## 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.

براین اساس **دانشمندان انتظار داشتند** که مقدار ۴ نوع باز آلی **در تمامی مولکول‌های دِنا** از **هر جانداری** که به‌دست‌آمده باشد با یکدیگر **برابر** باشد.

**مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دِناهای طبیعی جانداران نشان داد که :**

مقدار **آدنین** موجود در دِنا با مقدار **تیمین برابر** است و مقدار **گوانین** در آن با مقدار **سیتوزین** برابری می‌کند.

**به عبارت ساده‌تر** : تعداد نوکلئوتید آدنین (A) = تعداد نوکلئوتید تیمین (T) و تعداد نوکلئوتید گوانین (G) = تعداد نوکلئوتید سیتوزین (C)

**نکته :** با توجه به یافته بالا می‌توان گفت تعداد بازهای پورین و پریمیدین در دنا با هم برابر است.

**نکته مهم :** طبق تحقیقات چارگف نسبت مجموع بازهای A و G به مجموع بازهای T و C برابر با ۱ است. $(\frac{A+G}{T+C}=1)$

**به نکته مهم و تستی در ارتباط با تحقیقات چارگف :**

در دناهای طبیعی که چارگف بررسی کرد، مقدار باز A با T و G با C برابر بود ولی دقت کنید چارگف از این یافته نتیجه نگرفت که بازهای A با T و C با G مکمل هستند، چون دلیل این برابری را نمی‌دانست.

◄ **تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.**

**تست ۶: مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای طبیعی موجودات نشان داد که ..... .**

۱) C مکمل G بوده و تعداد ان در مولکول با یکدیگر برابر است.

۲) در هر رشته‌ی پلی‌نوکلئوتیدی مولکول؛ تعداد باز A با T برابر می‌باشد.

۳) دلیل برابری نسبت‌های A به T با C به G تشکیل پیوند هیدروژنی می‌باشد.

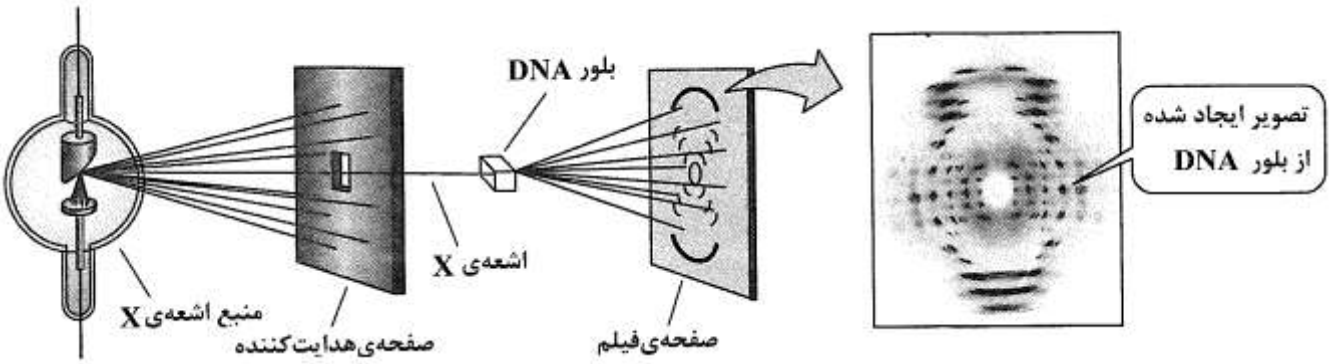
۴) نسبت‌های A به T با C به G در همه‌ی DNAهای مورد مطالعه برابر است.

**پاسخ گزینه ۴**

## استفاده از پرتو ایکس برای تهیهٔ تصویر از دِنا :

**ویلکینز** و **فرانکلین** با استفاده از **پرتو ایکس** از مولکول‌های دِنا **تصاویری** تهیه کردند.

نحوه تهیه تصویر با پرتو ایکس از مولکول دِنا توسط ویلکینز و فرانکلین




*این دو دانشمند با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دِنا نتایجی را بدست آوردند :*

1. اینکه دِنا حالت **مارپیچی** دارد
2. **بیش از یک رشته** دارد. (اینکه قطعا دو رشته است بعدا مشخص شد)

❸ با استفاده از این روش **ابعاد مولکول‌ها** را نیز تشخیص دادند.

## پس خلاصه این شد :

**آزمایش ویلکینز و فرانکلین**: **تصاویری** (نه سایه) از **مولکول‌های DNA** با استفاده از پراش **اشعه‌ی ایکس** تهیه کردند و گفتند مولکول DNA به صورت مولکولی **مارپیچی** *(صد در ۱۰۰)* است که از دو یا سه زنجیره *(شَک داشتن)* تشکیل شده است.

**تست ۷ : کدام گزینه زیر به درستی بیان شده است؟**

۱) استفاده از پرتو ایکس به منظور تهیه‌ی تصویر از دنا منجر به کسب نتایجی از خواص شیمیایی مولکول شد.

۲) طبق یافته‌های ویلکینز و فرانکلین دنا مولکول مارپیچی بوده که قطعا از دو یا چند رشته تشکیل شده است.

۳) ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس فقط توانستند شکل فضایی و تعداد تقریبی رشته‌های مولکول دنا را تعیین کنند.

۴) در طی انجام آزمایش پرتو ایکس به منظور تعیین شکل فضایی دنا؛ منبع اشعه ایکس بلافاصله بعد از مولکول دنا قرار می‌گیرد.

**پاسخ گزینه ۲**

## مدل مولکولی دِنا :

**دو دانشمند به نام‌های واتسون و کریک با استفاده از :**

**۱) نتایج آزمایش‌های چارگاف**  **۲) داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس** (نتایج تحقیقات **ویلکینز و فرانکلین** )

**۳) با استفاده از یافته‌های خود**  **مدل مولکولی نردبان مارپیچ** را ساختند.

**تذکر :** نتایج حاصل از این تحقیقات با پژوهش‌های امروزی مورد تأیید قرار گرفته‌اند.

## نکات کلیدی مدل واتسون و کریک :

**هر** مولکول دِنا (چه خطی چه حلقوی) در حقیقت از **دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی** ساخته شده است که به دور **محـوری فرضی پیچیده** شده و ساختار **مارپیچ دو رشته‌ای** را ایجاد می‌کند.

**نکته :** این مارپیچ **اغلب** با یک **نردبان پیچ‌خورده** مقایسه می‌شود.

**تذکر :** **ستون‌های** این نردبان ⟵ **قند و فسفات** و **پله‌ها** ⟵ **بازهای آلی** تشکیل می‌دهند.

**با توجه به ساختار مارپیچ دورشته‌ای دنا :**

■ پیوند بین **قند** یک نوکلئوتید و **قند** نوکلئوتید مجاور : پیوند **فسفودی‌استر**

■ پیوند **بین بازهای روبه‌روی هم** در دنا : پیوند **هیدروژنی**

**نکته :** پیوند هیدروژنی از پیوند فسفودی استر سست‌تر و استحکام کمتری دارد و برای شکستن آن برخلاف پیوند فسفودی‌استر نیاز به مصرف انرژی نیست.

**نکته :** تشکیل پیوند هیدروژنی بین بازهای آلی بدون دخالت آنزیم صورت می‌گیرد ولی برای شکست این پیوند در دنا در هنگام همانندسازی آن، نیاز به فعالیت **آنزیم هلیکاز** داریم.

**پیوندهای هیدروژنی** بین بازها، **دو رشته دِنا** را در مقابل هم نگه می‌دارد.

**تذکر : پیوندهای هیدروژنی** بین بازهای مجاور یک رشته دنا تشکیل نمی‌شود. (حواستون باااشه)

پیوندهای هیدروژنی بین **جفت** بازها **به‌صورت اختصاصی** تشکیل می‌شوند.

■ **آدنین** (A) با **تیمین** (T) روبه‌روی هم قرار می‌گیرند

■ **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.

**توجه :** بین C و G **سه** پیوند هیدروژنی و بین A و T **دو** پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود.

**توجه : مکمل بودن بازهای آلی** نتایج آزمایش‌های چارگاف را نیز **تأیید** می‌کند.

**یادآوری :** بازهم تاکید می‌کنیم چارگف بخاطر برابر بودن A با T و همچنین C با G نتیجه مکمل بودن بازهای آلی را نگرفت.

قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می‌شود **که قطر مولکول دِنا در سراسر آن یکسان باشد.**

زیرا در هر حال یک باز تک‌حلقه‌ای (پریمیدینی) در مقابل یک باز دوحلقه‌ای (پورینی) قرار می‌گیرد.

**نکته مهم : ثابت** ماندن **قطر** دِنا باعث : **پایداری اطلاعات آن** می‌شود.

**جفت شدن بازهای مکمل** نتیجهٔ هم دارد و آن 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. (خاصیت مکملی بازها)

**مثال :** اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشد ترتیب نوکلئوتیدها در رشتهٔ مکمل آن باید TACG باشد.

**پس یه جمع بندی کنیم از نتایج جفت شدن بازهای مکمل :**

**۱) ثابت** ماندن **قطر** دِنا که سبب : a) **پایداری اطلاعات آن** می‌شود

**۲)** شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر رشته می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشتهٔ دیگر را هم مشخص کند

اگرچه هر پیوند **هیدروژنی** به‌تنهایی **انرژی پیوند کمی** دارد، ولی وجود **هزاران** یا **میلیون‌ها** نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن‌ها به مولکول دِنا حالت **پایدارتری** می‌دهد.

**نکته :** هرچه تعداد بازهای C و G در ساختار دو رشته دنا **بیشتر** باشد، پایداری آن نیز **بیشتر** است.

**نکته :** دو رشته دِنا در موقع نیاز هم می‌توانند در **بعضی** نقاط (*ژن‌ها*) از هم جدا شوند، (*منظور رونویسی از ژن*) بدون اینکه پایداری آن‌ها به هم بخورد.

**حالا که تا اینجا اومدید یه جمع بندی کنیم کل این چیزایی که گفتیم رو**

**جمع بندی طبق مدل پیشنهادی واتسون و کریک (مدل مارپیچ دو رشته‌ای) :**

۱. DNA از **دو رشته پلی نوکلئوتیدی** تشکیل شده است که حول یک محور فرضی، به دور یکدیگر **پیچیده‌اند.**
۲. این مدل، به مدل **مارپیچ دو رشته‌ای (یا مارپیچ دوگانه)** معروف شده است.
۳. مارپیچ دو رشته‌ای در واقع شبیه نردبانی است که حول محور طولی خود پیچ خورده‌ای است.
۴. **نرده‌های** این نردبان را پیوند های **قند- فسفات** تشکیل می‌دهند.
۵. **پیوندهای هیدروژنی پله‌های** این نردبان را می‌سازند.
۶. بین بازهایی که مقابل هم هستند. **پیوند هیدروژنی** وجود دارد.

*ترتیب سال‌ها و فعالیت دانشمندانی که به شناخت و ماهیت و ساختار دنا کمک کردند:*

**گریفیت(۱۹۲۸) وقوع ترانسفورماسیون - ایوری(۱۹۴۴) کشف ماهیت عامل انتقال صفات (دنا) - چارگف آغاز(۱۹۵۰) کشف نسبت بازها - ویلکینز و فرانکلین (۱۹۵۰) کشف مارپیچی بودن DNA و ۲ یا ۳ رشته‌ای بودن آن - واتسون و کریک(۱۹۶۲) کشف ساختار دقیق DNA**

*در ساختار مولکول* **DNA** :

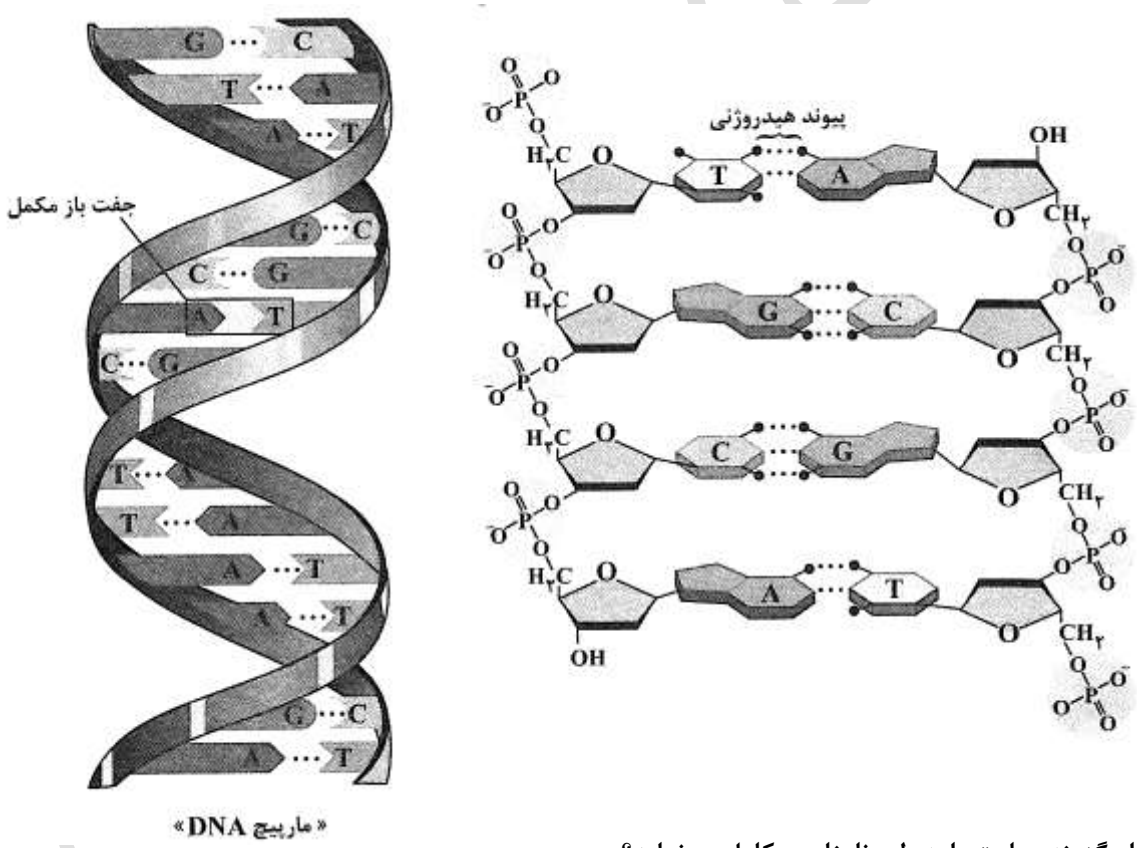
۱- دو رشته‌ی موازی از پلی‌نوکلئوتید هستند.

۲- مکمل‌اند.

۳- دو رشته با هم ناهمسو هستند.

۴- بین بازهای مکمل پیوند هیدروژنی وجود دارد.

۵- دو رشته مارپیچ هستند.




«مارپیچ DNA»

**تست ۸ : کدام گزینه عبارت را به طور نامناسب کامل می‌نماید؟**

**« با توجه مطالعات و آزمایشات انجام شده توسط ..... می‌توان بیان داشت که ..... »**

۱) ایوری – ماده وراثتی در مواجهه با آنزیم پروتئاز توانایی انتقال به باکتری بدون پوشینه را دارد.

۲) چارگف – نسبت مجموع آدنین و تیمین به مجموع گوانین و سیتوزین تقریبا برابر بایکدیگر است.

۳) ویلکنز و فرانکلین – مولکول دِنا ساختار مارپیچی دارد و قطعا دارای بیش از یک رشته است.

۴) واتسون و کریک – ساختار مولکول دنا همانند نردبانی است که به دور محور فرضی پیچیده شده است.

**تست ۹:** چند مورد درباره‌ی ساختار مولکول مورد مطالعه‌ی واتسون و کریک صحیح می‌باشد؟

**الف) واجد دو یا سه رشته‌ی موازی می‌باشد.**

**ب) رشته‌هایش همسو و مارپیچ می‌باشد.**

**ج) در دو مونومر مقابل تعداد حلقه‌ها برابر می‌باشد.**

**د) در هر رشته بیش از یک پیوند فسفودی‌استر وجود دارد.**

**هـ) تعداد بازهای پورینی با تک حلقه‌ای برابر می‌باشد.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

**تست ۱۰:** کدام یک متن زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

**در استرپتو کوکوس نومونیا ..... هیچگاه .....**

۱) گروهی از فسفات‌های دو رشته‌ی مارپیچ دوگانه- در یک راستا با یکدیگر قرار نمی‌گیرد.

۲) جفت باز موجود در مارپیچ دو رشته‌ای – در مجموع دو حلقه ندارند.

۳) سویه‌ی بیماری‌زا- دو رشته‌ی موازی در دنا حول محور فرضی پیچ نخورده‌اند.

۴) گروه‌های قند- باز – نرده‌های مارپیچ دوگانه را تشکیل نمی‌دهند.

**تست ۸:** پاسخ گزینه ۲ **تست ۹:** پاسخ گزینه ۲ **تست ۱۰:** پاسخ گزینه ۳

زیست‌شناسی لیموترش

## جمع بندی دانشمندانی که خواندیم :

| نام دانشمند (ترتیب اولیت فعالیت) | آزمایش یا تحقیقات | توضیحات |
|---|---|---|
| گریفیت | به دنبال کشف واکسنی برعلیه آنفولانزا بود<br>بر روی دو نوع باکتری از گونه استرپتوکوکوس نومنیا کار می‌کرد.<br>**او در آزمایش‌های خود به موش‌ها مخلوطی از باکتری‌های بدون پوشینه زنده و پوشینه‌دار کشته شده تزریق کرد** همه موش‌ها بیمار شدند و مردند. | با توجه به نتیجه آخرین آزمایش او اظهار داشت مسلماً باکتری‌های مرده، زنده نشده‌اند بلکه تعدادی از باکتری‌های بدون‌پوشینه به‌نحوی تغییر کرده و پوشینه‌دار شده‌اند.<br>**نکته مهم** : از نتایج این آزمایش‌ها مشخص شد که مادهٔ وراثتی می‌تواند از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر منتقل شود ولی ۱- ماهیت این ماده و ۲- چگونگی انتقال آن مشخص نشد.<br>**تذکر:** گریفیت از ترانسفرماسیون و ماده‌ی ژنتیک خبر نداشت و نفهمید چرا باکتری بدون پوشینه، پوشینه‌دار شد ولی نشان داد خصوصیات یک باکتری به باکتری فاقد آن خصوصیات، قابل انتقال است. |
| ایوری و همکارانش | **هدف آزمایش ایوری : شناسایی ماهیت ماده انتقال صفات وراثتی**<br>a) در آزمایش اول خود ثابت کردند که پروتئین‌ها عامل انتقال صفات ارثی نیستند.<br>b) در آزمایش بعدی خود عصاره باکتری پوشینه‌دار را سانتریفیوژ کردند و لایه‌ای که در آن مولکول دنا بود سبب پوشینه دار شدن باکتری‌های بدون پوشینه شد و آن‌ها نتیجه گرفتند، ماده وراثتی دنا است.<br>c) در آزمایش نهایی برای تحکیم ادعای خود، عصاره را به چند بخش تقسیم کردند، به هر بخش آنزیم تجزیه‌کننده یک ماده آلی را افزودند. پوشینه‌دار شدن باکتری‌های بدون پوشینه توسط همه ظرف‌ها اتفاق افتاد به‌جز آن ظرفی که حاوی **آنزیم تخریب‌کننده دِنا (نوکلئاز)** بود. | |
| چارگف | **مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دِناها طبیعی موجودات نشان داد که** : مقدار آدنین موجود در دِنا با مقدار تیمین **برابر** است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می‌کند.<br>**به عبارت ساده‌تر** : تعداد نوکلئوتید آدنین (A) = تعداد نوکلئوتید تیمین (T) و تعداد نوکلئوتید گوانین (G) = تعداد نوکلئوتید سیتوزین (C) | **به نکته مهم و تستی در ارتباط با تحقیقات چارگف :**<br>در دناهای طبیعی که چارگف بررسی کرد، مقدار باز A با T و G با C برابر بود ولی دقت کنید چارگف از این یافته نتیجه نگرفت که بازهای A با T و C با G مکمل هستند، چون دلیل این برابری را نمی‌دانست.<br>◄ **تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.** |
| فرانکلین و ویلکینز | *این دو دانشمند با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دِنا نتایجی را بدست آوردند :*<br>❶ اینکه دِنا حالت **مارپیچی** دارد ❷ **بیش از یک رشته** دارد. (اینکه قطعا دو رشته است بعدا مشخص شد)<br>❸ با استفاده از این روش **ابعاد مولکول‌ها** را نیز تشخیص دادند. | |
| واتسون و کریک | **دو دانشمند با استفاده از : ۱) نتایج آزمایش‌های چارگاف ۲) داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس** (نتایج تحقیقات **ویلکینز و فرانکلین** ) **۳) با استفاده از یافته‌های خود مدل مولکولی نردبان مارپیچ** را ساختند.<br>جمع بندی طبق مدل پیشنهادی واتسون و کریک (مدل مارپیچ دو رشته‌ای) :<br>۱. DNA از **دو رشته پلی نوکلئوتیدی** تشکیل شده است که حول یک محور فرضی، به دور یکدیگر **پیچیده‌اند**.<br>۲. این مدل، به مدل **مارپیچ دو رشته‌ای (یا مارپیچ دوگانه)** معروف شده است.<br>۳. مارپیچ دو رشته‌ای در واقع شبیه نردبانی است که حول محور طولی خود پیچ خورده‌ای است.<br>۴. **نرده‌های** این نردبان را پیوند های **قند- فسفات** تشکیل می‌دهند.<br>۵. **پیوندهای هیدروژنی پله‌های** این نردبان را می‌سازند.<br>۶. بین بازهایی که مقابل هم هستند. **پیوند هیدروژنی** وجود دارد. | |