسی
به سبک قانع