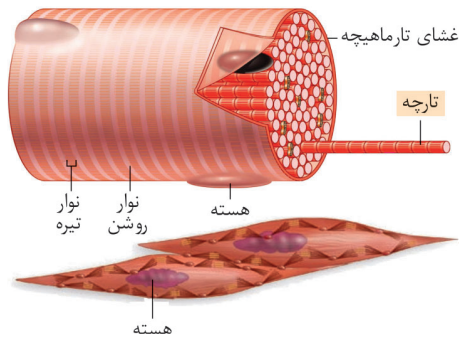


درسنامه ۱ ذخیره و انتقال اطلاعات زیسته

سلام! به اولین فصل کتاب میکرو دوازدهم فوش اومدین. باور تون همیشه اینقدر زود گذشت؟ انگار همین دو سال پیش بود که داشتین میکرو دهم رو می فوندرین!!! اما فُتب امسال ریگه سال آتوره و نتایج زما تون رو امسال فوا هیدریدر. ما هم تمام تلاشمون رو کردیم که کتاب امسال، فیلی بوتر از کتاب های قبلی باشه و ویژگی های جدیری هم به کتاب اضافه کنیم. یکی از کارهایی که کردیم، این هست که کلی مثال و نکات ترکیبی از کتاب های دهم و یازدهم آوریم تا با فوندرن مطالب همین کتاب، مطالب مرتبط در کتاب های دهم و یازدهم هم براتون مرور بشه. البته، در همی معقول که وقتتون رو الکی نگبره. فُتب اولین نمونش رو هم در اولین درسامه اولین فصل کتاب دوازدهم می بینین. آماده این شروع کنیم؟

چرا یاخته های بدن انسان، ویژگی های متفاوتی دارند؟



یاخته ماهیچه اسکلتی و صاف

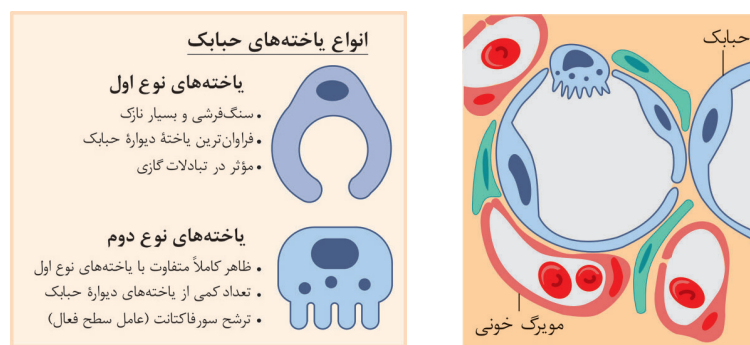
هر یک از یاخته های بدن ما، مجموعه ای از ویژگی ها را دارند که باعث تمایز آن ها از سایر یاخته های بدن می شود؛ مثلاً، یاخته های ما از نظر شکل، اندازه، توانایی ها و ... با یک دیگر تفاوت دارند.

آنچه گذشت [فصل ۱ دهم] نوع، از ویژگی های حیات است. یکی از هدف های اصلی زیست شناسان، مشاهده تنوع زیستی و در پی آن، یافتن ویژگی های مشترک گونه های مختلف است.

مثال ۱ یاخته های ماهیچه اسکلتی، استوانه ای شکل، مخطط و نسبتاً بزرگ هستند ولی یاخته های ماهیچه صاف، دوکی شکل و بدون ظاهر مخطط می باشند و اندازه نسبتاً کوچکی دارند. ماهیچه های اسکلتی، معمولاً در حرکت دادن استخوان ها نقش دارند و به طور ارادی منقبض می شوند. اما ماهیچه های صاف به صورت غیرارادی منقبض می شوند و در عملکرد اندام های داخلی بدن، مثل معده و روده، نقش دارند.

| نوع یاخته ماهیچه ای | ویژگی ظاهری | اندازه | توانایی |
|---------------------|-----------------------|-------------|--|
| یاخته ماهیچه اسکلتی | استوانه ای شکل و مخطط | نسبتاً بزرگ | انقباض ارادی و حرکت دادن استخوان ها |
| یاخته ماهیچه صاف | دوکی شکل و بدون خط | نسبتاً کوچک | انقباض غیرارادی و مؤثر در عملکرد اندام های داخلی |

مثال ۲ دیواره حبیبک از دو نوع یاخته ساخته شده است. نوع اول، سنگ فرشی است و فراوان تر می باشد. یاخته های نوع اول، در تبادلات گازی نقش دارند. اما یاخته های نوع دوم، با ظاهری کاملاً متفاوت، به تعداد خیلی کم تر دیده می شوند و ترشح عامل سطح فعال (سورفاکتانت) را برعهده دارند و با این کار، کشش سطحی مایع درون حبیبک را کاهش می دهند.



مثال ۳ گویچه های سفید خون، شکل، اندازه و توانایی های مختلفی دارند؛ مثلاً، لنفوسیت ها کوچک هستند، سیتوپلاسم بدون دانه دارند و در دفاع اختصاصی فعالیت می کنند. اما نوتروفیل ها، سیتوپلاسم دانه دار دارند، اندازه آن ها از لنفوسیت ها بزرگ تر است و در دفاع غیراختصاصی فعالیت می کنند. هم چنین، نوتروفیل ها، برخلاف لنفوسیت ها، توانایی فاگوسیتوز را دارند.

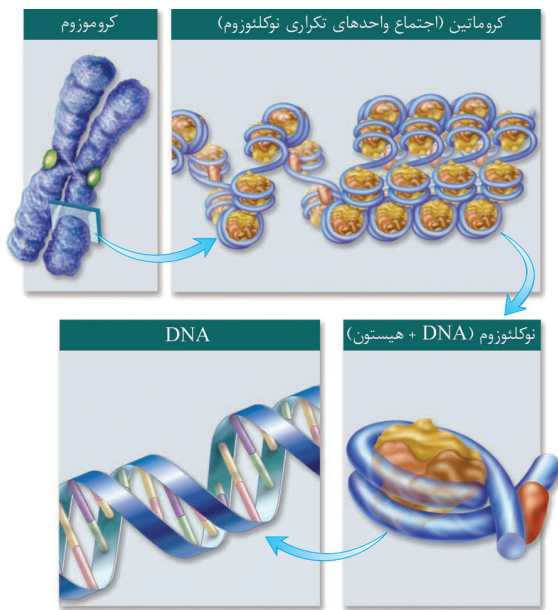
| نوع گویچه سفید | ویژگی ظاهری | اندازه | توانایی |
|----------------|---------------------|--------------------|--|
| لنفوسیت | سیتوپلاسم بدون دانه | نسبتاً کوچک | فعالیت اصلی در دفاع اختصاصی |
| نوتروفیل | سیتوپلاسم دانه دار | بزرگ تر از لنفوسیت | نیروی واکنش سریع؛ فعالیت در دفاع غیر اختصاصی و فاگوسیتوز |

این‌ها فقط تعدادی مثال بود تا متوجه بشیم که واقعاً ما انواع خیلی زیادی یافته در برنمون داریم. اما چه چیزی باعث میشه که ویژگی‌های یافته‌های بدن متفاوت باشه؟ برای این‌که بتونیم پاسخ این سؤال رو بریم، باید اول از همه برونیوم که منشأ ویژگی‌های یافته‌های بدن پی هست؟ چه چیزی تعیین می‌کنه که هر یافته‌ای، چه ویژگی‌هایی داشته باشه؟ بزارین اول برگردیم به زیست دهم؛

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۱ دهم] مولکول دنا (DNA)، که یکی از شباهت‌های جانداران مختلف را تشکیل می‌دهد، در همه جانداران وجود دارد و کار یکسانی انجام می‌دهد. اطلاعات لازم برای زندگی یاخته در مولکول‌های دنا ذخیره شده است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۱ دهم] امروزه با استفاده از دنا (DNA) ی افراد، هویت انسان‌ها را به آسانی شناسایی می‌کنند. هم‌چنین با خواندن اطلاعات مولکول‌های دنا ی افراد، از بیماری‌های ارثی‌ای خبردار می‌شوند که ممکن است در آینده به سراغ انسان بیاید.

ذخیره اطلاعات وراثتی: در یوکاریوت‌ها^۱ (مثل جانوران) اطلاعات و دستورالعمل‌های لازم برای هدایت یاخته، درون هسته قرار دارند. در واقع، DNA ی درون هسته، مولکولی است که به عنوان ذخیره‌کننده اطلاعات وراثتی در **همه جانداران** عمل می‌کند. ارائه دستورالعمل‌های متفاوت توسط DNA یاخته‌های



ساختار ماده وراثتی در هسته

مختلف^۲، سبب بروز ویژگی‌های متفاوتی در یاخته‌های بدن می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۶ یازدهم] در هسته یاخته، کروموزوم‌ها قرار دارند که در ساختار آن‌ها، DNA و پروتئین مشارکت می‌کنند.

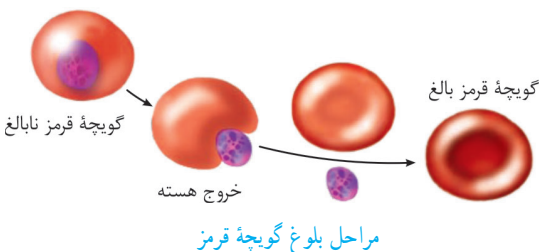
آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۶ یازدهم] زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشرده‌گی ماده وراثتی هسته، کم‌تر و به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم است که به آن، **کروماتین (فامینه)** می‌گویند. هر رشته کروماتین، از واحدهای تکراری به نام **نوکلئوزوم (هسته‌تن)** تشکیل می‌شود که در آن، مولکول DNA حدود ۲ دور اطراف ۸ مولکول پروتئینی به نام **هیستون** پیچیده است.

کننه ماده وراثتی هسته، در تمام مراحل زندگی یاخته، به جز تقسیم، به صورت کروماتین است.

کننه در همه یاخته‌های پیکری و هسته‌دار بدن، DNA‌های مشابه وجود دارند؛ برای مثال، نوع اطلاعات ژنتیکی موجود در DNA یاخته‌های پوششی کبد و اطلاعات ژنتیکی یاخته‌های عصبی یکسان است. پس چه چیزی باعث تفاوت این دو یافته می‌شه؟ فصل بعد بر می‌گیم؛ بیان ژن.

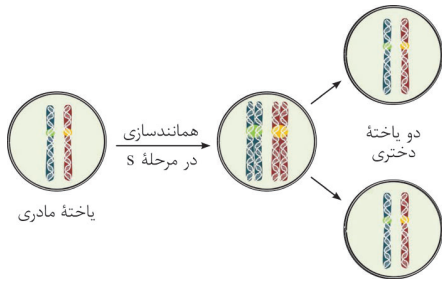
سؤال آیا در همه یاخته‌ها (به جز باکتری‌ها^۳)، دستورالعمل‌های هدایت‌کننده یاخته درون هسته قرار دارند؟

جواب منفی است؛ چون بعضی از یاخته‌های یوکاریوت فاقد هسته هستند، مثل یاخته‌های خونی قرمز بالغ و یاخته‌های آوند آبکشی. حال سؤال دیگری که به وجود می‌آید این است که اطلاعات لازم برای زندگی این یاخته‌ها در کجا قرار دارد؟ در واقع، این یاخته‌ها نیز در ابتدا هسته‌دار بوده‌اند و با کمک اطلاعات موجود در کروموزوم‌های هسته، ویژگی‌های مورد نیاز خود را کسب کرده‌اند و در نهایت، طی مراحل بلوغ، هسته خود را نیز از دست داده‌اند. همین از دست دادن هسته نیز در راستای انجام بهتر وظایف این یاخته‌ها بوده است.



مثال از تقسیم یاخته‌های بنیادی میلوئیدی در مغز قرمز استخوان، گویچه‌های قرمز نابالغ به وجود می‌آیند که هسته‌دار هستند. با کمک اطلاعات درون هسته، هموگلوبین، انیدراز کربنیک، آنتی‌ژن‌های گروه خونی ABO و Rh و سایر مولکول‌های مورد نیاز گویچه‌های قرمز تولید می‌شود و گویچه قرمز، شکل خاص خود را نیز پیدا می‌کند. در نهایت، با خروج هسته از گویچه قرمز نابالغ، **گویچه قرمز بالغ به وجود می‌آید.**

۱- پروکاریوت‌ها شامل همه باکتری‌ها هستند. جانداران دیگر شامل جانوران، گیاهان، قارچ‌ها و آغازیان، یوکاریوت هستند.
 ۲- البته در آینده متوجه می‌شویم که تفاوت در دستورالعمل‌ها، به دلیل تفاوت در نوع اطلاعات در یاخته‌های مختلف نیست؛ بلکه، تفاوت در نحوه بیان ژن‌ها وجود دارد؛ در واقع، تفاوت در نوع ژن‌های استفاده شده در هر یاخته است.
 ۳- باکتری‌ها، جانداران پروکاریوت هستند و برخلاف یوکاریوت‌ها (آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران)، هسته ندارند. کروموزوم اصلی باکتری‌ها، درون سیتوپلاسم آن‌ها قرار دارد و به غشا متصل می‌باشد. بعداً بیشتر راجع به پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها صحبت می‌کنیم.



انتقال اطلاعات وراثتی در تقسیم میتوز

انتقال اطلاعات وراثتی: اطلاعات وراثتی می‌توانند از یاخته‌ای به یاخته دیگر و از نسلی به نسل دیگر منتقل شوند. در تقسیم یاخته‌ای (مثل میتوز)، اطلاعات وراثتی از یاخته مادری به یاخته‌های دختری منتقل می‌شود. در فرایند تولیدمثل نیز اطلاعات وراثتی از یک نسل (مثلاً پدر و مادر) به نسل دیگر (فرزندان) منتقل می‌شود.

آنچه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۶ یازدهم] در تقسیم میتوز (رشته‌مان)، ماده ژنتیک که در مرحله S همانندسازی شده بود، تقسیم می‌شود و به یاخته‌های جدید می‌رسد.

آنچه خواهیم خواند [ورودی فصل ۳ دوازدهم] در تولیدمثل جنسی، ارتباط بین نسل‌ها را گامت‌ها برقرار می‌کنند و ویژگی‌های هر یک از والدین توسط دستورالعمل‌هایی که در DNA موجود در گامت‌ها قرار دارد، به نسل بعد منتقل می‌شود.

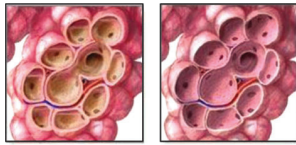
اما به سؤال دیگر، در سافت‌اکروموزوم، هم DNA وپور داره و هم پروتئین. دانشمندان از کجا فهمیدن که اطلاعات وراثتی در DNA ذخیره می‌شوند نه پروتئین؟ چرا پروتئین رو به عنوان ذخیره‌کننده اطلاعات وراثتی در نظر نمی‌گیریم؟ این پیچی هست که در درسامه بعدی بهش می‌پردازیم.

درسامه ۲ کشف ماده وراثتی (۱): آزمایش‌های اولیه توسط گریفیت

سال‌ها بود که DNA کشف شده بود^۱ اما هنوز کسی نمی‌دانست که کارش چی هست. علاوه بر این، برای دانشمندان این سؤال پیش اومده بود که کروموزوم یکی از مولکول‌های زیستی درون سلول، ماده وراثتی هستند؟ کربوهیدرات، لیپید، پروتئین یا نوکلئیک‌اسید؟ شروع رسیدن به پاسخ این سؤال، با آزمایشی انجام شد که ارتباطی به ژنتیک هم نداشت؛ توسط دانشمندی به نام فردریک گریفیت.

نکته اطلاعات اولیه در مورد ماهیت ماده وراثتی، از کارهای باکتری‌شناسی به نام گریفیت به دست آمد. باکتری‌شناس بود اما راجع به بیماری ویروسی تحقیق می‌کرد، دنبال واکسن آنفلوآنزا بود اما کارش با عامل بیماری سینه‌پهلو بود آفرش هم کشفش هیچ ربطی به ژنتیک نداشت.

پژوهش‌های گریفیت بر روی استرپتوکوکوس نومونیا



حبابک‌های سالم / حبابک‌ها در ذات‌الریه

گریفیت یک باکتری‌شناس بود که سعی داشت واکسنی علیه آنفلوآنزا^۲ تولید کند. از قضا، اون زمان فکر می‌کردن که عامل بیماری آنفلوآنزا، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا^۳ است. آگه این اشتباه نبود، شاید هنوزم کشف نشده بود که DNA ماده وراثتی هست! استرپتوکوکوس نومونیا، عامل بیماری سینه‌پهلو^۴ است. هند تا نکته تنفسی:

آنچه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۳ دهم] بخش مبادله‌ای دستگاه تنفسی، با حضور اجزای کوچکی به نام حبابک مشخص می‌شود. حبابک‌ها محلی هستند که تبادل گازهای تنفسی بین خون و هوای دمی انجام می‌شود.

آنچه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۵ یازدهم] آنفلوآنزای پرندگان را ویروسی پدید می‌آورد که می‌تواند سایر گونه‌ها، از جمله انسان را نیز آلوده کند. این ویروس، به شش‌ها حمله می‌کند و سبب می‌شود دستگاه ایمنی بیش از حد معمول فعالیت کند که به تولید انبوه و بیش از اندازه لنفوسیت‌های T می‌انجامد. حمله لنفوسیت‌های T به یاخته‌های شش‌ها و ایجاد آسیب بافتی، می‌تواند نهایتاً منجر به مرگ شود.

آنچه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۵ یازدهم] واکسن، میکروب ضعیف‌شده، کشته‌شده، آنتی‌ژن میکروب یا سم خنثی‌شده آن است که با وارد کردن آن به بدن، یاخته‌های خاطره پدید می‌آید. به همین علت، ایمنی حاصل از واکسن را ایمنی فعال می‌نامند.

نکته هم در آنفلوآنزا و هم در سینه‌پهلو، بافت‌های شش آسیب می‌بینند. هر وقت اسم آسیب بافتی میار، یار چی میفتین؟ التهاب!

آنچه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۵ یازدهم] التهاب، پاسخی موضعی است که به دنبال آسیب بافتی بروز می‌کند. این پاسخ به از بین بردن میکروب‌ها، جلوگیری از انتشار میکروب‌ها و تسریع بهبودی می‌انجامد.

به بخش ۱۰۰ افتخاری؛ به بهونه اشاره به بیماری آنفلوآنزا، که نوعی بیماری ویروسی هست، می‌فوییم کل پیازایی که درباره ویروس‌ها می‌دونیم رو بررسی کنیم.^۵

۱- دانشمندی به نام فردریک میشر، DNA را کشف کرد. او توانست DNA را از هسته یاخته‌های بدن انسان و اسپرم ماهی استخراج کند. میشر، این ماده را نوکلئیک‌اسید به معنای اسید هسته‌ای نامید؛ چون از هسته (Nucleus) استخراج شده بود و خاصیت اسیدی ضعیفی داشت.

۲- Influenza: آنفلوآنزا، نوعی بیماری ویروسی است که توسط ویروس آنفلوآنزا (Influenza Virus) ایجاد می‌شود.

۳- Streptococcus pneumoniae: باکتری‌هایی با شکل ظاهری کروی هستند که پشت سر یکدیگر قرار می‌گیرند و ساختاری رشته‌ای را ایجاد می‌کنند.

۴- Pneumonia: ذات‌الریه؛ نوعی بیماری مربوط به شش‌ها است که در یک یا هر دو شش رخ می‌دهد. این بیماری، همراه با التهاب حبابک‌هاست. در نتیجه التهاب حبابک‌ها و تجمع چرک در آن‌ها، تنفس دشوار می‌شود. سینه‌پهلو می‌تواند توسط ویروس‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها ایجاد شود، ولی نوعی باکتریایی شایع‌ترین نوع است.

۵- دقت داشته باشید که مطالعه کادرهای «همه چیز درباره»، «مقایسه» و «جمع‌بندی»، برای فهم مطالب مطرح شده در هر فصل لازم نیست و این کادرها، بیشتر با هدف مرور سریع در جمع‌بندی کلی مطالب قبل از آزمون‌های آزمایشی و کنکور تهیه شده‌اند. لطفاً برای توضیحات بیشتر، حتماً به «راهنمای مطالعه کتاب» در صفحات ابتدایی مراجعه کنید.

همه چیز درباره

ویروس‌ها

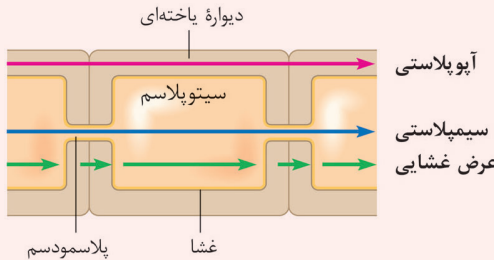
مثال ویروس آنفلوآنزای پرندگان، ویروس آنفلوآنزا، ویروس نقص ایمنی انسان (HIV)

۱- **عدم وجود حیات در ویروس‌ها [گفتار ۱ - فصل ۱ دهم] ویروس‌ها**، ویژگی مشترک حیات را ندارند و بنابراین، زنده محسوب نمی‌شوند.

۲- **بیماری‌زایی ویروس‌ها در گیاهان [گفتار ۱ - فصل ۱ دهم]** برای بهبود مقاومت گیاهان به بیماری‌های گیاهی **ویروسی**، باکتریایی و قارچی و نیز برای رویارویی با حشرات آفت، از مهندسی ژنتیک استفاده می‌شود.

۳- **انتقال ویروس‌ها در گیاهان [گفتار ۳ - فصل ۷ دهم]** آب و بسیاری از مواد محلول می‌توانند از فضای پلاسمودسم به یاخته‌های دیگر منتقل شوند (مسیر سیمپلاستی).

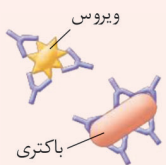
منافذ پلاسمودسم آن‌قدر بزرگ است که پروتئین‌ها، نوکلئیک‌اسیدها و حتی **ویروس‌های** گیاهی از آن عبور می‌کنند.



۴- **یاخته‌های کشنده طبیعی و ویروس‌ها [گفتار ۲ - فصل ۵ یازدهم]** یاخته‌های کشنده طبیعی، لنفوسیت‌هایی هستند که در دفاع غیراختصاصی فعالیت می‌کنند و یاخته‌های سرطانی و آلوده به **ویروس** را نابود می‌کنند. این کار، با ترشح پرفورین و آنزیم الفاکننده «مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای» صورت می‌گیرد.



۵- **اینترفرون نوع I و ویروس [گفتار ۲ - فصل ۵ یازدهم]** اینترفرون نوع I، از یاخته‌های آلوده به **ویروس** ترشح می‌شود و علاوه بر یاخته آلوده، بر یاخته‌های سالم مجاور هم اثر می‌کند و آن‌ها را در برابر **ویروس** مقاوم می‌کند.



۶- **خنثی‌سازی ویروس توسط پادتن [گفتار ۳ - فصل ۵ یازدهم]** پادتن می‌تواند به آنتی‌ژن‌های سطح **ویروس** متصل شود و اقدام به خنثی‌سازی **ویروس** کند. **ویروس** خنثی‌شده، توسط بیگانه‌خوارها بلعیده و هضم می‌شود.

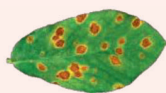
تکته خنثی‌سازی ویروس توسط پادتن، میزان فاگوسیتوز آن را افزایش می‌دهد.

۷- **لنفوسیت T و ویروس‌ها [گفتار ۳ - فصل ۵ یازدهم]** لنفوسیت T، یاخته‌های خودی را که تغییر کرده‌اند، مثلاً سرطانی یا آلوده به **ویروس** شده‌اند، نابود می‌کند. این کار، با ترشح پرفورین و آنزیم الفاکننده «مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای» صورت می‌گیرد.

۸- **نقص ایمنی اکتسابی (ایدز) [گفتار ۳ - فصل ۵ یازدهم]** ایدز، نوعی بیماری **ویروسی** است که توسط **ویروس** HIV ایجاد می‌شود. علت بیماری ایدز، حمله **ویروس** به لنفوسیت‌های T کم‌کننده و از پای درآوردن آن‌هاست. از بین رفتن این نوع از لنفوسیت‌ها، به تضعیف کل دستگاه ایمنی، حتی لنفوسیت‌های B می‌انجامد. **ویروس** HIV می‌تواند بین ۶ ماه تا ۱۵ سال نهمفته باقی بماند و بیماری ایجاد نکند. HIV بسیار ریز است.

۹- **سرطان‌زایی ویروس‌ها [گفتار ۲ - فصل ۶ یازدهم]** عوامل محیطی در بروز سرطان مؤثر هستند. پرتوها و مواد شیمیایی سرطانی، آلاینده‌های محیطی و دود خودروها، مواد غذایی دودی‌شده مثل گوشت و ماهی دودی، بعضی **ویروس‌ها**، قرص ضدبارداری، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات از عوامل مهم سرطان‌زایی هستند.

۱۰- **آلودگی یاخته گیاهی توسط ویروس [گفتار ۲ - فصل ۹ یازدهم]** **ویروس** بیماری‌زا در گیاه فرایندهایی را به راه می‌اندازد که نتیجه آن، مرگ یاخته‌های آلوده و قطع ارتباط آن‌ها با بافت‌های سالم است. در نتیجه، **ویروس** نمی‌تواند در بافت‌های سالم گیاه تکثیر یابد و گیاه فرصت پیدا می‌کند تا با سازوکارهای دیگری، مانند تولید ترکیبات **ضدویروس**، با آن مقابله کند.



۱۱- تولید اینترفرون با زیست فناوری [گفتار ۲ - فصل ۷ دوازدهم] به کمک فرایند مهندسی پروتئین، توالی آمینواسیدهای اینترفرون تولیدشده در مهندسی ژنتیک را طوری تغییر می‌دهند که یکی از آمینواسیدهای آن با آمینواسید دیگری جایگزین می‌شود. این تغییر، فعالیت ضد **ویروس** اینترفرون ساخته‌شده را به اندازه پروتئین طبیعی افزایش داده و هم‌چنین آن را پایدارتر می‌کند.

۱۲- تولید واکسن در مهندسی ژنتیک [گفتار ۳ - فصل ۷ دوازدهم] در روش‌های قبلی تولید واکسن، احتمال بروز بیماری در اثر مصرف واکسن وجود دارد. واکسن‌های تولیدشده با روش مهندسی ژنتیک، چنین خطری ندارند. در این روش، ژن مربوط به آنتی‌ژن سطحی عامل بیماری را به یک باکتری یا **ویروس** غیربیماری منتقل می‌شود. تاکنون با این روش واکسن نوترکیب ضد هپاتیت B تولید و به بهره‌برداری رسیده است. **نکته** بعضی از ویروس‌ها بیماری‌زا نیستند و می‌توان از آن‌ها در مهندسی ژنتیک استفاده کرد.

۱۳- ژن‌درمانی با کمک ویروس‌ها [گفتار ۳ - فصل ۷ دوازدهم] برای ژن‌درمانی، می‌توان **ویروس‌ها** را در آزمایشگاه طوری تغییر داد که نتوانند تکثیر شوند و سپس ژن را درون ویروس جاسازی کرد. **ویروس** تغییر یافته می‌تواند با یاخته بیمار ترکیب شود و باعث تغییر یاخته‌های بیمار از لحاظ ژنتیکی شود. بدین ترتیب، یاخته‌های تغییر یافته ژنتیکی می‌توانند در بدن فرد بیماری، پروتئین یا هورمون مورد نظر را تولید کنند.

۱۴- تشخیص بیماری ایدز [گفتار ۳ - فصل ۷ دوازدهم] برای تشخیص ایدز در مراحل اولیه، DNA موجود در خون فرد مشکوک را استخراج می‌کنند. DNA استخراج شده شامل DNA یاخته‌های بدن خود فرد و احتمالاً DNA **ویروس** است. سپس با استفاده از روش‌های زیست‌فناوری DNA **ویروس** تشخیص داده می‌شود. تشخیص زود هنگام آلودگی با **ویروس** ایدز اهمیت زیادی دارد؛ زیرا، باعث می‌شود که بدون اتلاف وقت اقدامات درمانی لازم و اقدامات کنترلی برای جلوگیری از انتقال **ویروس** به سایر افراد صورت گیرد.

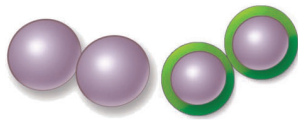
ویژگی‌ها و انواع باکتری استرپتوکوکوس نومونیا

گفتیم که باکتری استرپتوکوکوس نومونیا، عامل بیماری سینه‌پهلو است. اما باید بدانیم که این باکتری، دو نوع مختلف دارد که فقط یکی از آن‌ها بیماری‌زاست:

۱- نوع کپسول‌دار: بیماری‌زاست و در موش [و انسان]، سینه‌پهلو ایجاد می‌کند.

۲- نوع بدون کپسول: غیربیماری‌زاست و نمی‌تواند بیماری سینه‌پهلو را ایجاد کند.

نکته می‌توان گفت که عامل بیماری ذات‌الریه، نوع کپسول‌دار باکتری استرپتوکوکوس نومونیا است و نوع بدون کپسول، توانایی بیماری‌زایی ندارد.



نوع بدون کپسول غیربیماری‌زا
نوع کپسول‌دار بیماری‌زا

مقایسه

نوع کپسول‌دار و بدون کپسول استرپتوکوکوس نومونیا

| نوع باکتری | غشا، سیتوپلاسم و DNA | کپسول | توانایی بیماری‌زایی | نتیجه تزریق به موش |
|------------|----------------------|-------|---------------------|-----------------------------|
| کپسول‌دار | دارد | دارد | دارد ← سینه‌پهلو | ایجاد بیماری ← موش مرده |
| بدون کپسول | دارد | ندارد | ندارد | عدم ایجاد بیماری ← موش زنده |

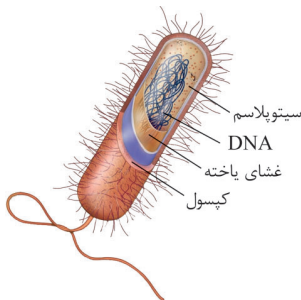
بیشتر نخوانید



سؤال منظور از کپسول در باکتری چیست؟

در کتاب درسی، اشاره به کپسول باکتری‌ها شده اما تعریفی از کپسول ارائه نشده. بنابراین، مسلماً نمی‌دونیم کپسول چیست. فُلب از اونهایی که در کتاب درسی توضیحی راجع به کپسول داده نشده، توضیحی هم که ما این‌جا می‌دیم، فقط برای اطلاع بیشتر فودتون هست. آگه فواستین، نفونینش.

در اطراف یک سلول باکتری، ممکن است دیواره یاخته‌ای و کپسول وجود داشته باشد. در واقع، کپسول نوعی پوشش پلی‌ساکاریدی است که باکتری را احاطه می‌کند. کار کپسول، حفاظت از باکتری (مثلاً در برابر دستگاه ایمنی) و هم‌چنین چسبیدن به سطوح مختلف (مثل سطح یاخته‌های بدن) است. ویژگی حفاظتی کپسول باعث می‌شود که نوع کپسول‌دار باکتری استرپتوکوکوس نومونیا، بتواند از خود در برابر دستگاه ایمنی حفاظت و ایجاد بیماری کند. اما نوع بدون کپسول، توسط دستگاه ایمنی از بین می‌رود و در نتیجه، نوع بدون کپسول نمی‌تواند بیماری‌زایی کند.



□ مراحل آزمایش‌های گریدیت

گریدیت، آزمایش‌های فود را در چهار مرحله انجام داد. در ادامه، هر یک از مراحل آزمایش‌های گریدیت را به‌طور کامل بررسی می‌کنیم.

۱- تزریق باکتری‌های کپسول‌دار زنده

وضعیت موش‌ها: موش‌ها بیمار شدند و مردند.

یافته‌های نمونه خون محیطی: باکتری‌های کپسول‌دار زنده

در اولین آزمایش، گریدیت باکتری‌های کپسول‌دار را به خون موش تزریق کرد. پس از مدتی، علائم بیماری در موش‌ها بروز پیدا کرد و موش‌ها مردند.

نتیجه باکتری‌های کپسول‌دار زنده، می‌توانند باعث ایجاد بیماری شوند.

نکته باکتری‌های تزریق‌شده به خون موش‌ها، می‌توانند خود را به شش‌ها برسانند و در شش، بیماری‌زایی کنند.

نکته علاوه بر گازهای تنفسی، کربن مونواکسید و نیکوتین (در سیگار)، باکتری استریبتوکوکوس نومونیا نیز می‌تواند از دیواره مویرگ‌های خونی عبور کند.

۲- تزریق باکتری‌های بدون کپسول زنده

وضعیت موش‌ها: موش‌ها بیمار نشدند و زنده ماندند.

یافته‌های نمونه خون محیطی: باکتری‌های بدون کپسول

در آزمایش دوم، گریدیت باکتری‌های بدون کپسول زنده را به موش تزریق کرد. او مشاهده کرد که موش‌ها بیمار نشدند و زنده ماندند. بنابراین، نتیجه گرفت که باکتری‌های بدون کپسول نمی‌توانند بیماری‌زایی کنند.

نتیجه باکتری‌های بدون کپسول زنده، نمی‌توانند باعث ایجاد بیماری شوند.

وقتی گریدیت دید که فقط باکتری‌های کپسول‌دار باعث بیماری می‌شوند و باکتری‌های بدون کپسول توانایی بیماری‌زایی ندارند، با فودش فکر کرد که این دو باکتری چه تفاوتی دارند؟ فود اولین چیزی که به ذهنش رسید کپسول بود. به همین خاطر، در آزمایش سوم بررسی کرد که آیا فود کپسول به تنهایی می‌تونه باعث ایجاد بیماری در موش بشه؟

۳- تزریق باکتری‌های کپسول‌دار کشته‌شده با گرما

وضعیت موش‌ها: موش‌ها بیمار نشدند و زنده ماندند.

یافته‌های نمونه خون محیطی: باکتری‌های کپسول‌دار کشته‌شده

در سومین آزمایش، گریدیت باکتری‌های کپسول‌دار را با گرما کشت و سپس، باکتری‌های کشته‌شده را به موش تزریق کرد. در باکتری کشته‌شده، کپسول باقی می‌ماند ولی فود باکتری (یعنی اجزای دیگر سلول باکتری مثل غشا و سیتوپلاسم) آسیب می‌بیند. فود تا اگر فقط کپسول عامل بیماری باشد، در این آزمایش هم باید موش‌ها توسط کپسول بیمار شوند و بمیرند. اما نتیجه چیز دیگری بود! موش‌ها بیمار نشدند و زنده باقی ماندند.

نتیجه کپسول به تنهایی عامل بیماری‌زایی نیست و باکتری کپسول‌دار کشته‌شده، نمی‌تواند باعث ایجاد بیماری شود.

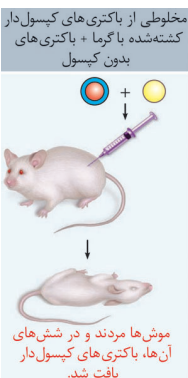
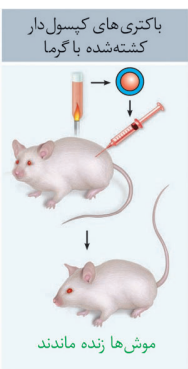
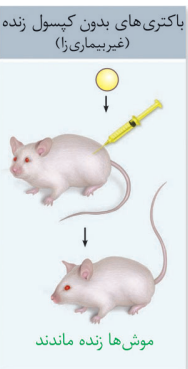
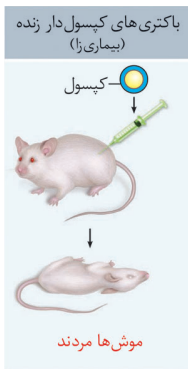
نکته همان‌طور که در شکل کتاب درسی مشخص است، تحت تأثیر گرما، ساختار کپسول باکتری آسیب نمی‌بیند اما اجزای درونی باکتری آسیب می‌بینند و خود باکتری می‌میرد.

۴- تزریق مخلوطی از باکتری‌های کپسول‌دار کشته‌شده با گرما + باکتری‌های بدون کپسول زنده

وضعیت موش‌ها: موش‌ها بیمار شدند و مردند.

یافته‌های نمونه خون محیطی: باکتری‌های کپسول‌دار کشته‌شده، باکتری‌های بدون کپسول، تعداد زیادی باکتری کپسول‌دار زنده این آزمایش فیدی مالبه! گریدیت اوامر باکتری‌های کپسول‌دار کشته‌شده و باکتری‌های بدون کپسول زنده رو به موش تزریق کرد. فود در آزمایش (۲) و (۳)، دیدیم که این دو تا، هیچ‌کروم به تنهایی نمی‌تونن بیماری‌زایی کنن. گریدیت هم انتظار داشت که موش‌ها سالم بمونن و بیمار نشن اما نتیجه آزمایش چیز دیگری بود. موش‌ها در فانی رو دروغ گفتن! اما چرا؟ وقتی گریدیت شش‌های موش‌های مرده را بررسی کرد، مقدار زیادی باکتری کپسول‌دار زنده مشاهده کرد. ایل! پی شد؟ باکتری‌ها زنده شدن؟ نه، مسلماً باکتری‌های مرده زنده نشدن. به اتفاق دیگر افتاره. پی؟ باکتری‌های بدون کپسول زنده، تغییر کردند و به باکتری‌های کپسول‌دار تبدیل شدند. در نتیجه، توانایی بیماری‌زایی را کسب کردند و توانستند باعث مرگ موش شوند. این هنوز تموم نشده‌ها! یکم جلوتر، دوباره می‌ایم سراغ بررسی دقیق‌تر این آزمایش.

نتیجه باکتری‌های بدون کپسول تغییر کرده و کپسول‌دار شده‌اند و سپس، توانسته‌اند بیماری‌زایی کنند.



□ بررسی دقیق‌تر نتیجه آزمایش گریفیت

وقتی که باکتری‌های کپسول‌دار با گرما کشته می‌شوند، محتویات درون آن‌ها، شامل مولکول‌های درون آن‌ها (مثل DNA و پروتئین)، آزاد می‌شوند. باکتری‌های بدون کپسول زنده که در مجاورت این مواد قرار می‌گیرند، می‌توانند مادهٔ وراثتی باکتری کشته‌شده را دریافت کنند و با استفاده از اطلاعات موجود در آن، آنزیم‌های لازم برای ساخت کپسول را تولید کنند.

بنابراین، در آزمایش گریفیت مشخص شد که مادهٔ وراثتی می‌تواند بین سلول‌ها منتقل شود؛ باکتری بدون کپسول زنده، مادهٔ وراثتی باکتری کپسول‌دار کشته‌شده را دریافت می‌کند و با کمک اطلاعات موجود در آن، می‌تواند کپسول^۱ تولید کند. اما در آزمایش‌های گریفیت، مشخص نشد که ماهیت مادهٔ وراثتی چیست و چگونه انتقال پیدا می‌کند. در واقع چیزی که معلوم شد این بود که اون ماده‌ای که باعث میشه باکتری بدون کپسول بتونه کپسول بسازه، همون مادهٔ وراثتی باکتری کپسول‌دار کشته‌شده هست. اما معلوم نشد که این مادهٔ وراثتی، کروم^۲ یکی از مولکول‌های درون باکتری هست؛ یعنی هنوز دانشمندان نفهمیده بودن که کروم^۳ یکی از مولکول‌های DNA، پروتئین، لیپید و یا کربوهیدرات، مادهٔ وراثتی هست و اینم نفهمیدن که په پوری می‌تونه انتقال پیدا کنه. اما اینو فهمیدن که هر کروم^۴ که هست، همون عاملیه که باعث تغییر باکتری بدون کپسول به باکتری کپسول‌دار میشه.

نکته هر باخته‌ای که می‌تواند تقسیم شود، اطلاعات وراثتی را به باخته‌های دختری حاصل از تقسیم منتقل می‌کند. اما، باکتری‌ها می‌توانند اطلاعات وراثتی را از محیط اطراف خود نیز دریافت کنند.^۵

اما هنر تا نکته دربارۀ انتقال ژن. فصل (۷) بیشتر راجع به انتقال ژن صحبت می‌کنیم.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۱ دهم] زیست‌شناسان می‌توانند ژن‌های یک جاندار را به بدن جانداران دیگر وارد کنند، به گونه‌ای که ژن‌های منتقل شده بتوانند اثرهای خود را ظاهر کنند. این روش، که باعث انتقال صفت یا صفاتی از یک جاندار به جانداران دیگر می‌شود، مهندسی ژن‌شناسی (ژنتیک) نام دارد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۱ دهم] جاندارانی که ژن‌های افراد گونه‌های دیگر را در خود دارند، جانداران تراژن نامیده می‌شوند. دقت داشته باشید که در آزمایش گریفیت، باکتری‌های بدون کپسولی که کپسول‌دار شدند، تراژن محسوب نمی‌شوند؛ زیرا، هر دو نوع باکتری‌های استرپتوکوکوس نومونیا، مربوط به یک گونه هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۱ دهم] امروزه می‌توان ژن‌های دلخواه را شناسایی و از گیاهان خودرو استخراج، و با فنون مهندسی ژن‌شناسی به دِنای (DNA) گیاهان زراعی منتقل کرد. می‌توان به این طریق، بسیاری از سازوکارهای مولکولی مربوط به سرعت رشد، کیفیت و کمیت محصول را به شکل دلخواه تغییر داد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۷ دهم] امروزه تلاش‌های زیادی برای انتقال ژن‌های مؤثر در تثبیت نیتروژن به گیاهان در جریان است تا بدون نیاز به باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن خاک، نیتروژن موردنیاز در اختیار گیاه قرار گیرد.

بقیهٔ نکات ترکیبی انتقال ژن بگونه برای فصل (۷).

جمع‌بندی

خلاصهٔ مراحل آزمایش گریفیت

| محتویات تزریق شده | نتیجه | انتقال صفت | یافته‌های نمونه خون | نتیجه |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------------------|--|---|
| کپسول‌دار زنده | مرگ موش‌ها | — | باکتری‌های کپسول‌دار زنده | باکتری کپسول‌دار |
| بدون کپسول زنده | زنده ماندن موش‌ها | — | باکتری‌های بدون کپسول | بیماری‌زاست |
| کپسول‌دار کشته‌شده | — | — | باکتری‌های کپسول‌دار کشته‌شده | کپسول به‌تنهایی عامل بیماری نیست |
| کپسول‌دار کشته‌شده + بدون کپسول زنده | مرگ موش‌ها | تولید کپسول و تغییر شکل باکتری | باکتری‌های کپسول‌دار کشته‌شده + باکتری‌های بدون کپسول زنده + باکتری‌های کپسول‌دار زنده | باکتری‌های بدون کپسول تغییر کردند + انتقال صفات به باخته‌ها |

۱- در DNA، اطلاعات لازم برای ساخت RNA و پروتئین وجود دارد. در واقع، هیچ‌یک از ژن‌های DNA، مربوط به تولید کربوهیدرات‌ها و لیپیدها نیستند. تولید کربوهیدرات‌ها و لیپیدها توسط آنزیم‌های پروتئینی تولیدشده با استفاده از اطلاعات DNA صورت می‌گیرد.

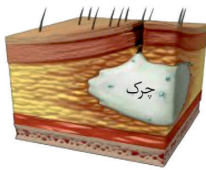
۲- به پدیده‌ای که طی آن باکتری مواد ژنتیکی را از محیط خارج دریافت و در ساختار ظاهری خود تغییر ایجاد می‌کند، ترانسفورماسیون می‌گویند.

در بیماری سینه‌پهلو، چه اتفاقی می‌افتد؟

تا این‌جا، کل آزمایشات‌گرفیفت رو توضیح دادیم. حالا می‌فوییم به نگاه دقیق‌تر و ترکیبی به بیماری سینه‌پهلو داشته باشیم. میشه گفت این قسمت بیشتر مروری بر مبحث التهاب کتاب یازدهم، در سینه‌پهلو، باکتری استرپتوکوکوس نومونیا کیسول‌دار، به شش‌ها حمله می‌کند و باعث آسیب بافتی در شش‌ها می‌شود. فب، نتیجه هر نوع آسیب بافتی پی پور؟ بروز التهاب!

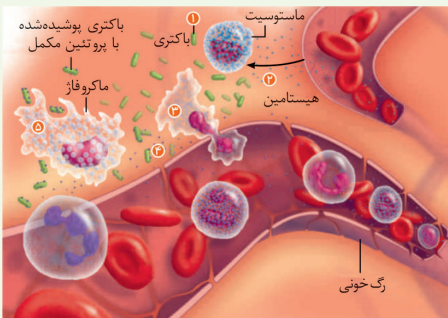
آنچه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۵ یازدهم] التهاب، پاسخی موضعی است که به دنبال آسیب بافتی بروز می‌کند. این پاسخ، به از بین بردن میکروب‌ها، جلوگیری از انتشار میکروب‌ها و تسریع بهبودی می‌انجامد. اما بعضی وقتا، همین التهاب در سرسازها!

در واقع، حمله باکتری کیسول‌دار به شش‌ها باعث می‌شود که در شش‌ها التهاب رخ دهد. در اثر التهاب، چرک تولید می‌شود و این مایع چرکی، در شش‌ها تجمع می‌یابد. در نهایت، آسیب بافتی شش‌ها و تجمع چرک درون حبابک‌ها، سبب اختلال در تنفس می‌شود که می‌تواند منجر به مرگ شود. حالا راستی، چرک پی پور؟



آنچه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۵ یازدهم] چرک مایعی سفید یا زرد رنگ است که در اثر عفونت‌های باکتریایی ظاهر می‌شود. چرک شامل یاخته‌های مرده و اجزای یاخته‌ای، میکروب‌های کشته‌شده و نوتروفیل‌ها و هم‌چنین، مواد ترشح‌شده توسط یاخته است. البته این‌که در سینه‌پهلو چرک تولید می‌شه، یکم سفته از کتاب درسی برداشته بشه، اما بر نیست بروئین.

مراحل التهاب: نمونه‌ای از پاسخ التهابی هنگام ورود باکتری به بدن



- ۱- باکتری به بدن وارد می‌شود.
- ۲- محتویات ریزکیسه‌های درون ماستوسیت‌ها، با برون‌رانی آزاد می‌شوند. هیستامین (نقاط آبی) آزادشده، باعث گشادای رگ‌ها و افزایش جریان خون و در نتیجه، تورم، قرمزی و گرمی می‌شود.
- ۳- پیک‌های شیمیایی ترشح شده توسط دیواره مویرگ‌ها و فاگوسیت‌ها (مثل ماستوسیت‌ها)، گویچه‌های سفید خون را به موضع آسیب فرا می‌خوانند. در پی گشادتر شدن رگ‌ها، منافذ آن‌ها بزرگ‌تر شده است و نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها، با دیپداز از رگ خونی خارج می‌شوند.
- ۴- در پی نفوذ باکتری‌ها به بدن، پروتئین‌های مکمل (نقاط بنفش)، فعال می‌شوند. پروتئین‌های مکمل فعال، به باکتری‌ها متصل می‌شوند.
- ۵- فاگوسیت‌هایی که در بافت حضور دارند، علاوه بر تولید پیک‌های شیمیایی، باکتری‌ها را با فاگوسیتوز از بین می‌برند.

آنچه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۳ دهم] در حبابک‌های شش‌ها، مخاط مزک‌دار وجود ندارد. در حبابک‌ها، گروهی از یاخته‌های دستگاه ایمنی به نام درشت‌خوار (ماکروفاژها) مستقر شده‌اند. این یاخته‌ها حرکت می‌کنند و باکتری‌ها و مواد دیگر را با فاگوسیتوز نابود می‌کنند. البته استرپتوکوکوس نومونیا کیسول‌دار از دستشون فرار می‌کنه.

نکته به علت آسیب شش‌ها در سینه‌پهلو، ظرفیت تنفسی کاهش می‌یابد و اکسیژن‌رسانی بافت‌ها نیز با مشکل مواجه می‌شود. لذا، فعالیت‌های وابسته به اکسیژن مثل تنفس یاخته‌های مختل می‌شود. مثلاً، در ماهیچه‌ها تخمیر لاکتیکی رخ می‌دهد.

درس‌نامه ۳ کشف ماده وراثتی (۲): اثبات DNA به عنوان ماده وراثتی

تا سال‌ها پس از گریفیت، هنوز مشفص نشده بود که ماده وراثتی پی هست. تا این‌که دانشمندی پیدا شد به نام ایوری. ایوری و همکارش، به سری آزمایش انجام دادن تا بفهمن ماده وراثتی پیه. اما هر آزمایشی که انجام می‌دادن، یکی پیدا می‌شد که ایراد بگیره. ایوری هم این‌قدر آزمایش انجام داد تا بالاخره بر همگنان! اثبات شد که DNA همون ماده وراثتی است.

آزمایش اول ایوری؛ پروتئین‌ها نقشه ندارند!

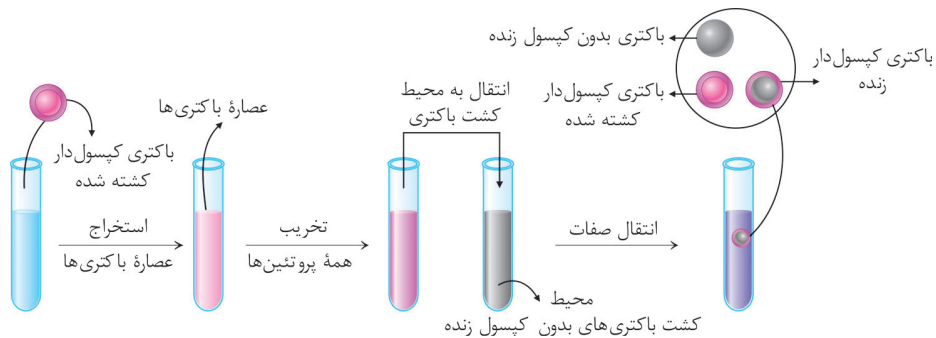
گام ۱: استخراج عصاره (همه مواد درون) باکتری‌های کیسول‌دار کشته‌شده

گام ۲: تخریب همه پروتئین‌های موجود در عصاره تهیه‌شده

گام ۳: اضافه کردن باقی‌مانده مخلوط به محیط کشت باکتری‌های بدون کیسول زنده

- ۱- همگنان به معنای همه و همگی است. سعدی می‌گه: «در دولت خداوندی همگنان را راضی کردم مگر حسود را». منم باهاش موافقم!
- ۲- محیط کشت، ظرفی است که در آن شرایط لازم برای رشد یک جاندار، مثل باکتری، فراهم شده است. باکتری‌ها در محیط کشت قرار می‌گیرند و با استفاده از مواد موجود در محیط کشت، تکثیر می‌شوند.

نتیجه انتقال صفات صورت گرفت؛ باکتری‌های کپسول‌دار زنده در محیط کشت مشاهده شدند.



از این آزمایش پی می‌فهمیم؟ در واقع، در این آزمایش مشخص شد که عامل انتقال صفت مربوط به تولید کپسول در باکتری، پروتئین نیست (پون ایوری پروتئین‌ها رو برداشته بود ولی باز هم انتقال صفت صورت گرفت)؛ پس باید ماده دیگری درون باکتری وجود داشته باشد که در انتقال صفات مؤثر است. آزمایش‌های بعدی، تلاش برای تشخیص ماهیت این ماده بود.

آزمایش دوم ایوری؛ انکارناپذیر ولی غیرقابل قبول!

- گام ۱:** استخراج عصاره باکتری‌های کپسول‌دار کشته شده
- گام ۲:** قرار دادن مخلوط به دست آمده در یک سانتریفیوژ (گریزانه)^۱ با سرعت بالا
- گام ۳:** جدا شدن مواد موجود در مخلوط به صورت لایه لایه
- گام ۴:** مواد موجود در هر لایه، به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری‌های بدون کپسول اضافه شدند.

نتیجه انتقال صفات فقط توسط لایه‌ای انجام شد که در آن، DNA وجود داشت.



اضافه کردن جداگانه هر لایه به محیط کشت باکتری بدون کپسول

واقعاً ریگه این آزمایش ثابت کرد که DNA ماده وراثتی هست. ایوری هم مطمئن شده بود که عامل وراثتی یا همون عامل مؤثر در انتقال صفات، مولکول DNA هست. اما باز هم کافی نبود. بسیاری از دانشمندان، هنوز اعتقاد داشتند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستن و زیر بار نمی‌رفتن که DNA ماده وراثتی هست. فق هم داشتن. پروتئین‌ها از نظر ساختاری و کار فیزیکی تنوع داشتن ولی هنوز ساختار DNA به فوبی شناخته نشده بود. بنابراین، باز هم ایوری دست به کار شد.

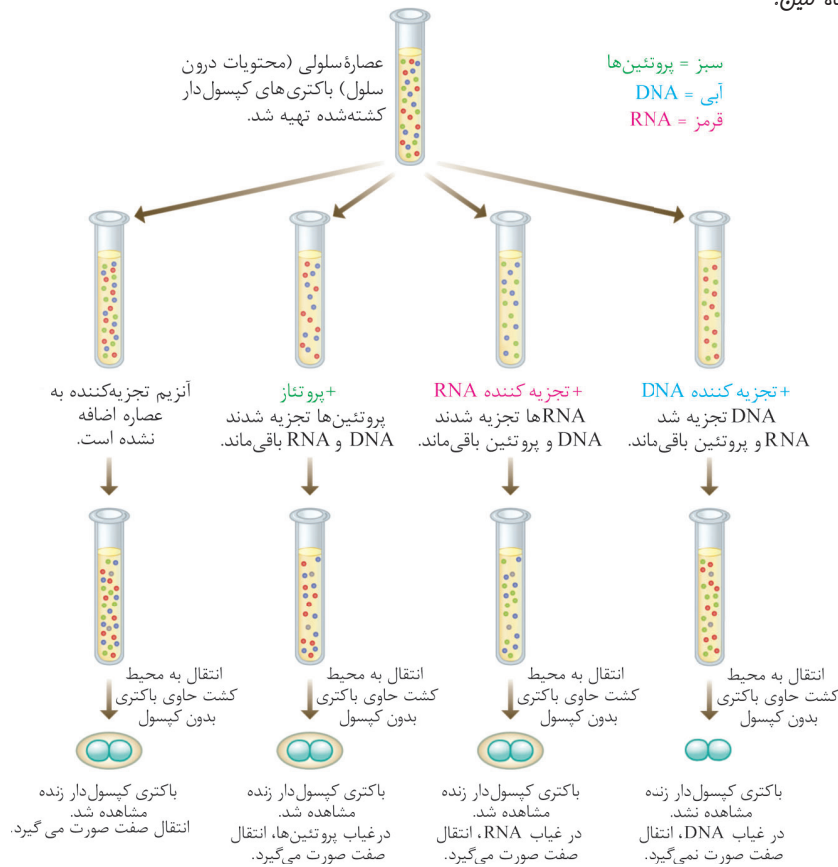
آزمایش سوم ایوری؛ شک‌ها برطرف شد!

برای این که خیال همه راحت بشه که ماده وراثتی همون DNA است، ایوری به آزمایش ریگه هم انجام داد.

- گام ۱:** استخراج عصاره باکتری‌های کپسول‌دار کشته شده
- منظور از عصاره باکتری، کل محتویات درون باکتری هست. یعنی موادی که درون سیتوپلاسم باکتری وجود دارن.
- گام ۲:** تقسیم عصاره استخراج شده به چند قسمت
- گام ۳:** اضافه کردن آنزیم تخریب‌کننده یک نوع ماده آلی به هر قسمت از عصاره باکتری
- گام ۴:** انتقال عصاره‌ها به محیط‌های کشت حاوی باکتری بدون کپسول زنده و انتظار برای انتقال صفت، رشد و تکثیر باکتری محیط کشت، ظرفی هست که از اون، برای تکثیر باکتری‌ها استفاده میشه.
- گام ۵:** بررسی محیط‌های کشت از نظر انتقال صفت (تبدیل باکتری‌های بدون کپسول به باکتری‌های کپسول‌دار)

۱- سانتریفیوژ دستگاهی است که از آن برای چرخاندن مواد با سرعت بالا استفاده می‌شود. در این دستگاه محفظه‌ای که مواد جداسازی در آن قرار دارند، به کمک یک موتور به سرعت حول یک محور می‌چرخد. در سانتریفیوژ با استفاده از نیروی گریز از مرکز مواد را از یکدیگر جدا می‌کنند.

نتیجه در این آزمایش مشاهده می‌شود که انتقال صفات فقط زمانی صورت می‌گیرد که DNA تخریب نشده باشد. پس عامل انتقال صفات یا همان ماده وراثتی، مولکول DNA است!
برای درک بهتر، به شکل نگاه کنید.



اگر ماده‌ای به یز DNA ماده وراثتی باشد، باید زمانی که تفریب شده، انتقال صفت صورت بگیرد و زمانی که در محیط کشت هست، انتقال صفت هم انجام بشه. مثلاً، فرض کنید پروتئین ماده وراثتی باشد. در این حالت، زمانی که پروتئین تفریب میشه، چون دیگه پروتئین (ماده وراثتی فرضی) در محیط کشت نیست، انتقال صفت نباید صورت بگیرد (در حالی که در واقعیت صفت منتقل میشه). هم‌پنین، هر زمانی که پروتئین در محیط کشت هست، انتقال صفت هم باید انجام بشه (که در نبود مولکول DNA، حتی در صورت حضور پروتئین، این اتفاق رخ نمی‌ده). پس ماده وراثتی، نمی‌تونه چیزی باشه یز DNA.

| نوع آنزیم تخریب‌کننده | لوله آزمایش ۴ | لوله آزمایش ۳ | لوله آزمایش ۲ | لوله آزمایش ۱ |
|------------------------|---|---------------|---------------|---------------|
| پروتئین | + | + | — | — |
| RNA | + | — | + | + |
| DNA | — | + | + | + |
| انتقال صفت | — | + | + | + |
| باکتری کیپسول‌دار زنده | — | + | + | + |
| نتیجه | عامل انتقال صفت DNA است و در غیاب مولکول DNA، انتقال صفت صورت نمی‌گیرد. | | | |

تا این‌جا تازه فهمیدیم که DNA، همون ماده وراثتی هست. حالا وقتش هست که یکم بیشتر با ساکنار DNA و البته RNA، آشنا بشیم.

۱- درسته این واسه شما یه چیز خیلی بدیهی هست اما حتماً شنیدین که می‌گن «معما چو حل گشت، آسان شود». اما خیلی‌ها اعتقاد دارن که از بین کسانی که جایزه نوبل نگرفتن، ایوری یکی از لایق‌ترین افراد بوده و در حقش ظلم شده!

انواع نوکلئیک‌اسیدها

به‌طور کلی، نوکلئیک‌اسیدها را می‌توان در دو گروه قرار داد:

- ۱- **دئوکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید (دنا - DNA)**، نوعی نوکلئیک‌اسید **دورشته‌ای** که مادهٔ وراثتی یاخته محسوب می‌شود.
- ۲- **ریبونوکلئیک‌اسید (رنا - RNA)**، نوعی نوکلئیک‌اسید **تک‌رشته‌ای** که بیشتر در فرایند پروتئین‌سازی مؤثر هستند.

نوکلئوتیدها؛ واحد سازنده نوکلئیک‌اسیدها

هر نوکلئیک‌اسید، **پلی‌مری** است که از واحدهایی تکرارشونده (**مونومر**) به نام **نوکلئوتید** تشکیل شده است. پس نوکلئیک‌اسید، زمانی تشکیل می‌شود که تکرار

زیادی نوکلئوتید با هم پیوند تشکیل برن. هر نوکلئوتید، از سه بخش تشکیل شده است:

۱- **قند پنج کربنی**: در نوکلئیک‌اسیدها، دو نوع مونوساکارید پنج کربنی وجود دارد:

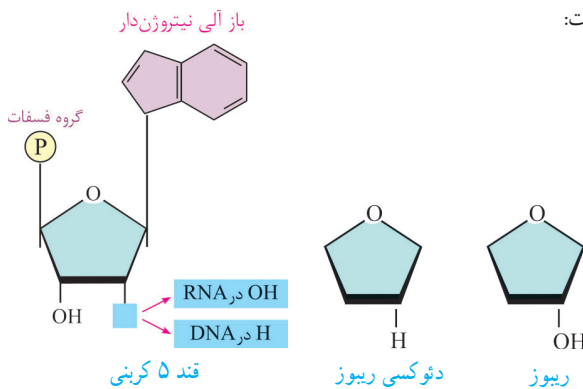
(الف) **ریبوز**: نوعی قند پنج‌کربنی است که در ساختار مولکول RNA وجود دارد.

(ب) **دئوکسی‌ریبوز**: این قند پنج‌کربنی، در ساختار مولکول DNA وجود دارد و

یک اتم اکسیژن کم‌تر از ریبوز دارد.

نکته همان‌طور که در شکل مشخص است، قند ریبوز و دئوکسی‌ریبوز، ساختار

حلقوی دارند و دارای یک حلقه می‌باشند.



۲- **یک تا سه گروه فسفات (PO_4^{3-})**: همان‌طور که در شکل مشخص است، به مولکول قند نوکلئوتید، گروه

فسفات متصل است. تعداد گروه فسفات نوکلئوتید، می‌تواند ۱، ۲ یا ۳ عدد باشد. مثلاً، در ATP (که نوعی نوکلئوتید

است)، سه گروه فسفات وجود دارد.

نکته به دلیل منفی بودن بار گروه فسفات، نوکلئیک‌اسیدها دارای بار منفی هستند.

نکته بین گروه‌های فسفات نوکلئوتیدها، پیوند پرانرژی وجود دارد. به همین دلیل، هنگام هیدرولیز مولکول ATP،

انرژی آزاد می‌شود.

برای این‌که «همه‌پیز دربار» ATP رو بروئین، می‌تونین به فصل ۵ همین کتاب مراجعه کنین.

۳- **باز آلی نیتروژن‌دار**: گفتیم که به یک سمت مولکول قند در نوکلئوتید، گروه فسفات متصل می‌شود. به سمت

دیگر مولکول قند، باز آلی متصل است. بازهای آلی را براساس تعداد حلقه‌های آن‌ها، به دو گروه تقسیم می‌کنند:

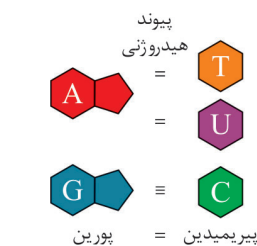
(الف) **پیریمیدین‌ها**، که ساختار تک‌حلقه‌ای دارند و شامل تیمین (T)، سیتوزین (C) و یوراسیل (U) می‌باشند.

نکته در مولکول DNA، باز آلی تیمین وجود دارد ولی در RNA، به‌جای تیمین، یوراسیل وجود دارد. در واقع،

ممکن نیست در یک نوکلئیک‌اسید هم باز آلی T وجود داشته باشد و هم U.

(ب) **پورین‌ها**، که ساختار دو حلقه‌ای دارند و شامل آدنین (A) و گوانین (G) می‌باشند.

نکته نوکلئیک‌اسیدها، خاصیت اسیدی دارند اما در ساختار آن‌ها، مولکول‌های بازی (قلیایی) نیز یافت می‌شوند.



آن‌چه گذشت [کفتار ۲ - فصل ۵ دهم] در نتیجهٔ تجزیهٔ آمینواسیدها و باز آلی نوکلئیک‌اسیدها، مادهٔ سمی نیتروژن‌دار آمونیاک به وجود می‌آید که در

کبد، با کربن دی‌اکسید ترکیب می‌شود و به اوره (فراوان‌ترین مادهٔ آلی دفعی نیتروژن‌دار ادرار) تبدیل می‌شود.

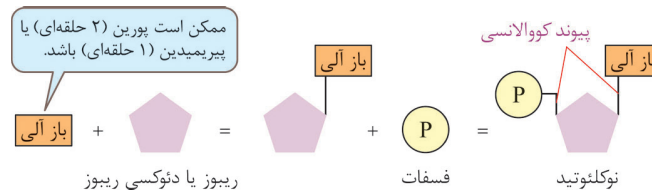
آن‌چه گذشت [کفتار ۲ - فصل ۵ دهم] اوریک‌اسید، یکی از مواد دفعی نیتروژن‌دار در ادرار است که در نتیجهٔ سوخت‌وساز نوکلئیک‌اسیدها ایجاد می‌شود

و انحلال‌پذیری زیادی در آب ندارد.

۱- پلی‌مر، ترکیبی شامل تعداد زیادی واحدهای کم‌پیش یکسان است. به هر یک از این واحدها، مونومر گفته می‌شود. مثلاً، گلیکوزن پلی‌مری از مولکول‌های گلوکز است. پروتئین‌ها، پلی‌مری از آمینواسیدها هستند. مونومر نوکلئیک‌اسیدها نیز نوکلئوتید نام دارد.

تشکیل نوکلئوتید

برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه فسفات به دو طرف قند متصل می‌شوند. پیوند بین قند با باز آلی نیتروژن‌دار و گروه فسفات، از نوع پیوند کووالانسی است.



سؤال ۱ آیا نوکلئوتید دارای باز آلی آدنین در مولکول RNA با نوکلئوتید دارای باز آلی آدنین در مولکول DNA یکسان است؟

امیدوارم جوابتون مثبت نبوده باشه! هواستون باشه که نوکلئوتید دارای سه بخش فسفات، باز آلی و قند هست. حتی اگر تعداد فسفات دو نوکلئوتید و نوع باز آلی هم یکسان باشه، مولکول قند می‌تونه متفاوت باشه. همونطور که گفتیم، در RNA قند ریبوز وجود داره و در DNA، دئوکسی‌ریبوز. بنابراین، نوکلئوتید A در DNA و RNA یکسان نیستن. این موضوع درباره نوکلئوتیدهای C و G در DNA و RNA هم صدق می‌کنه. نوکلئوتید T و U پی؟ امیدوارم دقت کرده باشین که T فقط در DNA هست و U فقط در RNA.

انواع نوکلئوتیدها

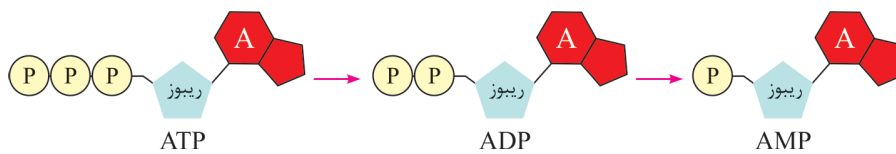
به نظرتون کلاً چند نوع نوکلئوتید داریم؟ ۴ تا؟ ۵ تا؟ بیشتر؟ این قسمت، می‌فوامم رابع به انواع نوکلئوتیدها صحبت کنیم.

همان‌طور که گفتیم، هر نوع نوکلئوتید در DNA با نوکلئوتیدهای RNA متفاوت است؛ زیرا، در نوکلئوتیدهای DNA، قند دئوکسی‌ریبوز وجود دارد و در نوکلئوتیدهای RNA، قند ریبوز. البته، نوکلئوتید دارای باز آلی تیمین نیز در ساختار RNA وجود ندارد و به جای آن، ریبونوکلئوتید یوراسیل‌دار در ساختار RNA مشاهده می‌شود. پس تا این‌جا، بدون در نظر گرفتن تعداد گروه‌های فسفات، ۸ نوع نوکلئوتید داریم؛

| ریبونوکلئوتید | | | | دئوکسی‌ریبونوکلئوتید | | | | نوع نوکلئوتید |
|---------------|---|---|---|----------------------|---|---|---|---------------|
| G | C | A | U | G | C | A | T | باز آلی |
| ریبوز | | | | دئوکسی‌ریبوز | | | | قند |
| RNA | | | | DNA | | | | محل استفاده |

اما باید هواسمون باشه که هر کدوم از این مولکول‌ها، ممکنه یک تا سه گروه فسفات داشته باشن. یعنی، سه حالت ممکن برایشون وجود داره.

مثال شکل بعدی، سه مولکول ATP، ADP و AMP را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، در این نوکلئوتیدها، قند ریبوز و باز آدنین وجود دارد و تنها تفاوت، مربوط به تعداد گروه‌های فسفات است.



بنابراین، با در نظر گرفتن تعداد گروه‌های فسفات، می‌توان گفت که در کل ۲۴ نوع نوکلئوتید وجود دارد که ۱۲ تای آن‌ها دارای قند دئوکسی‌ریبوز هستند و ۱۲ تای دیگر، قند ریبوز دارند. چند تا مثال:

بیشتر نخوانید

سؤال ۱ چند نوع نوکلئوتید دارای باز آلی گوانین وجود دارد؟

| حالت مطلوب | گروه‌های فسفات | قند پنج‌کربنی | باز آلی نیتروژن‌دار | مجموع |
|----------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|
| نوکلئوتید گوانین‌دار | ۳ (۱، ۲ یا ۳ گروه فسفات) | ۲ (ریبوز یا دئوکسی‌ریبوز) | ۱ (گوانین) | $3 \times 2 \times 1 = 6$ |

سؤال ۲ چند نوع نوکلئوتید دارای باز یورین وجود دارد؟

| حالت مطلوب | گروه‌های فسفات | قند پنج‌کربنی | باز آلی نیتروژن‌دار | مجموع |
|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| نوکلئوتید یورین‌دار | ۳ (۱، ۲ یا ۳ گروه فسفات) | ۲ (ریبوز یا دئوکسی‌ریبوز) | ۲ (آدنین و گوانین) | $3 \times 2 \times 2 = 12$ |

سؤال ۳ چند نوع نوکلئوتید فاقد باز آلی آدنین وجود دارد؟

| حالت مطلوب | گروه‌های فسفات | قند پنج‌کربنی | باز آلی نیتروژن‌دار | مجموع |
|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|
| نوکلئوتید آدنین‌دار | ۳ (۱، ۲ یا ۳ گروه فسفات) | ۲ (ریبوز یا دئوکسی‌ریبوز) | ۱ (آدنین) | $3 \times 2 \times 1 = 6$ |

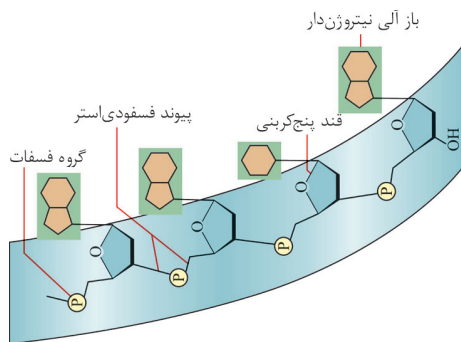
$$18 = 24 - 6 = \text{نوکلئوتید آدنین‌دار} - \text{کل نوکلئوتیدها} = \text{انواع نوکلئوتیدهای فاقد باز آلی آدنین}$$

سؤال ۴ چند نوع نوکلئوتید دارای باز آلی یوراسیل وجود دارد؟

| حالت مطلوب | گروه‌های فسفات | قند پنج‌کربنی | باز آلی نیتروژن‌دار | مجموع |
|-----------------------|--------------------------|---------------|---------------------|---------------------------|
| نوکلئوتید یوراسیل‌دار | ۳ (۱، ۲ یا ۳ گروه فسفات) | ۱ (ریبوز) | ۱ (یوراسیل) | $3 \times 1 \times 1 = 3$ |

نکته دقت داشته باشید که نوکلئوتید یوراسیل‌دار، فقط در ساختار RNA وجود دارد و قند آن، ریبوز است.

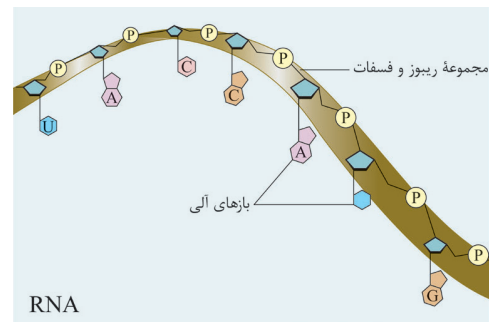
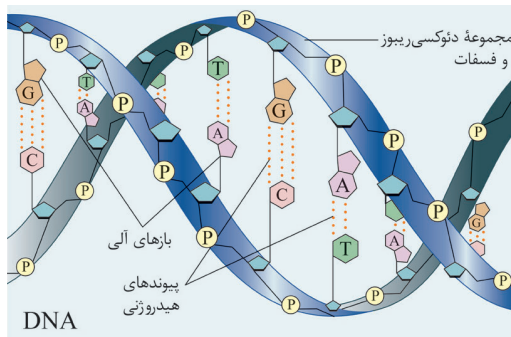
باز هم سؤال هست از این مبحث. البته، بعید می‌دونم در کلتور مطرح بشه. می‌تونین تست‌های بیشتر از این مبحث رو در پلر بانگ تست میکرو دوازدهم مطالعه کنین.



اتصال نوکلئوتیدها به یکدیگر

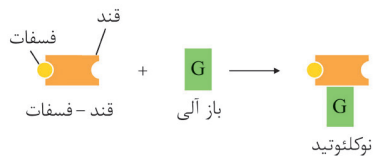
برای تشکیل رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی (دارای چند نوکلئوتید)، نوکلئوتیدها با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل می‌شوند. در پیوند فسفودی‌استر، گروه فسفات یک نوکلئوتید به یک گروه هیدروکسیل (OH) قند نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود.

DNA و RNA: هر رشته پلی‌نوکلئوتیدی ممکن است به تنهایی یک نوکلئیک‌اسید را بسازد. در این صورت، به آن RNA گفته می‌شود. در واقع، RNA یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی (نوکلئیک‌اسید تک‌رشته‌ای) است. اما DNA زمانی تشکیل می‌شود که رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی به صورت دوتایی در کنار یکدیگر قرار بگیرند.

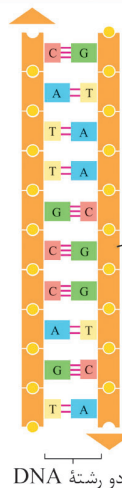


مثال تشکیل DNA از نوکلئوتیدهای سازنده آن؛ به شکل زیر دقت کنین.

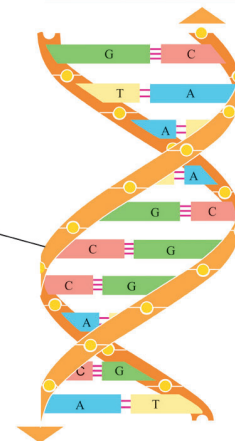
(۱) تشکیل نوکلئوتید



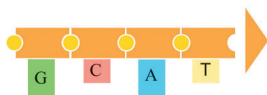
(۳) تشکیل DNA دورشته‌ای



(۴) تشکیل مارپیچ دورشته‌ای



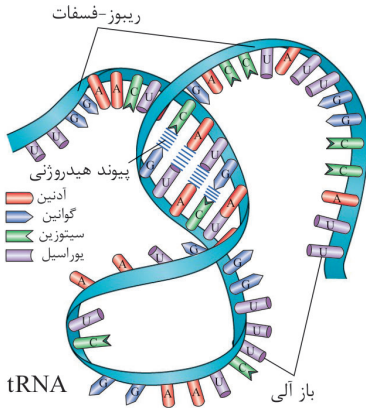
(۲) تشکیل رشته پلی‌نوکلئوتیدی



دو رشته DNA

□ در RNA هم ممکن است بخش‌های دورشته‌ای دیده شود.

همان‌طور که در شکل کتاب درسی مشخص است، گاهی ممکن است در مولکول RNA نیز بخش‌های دورشته‌ای مشاهده شود. مثلاً در مولکول tRNA (که در ادامه با آن بیشتر آشنا می‌شویم)، قسمت‌هایی دورشته‌ای نیز مشاهده می‌شوند. در این بخش‌ها، بازهای مکمل^۱ در مقابل یک‌دیگر قرار گرفته‌اند و با تشکیل پیوندهای هیدروژنی، بخش‌های دورشته‌ای را تشکیل داده‌اند. دقت داشته باشید که در این حالت هم مولکول RNA، مولکولی تک‌رشته‌ای محسوب می‌شود. در واقع مثل به رشته نخ که روی فودش پیچ و تاب می‌خوره و دو رشته‌ای می‌شه، تا فودرن tRNA باعث ایبار بخش‌های دورشته‌ای می‌شه.



مقایسه

DNA و RNA

در جدول زیر، ویژگی‌های DNA و RNA مقایسه شدن. البته، بعضی‌اشون رو بعداً می‌فونین.

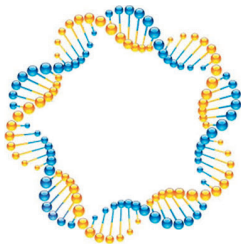
| محل فعالیت | محل تولید | نقش اصلی | انواع اصلی | پیریمیدین‌ها | قند | رشته‌ها | نوکلئیک‌اسید |
|------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------|----------------------------------|---------|--------------|
| هسته* | هسته* (هماندسازی) | ماده وراثتی یاخته | حلقوی و خطی | C و T | دئوکسی‌ریبوز (کم‌تر از ریبوز) | ۲ رشته | DNA |
| سیتوپلاسم | هسته* (رونویسی) | نقش در پروتئین‌سازی | rRNA mRNA tRNA | C و U | ریبوز | ۱ رشته | RNA |

* در پروکاریوت‌ها، هسته وجود ندارد و DNA در سیتوپلاسم قرار دارد. در این جانداران، هماندسازی و رونویسی نیز در سیتوپلاسم انجام می‌شود.

□ نوکلئیک‌اسید حلقوی و خطی

نوکلئیک‌اسیدها را می‌توان به دو دسته حلقوی و خطی تقسیم کرد.

الف) نوکلئیک‌اسید حلقوی: در این نوع نوکلئیک‌اسیدها، دو انتهای رشته پلی‌نوکلئوتیدی به یک‌دیگر متصل می‌شوند؛ در نتیجه، نوکلئیک‌اسید انتهای آزاد ندارد و به صورت حلقوی دیده می‌شود. شکل مقابل، به DNA حلقوی رو نشون می‌ده. می‌بینین پقدر فوشگله، اما سر و ته ندراره!



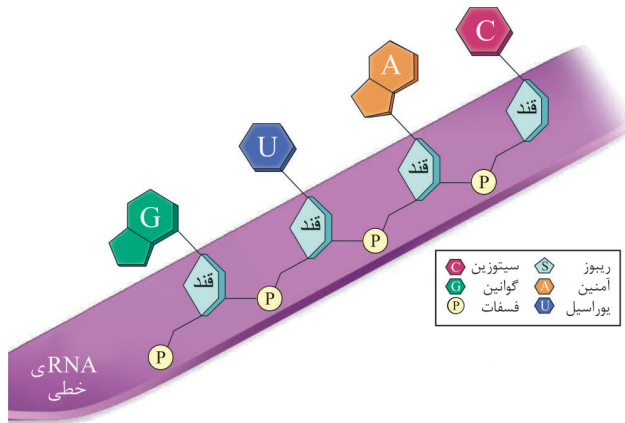
مثال در باکتری‌ها، میتوکندری و کلروپلاست، DNA حلقوی وجود دارد.

ب) نوکلئیک‌اسید خطی: اگر دو انتهای رشته پلی‌نوکلئوتیدی آزاد باشند و به یک‌دیگر متصل نشوند، نوکلئیک‌اسید خطی می‌شود.

مثال DNA و RNA خطی در یاخته‌های هسته‌دار انسان



۱- در ادامه فصل می‌خوانیم که ساختار بازهای آلی به گونه‌ای است که هر باز آلی در مقابل نوع خاصی باز آلی دیگر قرار می‌گیرد: باز آلی A در مقابل T و باز آلی G در مقابل C قرار می‌گیرد. در مولکول RNA نیز باز آلی A در مقابل باز آلی U قرار می‌گیرد. به هر جفت از این بازهای آلی، بازهای مکمل گفته می‌شود.



نکته در نوکلئیک‌اسید خطی، دو انتهای رشته پلی‌نوکلئوتیدی یکسان نیستند. در یک انتها، گروه فسفات و در انتهای دیگر، گروه هیدروکسیل (OH قند) قرار دارد. بنابراین، هر رشته DNA و RNA خطی، همواره دو سر متفاوت دارد. و این موضوع، ارتباطی به اندازه و با تعداد مونومرهای رشته پلی‌نوکلئوتیدی ندارد. **نکته** دو انتهای یک مولکول DNA خطی یکسان هستند؛ زیرا، دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی آن در خلاف جهت یکدیگر قرار دارند. بنابراین، در یک مولکول DNA خطی، در هر دو انتها هم گروه فسفات مشاهده می‌شود و هم گروه هیدروکسیل؛ در یک رشته، گروه فسفات در انتها هست و در مقابل آن، در رشته دیگر، گروه هیدروکسیل قرار دارد.

درسنامه ۵ | اطلاعات اولیه درباره ساختار مولکول DNA

تا این‌جا فهمیدیم که نوکلئیک‌اسیدها پیاپی هستند و به مقتمری هم رابع به ساختارشان گفتیم. حالا می‌فوییم بیشتر با ساختارشان آشنا شیم. اما اول از همه باید داستان کشف DNA رو بررسی کنیم؛ داستانی که آفرش به پایزه نوبل فتم می‌شه.

تصویرات اولیه از ساختار DNA

در ابتدا تصور می‌شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در DNA، به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند. یعنی این‌که $\frac{1}{4}$ (یا ۲۵ درصد) نوکلئوتیدها، A هستند، $\frac{1}{4}$ T، $\frac{1}{4}$ G و $\frac{1}{4}$ C. بر این اساس، دانشمندان انتظار داشتند که مقدار ۴ نوع باز آلی در تمامی قسمت‌های همه مولکول‌های DNA از هر جانداری، با یکدیگر برابر باشد. یعنی فکر می‌کردن آگه فراوانی بازهای A در DNA انسان و DNA باکتری رو اندازه بگیریم، یکسانه و هتماً هم ۲۵ درصد ($\frac{1}{4}$) هست.

مشاهدات چارگاف

دانشمندی به‌نام چارگاف، مقدار نوکلئوتیدها در DNAهای طبیعی (واقعی و استخراج‌شده از موجودات زنده) را بررسی کرد. نتایج مشاهدات چارگاف، با فرض اولیه دانشمندان متفاوت بود.

چارگاف فهمید که مقدار آدنین در DNA با مقدار تیمین برابر است. مقدار گوانین نیز با مقدار سیتوزین برابر است.

$$A = T, C = G$$

اما از این تساوی‌ها، چه چیزی آدگه‌ای متوجه می‌شیم؟

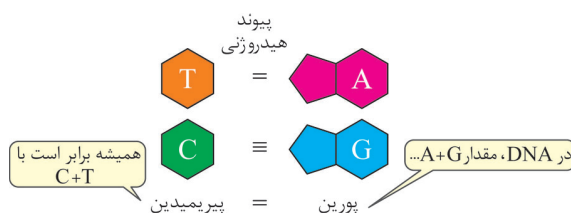
$$\frac{A}{T} = \frac{G}{C} = 1$$

از طرفی، چون A و T با هم برابر هستند و C و G با هم آدگه، به رابطه زیر می‌رسیم:

$$A + G = T + C \Rightarrow \frac{A + G}{T + C} = 1$$

موافقین توی رابطه بالا، به پای A + G بنویسیم پورین‌ها؟ به پای T + C هم می‌نویسیم پیریمیدین‌ها.

$$1 = \frac{\text{پورین‌ها}}{\text{پیریمیدین‌ها}} \Rightarrow \text{کل نوکلئوتیدها} = \frac{1}{4} = \text{پیریمیدین‌ها} = \text{پورین‌ها}$$



نکته در مولکول DNA، نصف بازهای آلی پورین هستند و نصف دیگر بازهای آلی، پیریمیدین.

نکته در مولکول DNA، مجموع بازهای آلی پورین برابر است با مجموع بازهای آلی پیریمیدین.

آیا رابطه $A+T = C+G$ هم درست است؟ ممکن است این رابطه در یک مولکول DNA درست باشد اما همیشه این رابطه برقرار نیست. چون ممکن است تعداد جفت‌بازهای A-T و C-G برابر نباشد. مثلاً، در سؤال بعدی، مجموع نوکلئوتیدهای A و T بیشتر از مجموع نوکلئوتیدهای C و G است. آگه این رابطه‌ها رو خوب متوجه نشدین، اصلاً نگران نباشین. نیازی به دوستتون نیست در درسنامه «کلرگاه حل مسئله» هم بیشتر راجع به این صحبت می‌کنیم. اما بذارین یه سؤال حل کنیم.

سؤال در یک مولکول DNA با هزار نوکلئوتید، ۳۰۰ نوکلئوتید T وجود دارد. در این مولکول، چند نوکلئوتید C یافت می‌شود؟

همان‌طور که گفتیم، مقدار نوکلئوتید T و A برابر است. بنابراین، داریم:

$$A = T = 300 \Rightarrow A + T = 600$$

از طرفی می‌دانیم که باقی‌مانده نوکلئوتیدهای DNA، شامل نوکلئوتیدهای G و C می‌شوند و مقدار این دو نوکلئوتید نیز با یک‌دیگر برابر است:

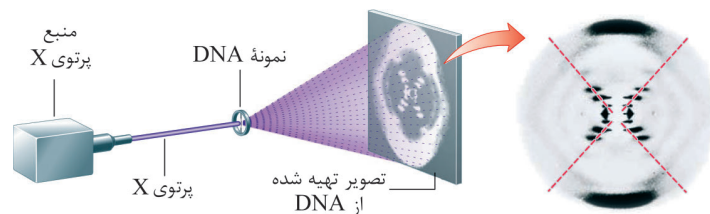
$$G + C = 1000 - 600 \Rightarrow 400 \xrightarrow{G=C} C = G = \frac{400}{2} = 200$$

نکته همان‌طور که در این مثال دیدیم، مقدار نوکلئوتیدهای C و G با مقدار نوکلئوتیدهای A و T می‌تواند برابر نباشد. البته، می‌تونه هم برابر باشه.

چارگاف، متوجه نشد که دلیل برابری نوکلئوتیدها چیست و دانشمندان بعدی توانستند دلیل این برابری را متوجه شوند. بریم ببینیم چی هست دلیلش.

تصویربرداری از DNA با کمک پرتوی X

در ادامه تلاش برای کشف ساختار مولکول DNA، ویلکنیز و فرانکلین^۱ تصاویری از DNA با کمک پرتوی X^۲ تهیه کردند. اما چه نتایی از این تصویربرداری به دست آمد؟



مهم‌ترین نتایج حاصل از تصویربرداری DNA

۱- مارپیچی بودن DNA: مولکول DNA، حالت مارپیچی دارد.

۲- بیش از یک رشته داشتن: در DNA بیشتر از یک رشته وجود دارد.

نکته دقت داشته باشید که در این آزمایش هنوز مشخص نشد که DNA دورشته‌ای است. فقط دانشمندان متوجه شدند که DNA تک‌رشته‌ای نیست.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۱ دهم] روش تصویربرداری از DNA با کمک پرتوی X، مربوط به نوعی فناوری نوین مشاهده سامانه‌های زیستی زنده است و حاصل نگرش بین‌رشته‌ای می‌باشد.

نتیجه دیگر

۳- تعیین ابعاد مولکول: پس از تهیه تصویر از مولکول DNA، دانشمندان توانستند ابعاد این مولکول را نیز اندازه‌گیری کنند.

مدل مولکول DNA

این‌ها آفر راستانه! بایی که واتسون و کریک تونستن مدل مولکولی DNA رو ارائه بدن و برای همین مدل، نوبل هم بگیرن. اما اونا چه پوری تونستن به این مدل برسن؟ واتسون و کریک برای ارائه مدل مولکولی DNA، از سه چیز استفاده کردند:

۱- نتایج آزمایش‌های چارگاف

۲- داده‌های حاصل از تصاویر تهیه‌شده با پرتوهای X

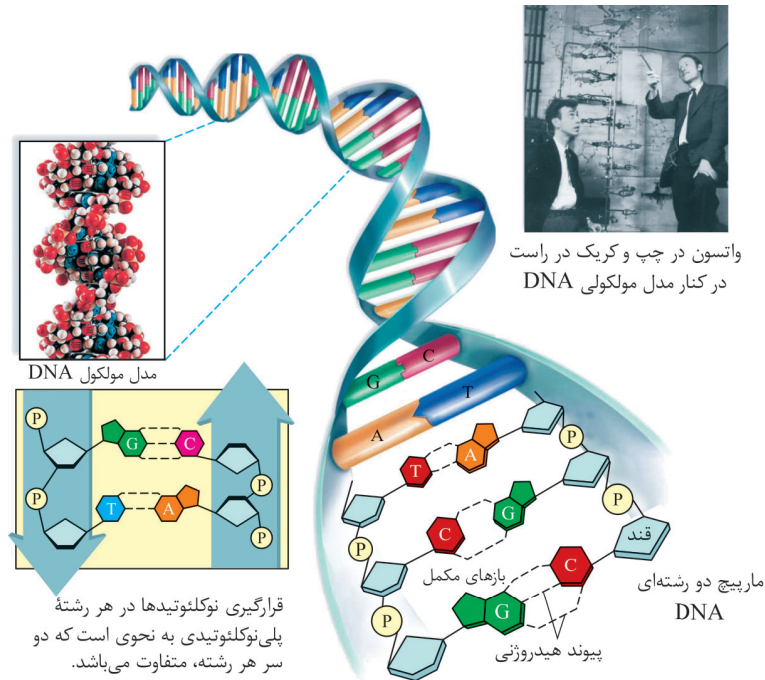
۳- یافته‌های خود

نکته ساختار مولکول DNA، توسط واتسون و کریک مشخص شد اما اثبات نقش DNA به عنوان ماده وراثتی، توسط ایوری (با استفاده از نتایج آزمایش گریفیت) انجام شد.

۱- روزالیند فرانکلین، دانشمند انگلیسی بود که با روش پراش پرتوی X، از مولکول DNA عکس تهیه کرد و سهم به سزایی در کشف مدل مولکولی DNA داشت. فرانکلین، در سن ۳۷ سالگی، به دلیل سرطان درگذشت. دلیل ابتلای وی به سرطان را به کار با پرتوهای X نسبت می‌دهند.

۲- روش پراش پرتوی X، روشی است که در آن پرتوهای X از بلور ماده موردنظر عبور می‌کنند. بخش‌هایی از پرتوهای تابیده‌شده توسط مولکول جذب می‌شود و سایر پرتوها به صفحه حساس موجود در پشت بلور برخورد می‌کنند. در واقع، در این روش، سایه‌ای از بلور تشکیل می‌شود که با تجزیه و تحلیل آن، می‌توان تا حدودی به ساختار مولکول پی برد.

فب، دیکه وقتشه که بریم سراغ مهم‌ترین قسمت گفتار (۱) و با مدل مولکولی DNA آشنا بشیم. اما قبل از اون، شکل و جمع‌بندی داریم.



آنچه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۱ دهم] نگرش‌ها، روش‌ها و ابزارهای زیست‌شناسان، پس از شناخت ساختار مولکول DNA توسط واتسون و کریک، متحول شده است. این تحول سبب شده که علم زیست‌شناسی به رشته‌ای مترقی، توانا و پویا و هم‌چنین امیدبخش تبدیل شود؛ به گونه‌ای که انتظارات جامعه از زیست‌شناسان نسبت به دهه‌ها و سده‌های قبلی بسیار افزایش یافته است.

جمع‌بندی

کشف ساختار، ماهیت و مدل تکثیر ماده وراثتی به روایت آزمایش

| نتیجه نهایی | روش | موضوع پژوهش | دانشمند | |
|--|---|---|---------------------|---------------------------|
| انتقال صفت به باکتری‌های بدون کپسول | تزریق باکتری‌های کپسول‌دار و بدون کپسول استریتوکوکوس نومونیا (عامل سینه‌پهلوی) به موش | پیدا کردن واکسن برای آنفلوآنزا | گریفیت | شناسایی ماهیت ماده وراثتی |
| عامل انتقال صفت یا همان ماده وراثتی، DNA است نه پروتئین. | تخریب همه پروتئین‌های مخلوط سانتریفیوژ محتویات مخلوط اضافه‌کردن آنزیم‌های تخریب‌کننده مواد آلی | پیدا کردن ماهیت عامل تغییر شکل (ماده وراثتی) استریتوکوکوس نومونیا | ایوری و همکاران | |
| $G=C$ و $A=T$ | اندازه‌گیری مقدار بازهای آلی در DN‌های طبیعی | بررسی مقدار بازهای آلی در DNA | چارگاف | |
| DNA ماریج است و بیش از یک رشته دارد + اندازه‌گیری ابعاد DNA | تهیه تصویر از DNA با پرتوی X | تصویربرداری از مولکول DNA | ویلیکینز و فرانکلین | کشف ساختار DNA |
| ارائه مدل مولکولی DNA؛ مولکول DNA، یک ماریج دورشته‌ای است. | از نتایج چارگاف، تصاویر تهیه‌شده از DNA و یافته‌های خود استفاده کردند. | بررسی ساختار مولکولی DNA و ارائه مدل مولکولی DNA | واتسون و کریک | |
| همانندسازی به صورت نیمه‌حفاظتی است و در هر مولکول DNA جدید، یک رشته قدیمی نیز وجود دارد. | رشد و تکثیر باکتری‌ها در محیط کشت‌هایی با ایزوتوپ‌های مختلف نیتروژن و سیس سانتریفیوژ نمونه‌های زمان‌های مختلف | کشف و اثبات مدل همانندسازی DNA از بین سه طرح پیشنهادی | مزلسون و استال | تکثیر DNA |

درسنامه ۶ مدل مولکول DNA

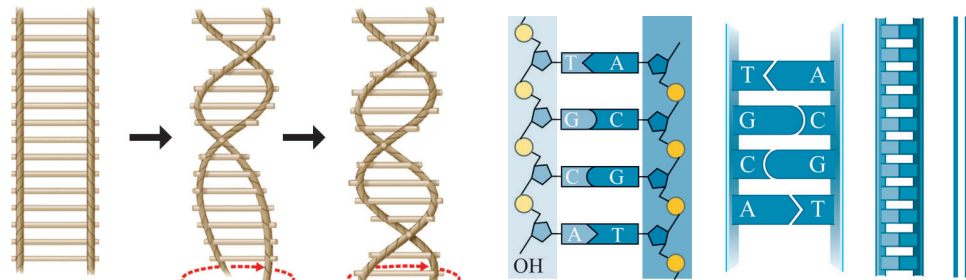
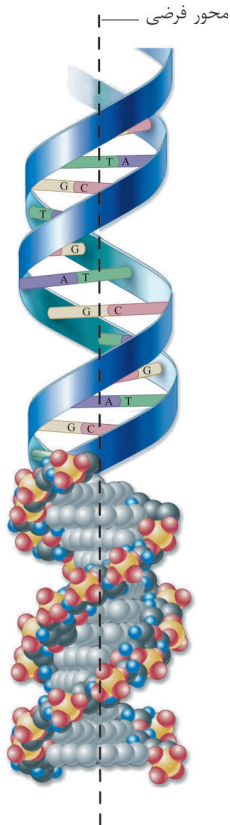
لطفاً این درسنامه رو خوب یاد بگیرین. چون هم خودش به تنهایی مهمه و هم برای یادگیری قسمت‌های بعرضش بهوش نیاز دارین.

DNA، یک مارپیچ دورشته‌ای است.

گفتیم که هر مولکول DNA از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است. همان‌طور که در شکل مشخص است، این دو رشته به دور محوری فرضی می‌پیچند و ساختار مارپیچ دورشته‌ای را ایجاد می‌کنند.

□ نردبان پیچ‌خورده

ساختار DNA را به یک نردبان پیچ‌خورده تشبیه می‌کنند که دارای دو ستون و تعدادی پله است:



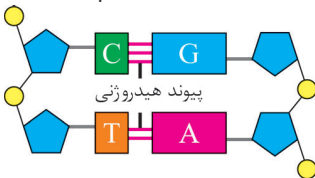
DNA، یک نردبان پیچ‌خورده

چهار روش مختلف برای نشان دادن مولکول DNA

- ۱- **ستون‌های نردبان:** دو رشته DNA، ستون‌های نردبان را تشکیل می‌دهند. در واقع، در هر ستون، قند و فسفات تکرار شده‌اند و از طریق پیوند فسفودی‌استر به یکدیگر متصل می‌شوند.
- ۲- **پله‌های نردبان:** بازهای آلی متصل به قند، پله‌های نردبان را تشکیل می‌دهند. بازهای آلی هر رشته، از طریق پیوند هیدروژنی، به باز آلی مقابل خود در رشته دیگر متصل می‌شوند.

□ بازهای مکمل

همان‌طور که گفتیم، بازهای آلی دو رشته DNA، با یکدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند. این پیوندهای هیدروژنی باعث می‌شوند که دو رشته DNA در کنار هم باقی بمانند. اما آیا یک باز آلی، می‌تونه با هر باز دیگر ای پیوند تشکیل بده؟ جواب منفی هست.



□ بازهای مکمل

پیوندهای هیدروژنی بین جفت‌بازها به صورت اختصاصی تشکیل می‌شود. بدین ترتیب که باز آدنین (A) با تیمین (T)، پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد و باز گوانین (G) با سیتوزین (C). به این جفت‌بازها، بازهای مکمل می‌گویند؛ یعنی، A و T، باز مکمل یکدیگر هستند. باز آلی C نیز مکمل باز آلی G است. بر این اساس، در مولکول DNA همیشه باید باز A روبه‌روی T قرار بگیرد و باز C، روبه‌روی باز G. به شکل دقت کنین تا بهتر بفهمین.

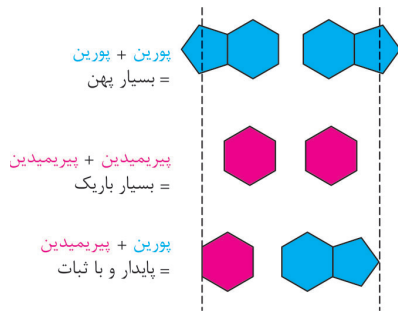
نکته بیشترین تعداد پیوند هیدروژنی، بین بازهای G و C تشکیل می‌شود. به همین دلیل، هر چقدر تعداد بازهای آلی G و C در یک رشته DNA بیشتر باشد، پایداری و ثبات مولکول DNA بیشتر است.

ارتباط بازهای مکمل و نتایج آزمایش‌های چارگاف: مکمل بودن بازهای آلی، نتایج آزمایش‌های چارگاف را تأیید می‌کند. زیرا، در مولکول DNA، بازهای A و T همواره در مقابل یکدیگر قرار می‌گیرند و بنابراین، به ازای هر باز آلی A، یک باز آلی T وجود دارد؛ بنابراین، تعداد بازهای آلی A و T با یکدیگر باید برابر باشد. همین موضوع، درباره بازهای آلی C و G نیز صدق می‌کند.

نکته دقت داشته باشید که چارگاف به مکمل بودن بازهای آلی پی نبرد و این موضوع، توسط واتسون و کریک مشخص شد.

۱- بین بازهای آلی C و G، سه پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. بین بازهای آلی A و T، دو پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود.

□ ثابت قطر مارپیچ دورشته‌ای DNA



قرارگیری جفت‌بازهای مکمل در مقابل یک‌دیگر باعث می‌شود که قطر دو رشته DNA در همه قسمت‌های آن برابر باشد؛ چون در همه قسمت‌های DNA، یک باز تک‌حلقه‌ای (T یا C) در مقابل یک باز دو حلقه‌ای (A یا G) قرار می‌گیرد. به عبارتی دیگر، هر پله نردبان پیچ‌فورده DNA، دارای سه حلقه است که پایدارترین حالت برای مولکول DNA را ایجاد می‌کند.

سؤال در هر جفت نوکلئوتید مکمل، چند حلقه در بازهای آلی وجود دارد؟

چون در هر جفت باز، یک باز تک‌حلقه‌ای (پیریمیدین) در مقابل یک باز دو حلقه‌ای (پورین) قرار می‌گیرد، تعداد حلقه در بازهای آلی در هر جفت باز مکمل، ۳ عدد است.

سؤال در هر جفت نوکلئوتید مکمل، چند حلقه آلی وجود دارد؟

این سؤال تفاوتش با سؤال قبلی این است که در هر جفت باز، دو بازهای آلی نیست. شاید با خوردن بگین مگه ما به‌جز بازهای آلی، مولکول ملقوی دیگره‌ای هم در یک نوکلئوتید داریم؟ جواب بله هست. آگه به شکل نوکلئوتید رقت کرده باشین، مولکول قند هم سافتار حلقه‌ای داره. پس در هر جفت نوکلئوتید مکمل، ۳ حلقه آلی در بازهای آلی وجود دارد. قند موجود در هر نوکلئوتید نیز یک حلقه دارد. بنابراین، در مجموع دو باز آلی مکمل و قند متصل به آن‌ها، روی هم ۵ حلقه آلی دارند.

🔍 مشخص کردن ترتیب نوکلئوتیدهای هر رشته DNA

در هر رشته پلی‌نوکلئوتیدی، هر تعداد و هر ترتیبی از نوکلئوتیدها ممکن است وجود داشته باشد. یعنی اینپوری نیست که مثلاً بگیم هر رشته DNA باید ۱۰ تا نوکلئوتید باشه و ۲۰ تا شام A باشه و ... یعنی قانون خاصی برای توالی نوکلئوتیدی یک رشته وجود نداره. اما به دلیل قانون جفت‌بازهای مکمل، با شناسایی ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته DNA، می‌توان ترتیب نوکلئوتیدها در رشته دیگر را نیز مشخص کرد. مثال هل کنین تا متوجه بشین.

مثال ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته DNA، به صورت ACTGTAC است. ترتیب نوکلئوتیدها در رشته مکمل را بنویسید.

در مقابل هر باز آلی، باز مکملش رو قرار می‌دیم تا ترتیب رشته مکمل رو مشخص کنیم.

رشته اصلی ← A C T G T A C
رشته مکمل ← T G A C A T G

مثال ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته DNA، به صورت GCTATGCATG است. ترتیب نوکلئوتیدها در رشته مکمل را مشخص کنید.

رشته اصلی ← G C T A T G C A T G
رشته مکمل ← C G A T A C G T A C

🔍 پایداری DNA

همان‌طور که احتمالاً از درس شیمی به یاد دارید، پیوندهای هیدروژنی برخلاف پیوندهای کووالانسی، استحکام و انرژی پیوند زیادی ندارند؛ در نتیجه، شکستن یک پیوند هیدروژنی به سادگی صورت می‌گیرد. با این حال، یک مولکول DNA پایداری زیادی دارد که دلیل آن، تشکیل پیوند هیدروژنی بین هزاران تا میلیون‌ها نوکلئوتید است. وجود این تعداد زیاد پیوند هیدروژنی، باعث می‌شود که مولکول DNA پایدار باشد. در عین حال، چون شکستن هر پیوند هیدروژنی نیاز به انرژی کمی دارد، در مواقع مورد نیاز (مثلاً هنگام همانندسازی)، امکان جدا شدن دو رشته DNA در نقاطی از آن وجود دارد. حتی در این حالت نیز پایداری DNA حفظ می‌شود و DNA می‌تواند وظایف خود را انجام دهد.

آن‌چه خواهیم خواند [ورودی فصل ۴ دوازدهم] پایداری اطلاعات در سامانه‌های زنده، یکی از ویژگی‌های ماده وراثتی است اما در عین حال، ماده وراثتی به‌طور محدود تغییرپذیر است. این تغییرپذیری باعث ایجاد گوناگونی می‌شود و چنان‌که خواهیم دید، توان بقای جمعیت‌ها را در شرایط متغیر محیط افزایش می‌دهد و زمینه تغییر گونه‌ها را فراهم می‌کند.

جمع‌بندی

ساختار و مدل مولکولی DNA

DNA، یک مارپیچ دورشته‌ای است و مانند یک نردبان است که دور محوری فرضی پیچیده است. نرده‌های این نردبان، قند و فسفات هستند که با پیوند فسفودی‌استر به یکدیگر متصل می‌شوند. پله‌های این نردبان نیز بازهای آلی نیتروژن دار هستند که از طریق پیوند هیدروژنی به یکدیگر متصل می‌شوند. باز A با T مکمل است و باز G با C. بازهای مکمل، با یکدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند و بین بازهای G و C، بیشترین تعداد پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. تعداد زیاد پیوندهای هیدروژنی، باعث پایداری زیاد مولکول DNA بدون اختلال در کار آن می‌شود. ارتباط بازهای مکمل، آزمایش‌های چارگاف را نیز تأیید می‌کند. براساس قانون مکمل بودن بازها، می‌توان با مشخص بودن ترتیب نوکلئوتیدهای یک رشته، ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر را مشخص کرد.

درس‌نامه ۷ نوکلئوتیدها و نوکلئیک‌اسیدهای دیگر: RNA و ATP

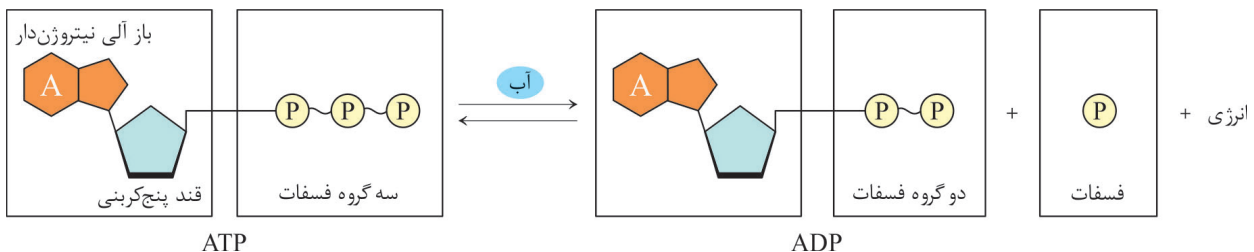
تا این‌جا متوجه شدیم که نوکلئوتیدها در ساختار مولکول DNA و RNA وجود دارند. اما آیا فقط نوکلئوتیدها برای تشکیل DNA و RNA و به عنوان واحد ساختاری این مولکول‌ها کاربرد دارند؟ هم‌نظیری که درس می‌زنیم، جواب این سؤال منفی است. نوکلئوتیدها نقش‌های دیگری هم دارند.

نوکلئوتیدها، می‌توانند ناقل انرژی و الکترون باشند.

نوکلئوتیدها در یاخته‌های زنده، نقش‌های متفاوتی دارند. یکی از این نقش‌ها روگفتیم به عنوان واحد سازنده DNA و RNA است. از جمله نقش‌های دیگری که نوکلئوتیدها در یاخته دارند، به عنوان ناقل انرژی و الکترون است.

ATP، ناقل انرژی

آره، درست فونرین. ATP نوعی نوکلئوتید هست. در واقع، ATP نوعی نوکلئوتید آدنین دار است که دارای سه گروه فسفات می‌باشد. طی واکنش‌های سوخت‌وسازی یاخته، پیوندهای پرانرژی بین گروه‌های فسفات شکسته می‌شود و انرژی آزاد می‌شود. نکته ATP، انرژی رایج در یاخته است و یاخته در فعالیت‌های مختلف از آن استفاده می‌کند.



آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ - فصل ۵ دوازدهم] ATP یا آدنوزین تری‌فسفات، شکل رایج و قابل‌استفاده انرژی در یاخته‌ها و نوکلئوتیدی تشکیل شده از باز آلی آدنین، قند پنج کربنی ریبوز و سه گروه فسفات است. به مجموعه آدنین و ریبوز، آدنوزین گفته می‌شود. می‌تونیم «همه‌پیز دربارۀ» ATP رو در فصل ۵ بفونرین.

ناقل‌های الکترون

ناقل‌های الکترون، مولکول‌هایی هستند که می‌توانند الکترون را حمل کنند و به مولکول‌های دیگر انتقال دهند. در ساختار این مولکول‌ها، نوکلئوتیدها شرکت دارند. نکته ناقل‌های الکترون در فرایندهای یاخته‌ای مانند تنفس یاخته‌ای و فتوسنتز شرکت دارند. در فصل‌های بعدی بیشتر راجع بهشون صحبت می‌کنیم.

مثال NAD^+ ، $NADP^+$ و FAD

نکته ATP، خود یک نوکلئوتید می‌باشد اما در ساختار ناقل‌های الکترون، دو نوکلئوتید آدنین دار وجود دارد.

نکته در همه ناقل‌های انرژی و الکترون، باز آلی آدنین وجود دارد.

نکته دقت داشته باشید که NAD^+ و FAD دارای دو نوکلئوتید هستند و چون در هر نوکلئوتید حداقل یک گروه فسفات وجود دارد، NAD^+ و FAD حداقل ۲ فسفات دارند. NAD^+ نسبت به NAD^+ ، یک فسفات بیشتر دارد.

همه چیز درباره

فرایندهایی که با مصرف ATP انجام می‌شوند (قسمت اول: دهم)

| توضیحات | آدرس | فرایند |
|--|---|---|
| انتقال مواد در خلاف شیب غلظت با کمک پروتئین‌های غشایی | [گفتار ۱ - فصل ۲ دهم] | انتقال فعال* (معمولاً) |
| همراه با تشکیل کیسه‌های غشایی | ورود ذرات بزرگ (مانند پروتئین‌ها) به یاخته‌ها | درون‌بری (آندوسیتوز)** |
| | خروج ذرات بزرگ (مانند پروتئین‌ها) از یاخته | برون‌رانی (اگزوسیتوز)** |
| بعضی از مواد معدنی با روش انتقال فعال جذب می‌شوند. | [گفتار ۳ - فصل ۲ دهم] | جذب کلسیم و آهن |
| اغلب ویتامین‌های B و C با روش انتشار و یا انتقال فعال جذب می‌شوند. | [گفتار ۳ - فصل ۲ دهم] | جذب ویتامین‌های محلول در آب |
| ویتامین B _{۱۲} ، همراه با عامل داخلی معده، با روش درون‌بری جذب می‌شود. | [گفتار ۳ - فصل ۲ دهم] | جذب ویتامین B _{۱۲} |
| در انتهای حفره دهانی، کریچه (واکوئول) غذایی با روش درون‌بری (آندوسیتوز) تشکیل می‌شود. | [گفتار ۴ - فصل ۲ دهم] | تشکیل کریچه غذایی در پارامسی |
| محتویات کریچه (واکوئول) دفعی از راه منفذ دفعی و با روش برون‌رانی (اگزوسیتوز)، از یاخته خارج می‌شود. | [گفتار ۴ - فصل ۲ دهم] | دفع محتویات کریچه دفعی در پارامسی |
| بعضی از یاخته‌های حفره گوارشی، مواد مغذی را با بیگانه‌خواری (فاگوسیتوز) دریافت و فرایند گوارش درون‌یاخته‌ای را آغاز می‌کنند. | [گفتار ۴ - فصل ۲ دهم] | جذب در حفره گوارشی |
| پروتئین‌های درشت، درون کیسه‌هایی از جنس غشا قرار می‌گیرند و با درون‌بری وارد یاخته‌های پوششی شده و با برون‌رانی از آن‌ها خارج می‌شوند. | [گفتار ۲ - فصل ۴ دهم] | درون‌بری و برون‌رانی در مویرگ‌های خونی |
| در بیشتر موارد، بازجذب فعال است و با صرف انرژی زیستی انجام می‌گیرد. | [گفتار ۲ - فصل ۵ دهم] | بازجذب در نفرون (معمولاً) |
| ترشح در بیشتر مواد به روش فعال و با صرف انرژی زیستی انجام می‌گیرد. | [گفتار ۲ - فصل ۵ دهم] | ترشح در نفرون (معمولاً) |
| ماهیان غضروفی (کوسه و سفره‌ماهی)، علاوه بر کلیه‌ها، دارای غدد راست‌روده‌ای هستند که محلول نمک (سدیم‌کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کنند. | [گفتار ۳ - فصل ۵ دهم] | ترشح محلول بسیار غلیظ نمک به روده توسط غدد راست‌روده‌ای |
| در ماهیان آب شیرین جذب نمک و یون‌ها با انتقال فعال از آبشش‌هاست | [گفتار ۳ - فصل ۵ دهم] | جذب یون‌ها در ماهیان آب شیرین |
| در ماهیان آب شور، یون‌ها از طریق آبشش‌ها با انتقال فعال دفع می‌شوند. | [گفتار ۳ - فصل ۵ دهم] | دفع یون‌ها در ماهیان آب شور |
| انتقال فعال یون‌های معدنی به درون آوندهای چوبی توسط یاخته‌های درون پوست و یاخته‌های زنده درون استوانه آوندی ریشه | [گفتار ۳ - فصل ۷ دهم] | ایجاد فشار ریشه‌ای |
| انتقال فعال ساکارز و یون‌های پتاسیم و کلر به درون یاخته‌های نگهبان روزنه | [گفتار ۳ - فصل ۷ دهم] | ورود یون‌ها به یاخته‌های نگهبان |
| خروج فعال ساکارز و یون‌های پتاسیم و کلر از یاخته‌های نگهبان روزنه | [گفتار ۳ - فصل ۷ دهم] | خروج یون‌ها از یاخته‌های نگهبان |
| محل منبع: ورود فعال قند و مواد آلی به یاخته‌های آبکشی | [گفتار ۳ - فصل ۷ دهم] | بارگیری آبکشی |
| محل مصرف: خروج فعال قند و مواد آلی از یاخته‌های آبکشی | [گفتار ۳ - فصل ۷ دهم] | باربرداری آبکشی |

* **انتقال فعال:** هم‌انتقالی گلوکز (یا آمینواسیدها) با سدیم^۱، جذب کلسیم و آهن، جذب بعضی ویتامین‌های محلول در آب، بازجذب و ترشح در نفرون‌ها (معمولاً)، ترشح محلول بسیار غلیظ نمک به روده توسط غدد راست‌روده‌ای، جذب یون‌ها در آبشش ماهیان آب شیرین، دفع یون‌ها در آبشش ماهیان آب شور، انتقال یون‌های معدنی به درون آوندهای چوبی، ورود و خروج یون‌ها در یاخته‌های نگهبان روزنه، بارگیری و باربرداری آبکشی

** **آندوسیتوز:** جذب ویتامین B_{۱۲}، تشکیل کریچه غذایی در پارامسی، ورود پروتئین‌های درشت به یاخته‌های پوششی مویرگ‌ها

*** **اگزوسیتوز:** دفع محتویات کریچه دفعی در پارامسی، جذب در حفره گوارشی، خروج پروتئین‌های درشت از یاخته‌های پوششی مویرگ‌ها

فرایندهای که با مصرف ATP انجام می‌شوند (قسمت دوم: یازدهم و دوازدهم)

| توضیحات | آدرس | فرایند |
|--|---------------------------|--|
| خروج سه یون سدیم از یاخته و ورود دو یون پتاسیم به یاخته با انتقال فعال | [گفتار ۱ - فصل ۱ یازدهم] | فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم |
| آزاد شدن ناقل‌های عصبی در فضای سیناپسی با برون‌رانی ریزکیسه‌ها | [گفتار ۱ - فصل ۱ یازدهم] | آزاد شدن ناقل‌های عصبی |
| با اتصال ATP به سر میوزین، اتصال بین میوزین و اکتین از بین می‌رود. | [گفتار ۲ - فصل ۳ یازدهم] | جدا شدن سر میوزین از اکتین |
| یاخته‌های درون‌ریز، با برون‌رانی، محتویات کیسه‌های ترشحی را آزاد می‌کنند. | [گفتار ۱ - فصل ۴ یازدهم] | ترشح هورمون‌ها |
| بیگانه‌خوارها، با بیگانه‌خواری می‌توانند میکروب‌ها را از بین ببرند. | [گفتار ۲ - فصل ۵ یازدهم] | بیگانه‌خواری (فاگوسیتوز) |
| ترشح همه پروتئین‌های دفاعی، با اگزوسیتوز و مصرف ATP انجام می‌شود. | [فصل ۵ یازدهم] | ترشح انواع پروتئین‌های دفاعی |
| اسپرم برای زنش تاژک خود، نیاز به مصرف انرژی ATP دارد. | [گفتار ۱ - فصل ۷ یازدهم] | حرکت اسپرم با تاژک |
| انرژی لازم برای تهیه پلی‌پپتید طی فرایند ترمه از مولکول ATP به دست می‌آید | [گفتار ۲ - فصل ۲ دوازدهم] | ترجمه در ریبوزوم‌ها |
| اتصال آمینواسید به tRNA توسط نوعی آنزیم ویژه، نیازمند انرژی است. | [گفتار ۲ - فصل ۲ دوازدهم] | اتصال آمینواسید به tRNA |
| برای انجام واکنش‌های مربوط به تجزیه گلوکز انرژی فعال‌سازی نیاز هست. این انرژی از ATP تأمین می‌شود. گلوکز با گرفتن فسفات‌های ATP، فسفات می‌شود. | [گفتار ۱ - فصل ۵ دوازدهم] | تبدیل گلوکز به گلوکز فسفات |
| گرچه واکنش‌های کالوین مستقل از نور انجام می‌شوند، اما انجام این واکنش‌ها وابسته به ATP و NADPH حاصل از واکنش‌های نوری است و در دو قسمت چرخه کالوین، ATP مصرف می‌شود: ۱- تبدیل مولکول سه‌کربنی به قند سه‌کربنی و ۲- تبدیل ریبولوز فسفات به ریبولوز بیس فسفات. | [گفتار ۲ - فصل ۶ دوازدهم] | تبدیل مولکول سه‌کربنی به قند سه‌کربنی در چرخه کالوین تبدیل ریبولوز فسفات به ریبولوز بیس فسفات |

۱- انتقال فعال: فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، ورود پروتون (H^+) به فضای درون تیلاکوئید*، انتقال پروتون به فضای بین دو غشای میتوکندری*

۲- آندوسیتوز: بیگانه‌خواری (فاگوسیتوز)

۳- اگزوسیتوز: آزاد شدن ناقل‌های عصبی، ترشح هورمون‌ها، ترشح انواع پروتئین‌های دفاعی

نکته به‌طور کلی، ترشح مواد با روش اگزوسیتوز انجام می‌شود (به‌جز مواد لیپیدی که می‌توانند از غشای یاخته عبور کنند).

* در میتوکندری و تیلاکوئید، عبور پروتون در خلاف جهت شیب غلظت با روش انتقال فعال ولی بدون مصرف انرژی ATP است. این جابه‌جایی‌ها با استفاده از انرژی الکترون‌های برانگیخته رخ می‌دهند.



ژن چیست؟

در آزمایش ایوری مشخص شده که اطلاعات وراثتی در DNA قرار دارند و می‌توانند از نسلی به نسل دیگر منتقل شوند. در هر مولکول DNA، اطلاعات وراثتی در واحدهایی به‌نام ژن سازمان‌دهی شده‌اند. در واقع، ژن بخشی از مولکول DNA است که دستورالعمل لازم برای تولید RNA و پروتئین را در خود ذخیره دارد.

مثال ژن رنگ چشم، ژن گروه خونی، ژن تولید هموگلوبین، ژن تولید انسولین و ...

آنچه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۶ یازدهم] پروتئین‌ها، تنظیم‌کننده چرخه یاخته و مرگ آن هستند. پروتئین‌ها، محصول عملکرد ژن‌ها هستند. بنابراین،

مشخص است که در ایجاد سرطان، ژن‌ها نقش دارند. ژن‌های زیادی شناخته شده‌اند که در بروز سرطان مؤثرند.

از روی ژن‌ها، مولکول RNA ساخته می‌شود و RNAها، دستورالعمل‌های DNA را اجرا می‌کنند. چه پوری؟ فصل بعد می‌گیم.

RNA، نوعی نوکلئیک‌اسید

تعریف: RNA، نوعی مولکول نوکلئیک‌اسید تک‌رشته‌ای است.

نقش: RNAها، به‌طور عمده در فرایند پروتئین‌سازی نقش دارند.

تولید: RNAها، طی فرایند رونویسی، از روی بخشی از یکی از رشته‌های DNA تولید می‌شوند.

انواع RNA

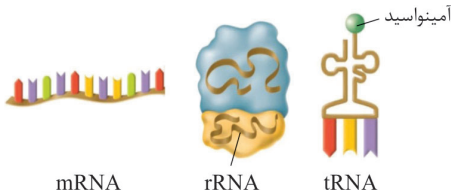
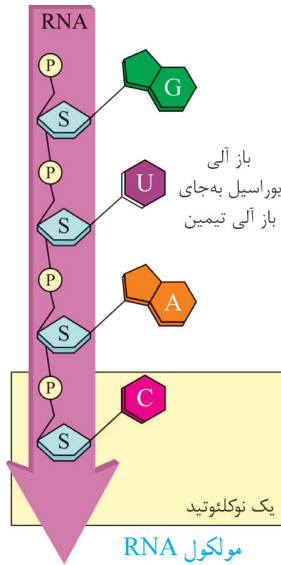
انواع متعددی RNA با نقش‌های گوناگون در یاخته وجود دارند. **بعضی از این RNAها، در فرایند پروتئین‌سازی نقش اصلی را برعهده دارند:**

۱- mRNA (رِنای پیک): این نوع از RNAها، اطلاعات مربوط به ساخت پروتئین‌ها را از DNA به ریبوزوم‌ها می‌رسانند. ریبوزوم‌ها با استفاده از اطلاعات mRNA، پروتئین‌سازی می‌کنند.

۲- tRNA (رِنای ناقل): این نوع از RNAها، آمینواسیدها را برای استفاده از پروتئین‌سازی به سمت ریبوزوم‌ها می‌برند.

۳- rRNA (رِنای رناتنی): همان‌طور که می‌دانید، ریبوزوم‌ها، ساختارهایی در یاخته هستند که محل پروتئین‌سازی می‌باشند. در ساختار ریبوزوم‌ها، پروتئین‌ها و rRNAها وجود دارند.

اگر فرض کنیم که پروتئین مثل یک سافتمون هست، mRNA همون نقشه سافتمون است. tRNA کامیونی هست که مصالح رو حمل می‌کنه. rRNA هم بناپی هست که با استفاده از نقشه mRNA و مصالح tRNA سافتمان پروتئین رو می‌سازه.



۴- نقش‌های دیگر RNAها: به‌جز سه نقش اصلی ذکرشده برای RNAها، کارهای دیگری نیز توسط RNAها انجام می‌شود. مثلاً، بعضی از RNAها دارای فعالیت آنزیمی هستند و بعضی نیز در تنظیم بیان ژن نقش دارند. دقت داشته باشید که به‌جز سه نوع RNA ذکرشده، انواع دیگری از RNA نیز در یاخته‌ها وجود دارند.

آنچه خواهیم خواند [کفتار ۳ - فصل ۲ دوازدهم]: اتصال بعضی از RNAهای کوچک مکمل به mRNA (رِنای پیک) مثالی از تنظیم بیان ژن پس از رونویسی است. با اتصال این RNAها، از کار ریبوزوم (رناتن) جلوگیری می‌شود. در نتیجه، عمل ترجمه متوقف و RNA ساخته‌شده پس از مدتی تجزیه می‌شود. می‌دوئم فیلی از اصطلاحات این‌جا رو متوجه نشدین. انتظار هم نمی‌ره متوجه بشین، چون در فصل بعد کامل توضیفش می‌دیم. فعلاً همین که یه آشنایی اولیه با این چیزا داشته باشین کافیه.

آنچه خواهیم خواند [کفتار ۱ - فصل ۲ دوازدهم]: انواعی از RNA در یاخته وجود دارند که در پروتئین‌سازی مؤثر هستند. این RNAها از روی مولکول DNA ساخته می‌شود. به‌ساخته‌شدن مولکول RNA از روی بخشی از یک رشته DNA، رونویسی گفته می‌شود.

مقایسه

انواع RNA: شاید بخش‌های زیادی از جدول زیر رو الان نفهمین. هیچ مشکلی نداره؛ فصل بعدی رو که بفوتین کامل متوجه می‌شین. این جدول هم بیشتر برای جمع‌بندی آفر سال هست. بله، درست‌ه؛ ما به فکر روزای آفرتون هم هستیم.

| نوع مولکول RNA | mRNA | tRNA | rRNA |
|---|--|--|-----------------------------|
| معادل فارسی | رِنای پیک ^۱ | رِنای ناقل ^۲ | رِنای ریبوزومی ^۳ |
| محل تولید در یوکاریوت‌ها (فرایند تولید) | هسته (رونویسی) | هسته (رونویسی) | هسته (رونویسی) |
| محل فعالیت | سیتوپلاسم | سیتوپلاسم | سیتوپلاسم |
| نقش | انتقال اطلاعات لازم برای ترجمه از DNA به ریبوزوم | انتقال آمینواسیدها به ریبوزوم برای ترجمه | شرکت در ساختار ریبوزوم |
| کدون | + | ندارد | ندارد |
| آنتی‌کدون | ندارد | + | ندارد |
| بخش‌های دورشته‌ای | ندارد | + | — |
| تغییر پس از تولید در یوکاریوت‌ها | پیرایش | تا خوردن | — |

بیشتر نخوانید !

درسنامه ۸ کارگاه حل مسئله DNA و RNA

این‌ها می‌فوییم یکم مسئله‌های زیستی حل کنیم. حقیقتش اینه که در سوالات زیست‌کنکور، مسئله زیار جایی نداره. ولی ما می‌فوییم این مسائل رو توضیح بدهیم به چند دلیل؛ ۱- احتمالش (هر چند کم و میشه گفت صفر) وجود داره که در کنکور از این مبحث سؤال طرح بشه، ۲- ممکنه در امتحانات مدرسه مطرح بشه، ۳- در کتاب‌ها و آزمون‌های آزمایشی به وفور این مسائل رو فوایدید! پس بازم تأکید می‌کنم که این درسنامه، ارزش‌کنگوری پایینی داره.

ترتیب نوکلئوتیدها

بر اساس قانون جفت بازهای مکمل، با مشخص شدن ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته، می‌توان ترتیب نوکلئوتیدها در رشته مقابل را تعیین کرد. برای این کار، کافی است که مطابق نمونه زیر، بازهای مکمل را مشخص کنیم:

رشته اصلی ← A T G C
رشته مکمل ← T A C G

سؤال اگر ترتیب نوکلئوتیدها در چهار رشته DNA، به ترتیب TCAGATGC، AGCTGACTG، GCTGCAGTA و CCATGACT باشد، ترتیب نوکلئوتیدها در رشته مکمل هر یک از رشته‌های مذکور را بنویسید.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------|-------------|-----------|
| T | C | A | G | A | T | G | C | رشته اصلی ← | مولکول ۱: | |
| A | G | T | C | T | A | C | G | رشته مکمل ← | | |
| A | G | C | T | G | A | C | T | G | رشته اصلی ← | مولکول ۲: |
| T | C | G | A | C | T | G | A | C | رشته مکمل ← | |
| G | C | T | G | C | A | G | T | A | رشته اصلی ← | مولکول ۳: |
| C | G | A | C | G | T | C | A | T | رشته مکمل ← | |
| C | C | A | T | G | A | C | T | رشته اصلی ← | مولکول ۴: | |
| G | G | T | A | C | T | G | A | رشته مکمل ← | | |

تعداد نوکلئوتیدها

برای حل این سبک سوالات، باید از نتایج آزمایش‌های پارکاف و رابطه‌های زیر استفاده کنیم:

$$\begin{aligned} \text{رابطه ۱: } \frac{A}{T} &= \frac{G}{C} = 1 \\ \text{رابطه ۲: } A &= T, C = G \\ \text{رابطه ۳: } \frac{\text{پورین‌ها}}{\text{پیریمیدین‌ها}} &= 1 \Rightarrow \text{کل نوکلئوتیدها} = \frac{1}{4} = \text{پیریمیدین‌ها} = \text{پورین‌ها} \\ \text{رابطه ۴: } A + G &= T + C \Rightarrow \frac{A+G}{T+C} = 1 \end{aligned}$$

بنابراین، هنگام حل این‌گونه از سوالات، باید به چند نکته توجه کنیم:

۱- تعداد باز آلی A، با تعداد باز آلی T برابر است.

۲- تعداد باز آلی G، با تعداد باز آلی C برابر است.

۳- تعداد نوکلئوتیدها در هر رشته DNA، نصف کل نوکلئوتیدهاست.

۴- تعداد پورین‌ها و پیریمیدین‌ها، برابر با نصف تعداد کل نوکلئوتیدهاست.

۵- تعداد کل نوکلئوتیدها $(A + T) + (C + G) =$

چند تا سؤال حل کنیم که بهتر متوجه بشین:

سؤال ۱ در یک مولکول DNA با ۱۰۰۰ نوکلئوتید، ۲۰۰ نوکلئوتید سیتوزین دار وجود دارد. در این مولکول، چند نوکلئوتید A وجود دارد؟

$$C = G = 200 \Rightarrow C + G = 400 \Rightarrow A + T = 1000 - 400 = 600 \Rightarrow A = T = 300$$

سؤال ۲ در یک مولکول DNA، ۳۰۰ باز آلی تک‌حلقه‌ای وجود دارد. اگر در این مولکول، ۱۰۰ نوکلئوتید T وجود داشته باشد، تعداد نوکلئوتیدهای گوانین‌دار را حساب کنید.

گفتیم که تعداد پورین‌ها و پیریمیدین‌ها، برابر با نصف تعداد کل نوکلئوتیدهاست. بنابراین، در این مولکول DNA، ۶۰۰ باز آلی وجود دارد که ۳۰۰ تای آن‌ها، پیریمیدین (تک‌حلقه‌ای) است.

$$T = A = 100 \Rightarrow T + A = 200 \Rightarrow C + G = 600 - 200 = 400 \Rightarrow C = G = 200$$

سؤال ۳ چهل درصد از نوکلئوتیدهای هر رشته یک مولکول DNA، دارای باز آلی آدنین هستند. چند درصد از بازهای آلی تک‌حلقه‌ای این مولکول، سیتوزین هستند؟

گفتیم که تعداد نوکلئوتیدها در هر رشته DNA برابر با نصف تعداد کل نوکلئوتیدهاست. بنابراین، اگر تعداد کل نوکلئوتیدها برابر با n باشد، درصد نوکلئوتیدها A در کل مولکول برابر است با:

$$\frac{n}{4} \times 40\% = 20 \Rightarrow A = 40\%/n \Rightarrow T = 40\%/n$$

$$A + T = 80\%/n \Rightarrow C + G = 100 - 80 = 20\%/n \Rightarrow C = G = 10\%/n$$

سؤال از ما خواسته است که حساب کنیم چند درصد از بازهای آلی تک‌حلقه‌ای (یعنی پیریمیدین‌ها)، سیتوزین هستند. پس داریم:

$$\frac{\text{سیتوزین}}{\text{پیریمیدین}} = \frac{\text{سیتوزین}}{\text{سیتوزین} + \text{تیمین}} = \frac{10}{40 + 10} = 20\%$$

سؤال ۴ در یک مولکول DNA با ۳۰۰۰ نوکلئوتید، نسبت $\frac{G}{T} = 2$ برقرار است. در چند درصد از نوکلئوتیدهای این مولکول DNA، دو حلقه آلی نیتروژن‌دار مشاهده می‌شود؟

اگر شروع کردیم به محاسبات و درگیر پیدا کردن جواب هستیم، باید بهتون بگم فسته نباشین! این سؤال نیاز به حل نراره و جواب میشه ۵۰ درصد. مگه ما نگفتیم که نصف تعداد کل نوکلئوتیدهای هر مولکول DNA، پورین (دو حلقه‌ای) است؟ اما حالا برای این که روش مناسبه رو هم یاد بگیریم، سؤال رو حل می‌کنیم.

در سؤال گفته شده است که $\frac{G}{T} = 2$. از آنجایی که G با C برابر است و A با T، نتیجه می‌گیریم که $\frac{C}{A} = 2$. اگر این دو کسر را با هم جمع کنیم داریم:

$$\frac{G}{T} + \frac{C}{A} = \frac{G+C}{T+A} = 2 \Rightarrow G+C = 2(A+T)$$

می‌دانیم که تعداد کل نوکلئوتیدها $(A+T) + (C+G)$ است. اگر در این رابطه به جای $(C+G)$ بنویسیم $2(A+T)$ ، داریم:

$$(A+T) + 2(A+T) = 3(A+T) = 3000 \Rightarrow A+T = \frac{3000}{3} = 1000 \xrightarrow{A=T} A = T = 500$$

حالا برمی‌گردیم به رابطه اول:

$$\frac{G}{T} = 2 \Rightarrow G = 2T \xrightarrow{T=500} G = 1000 \xrightarrow{G=C} C = 1000$$

فب، تونستیم تعداد همه بازهای آلی رو حساب کنیم. حالا دیگه هر چیزی که سؤال ازمون فواسته باشه رو می‌تونیم حساب کنیم.

$$\frac{\text{پورین‌ها}}{\text{کل نوکلئوتیدها}} = \frac{\text{آدنین} + \text{گوانین}}{\text{کل نوکلئوتیدها}} = \frac{1000 + 500}{3000} = \frac{1}{2} = 50\%$$



از این‌جا به بعدش یکم سفت میشه! به خصوص که پای DNA حلقوی و RNA هم به سؤالات باز میشه.

□ فسفودی‌استر

RNA یا یک رشته DNA خطی: گفتیم که هر نوکلئوتید، از طریق پیوند فسفودی‌استر، به نوکلئوتید بعدی خود متصل می‌شود. این عبارت، درباره همه نوکلئوتیدهای رشته درست است، به جز آخرین نوکلئوتید. در آخرین نوکلئوتید، گروه فسفات وجود دارد که پیوند فسفودی‌استر تشکیل نمی‌دهد (اگر در این موضوع شک دارید، برگردین و به شکل‌های درسامه‌های قبلی نگاه کنین). بنابراین، تعداد پیوندهای فسفودی‌استر در هر رشته یک DNA خطی و RNA برابر است با:

RNA: $n - 1$

یک رشته DNA خطی: $\frac{n}{2} - 1$

$$n = (\text{تعداد نوکلئوتیدها در کل مولکول DNA و RNA، تعداد نوکلئوتیدها در یک رشته DNA}) \left(\frac{n}{2} \right)$$

سؤال ۱ در یک مولکول RNA با ۱۰۰ نوکلئوتید، چند پیوند فسفودی‌استر وجود دارد؟

$$n - 1 = 100 - 1 = 99$$

سؤال ۲ در یک مولکول DNA خطی با ۴۰۰ نوکلئوتید، تعداد پیوندهای فسفودی‌استر در هر رشته را حساب کنید.

$$\frac{n}{2} - 1 = \frac{400}{2} - 1 = 200 - 1 = 199$$

کل DNA خطی: گفتیم که تعداد پیوندهای فسفودی‌استر در هر رشته DNA خطی برابر است با $\frac{n}{2} - 1$. اگر این رابطه را در عدد ۲ ضرب کنیم، تعداد پیوندهای فسفودی‌استر در کل مولکول DNA به دست می‌آید: $(n = \text{تعداد نوکلئوتیدها در کل مولکول DNA})$

تعداد پیوندهای فسفودی‌استر در کل مولکول DNA خطی: $2 \times \left(\frac{n}{2} - 1\right) = n - 2$

سؤال ۳ اگر در یک مولکول DNA، ۱۵۰ باز تک‌حلقه‌ای وجود داشته باشد، تعداد پیوندهای فسفودی‌استر در کل مولکول چقدر است؟
تعداد بازهای تک‌حلقه‌ای (پیریمیدین‌ها)، نصف تعداد کل نوکلئوتیدهای DNA است. بنابراین، در کل مولکول، ۳۰۰ نوکلئوتید وجود دارد. تعداد پیوندهای فسفودی‌استر برابر است با:

$$n - 2 = 300 - 2 = 298$$

سؤال ۴ در یک رشته مولکول DNA، ۱۹۸ پیوند فسفودی‌استر وجود دارد. تعداد کل نوکلئوتیدها و تعداد کل پیوندهای فسفودی‌استر این مولکول DNA را حساب کنید.

با توجه به تعداد پیوندهای فسفودی‌استر در هر رشته DNA، تعداد کل نوکلئوتیدها برابر است با:

$$\frac{n}{2} - 1 = 198 \Rightarrow \frac{n}{2} = 199 \Rightarrow n = 398$$

راه اول: $n - 2 = 398 - 2 = 396$

تعداد کل پیوندهای فسفودی‌استر در مولکول DNA برابر است با:

راه دوم: $2 \times 198 = 396$

هر رشته DNA حلقوی و کل DNA حلقوی: در DNA حلقوی، دو انتهای مولکول DNA نیز به یکدیگر متصل می‌شوند. در واقع، در هر رشته، هر نوکلئوتید یک پیوند فسفودی‌استر با نوکلئوتید بعدی خود تشکیل می‌دهد. در نتیجه، تعداد پیوندهای فسفودی‌استر و تعداد نوکلئوتیدها برابر است. پس داریم:

(تعداد نوکلئوتیدها در کل مولکول DNA = n ، تعداد نوکلئوتیدها در یک رشته مولکول DNA = $\frac{n}{2}$)

هر رشته DNA حلقوی: $\frac{n}{2}$ **کل DNA حلقوی:** n

سؤال ۵ در یک مولکول DNA باکتری، ۱۰۰۰ نوکلئوتید وجود دارد. نسبت پیوندهای فسفودی‌استر در هر رشته DNA به کل نوکلئوتیدها را حساب کنید.

$$\frac{\text{تعداد پیوندهای فسفودی‌استر در هر رشته DNA حلقوی}}{\text{کل نوکلئوتیدها}} = \frac{\frac{n}{2}}{n} = \frac{1}{2}$$

سؤال ۶ اگر در یک مولکول DNA حلقوی، ۴۰۰ باز A و ۳۰۰ باز C وجود داشته باشد، تعداد کل پیوندهای فسفودی‌استر در این مولکول DNA را حساب کنید.

$$A = T = 400 \Rightarrow A + T = 800$$

$$C = G = 300 \Rightarrow C + G = 600$$

$$n = (A + T) + (C + G) = 800 + 600 = 1400$$

تعداد کل پیوندهای فسفودی‌استر = $n = 1400$

□ قند - فسفات

DNA حلقوی: هر پیوند فسفودی‌استر، شامل دو پیوند قند - فسفات است در هر پیوند فسفودی‌استر، یک گروه فسفات داریم که با دو تا قند پیوند تشکیل می‌دهد؛ یکی قند نوکلئوتید فورس و یکی هم قند نوکلئوتید بعری؛ بنابراین، تعداد پیوندهای قند - فسفات در DNA حلقوی، دو برابر تعداد پیوندهای فسفودی‌استر است.

تعداد پیوند - قند فسفات در هر رشته DNA حلقوی: n **تعداد پیوند - قند فسفات در کل DNA حلقوی:** $2n$

DNA یا RNA خطی: در نوکلئیک‌اسیدهای خطی، یک فسفات در یک انتهای هر رشته فقط، با یک مولکول قند پیوند تشکیل می‌دهد و در تشکیل پیوند فسفودی‌استر نقشی ندارد. بنابراین، تعداد پیوند قند - فسفات در هر رشته برابر است با $1 + (\text{فسفودی‌استر} \times 2)$. این تعداد در کل مولکول DNA خطی، دو برابر می‌شود: $(1 + (\text{فسفودی‌استر} \times 2)) \times 2$.

تعداد پیوند قند - فسفات در هر رشته **تعداد پیوند قند - فسفات در کل DNA خطی:** $2n - 2$ **تعداد پیوند قند - فسفات در RNA:** $2n - 1$
DNA خطی: $n - 1$

سؤال ۷ اگر در یک DNA حلقوی، ۳۵۰ پیوند فسفودی‌استر وجود داشته باشد، چند پیوند قند - فسفات مشاهده می‌شود؟

$$2 \times 350 = 700$$

سؤال ۸ اگر در هر رشته یک DNA خطی، ۱۹۹ پیوند فسفودی‌استر وجود داشته باشد، در کل این مولکول، چند پیوند قند - فسفات مشاهده می‌شود؟

$$\frac{n}{2} - 1 = 199 \Rightarrow 2 \times \left(2 \times \left(\frac{n}{2} - 1 \right) + 1 \right) = 798$$

سؤال ۹ در یک مولکول RNA، ۳۰۰ باز پورین و ۴۰۰ باز پیریمیدین وجود دارد. در این مولکول، چند پیوند قند - فسفات یافت می‌شود؟

$$n = 300 + 400 = 700 \Rightarrow 2n - 1 = 2(700) - 1 = 1399$$

□ **قند - باز**

در هر نوکلئوتید، یک مولکول قند با یک باز آلی پیوند تشکیل می‌دهد. بنابراین، همواره تعداد نوکلئوتیدها برابر است با تعداد پیوند قند - باز.

تعداد پیوندهای قند باز در نوکلئیک‌اسیدی با n نوکلئوتید: n

سؤال ۱۰ تعداد بازهای پورینی در نوکلئیک‌اسیدی با ۴۰۰ باز تک‌حلقه‌ای چه قدر باشد تا مجموع پیوندهای قند - باز در این مولکول، برابر با ۵۶۷ شود؟

$$567 - 400 = 167$$

گفتیم که تعداد پیوندهای قند - باز برابر است با تعداد نوکلئوتیدها. بنابراین داریم:

سؤال ۱۱ در یک مولکول DNA خطی، ۱۹۸ پیوند قند - فسفات وجود دارد. در این مولکول، چند پیوند قند - باز وجود دارد؟

$$2n - 2 = 198 \Rightarrow 2n = 200 \Rightarrow n = 100 \Rightarrow \text{باز} = n = 100$$

□ **هیدروژنه**

این قسمت ریگه کاملاً قارچ از کتاب هست! بنابراین، می‌توانیم نفیانش. البته، ممکنه که طراح پوری سوال بره که فورش بگه بین بازهای آلی پند تا پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شه. در اون صورت، توضیحی برای جواب ندادن به این سوالات وجود نداره.

در مولکول DNA (با n نوکلئوتید) بین بازهای A و T، دو پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. بین بازهای G و C نیز سه پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. رابطه‌های زیر، کل روابطی هست که برای سوالات مربوط به پیوند هیدروژنی لازم است. توضیح بیشتری نمی‌دریم تا زیار نریم توی ماشیه.

تعداد کل پیوند هیدروژنی: $3G + 2A = n + G$

دقت داشته باشید که در این رابطه‌ها، می‌توان به جای G نوشت C و به جای A نیز می‌توان T را قرار داد.

سؤال ۱۲ در یک مولکول DNA با ۱۰۰۰ نوکلئوتید و ۱۰۰ نوکلئوتید گوانین‌دار، چند پیوند هیدروژنی وجود دارد؟

$$n + G = 1000 + 100 = 1100$$

سؤال ۱۳ در یک مولکول DNA با ۵۰۰ باز پورین که ۴۰ درصد آن، آدنین است، چند پیوند هیدروژنی وجود دارد؟

$$A = 40\% \times 500 = 200$$

$$G = 500 - 200 = 300$$

$$3G + 2A = 3(300) + 2(200) = 1300$$

□ **تعداد حلقه‌ها**

رسیدیم به آخرین بخش مسئله‌ها. این‌ها ریگه فیلی ساره‌تر هست و راحت تموم میشه.

□ **قند**

در هر نوکلئوتید، یک مولکول قندی وجود دارد. هر قند نیز دارای یک حلقه است. بنابراین، تعداد حلقه‌های قندی در هر نوکلئیک‌اسید، برابر است با تعداد نوکلئوتیدها.

تعداد حلقه‌های قند در نوکلئیک‌اسید: n

سؤال ۱۴ در یک RNA با ۴۰۰ نوکلئوتید، چند حلقه آلی در مولکول‌های قندی دیده می‌شود؟

$$n = 400$$

□ **باز**

هر باز آلی پورین، ۲ حلقه دارد و هر پیریمیدین، ۱ حلقه. از آن جایی که در جفت‌بازهای مکمل، همواره یک پورین در مقابل یک پیریمیدین قرار می‌گیرد، تعداد حلقه‌های آلی نیتروژن‌دار در جفت‌بازهای مکمل ۳ عدد است. چون هر ۲ باز مکمل، دارای سه حلقه هستند، می‌توان گفت که در کل مولکول DNA، تعداد حلقه‌های بازهای آلی برابر است با $\frac{3n}{2}$. مثلاً، اگر مولکول دارای ۱۰۰ تا نوکلئوتید باشه، ۵۰ تا جفت‌باز مکمل داره. هر جفت باز هم ۳ تا حلقه داره.

تعداد حلقه‌های بازهای آلی در DNA: $\frac{3n}{2}$

نکته چون تعداد بازهای آلی در RNA از قاعده خاصی پیروی نمی‌کند، رابطه مشخصی برای تعداد حلقه‌های بازهای آلی در RNA نمی‌توان مشخص کرد. اما می‌توان گفت که تعداد حلقه‌های بازهای آلی در یک مولکول RNA، عددی است بین n تا $2n$. اگر تمام بازهای آلی تک‌حلقه‌ای باشند، تعداد حلقه‌ها n می‌شود و اگر همه بازهای آلی پورین باشند، تعداد حلقه‌ها $2n$ می‌شود.

سؤال ۲ در یک مولکول DNA با رشته‌های ۱۵۰ نوکلئوتیدی، چند حلقه آلی نیتروژن دار وجود دارد؟

$$\frac{n}{2} = 150 \Rightarrow \frac{3n}{2} = 3 \times 150 = 450$$

□ کله

در هر جفت نوکلئوتید مکمل، ۵ حلقه آلی وجود دارد: ۳ حلقه در بازهای مکمل و ۱ حلقه نیز در قند هر کدام از نوکلئوتیدها. (مجموعاً دو حلقه قندی) بنابراین، تعداد کل حلقه‌های آلی در یک مولکول DNA، برابر است با $\frac{\Delta n}{2}$.

تعداد کل حلقه‌های آلی در DNA: $\frac{\Delta n}{2}$

سؤال ۳ در یک مولکول DNA حلقوی و دارای ۲۰۰ حلقه قندی، تعداد کل حلقه‌های آلی را حساب کنید.

تعداد حلقه‌های مولکول‌های قند برابر است با تعداد کل نوکلئوتیدها. بنابراین، داریم:

$$n = 200 \Rightarrow \frac{\Delta n}{2} = 5 \left(\frac{200}{2} \right) = 500$$

تموم شد! بریم سراغ جمع‌بندی.

جمع‌بندی

مسائل RNA و DNA

| DNA حلقوی | یک رشته DNA حلقوی | DNA خطی | یک رشته DNA خطی | RNA | نوکلئیک‌اسید |
|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|--------------|---------------------|
| n | $\frac{n}{2}$ | n | $\frac{n}{2}$ | n | نوکلئوتیدها |
| n | $\frac{n}{2}$ | n | $\frac{n}{2}$ | n | قند |
| n | $\frac{n}{2}$ | n | $\frac{n}{2}$ | n | فسفات |
| n | $\frac{n}{2}$ | n | $\frac{n}{2}$ | n | باز آلی |
| $\frac{n}{2}$ | $\frac{n}{2}$ تا 0 | $\frac{n}{2}$ | $\frac{n}{2}$ تا 0 | n تا 0 | باز پورین |
| $\frac{n}{2}$ | $\frac{n}{2}$ تا 0 | $\frac{n}{2}$ | $\frac{n}{2}$ تا 0 | n تا 0 | باز پیریمیدین |
| $\frac{3}{2}n$ | n تا $\frac{n}{2}$ | $\frac{3}{2}n$ | n تا $\frac{n}{2}$ | $2n$ تا n | حلقه‌های بازهای آلی |
| $\frac{5}{2}n$ | $\frac{3n}{2}$ تا n | $\frac{5}{2}n$ | $\frac{3n}{2}$ تا n | $3n$ تا $2n$ | حلقه‌های آلی |
| n | $\frac{n}{2}$ | n | $\frac{n}{2}$ | n | قند - باز |
| $2n$ | n | $2n - 2$ | $n - 1$ | $2n - 1$ | قند - فسفات |
| n | $\frac{n}{2}$ | $n - 2$ | $\frac{n}{2} - 1$ | $n - 1$ | فسفو دی‌استر |
| $n + G = 2A + 3G$ | 0 | $n + G = 2A + 3G$ | 0 | 0 | پیوند هیدروژنی |

* در بخش‌هایی از یک مولکول RNA، مثل tRNA، ممکن است پیوند هیدروژنی تشکیل شود اما نمی‌توان رابطه مشخصی برای تعداد پیوند هیدروژنی در یک رشته RNA مشخص کرد. اما در هر صورت، تعداد پیوند هیدروژنی در یک RNA همواره و قطعاً کمتر $\frac{3m}{2}$ است.