

# زیست شناسی (۳)

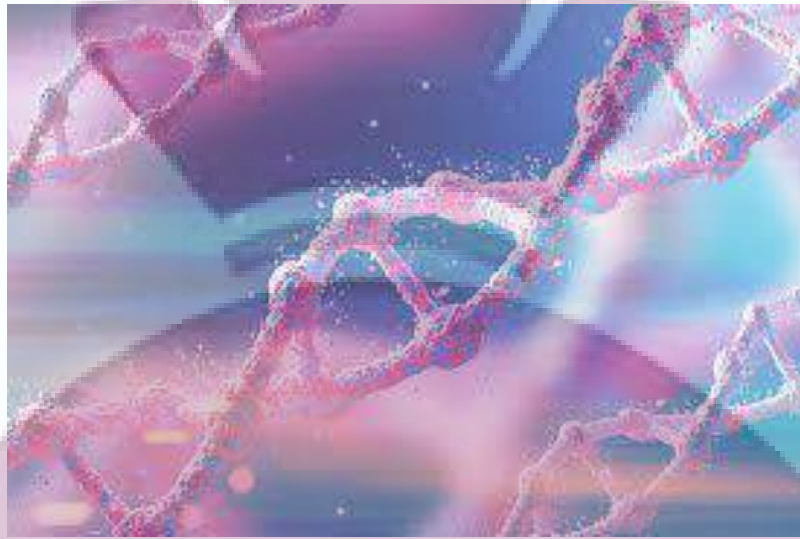


فصل اول: مولکول های اطلاعاتی

خیابان

محمدصادق ده بزرگی

توشه ای برای موفقیت



سلام امیدوارم حالتون خوب باشه  
با هم فصل یک دوازدهم رو شروع می کنیم.

## گفتار یک

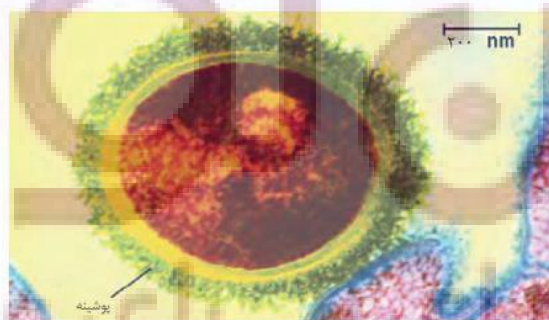
### نوکلئیک اسیدها

هریک از یاخته های بدن ما ویژگی هایی مثل شکل و اندازه داره. این ویژگی ها تحت فرمان هسته هست. دستور العمل های هسته در حین تقسیم از یاخته ای به یاخته دیگه و در حین تولید مثل از نسلی به نسل دیگه منتقل میشه. فام تن ها در هسته قرار دارن و دارای دنا و پروتئین هستن. ماده دنا بعنوان ماده ذخیره کننده اطلاعات وراثتی عمل می کنه.



اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی از فعالیت ها و آزمایش های باکتری شناسی انگلیسی به نام گریفیت به دست اومده.

اون تلاش می کرد واکسنی برای آنفولانزا تولید کنه در اون زمان تصور می شد عامل آنفولانزا نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیاست. گریفیت با دو نوع از این باکتری، آزمایش هایی روی موش ها انجام داد. نوع بیماری زای اون که پوشینه یا کپسول داره در موش ها باعث ایجاد سینه پهلو میشه ولی نوع بدون پوشینه اون موش ها رو بیمار نمیکنه.



شکل ۱- باکتری پوشینه دار

## آزمایش ها و نتایج کار گرفت:

او دید که تزریق باکتری های پوشینه دار به موش باعث بروز علائم مرگ و بیماری در اون ها همیشه در حالی که تزریق باکتری های بدون پوشینه به موش های مشابه باعث بروز علائم بیماری نمیشه اون در آزمایش دیگه ای باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما رو به موش ها تزریق و مشاهده کرد که موش ها سالم موندن. نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست سپس مخلوطی از باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما و زنده بدون پوشینه رو به موش ها تزریق کرد برخلاف انتظار موش ها مردن. در بررسی خون و شش های موش های مرده تعداد زیادی باکتری های پوشینه دار زنده مشاهده کرد مسلما باکتری های مرده زنده نشدن بلکه تعدادی از باکتری های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه دار شدن. از نتایج این آزمایش ها مشخص شد که ماده وراثتی میتونه به یاخته دیگه ای منتقل بشه ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال اون مشخص نشد.

## حواست باشه

۱. در بافت (خون) و اندام (شش) موش باکتری پوشینه دار دیده شد.
۲. استرپتوکوکوس نومونیا مولد سینه پهلو و به آنفلانزا ربطی نداره.
۳. در آزمایش آخر همه ی باکتری های بدون پوشینه، تغییر نکردن فقط تعدادی از اون...

## عامل اصلی انتقال صفات وراثتی مولکول دنا است



عامل موثر در انتقال این صفت تا حدود ۱۶ سال بعد از گرفتیت همچنان ناشناخته موند. تا اینکه نتایج کارهای دانشمندی به نام ایوری و همکارانش عامل موثر در اون رو مشخص کرد. اون ها اول از عصاره ی استخراج شده از باکتری های کشته شده پوشینه دار استفاده کردن و در اون تمام پروتئین های موجود رو تخریب کردن. اون ها باقیمانده محلول رو به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردن و دیدن که انتقال صفت صورت میگیره پس همیشه نتیجه گرفت که پروتئین ها ماده وراثتی نیستن.

در آزمایش دیگه ای عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده پوشینه دار رو در یک گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادن و مواد اون رو به صورت لایه لایه جدا کردن. با اضافه کردن هر یک از لایه ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه دیدن که انتقال صفت فقط با لایه ای که در اون دنا وجود داره انجام میشه.

نتایج این آزمایش ها ایوری و همکارانش رو به این نتیجه رسوند که عامل اصلی و موثر در انتقال صفات دنا است. به عبارت ساده تر دنا همون ماده وراثتی با این حال نتایج به دست اومده مورد قبول عده ای قرار نگرفت چون در اون زمان بسیاری از دانشمندان بر این باور بودن که پروتئین ها ماده وراثتی هستن.

در آزمایش های دیگه ای عصاره باکتری های پوشیده دار رو استخراج و اون رو به چهار قسمت تقسیم کردن. به هر قسمت آنزیم تخریب کننده یک گروه از مواد آلی (کربوهیدرات ها،

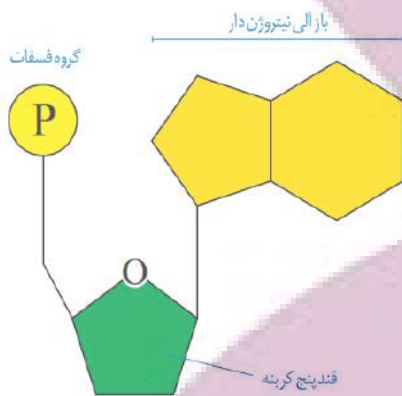
پروتئین ها، لیپیدها، نوکلئیک اسید ها) رو اضافه کردن و هر کدام رو به محیط کشت حاوی باکتری بدون پوشینه اضافه کردن و اجازه دادن تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشن مشاهده شد که در همه ظروف انتقال صورت میگیره به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب کننده دنا هست.

## بریم بررسی کنیم

۱. در آزمایش دوم ایوری و همکارانش از آنزیم استفاده نکردن.
۲. در آزمایش اول و سوم از پروتئین استفاده شد.
۳. آزمایش ها توسط ایوری به تنهایی انجام نمیشد و با همکارانش آزمایش میکرد.

## ساختار نوکلئیک اسیدها

نوکلئیک اسیدها که شامل دئوکسی ریبونوکلئیک اسید (دنا) و ریبونوکلئیک اسید (رنا) هستند همگی بسپارهایی (پلیمرهایی) از واحدهای تکرار شونده به نام نوکلئوتید هستند. با توجه به شکل هر نوکلئوتید شامل سه بخش هست: یک قند پنج کربنه، یک باز آلی نیتروژن دار و یک تا سه گروه فسفات.

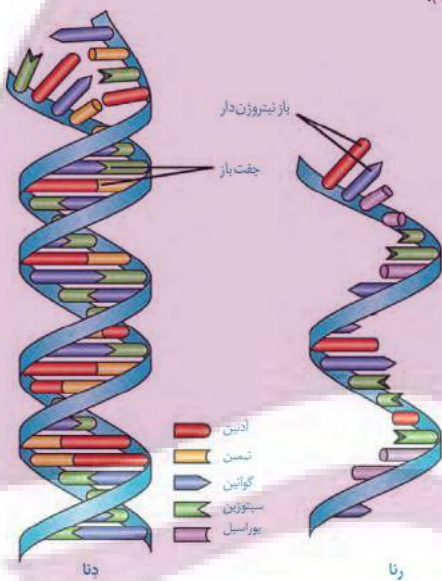


قند ۵ کربنه در دنا دئوکسی ریبوز و در رنا ریبوز. دئوکسی ریبوز ۱ اکسیژن کمتر از ریبوز دارد باز آلی نیتروژن دار میتونه پورین باشه که ساختار دو حلقه ای دارد شامل آدنین (A) و گوانین (G) یا میتونه پیریمیدین باشه که ساختار تک حلقه ای دارد شامل تیمین (T) سیتوزین (C) و یوراسیل (U). در دنا باز یوراسیل شرکت نداره و به جای اون تیمین وجود داره و در رنا به جای تیمین باز یوراسیل وجود داره.

برای تشکیل یک نوکلئوتید باز آلی نیتروژن دار و گروه یا گروه های فسفات با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به دو سمت قند متصل میشن.

نوکلئوتیدها از نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه های فسفات با یکدیگر متفاوتن.

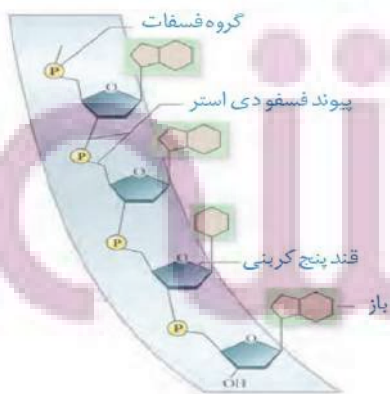
نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام فسفودی استر به هم متصل میشن و رشته پلی نوکلئوتیدی رو می سازن. در تشکیل پیوند فسفودی استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگه متصل میشن. رشته های پلی نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسید رو میسازن، مثل رنا یا به صورت دوتایی مقابل هم قرار میگیرن و نوکلئیک اسیدهایی مثل دنا رو میسازن.



پس مولکول های دنا از دو رشته پلی نوکلئوتید و مولکول های رنا از یک رشته پلی نوکلئوتید تشکیل میشن.

بریم برای بررسی نکاتمون:

۱. در کل ۲۴ نوع نوکلئوتید داریم.
۲. منظور از پیوند پرانرژی، پیوند بین فسفات ها هست.
۳. در نوکلئیک اسید حداکثر چهارنوع مونومر داریم.
۴. همه پروتئین ها پیوند هیدروژنی دارن.
۵. در ساختار دنا هیچگاه بازهای یک رشته باهم پیوند هیدروژنی تشکیل نمیدن.



شکل ۵ - بخشی از رشته نوکلئیک اسید

دو انتهای رشته های پلی نوکلئوتید هم میتونن با پیوند فسفودی استر به هم متصل بشن و نوکلئیک اسید حلقوی رو ایجاد کنن برای مثال دنا در باکتری ها به صورت حلقویه.

در نوکلئیک اسید های خطی گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگه آزاده پس هر رشته دنا و رنا خطی همیشه دو سر متفاوت داره.

پس نکته هاش چی؟

۱. ترکیب با فصل دو دوازدهم: پیوند فسفودی استر توسط دنا بسپاراز و رنا بسپاراز ایجاد میشه.
۲. دنا باکتری و دنا سیتوپلاسمی حلقوی ان.
۳. در دنا حلقوی هر نوکلئوتید با ۲ نوکلئوتید دیگه پیوند فسفودی استر داره، اما در دنا خطی اینطور نیست.

## تلاش برای کشف ساختار مولکولی دنا

اول تصور می شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده بر این اساس دانشمندان انتظار داشتن که مقدار چهار نوع باز آلی در تمامی مولکول های دنا از هر جانداري که به دست اومده با یکدیگر برابر باشه اما مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی **دنا های جانداران** نشون داد که مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابره و مقدار گوانین در اون با مقدار سیتوزین برابره. تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها رو مشخص کرد.

دقت کن



در یک مولکول دنا مقدار آدنین با تیمین و سیتوزین با گوانین برابره، در یک رشته ی دنا تعداد بازها قانون خاصی نداره.

## استفاده از پرتو ایکس برای تهیه تصویر از دنا

ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول های دنا **تصاویری** تهیه کردن. با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دنا نتایجی رو به دست آوردن. از جمله اینکه حالت مارپیچی و بیش از یک رشته داره. البته با استفاده از این روش ابعاد مولکولها رو هم تشخیص دادن.



فرانکلین



ویلکینز

یه نکته ی مهم



ویلکینز و فرانکلین فقط گفتن تعداد رشته های یک مولکول دنا بیشتر از یکیه اما نگفتن این تعداد دوتا هست.

## مدل مولکولی دنا

واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایش های چارگاف و داده های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته های خودشون مدل مولکولی نردبان مارپیچ رو ساختن که باعث شد در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل بگیرن. نتایج حاصل از این تحقیقات با پژوهش های امروزی مورد تایید قرار گرفته .

## نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

هر مولکول دنا در حقیقت از دو رشته پلی نوکلئوتیدی ساخته شده که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته‌ای رو ایجاد می‌کند. این مارپیچ اغلب با یک نردبان پیچ‌خورده مقایسه می‌شود. ستون‌های این نردبان رو قند و فسفات و پله‌ها رو بازهای آلی تشکیل میدن. بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی استر و بین بازهای روبه روی هم پیوند هیدروژنی برقراره.

پیوند های هیدروژنی بین بازها، دو رشته دنا رو در مقابل هم نگه میداره. این پیوندها بین جفت بازها به صورت اختصاصی تشکیل میشن. آدنین (A) با تیمین (T) روبروی هم قرار می‌گیرن و گوانین (G) با سیتوزین (C) جفت میشون. به این جفت بازها **بازهای مکمل** می‌گیم.

بین G و C نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل میشه.

قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث میشه که قطر **مولکول** دنا در سراسر اون یکسان باشه. چون یک باز تک حلقه ای در مقابل یک باز دو حلقه ای قرار می‌گیره و باعث پایداری مولکول دنا میشه. نتیجه ی دیگه ی جفت شدن بازهای مکمل اینه که اگرچه دو رشته یک مولکول دنا یکسان نیستن ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هرکدام میتونه ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگه رو هم مشخص کنه مثلاً اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشه ترتیب نوکلئوتیدها در رشته مکمل اون باید TACG باشه.

هرچند هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی کمی داره ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین اون‌ها به مولکول دنا حالت پایداری میده. در عین حال دو رشته دنا در موقع نیاز هم میتونن در **بعضی** نقاط از هم جدا بشن بدون این که پایداریشون به هم بخوره

## رنا و انواع آن

گفتیم که نوع دیگری از نوکلئیک اسیدها رنا هس. مولکول رنا تک رشته ایه و از روی **بخشی** از یکی از رشته‌های دنا ساخته میشه رناها نقش های متعددی دارن که به بعضی از اون‌ها اشاره می‌کنیم.

**رنا ی پیک** mRNA اطلاعات رو از دنا به رناتن‌ها میاره. رناتن با استفاده از اطلاعات رنا ی پیک پروتئین سازی می‌کنه.

**رنا ی ناقل** tRNA آمینواسیدها رو برای استفاده در پروتئین سازی به سمت رناتن‌ها میاره. **رنا ی رناتی** rRNA در ساختار رناتن‌ها علاوه بر پروتئین رنا ی رناتی هم شرکت داره.

علاوه بر این نقش‌ها رناها نقش **آنزیمی** و دخالت در تنظیم بیان ژن هم دارن.



یه نکته ی ترکیبی مهم

فصل دو دوازدهم: اتصال بعضی رناهای کوچیک مکمل به رنا ی پیک مثالی از تنظیم بیان ژنه. که باعث میشه از کار رناتن جلوگیری بشه.

## ژن چیست؟

طبق آزمایش های ایوری و همکارانش اطلاعات وراثتی در دنا قرار داره و از نسلی به نسل دیگه منتقل میشه. این اطلاعات در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شدن. ژن بخشی از مولکول دناست که بیان اون میتونه به تولید رنا یا پلی پپتید منجر بشه.

# خیابان

نکات خفن منتظرمون:



۱. همه سلول های زنده بیان ژن دارن.
۲. در هر بیان ژنی پیوند فسفودی استر تشکیل میشه.
۳. در هر تنظیم بیان ژن لزوما پیوند فسفودی استر تشکیل نمیشه.
۴. هر نوکلئوتیدی لزوما در ساختار دنا و رنا بکار نرفته.

## دخالت نوکلئوتیدها در واکنش سوخت و سازی

نوکلئوتیدها علاوه بر شرکت در ساختار دنا و رنا نقش های اساسی دیگه ای هم در یاخته بر عهده دارن. برای مثال نوکلئوتید آدنین دار ATP (آدنوزین تری فسفات) به عنوان منبع رایج انرژی در یاخته هس و یاخته در فعالیت های مختلفی ازش استفاده میکنه. همچنین نوکلئوتیدها در ساختار مولکول های وارد میشن که در فرآیندهای فتوسنتز و تنفس یاخته ای نقشه حامل الکترون رو برعهده دارن.



قیدها رو بررسی کنیم

در آزمایش گرفتیت تعدادی از باکتری های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه دار شدن. نوکلئیک اسیدها همگی بسپارهایی (پلیمرهایی) از واحدهای تکرار شونده به نام نوکلئوتید هستن هر رشته دنا و رنای خطی همیشه دو سر متفاوت داره. ژن بخشی از مولکول دناست.



واسه سوالی این گفتار، آماده ای؟

۱. آزمایشات گرفتیت می توان نتیجه گرفت که.....

- ۱) چهارم - در شرایطی ممکن است ماده وراثتی بین دو سلول زنده منتقل شود.
- ۲) اول - کپسول در بروز علائم بیماری در موش های آزمایشگاهی ناتوان است.
- ۳) دوم - کپسول از باکتری در برابر پروتئین های دستگاه ایمنی جانور محافظت می کند.
- ۴) چهارم - گرما قادر به از بین بردن تمام اجزای سازنده باکتری استریپتوکوکوس نومونیا است.

پاسخ: گزینه سه

اول باید بگیم که باکتری چه کپسول دار باشه چه بدون کپسول سیستم ایمنی بدن در برابر اون به عنوان یک عامل خارجی واکنش نشون میده. در مرحله دوم آزمایشات باکتری زنده فاقد کپسول به موش ها تزریق می شه و موش ها زنده میمونن این نشون میده که باکتری بدون کپسول در برابر پروتئین های دستگاه ایمنی موش مقاوم نیست در حالی که در مرحله اول همین آزمایش، باکتری های کپسول دار به کمک کپسول از خودشون در برابر پروتئین های دستگاه ایمنی محافظت میکنن.

- ۱) در مرحله ی چهارم ماده وراثتی از یک سلول کشته شده به یک سلول زنده منتقل میشه.
- ۲) کپسول باکتری به تنهایی باعث بروز علائم سینه پهلو نمی شه و در واقع وجود کپسول به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست اما این موضوع در مرحله سوم از آزمایشات ثابت شد.
- ۴) در مرحله چهارم میبینیم که ماده وراثتی باکتری های کشته شده (باگرما) کپسول دار سالمه و به باکتری های زنده فاقد کپسول منتقل میشه.

۲- کدام مورد برای تکمیل عبارت مقابل مناسب نیست؟

ایوری و همکارانش .....

۱) عصاره باکتری های استفاده شده در سومین مرحله آزمایش گریفیت را تهیه کردند.

۲) هم در اولین آزمایش و هم در آخرین آزمایش خود از نوعی آنزیم مشابه استفاده کردند.

۳) در هر سه آزمایش، از هر دو باکتری پوشینه دار و فاقد پوشینه استفاده کردند.

۴) در دومین آزمایش خود از آنزیم تجزیه کننده نوعی بسیار استفاده کردند

پاسخ: گزینه چهار

در آزمایش دوم اون ها عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده پوشینه دار رو در یک گریزان با سرعت بالا قرار دادن و مواد اون رو به صورت لایه لایه جدا کردن و هیچ آنزیم تجزیه کننده بسیاری هم استفاده نکردن.

۲) از آنزیم تجزیه کننده پروتئین در آزمایش اول و سوم استفاده شد.

۳) در هر سه آزمایش از عصاره باکتری های پوشینه دار استفاده کردن و در هر سه هم محیط کشت حاوی باکتری های فاقد پوشینه بود.

۳ - بر اساس مدل مولکولی دنا که توسط واتسون و کریک ارائه شد بیان کدام عبارت در مورد هر مولکول دنا صحیح است؟

۱) هر پیوند بین قند و فسفات از نوع فسفودی استر است .

۲) بین هر دو نوکلئوتید مجاور پیوند هیدروژنی وجود دارد.

۳) هر جفت باز مکمل دارای تعداد اتم های متفاوتی هستند .

۴) تعداد بازهای پورین و پیریمیدین در هر رشته برابر است.

پاسخ: گزینه سه

مدل واتسون و کریک میگه که هر مولکول دنا در حقیقت از دو رشته پلی نوکلئوتیدی ساخته شده باز های مکمل موجود در یک مولکول دنا تعداد حلقه های متفاوتی دارند پس هر یک از جفت باز های مولکول تعداد اتم های متفاوتی دارد.

۱) پیوند های قند و فسفات موجود در یک نوکلئوتید پیوند فسفودی استر محسوب نمیشه .

۲) در یک مولکول دنا میان هر دو نوکلئوتید مقابل پیوند هیدروژنی و میان دو نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی استر تشکیل میشه.

۴) در مجموع این یک مولکول دنا دو رشته ای (نه هر رشته مولکول) تعداد بازهای آلی پیریمیدینی با تعداد پورینی برابره.

۴- مولکول رنای که با عبور از منافذ هسته وارد سیتوپلاسم می شود قطعاً.....

۱) فاقد نوکلئوتید مکمل خواهد بود.

۲) نوعی نقش آنزیمی ایفا می کند.

۳) از روی بخشی از یک رشته دنا ساخته شده است.

۴) اطلاعات را به ریبوزوم ها منتقل میکند.

پاسخ: گزینه سه

همه مولکول های رنا از روی بخشی از یک رشته دنا ساخته میشن.

۱) یک رشته رنا میتونه روی خودش تا بخوره و بین نوکلئوتید های مکمل یک رشته پیوند هیدروژنی برقرار بشه.

۲) فقط گروهی از مولکولهای رنا نقش آنزیمی دارن.



## گفتار دو



و اما میرسیم به گفتار دو که میخوایم راجب همانندسازی دنا صحبت کنیم

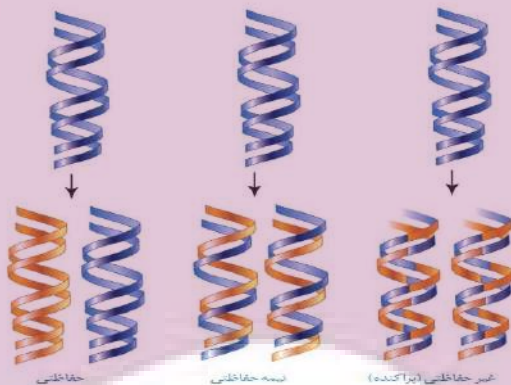
همونطور که میدونید دنا به عنوان ماده وراثتی حاوی اطلاعات سلوله! به ساخته شدن مولکول دنا جدید از روی دنا قدیمی همانندسازی می‌گن. با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطه مکملی بین بازها تا حد زیادی همانند سازی دنا قابل توضیحیه ، اگرچه طرح‌های مختلفی برای همانند سازی دنا پیشنهاد شده بود!

- ۱) همانندسازی حفاظتی: در این طرح هر دو رشته دنا قبلی (اولیه) به صورت دست نخورده باقی مونده، وارد یکی از یاخته های حاصل از تقسیم میشن، دو رشته دنا جدید هم وارد وارد یاخته دیگه میشن. چون دنا اولیه به صورت دست نخورده در یکی از یاخته ها حفظ شده به این همانند سازی حفاظتی میگن.
- ۲) همانندسازی نیمه حفاظتی: در این طرح در هر یاخته یکی از دو رشته دنا مربوط به دنا اولیه هست و رشته دیگه با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده. چون در هر یاخته حاصل فقط یکی از دو رشته دنا قبلی وجود داره به اون نیمه حفاظتی میگن.
- ۳) همانند سازی غیر حفاظتی(پراکنده): در این طرح هر کدام از دناهای حاصل قطعاتی از رشته های قبلی و رشته های جدید رو به صورت پراکنده در خود دارن.

بررسی با دقت متن کتاب:



۱. در همانندسازی حفاظتی در یکی از یاخته تمام دنا مربوط به دنا اولیه و در یاخته دیگر تمام دنا جدید هستن.
۲. در همانند سازی غیر حفاظتی همانند نیمه حفاظتی هر دو یاخته دارای قطعات دنا قدیمی و قطعات جدید هستن.



شکل ۹-۱ طرح‌های مختلف برای همانندسازی

### کدام طرح مورد تایید قرار گرفته است؟

مزلسون و استال با بکارگیری روش علمی پاسخ این پرسش را به دست آوردن. اونها فرضیه های متعدد ارائه شده رو در نظر گرفتن و با توجه به امکانات، آزمایشی رو طراحی کردن تا بتونن به پاسخ قانع کننده‌ای برسن. برای شروع کار اونها باید بتونن رشته‌های دنا نوساز رو از رشته های قدیمی تشخیص بدن. اون ها با این هدف دنا رو با استفاده از نوکلئوتید های که ایزوتوپ سنگین نیتروژن ( $^{15}\text{N}$ ) دارن نشانه گذاری کردن. دناهایی که با  $^{15}\text{N}$  ساخته میشن نسبت به دنا معمولی که در نوکلئوتیدهای خود  $^{14}\text{N}$  داره چگالی بیشتری دارن. بنابراین به وسیله گریزانه با سرعت بسیار بالا می توان اونها رو از هم جدا کرد.

آنها ابتدا باکتری‌ها رو در محیط دارای  $^{15}\text{N}$  کشت دادن.  $^{15}\text{N}$  در ساختار بازهای آلی نیتروژن دار که در ساخت دنا باکتری شرکت می‌کنن وارد شدن. پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط باکتری های تولید شدن که دنا سنگین تری نسبت به باکتری های اولیه داشتن.

سپس این باکتریها رو به محیط کشت دارای  $^{14}\text{N}$  منتقل کردن. با توجه به اینکه تقسیم باکتری ها حدود ۲۰ دقیقه طول میکشه در فواصل ۲۰ دقیقه‌ای باکتری‌ها رو از محیط کشت جدا و بررسی کردن. برای سنجش چگالی دناها در هر فاصله زمانی دنا باکتری را استخراج و در شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت های متفاوت و در سرعتی بسیار بالا گریز دادن. در نتیجه مواد بر اساس چگالی در بخش های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتن. همانطور که مشاهده میکنید نتایج این آزمایش نشون داد که همانند سازی دنا نیمه حفاظتی.

# خیابان

در محلی که قراره همانند سازی انجام بشه دو رشته از هم باز میشن بقیه قسمتها بسته هستند و به تدریج باز میشن.

نکته

در سانتریفیوژ مواد سنگین تر سریعتر حرکت می کنند.

این شکمونم که نکته داره!



- منظور از چگالی سبک = مولکول دناپی دارای چگالی سبکه که در هر دو رشته آن دارای نوکلئوتید  $^{14}\text{N}$  باشه.
- چگالی متوسط: مولکول دناپی دارای چگالی متوسطه که یکی از رشته هاش دارای نوکلئوتید  $^{14}\text{N}$  و یکی از رشته های دیگر اون دارای نوکلئوتید  $^{15}\text{N}$  باشه چگالی سنگین باشه.
- چگالی سنگین: مولکول دناپی دارای چگالی سنگینه که در هر دو رشتش دارای نوکلئوتید  $^{15}\text{N}$  باشه.
- بعد از گذشت ۲۰ دقیقه مدل همانندسازی حفاظتی رد شد.
- بعد از گذشت ۴۰ دقیقه مدل همانند سازی غیر حفاظتی رد شد.
- اشریشیا کلای، باکتری هست در نتیجه چرخه سلولی نداره و جز پروکاریوت ها محسوب میشه.

## عوامل و مراحل همانندسازی

- در همانندسازی عوامل متعددی موثرن که مهم ترین آنها عبارت است از:
- مولکول دنا به عنوان الگو
  - واحدهای سازنده دنا که بتونن در کنار هم نسخه مکمل الگو رو بسازن. این واحدها نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته و سه فسفات هستن که در لحظه اتصال به رشته پلی نوکلئوتید در حال ساخت دو فسفات خودشون رو از دست میدن.
  - آنزیم های لازم برای همانندسازی که ضمن باز کردن دو رشته نوکلئوتید ها را به صورت مکمل روبروی هم قرار می ده و با پیوند فسفودی استر به هم وصل می کنه.

## مراحل همانندسازی

قبل از همانند سازی دنا باید پیچ و تاب فامینه باز و پروتئین های همراه ان یعنی هیستونها از آن جدا بشن تا همانند سازی بتونه انجام بشه. این کارها با کمک آنزیم های انجام میشه.

سپس آنزیم هلیکاز ماریچ دنا و دو رشته آن را از هم باز می کنه.

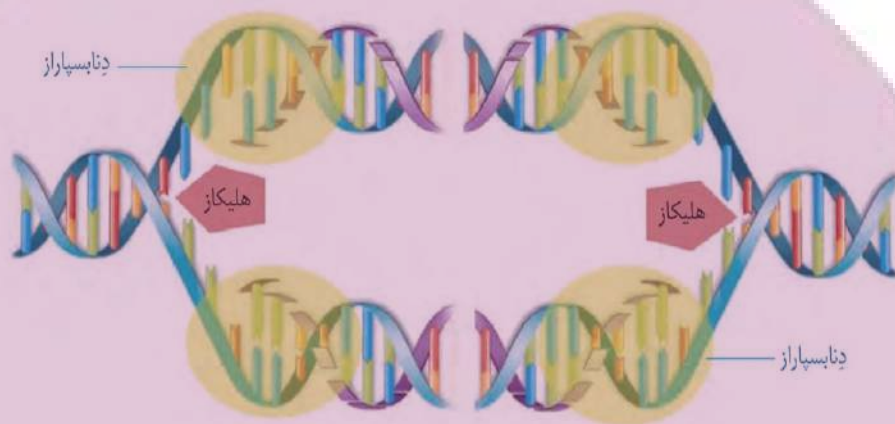
انواع دیگه ای از آنزیم ها با هم فعالیت می کنن تا یک رشته دنا در مقابل رشته الگو ساخته بشه. یکی از مهمترین آنها که نوکلئوتید های مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت میکنه دناسپاراز هست. با توجه به اینکه در محل همانندسازی، همانند سازی در دو جهت انجام میشه به آن همانند سازی دو جهتی نیز می گن.

## خیابان



بریم به جنگ خط به خط کتاب درسی:

۱. در همانند سازی هر دو رشته مولکول دنا به عنوان الگو قرار می گیره.
  ۲. تشکیل پیوند فسفودی استر نیاز به آنزیم داره.
  ۳. پیوند هیدروژنی خود به خودی تشکیل می شه و نه مستقیما توسط آنزیم.
- حواست به دام باشه:** قبل از همانند سازی دنا پیچ و تاب دنا باز و پروتئین های آن همراه اون یعنی هیستون ها از آن جدا می شن نه هنگام همانند سازی!
۴. ترکیب با فصل شش یازدهم: در مرحله S اینترفاز فعالیت هلیکاز بسیار زیاده.
  ۵. دنابسپاراز بخشی از یک رشته دختری را می سازه.
  ۶. ترکیب با فصل سه یازدهم: دناى حلقوی میتوکندری می تونه زمانی که یاخته در مرحله جی صفر قرار داره همانند سازی کنه.



بریم ببینیم شکل چه نکاتی داره!

۱. در هر دو راهی همانند سازی در شکل یک هلیکاز دیده می شه.
۲. طبق شکل: ۴ دنابسپاراز، دو هلیکاز، دو دوراهی .
۳. در حباب همانند سازی بیش از ۶ آنزیم فعالیت داره.
۴. آنزیم هایی که در همانند سازی فعالیت دارن از جنس پروتئین هستن.

### دوراهی همانند سازی

در محلی که دو رشته دنا از هم جدا میشن دو ساختار Y مانند به وجود میاد که به هر یک از آنها دوراهی همانند سازی می گیم. در فاصله بین این دو ساختار پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته از هم گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز شدن. همچنین پیوندهای فسفودی استر جدیدی در حال تشکیل هستن. دنابسپاراز نوکلئوتید ها رو به انتهای رشته در حال تشکیل اضافه میکنه. اضافه شدن یک نوکلئوتید به نوع بازی بستگی داره که در نوکلئوتید رشته الگو قرار داره. هر نوکلئوتید باید با نوکلئوتید رشته الگو مکمل باشه. به هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید سه فسفات به انتهای رشته پلی نوکلئوتیدی دو تا از فسفات های آن از مولکول جدا میشن و نوکلئوتید به صورت تک فسفات به رشته متصل میشه.



شکل ۱۲ - همانندسازی دنا

## فعالیت های آنزیم دنابسپاراز

همانند سازی دنا با دقت زیادی انجام میشه . این دقت تا حدودی زیادی مربوط به رابطه مکملی بین نوکلئوتیدهاست. اگرچه آنزیم دنابسپاراز نوکلئوتید هارو بر اساس رابطه مکملی مقابل هم قرار میده ولی گاهی در این مورد اشتباهیم صورت می گیره. بنابراین آنزیم دنابسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفودی استر برمیگرده و رابطه مکملی نوکلئوتید رو بررسی می کنه که رابطه اون درسته یا اشتباه ؟

اگر اشتباه باشه اون رو برمیداره و نوکلئوتید درست را به جای اون قرار میده. برای حذف نوکلئوتید نادرست باید بتونه پیوند فسفودی استر رو بشکنه و نوکلئوتید نادرست رو از دنا جدا کنه. توانایی بریدن دنا رو فعالیت **نوکلئازی** میگن که در آن پیوند فسفودی استر میشکنه. بنابراین آنزیم دنابسپاراز هم فعالیت **بسپارازی** داره که در اون پیوند فسفودی استر رو تشکیل میده و هم فعالیت نوکلئازی که در آن پیوند فسفودی استر را برای رفع اشتباه میشکنه. فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز رو که باعث رفع اشتباه ها در همانند سازی میشه **ویرایش می گن**.



پیش به سوی بررسی نکات متن:

۱. نوکلئوتید نادرست هنگامی که جدا می شه به صورت تک فسفاته هست.
۲. هنگام همانند سازی میزان نوکلئوتیدهای سه فسفاته کاهش پیدا می کنه.
۳. در فرایند ویرایش شاهد شکسته شدن پیوند فسفودی استر هستیم.

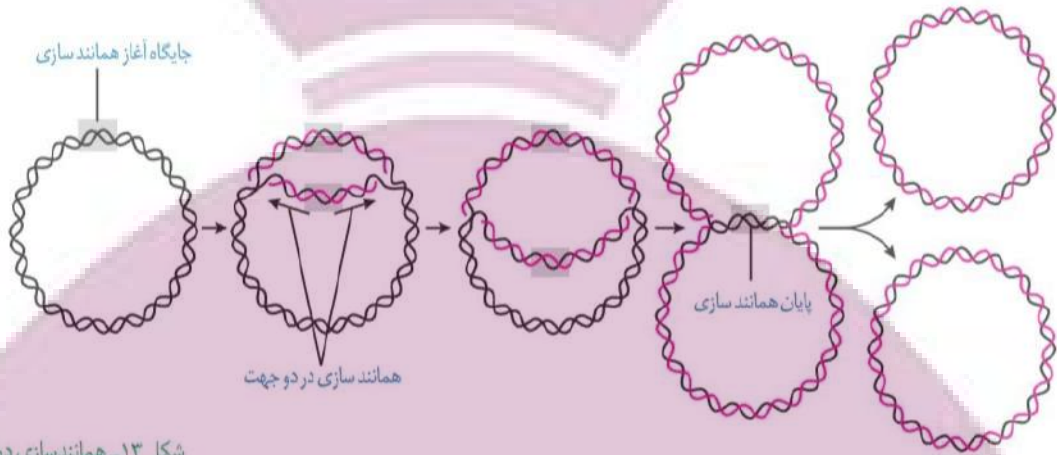
## همانند سازی در پروکاریوتها و یوکاریوت ها

در پروکاریوتها که شامل همه باکتری ها میشن مولکول های وراثتی در غشا محصول نشده و فام تن اصلی دارای یک مولکول دنا **حلقوی** هست که در سیتوپلاسم قرار داره و به غشای یاخته متصله. پروکاریوت ها علاوه بر دنا اصلی ممکنه مولکول های دیگری از دنا **دیگه** به نام پلازمید داشته باشن. اطلاعات این مولکولها می تونه ویژگی های دیگری رو به باکتری بده مثل افزایش مقاومت باکتری در برابر آنتی بیوتیک ها

اغلب پروکاریوت ها فقط یک جایگاه آغاز همانند سازی در دنا خود دارن. در این جایگاه دو رشته دنا از هم باز می شه. همانند یوکاریوتها همانندسازی دو جهتی در باکتری ها نیز وجود داره، یعنی از یک نقطه همانندسازی شروع و در دو جهت ادامه پیدا میکنه تا به همدیگه رسیده و همانندسازی پایان پیدا کنه.



توصیفی: دارای همانندسازی دوجہتی = یوکاریوت ، پروکاریوت



شکل ۱۳- همانندسازی دوجہتی دنا در پروکاریوت ها با یک نقطه آغاز

در یوکاریوتها که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان ، قارچ ها ، گیاهان و جانوران را شامل می‌شن دنا در هر فام تن به صورت خطی هست و مجموعه پروتئین‌ها که مهمترین آنها هیستونها هستن همراه اون قرار دارن. بیشتر دنا درون هسته قرار داره که به اون دنا هسته‌ای میگن. در یوکاریوتها علاوه بر هسته در سیتوپلاسم هم مقداری دنا وجود داره که به اون دنا سیتوپلاسمی میگن. این نوع دنا که حالت حلقوی داره در میتوکندری و پلاست دیده میشه!

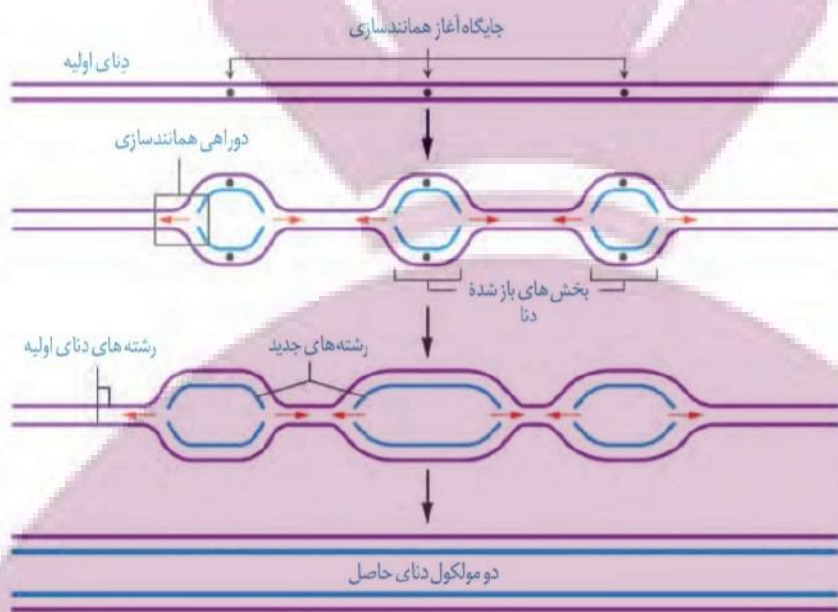
همانند سازی در یوکاریوتها بسیار پیچیده‌تر از پروکاریوت ها هست. علت این مسئله وجود مقدار زیاد دنا و قرار داشتن در چندین فام‌تنه که هر کدام از آنها چندین برابر دنا بکتری هستن. بنابراین اگر فقط یک جایگاه آغاز همانند سازی در هر فام تن داشته باشن مدت زمان زیادی برای همانندسازی لازمه! به همین علت در یوکاریوتها آغاز همانند سازی در چندین نقطه در هر فام تن انجام میشه. تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در یوکاریوت ها حتی میتونه بسته به مراحل رشد و نمو و تنظیم بشه، مثلاً در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا (مرحله تشکیل بلاستوسیست) سرعت تقسیم زیاد و تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی هم زیاده ولی پس از تشکیل اندام ها سرعت تقسیم و تعداد جایگاه های آغاز کم میشه.

نکات خط به خط متن منتظر شما هستن:

۱. تعداد جایگاه آغاز متغیر = یوکاریوت
  ۲. دنا سیتوپلاسمی یوکاریوت ها به شکل کروموزوم دیده نمیشه .
  ۳. دنا سیتوپلاسمی از نوع حلقویه.
- بازم دام!** پروکاریوت ها هیستون ندارن.



# خیارینه



شکل ۱۴ - همانندسازی در پروکاریوت ها

خب توی این قسمت کماتی از متن کتاب که حائز اهمیت هستن رو براتون مشخص کردیم:

۱. برای سنجش چگالی دناها در هر فاصله زمانی دناى باکتری را استخراج و در شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت های متفاوت در سرعتی بسیار بالا گریز دادن.
۲. هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید سه فسفات به انتهای رشته پلی نوکلئوتیدی دو تا از فسفات های آن از مولکول جدا میشن و نوکلئوتید به صورت تک فسفات به رشته متصل میشه.
۳. همانند سازی دنا با دقت زیادی انجام میشه این دقت تا حدود زیادی مربوط به رابطه مکملی بین نوکلئوتید هاست اما گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت می گیره.
۴. آنزیم دنا بسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفودی استر برمی گردد و رابطه مکملی بین نوکلئوتید ها رو بررسی می کنه.
۵. پروکاریوت ها علاوه بر دناى اصلی ممکن است مولکول هاى از دناى ديگه به نام پلازمید داشته باشن.
۶. اغلب پروکاریوت ها فقط یک جایگاه آغاز همانند سازی در دناى خود دارن.



و اما میرسیم به نمونه سوالاتی خفن گفتار:

۱. در نهایت طرح همانند سازی که پیوند فسفودی استر در دناى اولیه شکسته..... قطعاً می شود - الگوی قرارگیری قطعات رشته های قبلی و جدید در دناى حاصل از همانند سازی با هم فرق دارد.
۲. نمی شود - یک رشته پلی نوکلئوتیدی جدید به هر یاخته حاصل از تقسیم وارد می شود.
۳. نمی شود - مولکول دناى اولیه به صورت کامل به یکی از یاخته های حاصل از تقسیم وارد می شود.
۴. می شود - در هر یک از رشته های پلی نوکلئوتیدی حاصل از همانند سازی دنا بخشی از دناى اولیه وجود دارد.

پاسخ: گزینه چهار

در همانند سازی غیر حفاظتی برخلاف همانندسازی نیمه حفاظتی و حفاظتی پیوندهای فسفودی استر در رشته های اولیه شکسته می شوند.

۲. کدام گزینه عبارت مقابل را به نادرستی تکمیل می کند؟

(در همانند سازی دنا به روش ..... قطعاً یاخته (ها) ی حاصل از تقسیم ..... وجود دارد)

- ۱) حفاظتی- یکی از- دو رشته ی دنا ی اولیه
  - ۲) نیمه حفاظتی- یکی از- دو رشته دنا ی اولیه
  - ۳) غیر حفاظتی- هر دو- قطعاتی از رشته های جدید
  - ۴) نیمه حفاظتی -هر دو- یکی از دو رشته دنا ی اولیه
- پاسخ: گزینه دو

در همانند سازی دنا به روش نیمه حفاظتی به یاخته حاصل از تقسیم یک رشته پلی نوکلئوتیدی دنا ی اولیه با یک رشته پلی مونوکلئوتیدی دنا ی نوساز وارد میشود.

۳. در همانند سازی دنا ی پروکاریوتی..

- ۱) تعداد انزیمهای هلیکاز قطعا با تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی برابر است.
- ۲) هر رشته پلی نوکلئوتیدی جدید مشابه یکی از رشته های پلی نوکلئوتیدی قدیمی است.
- ۳) هر پیوند قند فسفات موجود در رشته پلی نوکلئوتیدی جدید توسط دنا پلیمرز تشکیل شده.
- ۴) تعداد پیوندهای فسفودی استر تشکیل شده با تعداد بازهای آلی استفاده شده در همانندسازی برابر نیست.

پاسخ: گزینه دو

دام سوال: توجه کنید که پیوند قند و فسفات درون نوکلئوتیدها توسط دنابسپاراز ایجاد نمی شود .

## گفتار سه

### پروتئین ها

بعد از اینکه با DNA و RNA آشنا شدیم، نوبت میرسه به پروتئین ها.

پروتئین ها هم مثل DNA و RNA در ذخیره و انتقال اطلاعات در سلول نقش دارند و همینطور در انجام فرایندهای مختلف سلولی کمک می کنند و نقش مهمی دارند.

### ساختار آمینواسید ها

برای اینکه بتونیم پروتئین رو بشناسیم، باید اول با ساختار پروتئین ها آشنا بشیم.

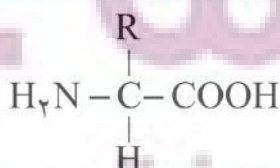
پروتئین ها، از قرارگیری آمینواسید ها در کنار یکدیگر و ایجاد بسپارها، ساخته می شن.

نوع - ترتیب - تعداد آمینواسید ها، ساختار و عمل پروتئین ها را مشخص می کنه.

ساختار آمینواسید ها هم از این قراره که یک کربن مرکزی در وسط قرار میگیره، و یک گروه آمین «-NH<sub>2</sub>»، یک گروه کربوکسیل «-COOH»، گروه R به همراه یک هیدروژن، به کربن مرکزی متصل می شن و چهار ظرفیت آن را پر می کنن.

این ساختار، ساختار عمومی یک آمینواسید است.

نکته H<sub>2</sub>N, COOH و H در همه آمینواسید ها مشابه اند.



# پپتید

گروه R در آمینواسید های مختلف متفاوت است و ویژگی های منحصر به فرد آمینواسید به این گروه R بستگی دارد.

هر آمینواسید می تواند در شکل دهی پروتئین موثر باشد، و تاثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.

 توصیف

۱. تعیین کننده ویژگی های منحصر به فرد آمینواسید ← گروه R



پیوند پپتیدی آمینواسید ها را به یکدیگر متصل می کند

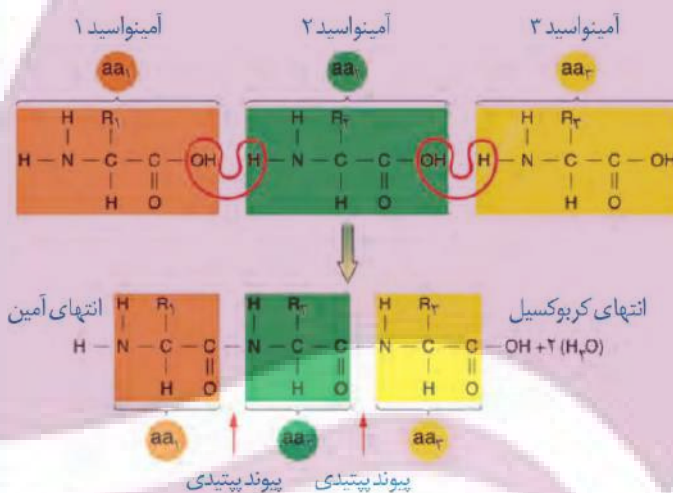
گفتیم که پروتئین ها، پلیمری از آمینواسید ها هستند.

این آمینواسید ها به واسطه پیوندی اشتراکی به نام پیوند پپتیدی به هم متصل می شن.

پیوند پپتیدی تحت فرایند سنتز آبدهی و با حضور آنزیم تشکیل می شه.

واکنش سنتز آبدهی با خروج مولکول آب همراه .

این شکل، تشکیل پیوند پپتیدی رو نشون می ده که یک آمینواسید با آمینواسید دیگه، با خروج یک مولکول آب، پیوند پپتیدی ایجاد می کنه.



نکته های مهم

۱. مکان تشکیل پیوند پپتیدی در سیتوپلاسم و درون ساختار ریبوزوم و با حضور آنزیم rRNA هست.

۲. هر سنتز آبدهی، پیوند پپتیدی نیست؛ اما هر پیوند پپتیدی، سنتز آبدهی است.

۳. برای تشکیل پیوند پپتیدی، OH از گروه کربوکسیل و H از گروه آمینی جدا می شود و این مولکول ها، یک مولکول آب را ایجاد می کنند.

۴. در یک طرف زنجیره آمینواسیدی، انتهای کربوکسیلی و در طرف دیگر آن، انتهای آمینی داریم.

۵. در نتیجه به هم پیوستن n آمینو اسید، n-1 پیوند پپتیدی و n-1 مولکول آب ایجاد می شود.

در نهایت وقتی که تعدادی آمینواسید با تشکیل پیوند پپتیدی به هم متصل شدند، زنجیره ای به نام پلی پپتید ایجاد می کنن.

پروتئین ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی پپتید ها تشکیل شده. (این جمله خیلی مهمه!! کلمه به کلمه شو یادت بمونه.)





# خیابان

همونطور که گفتیم، ترتیب قرارگیری آمینواسیدها در پروتئین های مختلف، متفاوتی که ما میتونیم با استفاده از روش های شیمیایی، آمینواسیدها رو جدا و شناسایی کنیم.

در کل توی طبیعت، انواع گوناگون و متفاوتی از آمینواسیدها داریم، ولی فقط ۲۰ نوع از این آمینواسیدها در ساختار پروتئین به کار میره.

## باز م نکته با هم ببینیم



۱. یکسری آمینواسیدها که در ساختار پروتئینها به کار میره، در بدن انسان ساخته نمیشه، به این آمینواسیدها میگیم آمینواسید ضروری. این آمینواسیدهای ضروری رو باید با استفاده از غذا به دست بیاریم. آمینواسید فنیل آلانین، یک آمینواسید ضروری برای بدن است.

## توصیف

۱. مولکول حاوی یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه ← پروتئینها
۲. روشی برای شناسایی و جداسازی آمینواسیدها ← روش شیمیایی



## ترکیبجات آمینواسید

۱. فصل یک دهم: پروتئینها از به هم پیوستن واحد هایی به نام آمینواسید، تشکیل می شن.
۲. فصل دو دهم: در روده باریک در نتیجه فعالیت پروتئازهای لوزالمعده و آنزیم های روده باریک، پروتئینها به آمینواسیدها، تجزیه می شن.
۳. فصل پنج دهم: در تراوش، هم مواد دفعی مثل اوره و هم مواد مفید مثل گلوکز و آمینواسیدها، به گردیزه وارد می شن.
۳. فصل پنج دهم: در نتیجه تجزیه موادی مانند آمینواسیدها، آمونیاک تولید می شود که بسیار سمیه.
۴. فصل یک یازدهم: مولکول هایی مثل اکسیژن، گلوکز و آمینواسیدها و برخی داروها می تونن از سد خونی-مغزی و سد خونی-نخاعی عبور کنن.
۵. فصل دو یازدهم: اومامی مزه غالب غذا هایی است که آمینواسید گلوتامات دارن، مانند عصاره گوشت.
۶. فصل یک دوازدهم: رنای ناقل، آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین سازی به سمت رناتن ها می بره.
۷. فصل دو دوازدهم: رمزه آمینواسیدها در جانداران یکسانه. رمزه های UAA، UGA و UAG هیچ آمینواسیدی را رمز نمی کنن. رمزه آغاز یا AUG، رمزه ای است که ترجمه از آن آغاز می شه و معرف آمینواسید متیونینه.
۸. فصل دو دوازدهم: مواد اولیه مصرفی در ترجمه، آمینواسیدها هستن.
۹. فصل دو دوازدهم: در ساختار رنای ناقل، توالی ای برای محل اتصال آمینواسید وجود داره.
۱۰. فصل دو دوازدهم: در سلولها آنزیم های ویژه ای وجود دارن که بر اساس نوع توالی پادرمزه، آمینواسید مناسب رو به رنای ناقل متصل می کنن؛ یعنی آنزیم با تشخیص پادرمزه در رنای ناقل، آمینواسید مناسب را یافته و به آن وصل می کنه.
۱۱. فصل دو دوازدهم: بر اساس مقصدی که پروتئین باید بره، توالی های آمینواسیدی در آن وجود داره که پروتئین را به مقصد هدایت می کنه.
۱۲. فصل سه دوازدهم: در بیماری PKU، آنزیمی که آمینواسید فنیل آلانین را می تونه تجزیه کند وجود نداره.

# پیرانوسید

۱۳. فصل چهار دوازدهم: در هموگلوبین های بیمار مبتلا به کم خونی داسی شکل، ششمین آمینواسید از زنجیره بتا متفاوت است. مقایسه ژن های زنجیره بتای هموگلوبین در بیماران و افراد سالم نشان می دهد که در رمز مربوط به ششمین آمینواسید، نوکلئوتید A به جای T قرار گرفته.

۱۴. فصل چهار دوازدهم: گاهی جهش، رمز یک آمینواسید را به رمز دیگری برای همان آمینواسید تبدیل می کند. این نوع جهش تأثیری بر توالی آمینواسیدها نخواهد گذاشت. چنین جهشی را جهش خاموش می نامند. این امکان وجود دارد که جهش جانمایی رمز یک آمینواسید را به رمز پایان ترجمه تبدیل کند که در این صورت پلی پپتید حاصل از آن، کوتاه خواهد شد به این جهش، جهش بی معنا می گویند.

۱۵. فصل هفت دوازدهم: روش های جدید امکان ایجاد تغییرات دلخواه در توالی آمینواسیدهای یک پروتئین را فراهم کرده است که میتوان از آنها به منظور تغییر در ویژگی های یک پروتئین و بهبود عملکرد آن بهره مند شد. انجام چنین تغییراتی که به آن مهندسی پروتئین گفته می شه، نیازمند شناخت کامل ساختار و عملکرد آن پروتئین است. این تغییرات میتونن جزئی یا کلی باشن. تغییر جزئی شامل تغییر در رمز یک یا چند آمینواسید در مقایسه با پروتئین طبیعی است.

۱۶. فصل هفت دوازدهم: تغییر در توالی آمینواسیدها ممکنه باعث تغییر در شکل فضایی مولکول پروتئین و در نتیجه تغییر در عمل آن بشه. چنین پروتئین های تغییر یافته ای با اهداف مختلف، مثلا درمانی و تحقیقاتی ساخته می شن.

۱۷. فصل هفت دوازدهم: لخته ها به طور طبیعی در بدن توسط آنزیم پلاسمین تجزیه می شن. پلاسمین کاربرد درمانی داره، اما مدت اثر آن در پلاسما خیلی کوتاهه. جانمایی یک آمینواسید ۱۸. پلاسمین با آمینواسید دیگری در توالی، باعث می شه که مدت زمان فعالیت پلاسمینی و اثرات درمانی آن بیشتر بشه.



## آمینواسید رو بررسی کردیم، الان وقته خط به خطشه

۱. علاوه بر دنا و رنا که در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارن مولکول های دیگری نیز هستن که به انجام فرایندهای مختلف یاخته ای کمک می کنن. از جمله این مولکول ها پروتئین ها هستن که نقش بسیار مهمی در فرایند های یاخته ای دارن.

۲. پروتئین ها بسپارهایی از آمینواسید ها هستن. نوع، ترتیب و تعداد آمینواسید ها در پروتئین ساختار و عمل آن ها را مشخص می کنه. آمینواسیدها همانطور که از نامشون برمی آید یک گروه آمین ( $-NH_2$ ) و یک گروه اسیدی کربوکسیل ( $-COOH$ ) دارن.

۳. گروه آمین و کربوکسیل به همراه یک هیدروژن و گروه R همگی به یک کربن مرکزی متصل اند و چهار ظرفیت آن را پر می کنن. گروه R در آمینو اسیدهای مختلف متفاوت و ویژگی های منحصر به فرد هر آمینواسید به آن بستگی داره. هر آمینواسید می تونه در شکل دهی پروتئین مؤثر باشه و تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی داره.

۴. آمینواسیدهای مختلف با حضور آنزیم، واکنش سنتزآبدی را انجام می دن. در این نوع واکنش با خروج یک مولکول آب، یک آمینواسید با آمینواسید دیگر پیوند اشتراکی ایجاد می کنه. این پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها را پیوند پپتیدی می گن.

۵. وقتی تعدادی آمینواسید با پیوند پپتیدی به هم وصل شن، زنجیره ای از آمینواسیدها به نام پلی پپتید تشکیل می شه. پروتئین ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی پپتیدها ساخته شدن.

۶. هر نوع پروتئین، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را داره که با استفاده از روش های شیمیایی، آمینواسیدها را جدا و آنها را شناسایی می کنن. اگرچه آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارن اما فقط ۲۰ نوع از آنها در ساختار پروتئین ها به کار میرن.

# خیابان



## سطوح مختلف ساختاری در پروتئین ها



بعد از بررسی آمینواسید ها الان دیگه وقتشه بریم سراغ پروتئین ها و بدونیم سیستم اون چجوریه!!  
شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن رو مشخص میکنه.

برای پی بردن به شکل پروتئین ها، از روش های مختلفی مثل استفاده از پرتو ایکس، استفاده می کنیم و محققین با استفاده از تصاویر به دست اومده از پرتوهای ایکس و روش های دیگر، به ساختار سه بعدی پروتئین ها پی می برن که در آن حتی جایگاه هر اتم را می تونن مشخص کنن.

اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد؛ پروتئین میوگلوبین بود که این پروتئین از یک رشته پلی پپتید تشکیل شده.

### نکته های مهم که ممکنه باهاشون گول بخوری

۱. پرتو ایکس یکی از روش های فیزیکی است که برای تعیین شکل پروتئین استفاده می کنیم؛ از روش های شیمیایی هم برای جداسازی و شناسایی آمینواسید ها استفاده می کنیم.

۲. برای شناسایی شکل پروتئین: استفاده از پرتو ایکس + روش های دیگر ( نه فقط پرتو ایکس)



### یک توصیف با یک ترکیب

۱. تعیین کننده نوع عمل پروتئین ← شکل فضایی پروتئین

۱. فصل یک دوازدهم: موارد استفاده از پرتو ایکس: ۱- ویلیکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس، از مولکول های دنا، تصاویری تهیه کردن. ۲- واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایش های چارگاف و داده های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختن. ۳- یکی از راه های پی بردن به شکل پروتئین استفاده از پرتوهای ایکسه.

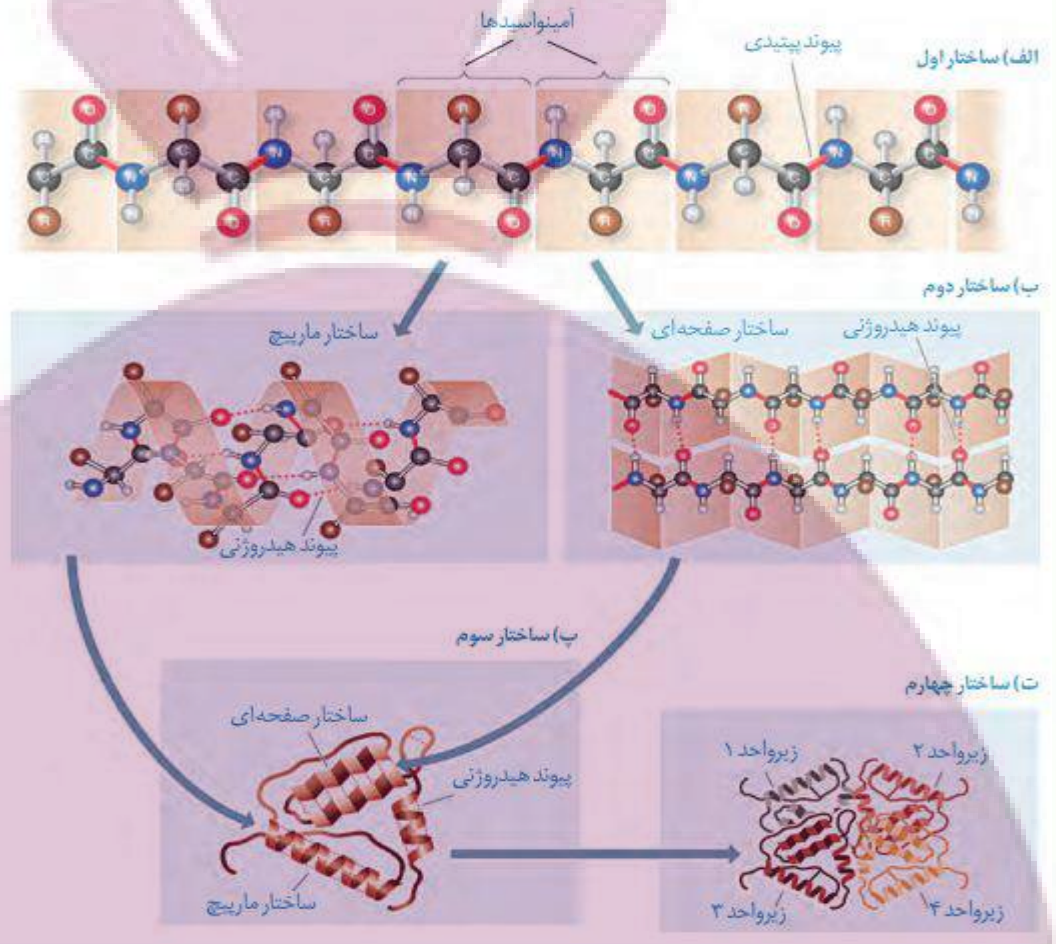


### به خط به خط این قسمت، نگاهی داشته باشیم

۱. شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن را مشخص می کنه. یکی از راه های پی بردن به شکل پروتئین استفاده از پرتوهای ایکسه. با استفاده از تصاویر حاصل از آن و روش های دیگر، محققین به ساختار سه بعدی پروتئین ها پی می برن که در آن حتی جایگاه هر اتم را می تونن مشخص کنن.

۲. اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد میوگلوبین بود. این پروتئین از یک رشته پلی پپتید تشکیل شده .

ساختار پروتئین ها در چهار سطح بررسی می شه که هر ساختار، مبنای تشکیل ساختار بالاتره:



۱. ساختار اول پروتئین‌ها-توالی آمینواسیدها:

اولین و مهم‌ترین سطح ساختاری پروتئین‌ها، با ایجاد پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می‌گیرد که نوع-ترتیب-تعداد-تکرار آمینواسیدها، تعیین‌کننده این ساختارن.

ساختار اول، ساختاری خطیه که تغییر آمینواسید در هر جایگاه؛ موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می‌شود و ممکنه فعالیت آن را تغییر بده.

با در نظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و اینکه محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین‌ها وجود ندارد، پروتئین‌های حاصل می‌تونن بسیار متنوع باشن.

توالی آمینواسیدها در ساختار اول بسیار مهمه و همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین‌ها به این ساختار بستگی داره.

توصیف

مهم‌ترین سطح ساختاری پروتئین‌ها ← ساختار اول

## خط به خط ساختار اول

۱. نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسید ها، ساختار اول پروتئین ها را تعیین می کنن. ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می گیره و خطیه. این پیوند در واقع نوعی پیوند اشتراکیه.
۲. تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می شه و ممکنه فعالیت آن را تغییر بده.
۳. با در نظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و اینکه محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین ها وجود نداره پروتئین های حاصل می تونن بسیار متنوع باشن.
۴. با توجه به اهمیت توالی آمینواسیدها در ساختار اول، همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین ها به این ساختار بستگی دارن.



۲. ساختار دوم-الگوهایی از پیوند های هیدروژنی:

- بین بخش هایی از زنجیره پلی پپتیدی، میتونه پیوند هیدروژنی برقرار بشه که این پیوندهای هیدروژنی منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین ها هستن.
- پیوندهای هیدروژنی به چند صورت میتونن وجود داشته باشن که دو نمونه معروف آنها، ساختار مارپیچ و ساختار صفحه ایه.



## نکته های ساختار دوم و شکلش

۱. فقط بین بخش هایی از زنجیره پلی پپتیدی، پیوند های هیدروژنی دیده می شود. ( نه همه آمینواسید ها )
۲. در ساختار دوم مارپیچ، گروه های R، به سمت بیرون قرار می گیرند.
۳. ساختار مارپیچی، نسبت به ساختار صفحه ای، پیوند هیدروژنی بیشتره.
۴. دو نمونه معروف ساختار دوم، ساختار های مارپیچی و صفحه ای هستن. ( نه فقط ، یعنی باز هم نمونه های دیگری برای ساختار دوم وجود دارد.)
۵. همه پروتئین ها پیوند هیدروژنی دارن.

## دو توصیف با یک ترکیب

۱. منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین ها ← پیوند های هیدروژنی
۲. ساختار الگوهایی از پیوند هیدروژنی ← ساختار دوم پروتئین ها

۱. فصل یک دوازدهم: DNA دارای الگوی مارپیچ ۲ رشته ای است پس دارای ظاهری مشابه با ساختار دوم مارپیچی پروتئینه.



## خط به خط دومین ساختار پروتئین ها

۱. بین بخش هایی از زنجیره پلی پپتیدی می تونه پیوندهای هیدروژنی برقرار بشه. این پیوندها منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین ها هستن که به چند صورت دیده می شون. دو نمونه معروف آنها ساختار مارپیچ و ساختار صفحه ایه.

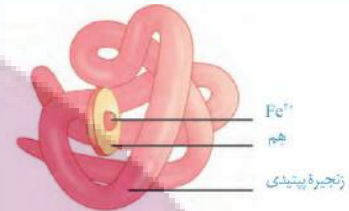


۳. ساختار سوم-تاخورده و متصل به هم :

- بعد از ساختار دوم و تشکیل پیوند های هیدروژنی، با ایجاد تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ ها، ساختار سوم پروتئینی شکل میگیره و پروتئین ها به شکل های متفاوتی در میان.

# خیار

تشکیل ساختار سوم، در اثر برهم کنش های آب گریزه به این صورت که: گروه های R آمینواسید که آب گریزند، به یکدیگر نزدیک می شن تا در معرض آب نباشن، سپس برای تثبیت ساختار سوم، پیوند های دیگه ای مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی، تشکیل می شه. در نهایت این پیوند ها و نیروی آب گریز، قسمت های مختلف پروتئین را به صورت به هم پیچیده در کنار هم نگه می داره. با وجود این نیرو ها، پروتئین های دارای ساختار سوم، دارای ثبات نسبی هستن. ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم می تونه ساختار و عملکرد پروتئین را به شدت تغییر بده. میوگلوبین، یکی از پروتئین های دارای ساختار سومه.



## نکته های ساختار سوم پروتئینی

۱. در ساختار سوم، هر پیوند اشتراکی، پپتیدی نیست.
۲. پیوند آب گریز در ساختار سوم، کمک می کنه که خمیدگی ها بیشتر بشه.
۳. پروتئین های دارای ساختار سوم، ثبات نسبی دارن نه ثبات مطلق
۴. ساختار اول تا سوم، فقط از ۱ زنجیره پلی پپتیدی تشکیل شدن.



## توصیف

۱. ساختار تاخورده و متصل به هم پروتئینی ← ساختار سوم
۲. تاخوردگی بیشتر صفحات و ماریچ ها ← در ساختار سوم
۳. ساختار تثبیت شده با ثبات نسبی ← ساختار سوم



## بینیم این قسمت با کجا ها ترکیب شده

۱. فصل سه یازدهم: ژن میوگلوبین در ماهیچه ها بیان می شود؛ ژن میوگلوبین در همه ی سلول ها وجود داره.
۲. فصل سه یازدهم: تارهای ماهیچه ای نوع کند، مقدار زیادی رنگدانه قرمز به نام میوگلوبین دارن که می تونن مقداری اکسیژن را ذخیره کنن. اما تار های ماهیچه ای نوع تند، مقدار میوگلوبین کمتری دارن.



## خط به خط ساختار سوم

۱. در ساختار سوم، تاخوردگی بیشتر صفحات و ماریچ ها رخ می ده و پروتئین ها به شکل های متفاوتی در می آیند.
۲. تشکیل این ساختار در اثر برهم کنش های آب گریزه؛ به این صورت که گروه های R آمینواسید هایی که آب گریزن، به یکدیگر نزدیک می شن تا در معرض آب نباشن. سپس با تشکیل پیوندهای دیگه ای مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی ساختار سوم پروتئین تثبیت می شه. مجموعه این نیرو ها قسمت های مختلف پروتئین را به صورت به هم پیچیده در کنار هم نگه می دارن.
۳. با وجود این نیرو ها پروتئین های دارای ساختار سوم، ثبات نسبی دارن.

# خیار

۴. ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم می‌تونه ساختار و عملکرد آن را به شدت تغییر بده.
۵. میوگلوبین نمونه ای از پروتئین‌ها با ساختار سومه.



۴. ساختار چهارم-آرایش زیرواحد‌ها:

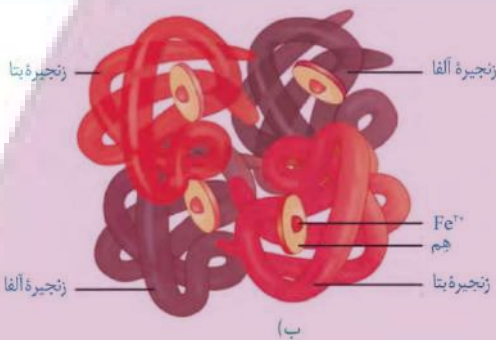
زمانی که دو یا چند (بیش از یک) زنجیره پلی‌پپتیدی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، ساختار چهارم پروتئین تشکیل می‌شه که در این ساختار، هر یک از زنجیره‌ها، نقش کلیدی در شکل‌گیری پروتئین دارن.

نحوه آرایش این زیرواحد‌ها، ساختار چهارم پروتئین نامیده می‌شه. بعضی از پروتئین‌ها ساختار چهارم دارند، نه همه و اغلب پروتئین‌ها

هموگلوبین نمونه ای از پروتئین‌های دارای ساختار چهارم که از چهار زنجیره پلی‌پپتیدی تشکیل شده. ۲ زنجیره آلفا و ۲ زنجیره بتا در هموگلوبین‌ها، هر نوع زنجیره، ترتیب خاصی از آمینواسید‌ها را در ساختار اول دارد؛ در ساختار دوم هر زنجیره به شکل مارپیچ در می‌آید؛ در ساختار سوم، هر زنجیره تاخورد و شکل خاصی پیدا می‌کند و به صورت یک زیرواحد در می‌آید؛ نهایتاً در ساختار چهارم، این ۴ زیرواحد آلفا و بتا در کنار هم قرار می‌گیرند و هموگلوبین را می‌سازن.



**نکته‌های این شکل**



۱. به نحوه قرارگیری زنجیره‌های آلفا و بتا توجه کنید؛ زنجیره‌های هم نوع در مجاور هم قرار نمی‌گیرند.

۲. هر هموگلوبین، دارای ۴ زنجیره پلی‌پپتیدی، ۴ گروه هم و ۴ مولکول Fe<sup>2+</sup> است.



**نکته‌های آخرین ساختار پروتئین**

۲. در هموگلوبین، ساختار نهایی مولکول، ساختار چهارم؛ اما ساختار نهایی هر زنجیره، ساختار سومه.

۳. هموگلوبین در هر سلول دیپلوئید زنده و هسته دار، دارای دو نوع ژن متفاوت است. (چون دو نوع زنجیره پلی‌پپتیدی داره و هر زنجیره پلی‌پپتیدی، یک نوع ژن داره.)



**بینیم که چی توصیف چیه!!**

۱. ساختار پروتئینی آرایش زیرواحد‌ها ← ساختار چهارم
۲. ساختار دارای زنجیره با نقش کلیدی ← ساختار چهارم



**ترکیب‌های نهایی ساختار نهایی**

۱. فصول چهاردهم و یک دوازدهم: در دو جای کتاب، نقش‌های کلیدی داشتیم! بریم بینیم که چیا بوده:

۱- یون‌های پتاسیم و سدیم در خوناب، اهمیت زیادی دارد؛ چون در فعالیت یاخته‌های بدن نقش کلیدی دارن.

۲- در ساختار چهارم هریک از زنجیره‌ها نقشی کلیدی در شکل‌گیری پروتئین دارن.

# خیابان پروتئین

۲. فصل سه دهم: گویچه قرمز سرشار از هموگلوبین و در شش ها اکسیژن به هموگلوبین می پیونده و در مجاورت بافت ها، که غلظت اکسیژن به علت مصرف شدن توسط یاخته ها کاهش یافته ، اکسیژن از هموگلوبین جدا و به یاخته ها داده می شه. پیوستن کربن دی اکسید به هموگلوبین و یا گسستن از آن نیز تابع غلظت کربن دی اکسیده. در بافت ها، کربن دی اکسید به هموگلوبین متصل و در شش ها از آن جدا می شه.
۳. فصل سه دهم: محل اتصال کربن مونو اکسید به هموگلوبین، همان محل اتصال اکسیژنه. بنابراین کربن مونواکسید با اتصال به هموگلوبین، مانع پیوستن اکسیژن می شه و چون به آسانی جدا نمیشه ظرفیت حمل اکسیژن را در خون کاهش می ده.
۴. فصل چهار دهم: گویچه های قرمز، در هنگام تشکیل در مغز استخوان، هسته ی خود را از دست می دن و سیتوپلاسم آن ها از هموگلوبین پر می شه. پس بیش از ۴ مولکول O2 در گلبول قرمز حمل می شه.
۵. فصل چهار دهم: هموگلوبین در غشای گلبول قرمز محصوره.
۶. فصل سه یازدهم: کتاب میوگلوبین را شبیه هموگلوبین دانسته.
۷. فصل دو دوازدهم: علت بیماری ارثی کم خونی داسی شکل، نوعی تغییر ژنیه که باعث می شه پروتئین هموگلوبین حاصل از آن دچار تغییر بشه که نتیجه آن تغییر شکل گویچه قرمز از حالت گرد به حالت داسی شکله.
۸. فصل چهار دوازدهم: علت بیماری کم خونی داسی شکل، تغییر شکل در مولکول های هموگلوبین است؛ هموگلوبین های سالم و تغییر شکل یافته، فقط در ششمین آمینواسید از زنجیره بتا متفاوتن.
۹. فصل چهار دوازدهم: مقایسه ژن های زنجیره بتای هموگلوبین در بیماران و افراد سالم نشان می ده که در رمز مربوط به ششمین آمینواسید، نوکلئوتید A به جای T قرار گرفته.
۱۰. فصل چهار دوازدهم: ششمین آمینواسید زنجیره بتا هموگلوبین در هموگلوبین سالم، گلوتامیک اسید است و در هموگلوبین سلول داسی شکل، والین است.



## خط به خط ساختار آرایش زیرواحدها

۱. بعضی پروتئین ها ساختار چهارم دارن، این ساختار هنگامی شکل می گیره که دو یا چند زنجیره پلی پپتید در کنار یکدیگر پروتئین را تشکیل دهند. در این ساختار هریک از زنجیره ها نقشی کلیدی در شکل گیری پروتئین دارن. نحوه آرایش این زیرواحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین ها نامیده می شه.
۲. هموگلوبین از چهار زنجیره پلی پپتیدی تشکیل شده . دو زنجیره از نوع آلفا و دو زنجیره از نوع بتا است. هر نوع زنجیره، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را در ساختار اول دارن. در ساختار دوم به شکل مارپیچ درمیان. در ساختار سوم هریک از زنجیره ها به صورت یک زیرواحد، تاخورده و شکل خاصی پیدا می کنه. در نهایت در ساختار چهارم، این چهار زیرواحد در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می دن.

خسته نباشی! تا اینجا، ساختار آمینواسیدها و سطوح ساختاری پروتئین ها رو بررسی کردیم. این همه دربارش توضیح دادیم، الان دیگه وقتشه ببینیم پروتئین ها چیکار میکنن تو بدن هامون! 🤔



## نقش پروتئین ها

پروتئین ها متنوع ترین مولکول های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند.

پروتئین ها در فرایند ها و فعالیت های متفاوتی شرکت می کنند؛ مثل چی ؟

**۱- فعالیت آنزیمی:** در فعالیت آنزیمی، پروتئین ها به صورت کاتالیزور های زیستی عمل می کنند و سرعت واکنش های شیمیایی خاصی را زیاد می کنند.

**۲- گیرنده:** بعضی از پروتئین ها به صورت گیرنده هایی در سطح سلول قرار دارند. مثل گیرنده های آنتی ژنی در سطح لنفوسیت ها که نمونه ای از گیرنده های پروتئینی هستند.



### ترکیب با گیرنده سطح سلولی

۱. فصل یک یازدهم: ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاخته پس سیناپسی، به پروتئینی به نام گیرنده متصل می شه. این پروتئین همچنین کانالی است که با اتصال ناقل عصبی به آن باز می شه.

۲. فصل سه یازدهم: در مکانیسم انقباض ماهیچه، با رسیدن پیام از مراکز عصبی، تحریک از طریق سیناپس ویژه ای از سلول عصبی به سلول ماهیچه ای می رسه و ناقل عصبی از پایانه ی سلول عصبی آزاد می شه. با اتصال این ناقلین به گیرنده های خود در سطح یاخته ماهیچه ای، یک موج تحریکی در طول غشای یاخته ایجاد می شه.

۳. فصل چهار یازدهم: سلول هدف، برای پیک گیرنده داره.

۴. فصل چهار یازدهم: دردبابت نوع دو اشکال در تولید انسولین نیست. در نوع دو انسولین به مقدار کافی وجود داره، اما گیرنده های انسولین به آن پاسخ نمی دن.

۵. فصل پنج یازدهم: هر لنفوسیت B یا T در سطح خود، گیرنده های آنتی ژنی داره که همگی از یک نوع اند. هرگیرنده اختصاصی عمل می کنه.

۶. فصل پنج یازدهم: هر لنفوسیت فقط یک نوع گیرنده دارد که پس از تبدیل به پادتن ساز پادتنی مشابه با گیرنده خود را ساخته و ترشح می کند.

**۳- سایر نقش ها:** برخی پروتئین ها مثل هموگلوبین، گازهای تنفسی را در خون منتقل می کنند.

پروتئین هایی مثل پمپ سدیم پتاسیم در غشا سلولی حضور دارن و یون های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابه جا می کنند و فعالیت آنزیمی هم دارن.

کلاژن پروتئینی که باعث استحکام بافت پیوندی می شه و زردپی و رباط، مقدار زیادی پروتئین کلاژن دارن.

انقباض ماهیچه ها ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین اکتین و میوزین روی یکدیگره.

بیشتر هورمون ها پروتئینی هستن؛ هورمون هایی مثل انسولین و اکسی توسین که به عنوان هورمون، پیام های بین سلولی را در بدن جانوران منتقل می کنند تا تنظیم های مختلف در بدن انجام شود، هورمون های پروتئینی هستن.

پروتئین هایی درون سلول نیز وجود دارن مثل مهارکننده ها که نقش های تنظیمی در فعال و غیرفعال کردن ژن ها دارن.

### توصیف

۱. متنوع ترین مولکول های زیستی ← پروتئین ها



۱. فصل یک یازدهم: در هربار فعالیت این پمپ، سه یون سدیم از سلول خارج و دو یون پتاسیم به آن وارد می شه.

۲. فصل یک یازدهم: این پمپ از انرژی مولکول ATP استفاده می کنه.



۱. فصل یک دهم: بافت پیوندی از انواع یاخته ها، رشته های پروتئینی، مانند رشته های کلاژن و رشته های کشسان (ارتجاعی) و ماده زمینه ای تشکیل شده. در بافت پیوندی مترکم میزان رشته های کلاژن از بافت پیوندی سست بیشتره.

۲. فصل چهار دهم: بسیاری از یاخته های ماهیچه ای قلب به رشته های کلاژن موجود در بافت پیوندی مترکم متصل هستن.

۳. فصل پنج یازدهم: رشته های کلاژن و کشسان در لایه درونی (درم) پوست مشاهده می شوند.



در آخر هم چنتا ترکیب کلی از پروتئین ها ببینیم!!!

۱. فصل یک دهم: کربوهیدرات ها، لیپید ها، پروتئین ها و نوکلئیک اسید ها چهار گروه اصلی مولکول های تشکیل دهنده سلول اند و در جانداران ساخته می شن و مولکول های زیستی نام دارن. - پروتئین ها علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، نیتروژن نیز دارن. - پروتئین ها کارهای متفاوتی انجام می دن. انقباض ماهیچه، انتقال مواد در خون و کمک به عبور مواد از غشای یاخته و عملکرد آنزیمی از کارهای پروتئین هاست- ریبوزوم ها و شبکه آندوپلاسمی زیر در ساختن پروتئین نقش دارن. - در غشای سلولی، مولکول های پروتئینی وجود دارن. - در روش انتشار تسهیل شده و انتقال فعال، عبور مواد به واسطه پروتئین های غشاییه. - عبور ذره های بزرگ مانند پروتئین ها با روش آگزوسیتوز و اندوسیتوز. - غشای پایه شبکه ای از رشته های پروتئینی و گلیکوپروتئینی. - در ساختار بافت پیوندی، رشته های پروتئینی وجود داره.

۲. فصل دو دهم: موسین از جنس گلیکوپروتئینه. - آنزیم پپسین، پروتئین ها را به مولکول های کوچک تر تجزیه می کنه. - پپسین گوارش پروتئین ها را در معده آغاز می کنه. در روده باریک در نتیجه فعالیت پروتئین های لوزالمعده و آنزیم های روده باریک، پروتئین ها به آمینواسید ها، تجزیه می شوند. - در بیماری سلیم بر اثر پروتئین گلوتن (که در گندم و جو وجود داره) یاخته های روده تخریب می شون و ریز پرزها و حتی پرزها از بین می رن. - مولکول های لیپوپروتئین، ترکیب پروتئین و لیپید هستن. - در کبد، از مواد جذب شده، گلیکوژن و پروتئین ساخته می شه.

۳. فصل سه دهم: تغییر pH باعث تغییر ساختار پروتئین ها میشه که می تونه عملکرد پروتئین ها را مختل کنه. از آنجا که بسیاری از فرایندهای یاخته ای را پروتئین ها انجام می دن؛ از بین رفتن عملکرد آنها اختلال گسترده ای را در کار یاخته ها و بافت ها ایجاد می کنه.

۴. فصل چهار دهم: غشای پایه در مویرگ های منفذ دار ضخیمه و، عبور مولکول های درشت مثل پروتئین ها را محدود می کنه - کمبود پروتئین های خون و افزایش فشار خون درون سیاهرگ ها می تونه سرعت بازگشت مایعات از بافت به خون را کاهش بده. در نتیجه، بخش هایی از بدن، متورم می شون که به این حالت «خیز» یا «ادم» می گوین. - بیش از ۹۰ درصد خوناب، آب است و بقیه آن را موادی مانند پروتئین ها، مواد غذایی، یون ها مواد دفعی تشکیل می دن. - پروتئین های خوناب نقش های گوناگونی دارن از جمله حفظ فشار اسمزی خون، انتقال مواد، تنظیم pH، انعقاد خون و ایمنی بدن. - آلبومین، فیبرینوژن و گلوبولین از پروتئین های خوناب اند. - رشته های پروتئینی فیبرین، یاخته های خونی و پلاکت ها را در بر گرفته و لخته را تشکیل داده ان.

۵. فصل شش دهم: واکوئل گیاهان، محل ذخیره ترکیبات پروتئینی، اسیدی و رنگیه. گلوتن یکی از پروتئین هاییه که در واکوئل گندم و جو ذخیره می شه و برای رشد و نمو رویان استفاده می شه.

۶. فصل هفت دهم: پروتئین یکی از موادی است که گیاهان قادر به ساخت آن هستنند. - نیتروژن و فسفر دو عنصر مهمی هستن که در ساختار پروتئین ها و مولکول های وراثتی شرکت می کنن. - برای انتقال آب در عرض غشای بعضی یاخته های گیاهی و جانوری و غشای واکوئل بعضی یاخته های گیاهی، پروتئین های دخالت دارن که سرعت جریان آب را افزایش می دهند.

# خیار

هنگام کم آبی، ساخت این پروتئین ها تشدید می شه. - منافذ پلاسمودسم آنقدر بزرگه که پروتئین ها، نوکلئیک اسید ها و حتی ویروس های گیاهی از آن عبور می کنه.



خط به خط نقش پروتئین ها

۱. پروتئین ها متنوع ترین گروه مولکول های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستن. پروتئین ها در فرایندها و فعالیت های متفاوتی شرکت دارن از جمله فعالیت آنزیمی که در آن به صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می کنن و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می کنن.
۲. بعضی دیگر از پروتئین ها به صورت گیرنده های در سطح یاخته ها قرار دارن؛ مثلا گیرنده های آنتی ژنی در سطح لنفوسیت ها نمونه ای از این پروتئین ها هستن.
۳. برخی پروتئین ها مثل هموگلوبین گازهای تنفسی را در خون منتقل می کنن. پمپ سدیم-پتاسیم، پروتئینه که در غشا وجود دار. این پمپ یون های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابه جا می کنه و فعالیت آنزیمی هم داره.
۴. کلاژن پروتئینی است که باعث استحکام بافت پیوندی می شه. زردپی و رباط مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارن. انقباض ماهیچه ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزینه.
۵. بیشتر هورمون ها از جمله اکسی توسین و انسولین که پیام های بین یاخته ای را در بدن جانوران ردوبدل میکنن تا تنظیم های مختلف در بدن انجام بشه، پروتئینی هستن.
۶. پروتئین هایی مثل مهارکننده، نقش های تنظیمی متعددی را در فعال و غیرفعال کردن ژن ها بر عهده دارن.



پروتئین مهم و طولانی هم به پایان رسید!!



## آنزیم ها

انرژی اولیه کافی برای انجام واکنش های شیمیایی را، انرژی فعال سازی میگن که سبب شروع واکنش ها می شه. واکنش های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب پیدا می کنن که انرژی فعال سازی داشته باشن؛ انجام واکنش ها در بدن موجود زنده که با عنوان کلی سوخت و ساز مطرح می شن، هم همینطورند.

این واکنش ها با حضور آنزیم انجام می شن. آنزیم ها در واقع امکان برخورد مناسب مولکول ها را افزایش و انرژی فعال سازی واکنش را کاهش می ده.

در نتیجه؛ سرعت واکنش هایی را که در بدن موجود زنده انجام شدنی هستن، زیاد می کنه.

بدون مصرف آنزیم، ممکنه در دمای بدن، سوخت و ساز سلول ها بسیار کند انجام بشه و انرژی لازم برای ادامه حیات تامین نشه.

آنزیم ها در سه موقعیت از سلول حضور دارن:

۱- در خارج سلول: مثل آنزیم های ترشحاتی دستگاه گوارش (مثل آمیلاز بزاق و لیپاز)

۲- در غشای سلول: مثل پمپ سدیم-پتاسیم

۳- در درون سلول: مثل آنزیم های موثر در تنفس سلولی، فتوسنتز و همانند سازی

۱. کاهشده انرژی فعال سازی واکنش ← آنزیم



نکته

آنزیم، انرژی فعال سازی تولید نمی کنه، آن را کاهش می ده.



خط به خط آنزیم

۱. واکنش های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب می گیرن که انرژی اولیه کافی برای انجام آن وجود داشته باشه. این انرژی را انرژی فعال سازی گویند. انجام واکنش ها در بدن موجود زنده نیز که با عنوان کلی سوخت و ساز مطرح می شه همینطور هستن. این واکنش ها با حضور آنزیم انجام می شن.

۲. آنزیم امکان برخورد مناسب مولکول ها را افزایش و انرژی فعال سازی واکنش را کاهش می ده. همچنین با این کار سرعت واکنش های را که در بدن موجود زنده انجام شدنی هستن زیاد می کنه. بدون آنزیم ممکنه در دمای بدن سوخت و ساز یاخته ها بسیار کند انجام بشه و انرژی لازم برای حیات تأمین نشه.

۳. آنزیم های ترشخی دستگاه گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز در خارج یاخته عمل می کنن ولی آنزیم های مؤثر در تنفس یاخته ای، فتوسنتز و همانندسازی درون یاخته فعالیت می کنن. البته گروهی از آنزیم ها مثل پمپ سدیم - پتاسیم فعالیت خود را در غشا انجام می دن.



## ساختار آنزیم ها

در ساختار آنزیم ها، بخشی به نام جایگاه فعال وجود داره که بخشی اختصاصیه و محل قرارگیری پیش ماده است.

آنزیم در جایگاه فعال، اثر خود را بر پیش ماده می گذاره و پیش ماده را به فرآورده تبدیل می کنه.

پیش ماده = ترکیباتی که آنزیم روی آن عمل می کنه.

فرآورده یا محصول = ترکیبات حاصل فعالیت آنزیم ها

بیشتر آنزیم ها پروتئینی هستن.

بعضی آنزیم ها برای فعالیت، به یون های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین ها نیاز دارن.

به مواد آلی که به آنزیم ها کمک می کنن، کوآنزیم می گویند.

بعضی مواد سمی مثل سیانید و آرسنیک می تونن با قرار گرفتن و اشغال کردن جایگاه فعال آنزیم، مانع از فعالیت آنزیم بشن. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می شن. (همه مواد سمی با اشغال جایگاه فعال، باعث مرگ نمی شن.)



۱. فقط به مواد آلی که به آنزیم کمک می کنند، کوآنزیم میگوییم؛ یون های فلزی، کوآنزیم نیستن.

۲. هر پروتئین که به آهن متصل می شود، لزوما دارای گروه هم نیست، بعضی آنزیم ها هم می توانند برای فعالیت از آهن استفاده کنند.

## توصیف

۱. بخش اختصاصی در آنزیم ها ← جایگاه فعال



ترکیبی های این قسمت!!

۱. فصل چهار دهم: مواد جذب شده از غذا مانند آهن و برخی ویتامین ها در کبد ذخیره می شه.

۲. فصل چهار دهم: آهن آزاد شده در فرایند تخریب گلبول های قرمز، یا در کبد ذخیره می شه یا همراه با خون به مغز استخوان می ره و در ساخت دوباره گلبول قرمز مورد استفاده قرار می گیره. (برای ساخت گلبول قرمز به آهن، فولیک اسید و ویتامین B12 نیازه سزيجات با برگ سبز تیره، حبوبات، گوشت قرمز و جگر از منابع آهن و فولیک اسیدن. فولیک اسید نوعی ویتامین از خانواده B است. فولیک اسید به وجود ویتامین «B12» وابسته است. این ویتامین فقط در غذاهای جانوری وجود داره. البته در روده بزرگ مقداری ویتامین B12 تولید می شه.)

وجود ویتامین K و یون Ca در انجام روند انعقاد خون و تشکیل لخته لازمه.

۳. فصل هضت دوازدهم: پژوهشگران در سر بعضی پرنده ها، ذرات آهن مغناطیسی شده یافته اند.

۴. فصل دو دهم: عامل داخلی معده، برای ورود ویتامین B12 به یاخته های روده باریک ضروریه.

۵. فصل دو یازدهم: ویتامین A برای ساخت ماده حساس به نور لازمه.

۶. فصل سه یازدهم: کمبود ویتامین D و کلسیم غذا، نوشیدنی های الکلی و دخانیات با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می شه.

۷. فصل چهار یازدهم: ازکارهای هورمون پاراتیروئیدی اثر برویتامین D است. این هورمون، ویتامین D را به شکلی تبدیل می کنه که میتواند جذب کلسیم از روده را افزایش دهد؛ بنابراین کمبود ویتامین D باعث کاهش جذب کلسیم از روده می شه.

۸. فصل نه یازدهم: ترکیبات سیانید دار، سبب مرگ یا بیماری گیاه خواران می شن. سیانید تنفس یاخته ای را متوقف می کنه.

۹. فصل پنج دوازدهم: سیانید واکنش نهایی مربوط به انتقال الکترون ها به O2 را مهار و در نتیجه باعث توقف زنجیره انتقال الکترون می شه.

۱۰. فصل هفت دهم: نوعی سرخس می تونه آرسنیک را که ماده ای سمی برای گیاهه، در خود جمع کنه.



شکل ۱۹- طرز عمل آنزیم در واکنش های سوخت و سازی (الف) تجزیه، (ب) ترکیب

# خیار



خط به خط ساختار آنزیم ها

۱. بیشتر آنزیم ها پروتئینی هستند.

۲. آنزیم ها در ساختار خود بخشی به نام **جایگاه فعال** دارن. جایگاه فعال بخشی اختصاصی در آنزیمه که پیش ماده در آن قرار می گیره؛ ترکیباتی که آنزیم روی آنها عمل می کنه، پیش ماده و ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستن، فرآورده یا محصول خوانده می شن.

۳. بعضی آنزیم ها برای فعالیت به یون های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین ها نیاز دارن. به مواد آلی که به آنزیم کمک می کنن **کوآنزیم** می گویند. وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می تونه با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن بشه. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می شن.



## عملکرد اختصاصی آنزیم ها

هر آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص موثره بنابراین گفته می شه که آنزیم ها عمل اختصاصی دارن.

شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش ماده یا بخشی از آن مطابقت داره و به اصطلاح **مکمل یکدیگر**ن.

آنزیم ها عمل اختصاصی دارن اما برخی از آن ها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می بخشن. (مثل آنزیم روبیسکو)

آنزیم ها در همه واکنش های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می کنن؛ سرعت واکنش را زیاد می کنن اما در پایان واکنش ها دست نخورده باقی می مانن تا بدن بتواند بارها از آنها استفاده کنه. به همین دلیل، سلول ها به مقدار کم آنزیم ها نیاز دارن. البته به مرور مقداری از آنها از بین می ره و یاخته مجبور به تولید آنزیم های جدید می شه.

نکته از خط به خط

۱. شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش ماده یا بخشی (نه لزوماً با کل پیش ماده) از آن **مکمل** اند.



## عوامل موثر بر فعالیت آنزیم ها

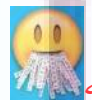
عوامل مختلفی بر روی سرعت فعالیت آنزیم ها اثر دارن؛ مثل PH، دما، غلظت آنزیم و پیش ماده

**PH-1 محیط:** PH بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است. مثلاً PH خون در حدود ۷/۴ است.

PH بعضی بخش ها خارج از این محدوده است. مثلاً PH ترشحات معده در حدود ۳ است.

PH بهینه: هر آنزیم در یک PH ویژه، بهترین فعالیت را داره که به آن، PH بهینه می گن مثلاً PH بهینه پپسین، حدود ۲ است؛ درحالیکه آنزیم هایی که از لوزالمعده به روده کوچک وارد می شن؛ PH بهینه حدود ۸ داره.

**تغییر PH محیط** با تاثیر بر پیوند های شیمیایی مولکول پروتئین، می تواند باعث تغییر شکل آنزیم بشه و در نتیجه امکان اتصال آن به پیش ماده از بین بره، در نتیجه میزان فعالیت آن تغییر می کند.



نکته

۱. مجموع ترشحات معده، PH حدود ۲ دارد

۲. آنزیم ها در PH بهینه، بهترین فعالیت را دارن



۱. فصل سه دهم: یکی از علل زیان بار بودن کربن دی اکسید این است که میتواند با آب واکنش داده، کربنیک اسید تولید کند و pH را کاهش بدهد. این تغییر pH باعث تغییر ساختار پروتئین ها همیشه که میتواند عملکرد پروتئین ها را مختل کند.
  ۲. فصل چهار دهم: پروتئین های خوناب نقش های گوناگونی دارن از جمله حفظ فشار اسمزی خون، انتقال مواد، تنظیم pH، انعقاد خون و ایمنی بدن.
  ۳. فصل پنج دهم: ترشح در تنظیم میزان pH خون، نقش مهمی داره. اگر pH خون کاهش یابد، کلیه ها یون هیدروژن را ترشح می کنن. اگر pH خون افزایش یابد، کلیه بیکربنات بیشتری دفع میکنند و به این ترتیب pH خون را در محدوده ثابتی نگه میداره.
  ۴. فصل شش دهم: رنگ آنتوسیانین در pH های متفاوت تغییر میکنه.
  ۵. فصل هفت دهم: خاک های مناطق مختلف به علت تفاوت در این ترکیبات، توانایی متفاوتی در نگهداری آب، مقدار هوای خاک، pH و مواد معدنی دارن.
  ۶. فصل هفت دوازدهم: از تغییرات و اصلاحات مفید در فرایند مهندسی پروتئین ها میتوان به افزایش پایداری پروتئین در مقابل گرما و تغییر pH، افزایش حداکثری سرعت واکنش و تمایل آنزیم برای اتصال به پیش ماده اشاره کرد.
- ۲-دما:** آنزیم های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد بهترین فعالیت را دارن.

این آنزیم ها در دمای بالاتر ممکنه شکل غیرطبیعی یا برگشت ناپذیر پیدا کنن و غیرفعال بشن. آنزیم هایی که در دمای پایین غیرفعال می شن با برگشت دما به حالت طبیعی، میتوانند به حالت فعال برگردن.



نکته دما

۱. لزوما همه آنزیم ها در دمای ۳۷ درجه، بهترین فعالیت را ندارن.
  - ۳-**غلظت آنزیم و پیش ماده:** مقدار بسیار کمی از آنزیم کافیه تا مقدار زیادی از پیش ماده را در واحد زمان به فرآورده تبدیل کنده اگر مقدار آنزیم زیادتر شود تولید فرآورده در واحد زمان افزایش می یابد.
- افزایش غلظت پیش ماده در محیطی که آنزیم وجود داره نیز می تواند تا حدی باعث افزایش سرعت شود ولی این افزایش تا زمانی ادامه می یابد که تمامی جایگاه های فعال آنزیم ها با پیش ماده اشغال بشن. در این حالت سرعت انجام واکنش ثابت میشود.



# خیار



قیدنامه و برنامه این گفتار

۱. هر آمینواسید میتواند در شکل دهی پروتئین موثر باشه و تاثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی داره.
۲. با استفاده از پرتوهای ایکس می توانند جایگاه هر اتم را در ساختار پروتئین مشخص کنن.
۳. تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین میشه و ممکن است فعالیت آن را تغییر بده.
۴. همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین ها به ساختار اول بستگی دارند.
۵. ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم میتواند ساختار و عملکرد آن را به شدت تغییر دهد.
۶. بعضی پروتئین ها ساختار چهارم دارن.
۷. در ساختار چهارم هر یک از زنجیره ها نقشی کلیدی در شکل گیری پروتئین دارن.
۸. بعضی از پروتئین ها به صورت گیرنده هایی در سطح یاخته ها قرار دارن.
۹. برخی پروتئین ها مثل هموگلوبین گازهای تنفسی را در خون منتقل می کنن.
۱۰. بیشتر هورمون ها از جمله اکسی توسین و انسولین که پیام های بین یاخته ای را در بدن جانوران ردوبدل میکنن تا تنظیم های مختلف در بدن انجام شود، پروتئینی هستن.
۱۱. بیشتر آنزیم ها پروتئینی هستن.
۱۲. بعضی آنزیم ها برای فعالیت به یون های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین ها نیاز دارن.
۱۳. وجود بعضی مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک میتواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ میشن.
۱۴. هر آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص مؤثره.
۱۵. اگرچه آنزیم ها عملی اختصاصی دارن ولی برخی از آنها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می بخشن.
۱۶. آنزیم ها در همه واکنش های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می کنن؛ سرعت واکنش را زیاد می کنن اما در پایان واکنش ها دست نخورده باقی می مانند تا بدن بتواند بارها از آنها استفاده کنه. به همین دلیل یاخته ها به مقدار کم به آنزیم ها نیاز دارن.
۱۷. PH بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است، البته PH بعضی بخش ها خارج از این محدوده هستنند.



سوال برای این گفتار

۱. وجه مشترک مولکول هایی که متنوع ترین مولکول های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی به شمار می روند، کدام است؟
    - (۱) هر عامل موثر بر شکل فضایی آن ها، در عملکرد آن ها نیز تاثیر گذار است.
    - (۲) ساختار چهارم آن ها وابسته به توالی آمینواسید ها می باشد.
    - (۳) در پی بیان شدن یک ژن در یاخته، تولید می شوند.
    - (۴) در محل تولید خود، به فعالیت می پردازند.
- پاسخ: گزینه یک - شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن را مشخص می کند؛ بنابراین، هر عامل موثر بر شکل فضایی پروتئین، در عملکرد آن تاثیر گذار است.



## خیاز

۲. چند مورد، عبارت زیر را به طور نامناسب کامل می نماید؟

به طور طبیعی در بدن انسان، هر ..... .

الف) کوآنزیم، نوعی ماده معدنی است .

ب) ماده سمی، جایگاه فعال آنزیم را اشغال می کند.

ج) آنزیم، انرژی فعال سازی واکنش را می کاهش دهد.

د) واکنش شیمیایی، در حضور کاتالیزور زیستی صورت می گیرد.

۴(۴

۳(۳

۲(۲

۱(۱

پاسخ: گزینه سه

موارد الف و ب و د، عبارت را به نادرستی کامل می کند.



خداقوت، این فصل رو هم به پایان رسوندی!



ایران توانسته

# زیست شناسی (۳)



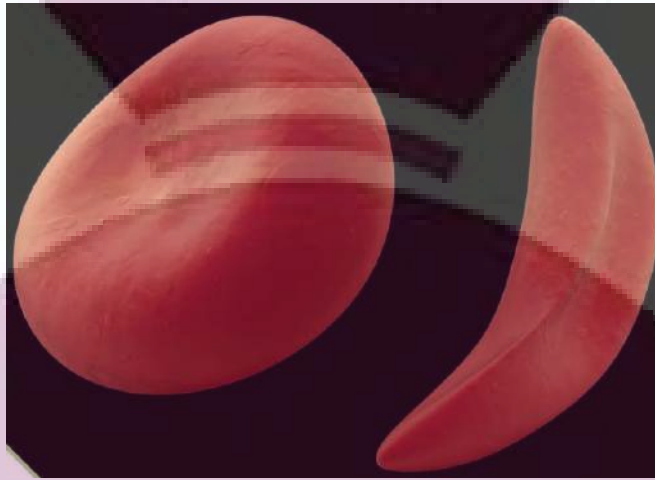
فصل دوم: جریان اطلاعات در یاخته

خیابان

محمد صادق ده بزرگی

توشه ای برای موفقیت

## فصل دوم: جریان اطلاعات در یاخته



در این فصل قراره بررسی کنیم که اطلاعات درون سلول چجوری جابه جا میشن و چجوری یکسری سلول، ویژگی های خاص خودشون رو دارن!

علت بیماری ارثی کم خونی داسی شکل، نوعی تغییر ژنی است که باعث میشه پروتئین هموگلوبین حاصل از آن دچار تغییر بشه که نتیجه آن تغییر شکل گویچه قرمز از حالت گرد به داسی شکل است. این تغییر ژنی، بسیار جزئیه و در آن تنها یک جفت از صدها جفت نوکلئوتید دنا در افراد بیمار تغییر یافته است. همچنین این بیماری به نوعی، رابطه بین ژن و پروتئین را نشان می ده. بعضی ژن ها مانند ژن سازنده هموگلوبین فقط در گویچه های قرمز بروز می کنن و مثلا در یاخته های بافت پوششی پوست بروز نمی کنن.



**نکته هایی که لازمه از این قسمت بدونی**

- ✓ هر کم خونی به علت کمبود هموگلوبین نیست بلکه ممکنه ناشی از تغییر شکل پروتئین هموگلوبین باشه.
- ✓ در سلول های داسی شکل، توانایی خون برای حمل گاز اکسیژن کاهش می یابد.



**ترکیب با مقدمه این فصل**

- ✓ فصل دو دهم: ویتامین B12، برای ساختن گویچه های قرمز در مغز استخوان، لازم است.
- ✓ فصل سه دهم: گویچه های قرمز سرشار از هموگلوبین هستن - در گویچه قرمز، آنزیمی به نام کربنیک انیدراز هست که کربن دی اکسید را با آب ترکیب می کنه و کربنیک اسید پدید می آورد. کربنیک اسید به سرعت به یون بیکربنات و هیدروژن تجزیه می شه. یون بیکربنات از گویچه قرمز خارج و به خون وارد می شه.
- ✓ فصل چهار دهم: در انسان بیش از ۹۹ درصد یاخته های خونی را گلبول های قرمز تشکیل می دن که به خون، ظاهری قرمز رنگ می دن. - نقش اصلی گویچه های قرمز، انتقال گازهای تنفسیه و متوسط عمر گویچه های قرمز ۱۲۰ روز است؛ تقریباً یک درصد از گویچه های قرمز، روزانه تخریب می شن. - در انسان و بسیاری از پستانداران، گویچه های قرمز، هسته و بیشتر اندامک های خود را از دست می دهند. - برای ساخته شدن گویچه های قرمز در مغز استخوان، علاوه بر وجود آهن، ویتامین B12 و فولیک اسید نیز لازمه. - بدن ما تنظیم میزان گویچه های قرمز، به ترشح هورمونی به نام اریتروپوئین بستگی داره.
- ✓ فصل سه یازدهم: در کم خونی های شدید، مغز زرد می تونه به مغز قرمز تبدیل بشه.
- ✓ فصل پنج یازدهم: کبد و طحال گویچه های قرمز مرده را پاکسازی می کنن.

✓ فصل چهار دوازدهم: دانشمندان با مقایسه آمینواسید های هموگلوبین های سالم و تغییر شکل یافته در کم خونی داسی شکل، دریافتند که این دو هموگلوبین فقط در مقایسه ششمین آمینواسید از زنجیره بتا متفاوتن. - مقایسه ژن های زنجیره بتای هموگلوبین در بیماران و افراد سالم نشان می ده که در رمز مربوط به مقایسه ششمین آمینواسید، نوکلئوتید A به جای T قرار گرفته است؛ تغییر در یک نوکلئوتید از میلیون ها نوکلئوتید انسان، میتونه پیامدی این چنین وخیم را به دنبال داشته باشه. تغییر ماندگار در نوکلئوتید های ماده وراثتی، جهش نام داره. - مثال یاخته های داسی شکل، نمونه ای از جهش کوچک است - افراد مبتلا به بیماری گویچه های قرمز داسی شکل، ژن نمود  $Hb^S Hb^S$  دارن و در سنن پایین معمولاً می میرند؛ ژن نمود ناخالص ها  $Hb^A Hb^S$  است و وضع بهتری دارن و گویچه های قرمز آن ها فقط هنگامی داسی شکل می شن که مقدار اکسیژن محیط کم باشه. - بیماری مالاریا به وسیله نوعی انگل تک یاخته ای ایجاد می شه که بخشی از چرخه زندگی خود را در گویچه های قرمز می گذراند. افرادی که گویچه قرمز سالم دارن یعنی  $Hb^A Hb^A$ ، در معرض ابتلا به مالاریا قرار دارن. این انگل نمی تواند در افراد  $Hb^A Hb^S$ ، سبب بیماری شود پس افراد  $Hb^A Hb^S$ ، برابر مالاریا مقاومن.

✓ در کم خونی داسی شکل، به دلیل کاهش اکسیژن رسانی به ماهیچه ها، ATP بیشتر به روش غیرهوازی در این یاخته ها تولید می شود و در نتیجه لاکتیک اسید بیشتری تولید میشود.

یکم ترکیب زیاد داشت ولی به جاش کامل این مبحث رو کنار هم دیدیم! 😊



دیگه وقتشه بریم و فصل رو با اولین گفتارش یعنی رونویسی شروع کنیم

## گفتاریک

### رونویسی

خب میدونیم که واحد سازنده DNA، نوکلئوتید است اما خب از طرف دیگه، واحد سازنده پلی پپتید، آمینواسید هست؛ چون دستورالعمل ساخت پلی پپتید ها، در مولکول دنا قرار داره، نتیجه میگیریم که بین نوکلئوتید های ژن و آمینواسید های پلی پپتید، ارتباط وجود داره!

این ارتباط رو مولکول های رنا برقرار میکنن.

توصیف

مولکول میانجی تبدیل زبان نوکلئیک اسید DNA به زبان پلی پپتیدی رنا



### دنا چگونه نوع آمینواسید های پلی پپتید را تعیین می کند؟

توی فصل ۱، دیدیم که نوکلئوتید های DNA، چهار نوع هستن که فقط در نوع بازهای آلی با هم فرق میکنن؛ بازهای آلی میتونن A، T، C و یا G باشن.

پلی پپتید ها هم از ۲۰ نوع آمینواسید تشکیل شدن.

هر توالی ۳ نوکلئوتیدی از DNA بیانگر نوعی آمینواسید است که با ۴ نوع نوکلئوتیدی که وجود داره، ۶۴ توالی سه نوکلئوتیدی مختلف میتونه ایجاد بشه (  $4 \times 4 \times 4$  ) که میتوانند رمز ساخت پلی پپتید های با ۲۰ نوع آمینواسید را داشته باشن. به هریک از این توالی های سه نوکلئوتیدی در دنا رمز میگن.

# خیابان

## نقش مولکول رنا به عنوان میانچی

می دانید که پلی پپتیدها بر اساس اطلاعات دنا و توسط رناتن ها در سیتوپلاسم ساخته می شوند. در یاخته های دارای هسته، چون رناتن ها درون هسته حضور ندارند، فرایند ساخت پلی پپتید در آن انجام نمی شه. اطلاعات دنا برای ساخت پلی پپتید ضروری است و دنا هم از هسته خارج نمی شه. همانطور که دیدید انواعی از رنا در یاخته وجود دارن که در پروتئین سازی نقش دارن. این رناها از روی مولکول دنا ساخته می شن. به ساخته شدن مولکول رنا از روی بخشی از یک رشته دنا، رونویسی گفته می شه. اساس رونویسی شبیه همانندسازی. در این فرایند نیز با توجه به نوکلئوتیدهای رشته دنا، نوکلئوتیدهای مکمل در زنجیره رنا قرار می گیره و به هم متصل می شن. برخلاف همانندسازی که در هر چرخه یاخته ای یک بار انجام می شه، رونویسی یک ژن می تونه در هر چرخه بارها انجام شود و چندین چرخه رشته رنا ساخته شود.

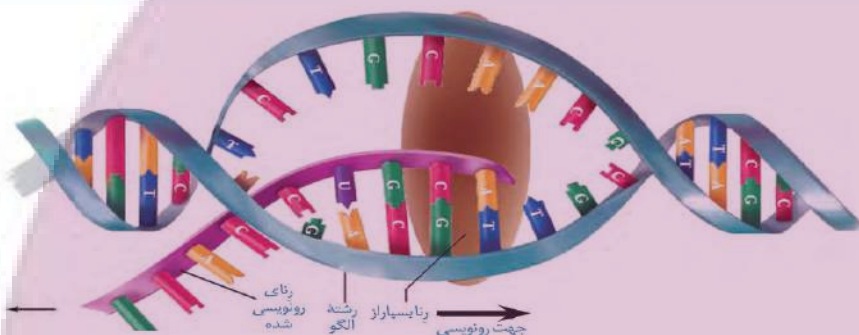


چنتا نکته جالب

- ✓ حواسمون باشه که باکتری چرخه سلولی نداره!!!
- ✓ رونویسی در هر ژن، تنها از روی یکی از رشته های دنا رخ می ده، اما همانند سازی از روی هر دو رشته دنا رخ می ده.

این شکل، طرح ساده ای از رونویسی رو نشون میده که یکسری نکات داره:

- ✓ RNA پلیمراز هر دو رشته دنا اولیه را در برمیگیرد.
- ✓ اما DNA پلیمراز یک رشته دنا اولیه را در برمیگرد.
- ✓ یک رشته دنا، هم می تواند الگوی رونویسی و هم الگوی همانند سازی باشه.



چنتا توصیف

➤ فرآیندی درون سلولی و هم اساس با همانند سازی ← رونویسی

ترکیب

- ✓ فصل شش یازدهم: مراحل که یک یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می گذراند را چرخه یاخته ای می گن.



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

در یاخته انواعی از رنا ساخته میشه. عمل رونویسی از دنا به کمک آنزیم ها انجام میشه. این آنزیم ها را تحت عنوان کلی رنابسپاراز نام گذاری میکنن.

در پروکاریوت ها یک نوع رنابسپاراز وظیفه ساخت انواع رنا را بر عهده داره. در یوکاریوت ها انواعی از رنابسپاراز ساخت رناهای مختلف رو انجام میدن. مثلا رنا ی پیک توسط رنابسپاراز ۲، رنا ی ناقل توسط رنابسپاراز ۳ و رنا ی رناتی توسط رنابسپاراز ۱ ساخته شه.

توصیف جاننداری که در آن فقط یک نوع رنابسپاراز وجود داره ← پروکاریوت



## مراحل رونویسی

رونویسی یک فرایند پیوسته است و برای اینکه بتوانیم راحت تر بررسیش کنیم، به سه مرحله ی آغاز، طویل شدن و پایان، تقسیم می کنیم.

در این مراحل، قراره که رنابسپاراز، بخشی از یک رشته دنا رو، رونویسی کنه.



یه چنتا چیز از فصل های دیگه یادمون اومد:

✓ در چنتا فصل دیگه هم فرایند پیوسته رو داشتیم؛ کجاها؟!

۱- میتوز، فرایندی پیوسته است، ولی زیست شناسان برای سادگی، آن را مرحله بندی میکنند.

۲- ترجمه و رونویسی هم فرایند های پیوسته ای هستن که مرحله بندی می شن.

## مرحله آغاز:

در این مرحله، رنابسپاراز به مولکول دنا متصل میشه و دو رشته آن را از هم باز می کنه. برای اینکه رونویسی ژن از محل صحیح خود شروع بشه توالی های نوکلئوتیدی ویژه ای در دنا وجود داره که رنابسپاراز آن را شناسایی می کنه. به این توالی ها، راه انداز گفته می شه. راه انداز موجب می شه رنابسپاراز اولین نوکلئوتید مناسب را به طور دقیق پیدا و رونویسی را از آنجا آغاز کنه. در این حالت بخش کوچکی از مولکول دنا باز و زنجیره کوتاهی از رنا ساخته می شه. نحوه عمل رنابسپاراز به این صورت است که آنزیم با توجه به نوع نوکلئوتید رشته الگوی دنا، نوکلئوتید مکمل را در برابر آن قرار می ده و سپس این نوکلئوتید را به نوکلئوتید قبلی رشته رنا متصل می کنه. در رونویسی، نوکلئوتید یوراسیل دار رنا به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین دار دنا قرار می گیره.



این نکته ها رو یادت ب نمونه

✓ راه انداز جزء ژن نیست.

✓ RNA پلیمراز، راه انداز را رونویسی نمی کنه.

✓ RNA پلیمراز، اولین نوکلئوتید مناسب را پیدا می کند، نه اولین نوکلئوتید ژن را.

✓ در شکل به زنجیره کوچک رنا تشکیل شده دقت کن.

✓ در این مرحله این اتفاقات میفته:

✚ شکست پیوند هیدروژنی در دنا

✚ تشکیل فسفودی استر بین ریپونوکلئوتید ها

✚ تشکیل حباب رونویسی

✚ تشکیل پیوند هیدروژنی بین دنا و رنا

✚ تشکیل پیوند هیدروژنی بین دورشته دنا نداریم

الف) مرحله آغاز



# تولید پروتئین

توصیف مرحله ای از رونویسی که در آن ساخت زنجیره کوچک رنا دیده میشود ← آغاز

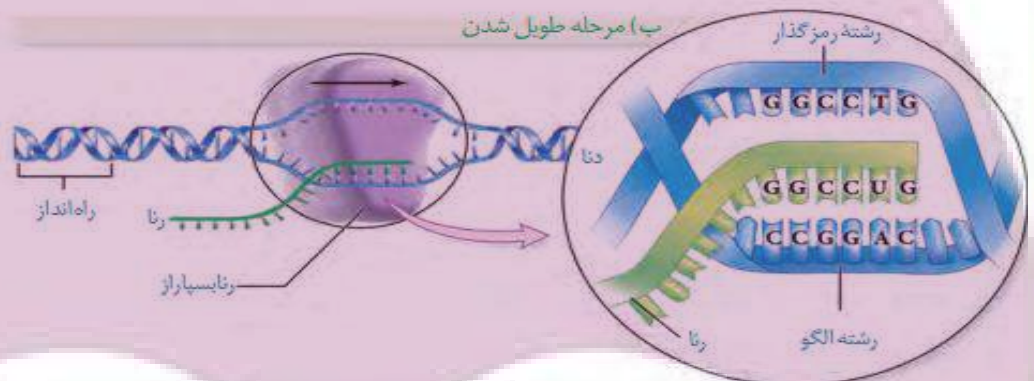
**مرحله طویل شدن:**

در این مرحله رنابسپاراز ساخت رنا را ادامه می ده که در نتیجه آن، رنا طویل می شه. همچنان که مولکول رنابسپاراز به پیش می ره، دو رشته دنا در جلوی آن باز و در چندین نوکلئوتید عقب تر، رنا از دنا جدا می شه و دو رشته دنا مجددا به هم می پیوندن.



**نکته های طویل شدن:**

- ✓ در این مرحله ساخت رنا ادامه می یابد، نه اینکه آغاز شه.
- ✓ در عقب رنابسپاراز، در چندین نوکلئوتید عقب تر، رنا از دنا جدا می شود.
- ✓ در این مرحله حرکت حباب رونویسی داریم.
- ✓ در این مرحله حرکت رنابسپاراز داریم.
- ✓ در این مرحله این اتفاقات میفته:
  - ✚ شکست پیوند هیدروژنی بین دو رشته دنا و بین رشته دنا و رنا
  - ✚ تشکیل پیوند هیدروژنی بین دورشته دنا و بین رشته دنا و رنا
  - ✚ تشکیل فسفو دی استر بین ریونوکلئوتید ها



توصیف مرحله ای از رونویسی که حرکت حباب رونویسی دیده می شه ← طویل شدن

**مرحله پایان:**

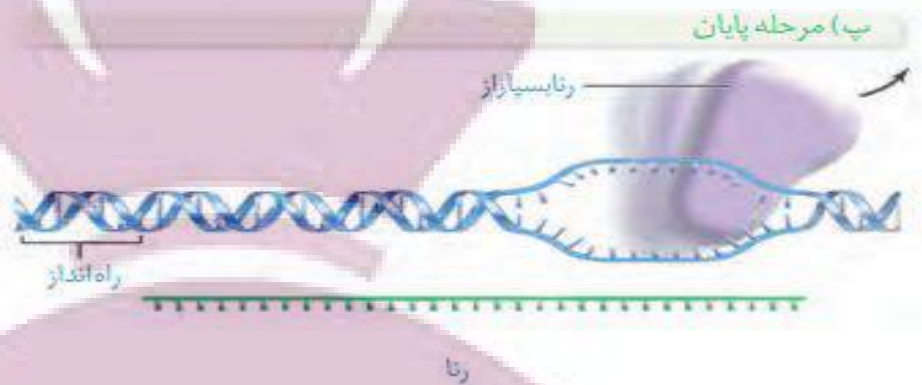
در دنا توالی های ویژه ای وجود داره که موجب پایان رونویسی توسط آنزیم رنابسپاراز می شن. در این محل ها، آنزیم از مولکول دنا و رنا تازه ساخت جدا و دو رشته دنا به هم متصل می شن.



**نکته های آخرین مرحله رونویسی**

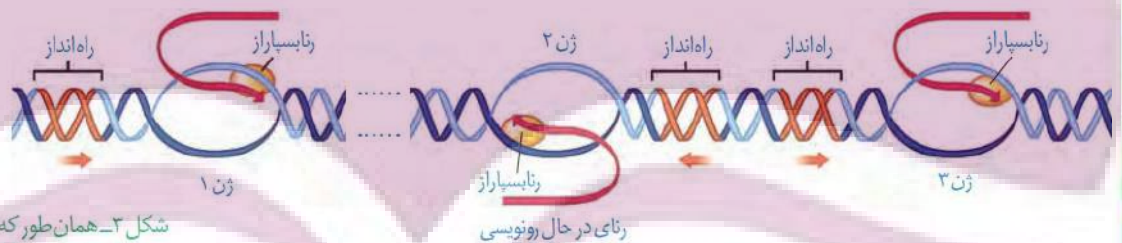
- ✓ در مرحله آغاز و پایان، فاصله بین توالی راه انداز و حباب رونویسی، ثابت می ماند چون حرکت حباب نداریم.
- ✓ در این مرحله حرکت حباب نداریم، اما حرکت رنابسپاراز را داریم.
- ✓ در هیچ مرحله ای از رونویسی، شکست فسفو دی استر نداریم.

## خیابان



## فقط یکی از دو رشته دنا در هر ژن رونویسی می شود

ژن بخشی از مولکول دنا دو رشته ای است ولی رونویسی از روی هر دو رشته یک ژن رونویسی انجام نمی شه، به نظر شما اگر از روی دو رشته یک ژن رونویسی انجام میشد، محصولات این دو رشته مکمل نسبت به هم چگونه می شدند؟ مسلماً رنا و پلی پپتید ساخته شده از روی دورشته مکمل، دنا بسیار متفاوت می شدن. بنابراین برای هر ژن خاص، یکی از دو رشته رونویسی می شه. به بخشی از رشته دنا که مکمل رشته رنا رونویسی شده است، رشته الگو می گن. به رشته مکمل همین بخش در مولکول دنا، رشته رمزگذار گفته می شه، زیرا توالی نوکلئوتیدی آن شبیه رشته رنا می باشد که از روی رشته الگو می ساخته میشه. به نظر شما رشته رنا با رشته رمزگذار چه تفاوت هایی می تواند داشته باشد؟ پاسخ در نوکلئوتیدهای مورد استفاده است؛ مثلاً به جای نوکلئوتید تیمین دار در دنا، نوکلئوتید یوراسیل دار در رنا قرار داره. رشته مورد رونویسی یک ژن ممکن است با رشته مورد رونویسی ژن های دیگر یکسان یا متفاوت باشه.



شکل ۳- همان طور که در شکل مشاهده می شود، فقط یکی از دو رشته هر ژن رونویسی می شود.



## نکته های مهم

- ✓ دو راه انداز می توانند در کنار یکدیگر قرار بگیرن.
- ✓ جهت رونویسی یک ژن ممکن است با ژن مجاور خود یکسان و یا متفاوت باشن.
- ✓ در این شکل به ژن ها و توالی های بین ژنی دقت کنید و آنها را از هم متمایز بدانید.
- ✓ رشته رمزگذار و رشته رنا با هم شبیه هستن اما تفاوت هایی هم دارن؛ این تفاوت در نوکلئوتید های آنهاست که در دنا، از دئوکسی ریبونوکلئوتید تیمین دار و در رشته رنا از ریبونوکلئوتید یوراسیل دار استفاده میشه.



# خیابان



## رناهای ساخته شده دچار تغییر می شوند

در سلول های یوکاریوتی، رنای ساخته شده در رونویسی، با رنای که در سیتوپلاسم یافت میشه، یکسری تفاوت هایی داره؛ این مولکول ها برای انجام کارهای خود، دستخوش تغییراتی می شن.



## تغییرات رنای پیک

رنای پیک ممکنه تغییراتی کنه. این تغییرات در حین رونویسی و یا پس از رونویسی اعمال میشن.

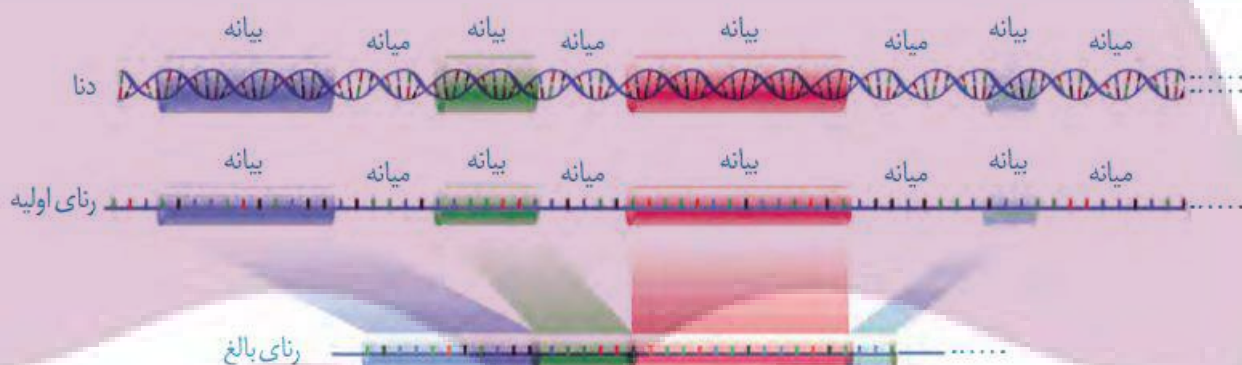
یکی از تغییراتی که بر رنای پیک اتفاق میفته، حذف بخش هایی از رنای پیک هست.

در بعضی ژن ها، توالی های معینی از رنای ساخته شده، جدا و حذف میشه و بقیه قسمت ها دوباره به هم متصل میشن و رنای پیک یکپارچه بالغ ساخته میشه.

این اتفاق پیرایش نام گرفته.

به این صورت که دنا دارای بخش های میانه (اینترون) و بیانه (اگزون) هست که روی رنای ساخته شده، رونوشت این بخش ها وجود داره و این رنای نابالغ یا اولیه است.

در فرایند پیرایش، بخش های رونوشت میانه در رنای، حذف میشن و بخش های رونوشت اگزون به هم متصل می شن و رنای بالغ یکپارچه ساخته می شه.



رنای پیکی که رونوشت اینترون از آن حذف شده، در سیتوپلاسم دیده میشه.

حالا چجوری به این تغییر در رنای پیک، پی بردند؟ دانشمندان، رنای پیک درون سیتوپلاسم رو با رشته الگوی ژن آن در دنا، مجاورت دادند؛ در ادامه متوجه شدن که بخش هایی از دنا الگو با رنای رونویسی شده، مکمل شدن اما بخش هایی مکمل نشدن و این بخش های مکمل نشده ی رشته الگوی دنا، به صورت حلقه ای خارج از مولکول دو رشته ای قرار گرفتن.

به این نواحی که در مولکول دنا وجود داره اما رونوشت آن در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف شده، اینترون یا میانه می گن.

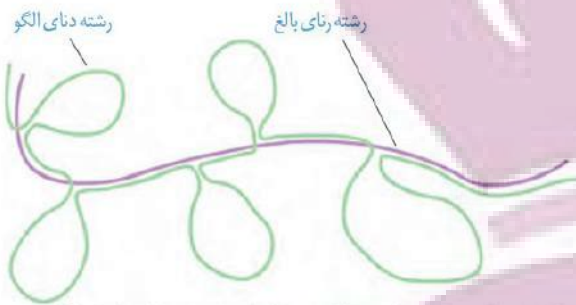
به سایر بخش های مولکول دنا که رونوشت آن حذف نشده، اگزون یا بیانه می گن.

# پیرایه

حلقه های سبز در این شکل، بخش اینترون است.

در واقع رنای رونویسی شده از رشته الگو، در ابتدا دارای رونوشت های میانه دنا است. به این رنای نابالغ یا اولیه گفته می شه.

با حذف این رونوشت ها از رنای اولیه و پیوستن بخش های باقی مانده به هم، رنای بالغ ساخته میشه.



شکل ۵- طرح ساده ای از رشته الگوی مولکول دنا و رنای بالغ حاصل از آن.



## نکته های مهم تغییرات

- ✓ پیرایش باعث کوتاه شدن رنای پیک اولیه می شه.
- ✓ جنس آگزون و اینترون از دئوکسی ریبوز و جنس رونوشت آگزون و رونوشت اینترون از جنس ریبوز است.
- ✓ هر بخشی از ژن رنای پیک، لزوما ترجمه نمی شود. ( ممکنه رونوشت آن حذف شه. )
- ✓ آگزون و اینترون فقط در یوکاریوت ها هستن و در پروکاریوت ها حضور ندارن.
- ✓ آگزون و اینترون در مولکول دنا، توالی های درون ژنی هستن، نه توالی بین ژنی.
- ✓ در حذف رونوشت های اینترون، شکست پیوند فسفودی استر اتفاق میفته و در یکپارچه سازی رنای، تشکیل پیوند فسفودی استر انجام میشه.
- ✓ رشته دنا الگو حلقه تشکیل می دهد، نه رشته رنای بالغ.
- ✓ میانه و بیانه، توالی های دو رشته ای هستن ولی رونوشت میانه ها و بیانه ها، تک رشته ای هستن.

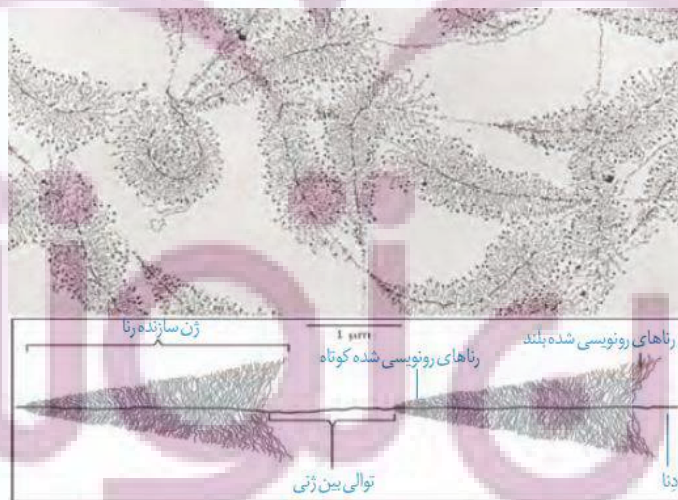
## شدت و میزان رونویسی

میزان رونویسی یک ژن بستگی به نیاز سلول به فرآورده های آن ژن داره.

بعضی از ژن ها، مثل ژن های سازنده رنای رناتی در سلول های تازه تقسیم شده، بسیار فعال اند؛ چون باید تعداد زیادی از این رنا را بسازن.

در این نوع ژن ها، هم زمان تعداد زیادی رنابسپاراز از ژن رونویسی می کنن؛ چون در یک زمان تعداد زیادی رنابسپاراز در حال رونویسی هستن و در مراحل مختلفی از رونویسی قرار دارن؛ در زیر میکروسکوپ الکترونی، اندازه رناهای ساخته شده متفاوت و از اندازه کوتاه به بلند دیده می شود.

ساختار پرمایند هم در یوکاریوت ها و هم در پروکاریوت ها میتونه دیده بشه .



شکل ۶- ساخته شدن هم زمان چندین رنا از روی ژن

## خیابان

## نکته های خفن بخش آخر گفتار

- ✓ رشته های کوتاه تر، نزدیک راه انداز هستن .
- ✓ در ساخته شدن هم زمان چند RNA از یک نوع ژن، قطعا یک رشته همان ژن در DNA بدون استفاده است.
- ✓ توالی های بین ژنی، رونویسی نمیشن.
- ✓ رنابسپاراز ها میتوانند همزمان به ژن متصل باشن، اما نمیتوانند همزمان به یک نقطه خاص از یک ژن متصل باشن.
- ✓ در ساختار پرماند همه رنابسپاراز ها از یک نوع هستن.

## قیدنامه و هرنامه

- تغییر ژنی در بیماری کم خونی داسی شکل، بسیار جزئی است و در آن تنها یک جفت از صدها جفت نوکلئوتید دنا در افراد بیمار تغییر یافته است.
- بعضی ژن ها مانند ژن سازنده هموگلوبین فقط در گویچه های قرمز بروز می کنن و مثلا در یاخته های بافت پوششی پوست بروز نمی کنن.
- در مولکول دنا، ۴ نوع نوکلئوتید وجود دارد که فقط در نوع بازهای آلی تفاوت دارن.
- برخلاف همانندسازی که در هر چرخه یاخته ای یک بار انجام می شه، رونویسی یک ژن می تواند در هر چرخه بارها انجام شه.
- در پروکاریوت ها یک نوع رنابسپاراز وظیفه ساخت انواع رنا را بر عهده داره.
- ژن بخشی از مولکول دناي دورشته ای است ولی رونویسی از روی هر دو رشته یک ژن انجام نمی شه.
- برای هر ژن خاص، یکی از دو رشته رونویسی می شه.
- در بعضی ژن ها، توالی های معینی از رناي ساخته شده، جدا و حذف می شه و سایر بخش ها به هم متصل می شن و یک رناي پیک یکپارچه می سازن.
- بعضی ژن ها، مانند ژن های سازنده رناي رناتی در یاخته های تازه تقسیم شده، بسیار فعالن.



## سوال نامه

۱. وجه مشترک همه ژن های مجاور در یک یاخته پروکاریوتی، کدام است؟  
(۱) در مولکول حاصل از رونویسی آن ها، پیوند هیدروژنی تشکیل نمی شود.  
(۲) رشته های پلی نوکلئوتیدی ژن توسط یک نوع رنابسپاراز الگوبرداری می شود.  
(۳) رشته الگوی همه ی آنها در یک رشته پلی نوکلئوتیدی مولکول دنا قرار گرفته است.  
(۴) فقط یک نوع آنزیم بسپاراز تولید شده در یاخته می تواند دو رشته آن ها را از هم جدا کند.
- پاسخ: گزینه چهار - در یک یاخته پروکاریوتی، دورشته پلی نوکلئوتیدی ژن ها به منظور رونویسی و همانند سازی از هم جدا می شوند. در فرایند رونویسی، آنزیم رنابسپاراز و در فرایند همانند سازی، آنزیم هلیکاز، دو رشته دنا را از هم باز می کنند، پس فقط یک نوع آنزیم بسپاراز تولید شده در یاخته می تواند دو رشته دنا را از هم باز نماید.

۲. در مرحله آغاز رونویسی از یک ژن ..... دیرتر از سایرین رخ میدهد.

- (۱) تخریب پیوند هیدروژنی میان دئوکسی ریبونوکلئوتیدها
- (۲) اتصال آنزیم رنابسپاراز به دئوکسی ریبونوکلئوتیدها
- (۳) تشکیل پیوند فسفودی استر میان دو ریبونوکلئوتید مجاور
- (۴) تشکیل پیوند هیدروژنی میان دو دئوکسی ریبونوکلئوتید

پاسخ: گزینه سه

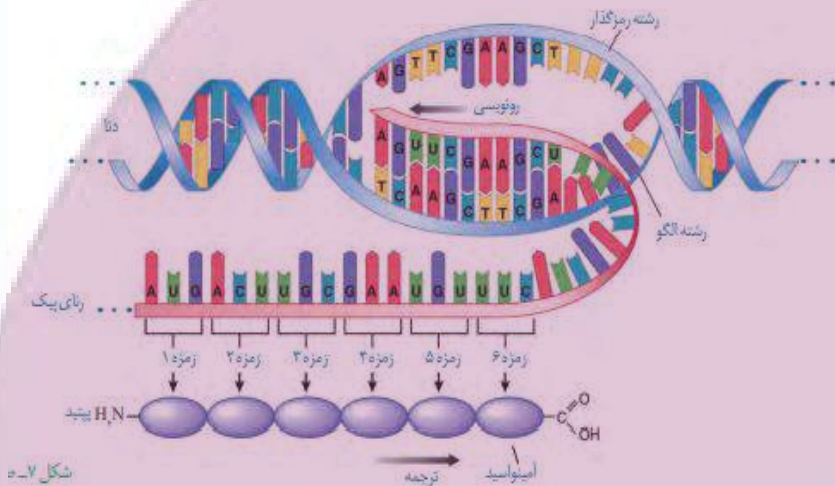


سلام امیدوارم حالتون خوب باشه بریم سراغ گفتار ۲

پلی پپتید ها مهمترین فراورده های ژن ها هستن. پروتئین ها اعمال مختلفی رو در بدن انجام میدن.

### تبدیل زبان نوکلئیک اسیدی رنا به زبان پلی پپتیدی در فرایند رونویسی

از روی توالی های دنا رنا ساخته میشه. که هر دو از نوکلئوتید تشکیل شدن ولی در ساختار پلی پپتید ها آمینو اسید وجود داره به ساخته شدن پلی پپتید از روی اطلاعات رنای پیک ترجمه میکنن.



شکل ۷-۵

توالی های ۳ نوکلئوتیدی رنای پیک تعیین میکنه که کدوم آمینواسیدها باید در ساختار پلی پپتید قرار بگیره. به این توالی ها رمزها (کدون) گفته میشه. در یاخته ۶۴ نوع رمز وجود داره. رمز آمینو اسیدها در جانداران یکسانه.

رمزهای UAA, UGA, UAG هیچ آمینواسیدی رو رمز نمیکنن که به اون ها رمز پایان می گویم چون حضور این رمزها در رنای پیک باعث پایان عمل ترجمه میشه. رمز آغاز یا AUG رمز ایه که ترجمه از اون آغاز میشه. این رمز معرف آمینو اسید متیونین هم هست.



### نکاتش رو یادتون نره ها

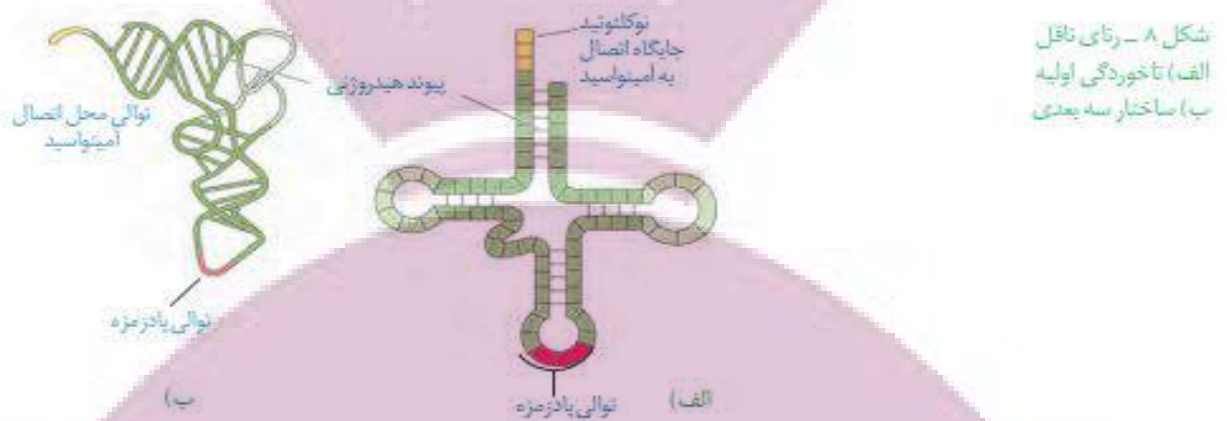
- ✓ هر ژن فقط توسط یک نوع آنزیم رونویسی میشه.
- ✓ در پروکاریوت ها یک آنزیم می تونه انواعی از ژن ها رو رونویسی کنه.
- ✓ رمزهای پایان ترجمه همیشه.
- ✓ رمزهای آغاز ترجمه همیشه ولی راه انداز رونویسی همیشه.
- ✓ اولین آمینو اسید زنجیره پلی پپتیدی، متیونینه.

### عوامل لازم در ترجمه

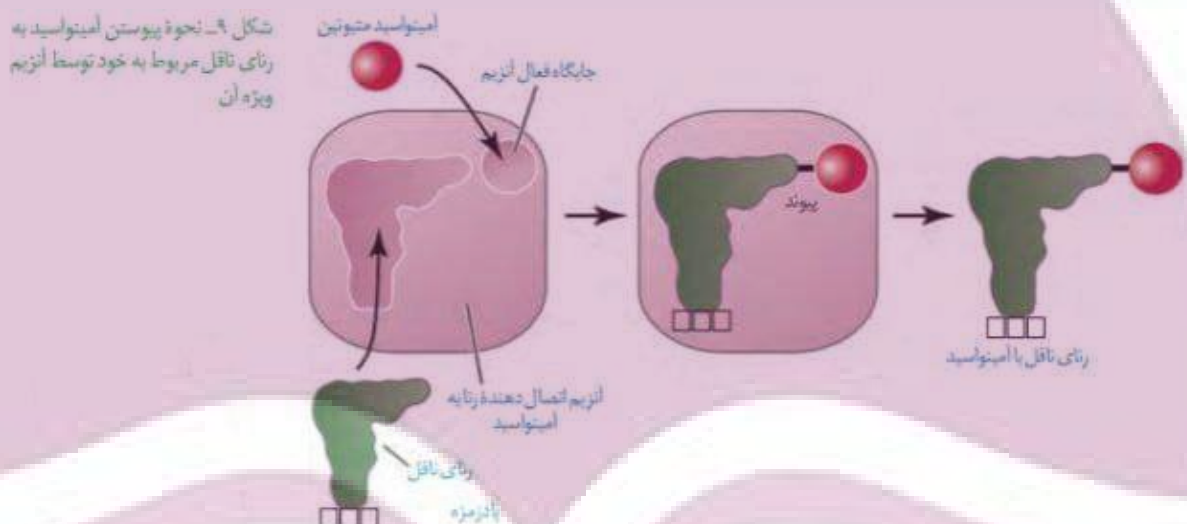
ترجمه نیازمند عوامل مختلفیه. ترجمه رو میتونیم به یک فرایند آشپزی از روی کتاب اون تشبیه کنیم. در ترجمه بر اساس رمزهای رنای پیک، پلی پپتید خاصی ساخته میشه مواد اولیه مصرفی در ترجمه آمینواسیدها هستن. رناتن ها و رناهای ناقل از دیگر عوامل لازم در ترجمه هستن. انرژی لازم برای تهیه پلی پپتید هم از مولکول های پر انرژی مثل ATP به دست میاد.

**ساختار رنای ناقل** رنای ناقل بعد از رونویسی دچار تغییراتی میشه. در ساختار نهایی رنای ناقل نوکلئوتید های مکمل میتونن پیوند هیدروژنی ایجاد کنن. به همین علت رنای تک رشته ای روی خودش تا میخوره. رنای ناقل تا خوردگی های مجددی پیدا میکنه که ساختار سه بعدی رو به وجود میاره در این ساختار یک بخش محل اتصال آمینو اسید و دیگری توالی ۳ نوکلئوتیدی به نام پادرمزه (آنتی کدون) هست. هنگام ترجمه این توالی باتوالی رنای مکمل خود پیوند هیدروژنی مناسب برقرار میکنه. در همه رناهای ناقل به جز در ناحیه پادرمزه انواع توالی های مشابهی وجود داره. انتظار اینه که به تعداد انواع رنای پادرمزه وجود داشته باشه ولی تعداد انواع پادرمزه ها کمتر از رنای هاست مثلاً برای رنای های پایان، رنای ناقل وجود نداره.

# خیار



نحوه عمل RNA ناقل همونطور که گفتیم آمینو اسید به RNA ناقل متصل میشه. در واقع در یاخته ها آنزیم های ویژه ای وجود دارن که بر اساس نوع نوآلی پادرمزه، آمینو اسید مناسب رو به RNA ناقل متصل می کنن یعنی آنزیم با تشخیص پادرمزه در RNA ناقل، آمینو اسید مناسب رو پیدا میکنه و به اون وصل می کنه. این فرایند نیازمند انرژیه.



پیش به سوی نکته های خفنش 🧐

- ✓ در ساختار اولیه RNA ناقل، پیوند هیدروژنی دیده نمیشه.
- ✓ در همه ی RNA های ناقل جایگاه اتصال به آمینو اسید یکسانه.
- ✓ هر نوع آمینو اسیدی نمیتونه به هر نوع RNA ناقلی متصل بشه.

# خیار

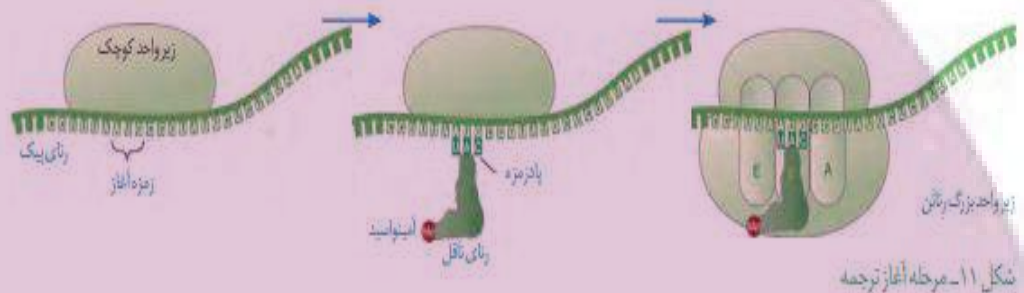
**ساختار رناتن** رناتن در ساخت پلی پپتید نقش داره. رناتن ها از دو زیر واحد تشکیل شدن. هر زیر واحد هم از رنا و پروتئین تشکیل شده. در یاخته پروتئین های رناتی ساخته شده و رنای مربوط به اون ها در کنار هم قرار گرفته و زیر واحد کوچک و بزرگ رناتن رو میسازه. رناتن در ساختار کامل سه جایگاه به نام E, A, P داره.

**مراحل ترجمه** ترجمه هم فرایندی پیوسته هس که برای سادگی در یادگیری اون رو به سه مرحله آغاز، طویل شدن و پایان تقسیم میکنن.

**مرحله آغاز** در این مرحله بخش هایی از رنای پیک، زیر واحد کوچک رناتن رو به سوی رمزه آغاز هدایت میکنه. در این محل رنای ناقلی که مکمل رمزه آغاز به اون متصل میشه. با اضافه شدن زیر واحد بزرگ رناتن به این مجموعه، ساختار رناتن کامل میشه. در این مرحله جایگاه P در رناتن محل قرارگیری رنای ناقل دارای آمینو اسیده. این جایگاه اول توسط رنای ناقل متیونین اشغال میشه. جایگاه A محل قرارگیری رنای ناقل بعدی و آمینو اسید متصل به اون خواهد بود. پیوند پپتیدی در جایگاه A برقرار میشه. جایگاه E محل خروج رنای ناقل بدون آمینو اسیده. در مرحله آغاز فقط جایگاه P پر میشه و جایگاه E و A خالی میمونه.



شکل ۱۰- ترتیب قرارگیری زیرواحدهای رناتن

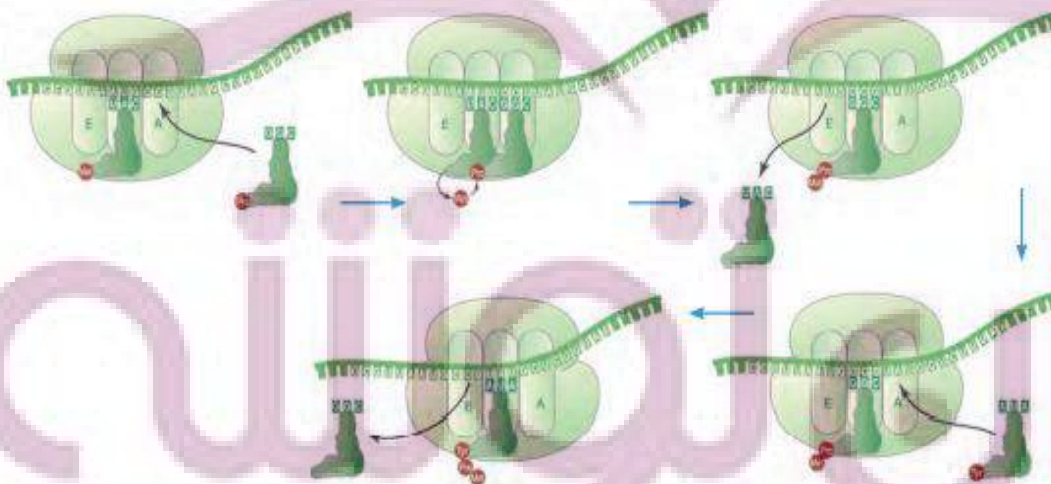


شکل ۱۱- مرحله آغاز ترجمه

**مرحله طویل شدن** در این مرحله ممکنه رنای ناقل مختلفی وارد جایگاه A رناتن بشن. ولی فقط رنای که مکمل رمزه جایگاه A هس استقرار پیدا میکنه. در غیر این صورت جایگاه رو ترک می کنه. بعد آمینو اسید جایگاه P از رنای ناقل خودش جدا میشه و با آمینو اسید جایگاه A پیوند برقرار میکنه. بعد از اون رناتن به اندازه یک رمزه به سمت رمزه پایان پیش میره. در این موقع رنای ناقل که حامل رشته پپتیدی در حال ساخته در جایگاه P قرار میگیره (علت نامگذاری جایگاه P) و جایگاه A خالی میشه تا پذیرای رنای ناقل بعدی باشه. رنای ناقل بدون آمینو اسید

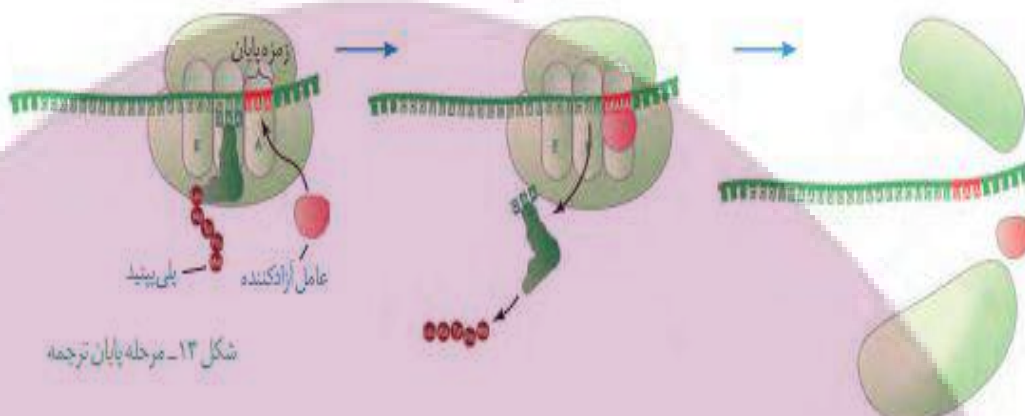
هم در جایگاه E قرار میگیره و بعد از این جایگاه خارج میشه.

این فرآیند بارها تکرار میشه و طول زنجیره آمینو اسیدی بیشتر میشه تا رناتن به یکی از رمزه های پایان برسه.



# پیرانه

**مرحله پایان** با ورود یکی از رمزه های پایان ترجمه در جایگاه A چون رنای ناقل مکمل اون وجود نداره این جایگاه توسط پروتئین هایی به نام عوامل آزاد کننده اشغال میشه. عوامل آزاد کننده باعث جدا شدن پلی پپتید از آخرین رنای ناقل میشن. همچنین باعث جدا شدن زیر واحدهای رناتن از هم و آزاد شدن رنای پیک میشن. زیر واحدهای رناتن ها میتونن مجدد این مراحل رو تکرار کنن تا چندین نسخه از یک پلی پپتید ساخته بشه.



شکل ۱۳- مرحله پایان ترجمه

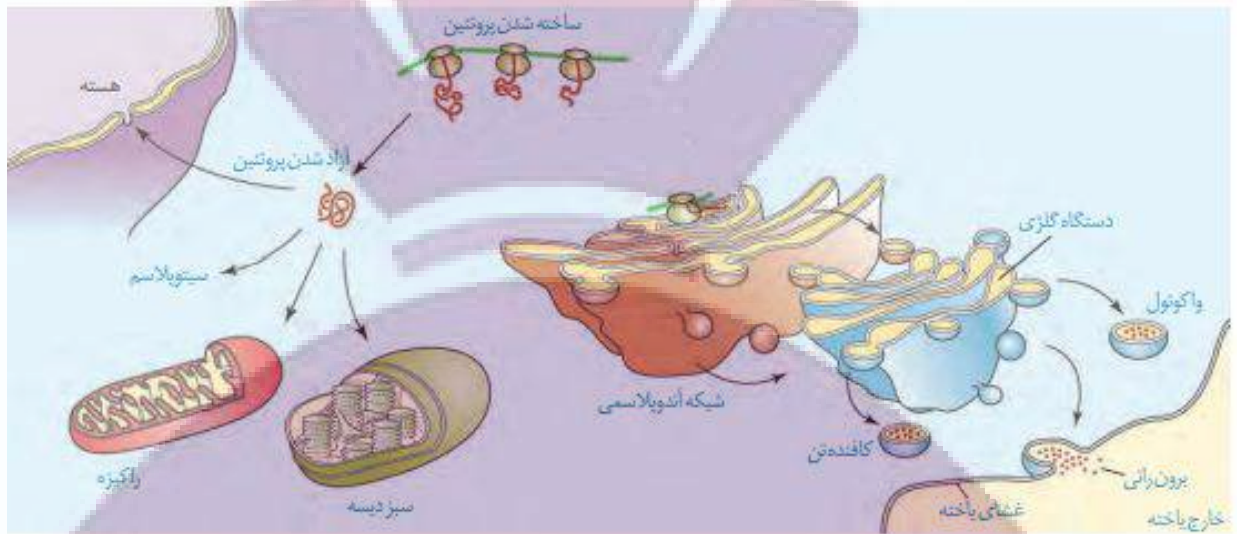
بریم خط به خطشو بررسی کنیم؟ 😊

- ✓ ریبوزوم علاوه بر سیتوپلاسم در میتوکندری و پلاست ها هم وجود داره.
- ✓ در مرحله آغاز تشکیل پیوند هیدروژنی بین رنای ناقل و رنای پیک دیده میشه.
- ✓ پیوند هیدروژنی در مرحله آغاز در جایگاه P ایجاد میشه.
- ✓ در مرحله طویل شدن خروج رنای ناقل از ریبوزوم از جایگاه A امکان پذیره.
- ✓ در مرحله ی طویل شدن در جایگاه P آب مصرف و در جایگاه A آب تولید.
- ✓ جایگاه E و A هیچ وقت با هم پر نیستن.
- ✓ آخرین جابجایی در مرحله طویل شدن اتفاق میفته.
- ✓ در مرحله پایان مثل مرحله آغاز در جایگاه P رنا دیده میشه.
- ✓ شکست پیوند هیدروژنی در مرحله ی طویل شدن در جایگاه E و در مرحله ی پایان در جایگاه P اتفاق میفته.

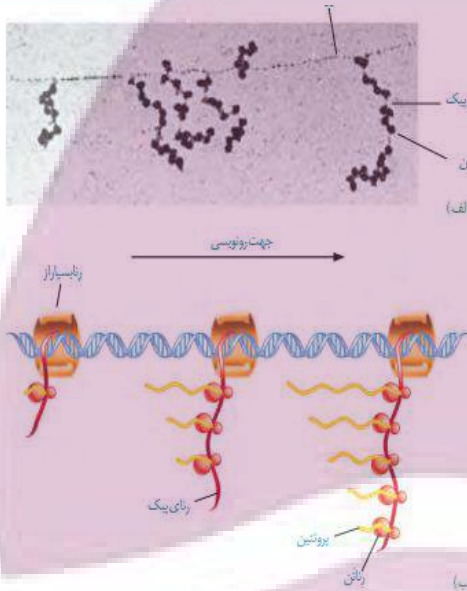
**محل پروتئین سازی و سرنوشت آنها** پروتئین ها در بخش های مختلفی از یاخته ساخته میشن. به طور کلی پروتئین سازی در هر بخشی از یاخته که رناتن ها حضور داشته باشن میتونه انجام بشه.

همونطور که در شکل می بینیم پروتئین های ساخته شده در سیتوپلاسم سرنوشت های مختلفی پیدا میکنن. بعضی از این پروتئین ها به شبکه آندوپلاسمی و دستگاه گلژی میرن و ممکنه برای ترشح به خارج رفته یا به بخش هایی مثل واکوئل و کافنده تن برن. بعضی پروتئین ها هم در سیتوپلاسم میمونن و یا اینکه به راکیزه ها، هسته و یا دیسه ها میرن. در هر یک از این موارد بر اساس مقصدی که پروتئین باید بره توالی های آمینواسیدی در اون وجود داره که پروتئین رو به مقصدش هدایت می کنه.

# خیا زین



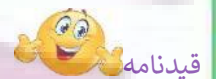
حواست باشه طبق شکل زیر واحد بزرگ رناتن به شبکه آندوپلاسمی میچسبه.



شکل ۱۵-الف) تصویر میکروسکوپی مجموعه رناتن ها  
ب) طرحی ساده از رناتن هایی که چند رنای در حال رونویسی را ترجمه می کنند.

**سرعت و مقدار پروتئین سازی** به طور کلی سرعت و مقدار پروتئین سازی در یاخته ها بسته به نیاز تنظیم میشه. در پروکاریوت ها پروتئین سازی حتی ممکنه قبل از پایان رونویسی رنای پیک شروع بشه. چون طول عمر رنای پیک در این یاخته ها کمه. برای پروتئین های که به مقدار بیشتری مورد نیاز هستن ساخت پروتئین ها به طور همزمان و پشت سرهم توسط مجموعه ای از رناتن ها انجام میشه تا تعداد پروتئین بیشتری در واحد زمان ساخته بشه. در این مجموعه رناتن ها مثل دانه های تسبیح و رنای پیک شبیه نخیه که از داخل این دانه ها میگذره. همکاری جمعی از رناتن ها به پروتئین سازی سرعت بیشتری میده.

تجمع رناتن ها در یاخته های یوکاریوتی هم دیده میشه البته در این یاخته ها ساز و کارهایی برای حفاظت رنای پیک در برابر تخریب وجود داره پس فرصت بیشتری برای پروتئین سازی هست در مجموع این عوامل سبب طولانی تر شدن عمر رنای پیک قبل از تجزیه میشه.



قیدنامه

- ✓ پلی پپتید ها مهمترین فراورده های ژن ها هستن. پروتئین ها اعمال مختلفی رو در بدن انجام میدن.
- ✓ رنای ناقل بعد از رونویسی دچار تغییراتی میشه.
- ✓ در همه رنای ناقل به جز در ناحیه پادرمزه انواع توالی های مشابهی وجود داره.
- ✓ تعداد انواع پادرمزه ها کمتر از رمزه هاست مثلاً برای رمزه های پایان، رنای ناقل وجود نداره.
- ✓ رناتن در ساخت پلی پپتید نقش داره. رناتن ها از دو زیر واحد تشکیل شدن. هر زیر واحد هم از رنا و پروتئین تشکیل شده.
- ✓ پروتئین ها در بخش های مختلفی از یاخته ساخته میشن.
- ✓ به طور کلی پروتئین سازی در هر بخشی از یاخته که رناتن ها حضور داشته باشن میتونه انجام بشه.
- ✓ بعضی از این پروتئین ها به شبکه آندوپلاسمی و دستگاه گلژی میرن و ممکنه برای ترشح به خارج رفته یا به بخش هایی مثل واکوتول و کافنده تن برن. بعضی پروتئین ها هم در سیتوپلاسم میمونن و یا اینکه به راکتیزه ها، هسته و یا دیسه ها میرن.
- ✓ در پروکاریوت ها پروتئین سازی حتی ممکنه قبل از پایان رونویسی رنای پیک شروع بشه.





پیش به سوی سوالاتی این گفتار

۱- کدام گزینه در رابطه با کدون ها صحیح است؟

- ۱) هر کدون یکی از ۲۰ نوع آمینو اسید شرکت کننده در ساختار پروتئین ها را رمز میکند.
- ۲) نوع کدون رمزکننده هر آمینو اسید در یاخته های یوکاریوتی یکسان است.
- ۳) هر کدون شامل توالی های سه تایی از دئوکسی ریبونوکلوئوتید ها است.
- ۴) در انواع یاخته ها به ازای هر کدون یک آنتی کدون وجود دارد.

پاسخ: گزینه دو

کدون آمینواسید ها در جانداران مختلف یکسان است به عنوان مثال کدون آغاز در همه جانداران سبب رمز کردن آمینواسید متیونین می شود.

۲- در یک مولکول RNA ناقل جایگاه اتصال به آمینو اسید ..... آنتی کدون .....

- ۱) همانند - در ریبوزوم به RNA پیک متصل می شود.
- ۲) همانند - از سه دئوکسی ریبونوکلوئوتید تشکیل شده است.
- ۳) برخلاف - در ساختار حلقه های مولکول RNA ناقل قرار نگرفته است.
- ۴) برخلاف - با سایر نوکلئوتید های RNA ناقل پیوند هیدروژنی تشکیل میدهد.

پاسخ: گزینه سه

در RNA ناقل آنتی کدون بر خلاف جایگاه اتصال به آمینواسید در ساختار یکی از حلقه ها قرار دارد.

۲) جایگاه اتصال به آمینو اسید و آنتی کدون هر دو از سه ریبونوکلوئوتید تشکیل شده اند.

۳- هر یک از ..... ریبوزوم .....

- ۱) زیر واحدهای- دارای دو نوع بسیار زیستی در ساختار خود هستند.
- ۲) مولکول های سازنده - پس از ساخته شدن در سیتوپلاسم وارد هسته می شوند.
- ۳) جایگاه های موجود در - می توانند توسط RNA های ناقل متصل به آمینو اسید پر شوند.
- ۴) زیر واحدهای - به طور همزمان، RNA پیک قابل ترجمه را شناسایی می کنند.

پاسخ: گزینه یک

ریبوزوم ها از دو زیر واحد تشکیل شده اند هر زیر واحد از RNA ریبوزومی و از پروتئین تشکیل شده است

۲) RNA ریبوزومی در درون هسته ساخته می شود.

## تنظیم بیان ژن

در سال گذشته یاد گرفتیم که همه ی یاخته های پیکری بدن از تقسیم میتوز یاخته تخم منشأ می گیرن. یاخته های حاصل، از نظر فام تنی و ژنها یکسانن. با این حال در ادامه تقسیمات و رشد جنین یاخته های متفاوتی ایجاد می شن که اعمال مختلفی انجام می دن. مثلاً یاخته های عصبی و ماهیچه ای بدن یک فرد ژن های یکسانی دارن ولی دارای عملکرد و شکل متفاوتی هستن. در هر یاخته تنها تعدادی از ژنها فعال و سایر ژنها غیر فعال هستن. هر گاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار بگیره می گیم آن ژن بیان شده و به اصطلاح روشنن و ژنی که مورد استفاده قرار نمی گیره خاموش و به اصطلاح بیان نشده. مقدار، بازه و زمان استفاده از ژن در یاخته های مختلف یک جاندار ممکن است فرق داشته باشه و حتی در یک یاخته هم بسته به نیاز متفاوت باشه. به فرایندهایی که تعیین می کنن در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژنها بیان بشن و یا بیان نشن فرایندهای تنظیم بیان ژن میگن.

تنظیم بیان ژن موجب می شه تا جاندار به تغییرات پاسخ بده مثلاً در گیاه می تونه باعث فعال شدن ژن سازنده آنزیمی بشه که در فتوسنتز مورد استفاده قرار می گیره. در نبود نور این ژن بیان نمی شه. همچنین تنظیم بیان ژن می تونه موجب ایجاد یاخته های مختلفی از یک یاخته بشه. یاخته های متفاوتی که از یاخته های بنیادی مغز استخوان ایجاد می شن مثالی مناسب در این مورد هستن.

بریم سراغ نکاتش: 

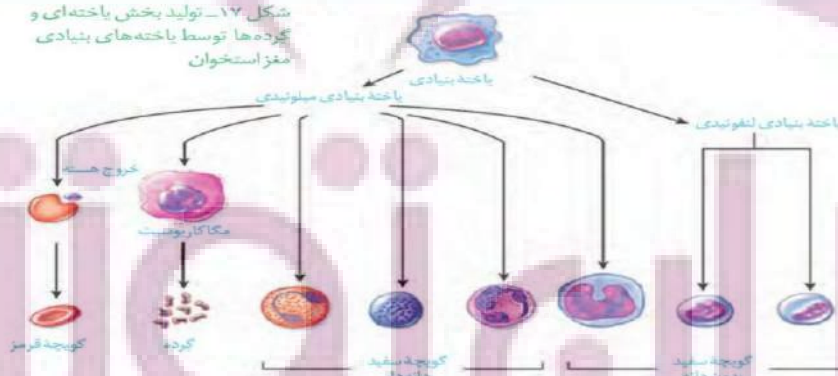
- ✓ در هر تنظیم بیان ژن لزوماً پیوند فسفودی استر تشکیل نمی شه.
- ✓ در هر بیان ژنی پیوند فسفودی استر تشکیل می شه.
- ✓ همه سلولهای زنده بیان ژن دارن.
- ✓ یک یاخته می تونه روی بیان ژن یاخته های دیگر اثر بگذاره.
- ✓ برخی از ژنها همیشه خاموش و برخی همیشه فعال و برخی متغیر هستن.



مگه میشه از ترکیبی غافل شد؟! 

- ❖ فصل چهار دهم: گلبول قرمز بالغ، فاقد هسته هست.
- ❖ فصل شش یازدهم: سلول های حاصل از تقسیم میتوز طبیعی، از نظر تعداد کروموزوم ها مانند هم هستن.
- ❖ فصل چهار یازدهم: برای مثال ژن سازنده انسولین در سلول های درون ریز پانکراس بیان می شه ولی در بقیه سلول ها مثلاً سلول های معده یا روده بیان نمی شه.
- ❖ فصل چهار دهم:

شکل ۱۷- تولید بخش یاخته ای و گرده ها توسط یاخته های بنیادی مغز استخوان



- ❖ فصل یک دهم: معمولاً به جای تعریف حیات ویژگی های آن یا ویژگی های جانداران را بررسی می کنیم که یکی از این موارد پاسخ به محیط است همه جانداران به محرک های محیطی پاسخ می دن مثلاً ساقه گیاهان به سمت نور خم می شه.

# خیار

❖ فصل هشت یازدهم : محققان دیگری با انجام آزمایش هایی نشان دادن که عامل خم شدن دانه رست به سمت نور ماده‌ای است که در نوک آن وجود دارد.

❖ فصل هشت یازدهم: رشد جهت دار اندام های گیاه در پاسخ به نور یکجانبه را نورگرایی می نامن.

❖ فصل شش دوازدهم: گوشه ذهن آنزیم روبیسکو رو به یاد داشته باش تا بهش برسیم.

## تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها

محصول ژن رنا و پروتئینه. بنابراین تغییر در فعالیت ژنها در ساخت این محصولات نیز اثر می‌ذاره. تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها می‌تونه در هر یک از مراحل ساخت رنا و پروتئین تاثیر بذاره. ولی به طور معمول تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی انجام می‌شه و در مواردی هم ممکنه یاخته با تغییر در پایداری (طول عمر) رنا یا پروتئین فعالیت آن را تنظیم کنه.

نکته: تغییر پایداری رنا مربوط به پس از رونویسیه.

## تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها

در این نوع تنظیم عواملی به پیوستن رنابسپاراز به توالی راه انداز کمک و یا مانع حرکت رنا بسپاراز می‌شن در نتیجه رونویسی ژن تسهیل یا ممانعت می‌شه؛ مثلا با اتصال پروتئین های خاصی به بخشی از دنا که سر راه رنابسپاراز است ، از انجام رونویسی جلوگیری می‌شه . نمونه این نوع تنظیم در نوعی باکتری به نام **اشریشیا کلائی** شناخته شده است. قند مصرفی ترجیحی این باکتری **گلوکز**ه. اگر گلوکز در محیط باکتری وجود نداشته باشه و قند دیگری به نام لاکتوز در اختیار باکتری قرار بگیره باکتری می‌تونه از این قند استفاده کنه. این قند متفاوت از گلوکز بوده است و آنزیم های لازم برای مصرف آن نیز متفاوته. بنابراین وقتی لاکتوز در محیط وجود داره باکتری باید آنزیم های تجزیه کننده آن را بسازه و در نبود یا کاهش لاکتوز نیز ساخت آنزیم های تجزیه کننده آن متوقف یا کاهش پیدا می‌کنه . در پروکاریوت ها بیان ژن به دو صورت منفی و مثبت تنظیم می‌شه.

**توصیف:** قند مصرفی ترجیحی باکتری اشریشیا کلائی = گلوکز



بریم سراغ ترکیبیا:

➤ فصل یک دوازدهم : مزلسون و استال از باکتری اشریشیا کلائی استفاده کردن.

➤ فصل پنج دوازدهم: گلوکز در انواع یاخته های زنده در طی واکنش قندکافت تجزیه می‌شه.

➤ فصل پنج دوازدهم: اولین مرحله تنفس سلولی قندکافت و به معنی تجزیه گلوکز که در ماده زمینه ای سیتوپلاسم انجام می‌شه .

## تنظیم منفی رونویسی

در گفتار یک آموختن که رونویسی با چسبیدن رنابسپاراز به راه انداز مربوط به ژن شروع می‌شه. حال اگر مانعی بر سر راه رنابسپاراز وجود داشته باشه ، رونویسی انجام نمی‌شه. به این نوع تنظیم **تنظیم منفی رونویسی** گفته می‌شه . مانع پیش روی رنابسپاراز نوعی پروتئین به نام **مهار کننده** است . این پروتئین به توالی خاصی از دنا به نام اپراتور متصل میشه و جلوی حرکت رنابسپاراز رو میگیره . لاکتوز موجود در محیط به باکتری وارد میشه و با اتصال به مهار کننده شکل آن را تغییر می‌ده تغییر شکل مهار کننده آن را از اپراتور جدا میکنه و نیز مانع از اتصال آن به اپراتور میشه . با برداشته شدن مانع سر راه رنابسپاراز می‌تونه رونویسی ژن ها را انجام بده . محصولات این ژن ها تجزیه لاکتوز را ممکن میکنه.



نکات خط به خط:

➤ بنابراین هر تغییر شکل پروتئین به خاطر دما ، pH و ... نیست.

➤ اپراتور و راه انداز جزو ژن نیستن.

## ایران



## نکات شکل خفن:

- در باکتری ها چندین ژن می تونن یک راه انداز مشترک داشته باشن.
  - در نهایت یک رنای پیک تولید می شه که دارای سه کدون آغاز و سه کدون پایان می باشد.
  - از روی رنای ساخته شده سه رشته پلی پپتیدی مختلف می تونه ساخته بشه.
- دام:** لاکتوز به اپراتور مستقیماً متصل نمی شه.

- اپراتور رونویسی نمی شه اما رنابسپاراز از روی آن حرکت می کنه.
- توجه:** رونویسی با چسبیدن رنابسپاراز به راه انداز مربوط به ژن شروع میشه.

- اپراتور بین راه انداز و ژن ها قرار گرفته.
- رنابسپاراز به مهارکننده متصل نمیشه.
- راه انداز بلافاصله در کنار ژن ها قرار نگرفته!

تنظیم مثبت رونویسی

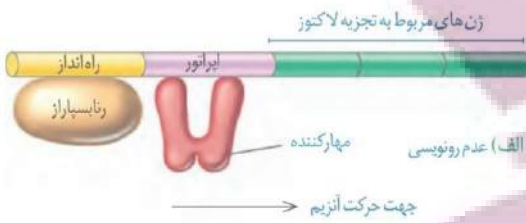
در این نوع تنظیم پروتئین های خاصی به رنابسپاراز کمک می کنن تا بتونه به راه انداز متصل بشه و رونویسی را شروع کنه. مثال این نوع تنظیم نیز در باکتری اشیریشیاکلاهی وجود داره. مشخص شده که اگر در محیط باکتری قند مالتوز وجود داشته باشه درون باکتری آنزیم هایی ساخته می شن که در تجزیه آن دخالت دارن. در عدم حضور مالتوز این آنزیم ها ساخته نمی شن چون باکتری نیازی به آنها نداره. تنظیم رونویسی در مورد این ژن ها به صورت مثبت انجام میشه. در حضور قند مالتوز، انواعی از پروتئین به نام **فعال کننده** وجود دارن که به توالی خاصی از دنا متصل میشن. به این توالی ها **جایگاه اتصال فعال کننده** گفته میشه. در حضور مالتوز در محیط، پروتئین فعال کننده به جایگاه خود متصل میشه و پس از اتصال به رنابسپاراز کمک میکنه تا به راه انداز متصل بشه و رونویسی را شروع کنه. اتصال مالتوز به فعال کننده باعث پیوستن آن به جایگاه اتصال شده و رونویسی شروع میشه.



## پیش به سوی نکات:

- ✓ فعال کننده و مهارکننده آنزیم نیستن پس جایگاه فعال برای آنها تعریف نمی شه.
- ✓ راه انداز، اپراتور و جایگاه اتصال فعال کننده همگی بخشی از دنا هستن پس مونومرهای آنها نوکلئوتید هست.
- ✓ مهار کننده، فعال کننده و رنابسپاراز پروتئین هستن پس مونومرهای آن ها آمینواسید هست.

شکل ۱۶- الف) عدم رونویسی ژن ها در غیاب لاکتوز ب) رونویسی ژن ها در حضور لاکتوز





حواست به شکل باشه!

- ❖ مانند قسمت بالاتر که توضیح دادیم در نهایت یک رنای پیک تولید می‌شود که دارای سه کدون آغاز و سه کدون پایان می‌باشد.
- ❖ از روی رنای ساخته شده سه رشته پلی‌پپتیدی مختلف می‌تونه ساخته بشه.
- ❖ جایگاه اتصال فعال کننده جز ژن نیست.
- ❖ پروتئین فعال کننده به راه انداز متصل نمی‌شود.
- ❖ مالتوز مستقیماً به جایگاه اتصال فعال کننده متصل نمی‌شود.

### تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها پیچیده تر از پروکاریوت هاست و می‌تونه در مراحل بیشتری انجام بشه. یاخته‌های یوکاریوتی به وسیله غشاهای مختلف تقسیم شدن بنابراین برای آنکه یاخته نسبت به یک ماده واکنش نشون بده آن ماده باید به طریقی از غشاهای عبور کنه و ژنها را تحت تاثیر قرار بده. در یاخته‌های یوکاریوتی بیشتر ژنها در هسته و برخی در راکیزه ها و دیسه ها قرار دارن. در هر یک از این محل‌ها، یاخته می‌تونه بر بیان ژن نظارت داشته باشه. بنابراین تنظیم بیان ژن می‌تونه در مراحل متعددی انجام بشه.

### تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی

در یوکاریوت ها نیز مانند پروکاریوت ها رونویسی با پیوستن رنابسپاراز به راه انداز آغاز می‌شود. در یوکاریوت ها رنابسپاراز نمی‌تونه به تنهایی راه انداز را شناسایی کنه و برای پیوستن به آن نیازمند پروتئین هایی به نام عوامل رونویسی هستن. گروهی از این پروتئین ها با اتصال به نواحی خاصی از راه انداز، رنابسپاراز را به محل راه انداز هدایت می‌کنه، چون تمایل پیوستن این پروتئین‌ها به راه انداز در اثر عواملی تغییر می‌کنه مقدار رونویسی ژن آن هم تغییر می‌کنه.

در یوکاریوت ها ممکنه عوامل رونویسی دیگری به بخش های خاصی از دنا به نام توالی افزایشنده متصل بشن. با پیوستن این پروتئین ها به توالی افزایشنده و با ایجاد خمیدگی در دنا عوامل رونویسی در کنار هم قرار می‌گیرن. کنار هم قرارگیری این عوامل سرعت رونویسی را افزایش می‌دن. توالی های افزایشنده متفاوت از راه انداز هستن و ممکنه در فاصله دوری از ژن ها قرار داشته باشن. اتصال این پروتئین ها بر سرعت و مقدار رونویسی ژن موثره.

**دام:** عوامل رونویسی به نواحی خاصی از راه انداز متصل می‌شن نه هر بخش از آن!

ژن‌های مربوط به تجزیه مالتوز



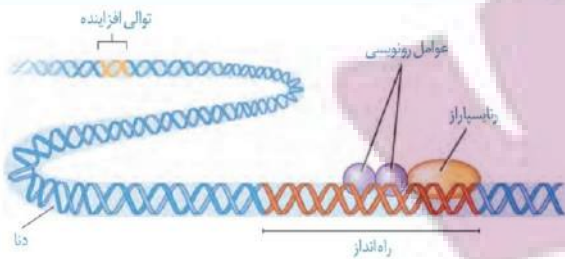
الف) عدم رونویسی



ب) انجام رونویسی

شکل ۱۷- تنظیم مثبت رونویسی ژن‌های مؤثر در تجزیه مالتوز

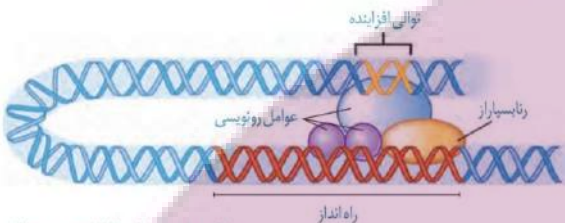
بریم سراغ شکل کتاب: 😊



شکل ۱۸- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها

- رنابسپاراز به توالی افزاینده اتصالی ندارد.
- عوامل رونویسی ای که به توالی افزاینده متصل هستند به راه انداز متصل نمی شن.
- توالی افزاینده جزء راه انداز محسوب نمی شه.
- اندازه توالی افزاینده از راه انداز کوتاه تره.
- به اتصال های روی شکل توجه کن!

### تنظیم بیان ژن در مراحل غیر رونویسی



شکل ۱۹- توالی افزاینده و عوامل رونویسی متصل به آن

در یوکاریوت ها تنظیم بیان ژن می تونه پیش از رونویسی یا پس از آن هم انجام بشه. اتصال بعضی رناهای کوچک مکمل به رنای پیک مثالی از تنظیم بیان ژن پس از رونویسی است. با اتصال این رناها از کار رناتن جلوگیری می شه. در نتیجه، عمل ترجمه متوقف و رنای ساخته شده پس از مدتی تجزیه می شه.

روش تنظیم دیگر در سطح فام تنی است. به طور معمول بخش های فشرده در فام تن کمتر در دسترس رنابسپاراز ها قرار می گیرن بنابراین یاخته می تونه با تغییر در میزان فشرده گی فام تن در بخش های خاصی، دسترسی رنابسپاراز را به ژن مورد نظر تنظیم کنه.

از روش های دیگر تنظیم بیان ژن طول عمر رنای پیک است. افزایش طول عمر رنای پیک موجب افزایش محصول می شه. این فرآیندها در میزان پروتئین سازی موثر خواهند بود. شیوه های دیگری نیز در تنظیم بیان ژن موثرند که نحوه عمل بسیاری از آنها ناشناخته است.

نکاتش منتظرمون هستن: 😍

- تنظیم بیان ژن می تواند در سطح فام تن ها انجام بشه که مربوط به قبل از رونویسی است.
- ترکیب با فصل شش یازدهم: هر رشته فامینه دارای واحدهای تکراری به نام هسته تن هست در هر هسته تن مولکول دنا حدود دو دور در اطراف هشت مولکول پروتئینی به نام هیستون پیچیده است.

قیدنامه 🥰

- ✓ همه یاخته های پیکری بدن از تقسیم میتوز یاخته تخم منشأ می گیرن.
- ✓ تنظیم بیان ژن در پرکاریوت ها به طور معمول در مرحله رونویسی انجام میشه.
- ✓ دریاخته های یوکاریوتی بیشتر ژن ها در هسته و برخی در راکیزه ها و دیسه ها قرار دارن.
- ✓ توالی افزاینده متفاوت از راه انداز هستن و ممکن است در فاصله دوری از ژن قرار گرفته باشن.
- ✓ در یوکاریوتها تنظیم بیان ژن می تونه پیش از رونویسی یا پس از آن هم انجام شود.
- ✓ اتصال بعضی رناهای کوچک مکمل به رنای پیک مثالی از تنظیم بیان ژن پس از رونویسی است.

# خیابان



این شما و این سوال های این گفتار:

۱. کدام گزینه در ارتباط با تنظیم منفی رونویسی در اشرشیاکلاهی نادرست است؟
- (۱) با جذب لاکتوز به درون باکتری مانع از سر راه آنزیم رونویسی کننده برداشته می شود.
- (۲) برای تولید پروتئین مهار کننده نیاز به فعالیت یک نوع رنابسپاراز و سه نوع رناست.
- (۳) با اتصال پروتئین مهار کننده به اپراتور آنزیم رنابسپاراز نمی تواند به راه انداز متصل شود.
- (۴) اتصال پروتئین مهار کننده به توالی اپراتور برگشت پذیر است.

پاسخ: گزینه سه

گزینه دو: می دانید که برای ساخته شدن پروتئین ها رنای پیک ، رنای ناقل و رنای ریبوزومی نقش دارند.

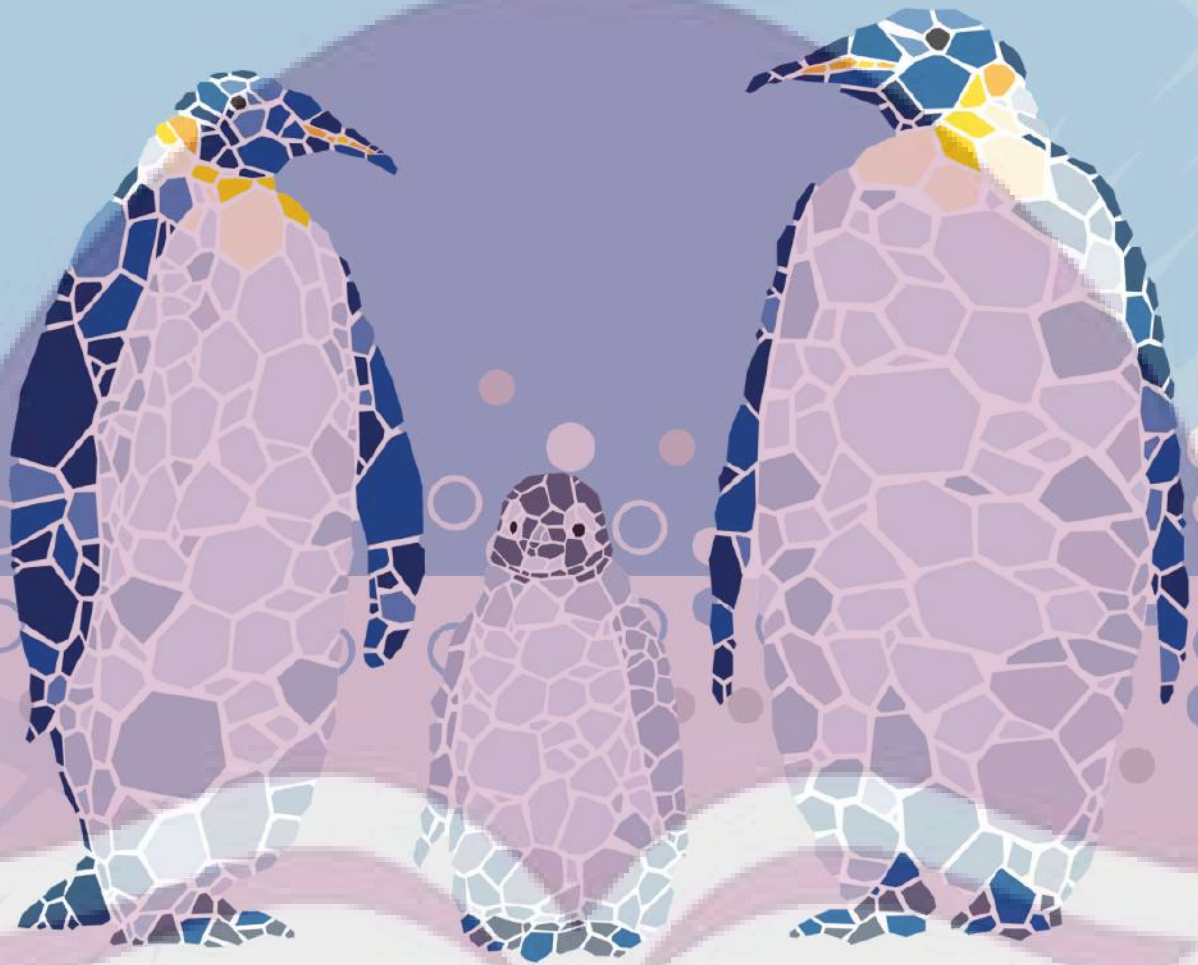
۲. کدام گزینه در مورد تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها قطعاً درست است؟
- (۱) هر بخش تنظیم کننده بیان ژن رونویسی می شود.
- (۲) بیان هر ژن توسط یک بخش تنظیم کننده اختصاصی کنترل می شود.
- (۳) هر پروتئینی که در تنظیم رونویسی نقش دارد به یک توالی تنظیمی در مسیر حرکت رنابسپاراز متصل می شود.
- (۴) تنظیم منفی بیان ژن می تواند با اتصال پروتئین رنابسپاراز در محل راه انداز همراه باشد.

پاسخ: گزینه چهار

در تنظیم منفی پروتئین مهار کننده به اپراتور متصل می شود توجه کنید که مهار کننده جلوی راه رنابسپاراز را می گیرد و از حرکت آن بر روی ژن ها جلوگیری می کند اما نمی تواند مانع از اتصال رنابسپاراز به راه انداز شود.

# ایران توتنه

# زیست شناسی (۳)



فصل سوم: انتقال اطلاعات در نسل ها

زیست

محمد صادق ده بزرگی

توشه ای برای موفقیت





فصل ۳

## انتقال اطلاعات در نسل ها

## فصل سه

## انتقال اطلاعات در نسل ها

شباهت بین فرزندان والدین گویای آن است که ویژگی های والدین به نحوی به فرزندان منتقل می شود. همچنین می دانیم که در تولید مثل جنسی ارتباط بین نسل ها را گامت ها برقرار می کنند و ویژگی های هر یک از والدین توسط دستورات عملیاتی که در دنا موجود در گامت ها وجود دارد به نسل بعد منتقل می شود.

پیش از کشف قوانین وراثت تصور بر آن بود که صفات فرزندان آمیخته ای از صفات والدین و حد واسطی از آنهاست. مثلاً اگر یکی از والدین بلند قد و دیگری کوتاه قد هست فرزندان آنان قدی متوسط خواهد داشت اما مشاهده متعدد نشون داد که این تصور درست نیست!

در اواخر قرن نوزدهم زمانی که هنوز ساختار و عمل دنا و ژن ها معلوم نبود دانشمندی به نام **گریگور مندل** توانست قوانین بنیادی وراثت را کشف کند به کمک این قوانین می شد صفات فرزندان را پیش بینی کرد.

**دنا:** در زمان مندل ساختار و عمل دنا مشخص نبود!



## شکل اول چپو نشون میدهد

- این شکل نشون دهنده یک خانواده از فیل ها هست.
- بچه فیلم برخی ویژگی های خود رو از پدر و مادر دریافت میکنه و برخی رو خیر.

## گفتار یک

## مفاهیم پایه

هر یک از ما ویژگی هایی داریم که ما رو با اونها میشناسن، بعضی از این ویژگی ها رو از والدین خود دریافت کرده ایم: مثل رنگ چشم، رنگ مو یا گروه خونی. ویژگی هایی رو هم می شناسیم که ارثی نیستن مثل تیره شدن رنگ پوست که به علت قرار گرفتن در معرض آفتاب ایجاد شده است!

در علم ژن شناسی ویژگی های ارثی جانداران رو صفت می نامن. ژن شناسی شاخه ای از زیست شناسیه که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگه می پردازه.

هر یک از صفاتی که نام بردیم به شکل های مختلفی دیده می شن مثلاً رنگ چشم ممکنه به رنگ مشکی، قهوه ای، سبز یا آبی باشه یا حالت مو ممکنه به شکل صاف موج دار یا فر دیده بشه، به انواع مختلف یک صفت شکل های آن صفت میگن. **دام:** توجه کنید به ویژگی های ارثی جانداران صفت میگن پس به تفاوت بین ویژگی و صفت توجه کافی داشته باشین.



## گروه های خونی

گروه خونی Rh: گروه خونی Rh بر اساس بودن یا نبودن پروتئینی هست که در غشای گویچه های قرمز جای داره و پروتئین D نامیده میشه؛ اگر این پروتئین وجود داشته باشه گروه خونی Rh مثبت است و اگر وجود نداشته باشه گروه خونی Rh منفی خواهد شد.



گویچه قرمز با پروتئین D



گویچه قرمز بدون پروتئین D

## خیابان



## پیش به سوی نکات شکل

- ✓ در گلبول قرمز بالغ کدام یک از ژن های مربوط به پروتئین D بیان می شه؟ هیچ کدام! به دام بالغ بودن گلبول قرمز توجه داشته باشین.
- ✓ نمی توان گفت که گلبول قرمزی که فاقد پروتئین D است هیچ پروتئین دیگه ای نداره! بلکه پروتئین های دیگه ای مثل هموگلوبین و ... وجود داره.
- ✓ تنها پروتئین غشای گلبول قرمز، پروتئین D نمی باشد.
- بود و نبود پروتئین D به نوعی ژن بستگی داره. دو ژن در ارتباط با این پروتئین در میان مردم دیده میشه. ژنی که می تونه پروتئین D را بسازه و ژنی که نمی تونه پروتئین D را بسازه. این دو ژن را به ترتیب D و d می نامیم.
- D و d جایگاه یکسانی در فام تن شماره یک دارن. توجه داشته باشید که هر فام تن شماره یک در این جایگاه ژن D یا d را داره و نه هر دو را! به این جایگاه از فام تن شماره یک جایگاه ژنهای Rh میگن.
- D و d که شکل های مختلف صفت Rh رو تعیین می کنن و هر دو جایگاه ژنی یکسانی دارن؛ دگره (آلل) هم هستن. از آنجا که هر یک از ما دو فام تن یک داریم پس دو دگره هم برای Rh داریم. بنابراین ممکنه هر دو فام تن شماره یک D یا هر دو d رو داشته باشن. در این صورت فرد برای این صفت خالصه. اما اگه یک فام تن D و دیگری d رو داشته باشه میگن فرد برای این صفت، ناخالصه.
- گروه خونی فردی که DD هست مثبت و گروه خونی فرد dd منفیه. مشاهدات نشون میده که افراد ناخالص گروه خونی مثبت خواهند داشت. بنابراین اگر دو دگره D و d کنار هم قرار بگیرن این دگره D هست که بروز میکنه. در چنین حالتی گفته میشه که دگره D بارز و دگره d نهفته هست و بین دگره ها رابطه بارز و نهفتگی برقراره. طبق قرارداد دگره بارز رو با حرف بزرگ و دگره نهفته رو با حرف کوچک اون نشون میدیم.



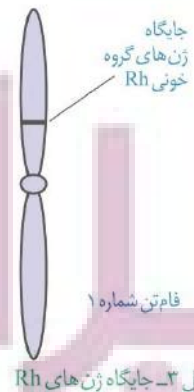
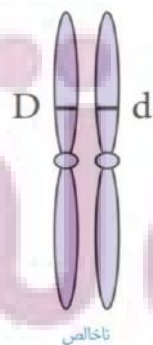
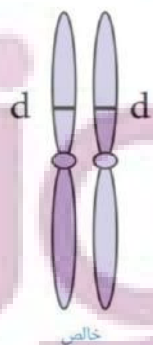
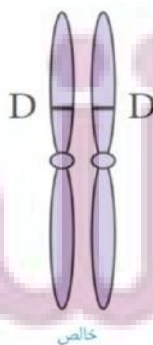
## نکاتش

- دام: در هر انسان سالم و طبیعی یک نسخه از تمام ژن ها به فرزندان منتقل میشه. غلط مثل کروموزوم Y پدر برای فرزند دختر
- ➦ به اندازه جفت کروموزوم شماره یک نسبت به سایر کروموزوم ها در کاریوتیپ توجه کنین.
- دام: گامت ها ارتباط بین نسل ها رو لزوما در همه جانداران برقرار نمی کنن!

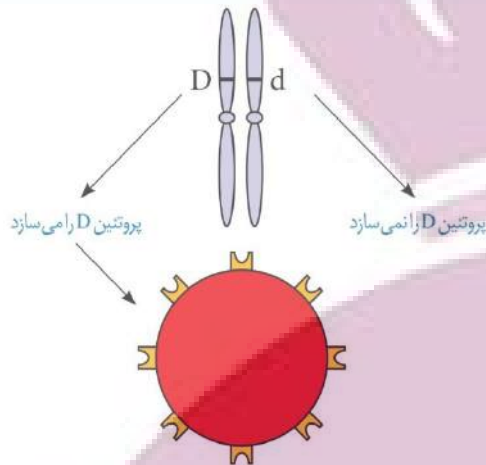


## ترکیب یادت نره

- ❖ فصل هفت یازدهم: در تولید مثل جنسی لزوما والدین نداریم ممکنه یک والد باشه.
- ❖ فصل هفت یازدهم: در زنبور عسل نر گامت از تقسیم میتوز بوجود میاد.
- ❖ فصل هفت یازدهم: ژن های میتوکندری فقط از مادر به ارث میرسه.



توضیح علت رابطه بارز و نهفتگی گره‌های گروه خونی Rh کار آسانیه. داشتن تنها یک دگره D کافیه تا در غشای گلبول های قرمز پروتئین D مشاهده بشه به همین علت گروه خونی فردی که برای این صفت ناخالصه مثبت خواهد شد.



ترکیب دگره ها رو در فرد ژن نمود (ژنوتیپ) و شکل ظاهری یا حالت بروز یافته صفت رو رخ نمود (فنوتیپ) مینامیم.

ژن نمود	رخ نمود
DD	گروه خونی +
Dd	گروه خونی +
dd	گروه خونی -

❖ فصل هفت دهم: در گل ادیسی بدون تغییر ژنوتیپ، فنوتیپ میتونه تغییر کنه.

گروه خونی ABO: در گروه خونی ABO، خون به چهار گروه A, B, AB, O گروه بندی میشه. این گروه بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام های A و B در غشای گویچه های قرمز. اضافه شدن کربوهیدرات های A و B به غشای گلبول قرمز یک واکنش آنزیمی. دو نوع آنزیم وجود داره. یکی آنزیم A که کربوهیدرات A رو به غشا اضافه میکنه و دیگری آنزیم B که کربوهیدرات B رو اضافه میکنه. اگر هیچ یک از این دو آنزیم وجود نداشته باشن اون موقع هیچ کربوهیدراتی اضافه نخواهد شد. بنابراین برای این صفت سه دگره وجود داره. دگره ای که آنزیم A رو میسازه، دگره ای که آنزیم B رو میسازه و دگره ای که هیچ آنزیمی نمیسازه. جایگاه ژن های گروه خونی ABO در فام تن شماره ۹ هست.



نکات خفنش

از نظر گروه خونی ABO شش ژن نمود و چهار رخ نمود متفاوت وجود داره و از نظر گروه خونی Rh نیز سه ژن نمود و دو رخ نمود متفاوت وجود داره. در بررسی همزمان این دو صفت هجده ژن نمود و هشت رخ نمود متفاوت داریم. دام: توجه کنید که دگره مربوطه، مربوط به ساخت آنزیمه نه خود کربوهیدرات!

	گروه خونی A	گروه خونی B	گروه خونی AB	گروه خونی O
گویچه قرمز				
نوع کربوهیدرات گویچه قرمز	A	B	A و B	هیچ کدام

تشخیص رخ نمود برای ژن نمود های خالص AA, BB, OO. گروه خونی به ترتیب A, B, O همیشه .  
ژن نمود های ناخالص برای این دگره ها عبارتند از AO, BO, AB. در فردی که AO است دگره A آنزیم A رو میسازه اما دگره O هیچ آنزیمی نمیسازه. پس گروه خونی این فرد A خواهد شد. به همین علت گفته میشه A نسبت به O بارزه. همین استدلال رو برای ژن نمود BO هم میتوان بکار برد. دگره B نسبت به دگره O بارزه.

در ژن نمود AB هردو آنزیم ساخته میشن و به همین علت گلبول قرمز هردو کربوهیدرات A و B رو خواهد داشت. در اینجا رابطه بین A و B از نوع بارز و نهفتگی نیست. چنین رابطه ای رو **هم توانی** مینامیم و میگییم دگره های A و B نسبت به هم، هم توان هستن. در هم توانی اثر دگره ها همراه باهم ظاهر میشه .

ژن شناسان دگره های A, B, O رو به ترتیب با  $I^A, I^B, i$  نشون میدن. این نوع نام گذاری به روش روشنی نشون میده که دگره  $I^A, I^B$  نسبت به یکدیگره هم توان اما نسبت به  $i$  بارزن.

**تمرین:** برای ژنوتیپ های زیر معادل فنوتیپ و برای فنوتیپ ها معادل ژنوتیپی بنویسید!

فردی با فنوتیپ  $AB^-$  ←  $ABdd$

فردی با ژنوتیپ  $OODd$  ←  $O^+$

فردی با فنوتیپ  $B^+$  ←  $BODd$  یا  $BBDD$  یا  $BODD$  یا  $BBDD$

### بارزیت ناقص

تا اینجا با دو نوع رابطه دگره ای آشنا شدیم: یکی بارز و نهفتگی و دیگری هم توانی. رابطه دیگری نیز بین دگره ها برقرار است و آن موقعی است که صفت در حالت ناخالص به صورت حد واسط حالت های خالص مشاهده میشه. این بار مثالی از گیاهان بیاوریم رنگ گل میمونی مثال خوبی است.

دو دگره برای رنگ گل میمونی وجود داره که یکی قرمز و دیگری سفیده این دو دگره رو به ترتیب با R و W نشان می دهیم. در حالت  $RR$  رنگ گل، قرمز و در حالت  $WW$  رنگ گل سفیده. رنگ گل در حالت  $RW$  صورتیه. رنگ صورتی حدواسط قرمز و سفیده. در این حالت گفته میشه که رابطه بارزیت ناقص برقراره.



گل قرمز



گل صورتی



گل سفید



### بررسی کلی رابطه ها با مثال

- هم توانی: در صورت داشتن دو نوع دگره، سه ژن نمود و سه رخ نمود.
- بارزیت ناقص: در صورت داشتن دو نوع دگره، سه ژن نمود و سه رخ نمود.
- بارز و نهفتگی: در صورت داشتن دو نوع دگره، سه ژن نمود و دو رخ نمود.

بنابراین هیچ گاه تعداد رخ نمود از تعداد الل کمتر نیست.



### قیدنامه و کلمات مهم

- ✓ در اواخر قرن نوزدهم زمانی که هنوز ساختار و عمل دنا و ژن ها معلوم نبود دانشمندی به نام گریگور مندل تونست قوانین بنیادی وراثت را کشف کنه. به کمک این قوانین میشد صفات فرزندان را پیش بینی کرد.
- ✓ ویژگی های ارثی جانداران رو صفت مینامن.
- ✓ هر فام تن شماره یک در این جایگاه ژن D یا d رو داره و نه هر دورو!



### سوالنامه

۱. کدام گزینه به درستی بیان شده است ؟
  - (۱) هر انسان، برای هر کدام از ویژگی هایش یک آلل را از مادر و یک آلل را از پدر دریافت میکند.
  - (۲) هر جاندار، حداکثر نیمی از صفات خود را از یک والد خود به ارث برده است.
  - (۳) در هر انسان، رنگ پوست برخلاف حالت های مو، وابسته به صفات والدین نیست.
  - (۴) در هر انسان، رنگ چشم، توسط ژن های به ارث رسیده از والدین تعیین میشود.
- پاسخ: گزینه چهار
- بررسی سایر گزینه ها:
- (۱) این مورد در مورد ویژگی های ارثی انسان صادق است نه همه ویژگی ها.
  - (۲) در صورت انجام تولید مثل غیر جنسی همه صفات یک جاندار مشابه والد وی خواهد بود.
  - (۳) دقت کنید که تغییرات رنگ پوست وابسته به محیط است اما خود رنگ پوست نوعی ویژگی ارثی (صفت) است.

## خیابان

۲. به طور معمول در یک صفت دو همانند رابطه.....
- ۱) بارزیت ناقص - هم توانی، هر دو ژن مربوط به یک صفت میتواند بیان شود.
  - ۲) بارز و نهفتگی - بارزیت ناقص، ساخت پروتئین از روی هر دو آلل قطعاً انجام میشود.
  - ۳) هم توانی - بارز و نهفتگی، فرد ناخالص قطعاً دارای رخ نمود متفاوت با افراد خالص میباشد.
  - ۴) هم توانی - بارزیت ناقص، تعداد انواع رخ نمود ها با تعداد انواع آلل های صفت برابر است.
- پاسخ: گزینه یک - بررسی سایر گزینه ها:

۲) مثال Rh

تعداد رخ نمود و الل ها در قسمت نهایی جزوه در هر سه نوع رابطه بررسی شد.

۳. هر فرد دارای پروتئین D در غشای گویچه های قرمز، به طور قطع.....
- ۱) در هر فام تن شماره یک خود دگره D را دارد.
  - ۲) نوعی کربوهیدرات مربوط به گروه خونی نیز در غشای گلبول های قرمز خود دارد.
  - ۳) دارای فرزندان با توانایی ساخت پروتئین D میباشد.
  - ۴) حداقل یکی از والدینش پروتئین D را در غشای گویچه قرمز خود دارد.

پاسخ: گزینه چهار

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱) اگر فرد برای این صفت ناخالص باشد روی یکی از فام تن های شماره یک خود دارای دگره d میباشد.
- ۲) اگر گروه خونی اش O باشد، ندارد.
- ۳) در صورتی که این فرد ناخالص باشد میتواند دارای فرزندان با گروه خونی Rh منفی و ناتوان در ساخت پروتئین D باشد.

۴. در چه موقع با در دست داشتن فنوتیپ، میتوان ژنوتیپ یک فرد را مشخص کرد؟

- ۱) هرگاه فرد فنوتیپ نهفته را بروز دهد.
- ۲) زمانی که فرد فنوتیپ بارز را بروز دهد.
- ۳) در صورتی که رابطه بین الل ها، از نوع بارز و نهفتگی باشد.
- ۴) هرگاه والدین فرد، هر دو ناخالص بوده و فرد فنوتیپ بارز را نشان دهد.

پاسخ: گزینه یک

بررسی سایر گزینه ها:

اگر فرد فنوتیپ a داشته باشد ژنوتیپش فقط میتواند aa باشد اما اگر فنوتیپ فرد A باشد ژنوتیپ فرد را نمیتوان دقیق معلوم کرد. چراکه میتواند AA یا Aa باشد. اگر رابطه بین الل ها هم توانی یا بارزیت ناقص باشد هم که میشود از روی فنوتیپ پی به ژنوتیپ برد.

## گفتار دو

Hi!



## انواع صفات

میدونیم که کروموزوم ها، در دو دسته ی جنسی و غیرجنسی، طبقه بندی میشن. کروموزوم های جنسی انسان، X و Y هستن.

حالا دوتا تعریف رو بشناسیم:

صفات مستقل از جنس: صفاتی را که جایگاه ژنی آن ها در یکی از کروموزوم های غیرجنسی قرار داشته باشه.

صفات وابسته به جنس: صفاتی که جایگاه ژنی آن ها در یکی از دو کروموزوم جنسی قرار داشته باشه.

\* این دوتا تعریف میتونن به عنوان توصیف در سوال استفاده بشه، حواست باشه!!

# خیابان



دو تا نکته کوچولو

- ✓ برای تعیین وابسته یا مستقل بودن صفات از جنس، به جایگاه ژنی اونها توجه کن!!
- ✓ به طور کلی در انسان، صفات وابسته به جنس، دو دسته هستند: صفات وابسته به X و وابسته به Y

## وراثت صفات مستقل از جنس

چجوری صفات مستقل از جنس، منتقل میشه؟؟ بیاین با یه مثال، جوابشو پیدا کنیم:

هر کدام از پدر و مادر، از هر جفت کروموزوم همتا، فقط یکی را از طریق گامت ها به نسل بعد منتقل میکنه. Rh، یک صفت مستقل از جنس است؛ فرض کنیم هم پدر و هم مادر، ژنوتیپ Dd داشته باشن، بنابراین هر دو والد، دو نوع گامت دارای آلل D و یا d را ایجاد می کنند.

ژنوتیپ فرزندان به این بستگی داره کدام گامت ها با هم لقاح می کنن. دانشمندی به نام پانت، روشی رو به نام مربع پانت پیشنهاد داد که میتوان از آن برای به دست آوردن ژنوتیپ فرزندان استفاده کرد.

گامت ها	D	d
D	DD	Dd
d	dD	dd

در روش مربع پانت، گامت های والدین را به طور جداگانه در سطر و ستون یک جدول می نویسیم و بعد خانه های جدول را با کنار هم قرار دادن گامت های سطر و ستون متناظر هم پر می کنیم.

با توجه به اینکه ژنوتیپ های Dd و dd، یکسان هستند؛ پس هر فرزندی که متولد میشه، میتونه یکی از ژنوتیپ های DD، Dd و یا dd را داشته باشد.

### فعالیت ۱

پدری گروه خونی O و مادری گروه خونی AB دارد؛ چه ژن نمود و رخ نمود هایی برای فرزندان آنان پیشنهاد می کنید؟

با توجه به این مربع پانت، ژنوتیپ فرزندان می تواند AO و یا BO باشد و فنوتیپ فرزندان، گروه خونی A و یا B خواهد بود.

گامت ها	O	O
A	AO	AO
B	BO	BO

## صفات وابسته به X

اگر ژن صفتی که بررسی میشه، در کروموزوم X قرار داشته باشه، این صفت، وابسته به X است. مثلا، بیماری هموفیلی، یک بیماری وابسته به X و نهفته است.



در بیماری هموفیلی، فرایند لخته شدن خون، دچار اختلال می شود.

شایع ترین (نه هر) نوع هموفیلی مربوط به فقدان (نه کمبود) عامل انعقادی ۸ است.

آلل بیماری هموفیلی رو h مینامیم و آلل سالم ژن، H نامیده میشه؛ برای اینکه نشون بدیم، این بیماری وابسته به X است، آلل ها را

$X^h$  و  $X^H$

در بالای حرف X می نویسیم:

یادمون باشه که چون جایگاه این آلل در کروموزوم X

است، در کروموزوم Y، دیگر جایگاهی ندارد.

این جدول، انواع ژنوتیپ و فنوتیپ های محتمل برای هموفیلی رو نشون میده.

فرد با ژنوتیپ  $X^H X^h$ ، فرد سالم و ناقل است، یعنی

سالم است، اما می تونه ژن بیماری را

به نسل بعد منتقل کنه.

رخ نمود	زن	مرد
سالم	$X^H X^H$	$X^H Y$
سالم	$X^H X^h$	—
هموفیل	$X^h X^h$	$X^h Y$



# خیابان

برای پیش بینی ژنوتیپ و فنوتیپ های صفات وابسته به X در نسل های بعد، میتونیم همچنان از مربع پانت استفاده کنیم؛ چجوری؟؟ بیا تا به مثال حل کنیم:

مردی هموفیلی میخواد با زنی سالم که ناقل هم نیست، ازدواج کنه؛ آیا ممکنه بچه هاشون بیمار شن؟؟ ☹️  
ژنوتیپ مرد هموفیل،  $X^hY$  است و گامت های که تولید می کند،  $X^h$  و  $Y$  است؛ و ژنوتیپ زن سالم که ناقل نیست،  $X^HX^H$  است؛ بنابراین برای این صفت فقط یک نوع گامت  $X^H$  ایجاد میکند.

با توجه به این مربع پانت، نسل بعد این زوج، بیمار هموفیلی نخواهند بود.

گامت ها	$X^h$	$Y$
$X^H$	$X^HX^h$ دختر ناقل	$X^HY$ پسر سالم

مردی سالم قصد داره با زنی هموفیلی ازدواج کنه، ژنوتیپ و فنوتیپ فرزندان آینده آنها چگونه خواهد بود؟؟  
مرد سالم، ژنوتیپ  $X^HY$  و زن بیمار، ژنوتیپ  $X^hX^h$  دارد:

فعالیت ۲

طبق این مربع پانت، فرزندان پسر این زوج، بیمار و فرزندان دختر این زوج، سالم ناقل خواهند بود. (به ژنوتیپ این فرزندان در جدول، توجه کنید.)

گامت ها	$X^H$	$Y$
$X^h$	$X^HX^h$	$X^hY$



## نکته های هموفیلی

- ✓ افراد ناقل بیماری های وابسته به X، به طور حتم زنان هستند و مرد در بیماری هموفیلی نمی تونه ناقل باشه.
- ✓ چون فرزند پسر، یک کروموزوم X خود را از مادر دریافت می کنه، بیماری هموفیلی فقط از مادر به پسر منتقل می شه.
- ✓ برای صفات وابسته به جنس، تعداد انواع فنوتیپ و ژنوتیپ در زن و مرد با یکدیگر متفاوت است درحالیکه تعداد انواع فنوتیپ و ژنوتیپ برای صفات مستقل از جنس، در دوجنس با هم برابرن.



## ترکیب

- ✓ فصل چهار دهم: بیماران مبتلا به هموفیلی در فرایند جلوگیری از خون ریزی های محدود، به مشکل برنمی خورند؛ چون در خون ریزی های محدود، لخته شدن خون صورت نمی گیره و تنها درپوش پلاکتی ایجاد می شه.
- ✓ فصل شش یازدهم: کوچکترین کروموزوم در کاریوتیپ جنس نر، کروموزوم جنسی Y و در جنس ماده، جفت کروموزوم شماره ۲۲ است.
- ✓ فصل هفت دوازدهم: لخته ها به طور طبیعی، در بدن توسط آنزیم پلاسمین، تجزیه می شود؛ این پروتئین، کاربرد درمانی داره اما مدت اثر آن در پلاسما، کوتاه است.

## صفات پیوسته و گسسته

اندازه قد صفتی پیوسته هست که اعداد گوناگونی مربوط بهش وجود داره. اما در میان انسان ها صفت Rh تنها به دو شکل مثبت و منفی دیده میشه بنابراین صفتی گسسته هست.

## صفات تک جایگاهی و چند جایگاهی

صفاتی که تا اینجا دیدیم، صفاتی بودن که یک جایگاه ژن در کروموزوم داشتند؛ مثلاً آلل صفت گروه های خونی ABO، یک جایگاه مشخص از کروموزوم شماره ۹ رو به خود اختصاص دادن. به این صفت ها، صفات تک جایگاهی می گیم. اما صفات چند جایگاهی، صفاتی هستند که در بروز آنها بیش از یک جایگاه ژن شرکت داره؛ این نوع صفات، صفات چندجایگاهی هستند.

## خیار



صفت رنگ در این نوع ذرت، صفتی با سه جایگاه ژنی است که هرکدام، دو آلل دارند؛ برای نشان دادن ژن ها در این سه جایگاه، از حروف بزرگ و کوچک A و B و C استفاده میکنیم. برحسب نوع ترکیب آلل ها، رنگ های مختلفی ایجاد می شه.

آلل های بارز (حروف بزرگ A-B-C)، رنگ قرمز و آلل های نهفته (حروف کوچک a-b-c)، رنگ سفید را به وجود میارن؛ پس، فنوتیپ



های دو آستانه طیف، یعنی قرمز و سفید به ترتیب ژنوتیپ های AABBCc و aabbcc را دارن.

در فنوتیپ های ناخالص، هرچه تعداد آلل بارز بیشتر باشه، مقدار رنگ قرمز بیشتره.

صفات چندجایگاهی، فنوتیپ های پیوسته ای دارند؛ یعنی افراد جمعیت این ذرت، در مجموع، طیف پیوسته ای بین سفید و قرمز را



به نمایش می دارن و به همین دلیل، نمودار توزیع فراوانی این فنوتیپ ها، شبیه زنگوله است.



شکل ۹- چگونگی تعیین رنگ در ذرت



## نکته های این قسمت و شکل هاش

- ✓ دانه هایی با فنوتیپ یکسان، لزوما ژنوتیپ یکسانی ندارند.
- ✓ دانه هایی با ژنوتیپ متفاوت، لزوما فنوتیپ متفاوت ندارند.
- ✓ در ارتباط با صفت رنگ در این نوع ذرت، ۲۷ ژنوتیپ و ۷ فنوتیپ متفاوت قابل مشاهده است.



✓ به دام ژنوتیپ رویان و اندوسپرم در سوالات دقت داشته باشین!

✓ به میزان فراوانی ها و تعداد آلل بارز و نهفته توجه کنید.

# خیار



## ترکیب با ذرت

- ✓ فصل هشت یازدهم: درون دانه، ذخیره دانه در ذرت است و نقش لپه، انتقال مواد غذایی از درون دانه به رویان در حال رشد است.
- ذرت گیاهی تک لپه و دارای رویش زیر زمینی است.
- ✓ فصل شش دوازدهم: ذرت گیاهی C4 است.

## اثر محیط

گاهی برای بروز یک رخ نمود تنها وجود ژن کافی نیست. برای مثال در گیاهان ساخته شدن سبزینه علاوه بر ژن به نور هم نیاز دارد. محیط انسان، شامل عوامل متعددی است؛ تغذیه و ورزش، عوامل محیطی آن که می‌تونن بر ظهور فنوتیپ اثر بذارن. مثلا قد انسان به تغذیه و ورزش هم بستگی دارد. بنابراین نمیتوان تنها از روی ژن ها، علت اندازه قد یک نفر را توضیح داد.



## نکته ها و ترکیب

- ✓ در صفاتی که تحت تاثیر محیط قرار میگیرن، امکان دارد انواع فنوتیپ ها بیشتر از انواع ژنوتیپ ها باشه.
- ✓ فصل شش دهم: برگ بعضی گیاهان بخش های غیر سبز، مثلا سفید، زرد، قرمز یا بنفش دارد؛ دیده می‌شود که کاهش نور در چنین گیاهانی سبب افزایش مساحت بخش های سبز می‌شود.

## مهار بیماری های ژنتیک

در حال حاضر، بیماری های ژنتیک را مگر در موارد محدود، نمی‌توان درمان کرد؛ اما گاهی میتوان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری های ژنی را مهار (نه درمان) کرد.

مثلا: بیماری فنیل کتونوری (PKU)، بیماری ای است که در آن، آنزیمی که آمینواسید فنیل آلانین را میتونه تجزیه کنه، وجود نداره؛ در نتیجه فنیل آلانین در بدن باقی میمونه و **تجمع** آن در بدن، باعث ایجاد ترکیبات خطرناک میشه؛



در این بیماری، مغز آسیب میبینه. درواقع، علت این بیماری، تغذیه از پروتئین های حاوی فنیل آلانین است؛ پس با تغذیه نکردن از خوراکی هایی که فنیل آلانین دارن، میتوان مانع از بروز اثرات این بیماری شد.

فنیل کتونوری یک بیماری **نهفته** است و وقتی نوزاد متولد میشه، علائم آشکاری نداره و اگر نوزاد مبتلا باشه، با تغذیه از شیر مادر، که حاوی فنیل آلانین است، یاخته های مغزی اش آسیب میبینن. 

پس نیاز است که از نوزادان، در بدو تولد، آزمایش خون بگیرن و از نظر ابتلا به PKU بررسی کنن؛ در صورت ابتلا نوزاد به این بیماری، نوزاد با شیر خشک هایی که فاقد (نه کم) فنیل آلانین است تغذیه می‌شود و در رژیم غذایی او برای آینده، از رژیم های بدون یا کم فنیل آلانین استفاده می‌شه.





## نکته های این بیماری

- ✓ PKU با انجام آزمایش خون قابل تشخیص است.
- ✓ هم فرد سالم و هم فرد بیمار می تواند پیوند بین دو آمینواسید فنیل آلانین را تجزیه کند، اما فرد بیمار نمی تواند خود آمینواسید فنیل آلانین را تجزیه کند.
- ✓ سلول های بدن انسان، آنزیم تولید کننده فنیل آلانین ندارند و این آمینواسید، در بدن ساخته نمی شه.
- ✓ در این بیماری مغز آسیب میبینه نه نخاع!
- ✓ خود آمینواسید فنیل آلانین، مستقیماً به مغز آسیب نمی رسونه، بلکه ترکیبات خطرناک حاصل از تجمع فنیل آلانین، این کار را انجام می دهه.
- ✓ برای خون گیری از نوزاد، از کف پای آن خون گرفته می شود.



## ترکیب

- ✓ فصل چهار یازدهم: فقدان هورمون T3 در دوران جنینی و کودکی، باعث اختلالات نمو دستگاه عصبی مرکزی و عقب ماندگی ذهنی و جسمی جنین می شه.



## توصیف

➤ علت بیماری فنیل کتونوری ← تغذیه از پروتئین های حاوی فنیل آلانین



## قیدنامه و هرنامه

- هر یک از پدر و مادر، از هر جفت فام تن همتا تنها یکی را از طریق گامت ها به نسل بعد منتقل می کنند.
- گاهی برای بروز یک رخ نمود تنها وجود ژن کافی نیست.
- تغذیه و ورزش عواملی محیطی اند که میتوانند بر ظهور رخ نمود اثر بگذارند. به عنوان مثال، قد انسان به تغذیه و ورزش هم بستگی دارد. بنابراین نمیتوان تنها از روی ژن ها، علت اندازه قد یک نفر را توضیح داد.



## سوال نامه

۱. با در نظر گرفتن اینکه ژن نمود (ژنوتیپ) درون دانه (آندوسپرم) گل میمونی WWR است. کدام ژن نمود (ژنوتیپ) به ترتیب برای دانه گرده و کلالة گل میمونی، مورد انتظار نیست؟ (کنکور ۱۴۰۰)

RR و RW(۱)      RW و RR(۲)      WW و RW(۳)      RW و RW(۴)

## پاسخ: گزینه یک

با توجه به اینکه ژنوتیپ آندوسپرم WWR است و دو الل یکسان مربوط به یاخته دوهسته ای است، به طور حتم، الل W در گیاه ماده وجود دارد و ژنوتیپ گیاه ماده نمیتواند RR باشد.

۲. با توجه به نمودار توزیع فراوانی رنگ ذرت (صفت چند جایگاهی) در کتاب درسی، کدام عبارت نادرست است؟ (کنکور ۱۴۰۰)

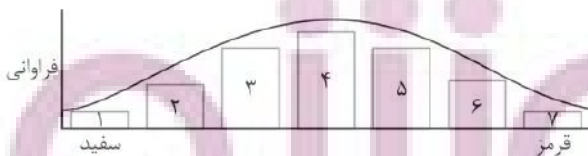
- ۱) ژن نمودی (ژنوتیپی) حاوی همه انواع دگره (الل)ها در بخش ۴، وجود دارد.
- ۲) هر ژن نمود (ژنوتیپ) در بخش ۵، در هر جایگاه ژنی، دگره (الل) بارز دارد.
- ۳) هر ژن نمود (ژنوتیپ) در بخش ۶، در یک جایگاه ژنی ناخالص است.
- ۴) هر ژن نمود (ژنوتیپ) در بخش ۲، در دو جایگاه ژنی خالص است.

## پاسخ: گزینه دو

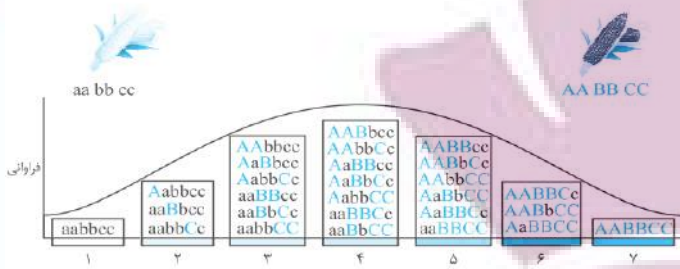
در تصویر، بخش شماره ۵ حاوی ذرت هایی با ۴ الل بارز است. بنابراین ممکن است در یک جایگاه ژنی، هیچ الل بارزی وجود نداشته باشد.

بررسی سایر گزینه ها :

- ۱) ژنوتیپ های بخش ۴، سه دگره بارز و سه دگره نهفته دارند، بنابراین امکان وجود ژنوتیپی با داشتن تمام انواع دگره ها وجود دارد.



۲) به شکل نگاه کنید!  
 ۳) برای این گزینه هم به شکل دقت کنید!



۳. با توجه به بیماری های هموفیلی و داسی شدن گلبول های قرمز، در صورت ازدواج هر زن و مرد سالمی با یکدیگر، تولد چند مورد زیر ممکن است؟ (کنکور ۱۴۰۰)

الف. پسری سالم ب. پسری بیمار ج. دختری بیمار و خالص د. دختری سالم و ناخالص  
 ۱(۱) ۲(۲) ۳(۳) ۴(۴)

پاسخ: گزینه یک

فقط مورد «الف» در همه حالت های ازدواج بین هر دو فرد سالم، ممکن است. اگر مادر سالم باشد و الل بارز (سالم) مربوط به هر دو بیماری را داشته باشد، میتواند این الل را به همه پسران خود انتقال دهد و بنابراین، همواره امکان تولد پسر سالم وجود دارد.

۴. در انسان برای دونوع گروه خونی Rh و ABO در مجموع چند نوع ژنوتیپ و فنوتیپ در جمعیت یافت می شود؟

۲۶(۱) ۱۸(۲) ۸(۳) ۱۴(۴)

پاسخ: گزینه یک

برای محاسبه تعداد ژن نمود ها و رخ نمودهای چند صفت در کنار هم و به صورت همزمان، باید تعداد ژن نمودها و رخ نمودهای هرکدام را محاسبه کرده و در پایان در هم ضرب کنیم.

گروه خونی Rh، دارای ۳ ژن نمود و گروه خونی ABO نیز دارای ۶ ژن نمود است، پس در جمعیت انسان، صفت گروه خونی با در نظر گرفتن Rh و گروه خونی ABO دارای  $3 \times 6 = 18$  ژن نمود می باشد.

گروه خونی Rh، دارای ۲ رخ نمود و گروه خونی ABO نیز دارای ۴ رخ نمود است، پس در جمعیت انسان، صفت گروه خونی با در نظر گرفتن Rh و گروه خونی ABO دارای  $2 \times 4 = 8$  رخ نمود می باشد.

مجموع ژن نمودها و رخ نمودها:  $18 + 8 = 26$



# زیست شناسی (۳)



فصل چهارم: تغییر در اطلاعات وراثتی

خیابان

محمد صادق ده بزرگی

توشه ای برای موفقیت

## فصل چهار

## تغییر در اطلاعات وراثتی

یکی از ویژگی های ماده وراثتی، پایداری اطلاعات در سامانه های زنده است؛ اما در عین حال، ماده وراثتی به طور محدود، تغییر پذیر است!!!

این تغییر پذیری باعث ایجاد گوناگونی میشه و در نهایت توان بقای جمعیت ها را در شرایط متغیر محیط افزایش می ده و زمینه تغییر گونه ها را فراهم می کنه.




پس یادت نره که تغییر پذیری ماده وراثتی باعث **افزایش** توان بقای جمعیت ها می شه؛ و اینکه هر جهشی مستقیماً باعث تغییر گونه نمی شه بلکه زمینه را فراهم میکنه!!

توصیف

عامل ایجاد گوناگونی ← تغییر پذیری ماده وراثتی

## گفتار یک

## تغییر در ماده وراثتی جانداران

تغییر پذیری ماده وراثتی، پیامدهای مختلفی داره و این تغییر ممکنه در این فصل قراره بخونیم که این تغییر و پیامدهاش، چجورین! 

- مفید
- مضر باشه.
- خنثی

جهش

جهش، یعنی تغییر ماندگار در نوکلئوتیدهای ماده وراثتی. (پس حواست باشه که جهش در DNA اتفاق میوفته و تغییر ماندگاره) ∞



توی فصل ۲، کم خونی داسی شکل رو شناختیم به عنوان یه مثال برای جهش، قراره این بیماری رو موشکافی کنیم:

همونطور که میدونیم، علت این بیماری **تغییر شکل** در مولکول های هموگلوبین و دانشمندان با مقایسه آمینواسیدهای هموگلوبین های سالم و تغییر شکل یافته، فهمیدن که این دو هموگلوبین فقط در **ششمین** آمینواسید از زنجیره بتا متفاوت اند؛

درواقع در رمز مربوط به ششمین آمینواسید، نوکلئوتید **A** به جای نوکلئوتید **T** قرار گرفته و این تغییر نوکلئوتید، باعث میشه آمینواسید **والین** به جای آمینواسید **گلوتامیک اسید** قرار بگیره!!



و در نهایت تغییر در یک نوکلئوتید از میلیون ها نوکلئوتید انسان، میتونه پیامدی به این وخیمی داشته باشه.

# اختلال



شکل ۱- مقایسه ژن های هموگلوبین در افراد سالم و بیمار. در این شکل فقط بخشی از ژن نشان داده شده است.  
Glu: گلوتامیک اسید  
Val: والین

## نکته های این قسمت

- ✓ این جهش به طور حتم مربوط به رشته الگو در بخش آگزون هست.
- ✓ همونطور که در شکل مشخصه، رمز آمینواسید گلوتامیک اسید، CTT و رمز آن، GAA است. و رمز آمینواسید والین، CAT و رمز آن، GUA است.
- ✓ اگر دنباسپاراز هنگام سازی دچار خطا بشه، اما سریعا ویرایش صورت بگیره، دیگر این تغییر مقطعی در ماده وراثتی جهش نیست.
- ✓ جهش صورت گرفته در فرد مبتلا به کم خونی داسی شکل، از نوع جهش کوچک و دگر معنا است.
- ✓ هر تغییری در آنزیم بخاطر تغییر در رناي پیک نیست (شاید انزیم مربوطه پروتئینی نباشه).
- ✓ جهش تغییر ماندگار هست نه برگشت پذیر!

## انواع جهش

همونطور که دیدیم، جهش میتونه در یک نوکلئوتید رخ بده؛ علاوه بر اون جهش میتونه در اندازه وسیع تری هم رخ بده؛ گاهی جهش آنقدر وسیع است که حتی ساختار یا تعداد فام تن را تغییر میده؛ بر همین اساس، جهش ها را به دو گروه کوچک و بزرگ تقسیم میکنیم:

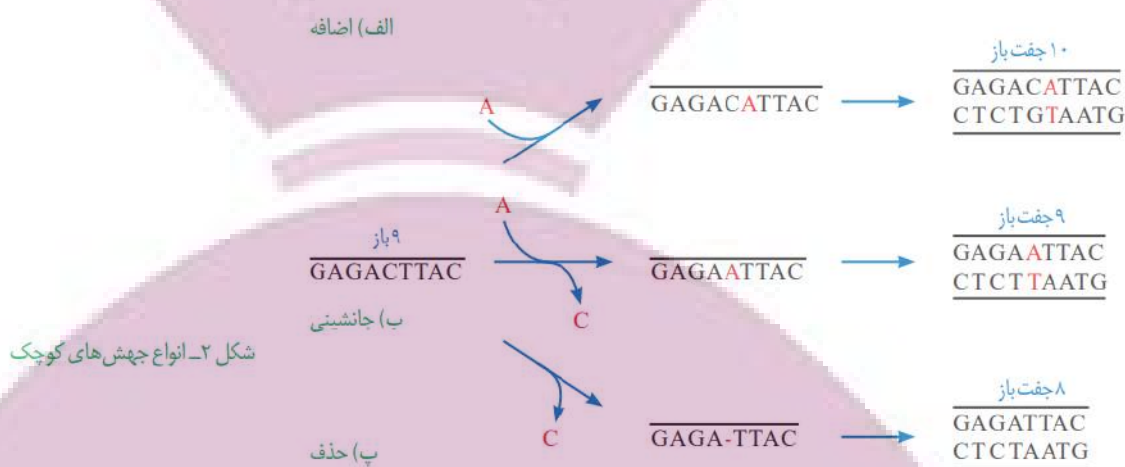
**جهش کوچک:** این نوع جهش ها، یک یا چند نوکلئوتید را در برمیگره؛ مثل جهشی که در سلول های داسی شکل اتفاق میوفته!!!



# ایران توانست



# تغییرات



شکل ۲- انواع جهش های کوچک

۱- جهش جانشینی: در این نوع جهش، نوکلئوتیدی، جانشین نوکلئوتید دیگری میشه؛ مثلا در سلول های داسی شکل، این جهش در نوکلئوتید سبب تغییر در نوع آمینواسید در زنجیره پلی پپتیدی می شه؛ و چون محصول در اثر جانشین شدن نوکلئوتید دیگری، تغییر کرده؛ به این نوع جهش جانشینی، **جهش دگر معنا می** گوئیم.

به علت وجود رابطه مکملی بین بازها، تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشته دنا، نوکلئوتید مقابل آن را در رشته دیگر تغییر می ده و به همین علت، جانشینی در یک نوکلئوتید، به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید منجر می شه.

باید حواست باشه که نباید تصور کنی که جهش جانشینی همیشه باعث تغییر در توالی آمینواسید می شه؛ چون ممکنه جهش، رمز آمینواسید را به رمز دیگری برای همان آمینواسید تبدیل کنه و در نتیجه این نوع جهش تاثیری بر پروتئین محصول نخواهد داشت؛ و به این جهش جانشینی، **جهش خاموش** میگویم.

اما یک شرایط دیگه هم وجود داره؛ این که، جهش جانشینی رمز یک آمینواسید را به رمز پایان ترجمه تبدیل کنه که در این صورت پلی پپتید حاصل از آن، کوتاه خواهد شد؛ به این نوع جهش جانشینی، **جهش بی معنا** میگویم.

۲ و ۳- جهش حذف و اضافه: این دو جهش هم، نمونه هایی از جهش های کوچک هستن که در این جهش ها، به ترتیب، یک یا چند نوکلئوتید حذف یا اضافه می شه.

از اونجایی که رمز دنا به صورت دسته های سه تایی از نوکلئوتید ها خونده میشه، اگر نوکلئوتیدی اضافه یا حذف شه ممکنه که پیامد های وخیمی داشته باشه.



بیا به مثال ببین که بیشتر متوجه شی:

جمله « این سیب سرخ است » با کلمات سه حرفی نوشته شده:

ای ن / س ی ب / س ر خ / اس ت

اگر یک حرف به جایی درون این جمله اضافه شه و قرار باشه این جمله همچنان به صورت کلمه های سه حرفی خوانده شه:

ای ن / ر س ی / ب س ر / خ اس ت

همونطور که می بینی جمله معنای خودشو از دست میده، جهش هایی از نوع حذف و اضافه رو که باعث تغییری در خواندن میشه، جهش تغییر چارچوب خواندن می نامیم.

# خیرانه

پس جهش های اضافه و حذف، الزاما به تغییر چارچوب خواندن نمی انجامن.

نوع طبیعی	
دنا	TACTTCAAACCGATT ATGAAGTTTGGCTAA
رنای پیک	AUGAAGUUUGGCUAA
پروتئین	پایان Met Lys Phe Gly
جانمایی	حذف یا اضافه جفت نوکلئوتید اضافی A
T به جای C	TACTTCAAATCGATT ATGAAGTTTGGCTAA
A به جای G	AUGAAGUUUAGCUAA
پایان	پایان Met
دگر معنا (تغییر در آمینو اسید)	تغییر چارچوب
A به جای G	TACTTCAAACCGATT ATGAAGTTTGGCTAA
L به جای C	AUGAAGUUUGGCUAA
پایان	پایان Met Lys Leu Ala
خاموش (بدون تغییر در توالی آمینو اسیدها)	تغییر چارچوب
T به جای A	TACTTCAAACCGATT ATGATGTTTGGCTAA
L به جای A	AUGAAGUUUGGCUAA
پایان	پایان Met Phe Gly
بی معنا (ایجاد رمز پایان)	حذف TTC
	TACTTCAAACCGATT ATGTTTGGCTAA
	حذف AAG
	AUGUUUGGCUAA
	پایان Met Phe Gly

شکل ۳- تأثیر جهش بر پروتئین



## جمع بندی نکته های مهم جهش کوچک و بررسی اشکال

- در جهش های کوچک، ممکنه در چند نوکلئوتید جابه جایی رخ بده. (نه الزاما در یکی!)
- فقط جهش در رشته الگو، منجر به تغییر محصول نمی شه، بلکه تغییر در رشته رمزگذار نیز با تغییر در رشته مقابل آن (رشته الگو) می تونه باعث تغییر محصول بشه.
- در جهش کوچک جانمایی، اندازه دنا تغییر نمی کنه.
- در جهش جانمایی از نوع پی معنا، رمزه هایی که بعد از رمزه پایان هستن، ترجمه نمیشن و در نتیجه طول رشته آمینواسیدی حاصل نسبت به حالت عادی کمتر است.
- جهش های حذف و اضافه ای که تعداد نوکلئوتید های حذف یا اضافه شده مضرب ۳ باشه به شرطی که بین رمزه ها باشه، باعث تغییر در چارچوب خواندن نمیشن.
- اگر در جهش، حالتی رخ بده که رمزه پایان به رمزه آمینواسید تبدیل بشه، در این صورت بر طول رشته پلی پپتیدی حاصل افزوده میشه.
- در تمام جهش های کوچک، توالی نوکلئوتیدی RNA حاصل از رونویسی با حالت طبیعی تفاوت داره.
- تغییر طول رنا: در جهش جانمایی، حذف و اضافه ممکن است. (جهش در جایگاه آغاز رونویسی، جهش در توالی پایان رونویسی)
- هر جهشی لزوما مرتبط با رنای پیک نیست.
- عدم تغییر چارچوب خواندن در جهش های کوچک: برخی حذف و اضافه، جانمایی ها.



## ترکیب با سایر فصول

- در رنای پیک، ۶۴ نوع رمزه وجود داره در حالیکه تنها ۲۰ نوع آمینواسید وجود دارند که توانایی تشکیل پیوند پپتیدی دارن؛ بنابراین، بعضی از آمینواسید ها بیش از یک رمزه در رنای پیک دارن (مرتبط با جهش خاموش)
- رمزه های پایان ترجمه شامل، UAG، UGA، UAA میباشند. قرارگیری این کدون ها در رنای پیک باعث پایان یافتن عمل ترجمه می شه.

الف) در چه صورت طول یک رشته پلی پپتیدی ممکن است افزایش یابد؟؟ در صورتی که جهش اضافه، حذف یا جانشینی باعث بشن که کدون آغاز عقب تر بره یا اینکه کدون پایان جلوتر بره تا اینکه از تعداد بیشتری کدون، عمل ترجمه انجام گیرد.

در صورتی که کدون آمینواسید به توالی رنای پیک افزوده بشه، طول زنجیره ممکن است افزایش یابد.

ب) اگر تعداد نوکلئوتید های حذف یا اضافه شده مضربی از ۳ باشد و بین رمزها باشن تغییر چارچوب خواندن رخ نمیده.

## جهش های بزرگ (ناهنجاری های فام تنی)

علاوه بر جهش های کوچک، جهش ممکن است در مقیاس وسیع تری رخ بده تا جایی که به ناهنجاری فام تنی منجر بشه.

زیست شناسان میتوانند با مشاهده کاربوتیپ، از وجود ناهنجاری های کروموزومی آگاه بشن.

ناهنجاری عددی

ناهنجاری ساختاری

ناهنجاری های فام تنی

۱- ناهنجاری عددی: اگر تعداد فام تن ها، تغییر کنه؛ ناهنجاری عددی در کروموزوم ها اتفاق میفته. مثلا در نشانگان داون، یک فام تن ۲۱ اضافی وجود داره و در کل ۴۷ کروموزوم دارن. (به جای ۴۶ کروموزوم)

واژگونی

مضاعف شدگی

جاببه جایی

حذف

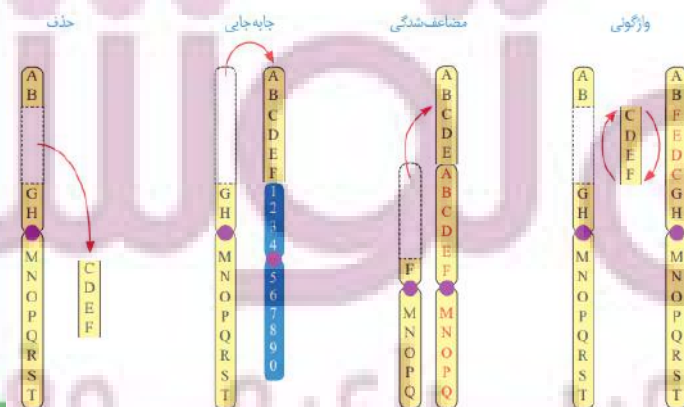
۲- ناهنجاری ساختاری:

**حذف:** اگر قسمتی از فام تن از دست بره، جهش ساختاری حذف اتفاق میوفته که جهش های فام تنی حذفی، غالبا باعث مرگ میشن!! (این جهش رو با جهش کوچک حذف اشتباه نکن!!)

**جاببه جایی:** اگر قسمتی از یک فام تن به فام تن غیرهمتا یا حتی بخش دیگری از همان فام تن منتقل بشه، جهش جاببه جایی اتفاق می افتد.

**مضاعف شدگی:** اگر قسمتی از یک فام تن به فام تن همتا جا به جا بشه، در این صورت در فام تن همتا، از آن قسمت دو نسخه دیده می شه بنابراین جهش مضاعف شدگی انجام شده.

**واژگونی:** اگر جهت قرار گیری قسمتی از یک فام تن در جای خود، معکوس بشه، جهش واژگونی است.



شکل ۴- انواع ناهنجاری های ساختاری در فام تن ها

# خیابان ژنوم



## نکته های جهش ساختاری و بررسی شکلش

- ✓ برخی از ناهنجاری های ساختاری کروموزوم ها، نظیر جهش واژگونی، ممکن است از طریق کاریوتیپ قابل تشخیص نباشد.
- ✓ جهش مضاعف شدگی تنها در سلول هایی دیده می شه که کروموزوم های همتا داشته باشن؛ پس در گامت های انسان این جهش را مشاهده نمی کنیم.
- ✓ در جهش جابه جایی ممکن است طول ثابت بماند. (اگر قسمت جدا شده به بخش دیگر همان فام تن منتقل بشه.)؛ در جهش واژگونی، طول کروموزوم ثابت است.
- ✓ در برخی ناهنجاری های ساختاری در کروموزوم ها، نظیر مضاعف شدگی و واژگونی و ...، میزان محتوای ژنتیکی سلول ثابت می ماند.
- ✓ اگر حذف در قسمت میانی کروموزوم ها رخ دهد، ۴ مولکول آب برای شکست ۴ پیوند فسفودی استر (دو پیوند در هر رشته) مصرف می شه و ۲ مولکول آب هم برای اتصال دو انتهای باز DNA به هم، تولید می شه. (در کل مصرف ۲ مولکول آب)
- ✓ اگر حذف در قسمت انتهایی کروموزوم ها رخ بده، تنها دو پیوند فسفودی استر می شکنه. (مصرف ۲ مولکول آب)
- ✓ جهش می تونه از طریق سلول پیکری در تولید مثل غیرجنسی، به نسل بعد منتقل بشه.
- ✓ در همه انواع جهش های ساختاری (حذف، جابه جایی، مضاعف شدگی، واژگونی) ابتدا قطعه از کروموزوم جدا می شه، سپس با توجه به سرنوشت قطعه جدا شده، نوع جهش مشخص می شه.
- ✓ منظور از ناهنجاری های کروموزومی، همان جهش های بزرگ است؛ دقت کنید که هرگونه تغییر بزرگ در دنا را ناهنجاری فام تنی تلقی نمی کنن؛ مثلاً کراسینگ اور، ناهنجاری فام تنی محسوب نمی شه.
- ✓ در همه انواع جهش های بزرگ تغییر ساختار فام تن، پیوندهای فسفودی استر شکسته میشه.
- ✓ در گلبول قرمز بالغ، برخلاف نابالغ امکان مشاهده ی جهش وجود نداره.
- ✓ فقط در زنان امکان جهش مضاعف شدگی بین فام تن های جنسی وجود داره.
- ✓ در انسان اگر جهش جابجایی بین دو کروموزوم (غیر همتا) باشد، چهار کروموزوم از همتا بودن خارج میشن.



## ترکیب با سایر فصول

- ✓ فصل شش یازدهم: برای تعیین تعداد فام تن ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری های فام تنی، کاریوتیپ تهیه می شه. کاریوتیپ تصویری از فام تن ها با حداکثر فشردگی است که بر اساس اندازه، شکل و محل قرارگیری سانترومرها، مرتب و شماره گذاری شده اند.
- ✓ فصل شش یازدهم: در باهم ماندن فام تن ها، یک یا چند فام تن در مرحله آنافاز (ریشتمان و کاستمان) از هم جدا نمی شن. بنابراین، در یاخته های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند فام تن مشاهده می شه. نمونه این حالت، نشانگان داون است. به آمیزه ای از نشانه های یک بیماری، یا یک حالت نشانگان می گن. افراد مبتلا به داون، در یاخته های پیکری خود ۴۷ فام تن دارن. فام تن اضافی مربوط به شماره ۲۱ است؛ یعنی یاخته های پیکری این افراد ۳ فام تن شماره ۲۱ دارن. علت بروز این حالت آن است که یکی از یاخته های جنسی ایجادکننده فرد، به جای یک فام تن شماره ۲۱، دارای دو فام تن ۲۱ است.



## توصیف

➤ نوعی جهش بزرگ که غالباً باعث مرگ می شه ← جهش حذفی بزرگ

## پیامد های جهش

تاثیر جهش به عوامل مختلفی بستگی داره، یکی از (نه فقط) این عوامل، محل وقوع جهش در ژنوم (ژنگان) است. ژنوم چیه ؟؟؟



ژنوم، به کل محتوای ماده وراثتی گفته میشه و برابر است با مجموع محتوای ماده وراثتی هسته ای و سیتوبلاسمی.

طبق قرارداد، ژنوم هسته ای را معادل مجموعه ای شامل یک نسخه از هر یک از انواع فام تن ها در نظر می گیرن.

# خیار

ژنوم هسته ای انسان شامل، ۲۲ فام تن غیرجنسی و فام تن های جنسی X و Y است.

و ژنوم سیتوبلاسمی انسان شامل، DNA میتوکندری است.

ژن ها فقط بخشی از ژنوم هستند؛ بنابراین اگر جهش در **توالی های بین ژنی** رخ بدهد، در این صورت بر توالی محصول ژن، **اثری نخواهد گذاشت**. اما اگر جهش درون ژن اتفاق بیفته، پیامد های مختلفی ممکن است داشته باشد.

آنزیمی را در نظر بگیرید که در ژن آن جهش جانیشینی رخ داده و رمز یک آمینواسید را به آمینواسید دیگری تبدیل کرده است. آیا این جهش باعث تغییر در عملکرد آنزیم خواهد شد؟ پاسخ این سؤال به محل وقوع تغییر در آنزیم بستگی دارد. اگر جهش باعث تغییر در جایگاه فعال آنزیم بشه، آنگاه احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است. اما اگر جهش در جایی دور از جایگاه فعال رخ بدهد، به **طوری** که بر آن اثری نگذارد، احتمال تغییر در عملکرد آنزیم کم یا حتی صفر است.

اما اگر جهش در یکی از توالی های تنظیمی اتفاق بیفته، (مثلا در راه انداز یا افزاینده)؛ این جهش بر توالی پروتئین اثری **نخواهد گذاشت**؛ بلکه بر «مقدار» آن تاثیر می گذارد.

جهش در راه انداز، ممکن است آن را به راه اندازی قوی تر یا ضعیف تر تبدیل کنه و با اثر بر میزان رونویسی از ژن، محصول آن را نیز بیشتر یا کمتر کنه.



## نکته های پیامد های جهش

- ✓ جهش در راه انداز، علاوه بر اینکه ممکن است راه انداز را، به راه اندازی قوی تر یا ضعیف تر تبدیل کنه، ممکنه هیچ تغییری هم ایجاد نکنه.
- ✓ ژنوم دارای توالی های ژنی و غیر ژنی هستن.
- ✓ راه انداز و افزاینده، جزء توالی های بین ژنی هستن و در تنظیم فعالیت ژن نقش دارن.
- ✓ از یاخته های بدن یک زن به دلیل اینکه فاقد کروموزوم Y هستن، نمی توان در تهیه ژنوم استفاده کرد.
- ✓ از گامت ها نمیتوان برای تهیه ژنوم استفاده کرد.
- ✓ فقط در ژنوم هسته ای توالی اینترون و اگزون دیده میشه.
- ✓ ژنگان برای مرد و زن فرقی نداره کلا مرتبط با گونه انسان هست.



## ترکیبیجات

- ✓ فصل هفت یازدهم: ژنوم میتوکندریایی انسان، تنها از مادر به ارث می رسه؛ چون تنه اسپرم که دارای میتوکندری است، وارد تخمک نمی شه و همه محتویات ژنی میتوکندری تخم مربوط به تخمک می باشد.
- ✓ فصل یک دوازدهم: بیشتر آنزیم ها پروتئینی هستن، آنزیم ها در ساختار خود بخشی به نام جایگاه فعال دارن. جایگاه فعال بخشی اختصاصی در آنزیم است که پیش ماده در آن قرار می گیره. ترکیباتی که آنزیم روی آن ها عمل می کنه، پیش ماده و ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستن، فرآورده یا محصول خوانده می شود.



## توصیف

- کل محتوای ماده وراثتی ← ژنوم
- توالی های بین ژنی معروف ← راه انداز، اپراتور، افزاینده، جایگاه اتصال فعال کننده
- ژنوم انسان ← ژنوم هسته ای و سیتوبلاسمی (میتوکندری)
- ژنوم گیاهان ← ژنوم هسته ای، ژنوم سیتوبلاسمی (میتوکندری و کلروپلاست)

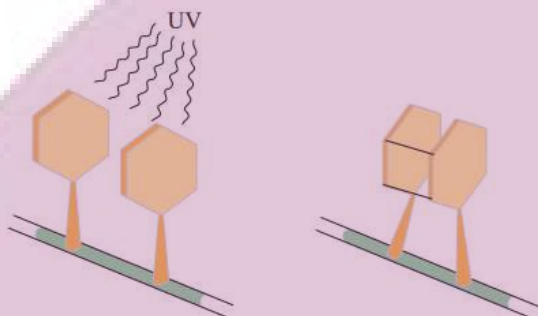
## علت جهش

ساز و کارهای دقیقی برای اطمینان از صحت همانندسازی DNA وجود دارد اما گاهی در همانندسازی، خطاهایی رخ میدهد که باعث جهش می‌شود.

علاوه بر خطاهای همانند سازی، جهش می‌تونه تحت اثر عوامل جهش زا هم اتفاق بیفته؛

عوامل جهش زا:

- ✚ **فیزیکی:** مثل پرتو فرابنفش؛ این پرتو در نور خورشید وجود دارد و باعث تشکیل پیوند بین دو تیمین مجاور (نه مقابل) هم در DNA می‌شه؛ که به آن دویار (دیمر) تیمین میگن. دیمر تیمین، با ایجاد اختلال در عملکرد دنا بسپاراز، همانند سازی را با مشکل مواجه می‌کنه.
- ✚ **شیمیایی:** مثل بنزوپیرن؛ این ماده در دود سیگار وجود دارد و جهشی ایجاد میکنه که به سرطان منجر می‌شه.



شکل ۵- تشکیل دویار تیمین

**ارثی:** جهش ارثی از یک یا هر دو والد به فرزند میرسه. این جهش در گامت‌ها وجود دارد که پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می‌کنه؛ در این صورت همه یاخته‌های حاصل از آن تخم دارای آن جهش اند.

انواع جهش

**اکتسابی:** جهش اکتسابی از محیط کسب می‌شه؛ مثل سیگار کشیدن که می‌تونه باعث ایجاد جهش در یاخته‌های دستگاه تنفس بشه.

سبک زندگی و تغذیه سالم، نقش مهمی در پیشگیری سرطان دارن.

ورزش و وزن مناسب از عوامل مهم در حفظ سلامت اند.

غذاهای گیاهی که پاداکسنده و الیاف دارن در پیشگیری از سرطان مؤثرن.

در عین حال، شیوه فراوری و پخت غذا بر سلامت آن اثر می‌ذاره. تحقیقات نشان داده است در مناطقی که مصرف غذاهای نمک سود یا دودی شده رایج است، سرطان شیوع بیشتری داره. همچنین، ارتباط بعضی- از سرطان‌ها با مصرف زیاد غذاهای کباب شده یا سرخ شده مشخص شده است.

گزارش‌های متعددی در دست است که نشان می‌دهد ترکیبات نیتريت دار مانند سدیم نیتريت، که برای ماندگاری محصولات پروتئینی مثل سوسیس و کالباس به آن‌ها اضافه می‌شه، در بدن به ترکیباتی تبدیل میشوند که تحت شرایطی قابلیت سرطان زایی دارن. بنابراین مصرف زیاد چنین موادغذایی از عوامل ایجاد سرطان است.

# پایانه



## قید نامه و هر نامه

دانشمندان با مقایسه آمینواسیدهای هموگلوبین های سالم و تغییر شکل یافته، دریافتن که این هموگلوبین فقط در ششمین آمینواسید از زنجیره بتا متفاوت اند.

نباید تصور کرد که جهش جانشینی همیشه باعث تغییر در توالی آمینواسید می شه.

جهش های اضافه و حذف، الزاما به تغییر چارچوب خواندن نمی انجامن.

جهش های فام تنی حذفی، غالبا باعث مرگ می شن.

طبق قرارداد، ژنگان هسته ای را معادل مجموعه ای شامل یک نسخه از هر یک از انواع فام تن ها در نظر می گیرن.

ژن ها فقط بخشی از ژنگان اند.

آنزیمی را در نظر بگیرید که در ژن آن جهش جانشینی رخ داده و رمز یک آمینواسید را به آمینواسید دیگری تبدیل کرده است؛ اگر جهش

در جایی دور از جایگاه فعال رخ بده، به طوری که بر آن اثری نگذاره، احتمال تغییر در عملکرد آنزیم کم و یا حتی صفر است.

جهش در راه اندازه، ممکن است آن را به راه اندازی قوی تر یا ضعیف تر تبدیل کنه و با اثر بر میزان رونویسی از ژن، محصول آن را نیز

بیشتر یا کمتر کنه.

گرچه سازوکارهای دقیقی برای اطمینان از صحت همانندسازی دنا وجود داره اما با وجود این ها، گاهی در همانندسازی خطاهایی رخ

می ده که باعث جهش می شن.

جهش ارثی از یک یا هر دو والد به فرزند می رسه. این جهش در گامت ها وجود داره که پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می کنن.

در این صورت همه یاخته های حاصل از آن، دارای آن جهش اند.

تحقیقات نشان داده است در مناطقی که مصرف غذاهای نمک سود یا دودی شده رایج است، سرطان شیوع بیشتری داره.

ارتباط بعضی از سرطان ها با مصرف زیاد غذاهای کباب شده یا سرخ شده مشخص شده است.



## سوال نامه

۱. کدام گزینه صحیح است؟ (کنکور ۱۴۰۰ داخل)

(۱) جهش دگرمعنا برخلاف جهش حذف، به تغییر در پلی پپتید ساخته شده می انجامد.

(۲) جهش حذف برخلاف جهش بی معنا، به تغییر محصول حاصل از رونویسی می انجامد.

(۳) جهش خاموش همانند جهش بی معنا، باعث عدم تغییر رمز یک نوع آمینواسید می شود.

(۴) جهش دگرمعنا همانند جهش خاموش، به عدم تغییر تعداد نوکلئوتیدهای یک ژن می انجامد.

پاسخ: گزینه چهار

جهش دگرمعنا و جهش خاموش، جزء جهش های جانشینی هستند که منجر به تغییر طول دنا نمی شوند. بررسی سایر گزینه ها:

(۱) هم جهش دگرمعنا و هم جهش حذفی، میتوانند باعث تغییر در توالی mRNA و تغییر در پلی پپتید ساخته شده شوند.

(۲) همه انواع جهش های کوچکی که در ژن رخ می دهند، می توانند منجر به تغییر در RNA شوند.

(۳) جهش بی معنا باعث تغییر رمز یک آمینواسید به رمز پایان ترجمه می شود.

۲. کدام عبارت درست است؟ (کنکور ۱۴۰۰ خارج)

- ۱) جهش دگرمعنا برخلاف جهش بی معنا، به تغییر محصول حاصل از رونویسی می انجامد.
- ۲) جهش دگرمعنا همانند جهش خاموش، به تغییر تعداد نوکلئوتیدهای ژن می انجامد.
- ۳) جهش حذف همانند جهش بی معنا، میتواند به تغییر پلی پپتید ساخته شده بیانجامد.
- ۴) جهش خاموش، برخلاف جهش حذف، منجر به تغییر در نوع آمینواسید می شود.

پاسخ: گزینه سه

این امکان وجود دارد که جهش جاننشینی رمز یک آمینواسید را به رمز پایان ترجمه تبدیل کند (جهش بی معنا) که در این صورت پلی پپتید حاصل از آن، نسبت به حالت قبل از جهش، کوتاه تر خواهد شد. اگر نوکلئوتیدی اضافه یا حذف شود نیز ممکن است پیامد وخیمی داشته باشد. مثلا اگر این نوکلئوتید حذف شده منجر به ایجاد رمز پایان ترجمه زودتر از موعد شود، پلی پپتید کوتاه تری خواهیم داشت. بررسی سایر گزینه ها :

- ۱) در جهش جاننشینی، یک یا چند نوکلئوتید جانشین یک یا چند نوکلئوتید دیگر در دنا میشوند، حالا اگر از روی این قسمت از دنا، رونویسی انجام شود، رنای حاصل نیز نوکلئوتید متفاوت خواهد داشت؛ پس در هر دو جهش، توالی نوکلئوتیدی رنا میتواند تغییر کند .
- ۲) در جهش جاننشینی، نوکلئوتید(ها)، جانشین هم می شوند؛ بنابراین در جهش های دگرمعنا و خاموش که از انواع جهش های جاننشینی هستند، تعداد نوکلئوتیدهای ژن، ثابت باقی می ماند.
- ۴) در جهش خاموش، رمز یک آمینواسید به رمز دیگری برای همان آمینواسید تبدیل می شود، پس این نوع جهش تأثیری بر توالی آمینواسیدها نخواهد گذاشت.

## گفتار دو

### تغییر در جمعیت ها

بعد از کشف پادزیست (آنتی بیوتیک) ها در نیمه قرن گذشته انسان ها به یکی از کارآمدترین ابزارهای دفاعی در برابر باکتری های بیماری زا مجهز شدن و تونستن در نبرد با اون ها پیروز بشن. با این وجود مدتی که از گوشه و کنار دنیا خبر میرسه باکتری ها نسبت به پادزیست ها مقاوم شدن. هرچند دانشمندان با طراحی داروهای جدید برتری انسان رو در این نبرد همچنان حفظ کردن اما در عین حال روند مقاوم شدن باکتری ها انسان رو سخت نگران کرده. مقاوم شدن باکتری ها نسبت به داروها یکی از مثال هاییه که نشون میده «موجودات زنده میتونن در گذر زمان تغییر کنن.»

**تغییر در گذر زمان** همه انسانها ویژگی های مشترکی دارن که باعث میشه اون ها رو در گروهی به نام «انسان ها» قرار بدیم. در عین حال در میان انسان ها تفاوت های فردی هم وجود داره که باعث شناخت اون ها از یکدیگه میشه. تفاوت های فردی منحصر به انسان نیست. در بین افراد گونه های دیگه هم تفاوت های فردی دیده میشه.

تفاوت های فردی چطوری میتونه در پایداری گونه موثر باشه؟ فرض کنیم در نوعی از جانوران، افراد تحمل متفاوتی نسبت به سرما دارن یعنی بعضی ها میتونن سرما رو تحمل کنن اگه سرمای شدیدی اتفاق بیفته اونایی که سرما رو تحمل میکنن شانس بیشتری برای زنده موندن دارن. پس این افراد بیشتر از دیگران تولید مثل میکنن و در نتیجه صفت تحمل سرما، بیشتر از قبل به نسل بعد منتقل میشه. اگه سرما همچنان ادامه داشته باشه، باز هم اون ها که سرما رو تحمل میکنن شانس بیشتری برای تولید مثل و انتقال صفت به نسل های بد رو دارن. پس بعد از مدتی با جمعیتی رو به رو میشیم که در اون تعداد افرادی که سرما رو تحمل میکنن در مقایسه با جمعیت اول بیشتره و این یعنی تغییر در جمعیت .

مثال ساده ای که در بالا گفتیم نشون میده که برای تغییر، شرایطی لازمه. یکی از این شرایط وجود تفاوت های فردیه. وقتی تفاوت فردی هست این سوال پیش میاد که کدام تفاوت ها بهترن. در مثال ما اونایی که سرما رو تحمل می کردن، در مقایسه با بقیه، شانس بیشتری برای زنده موندن داشتن. با کمی دقت متوجه میشیم که این «بهتر» بودن یک صفت همیشگی نیست. بلکه شرایط محیطی تعیین کننده صفات بهتره. اگه هوا به جای سرد شدن گرم میشه، اونوقت افراد دیگه ای شانس زنده موندن داشتن.



# خیابان

پس زیست‌شناسان از واژه «صفت بهتر» استفاده نمیکنند بلکه به جای اون میگن «صفت سازگارتر با محیط». به روشنی دیده میشه این محیطه که تعیین میکنه کدوم صفت با فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل بشه. به این فرآیند که در اون افراد سازگارتر با محیط انتخاب میشن، یعنی اون هایی که شانس بیشتری برای زنده موندن و تولید مثل دارن، **انتخاب طبیعی** میگویم.



**انتخاب طبیعی** میتونه علت مقاوم شدن باکتری‌ها به پادزیست‌ها رو توضیح بده. در این مثال باکتری‌های غیرمقاوم از بین میرن و باکتری‌های مقاوم تکثیر میشن و به تدریج همه جمعیت رو به خودشون اختصاص میدن. در نتیجه جمعیت از غیرمقاوم به مقاوم تغییر میکنه.

وقتی از تفاوت‌های فردی حرف می‌زنیم در واقع در حال بررسی **جمعیتی از افراد** هستیم نه یک فرد. انتخاب طبیعی «جمعیت» رو تغییر میده نه «فرد» رو.

**جمعیت** به افرادی گفته میشه که به یک گونه تعلق دارن و در یک زمان و مکان زندگی میکنن.



بریم سراغ نکات خط به خطش

- مجموع فراوانی نسبی آлл‌ها همیشه یکه.
- پیدایش آلل‌های جدید فراوانی نسبی آلل‌ها رو تغییر میده.
- پیدایش آلل‌تنوع ژنوتیپی رو افزایش میده.
- در جمعیت در حال تعادل فراوانی نسبی آلل‌ها ثابت.



یه نکته ی ترکیبی هم داریم

- ترکیب با فصل ۱ دهم: سطوح سازمان یابی حیات: یاخته - بافت - اندام - دستگاه - جاندار - جمعیت - اجتماع - بوم سازگان - زیست بوم - زیست کره

## خزانه ژن

قبل از کشف مفاهیم پایه ژنتیک، زیست‌شناسان جمعیت رو بر اساس صفات ظاهری توصیف میکردن. مثل گوناگونی رنگ بدن در یک جمعیت جانوری یا گوناگونی رنگ گلبرگ در یک جمعیت گیاهی. با شناخت ژن‌ها، این امکان فراهم شد که زیست‌شناسان جمعیت رو بر اساس ژن‌های اون توصیف کنن. مجموع همه دگره‌های موجود در همه جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت رو **خزانه ژن** اون جمعیت می‌نامیم.



✚ توالی های تنظیمی مثل راه انداز جزو خزانه ی ژن نیستن.  
✚ ژنگان کل محتوای ماده ی وراثتی هست ولی خزانه ی ژن فقط بخش هایی از دنا که ژن هستن.

### نکات ترکیبی رو یادت نره

- ❖ فصل یک دوازدهم: ژن حتما از جنس دنا هست.
- ❖ فصل دو دوازدهم: بیان ژن حتما با ایجاد پیوند فسفودی استر همراهه .

## تعادل در جمعیت

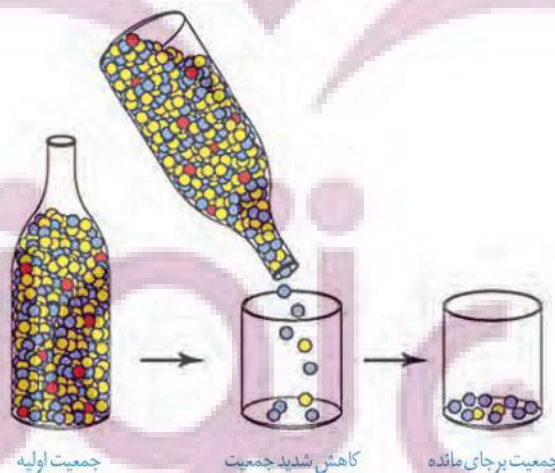
اگه در جمعیتی فراوانی نسبی دگره ها یا ژن نمود ها از نسلی به نسل دیگه ثابت باشه اون وقت میگیم جمعیت در حال تعادل ژنیه. تا وقتی جمعیت در حال تعادله، تغییر در اون مورد انتظار نیست. اگه جمعیت از تعادل خارج بشه، روند تغییر رو در پیش گرفته . عوامل زیر باعث میشن جمعیت از حالت تعادل خارج بشه.

**الف) جهش** یک باکتری رو در نظر بگیرین که هر ۲۰ دقیقه تقسیم میشه. اگه جهش رخ بده اون وقت دگره های جدیدی ایجاد میشن که این یعنی تغییر در فراوان نسبی دگره ها.

جهش با اضافه کردن دگره های جدید خزانه ژنی رو غنی تر می کنه و گوناگونی رو زیاد میکنه. بسیاری از جهش ها تأثیری فوری بر رخ نمود ندارن پس ممکنه تشخیص داده نشن. اما با تغییر شرایط محیط ممکنه دگره جدید سازگارتر از دگره یا دگره های قبلی عمل کنه.

**ب) رانش دگره ای** فرض کنین گله ای شامل ۱۰۰ گوسفند در حال عبور از ارتفاعاته. حین عبور تعدادی گوسفند به پایین پرت میشن و می میرن. اگه این گوسفندان زاده ای نداشته باشن شانس انتقال ژن های خودشون به نسل بعد رو از دست دادن. به فرآیندی که باعث تغییر فراوانی دگره ای بر اثر رویدادهای تصادفی میشه رانش دگره ای میگیم. رانش دگره ای اگر چه فراوانی دگره ها رو تغییر میده اما برخلاف انتخاب طبیعی باعث سازش نمی شه.

به مثال دیگه ای توجه کنین. بعضی وقتا در حوادثی مثل سیل، زلزله، آتش سوزی و ... تعداد اونایی که میمیرن ممکنه بیشتر از اونایی باشن که زنده می مونن. پس فقط بخشی از دگره های جمعیت بزرگ اولیه به جمعیت کوچک باقی مونده میرسه و جمعیت آینده از همین دگره های به جا مونده تشکیل میشه. در این صورت هم فراوانی دگره ها تغییر میکنه اما این تغییر در فراوانی ارتباطی با سازگاری اون ها با محیط و انتخاب طبیعی نداره.



هرچقدر اندازه یک جمعیت کوچکتر باشه رانش دگره ای اثر بیشتری داره. به همین علت برای اینکه جمعیتی در تعادل باشه باید اندازه بزرگی داشته باشه. منظور از اندازه جمعیت تعداد افراد اون جمعیتته.

# خیابان

**(پ) شارش ژن** وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگه مهاجرت می کنند در واقع تعدادی از دگره های جمعیت مبدا رو به جمعیت مقصد وارد می کنند و باعث تغییر در فراوانی نسی دگره های هر دو جمعیت میشن. به این پدیده شارش ژن می گیم. اگر بین دو جمعیت شارش ژن به طور پیوسته و دو سویه ادامه داشته باشه در نهایت خزانه ژنی دو جمعیت به هم شبیه میشه.

**(ت) آمیزش غیر تصادفی** برای این که جمعیتی در حال تعادل باشه، لازمه آمیزش ها در اون تصادفی باشه. آمیزش تصادفی آمیزشی هست که در اون احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگه در اون جمعیت یکسان باشه. اگه آمیزش ها به رخ نمود یا ژن نمود بستگی داشته باشه دیگه تصادفی نیست و فراوانی نسبی ژن نمود ها رو تغییر میده. برای مثال جانوران جفت خودشون رو بر اساس ویژگی های ظاهری و رفتاری «انتخاب» می کنند.

**(ث) انتخاب طبیعی** انتخاب طبیعی فراوانی دگره ها رو در خزانه ژنی تغییر میده. انتخاب طبیعی افراد سازگارتر با محیط رو انتخاب میکنه و از فراوانی افراد دیگه کم میکنه. به این ترتیب خزانه ژن نسل آینده دستخوش تغییر میشه. در مثال ابتدای این گفتار دیدیم که چطوری در نتیجه انتخاب طبیعی، بعضی از باکتری ها نسبت به تغییر شرایط (حضور پادزیست ها) سازش پیدا کردن.



آماده ی نکات خط به خط هستی؟

- ✓ مهمترین عامل تغییر دهنده جمعیت جهش هست.
- ✓ رانش دگره ای میتونه شباهت ها رو زیاد کنه.
- ✓ انتخاب طبیعی میتونه باعث حفظ تنوع بشه. (در رابطه با اهمیت ناخالص ها در کم خونی داسی شکل و مالاریا دو نوع آلل حفظ شده.)
- ✓ انتخاب طبیعی میتونه باعث کاهش تفاوت ها در یک جمعیت بشه.
- ✓ از بین موارد ذکر شده تنها جهش است که ساختار دنا را تغییر میده.
- ✓ شارش ژن و جهش تصادفی و آمیزش غیر تصادفی و انتخاب طبیعی هدفدار هستن.
- ✓ ایجاد آلل جدید توصیف جهش اما پیدایش آلل جدید در جمعیت توصیف جهش و شارش میباشد.



نکته های ترکیبی خفن داریم!

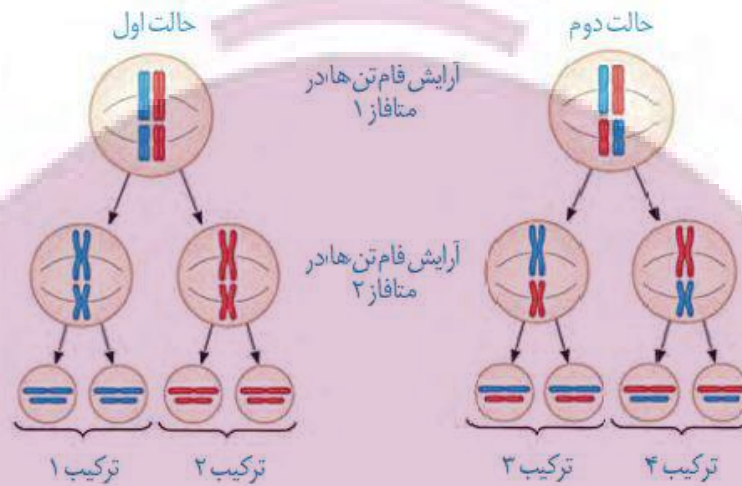
- فصل هشت دوازدهم: خارج کردن پوسته های تخم از لانه توسط کاکاپی رفتار سازگار کننده هست و رفتار های سازگار کننده با ساز و کار انتخاب طبیعی برگزیده میشن.
- فصل هشت دوازدهم: طاووس ماده دم طاووس های نر رو بررسی می کنه و نری رو به عنوان جفت انتخاب میکنه که رنگ درخشان و لکه های چشم مانند بیشتری روی پرهای دمش داشته باشه.
- فصل هشت دوازدهم: در جانوران ماده ها بیشتر از نرها رفتار انتخاب جفت رو انجام میدن چون جانوران ماده معمولاً زمان و انرژی بیشتری مصرف می کنن.
- فصل هشت دوازدهم: در نوعی جیرجیرک جانور نر هزینه بیشتری در تولید مثل می پردازه پس جفت رو انتخاب میکنه.
- فصل هشت دوازدهم: بر اساس انتخاب طبیعی رفتار غذایی ای انتخاب میشه که از نظر میزان انرژی دریافتی کارآمدتر باشه یعنی اینکه جانور در هر بار غذایی بیشترین انرژی خالص رو دریافت کنه.
- فصل هشت دوازدهم: بر اساس انتخاب طبیعی رفتار دگرخواهی افراد نهبان در گروه جانوران و یا زنبورهای عسل برگزیده شده و به بقای اون ها منجر میشه.

## تداوم گوناگونی در جمعیت ها

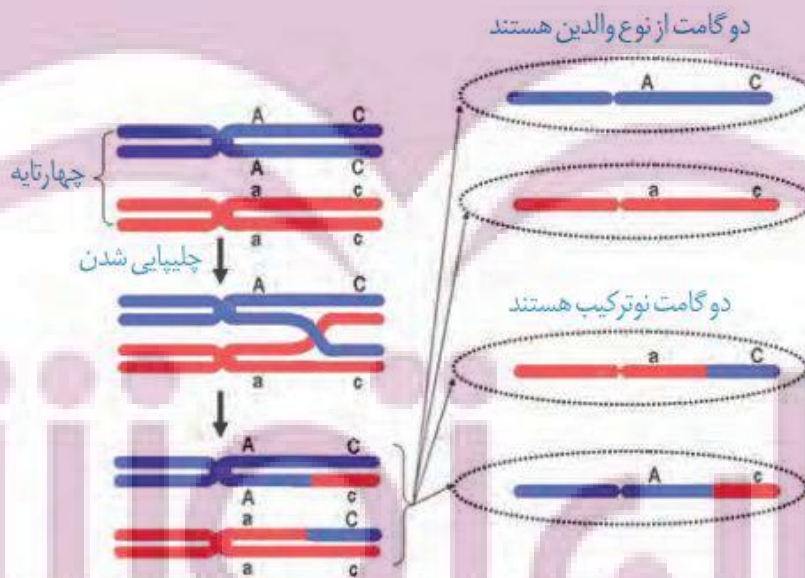
فهمیدیم که نتیجه انتخاب طبیعی سازگاری بیشتر جمعیت با محیطه. با انتخاب شدن افراد سازگارتر تفاوت های فردی در نتیجه گوناگونی کم میشه. از طرف دیگه دیدیم که گوناگونی در بین افراد یک جمعیت توانایی بقای جمعیت رو در شرایط محیطی جدید بالا میره. از این رو به ساز و کارهایی نیازه که با وجود انتخاب طبیعی گوناگونی تداوم داشته باشه. در ادامه این ساز و کارها رو بررسی میکنیم.

# خیا

**الف) گوناگونی دگره ای در گامت ها** در تولید مثل جنسی هر والد از طریق گامت هایی که میسازه نصف گامت های خودش رو به نسل بعد منتقل می‌کند. اینکه هر گامت کدام یک از فام تن ها رو منتقل می‌کند به آرایش چهارتاییه ها (تتراد ها) در متافاز میوز ۱ بستگی داره. در متافاز میوز ۱ فام تن ها با آرایش های مختلفی ممکنه در سطح میانی یاخته قرار بگیره که باعث ایجاد گامت های مختلفی میشه.



**ب) نوترکیبی** در میوز ۱ هنگام جفت شدن فام تن های همتا و ایجاد تتراد ممکنه قطعه ای از فام تن بین کروماتیدهای غیرخواهاری مبادله بشه. به این پدیده چلیپایی شدن (کراسینگ اور) می‌گیم. اگه قطعات مبادله شده دگره های متفاوتی داشته باشن ترکیب جدیدی از دگره ها در این دو فامینک به وجود میاد و به اون ها **فامینک های نوترکیب** می‌گیم. از بین گامت ها اون هایی که فامینک های نوترکیب رو دریافت می‌کنن **گامت نوترکیب** نامیده میشن.



**پ) اهمیت ناخالص ها** اهمیت ناخالص ها در تداوم گوناگونی رو میتونیم به وسیله بیماری کم خونی ناشی از گویچه های قرمز داسی شکل هم نشون بدیم. افراد مبتلا به بیماری گویچه های قرمز داسی شکل ژن نمود  $Hb^s Hb^s$  دارن و در سنین پایین معمولاً میمیرن. ژن نمود ناخالص ها  $Hb^A Hb^s$  هس و وضع بهتری دارن. گویچه های قرمز اون ها فقط وقتی داسی شکل میشن که مقدار اکسیژن محیط کم باشه.

# خیار

ژن شناسان با مطالعه توزیع این بیماری در جهان فهمیدن که فراوانی دگره  $Hb^s$  در مناطقی که مالاریا شایع هست بسیار بیشتر از سایر مناطق. بیماری مالاریا به وسیله نوعی انگل تک یاخته ای ایجاد میشه که بخشی از چرخه زندگی خودش رو در گویچه های قرمز میگذرونه. افرادی که گویچه سالم دارن یعنی  $Hb^A Hb^A$  هستن در معرض خطر ابتلا به مالاریا قرار دارن. این انگل نمیتونه در افراد  $Hb^A Hb^s$  باعث بیماری بشه. پس افراد  $Hb^A Hb^s$  در برابر مالاریا مقاومن. بنابراین وجود دگره  $Hb^s$  در این مناطق باعث بقای جمعیت میشه. در صورتی که این دگره در سایر مناطق، دگره مناسبی نیست. این مثال، مثال خوبی که نشون میده شرایط محیط، تعیین کننده صفتیه که حفظ میشه.



نکته های این بخش خیلی مهمن

- در متافاز میوز ۱ آرایش تترادی تعیین کننده نوع گامت ها در پایان تلوفاز ۲ هستن.
- به دلیل اهمیت ناخالص ها  $Hb^A Hb^s$  که نه در اثر کم خونی داسی شکل می مرن نه مبتلا به بیماری مالاریا میشن باعث میشه آلل مرگ بار  $Hb^s$  حذف نشده و تنوع در جمعیت ادامه پیدا کنه.
- کراسینگ اور میتونه کاری کنه که کروماتید های خواهری دیگه شبیه به هم نباشن.
- کراسینگ اور آلل جدید ایجاد نمیکنه بلکه ترکیب الی جدید ایجاد می کنه.
- ژنوتیپ های خالص مثل DD طی کراسینگ اور هیچ وقت دچار نوترکیبی نمیشن.
- کراسینگ اور مربوط به پروفاز میوز یک هست.
- افراد  $Hb^s Hb^s$  به مالاریا مقاوم هستن.
- کراسینگ اور زمانی موجب گوناگونی میشه که ناخالص باشن.
- در محیط کم اکسیژن شکل گلبول قرمز خالص ها تغییر نمیکنه. (در  $Hb^s Hb^s$  قبلا تغییر کرده!)
- کراسینگ اور جهش محسوب نمیشه.



نوبت نکات ترکیبیه

- فصل شش یازدهم: موجودات هاپلوئید کراسینگ اور و آرایش تترادی ندارن.
- فصل شش یازدهم: در متافاز ۱ تتراد ها در استوای یاخته روی رشته های دوک قرار می گیرن.
- فصل چهار دوازدهم: در بیماری گویچه های قرمز داسی شکل، در رمز مربوط به ششمین آمینواسید، نوکلئوتید A به جای T قرار گرفته و رمز گلوتامیک اسید به رمز والین تبدیل شده.
- فصل چهار دوازدهم: مثال گویچه های قرمز داسی شکل نمونه ای از جهش کوچیکه.



قیدنامه

- همه انسان ها ویژگی های مشترکی دارن.
- به مجموعه همه دگره های موجود در همه جایگاه های ژنی افراد یک جمعیت خزانه ژن میگیریم.
- بسیاری از جهش ها تاثیری فوری بر رخ نمود ندارن.
- هرچه اندازه یک جمعیت کوچکتر باشه رانش دگره ای اثر بیشتری داره.
- اگر بین دو جمعیت شارش ژن به طور پیوسته و دوسویه ادامه پیدا کنه سرانجام خزانه ژن دو جمعیت به هم شبیه میشه.
- در آمیزش تصادفی احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگه در اون جمعیت یکسانه.



چندتا سوال ببینیم

۱. قطعا.....

- ۱) جهش - ال های جدیدی از یک صفت ایجاد می کند.
- ۲) تولید مثل - ژن های ناسازگار را به نسل بعد منتقل نمی کند.
- ۳) شارش ژن - باعث افزایش شباهت خزانه ژنی دو جمعیت می شود.
- ۴) رانش دگره ای - اثر تصادفی بر فراوانی دگره ها در جمعیت دارد.

پاسخ: گزینه چهار

رانش دگره ای بر اساس حوادث طبیعی و تصادفی فراوانی دگره ها را تغییر می دهد.

- ۱) جهش ها لزوماً باعث ایجاد آلل جدید نمی شوند به عنوان مثال جهش کروموزومی از نوع حذف
- ۳) اگر بین دو جمعیت شارش ژن به طور پیوسته و دو سویه ادامه یابد سرانجام خزانه ژنی دو جمعیت به هم شبیه می شود پس شارش ژن همواره باعث شباهت خزانه ژنی دو جمعیت نمیشود.

۲. در جمعیت، همواره.....

- ۱) شارش ژن ها - شباهت بین دو خزانه ژنی افزایش می یابد.
- ۲) رانش آلی - در شرایط یکسانی از شدت رانش، جمعیت های کوچکتر دچار تغییرات بیشتر می شوند.
- ۳) رانش آلی - حذف برخی آلل ها منجر به تغییر فراوانی نسبی آلل در جمعیت می شوند.
- ۴) انتخاب طبیعی - الل های بیماری زای بارز آهسته تر از الل های بیماری زای نهفته حذف می شوند.

پاسخ: گزینه دو

اگر در جمعیت های مختلف رانش با شدت یکسانی رخ دهد جمعیت های کوچک تغییرات بیشتری در فراوانی آلل هایشان خواهند داشت.

۳) ممکن است رانش الی فقط منجر به کاهش فراوانی آلل ها شود اما فراوانی نسبی تغییر نکند.

۳. فرایند کراسینگ اور در کدام مرحله تقسیم میوز صورت می گیرد و ویژگی این مرحله چیست؟

- ۱) پروفاز ۱ - پوشش شبکه آندوپلاسمی تجزیه می شود.
- ۲) پروفاز ۱ - کروموزوم های همتا از عرض کنار یکدیگر قرار می گیرند.
- ۳) آنافاز ۱ - به هر سانترومر یک رشته دوک متصل میشود.
- ۴) آنافاز ۱ - کروموزوم ها دارای کمترین طول خود هستند.

پاسخ: گزینه یک

ایران توانسته

## گفتار سه

## شواهد تغییر گونه ها

شواهدی وجود دارن که نشون می‌دن گونه ها در طول زمان تغییر کردن و در ادامه به این شواهد می پردازیم:

## الف) سنگواره ها :

عبارت بود از بقایای یک جاندار یا آثاری از جانداري که در گذشته دور زندگی میکرده .

معمولاً حاوی قسمت‌های سخت بدن جانداران (مثل استخوان های اسکلت خارجی) هست. گاهی ممکنه کل یک جاندار سنگواره شده باشه مثل ماموت های منجمد شده ای که همه قسمت های بدن آنها، حتی تا پوست و مو، حفظ شدن یا حشراتی که در رزین های گیاهان به دام افتادن.

سنگواره ها اطلاعات فراوانی به ما می‌دن. دیرینه شناسان که به مطالعه سنگواره ها می پردازن دریافتن که در گذشته جاندارانی زندگی می‌کردن که امروز دیگه نیستن، مثل دایناسورها، در مقابل جاندارانی هم هستن که امروز زندگی می‌کنن اما در گذشته زندگی نمی‌کردن، مثل گل لاله یا گریه. در این میان گونه هایی هم هستن که از گذشته‌های دور تا زمان حال زندگی کردن مثل درخت گیسو.

شواهد سنگواره ای نشون میدن که این درخت در ۱۷۰ میلیون سال پیش هم وجود داشته! دیرینه شناسان قادرن عمر یک سنگواره را تعیین کنن. آنان اکنون می دونن که در هر زمان چه جاندارانی وجود داشتن. در مجموع سنگواره ها نشون می‌دن که در زمان های مختلف زندگی به شکل های مختلفی جریان داشته.



پیش به سوی نکات خط به خطش

➕ در سنگواره ها تغییرات ژنومی جاندار تشخیص داده نمی شه.

دام: عمر درخت گیسو حدودا هزار سال هست نه ۱۷۰ میلیون سال !

ترکیب با فصل نه یازدهم: بعضی گیاهان در پاسخ به زخم ترکیباتی ترشح می‌کنن که در محافظت از آنها نقش دارن. گاه حجم این ترکیبات آن قدر زیاد هست که حشره در آن به دام می افته و سخت شدن این ترکیبات سنگواره هایی ایجاد میشه که حشره در آن حفظ شده.



ای:

## ب) تشریح مقایسه

در تشریح مقایسه اجزای پیکر جانداران گونه های مختلف (نه یک گونه) با یکدیگر مقایسه میشه. این مقایسه نشون میده ساختار بدنی بعضی (نه بسیاری) گونه ها از طرح مشابهی برخوردار هست. مقایسه اندام حرکتی جلوی در مهره داران مختلف از طرح ساختاری یکسان حکایت داره. اندام هایی رو که طرح ساختاری آنها یکسان هست، حتی اگر کار متفاوتی انجام بدن (میتونن یکسان باشن مثل بال خفاش و بال پرنده برای پرواز)، «اندامها یا ساختارهای همتا» می‌نامن. دست انسان، بال پرنده، باله دلفین و دست گریه مثال هایی از اندام های همتا هستن.

# خیابان



علت وجود ساختارهای همتا در گونه های مختلف چیست؟  
شناسان بر این باورن که این گونه ها دنیای مشترکی دارن، یعنی اینکه در گذشته از گونه مشترک پیشتر به همین علت این شباهت ها دیده می شه. گونه هایی را که نیای مشترکی دارن **گونه های خویشاوند می گویند.**

زیست شناسان از ساختارهای همتا برای رده بندی جانداران استفاده می کنن و جانداران خویشاوند را در یک گروه قرار می دن.



و اما شکل باحال کتاب

شکل ۱۱- نیای مشترک و گونه های خویشاوند. از خویشاوندی موجودات زنده در رده بندی هم استفاده می شود. دلفین با شیرکوهی خویشاوندی نزدیک تری دارد تا با کوسه. بنابراین دلفین و شیرکوهی در یک گروه قرار می گیرند.

❖ دلفین ، شیرکوهی و کوسه جزو مهره داران هستن.  
❖ کوسه جزو ماهیان غضروفی اما شیرکوهی و دلفین جزو پستانداران هستن پس شیرکوهی و دلفین دارای خویشاوندی نزدیک تری هستن تا کوسه!

ساختارهایی را که کار یکسان اما طرح ساختاری متفاوت دارن **ساختارهای آنالوگ** می نامن، **بال کبوتر و بال پروانه** آنالوگ اند، چون هر دو برای پرواز کردن اند (کار یکسان)، گرچه ساختارهای متفاوتی دارن. این ساختارها نشون می دن که برای پاسخ به یک نیاز، جانداران به روش های **مختلفی** سازش پیدا کرده اند.

تشریح مقایسه ای علاوه بر آشکار کردن خویشاوندی گونه ها اطلاعات دیگری را نیز فراهم می کنه. وقتی گونه های **مختلف** رو مقایسه می کنیم گاهی به ساختارهایی برمی خوریم که در یک عده بسیار کارآمد هستن اما در عده ای دیگه کوچک یا ساده شده و حتی ممکن است فاقد کار خاصی باشن، این ساختارهای کوچک ساده یا ضعیف شده را **ساختارهای وستیجیال** (به معنی رد پا) می نامیم .

مار پیتون با این که **پا ندارد** اما بقایای پا در لگن آن به صورت وستیجیال موجوده و این حاکی از وجود رابطه ای میان آن و دیگر مهره داران است. در واقع ساختارهای وستیجیال ردپای گونه ها هستن.

شواهد متعددی در دست است که نشون میده مارها از تغییر یافتن **سوسمارها** پدید اومدن.



نکاتشو حواست باشه

- ✓ ساختارهای همتا و وستیجیال فقط در گونه های خویشاوند دیده میشن.
- ✓ اندام های آنالوگ الزاماً فقط در گونه های خویشاوند نیستن.
- ✓ گاهی ساختار وستیجیال در بدو تولد نقش داشته و طی رشد کاربرد آن از بین میره مثل آبهشش در قوریاغه (مقایسه نوزاد و بالغ) .
- ✓ از مثال های دیگر ساختارهای وستیجیال می توان به دندان عقل، هیپوفیز میانی و آپاندیس اشاره کرد.

**دام:** مار پیتون دارای بقایای پا میباشد نه خود پا!



شکل ۱۲- بقایای پا در مار پیتون



**(پ) مطالعات مولکولی:**

مقایسه گونه ها را می توان در تراز ژنگان هم انجام داد. از این مقایسه، اطلاعات ارزشمندی به دست میاد، مثل اینکه کدام ژنها در بین گونه ها مشترک هستن و کدام ژن ها ویژگی های خاص یک گونه رو باعث میشن. همچنین زیست شناسان از مقایسه بین دناى جانداران مختلف برای تشخیص خویشاوندی اونها استفاده می کنن. هر چه بین دناى دو جاندار شباهت بیشتری وجود داشته باشه خویشاوندی نزدیک تری دارن. همچنین می توان به تاریخچه تغییر اونها پی برد.

متوالی های از دنا رو که در بین گونه های مختلف دیده میشن **توالی های حفظ شده** می نامن.

**گونه زایی**

تعاریف مختلفی برای گونه وجود داره که هر کدام در محدوده مشخصی کارآمد هستن. یکی از تعاریف رایج برای گونه تعریفی هست که ارنست مایر ارائه کرده و برای جاندارانی کاربرد داره که تولید مثل جنسی دارن: (گونه در زیست شناسی به جانداران گفته میشه که میتونن در طبیعت با هم آمیزش کنن، زاده های زیست و زایا به وجود بیارن ولی نمیتونن با جانداران دیگه آمیزش موفقیت آمیز داشته باشن).

زیست در تعریف بالا به جاندارى گفته میشه که زنده میمونه و زندگی طبیعی خود رو ادامه میده. همچنین منظور از آمیزش موفقیت آمیز آمیزشی هست که به تولید زاده های زیست و مزایا منجر بشه.

اگر میان افراد یک گونه جدایی تولید مثلی رخ بده آنگاه خزانه ژنی آنها از یکدیگر جدا و احتمال تشکیل گونه جدید فراهم میشه. منظور از جدایی تولید مثلی، عواملی هست که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه میشن.

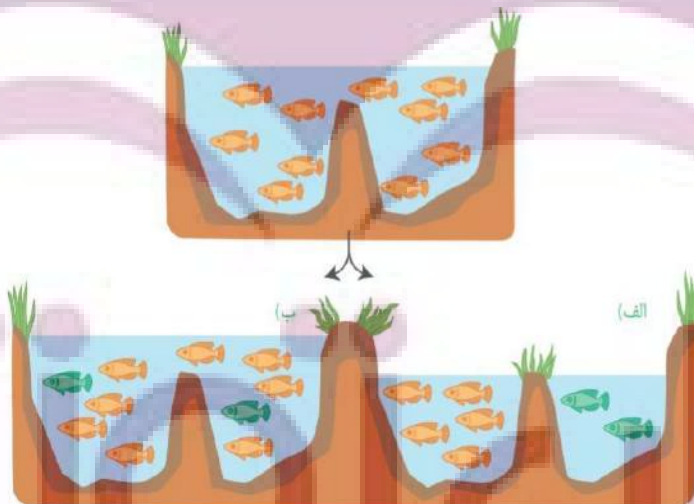
به طور کلی ساز و کارهایی رو که باعث ایجاد گونه ای جدید می شن به دو گروه تقسیم می کنن: گونه زایی دگر میهنی که در آن جدایی جغرافیایی رخ میده و گونه زایی هم میهنی که در آن جدایی جغرافیایی رخ نمیده.



این شما و این نکات خط به خط

➤ طی هر نوع گونه زایی جدایی تولید مثلی اتفاق میفته.

➤ باکتری در تعریف ارنست مایر نمیگنجه.



شکل ۱۳- الف) گونه زایی دگر میهنی و ب) هم میهنی

## گونه زایی دگر میهنی:

گاهی بر اثر وقوع رخدادهای زمین شناختی و سدهای جغرافیایی، یک جمعیت، به دو قسمت جداگانه تقسیم میشه. مثلاً در نتیجه پدیده کوه زایی ممکنه در یک منطقه، مثلاً کوه، دره و یا دریاچه ایجاد بشه که یک جمعیت رو به دو قسمت تقسیم کنه.

این سد های جغرافیایی ارتباط دو قسمت رو که قبلاً به یک جمعیت تعلق داشتن قطع می کنن و بین اونها دیگه شارش ژن صورت نمیگیره. بر اثر وقوع پدیده هایی همچون جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی به تدریج دو جمعیت یاد شده با یکدیگر متفاوت می شن. از آنجا که شارش ژن میان آنها وجود نداره این تفاوت بیشتر و بیشتر میشه تا جایی که حتی اگر این دو جمعیت کنار هم باشن، آمیزشی بین آنها رخ نخواهد داد (مثلاً زمان تولید مثل آن ها فرق کنه). بنابراین می توان آنها را دو گونه مجزا به شمار آورد. اگر جمعیتی که از جمعیت اصلی جدا شده است کوچک باشد، آن وقت اثر رانش ژن را نیز باید در نظر گرفت، که خود بر میزان تفاوت بین دو جمعیت می افزاید.

دام: گونه زایی دگر میهنی به تدریج طی چندین نسل و نه به صورت ناگهانی اتفاق می افتد.

## گونه زایی هم میهنی:

گاهی بین جمعیت هایی که در یک زیستگاه زندگی می کنن جدایی تولید مثلی اتفاق میفته و در نتیجه گونه جدیدی حاصل میشه. این نوع گونه زایی را گونه زایی هم میهنی می نامن. در گونه زایی هم میهنی بر خلاف گونه زایی دگر میهنی، جدایی جغرافیایی رخ نمیده. پیدایش گیاهان چند لادی (پلی پلوئیدی) مثال خوبی از گونه زایی هم میهنی هست.

چند لادی به تولید گیاهانی منجر میشه که زیستا و زایا هستن اما نمی تونن در نتیجه آمیزش با افراد گونه نیایی خود زاده های زیستا و زایا پدید بیارن و بنابراین گونه جدید به به شمار می رن.

گیاهان چند لادی بر اثر خطای میوزی ایجاد می شن. می دونیم که جدا نشدن فام تن ها در میوز به تشکیل گامت هایی با عدد فام تنی غیر طبیعی منجر می شه و اگر این گامت ها با گامت طبیعی لقاح کنن، تخم طبیعی تشکیل نخواهد شد.

دام: گونه زایی هم میهنی به صورت ناگهانی طی یک نسل اتفاق میفته.



وایسا نکات خط به خطش مونده

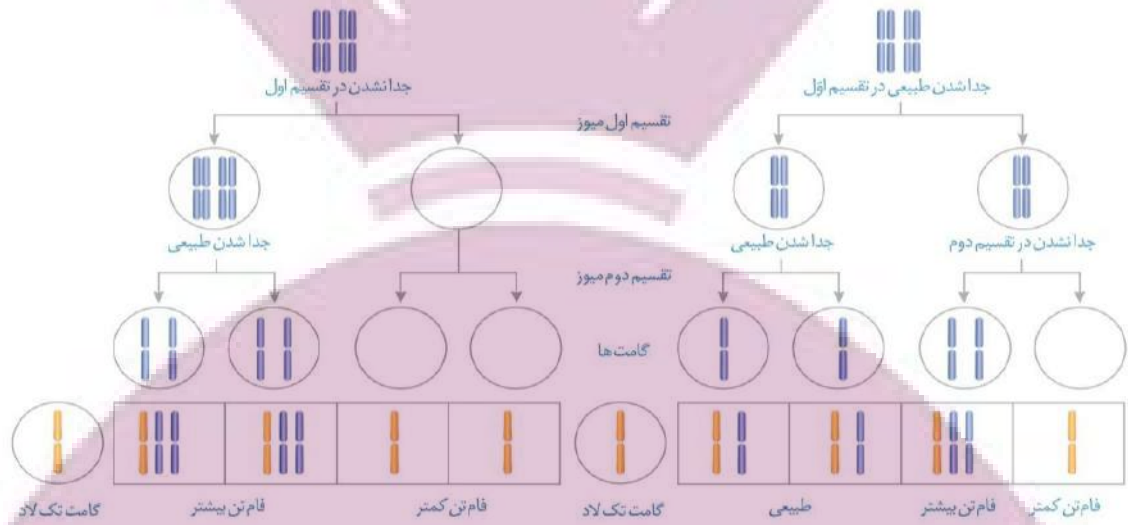
- پلی پلوئیدی شدن نمونه ای از خطاهای میوزی هست.
- خطا در میوزیک یا دو میتونه نتایج مشابهی داشته باشه.
- در هر دو گونه زایی انتخاب طبیعی دارای نقش است.
- در گونه زایی هم میهنی جدایی تولید مثلی رخ می دهد اما جدایی جغرافیایی خیر!



نکات خفن ترکیبی

- فصل شش یازدهم: پلی پلوئیدی شدن و با هم ماندن فام تنها نمونه هایی از این خطا های میوزی هستن.
- فصل شش یازدهم: پلی پلوئیدی شدن = اگر در مرحله آنافاز همه فام تن ها بدون اینکه از هم جدا بشن به یک یاخته برن آن یاخته دوبرابر فام تن خواهد داشت و یاخته دیگر فاقد فام تن خواهد بود.
- فصل شش یازدهم: باهم ماندن فام تن ها = در این حالت یک یا چند فام تن در مرحله آنافاز (میتوز و میوز) از هم جدا نمی شن.

## پیرایید



شکل ۱۴- نتیجه آمیزش گامت های حاصل از خطای میوزی با گامت سالم



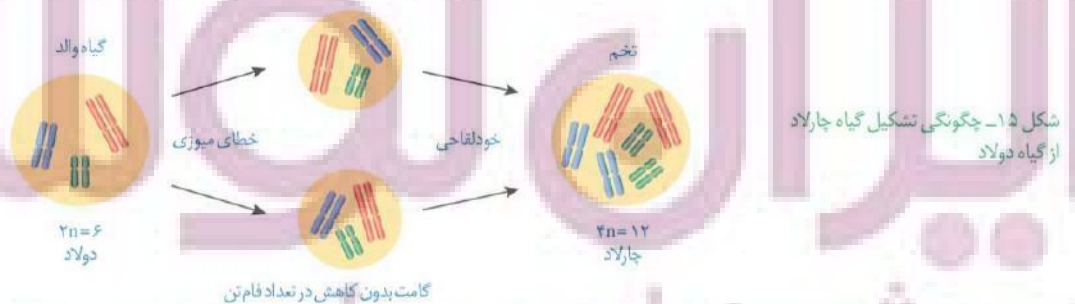
کالبد شکافی این شکل خیلی مهم

✓ اگر خطا در یکی از سلول های حاصل از میوز یک که می خواهد میوز دو انجام دهد اتفاق بیفتد هر دو گامتی که تولید می کنه غیرطبیعی هستن اما سلول دیگه حاصل میوز یک، میوز دو تقسیم طبیعی انجام می ده و دو سلول حاصلش طبیعی هستن . پس در نتیجه در مجموع از چهار سلول حاصل از میوز، نیمی طبیعی و نیمی غیرطبیعی هستن.

✓ اگر خطا در تقسیم میوز یک اتفاق بیفتد همه گامت های تولید شده غیر طبیعی خواهند بود. در اوایل دهه ۱۹۰۰ دانشمندی به نام هوگو دوری که با گیاهان گل مغربی کار می کرد متوجه شد که یکی از گل های مغربی ظاهری متفاوت با بقیه داره. وی با بررسی فام تن های آنها دریافت این گیاه به جای ۱۴ فام تن، ۲۸ فام تن داره و بنابراین چارلاد (تتراپلوئید) است. گامت هایی که گیاه چارلاد ایجاد می کنه دولا هستند نه تک لاد!

اگر گامت های این گیاه با گامت های گیاهان طبیعی که تک لاد هستن، آمیزش کنن، تخم های حاصل سه لاد (تریپلوئید) خواهند شد. گیاه سه لاد حاصل از نمود و این تخم، نازاست.

اما اگر گیاه چارلاد بتونه خودلقاحی انجام بده یا در نزدیکی آن گیاه چارلاد مشابه دیگه ای وجود داشته باشه یاخته تخم تریپلوئید خواهد بود و گیاهی که از آن حاصل می شه قادر به میوز بوده بنابراین زایاست. این گیاه با جمعیت نیایی خود که دیپلوئید بوده اند نمی تونه آمیزش کنه و بنابراین به گونه جدیدی تعلق داره که افراد ان تریپلوئید هستن.



شکل ۱۵- چگونگی تشکیل گیاه چارلاد از گیاه دولا

## خیابان



حواست باشه

❖ بررسی حالات مختلف:

- ❖ اگر آندوسپرم گیاه  $\epsilon n$  و رویان گیاه  $3n$  باشد: گامت ماده  $2n$  و گامت نر  $\epsilon n$  بوده است.
- ❖ اگر آندوسپرم گیاه  $5n$  و رویان گیاه  $3n$  باشد: گامت ماده  $\epsilon n$  و گامت نر  $2n$  بوده است.
- ❖ اگر آندوسپرم گیاه  $7n$  و رویان گیاه  $\epsilon n$  باشد: گامت ماده  $\epsilon n$  و گامت نر  $\epsilon n$  بوده است.
- ❖ اگر آندوسپرم گیاه  $3n$  و رویان گیاه  $2n$  باشد: گامت ماده  $2n$  و گامت نر  $2n$  بوده است.



قیدنامه

- سنگواره معمولاً حاوی قسمت‌های سخت بدن جانداران هست **گاهی ممکنه کل یک جاندار سنگواره شده باشه مثل ماموت** های منجمد شده ای که **همه** قسمت های بدن آنها حتی پوست و مو حفظ شده اند یا حشراتی که در رزین های گیاهان به دام افتاده اند.
- در تشریح مقایسه ای اجزای پیکر جانداران گونه های **مختلف** با یکدیگر مقایسه میشه این مقایسه نشان میده که ساختار بدنی **بعضی** گونه ها از طرح مشابهی برخوردار هست.
- **گاهی** به ساختارهایی بر می خوریم که در یک عده بسیار کارآمد هستن اما در عده دیگر کوچک یا ساده شده و حتی **ممکنه** فاقد کار خاصی باشن.
- هرچه بین دناى دو جاندار شباهت **بیشتری** وجود داشته باشه خویشاوندی **نزدیک تری** دارن.



سوال نامه

۱. مقایسه سنگواره برگ درخت گیسو با نمونه امروزی آن بیانگر کدامیک از موارد زیر است؟
- (۱) دمبرگ این گیاه در طول زمان به تدریج طویل تر شده.
- (۲) محیط برای زندگی این جاندار همواره پایدار و یا نسبتاً پایدار بوده است.
- (۳) محیط برای همه مهره دارانی که در زیستگاه این گیاه زندگی میکردند پایدار بوده است.
- (۴) در این گیاه در مدت ۱۷۰ میلیون سال، ال های غیرسازگار با محیط ایجاد نشده.

پاسخ: گزینه دو

برگ درخت امروزی گیسو با سنگواره به جا مانده از آن بسیار شبیه به هم است. این موضوع نشان می دهد محل زندگی درخت گیسو شرایط پایدار یا نسبتاً پایداری داشته و تغییر چندانی نکرده.

۲. کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) بین دناى دلفین و شیر کوهی نسبت به دناى دلفین و کوسه شباهت بیشتری وجود دارد.
- (۲) اندام حرکتی جلویی در انسان ساختاری یکسان با همه جانوران مهره دار دارند.
- (۳) در هر سنگواره ای از گیاهان دو لپه قطعاً می توان آثاری از سلول های بن لاد چوب پنبه ساز را مشاهده کرد.
- (۴) بقایای اندام حرکتی عقبی در مار پیتون فقط با بررسی دقیق اتصال استخوان ها قابل تشخیص است.

پاسخ: گزینه یک

بررسی سایر گزینه ها:

(۲) ساختار بدنی **بعضی** گونه ها از طرح مشابهی برخوردار است.

(۳) بن لاد چوب پنبه ساز در ساقه و ریشه گیاهان دولپه دیده می شود ولی بخش های فسیل شده ممکن است برگ باشند.

# خیابان

۴) بقایای پا در مار پیتون به صورت برجستگی هایی در نمای ظاهری هم دیده می شود.

۳. به منظور جدا شدن دو گونه سنجاب تیره و روشن از جمعیت اولیه در اثر پیدایش یک دره ابتدا ..
- ۱) تغییرات ناگهانی در جمعیت ایجاد می شود.
  - ۲) با اثر رانش دگره ای میزان تفاوت های دو جمعیت زیاد می شود.
  - ۳) نوعی خطای کاستمانی در یاخته های زاینده ایجاد می شود.
  - ۴) نوعی عامل ایجاد کننده تنوع در جمعیت متوقف می شود.
- پاسخ: گزینه چهار

منظور سوال گونه زایی دگر میهنی در گونه زایی دگر میهنی اول از همه با پیدایش سد جغرافیایی شارش ژنی بین دو گروه جدا شده متوقف می شود. در مراحل بعدی به دلیل پدیده های مثل رانش دگره ای، جهش (خطای کاستمانی) و غیره تغییرات تدریجی در جمعیت ها دیده می شود.

۴. بین جانداران برای ..... قطعاً لازم است.

- ۱) شباهت فنوتیپی - تولید زاده های زیستا و زایا
  - ۲) یکسان بودن توالی ژنوم - تولید زاده های مشابه والدین
  - ۳) شباهت توالی ژنوم - تولید زاده های مشابه والدین
  - ۴) توانایی انجام آمیزش موفقیت آمیز - تولید زاده های زیستا و زایا
- پاسخ: گزینه چهار

بر اساس تعریف ارنست مایر گونه در زیست شناسی به جانداران گفته می شود که می توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده های زیستا و زایا تولید کنند و به عبارتی آمیزش موفقیت آمیز بین جانداران یعنی تولید زاده های زیستا و زایا.



خداقوت باهم این فصل باحالو به اتمام رسوندیم



برای فصل بعدی دوباره میایم پیشتون

# ایران توانستیم

# زیست شناسی (۳)

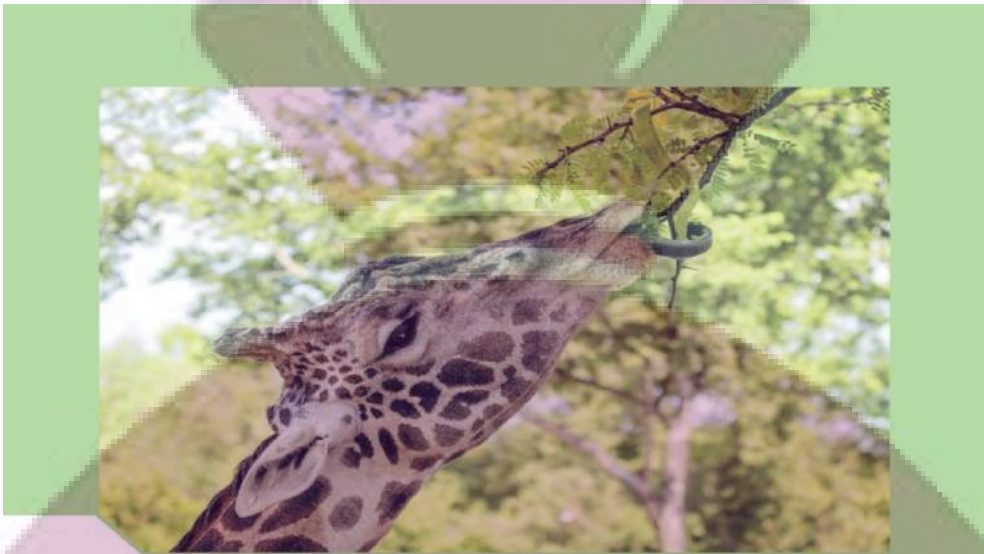


فصل پنجم: از ماده به انرژی

خیابان

محمد صادق ده بزرگی

توشه ای برای موفقیت



فصل ۵

از ماده به انرژی

## فصل پنجم دوازدهم

### از ماده به انرژی

با همه تفاوت هایی که بین ما و زرافه ای که در تصویر می بینید وجود دارد، انرژی مورد نیاز ما به شیوه یکسانی از غذایی که میخوریم تامین می‌شود. در این فصل به فرآیندهای آزاد شدن انرژی از ماده مغذی در یاخته ها می پردازیم.



توی شکل چی میبینی

- زرافه با تغذیه از برگ درختان میتونه انرژی مورد نیازش تامین بشه.

### گفتاریک

### تنفس یاخته ای

به یاد دارید چرا به اکسیژن نیاز داریم؟ آموختید که نیاز ما به اکسیژن علت انجام فرایندی به نام تنفس یاخته ای است؛ زیرا در این فرایند ATP تولید می‌شود، مثلاً انرژی ذخیره شده در گلوکز در تنفس یاخته ای برای تشکیل مولکول ATP به کار میرود.

این واکنش تنفس یاخته ای هوازی روشن می‌دهد، زیرا تجزیه ماده مغذی و تولید ATP با حضور اکسیژن انجام می‌شود. تجزیه ماده مغذی و تولید ATP بدون نیاز به اکسیژن نیز انجام می‌شود که در گفتار ۳ به آن می‌پردازیم.



نکاتش رو یادت بگونه

✓ هر باکتری ای لزوماً تنفس یاخته ای هوازی ندارد!

**دام:** عدم استفاده از مولکول اکسیژن میتونه حیات هر جاندار را به خطر بیندازد! **غلط** برخی باکتری ها فقط تنفس بی هوازی دارند.

✓ گلبول قرمز بالغ میتوکندری نداشته و در نتیجه تنفس هوازی ندارد.

# خیابان



## پیش به سوی ترکیبی

فصل سه دهم: واکنش تنفس یاخته ای علت نیاز به اکسیژن را توجیه می کند.  
فصل سه یازدهم: انرژی لازم برای انقباض ماهیچه ها از سوختن گلوکز به دست می آید. در ماهیچه ها گلیکوژن به صورت ذخیره وجود دارد و در صورت لزوم به گلوکز تجزیه می شود، در صورت وجود اکسیژن تجزیه گلوکز میتونه تا چند دقیقه انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم کند.

## ATP مولکول پر انرژی

هیچ جانداري نمیتونه بدون انرژی زنده بمونه، رشد و فعالیت کنه. هر یک از ویژگی های جانداران مانند رشد و نمو و تولید مثل به در اختیار داشتن ATP وابسته است.

ATP آدنوزین تری فسفات، شکل رایج و قابل استفاده انرژی در یاخته هاست. این نوکلئوتید از باز آلی آدنین، قند پنج کربنی ریبوز (که باهم آدنوزین نامیده می شن) و سه گروه فسفات تشکیل شده است. افزوده شدن فسفات به آدنوزین در سه مرحله اتفاق می افتد؛ در نتیجه در ابتدا AMP (آدنوزین مونو فسفات)، سپس ADP (آدنوزین دی فسفات) و در نهایت ATP (آدنوزین تری فسفات) تشکیل می شه.

در شکل تبدیل ATP و ADP را به یکدیگر می بینید. تشکیل ATP از ADP با مصرف انرژی و تبدیل آن به ADP همراه با آزاد شدن انرژی است.

### توصیف

شکل رایج و قابل استفاده انرژی در یاخته ها ← ATP



### ترکیبیات

- ❖ فصل یک دهم: فرآیندی که در آن یاخته مواد را بر خلاف شیب غلظت منتقل می کنه انتقال فعال نام داره. در این فرآیند مولکول های پروتئین با صرف انرژی، ماده ای را بر خلاف شیب غلظت منتقل می کنن. این انرژی میتونه از مولکول ATP به دست بیاد.
- ❖ فصل یک یازدهم: در هر بار فعالیت پمپ سدیم پتاسیم، سه یون سدیم از یاخته عصبی خارج و دو یون پتاسیم وارد آن می شن. این پمپ از انرژی مولکول ATP استفاده می کنه.
- ❖ فصل سه یازدهم: با اتصال ATP به سر میوزین، اکتین و میوزین از یکدیگر جدا می شن.
- ❖ فصل یک دوازدهم: آدنین از بازهای پورین می باشه که ساختار دو حلقه ای داره.



### خب این متن و شکل حسابی نکته داره

✓ تولید ATP به هر روشی که باشه به انرژی نیاز داره و با تولید مولکول آب همراه است.

✓ هر مولکول ATP با مصرف ADP (دارای آدنین) تولید می شه.

✓ مصرف مستقیم ATP مستلزم انجام واکنش هیدرولیز توسط آنزیم است.

✓ ATP یک نوکلئوتید است که دارای قند پنج کربنه ریبوز است.

✓ ATP چون دارای گروه فسفات است بار الکتریکی منفی دارد.

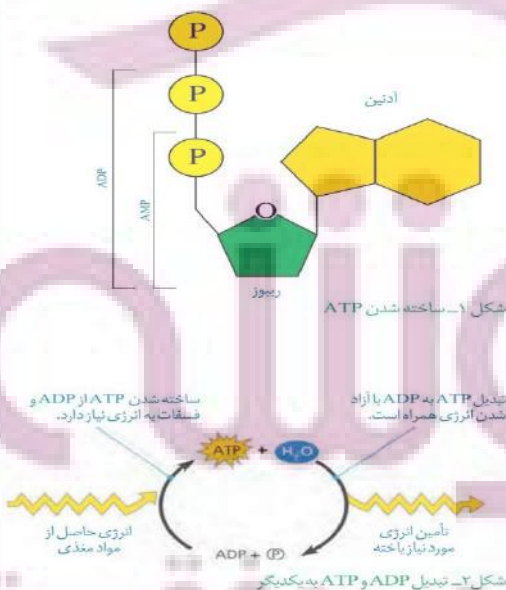
✓ حلقه پنج ضلعی آدنین با پیوند اشتراکی به ریبوز متصل شده.

✓ اتصال فسفات به ADP نوعی واکنش سنتز آبدی محسوب می شه، بنابراین در هنگام تولید ATP، آب تولید می شه.

**دام:** منظور از پیوندهای پر انرژی پیوند بین گروه های فسفات هست.

✓ در هر تولید ATP پیوند پر انرژی فقط تشکیل می شه نه شکسته!

✓ هر پیوندی که فسفات در آن دخیل است لزوماً پیوند پر انرژی نیست (پیوند قند فسفات در نوکلئوتید)





# خیابان

## روش های ساخته شدن ATP

دیدیم که برای ساخته شدن ATP به فسفات نیاز هست. یکی از روش های ساخته شدن ATP برداشته شدن گروه فسفات از یک ترکیب فسفات دار (پیش ماده) و افزودن آن به ADP است. به همین علت این روش را ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده مینامند. ماهیچه ها برای انقباض به ATP نیاز دارند و یکی از راه های تأمین آن در ماهیچه ها برداشت فسفات از مولکول کراتین فسفات و انتقال آن به ADP است. در این مثال کراتین فسفات پیش ماده ای است که فسفات آن برای ساخته شدن ATP به کار میرود. ساخته شدن اکسایشی و ساخته شدن نوری ATP، دو روش دیگر هستند. در ساخته شدن اکسایشی، ATP از یون فسفات و انرژی حاصل از انتقال الکترون ها در رکیزه ساخته میشه که در ادامه این فصل با آن آشنا خواهید شد. روش دیگر ساخته شدن ساخته شدن ATP، ساخته شدن نوری هست که در سبز دیسه انجام میشه.



### نکات خفن خط به خط

- مثال های ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده: قندکافت، فرایند استفاده از کراتین فسفات، چرخه کربس.
- ساخته شدن اکسایشی در یوکاریوت در میتوکندری - مربوط به زنجیره انتقال الکترون غشای داخلی میتوکندری - اتفاق میفته. (زنجیره انتقال الکترون رو یکم بعد میخونی و این روش تولید رو میبینی)
- ساخته شدن نوری در یوکاریوت در کلروپلاست اتفاق می افته. (اجزا کلروپلاست و زنجیره انتقال الکترون رو فصل بعد کامل میخونی)
- در انسان ساخته شدن نوری وجود نداره.
- در باکتری ساخته شدن نوری، اکسایشی و در سطح پیش ماده میتونه دیده بشه.

### ترکیبی مهم

فصل سه یازدهم: ماده دیگر کراتین فسفات هست که طبق واکنش زیر میتونه با دادن فسفات خود مولکول ATP رو به سرعت باز تولید کنه.



### و اما بریم سراغ شکل و نکاتش

- واکنش نشان داده شده در شکل فقط در یاخته های ماهیچه ای و در قسمت سیتوپلاسم و فقط در یوکاریوت انجام میشه.
- تمام یاخته های زنده جانوری مثل یاخته ماهیچه ای نیاز به ATP دارند.
- فرایند نشان داده شده در شکل تنفس یاخته ای محسوب نمیشه.
- شکست پیوند بین کراتین و فسفات و تشکیل پیوند بین فسفات و فسفات توسط آنزیم انجام میشه.
- کراتین، کراتین فسفات، ATP، ADP مواد آلی هستند.
- آنزیم نشان داده شده در شکل مثل دنباسپاراز خاصیت شکست و تشکیل پیوند داره.
- آنزیم شکل بالا، پروتئینی هست.

# خیابان

## زیستن با اکسیژن

اغلب، واژه تنفس یاخته ای را برای تنفس یاخته ای هوازی به کار می‌برن. در اینجا ما نیز تنفس یاخته ای را به جای تنفس یاخته ای هوازی به کار می‌بریم.

### قندکافت (گلیکولیز)

اولین مرحله تنفس یاخته ای قندکافت و به معنی تجزیه گلوکز هست که در ماده زمینه سیتوپلاسم انجام میشه تجزیه گلوکز در قندکافت نه به صورت یکباره، بلکه به صورت مرحله ای انجام میشه.

برای انجام واکنش های مربوط به تجزیه گلوکز انرژی فعالسازی نیاز هست، این انرژی از ATP تامین میشه. در شکل مشاهده می کنید که از گلوکز و ATP، قند فروکتوز با دو فسفات ایجاد میشه. از تجزیه این قند، دو قند سه کربنی فسفات به وجود میاد. هر یک از این قندها با گرفتن یک گروه فسفات به اسیدی سه کربنه تبدیل میشه. هر یک از این مولکول های سه کربنی در نهایت به پیرووات (بنیان پیروویک اسید) تبدیل میشه. در این واکنش ها مولکول های ATP و NADH به وجود میان. NADH حامل (نه ناقل) الکترون است دو نوکلئوتید داره و از  $NAD^+$  به اضافه الکترون و پروتون تشکیل میشه.  $NAD^+$  و NADH با گرفتن و از دست دادن الکترون و پروتون، به همدیگر تبدیل میشن.  $NAD^+$  با گرفتن الکترون کاهش و NADH با از دست دادن الکترون اکسایش می یابد.



#### اول بریم سراغ نکات باحال خط به خط

- ✓ قندکافت در همه (حتی گلبول قرمز بالغ) یاخته های زنده یوکاریوت و پروکاریوت در ماده زمینه سیتوپلاسم اتفاق میفته.
- ✓ در فرایند تنفس یاخته ای هوازی تجزیه کامل گلوکز صورت میگیره.
- ✓ در قندکافت تجزیه ناقص گلوکز صورت میگیره.
- دام: گلیکولیز بدون نیاز به آنزیم انجام میشه. **غلط**
- دام: قندکافت به صورت مرحله ای انجام میشه نه چرخه ای.
- ✓ قندکافت بدون نیاز به اکسیژن انجام میشه، بنابراین به غلظت اکسیژن در سیتوپلاسم وابسته نیست.
- ✓ در قندکافت کربن دی اکسید تولید نمیشه.
- ✓ آنزیم های موثر در گلیکولیز توسط رناتن های متصل به شبکه آندوپلاسمی ساخته میشن.
- ✓ ژن های مربوط به آنزیم های موثر در قندکافت در یوکاریوت در هسته قرار داره.
- ✓ گلیکولیز هم، مرحله اول تنفس یاخته ای هوازی می باشد، هم مرحله اول تنفس یاخته ای بی هوازی.

#### توصیف

- مسیر بی هوازی در تنفس هوازی ← قندکافت
- اولین مرحله تنفس یاخته ای ← قندکافت



#### یکم نکات ترکیبی هم بخونیم

- فصل چهار یازدهم: هورمون های تیروئیدی میزان تجزیه گلوکز و انرژی در دسترس را تنظیم می کنن.
- فصل چهار یازدهم: انسولین در پاسخ به افزایش گلوکز خون ترشح و باعث ورود گلوکز به یاخته ها میشه و به این ترتیب قند خون را کاهش میده.

# خیار



دکترجان حساسی به این شکل مهم دقت کن

➤ گلوکز فاقد فسفات هست.

➤ در فروکتوز هر دو فسفات به قند متصل هستن اما در ATP و ADP

فقط یک فسفات به قند وصل میشه.

➤ در گام اول پیوند پرانرژی بین فسفات ها شکسته میشه.

➤ در گام های اول، سوم و چهارم نوکلئوتید هم مصرف می شه هم تولید.

توصیف

➤ گیرنده نهایی الکترون در گلیکولیز =  $NAD^+$  (آلی)

➤ در گام اول سه ترکیب دو فسفات تولید و یک ترکیب ۶ کربنه تولید و یک

ترکیب ۶ کربنه مصرف میشه.

➤ در قندکافت هرگاه ترکیب سه کربنه تولید میشه، یک ترکیب آلی فسفات

دار هم ساخته میشه.

➤ **دام:** همواره برای انجام چرخه کربس، گلوکز در میان یاخته باید تجزیه

بشه. **غلط** شاید غذا مستقیماً فروکتوز داشته باشه و نیاز به تجزیه

گلوکز نباشه.

➤ در گام سوم هم اکسایش داریم و هم کاهش.

➤ به دو طرفه بودن واکنش مربوط به  $NADH$  دقت کن.

➤ پیرووات نسبت به اسید دو فسفات انرژی پایین تری داره.

➤ واکنش نشان داده شده در مرحله رفت، کاهش و در مرحله برگشت،

اکسایش است.

➤ **دام:**  $NAD^+$  کاهش می یابد نه اکسایش!

➤ **دام:**  $NADH$  اکسایش می یابد نه کاهش!

➤ قندکافت با مصرف ATP شروع و با تولید آن پایان می یابد.

➤ **دام:** در سوالات ترکیب ها را به طور اشتباه قند یا اسید نامگذاری می

کنن، بنابراین حواستون باشه که کدام ترکیب قنده و کدام ترکیب اسید.

➤ نام کامل  $NADH$ ، نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید هست.

توصیف

➤ هر ترکیب شش کربنه موجود در قندکافت ← فروکتوز با دو فسفات، گلوکز

➤ هر ترکیب دارای دو فسفات در مسیر گلیکولیز ←  $NAD^+$ ،  $NADH$ ،  $ADP$ ، اسید دو فسفات، فروکتوز دارای دو فسفات

➤ ترکیب های فاقد فسفات در گلیکولیز ← پیرووات، گلوکز

## راکیزه مقصد پیرووات

مرحله دیگه تنفس یاخته ای به اکسیژن نیاز داره و در یوکاریوت ها در راکیزه انجام میشه.

راکیزه دو غشا داره: غشای بیرونی صاف و غشای درونی آن به داخل چین خورده است. در نتیجه فضای درون آن به بخش داخلی و بخش

بیرونی (فضای بین دوغشا) تقسیم میشه.

راکیزه (چندین نه فقط یکی) دنا (حلقوی نه خطی) مستقل از هسته و رناتن مخصوص به خود (متفاوت با درون سیتوپلاسم) را داره،

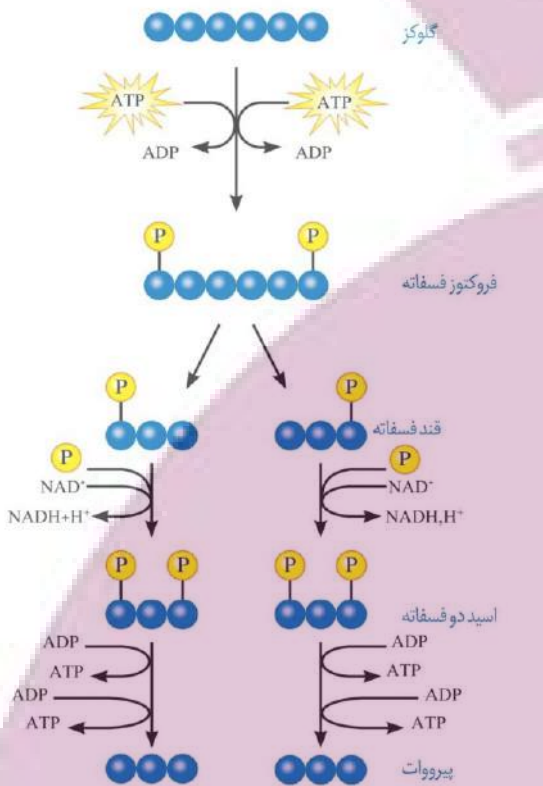
بنابراین در آن پروتئین سازی انجام میشه. در دنا راکیزه، ژن های مورد نیاز برای ساخته شدن انواعی از پروتئین های مورد نیاز در تنفس

یاخته ای وجود دارن.

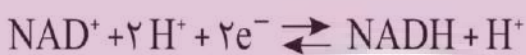
راکیزه همراه با یاخته و نیز مستقل از آن تقسیم میشه.

به هرحال راکیزه برای انجام نقش خود در تنفس یاخته ای به پروتئین هایی وابسته است که ژن های آنها در هسته قرار دارن و به وسیله

رناتن های سیتوپلاسمی ساخته میشن.



شکل ۴- مراحل قندکافت





## پیش به سوی نکات مهمش

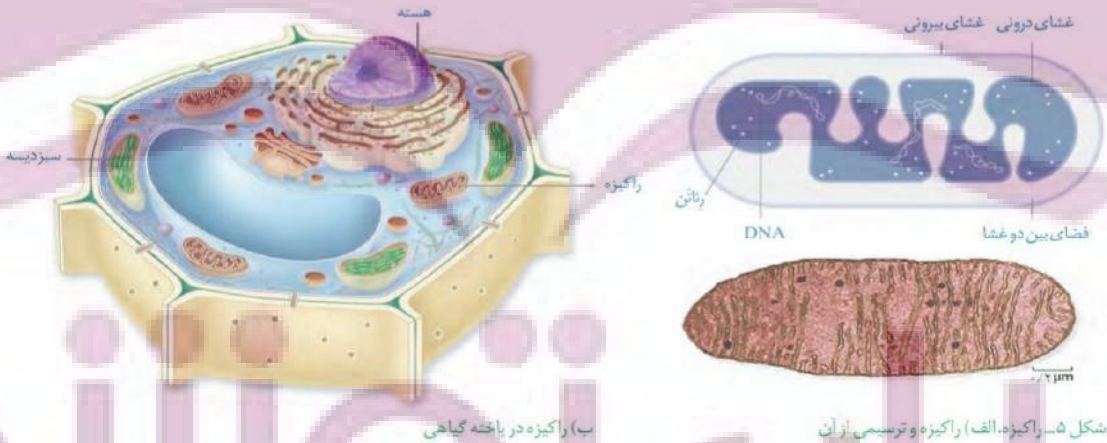
- ✓ پروکاریوت میتوکندری ندارد و مرحله دوم تنفس در ماده زمینه سیتوپلاسم انجام میشه.
- ✓ تقسیم بندی رنا پلیمرز میتوکندری، به رنابسپاراز های نوع ۱ و ۲ و ۳ غلطه.
- دام:** هر تنفس یاخته ای لزوماً میتوکندری نیاز ندارد.
- ✓ نمونه ای که راکیزه مستقل از یاخته تقسیم میشه: هنگامی که یاخته در مرحله G<sub>0</sub> قرار داره و تار تند به کند تبدیل میشه.
- ✓ پروتئین های درون میتوکندری دو دسته هستن:

از سیتوپلاسم اومدن	توسط میتوکندری ساخته شدن
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ژن در ساختار دناى خطى قرار داره.</li> <li>- دناى مربوطه داراى اینترون و آگزون هستن</li> <li>- ساخته شده توسط ریبوزوم های آزاد در ساخته شده توسط ریبوزوم های میتوکندری.</li> <li>- سیتوپلاسم.</li> <li>- عوامل رونویسی در ساخت آنها نقش داشته اند.</li> <li>- داراى پیوند هیدروژنی در ساختار خود.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ژن در ساختار دناى حلقوی قرار داره.</li> <li>- دناى مربوطه فاقد اینترون و آگزونه.</li> <li>- داراى پیوند هیدروژنی در ساختار خود.</li> </ul>



## نکات ترکیبی مهم این بخش

- فصل یک دهم: میتوکندری دو غشا داره و کار آن تامین انرژی برای یاخته است. هسته شکل، اندازه و کار یاخته را مشخص و فعالیت های آن رو کنترل میکنه.
- فصل یک دوازدهم: بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران را شامل می شن. دنا در هر فام تن به صورت خطی است و مجموعه ای از پروتئین ها که مهم ترین آن ها هیستون ها هستن همراه اون قرار دارن. بیشتر دنا درون هسته قرار داره که به آن دناى هسته ای میگن. در یوکاریوت ها علاوه بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری دنا وجود داره که به آن دناى سیتوپلاسمی میگن. این نوع از دنا که حالت حلقوی داره در راکیزه و پلاست دیده میشه.





## کالبد شکافی شکل

- ❖ با توجه به وجود دیواره و سبزدیسه، یاخته مورد نظر یک یاخته گیاهی هست.
- ❖ در بخش بیرونی راکیزه، دنا و ریپوزوم نداریم.
- ❖ ژن‌های میتوکندری از کلروپلاست بیشتره.
- ❖ اندازه کلروپلاست از میتوکندری بزرگتره.

## اکسایش پیرووات

گفتیم که در انتهای قندکافت پیرووات به وجود میاد. این مولکول از طریق انتقال فعال وارد راکیزه میشه و در آنجا اکسایش می‌یابد. در راکیزه یک کربن دی اکسید از دست میده و به بنیان استیل تبدیل میشه. استیل با اتصال به مولکولی به نام کوآنزیم A، استیل کوآنزیم A را تشکیل می‌ده. در این واکنش NADH نیز به وجود میاد. اکسایش استیل کوآنزیم A در چرخه ای از واکنشهای آنزیمی، به نام چرخه کربس، در بخش داخلی راکیزه انجام میشه که در گفتار بعدی به آن می‌پردازیم.



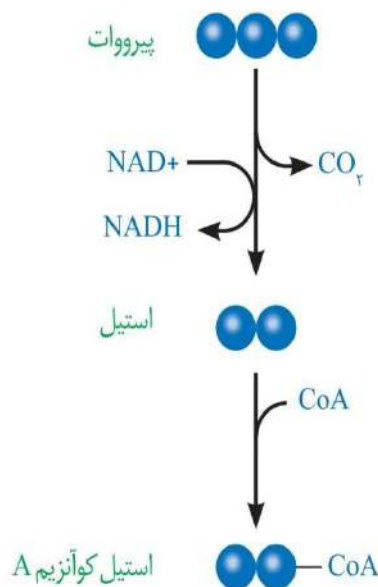
## نکته خط به خط باحال

➤ اکسایش پیرووات در صورت وجود کافی اکسیژن اتفاق می‌افتد.



## اینم نکات آخرین شکل گفتار اولمون

- در این فرایند اکسیژن مصرف نمیشه.
- در این فرآیند آب و ATP تولید نمیشه.
- NAD<sup>+</sup> مصرف میشه نه تولید!
- فرایندی مرحله ای هست نه چرخه ای!
- **دام:** استیل کوآنزیم A مربوطه وارد میتوکندری نمیشه بلکه در اون ساخته میشه.
- ورود پیرووات با انتقال فعال به میتوکندری، نشون میده که غلظت پیرووات در میتوکندری از ماده زمینه سیتوپلاسم بیشتره.
- این فرایند نیز همانند قندکافت مستقل از آنزیم اتفاق نمیفته.



شکل ۶- اکسایش پیرووات و تشکیل استیل کوآنزیم A



## قیدنامه

- ✓ با همه تفاوت هایی که بین ما و زرافه وجود داره، انرژی مورد نیاز ما به شیوه یکسانی از غذایی که میخوریم تامین میشه.
- ✓ هیچ جاننداری نمیتونه بدون انرژی زنده بمونه، رشد و فعالیت کنه.
- ✓ حفظ هر یک از ویژگی های جانداران مانند رشد و نمو و تولید مثل به در اختیار داشتن ATP وابسته است.
- ✓ تجزیه گلوکز در قندکافت نه به صورت یکباره، بلکه به صورت مرحله ای انجام میشه .
- ✓ در دنا راکیزه ژن های مورد نیاز برای ساخته شدن انواعی از پروتئین های مورد نیاز در تنفس یاخته ای وجود دارن.



## سوال نامه

۱. کدام عبارت به درستی بیان شده است؟

- ۱) جانداران برای حفظ بیشتر ویژگی‌های حیات نیازمند مولکول ATP هستند.
- ۲) عدم استفاده از مولکول اکسیژن میتونه حیات هر جاندار را به خطر بیندازد.
- ۳) به منظور تولید ATP گروه‌های فسفات در سه مرحله پی در پی به AMP افزوده می‌شوند.
- ۴) نوعی مولکول می‌تواند سبب کاهش انرژی فعالسازی واکنش تولید ATP شود.

## پاسخ: گزینه چهار

واکنش‌های سوخت و سازی در بدن موجود زنده با حضور آنزیم‌ها انجام میشوند، آنزیم انرژی فعالسازی واکنش را کاهش می‌دهد. بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) جانداران برای حفظ هر یک از ویژگی‌های حیات نیازمند ATP هستند.
- ۲) گروهی از جانداران بی‌هوازی هستند و اصلاً از اکسیژن استفاده نمی‌کنند و انرژی مورد نیاز خود را از طریق فرایندهای بی‌هوازی تامین می‌کنند.
- ۳) افزوده شدن مولکول فسفات به AMP در دو مرحله رخ می‌دهد تا ATP تولید شود. افزوده شدن فسفات به آدنوزین در سه مرحله رخ می‌دهد.

۲. کدام گزینه عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟

- (در اولین مرحله از تنفس یاخته ای در یک سلول یوکاریوتی..... امکان پذیر نیست.)
- ۱) تولید همزمان دو نوع ترکیب دو فسفات متفاوت.
  - ۲) تولید مولکول‌هایی با بیش از یک حلقه آلی نیترژن دار.
  - ۳) افزایش تعداد فسفات‌های یک ترکیب، بدون تولید مولکول‌های ATP.
  - ۴) افزایش مصرف یون‌های فسفات آزاد در سیتوپلاسم در مرحله ساخته شدن مولکول ATP.

## پاسخ: گزینه چهار

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) همزمان با تولید فروکتوز با دو فسفات، ADP هم تولید میشه که هر دو، دو فسفات دارند.
- ۲) در این فرایند ما شاهد تولید ADP و ATP هستیم.
- ۳) وقتی که قندهای سه کربنه تک فسفات به اسید سه کربنه دو فسفات تبدیل می‌شوند افزایش تعداد گروه‌های فسفات را داریم. این فسفات‌ها از فسفات‌های آزاد تامین میشه.

۳. کدام عبارت صحیح است؟

(در هر مرحله از قندکافت که .....)

- ۱) ترکیب دو فسفات مصرف می‌شود، به طور حتم مولکول‌های ATP تولید می‌شوند.
- ۲) پیوند بین فسفات‌های تشکیل می‌شود، نوعی ماده غیر آلی تولید می‌شود.
- ۳) ترکیبات شش کربنه مصرف می‌شوند، به طور حتم مولکول‌های ATP تولید می‌شوند.
- ۴) مولکول  $NAD^+$  اکسایش می‌یابد، مولکول سه کربنه تشکیل می‌شود.

پاسخ: گزینه دو - در پایان قندکافت ATP تولید می‌شود. برای تشکیل ATP از ADP پیوند بین فسفات‌های ایجاد میشود. میدانید که همراه با تشکیل ATP، آب هم تولید میشه.

دام: اصلاً در قندکافت مولکول آلی دوکربنی ایجاد نمیشود.

۴. در فرایند تولید استیل کوآنزیم A از پرووات به ازای ..... یک مولکول ..... ، یک مولکول .....

- ۱) تولید - استیل کوآنزیم A -  $NAD^+$  اکسایش می‌یابد.
- ۲) مصرف -  $NAD^+$  - پرووات کاهش می‌یابد.
- ۳) تولید - استیل - کربن دی اکسید آزاد می‌شود.
- ۴) مصرف -  $NAD^+$  - استیل کوآنزیم A آماده فرایند کاهش میشود.

پاسخ: گزینه سه

پرووات ترکیبی سه کربنی است که با از دست دادن یک کربن دی اکسید به بنیان استیل دو کربنه تبدیل میشود. بررسی سایر گزینه ها:

۱ و ۲) در کل به ازای تولید یک مولکول استیل کوآنزیم A، یک مولکول  $NAD^+$  کاهش می یابد (احیا میشود). در این واکنش یک مولکول پرووات هم اکسایش میابد.  
 ۴) مولکول استیل کوآنزیم A پس از تولید وارد چرخه کربس میشود. که در چرخه کربس اکسایش میابد نه کاهش.

## گفتار دو

### اکسایش بیشتر

در تنفس هوازی، مولکول گلوکز باید تا حد تشکیل مولکول های  $CO_2$  تجزیه بشه، تو گفتار قبل تا اینجا خوندم که مولکول گلوکز در طی فرایند های گلیکولیز و اکسایش پرووات، به مولکول دوکربنه ی استیل کوآنزیم A میرسه؛ ادامه سرنوشت گلوکز رو در چرخه کربس دنبال می کنیم:

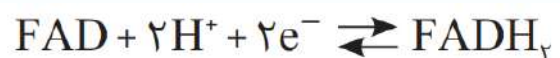
### چرخه کربس

در چرخه کربس، ترکیب استیل کوآنزیم A با مولکولی ۴ کربنه ترکیب میشه؛ کوآنزیم A جدا میشه و مولکول شش کربنی پایداری به وجود میاد. (کوآنزیم همزمان با تشکیل ترکیب ۶ کربنی، جدا میشه!)

در ادامه، یک مولکول  $CO_2$  از ترکیب ۶ کربنه جدا میشه؛ ترکیب ۵ کربنه ایجاد و باز هم یک  $CO_2$  از آن جدا میشه و ترکیب ۴ کربنه رو به وجود میاره. (پس در کل دو اتم کربن به صورت  $CO_2$ ، آزاد میشه) و مولکول چهارکربنی، برای گرفتن استیل کوآنزیم دیگر، بازسازی میشه.

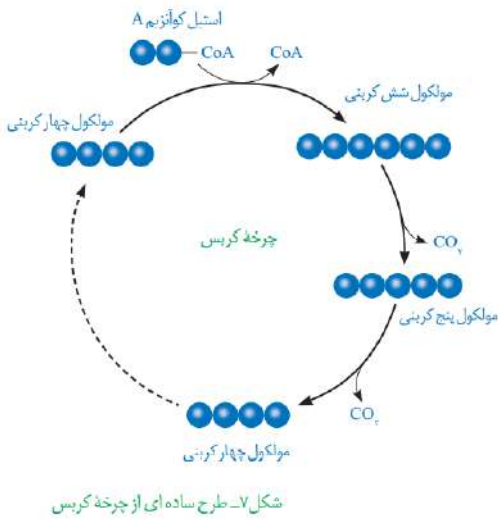
در این چرخه کربس، مولکول های متفاوت ATP، NADH و  $FADH_2$  در محل های متفاوتی از چرخه، ایجاد میشن. (در حد کتاب، لازم نیست محل تشکیل دقیق این مولکول ها رو بدونی.)

$FADH_2$ ، ترکیبی نوکلئوتید دار است که مثل NADH، حامل (نه ناقل) الکترون است و از FAD (نه  $FAD^+$ ) ساخته شده.



✓ به دوطرفه بودن این واکنش دقت کن!!!

## نکته های کربس



- ✓ چرخه کربس در همه جانوران وجود دارد. نه در همه جانداران.
- ✓ دو مولکول چهارکربنی باهم متفاوتن.
- ✓ مستقل از آنزیم نیست.
- ✓ **دام:** در هیچ مرحله ای کربن دی اکسید مصرف نمیشه.
- ✓ در این چرخه اکسیژن مصرف نمیشه.
- ✓ در کربس هیچ ترکیب ۳ کربنی نداریم.
- ✓ گلبول قرمز بالغ، میتوکندری و چرخه کربس نداره.
- ✓ استیل، اکسایش می یابد، نه کاهش!
- ✓ کوآنزیم A، همزمان با تشکیل ترکیب ۶ کربنه آزاد می شه.
- ✓ NADH و  $FADH_2$ ، فقط در زنجیره انتقال الکترون اکسایش می یابند.
- ✓ آگه جایی چرخه اسید سیتریک شنیدید؛ منظور همون چرخه کربس است.
- ✓ ATP که در چرخه کربس تولید میشه، به روش ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده تولید می شود.
- ✓ کوآنزیم A ایجاد شده در ابتدای چرخه کربس که در فضای درونی راکبزه آزاد شده است؛ برای مصرف دوباره در اکسایش پرووات مورد استفاده قرار می گیره.

✓  $FADH_2 = \text{Flavin Adenine Dinucleotide}$  توی پاورقی کتاب (۵۵)

- ✓ گلوکز دارای ۶ کربن است بنابراین در پی تجزیه کامل آن، ۶ کربن دی اکسید آزاد می شود؛ اگر این اتفاق بیفته، به معنای آن است که تنفس یاخته ای انجام شده است. اما اگر در پایان تجزیه گلوکز هیچ مولکول کربن دی اکسیدی آزاد نشه؛ و یا کمتر از ۶ مولکول کربن دی اکسید، آزاد بشه؛ دیگر نام واکنش، تنفس یاخته ای نیست بلکه تخمیر است که در ادامه با آن آشنا خواهیم شد.
- ✓ NADH برخلاف  $FADH_2$  به هنگام اکسایش یافتن،  $H^+$  مصرف می کنه.

به این ترتیب، با انجام گلیکولیز و اکسایش پرووات و چرخه کربس، مولکول گلوکز تا تشکیل مولکول های  $CO_2$  تجزیه می شه. انرژی که از تجزیه گلوکز به دست میاد؛ صرف ساخته شدن ATP و مولکول های حامل الکترون ( $FADH_2$  و  $NADH$ ) می شه.

## توصیف

هر ماده ای که در طی واکنش های چرخه کربس ایجاد میشه ← دو مولکول  $CO_2$ ، مولکول های شش کربنی، پنج کربنی و چهار کربنی، کوآنزیم A، مولکول های ATP،  $NADH$  و  $FADH_2$

## یدونه ترکیب

✓ فصل یک دوازدهم:  $NAD^+$ ،  $NADH$ ،  $FAD$ ،  $FADH_2$  و ATP دارای باز آلی آدنین هستند.



## تشکیل ATP بیشتر

همونطور که میدونی، شکل رایج انرژی در سلول، ATP هست، اما در تنفس یاخته ای، علاوه بر ATP، مولکول های حامل الکترون  $NADH$  و  $FADH_2$  هم به وجود میان! پس نیازه که انرژی مولکول های حامل الکترون برای تولید ATP به کار بره. در ادامه درباره زنجیره انتقال الکترون در غشای درونی راکبزه میخونیم. علاوه بر این در گفتار قبلی، دیدیم که در رابطه کلی تنفس یاخته ای؛ آب هم تولید میشه. این نحوه تشکیل آب هم قراره در این مبحث، دنبال کنیم!





یدونه نکته بین

✓ راکیزه دارای دو غشای درونی و بیرونی است که زنجیره انتقال الکترون در غشای درونی آن است. غشای درونی راکیزه به سمت داخل چین خورده است تا گنجایش بیشتری برای تعداد بیشتری زنجیره انتقال الکترون و ATP سازی داشته باشد.



## زنجیره انتقال الکترون

این زنجیره، از مولکول هایی تشکیل شده که در غشای درونی میتوکندری قرار دارن و این مولکول ها میتونن الکترون بگیرن و از دست بدن.

زنجیره انتقال الکترون، ۵ جزء دارد که همگی ناقل الکترون هستن و فقط سه جزء آن (۱ و ۳ و ۵)، پمپ هم هستن. مکانیسم فعالیت آن به این صورت است که: مولکول های  $NADH$  و  $FADH_2$  در بستره میتوکندری اکسید میشن. الکترون های تولید شده زنجیره رو طی میکنن و پروتون ها هم توسط پمپ ها به فضای بین دو غشا پمپ میشن. همونطور هم که میدونی؛ پمپ برای فعالیتهش نیاز به انرژی داره تا یون هیدروژن موجود در بستره رو به فضای بین دو غشا منتقل کنه؛ پمپ، این انرژی رو از انرژی الکترون ها به دست میاره. در نهایت الکترون ها توسط جز پنج به اکسیژن های مولکولی داده میشن و آب تولید میشه.



تا اینجا تونستیم فرایند تشکیل  $H_2O$  رو پیدا کنیم، حالا نوبت تولید ATP هست: مجموعه ی پروتئینی آنزیمی به نام آنزیم ATP ساز وجود داره. این پروتئین، کانالی برای عبور یون های هیدروژن فضای بین دو غشا به درون بستره داره؛ و چون هیدروژن ها در جهت شیب غلظت در حال عبور هستن، این پروتئین با استفاده از انرژی شیب غلظت یون هیدروژن، ATP را از ADP به وجود میاره.



✓ این واکنش مولکول  $H_2O$  هم میده چون ATP در هر روشی تولید بشه، آب تولید میکنه!

✓ این واکنش به واسطه انرژی حاصل شیب غلظت پروتون انجام میشه!



به جمع بندی کنیم و بعدش بریم سراغ نکته هاش

در زنجیره انتقال الکترون، الکترون ها در نهایت به اکسیژن مولکولی می رسن و اکسیژن با گرفتن الکترون ها به یون اکسید (اتم اکسیژن با دو بار منفی) تبدیل می شود.

این یون های اکسید در ترکیب با پروتون هایی که در بخش داخلی قرار دارن، مولکول های آب را تشکیل می دن.

### واکنش ۴- تشکیل آب

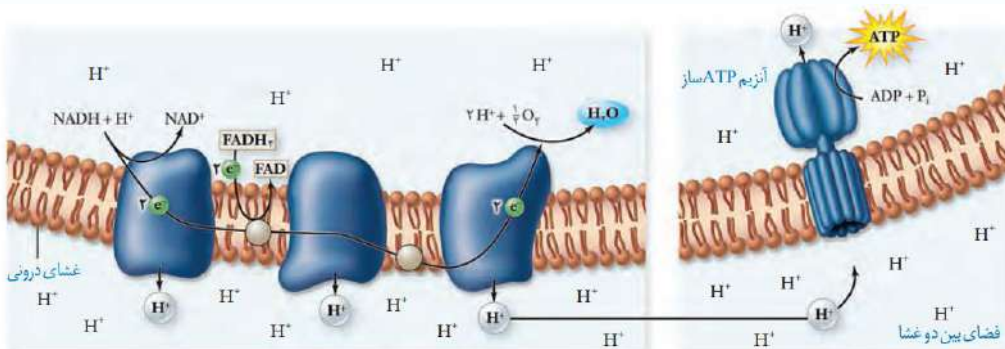


پروتون ها (یون های  $H^+$ ) در سه محل از زنجیره انتقال الکترون، از بخش داخلی به فضای بین دو غشا پمپ می شن و انرژی لازم برای انتقال پروتون ها از الکترون های پرانرژی  $NADH$  و  $FADH_2$  فراهم میشه.

وقتی ورود پروتون ها از بخش داخلی به فضای بین دو غشا ادامه پیدا میکنه، تراکم آنها در این فضا نسبت به بخش داخلی افزایش پیدا میکنه (PH اون هم اسیدی تر میشه). حالا که غلظت زیاد داریم، پروتون ها براساس شیب غلظت، تمایل دارن که به سمت بخش داخلی

برگردن؛ ولی تنها راه پیش روی پروتون ها برای برگشتن به داخل، مجموعه ای پروتئینی به نام آنزیم ATP ساز است.

پروتون ها از کانالی که در این مجموعه قرار داره میگذرن و انرژی مورد نیاز برای تشکیل ATP از ADP و گروه فسفات فراهم می شه.





### نکته های مهم زنجیره انتقال الکترون و بررسی شکلش

- ✓ بخشی از زنجیره انتقال الکترون در میتوکندری که مستقیماً از مولکول  $FADH_2$ ، الکترون دریافت میکند، فقط با بخشی از مولکول های فسفولیپیدی غشا در تماس است. (بخش آب گریز) ← بخش کاملاً آب گریز که نه پمپ و نه پروتئین سراسری است.
- ✓ ظاهر پمپ های پروتئینی زنجیره انتقال الکترون، شبیه به هم نیستند و با هم متفاوتند.
- ✓ سر مربوط به ساخت ATP در مجموعه پروتئینی آنزیم ATP ساز، درون فضای بسته قرار گرفته اما بخش کانالی این آنزیم، طول غشا را طی می کند.
- ✓ به ازای هر ۲ الکترون، در زنجیره انتقال الکترون، یک مولکول آب ایجاد می شه.
- ✓ اگر  $O_2$  نباشد،  $NAD^+$  هم تولید نمی شه و اگر  $NAD^+$  نباشد، گلیکولیز و اکسایش پیرووات و کربس هم انجام نمی شه.
- ✓ در زنجیره انتقال الکترون،  $NADH$  و  $FADH_2$  تولید نمی شه.
- ✓ اجزای ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵، همگی ناقل اند.
- ✓ جزء اول بر خلاف جز دوم توانایی اکسید  $FADH_2$  را ندارد.
- ✓  $FADH_2$  برخلاف  $NADH$ ، الکترون های خود را به اولین پروتئین زنجیره انتقال الکترون نمیده، بلکه آنها را به دومین عضو زنجیره می ده.
- ✓ الکترون های  $NADH$  سه عدد پمپ غشایی را طی میکند ولی الکترون های  $FADH_2$  دو پمپ غشایی.
- ✓  $FADH_2$  مستقیماً الکترون های خود را به پروتئین پمپ نمیده.
- ✓ الکترون های مربوط به تجزیه  $FADH_2$ ، از یکی از پروتئین های زنجیره انتقال الکترون عبور نمیکنه.
- ✓ اولین پمپ که جزء ۱ زنجیره است؛ نقش آنزیمی داره.
- ✓ انرژی الکترون هایی که از زنجیره انتقال الکترون میگذرن، برای پمپ کردن یون های هیدروژن ( $H^+$ ) از بخش داخلی میتوکندری به بخش خارجی آن (فضای بین دو غشا) مصرف می شه.
- ✓ مجموعه ی پروتئینی آنزیم ATP ساز، جزئی از زنجیره انتقال الکترون نیست. (پس تولید ATP در زنجیره انتقال الکترون رخ نمی ده).
- ✓ گیرنده نهایی الکترون در تنفس هوازی، اکسیژن مولکولی (یک مولکول معدنی) است.
- ✓ ساخته شدن ATP به کمک شیب غلظت پروتون، ساخته شدن اکسایشی ATP است.
- ✓ ساخته شدن ATP در طی زنجیره انتقال الکترون رخ نمیده بلکه توسط آنزیم ATP ساز رخ میده.
- ✓ غشای درونی میتوکندری، پر از زنجیره انتقال الکترون هست؛ فکر نکنی فقط همین بدون هست!!
- ✓ اکسیژن مولکولی، همان  $O_2$  است.
- ✓ همه اجزای زنجیره انتقال الکترون، هم کاهش و هم اکسایش می یابند.
- ✓ در زنجیره انتقال الکترون غشای درونی میتوکندری، سه عدد پمپ برای پمپ کردن پروتون ها وجود داره که از انرژی الکترون های پراثری  $NADH$  و  $FADH_2$  استفاده می کنن.
- ✓ ۳ تا از پنج عضو زنجیره انتقال الکترون (جز ۱ و ۳ و ۵)، پروتئین های سراسری هستن و علاوه بر نقش در انتقال الکترون های  $FADH_2$  و  $NADH$ ، توانایی جا به جا کردن یون های هیدروژن را دارن، یعنی به عنوان پمپ غشایی عمل می کنن.
- ✓ ۲ عضو دیگر از زنجیره انتقال الکترون، سراسری نیستن و بنابراین نمی تونن به عنوان پمپ هیدروژن عمل کنن. این مولکول ها تنها الکترون ها را در طول غشای درونی راکیزه جا به جا می کنن.
- ✓ تولید آب درون بخش داخلی راکیزه رخ می ده.
- ✓ تولید ATP در قسمت درونی راکیزه انجام می شه.
- ✓ به عنوان نکته آخر هم، بهت توصیه میکنم شکل زنجیره انتقال الکترون و آنزیم ATP ساز رو روی یک غشای داخلی میتوکندری برای خودت نقاشی کنی، تا کاملاً این فرایندها با شکلش توی ذهنت نقش ببندد.



توصیف

- تنها راه پیشروی پروتون ها برای برگشتن به بخش داخلی میتوکندری ← آنزیم ATP ساز
- اکسیژن مولکولی  $O_2$  ← انتقال دهنده پروتون از فضای بین دو غشا به فضای درونی میتوکندری
- مجموعه پروتئینی ATP ساز ← پمپ های زنجیره انتقال الکترون
- انتقال دهنده پروتون از فضای درونی میتوکندری به فضای بین دو غشا ←

## فعالیت ۲

الف) چرا ساخته شدن ATP در زنجیره انتقال الکترون، از نوع ساخته شدن اکسایشی ATP است؟ چون ساخته شدن ATP با اکسایش مولکول ها و به کمک الکترون ها و در نهایت اکسیژن دو بار منفی همراه است.

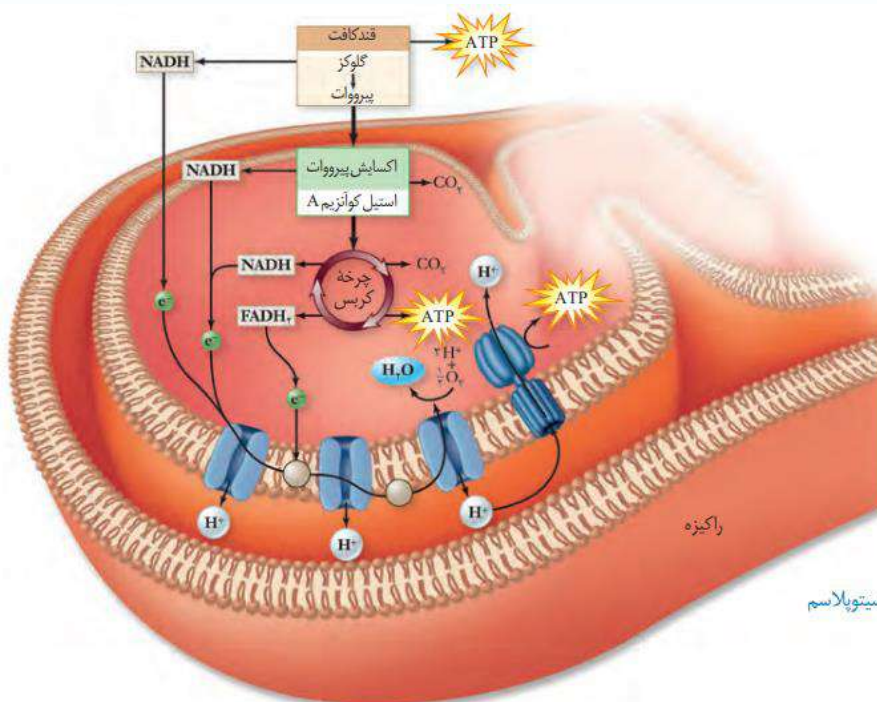
ب) با توجه به نقش غشای درونی راکیزه در تنفس یاخته ای، چین خورده بودن آنچه ارزشی برای یاخته دارد؟ غشای درونی، محل اجزای زنجیره انتقال الکترون است؛ بنابراین گسترش غشا به شکل چین خورده امکان حضور عوامل زنجیره ی انتقال الکترون را افزایش می ده.



## مروری بر تنفس یاخته ای

در اینجا یک جمع بندی خیلی مختصر و کلی از تنفس یاخته ای داریم:

در فرایند گلیکولیز، از گلوکز، پیرووات ایجاد میشه و پیرووات به راکیزه میره، اکسایش پیدا میکنه و به استیل کوآنزیم A اکسایش پیدا میکنه؛ استیل کوآنزیم A، وارد چرخه کربس میشه و در نهایت در تنفس یاخته ای، مولکول های کربن دی اکسید، ATP، NADH،  $FADH_2$  و آب تولید میشه.



## تنظیم تنفس یاخته ای: تولیدی اقتصادی

اندازه گیری های واقعی در شرایط پهبینه آزمایشگاهی نشان میدهد که مقدار ATP تولید شده در ازای تجزیه کامل گلوکز، در بهترین شرایط در یاخته یوکاریوت، حداکثر ATP ۳۰ است.

البته تولید ATP در یاخته های متفاوت و متناسب با نیاز بدن، فرق می کنه.

اگه میزان ATP در سلول زیاد باشه، دیگه واکنش های گلیکولیز و چرخه کربس، مثل قبل انجام نمیشه و روی اون ها کنترلی وجود داره!

در واقع اگر ATP در سلول زیاد باشه، آنزیم های درگیر در گلیکولیز و چرخه کربس، مهار میشن تا تولید ATP کم (نه متوقف) بشه.

اگر میزان ATP کم و ADP زیاد باشه، این آنزیم ها فعال میشن و تولید ATP افزایش پیدا میکنه؛ این تنظیم، مانع از هدر رفتن منابع میشه.

\*تولید ATP، تحت کنترل میزان ATP و ADP است.

یاخته های بدن ما به طور معمول از گلوکز و ذخیره قندی کبد برای تأمین انرژی استفاده میکنند. در صورتی که این منابع کافی نباشن، آنها برای تولید ATP به سراغ تجزیه چربی ها و پروتئین ها میروند. به همین علت تحلیل و ضعیف شدن ماهیچه های اسکلتی و سیستم ایمنی از عوارض سوء تغذیه و فقر غذایی شدید و طولانی مدت در افرادی است که رژیم غذایی نامناسب دارن یا اینکه به دلایل متفاوت غذای کافی در اختیار ندارن. ✓ در صورت تجزیه کامل، به ازای هر گلوکز، در مجموع ۶ مولکول کربن دی اکسید تولید می شود.

## فعالیت ۴

در دانه های خشک و بدون آب، مانند نخود و لوبیا، حشرات و لارو آنها رشد و نمو میکنند؛ این دانه ها خشکن و تقریباً آبی ندارن؛ بنابراین آب مورد نیاز این جانوران از تنفس سلولی تأمین میشه.



## قیدنامه و هرنامه

بخشی از تجزیه گلوکز در قندکافت و اکسایش پرووات و بخش دیگر آن در چرخه کربس انجام می شه. از اکسایش هر مولکول شش کربنی در واکنش های چرخه کربس، مولکول های NADH، FADH<sub>2</sub> و ATP در محل های متفاوتی از چرخه تشکیل می شن. پروتون ها براساس شیب غلظت، تمایل دارن که به سمت بخش داخلی میتوکندری برگردند، اما تنها راه پیشروی پروتون ها برای برگشتن به این بخش، مجموعه ای پروتئینی به نام آنزیم ATP ساز است. اندازه گیری های واقعی در شرایط بهینه آزمایشگاهی نشان می دن که مقدار ATP تولید شده در ازای تجزیه کامل گلوکز در بهترین شرایط در یاخته یوکاریوت، حداکثر ۳۰ ATP است. یاخته های بدن ما به طور معمول از گلوکز و ذخیره قندی کبد برای تأمین انرژی استفاده می کنن. در دانه های خشک و بدون آب مانند نخود و لوبیا، حشرات و لارو آنها رشد و نمو می کنن، این دانه ها خشک اند و تقریباً آبی ندارن.



## سوال نامه

۱. انواع مولکول های حامل الکترون که در چرخه کربس تولید می شوند، چه مشخصه مشترکی دارند؟ (۱ به میزان یکسانی در تولید ATP نقش دارند. (۲ همراه مصرف یون هیدروژن، اکسایش می یابند. (۳ مستقیماً الکترون خود را به پمپ پروتئینی منتقل می کنند. (۴ الکترون های پرانرژی را به زنجیره انتقال الکترون وارد می کنند.

## پاسخ: گزینه چهار

در چرخه کربس، دو نوع مولکول حامل الکترون تولید می شود: FADH<sub>2</sub>، NADH. هر دو مولکول حامل الکترون هستند که الکترون های آنها در غشای درونی راکتبه به زنجیره انتقال الکترون وارد می شود و انرژی لازم برای فعالیت پمپ های انتقال دهنده پروتون را تأمین می کند. بنابراین این الکترون ها پرانرژی هستند. (۱ مقدار ATP تولیدی به کمک NADH، بیشتر از FADH<sub>2</sub> می باشد. (۲ اکسایش این دو مولکول همراه با تولید یون هیدروژن است. (۳ در مورد FADH<sub>2</sub> صادق نیست.

۲. کدام عبارت، در خصوص زنجیره انتقال الکترون موجود در یاخته عضله توأم انسان صحیح است؟ (کنکور ۱۴۰۰ داخل) (۱ فقط از مولکول های حامل الکترون موجود در راکتبه (میتوکندری) استفاده می شود. (۲ بخشی از مسیر رسیدن الکترون ها از حاملین مختلف الکترون به پذیرنده های نهایی آن، مشترک است. (۳ یون های اکسید در ترکیب با پروتون های فضای بین دو غشا راکتبه (میتوکندری)، آب را تشکیل می دهند. (۴ انرژی لازم برای پمپ کردن الکترون ها به بخش داخلی راکتبه، از مولکول های حامل الکترون تأمین می شود.

## پاسخ: گزینه دو

الکترون های NADH، به اولین جزء زنجیره انتقال الکترون و الکترون های FADH<sub>2</sub>، به دومین جزء آن منتقل می شوند. مسیر حرکت الکترون های مربوط به NADH و FADH<sub>2</sub> از دومین جزء زنجیره، مشترک است. بررسی موارد:

- ۱) علاوه بر حامل های الکترون تولید شده طی فرایندهای اکسایش پرووات و چرخه کریس در میتوکندری، از NADH تولید شده در ماده زمینه سیتوپلاسم طی فرایند گلیکولیز نیز در زنجیره انتقال الکترون استفاده می شود.
- ۳) ترکیب یون های اکسید با پروتون ها (واکنش تشکیل آب) مربوط به بخش داخلی میتوکندری است.
- ۴) پروتون ها (نه الکترون ها) به فضای بین دو غشا (نه بخش داخلی) میتوکندری پمپ می شوند.

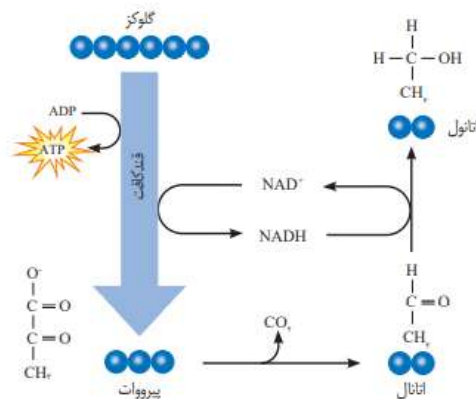
## گفتار سه

### تخمیر

دیدیم که در تنفس یاخته ای اکسیژن گیرنده نهایی الکترونه. تجزیه گلوکز و تامین انرژی همیشه وابسته به حضور اکسیژنه؟ تو محیط هایی که اکسیژن ندارن یا اکسیژن کمی دارن حیات وجود نداره؟ در این صورت ATP مورد نیاز چطوری تامین میشه؟ تخمیر از روش های تامین انرژی در شرایط کمبود یا نبود اکسیژنه که در انواع جانداران رخ میده. در فرآیند تخمیر، راکبزه و در نتیجه زنجیره انتقال الکترون نقشی ندارن. تخمیر الکلی و تخمیر لاکتیکی انواعی از تخمیرن که در صنایع متفاوت از اون ها بهره می بریم. تخمیر الکلی و تخمیر لاکتیکی مثل تنفس هوازی با قندکافت شروع میشن و پرووات ایجاد می کنن. در قندکافت دیدیم که تشکیل پرووات از قند فسفات همراه با ایجاد NADH از NAD<sup>+</sup> هست. پس برای تداوم قندکافت NAD<sup>+</sup> ضروریه و اگه نباشه قندکافت متوقف میشه و در نتیجه تخمیر انجام نمیشه. در تخمیر مولکول هایی ایجاد میشن که در فرآیند تشکیل اون ها NAD<sup>+</sup> به وجود میاد.

### تخمیر الکلی

ورآمدن خمیر نان به علت انجام تخمیر الکلیه. در این فرایند پرووات حاصل از قندکافت با از دست دادن CO<sub>2</sub> به اتانال تبدیل میشه. اتانال با گرفتن الکترون های NADH اتانول ایجاد میکنه.



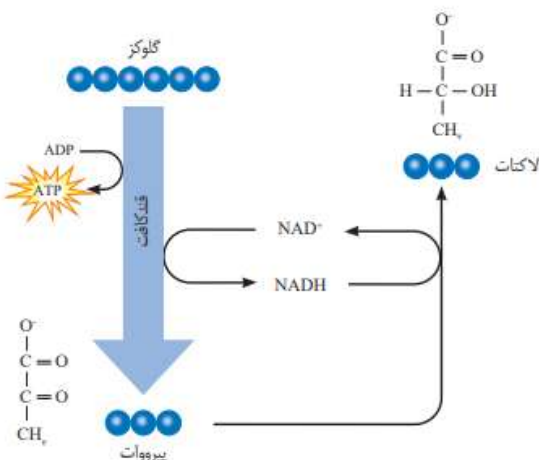
شکل ۱۰- تخمیر الکلی

### تخمیر لاکتیکی

در سال قبل خوندیم، ماهیچه های اسکلتی برای تجزیه کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارن و اگه اکسیژن کافی نباشه لاکتات در ماهیچه ها جمع میشه. اما لاکتات با چه ساز و کاری ایجاد میشه؟

فعالیت شدید ماهیچه ها به اکسیژن فراوان نیاز داره. اگه اکسیژن کافی نباشه، پرووات حاصل از قندکافت وارد راکبزه نمیشه، بلکه با گرفتن الکترون های NADH به لاکتات تبدیل میشه.

انواعی از باکتری ها تخمیر لاکتیکی رو انجام میدن. بعضی از این باکتری ها، مثل اونچه که در ترش شدن شیر اتفاق میفته، باعث فساد غذایی میشن اما انواعی از اون ها در تولید فرآورده های غذایی به کار میرن. تخمیر لاکتیکی در تولید فرآورده های شیری و خوراکی هایی مثل خیارشور نقش داره.



شکل ۱۱- تخمیر لاکتیکی- علت ترش شدن شیر، لاکتیک اسید است.

# خیار



حالا وقتشه خط به خطش رو بررسی کنیم

- ✓ همه ی تخمیر کنندگان از گلیکولیز کسب انرژی میکنند (ATP)
- ✓ تخمیر و گلیکولیز هر دو در ماده زمینه سیتوپلاسم انجام میشه.
- ✓ همه یاخته های زنده گلیکولیز دارن اما همه یاخته های زنده تنفس بی هوازی ندارن.
- ✓ هر تولید ATP با مصرف گلوکز، مصرف اکسیژن و تولید کربن دی اکسید همراه نیست.
- ✓ هم تخمیر الکی هم تنفس هوازی باعث تولید کربن دی اکسید میشه.
- ✓ زمانی که در یوکاریوت تولید و مصرف انرژی در یک مکان (ماده زمینه سیتوپلاسم) صورت بگیره به این معناست که تخمیر یا همون تنفس بی هوازی اتفاق افتاده.
- ✓ تخمیر تجزیه ناقص گلوکز هست.
- ✓ قندکافت مرحله اول تخمیر هست.
- ✓ تخمیر لاکتیکی در گلبول قرمز هم دیده میشه.
- ✓ پیرووات در تنفس هوازی اکسایش میابد ولی در تخمیر لاکتیکی کاهش میابد.

توصیف

- گیرنده نهایی الکترون در تخمیر الکی ← اتانال (آلی)
- گیرنده نهایی الکترون در تخمیر لاکتیکی ← پیرووات (آلی)
- تولید  $NAD^+$  ← تخمیر، زنجیره انتقال الکترون میتوکندری
- تولید  $NADH$  ← قندکافت، اکسایش پیرووات، چرخه کربس
- اگر گیرنده نهایی الکترون در کل فرایند ماده ای آلی باشد ← تخمیر
- اگر گیرنده نهایی الکترون در کل فرایند ماده ای معدنی باشد ← تنفس هوازی



نکته های ترکیبیمون رو ببینیم

- فصل چهار دهم: گلبول قرمز میتوکندری نداره پس در شرایطی که اکسیژن کافی هم باشه از تخمیر لاکتیکی استفاده میکنه.
- فصل سه یازدهم: در فعالیت های شدید ماهیچه اسکلتی که اکسیژن کافی به ماهیچه ها نمیرسه تجزیه گلوکز به صورت بی هوازی انجام میشه در اثر این واکنش ها لاکتیک اسید تولید میشه که در ماهیچه انباشته میشه.
- فصل سه یازدهم: انباشته شدن لاکتیک اسید بعد از تمرینات ورزشی طولانی باعث گرفتگی و درد ماهیچه ای (تحریک گیرنده درد) میشه. لاکتیک اسید اضافی به تدریج تجزیه شده و اثرات درد و گرفتگی ماهیچه ای کم میشه.
- فصل سه یازدهم: تنفس بی هوازی بیشتر در تارهای تند که میوگلوبین و میتوکندری کمتری دارن، اتفاق میفته.
- فصل هفت دوازدهم: در زیست فناوری سنتی تولید محصولات تخمیری مثل سرکه، نان و فرآورده های لبنی با استفاده از فرآیندهای زیستی مربوط به این دوره اتفاق افتاد.
- فصل هفت دوازدهم: در زیست فناوری کلاسیک با استفاده از روش های تخمیر و کشت ریز جانداران (میکروارگانیسم ها) تولید موادی مثل پادزیست ها، آنزیم ها و مواد غذایی ممکن شد.

## تخمیر در گیاهان

گیاهانی که به طور طبیعی در شرایط غرقابی رشد میکنند، ساز و کارهایی برای تامین اکسیژن مورد نیاز دارن. تشکیل بافت پاراننشیمی (نرم آکنه) هوادار در گیاهان آبی و شش ریشه درخت حرا از ساز و کارهایی هست که قبلاً با اون آشنا شدیم. به هر حال آگه اکسیژن به هر علتی در محیط نباشه یا کم باشه، تخمیر انجام میشه. هر دو نوع تخمیر الکی و لاکتیکی در گیاهان وجود داره. تجمع الکل یا لاکتیک اسید در یاخته گیاهی باعث مرگ اون میشه پس باید از یاخته ها دور بشن.

حواست باشه در گیاهان سیستم کراتین فسفات نداریم.

ترکیب با فصل ۷ دهم: ریشه های حرا در آب و گل قرار دارن و این درختان برای مقابله با کمبود اکسیژن، ریشه هایی دارن که از سطح آب بیرون اومدن و این ریشه ها با جذب اکسیژن، مانع از مرگ ریشه ها به علت کمبود اکسیژن میشن.

## سلامت بدن: یاد آکسنده ها

از شیمی یاد گرفتیم رادیکال‌های آزاد به علت داشتن الکترون‌های جفت نشده در ساختارشان، واکنش پذیری بالایی دارند و میتونن در واکنش با مولکول‌های تشکیل دهنده بافت‌های بدن، به اون‌ها آسیب برسونن. امکان تشکیل رادیکال آزاد اکسیژن در فرآیند تنفس هوازی، وجود داره. دیدیم اکسیژن با پذیرش الکترون در پایان زنجیره انتقال الکترون، به یون اکسید ( $O_2^-$ ) تبدیل میشه. یون‌های اکسید با یون‌های هیدروژن ( $H^+$ ) ترکیب میشن و در نتیجه مولکول آب به وجود میاد اما گاهی پیش میاد که درصدی از اکسیژن‌ها وارد واکنش تشکیل آب نمیشن، بلکه به صورت رادیکال آزاد در میان. رادیکال‌های آزاد از عوامل ایجاد سرطان هستن.

راکیزه‌ها برای مقابله با اثر سمی رادیکال‌های آزاد به ترکیبات پاداکسنده وابسته‌ان. بارها شنیده‌ایم که خوردن میوه‌ها و سبزیجات در حفظ سلامت بدن نقش دارن. این مواد غذایی دارای پاداکسنده‌هایی مثل کاروتنوئیدها هستن. پاداکسنده‌ها در واکنش با رادیکال‌های آزاد مانع از اثر تخریبی اون‌ها بر مولکول‌های زیستی و در نتیجه تخریب بافت‌های بدن میشن.

**تجمع رادیکال‌های آزاد** مبارزه با رادیکال‌های آزاد در راکیزه‌ها همیشه با موفقیت انجام میشه؟ آگه به هر علتی سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از سرعت مبارزه با اون‌ها بیشتر باشه، چه اتفاقی میفته؟

در چنین شرایطی، رادیکال‌های آزاد در راکیزه جمع میشن و اون‌رو تخریب میکنن. در نتیجه یاخته هم تخریب میشه. رادیکال‌های آزاد برای جبران کمبود الکترونی خودشون به مولکول‌های سازنده یاخته و اجزای اون حمله میکنن و باعث تخریب اون‌ها میشن.

عوامل فراوانی میتونن، راکیزه‌رو در مبارزه با رادیکال‌های آزاد با مشکل روبه‌رو کنن. مثلاً الکل و انواعی از نقص‌های ژنی در عملکرد راکیزه در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد مشکل ایجاد میکنن.

**اثر الکل** مطالعات نشون میده که الکل سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از اکسیژن رو زیاد میکنه و مانع از عملکرد راکیزه در جهت کاهش اون‌ها میشه. رادیکال‌های آزاد با حمله به DNA راکیزه باعث تخریب راکیزه و در نتیجه مرگ یاخته‌های کبدی و بافت مردگی (نکروز) کبد میشن. به همین علت اختلال در کار کبد و از کار افتادن اون از شایع‌ترین عوارض نوشیدن مشروبات الکلیه.

**نقص ژنی** گاه نقص در ژن‌های مربوط به پروتئین‌های زنجیره انتقال الکترون، باعث ساخته شدن پروتئین‌های معیوب میشه. راکیزه‌ای که این پروتئین‌های معیوب رو داشته باشه در مبارزه با رادیکال‌های آزاد عملکرد مناسبی نداره.

**توقف انتقال الکترون** مواد سمی فراوانی وجود دارن که با مهار یک یا تعدادی از واکنش‌های تنفس هوازی، باعث توقف تنفس یاخته و مرگ میشن. سیانید یکی از این ترکیب‌هاست که واکنش‌هایی مربوط به انتقال الکترون‌ها به اکسیژن رو مهار و در نتیجه باعث توقف زنجیره انتقال الکترون میشه. گاز کربن مونو اکسید با اتصال به هموگلوبین مانع اتصال اکسیژن به اون میشه و چون به آسانی از هموگلوبین جدا نمیشه ظرفیت حمل اکسیژن در خون رو کم میکنه. این عملکرد مونواکسید کربن در واقع در انجام تنفس یاخته‌ای اختلال ایجاد میکنه. مونواکسید کربن به شکل دیگه‌ای هم بر تنفس یاخته‌ای اثر میذاره. این گاز باعث توقف واکنش مربوط به انتقال الکترون‌ها به اکسیژن میشه. دود خارج شده از خودروها و سیگار از منابع دیگه تولید مونواکسید کربن هستن.



## نکات خط به خط خفمنون

- مبارزه با رادیکال‌های آزاد در راکیزه اتفاق میفته.
- مبارزه با رادیکال‌های آزاد همواره با موفقیت انجام نمیشه.
- اگر به هر دلیلی سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از سرعت مبارزه با اون‌ها بیشتر باشه رادیکال‌های آزاد در راکیزه جمع میشن.
- رادیکال‌های آزاد به نوکلئیک اسید دئوکسی ریبوز دار راکیزه آسیب میزنه.
- نقص ژنی پروتئین‌های زنجیره انتقال الکترون میتونه در دنا راکیزه / کروموزوم‌ها باشه.
- رادیکال‌های آزاد میتونه به ژن‌ها آسیب برسونه.
- هر ترکیبی از اکسیژن مفید نیست.
- راکیزه هم میتونه رادیکال تولید و هم خنثی کنه.
- کربن مونوکسید و سیانید در آخرین پروتئین زنجیره انتقال الکترون اثر دارن.
- رادیکال‌های آزاد از  $O_2$  به وجود میاد نه یون اکسید.
- رادیکال‌های آزاد در واکنش تولید آب شرکت نمیکن.
- الکل سرعت تولید رادیکال‌های آزاد رو افزایش میده نه اینکه باعث تولید شه.
- نکروز و بافت مردگی با مرگ برنامه ریزی شده فرق داره.



## بریم سراغ نکات ترکیبی

- فصل دو دهم: مصرف الکل از علت های برگشت اسید معده هست.
- فصل چهار دهم: محل اتصال کربن مونوکسید به هموگلوبین همون محل اتصال اکسیژن به هموگلوبینه.
- فصل شش دهم: ترکیبات رنگی در واکوئل و رنگ دیسه پاد اکسندسته.
- فصل شش دهم: پاد اکسندسته ها در پیشگیری از سرطان و بهبود کارکرد مغز و اندام های دیگه نقش مثبتی دارن.
- فصل شش دهم: آنتوسیانین و کاروتنوئیدها پاد اکسندسته هستن.
- فصل یک یازدهم: مصرف کمترین مقدار الکل بدن رو تحت تاثیر قرار میده.
- فصل یک یازدهم: مشکلات کبدی، سکنه قلبی و انواع سرطان از پیامدهای مصرف بلند مدت الکل هستن.
- فصل سه یازدهم: نوشیدنی های الکی با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان ها باعث بروز پوکی استخوان میشن.
- فصل شش یازدهم: نوشیدنی های الکی و دخانیات از عوامل مهم سرطان زایی هستن.
- فصل شش یازدهم: دخانیات، الکل، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی ها هم میتونن در روند جدا شدن فام تن ها در مرد و زن اختلال ایجاد کنن.
- فصل هفت یازدهم: الکل میتونه از جفت عبور کنه و بر روی رشد و نمو جنین تاثیر سوء بگذاره.
- فصل نه یازدهم: ترکیبات سیانید دار در تعدادی از گونه های گیاهی ساخته میشه که تاثیری بر تنفس یاخته گیاه نداره اما وقتی جانوری گیاه رو میخوره این ترکیب تجزیه و سیانید که سمیه از اون جدا میشه.
- فصل یک دوازدهم: سیانید و آرسنیک میتونن با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم مانع فعالیت اون بشن.



## قیدنامه عزیزمون

- ✓ در تنفس یاخته ای اکسیژن گیرنده نهایی الکترون هست.
- ✓ تخمیر در انواعی از جانداران رخ میده.
- ✓ برای تداوم قندکافت  $NAD^+$  ضروریه.
- ✓ فعالیت شدید ماهیچه ها به اکسیژن فراوان نیاز داره.
- ✓ رادیکال های آزاد به علت داشتن الکترون های جفت نشده در ساختارشون واکنش پذیری بالایی دارن.
- ✓ گاه نقص در ژن های مربوط به پروتئین های زنجیره انتقال الکترون، باعث ساخته شدن پروتئین های معیوب میشه.



## سوالا منتظرتون هستن

- ۱- در تخمیر الکی ..... تخمیر لاکتیکی .....
- ۱) بر خلاف - گاز کربن دی اکسید آزاد می شود.
  - ۲) همانند - مولکول ATP تولید نمی شود.
  - ۳) بر خلاف -  $NADH$  در ماده زمینه سیتوپلاسم اکسایش می یابد.
  - ۴) همانند - مولکول پیرووات الکترون های  $NADH$  را دریافت می کند.

## پاسخ: گزینه یک

- در فرایند تخمیر لاکتیکی گاز کربن دی اکسید آزاد نمی شود اما تخمیر الکی با تولید گاز کربن دی اکسید همراه است.
- ۲) در هر دو فرایند مولکول ATP تولید می شود.
  - ۳) هم در تخمیر الکی و هم تخمیر لاکتیکی  $NADH$  کاهش می یابد نه اکسایش.
  - ۴) در تخمیر الکی اتانال الکترون های  $NADH$  را دریافت می کند.



۲- چند مورد درباره رادیکال‌های آزادی که در زنجیره انتقال الکترون تولید می‌شوند درست است؟

- الف) توانایی تخریب نوکلئیک اسیدها را ندارند.  
 ب) در پی مصرف الکل سرعت تشکیل آنها افزایش می‌یابد.  
 ج) ضمن ترکیب با یون‌های هیدروژن مولکول آب را تولید می‌کنند.  
 د) قطعاً با دادن الکترون، در پروتئین‌ها باعث تخریب زنجیره کربنی آنها می‌شوند.
- ۱(۱)      ۲(۲)      ۳(۳)      ۴(۴)

پاسخ: گزینه یک

فقط مورد ب درست است. الف و د) رادیکال‌های آزاد با شرکت در واکنش‌ها الکترون می‌گیرند و می‌توانند از مولکولهای زیستی مثل نوکلئیک اسید الکترون بگیرند.

۳- چند مورد از موارد زیر درباره ترکیبات پاداکسنده درست است؟

- الف) دارای خاصیت ضد سرطانی هستند.  
 ب) به بهبود عملکرد مغز کمک می‌کنند.  
 ج) در همه انواع دیسک‌های گیاهی مشاهده می‌شوند.  
 د) با رادیکال‌های آزاد واکنش می‌دهند.
- ۱(۱)      ۲(۲)      ۳(۳)      ۴(۴)

پاسخ: گزینه سه

فقط مورد ج نادرست است. ترکیبات رنگی ذخیره شده در واکوئل و رنگ دیسه گیاهی خاصیت پاد اکسندگی دارند.



فصل

با هم این فصل از کتاب زیست شناسی دوازدهم رو هم به پایان رسوندیم



خداقوت دوازدهمیای باهوش



بعدی دوباره میبینیمتون.

# زیست شناسی (۳)



فصل ششم: از انرژی به ماده

خیابان

محمدصادق ده بزرگی



## فصل شش دوازدهم



### از انرژی به ماده

در فصل قبل بررسی کردیم که ماده غذایی که وارد بدنمون میشه، چجوری به انرژی مورد استفاده بدن تبدیل میشه؟! انرژی مورد نیاز ما برای انجام فعالیت های حیاتی، از مواد مغذی مانند گلوکز تأمین میشه. در این فصل قراره منشأ انرژی ذخیره شده در ترکیباتی مثل گلوکز رو پیدا کنیم!



درباره شکل و این قسمت حواست باشه که:

- ✓ این گیاهی که در شکل نشان داده شده، دو لپه است چون برگ های آن، پهن و رگبرگ های منشعب داره.
- ✓ انرژی ماده ای مانند گلوکز در تنفس یاخته ای یا تخمیر به انرژی ذخیره شده در ATP تبدیل می شه.

## گفتار یک

### فتوسنتز: تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی

گیاهان در فرایند فتوسنتز، مولکول معدنی  $CO_2$  را با استفاده از انرژی نور خورشید به ماده آلی تبدیل و اکسیژن هم آزاد می کنن. پس بر همین اساس، میزان فتوسنتز را با تعیین میزان کربن دی اکسید مصرف شده یا اکسیژن تولید شده میتونیم اندازه بگیریم.

## خیابان



واکنش ۱- واکنش کلی فتوسنتز



برای اینکه جانداران بتونه فتوسنتز انجام بده، باید ویژگی هایی داشته باشه، با هم ببینیم:

- ویژگی هایی که باید داشته باشه ← داشتن مولکول های رنگیزه ای ← تا بتونه انرژی نور خورشید را جذب کنه
- ← داشتن سامانه های فتوسیستم ← سامانه ای برای تبدیل این انرژی نوری به انرژی شیمیایی

انواعی از جانداران وجود دارن که فتوسنتز می کنن که ما قراره فعلا گیاهان رو بررسی کنیم!!



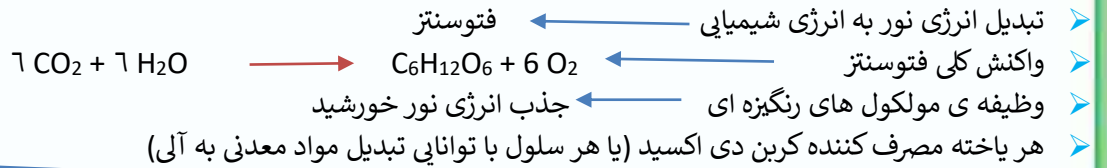
قبلش درباره این قسمتی که گذشت یکم نکته ببین!

- همه ی فتوسنتز کننده ها، مواد معدنی را به ترکیبات آلی تبدیل می کنن.
- هر ماده ای که در واکنش کلی فتوسنتز مصرف بشه، قطعاً نوعی مولکول معدنی و دارای اتم اکسیژن است.
- هر فتوسنتز کننده ای، رنگیزه داره، حتی باکتری های فتوسنتز کننده
- همه ی گیاهان لزوماً توانایی فتوسنتز ندارن. (مثل گیاهان انگل)
- بعضی گیاهان انگل توانایی فتوسنتز دارن و فقط بعضی از مواد را از گیاه میزبان دریافت میکنن، در حالیکه در بعضی دیگر از انواع گیاهان انگل، همه ی مواد مورد نیاز را از گیاه میزبان دریافت می کنن و در نتیجه فتوسنتز انجام نمی دن.
- انسان نیز میتونه با استفاده از مواد معدنی، مواد آلی بسازه. (مثلا در کبد)



پیش به سوی ترکیب با سایر فصول

- ❖ فصل شش دهم: بافت پارانشیمی کارهای متفاوتی، مانند ذخیره مواد و فتوسنتز انجام می ده. پارانشیم سبزینه دار به فراوانی در اندام های سبزیگیا، مانند برگ دیده می شه.
- ❖ فصل هفت دهم: بیشتر گیاهان میتونن به وسیله فتوسنتز، بخشی از مواد موردنیاز خود مانند کربوهیدرات و در پی آن پروتئین و لیپید را تولید کنن. - سیانوباکتری ها نوعی از باکتری های فتوسنتزکننده هستن که بعضی از آن ها می تونن علاوه بر فتوسنتز، تثبیت نیتروژن هم انجام بدن. - گیاهان حشره خوار، فتوسنتز کننده اند.
- ❖ فصل هشت یازدهم: برگ های رویانی در بسیاری از گیاهان گل دار از خاک بیرون میان و به مدت کوتاهی فتوسنتز می کنن. - گیاهانی مانند شلغم و چغندر که در سال اول رشد رویشی دارن، مواد حاصل از فتوسنتزشان در ریشه آنها ذخیره می شه.
- ❖ فصل نه یازدهم: نور افزون بر نقشی که در فتوسنتز داره، فرایندهای متفاوتی را در گیاهان تنظیم می کنه. گل دهی یکی از این فرایندهاست.
- ❖ فصل یک دوازدهم: نوکلئوتیدها در ساختار مولکول های وارد می شن که در فرایندهای فتوسنتز و تنفس یاخته ای نقش حامل الکترون را بر عهده دارن.
- ❖ فصل دو دوازدهم: درگیاه، نور میتونه باعث فعال شدن ژن سازنده آنزیمی بشه که در فتوسنتز مورد استفاده قرار می گیره. در نبود نور این ژن بیان نمی شه.

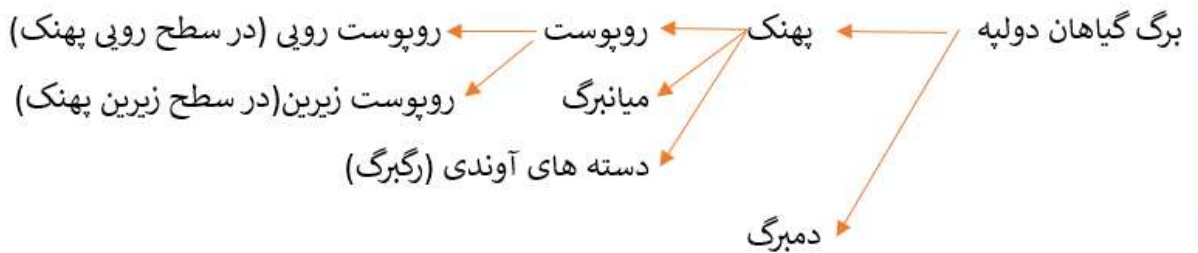


یاخته های فتوسنتزکننده و شیمیوسنتزکننده، یاخته های کبدي در انسان که با مصرف  $\text{CO}_2$  از سمیت آمونیاک کاسته و آن را به اوره تبدیل می کنه.

هر یاخته با توانایی فتوسنتز ← سلول یوکاریوتی فتوسنتزکننده (که یا یک سلول گیاهی است یا متعلق به دسته آغازیان است) + سلول پروکاریوتی فتوسنتزکننده (مثل سیانوباکتری و باکتری های گوگردی)

### برگ ساختار تخصص یافته برای فتوسنتز

برگ مناسب ترین ساختار (نه تنها ساختار) برای فتوسنتز در اکثر گیاهان است. (چون همه ی گیاهان برگ ندارند و اکثرشون برگ دارن) عمل فتوسنتز در سبزدیسه ها انجام میشه که برگ تعداد فراوانی سبزدیسه داره.



برگ گیاهان دو لپه دارای پهنک و دمبرگ است. پهنک شامل روبوست، میانبرگ و دسته های آوندی (رگبرگ) است. روبوست رویی و زیرین به ترتیب در سطح رویی و زیرین پهنک برگ قرار دارن.

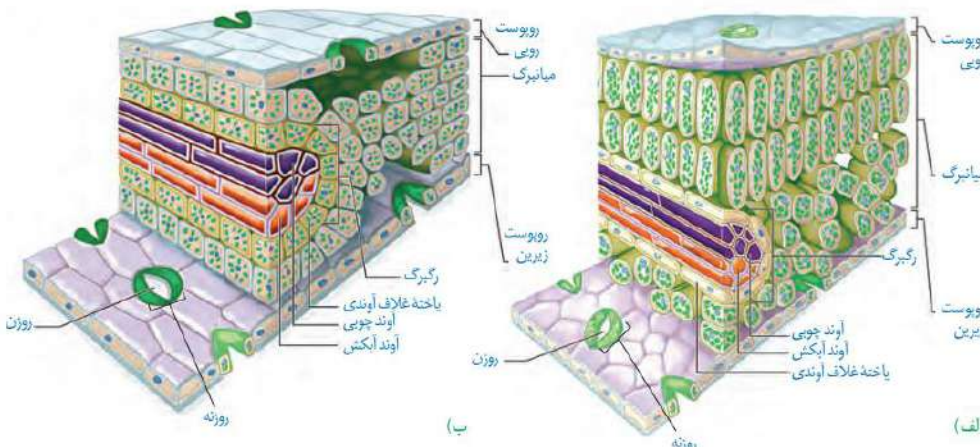
میانبرگ شامل یاخته های پاراننشیمی هست که: در برگ دولپه: میانبرگ از یاخته های پاراننشیمی نرده ای و اسفنجی تشکیل شده است.

در برگ تک لپه: میانبرگ از یاخته های پاراننشیمی اسفنجی تشکیل شده است.

سلول های نرده ای که در برگ گیاه دولپه دیده میشه، بعد از روبوست رویی قرار دارن و به هم فشرده اند؛ درحالیکه یاخته های اسفنجی به سمت روبوست زیرین قرار دارن.

همونطور که دیدیم، میانبرگ در بعضی گیاهان از یاخته های اسفنجی تشکیل شده. (تک لپه)

شکل ترسیمی از برگ (الف) گیاه دولپه (ب) گیاه تک لپه





وایسا وایسا، این بخش خیلی نکته داره ها!

همه ی برگ ها سبز نیستن و نمیتوان گفت که لزوما فتوسنتز می کنن:

(۱) برگ گیاه گوشتخوار برای شکار تخصص یافته است.

(۲) بعضی برگ های گیاهانی مانند پیاز که در زیر خاک قرار گرفته است و خوراک می باشد، نیز توانایی فتوسنتز ندارند.

تعداد سلول های نگهبان در روپوست روی و زیرین گیاه دولپه، برابر نیست.

در زیر سلول های نگهبان روزنه فضای خالی وجود داره.

تعداد روزنه ها در سطح زیرین برگ نسبت به سطح روی آن بیشتر است.

در رگبرگ دولپه، هیچ سلولی فتوسنتز نمی کنه (هر پارانشیم در برگ لزوما فتوسنتز نمی کنه)

غلاف آوندی در برگ دولپه می تونه با نرده ای در تماس باشه.

پارانشیم نرده ای کلروپلاست زیادی داره و هم چنین بلافاصله زیر روپوست بالای به حالت فشرده قرار داره. (در دو لپه) و همچنین

هیچ کدام از یاخته های میانبرگ نرده ای با روپوست زیرین تماسی ندارند.

آوند چوبی در رگبرگ، به روپوست بالایی نزدیک تر است؛ و آوند آبکش به سمت روپوست پایینی قرار داره.

خارجی ترین لایه سلولی رگبرگ تک لپه غلاف آوندی است که فتوسنتز می کنه.

سلول غلاف آوندی در رگبرگ دولپه، فتوسنتز نمی کنه.

فتوسنتز در برگ دولپه در: (۱) نرده ای (۲) اسفنجی (۳) نگهبان روزنه

فتوسنتز در برگ تک لپه در: (۱) اسفنجی (۲) نگهبان روزنه (۳) غلاف آوندی

برخی از آوندهای چوبی و آبکش در قسمت های عمقی رگبرگ قرار دارن و به طور مستقیم با سلول های غلاف آوندی، تماس

ندارن.

اکثر گیاهان میانبرگ اسفنجی دارن. (چون اکثر گیاهان برگ دارن.)

میانبرگ در بعضی گیاهان اسفنجی است.

در دو لپه:

روزنه های هوایی توسط یاخته های نگهبان روزنه احاطه شده اند و عمدتاً در روپوست پایینی قرار گرفته اند.

در مجاورت روپوست بالایی میانبرگ نرده ای و در مجاورت روپوست پایینی، میانبرگ اسفنجی قرار گرفته است.

فاصله بین یاخته های میانبرگ اسفنجی زیاد است و بین آنها حفره های هوا دیده میشه.

فاصله بین یاخته های میانبرگ نرده ای کم است و این یاخته ها به صورت فشرده به هم قرار دارن.

بر روی روپوست بالایی و پایینی لایه ای به نام پوستک قرار گرفته است.

یاخته های میانبرگ میتونن با یاخته های روپوستی، پلاسمودسم داشته باشن.

در گیاه دولپه، یاخته های میانبرگ نرده ای نسبت به میانبرگ اسفنجی کشیده تر است.

در هر دو نوع برگ، یاخته های غلاف آوندی تک هسته ای هستن ولی در برگ گیاه دولپه این یاخته ها نسبت به گیاه تک لپه،

طول بیشتر و قطر کمتری دارن.



ترکیبی جات خفن

✓ فصل شش دهم: در پاسخ به سوال تفاوت های سلول های گیاهی، سبزدیسه و دیواره نام برده میشن. - یکی از ویژگی های یاخته

های گیاهی، داشتن اندامکی به نام دیسه (پلاست) است. انواعی از دیسه ها در گیاهان وجود داره. سبزدیسه (کلروپلاست) به مقدار

فراوانی سبزینه داره. به همین علت گیاهان، سبز دیده می شن. - سبزدیسه ها کاروتنوئید هم دارن که با رنگ سبزینه پوشیده می شن؛

در پاییز با کاهش طول روز و کم شدن نور، ساختار سبزدیسه ها در بعضی گیاهان تغییر می کنه و به رنگ دیسه تبدیل می شن. در این

هنگام سبزینه در برگ تجزیه می شه و مقدار کاروتنوئیدها افزایش می یابد.

# خیار

✓ فصل شش دهم: سامانه بافت پوششی در برگ ها، ساقه ها و ریشه های جوان روپوست نامیده همیشه و معمولاً از یک لایه یاخته تشکیل شده است. یکی از کارهای روپوست، کاهش تبخیر آب از اندام های هوایی گیاه است. - لایه ای بر روی سطح بیرونی یاخته های روپوست قرار دارد؛ این لایه پوستک نامیده می شه. پوستک از ترکیبات لیپیدی ساخته شده است. یاخته های روپوستی این ترکیبات را می سازن.



توصیف

➤ مناسب ترین ساختار برای فتوسنتز ← برگ

## سبزدیسه



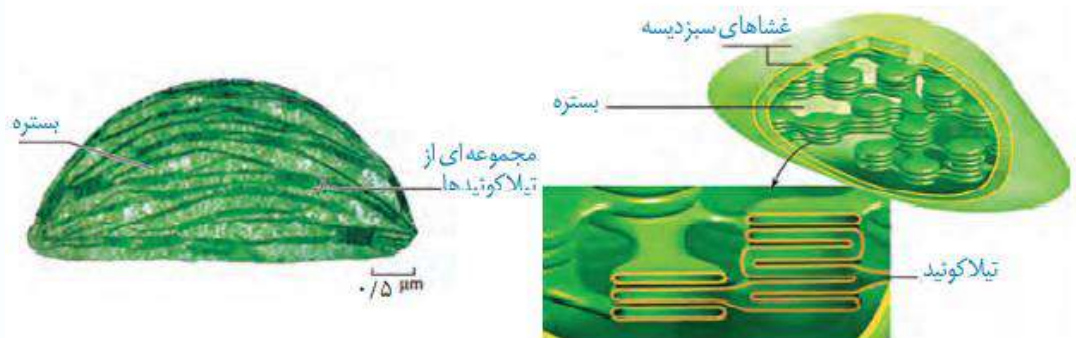
سبزدیسه یا کلروپلاست، مثل میتوکندری، اندامکی دوغشایی است که غشای بیرونی و غشای درونی آن، از هم فاصله می گیرن.

فضای درونی کلروپلاست، به واسطه ی سامانه ای غشایی به نام تیلاکوئید، به دو بخش فضای درون تیلاکوئید و بستره تقسیم شده. در واقع، تیلاکوئیدها ساختارهای غشایی کیسه مانند اند که به هم متصل اند.

بستره که در واقع فضای بین غشای درونی کلروپلاست و تیلاکوئید است، حاوی DNA، RNA و ریبوزوم هست؛ بنابراین کلروپلاست همانند میتوکندری می تونه بعضی از پروتئین های مورد نیاز خود را بسازه.

سبزدیسه میتونه به طور مستقل هم، تقسیم بشه.

شکل ۲- ساختار سبزدیسه



ب) تصویر گرفته شده با میکروسکوپ الکترونی

الف) ترسیمی



بریم سراغ کالبد شکافی کلروپلاست عزیز

- ✓ هم ژنوم هسته ای و هم ژنوم سیتوپلاسمی در ساخت کلروپلاست نقش دارن.
- ✓ تیلاکوئید، فضای درونی اندامک را به دو بخش تقسیم میکنه. (نه سه بخش)
- ✓ غشای داخلی کلروپلاست، اندامک را به دو بخش درونی و بیرونی تقسیم می کنه.
- ✓ در هر دسته تیلاکوئیدی، تیلاکوئیدها به یکدیگر راه داشته و با یکدیگر در ارتباط اند.
- ✓ تیلاکوئیدها، ساختارهای غشایی هستن؛ بنابراین بیشترین مولکول های تشکیل دهنده آنها، فسفولیپیدها هستن.
- ✓ دسته های تیلاکوئیدی مختلفی که در فضای درون سبزدیسه قرار دارن، دارای تعداد مختلفی تیلاکوئید هستن.

- ✓ تیلاکوئیدها همان امتداد غشای داخلی سبزیدسه هستن.
- ✓ اندازه یک کلروپلاست از ۰/۵ میکرومتر بیشتر است.

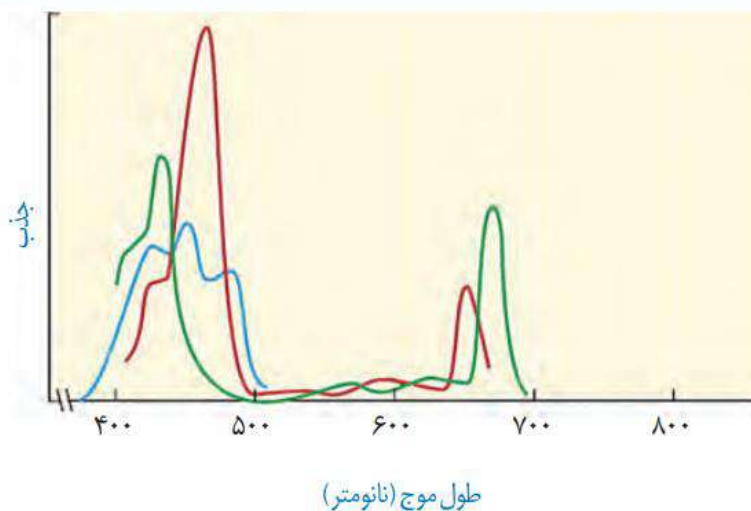


## توصیفی

- کوچکترین ساختار غشایی درون هر کلروپلاست ← تیلاکوئید
  - نوعی ساختار دوغشایی در یاخته های فتوسنتز کننده که توانایی تولید مولکول ATP را داره = میتوکندری - کلروپلاست
- چرا سبزینه به رنگ سبز دیده می شود؟ سبزینه نمیتونه رنگ سبز را جذب کنه و ما اجسام را به رنگی که جذب نمی کنن مشاهده می کنیم، بنابراین ما آن را به رنگ سبز میبینیم.



- \* وجود رنگیزه های متفاوت، کارایی گیاه را در استفاده از طول موج های متفاوت نور افزایش میده.
- در گیاهان (نه هر فتوسنتز کننده ای)، سبزینه های a و b وجود دارن و بیشترین جذب هر دو نوع سبزینه در محدود های:
- (۱) ۴۰۰-۵۰۰ نانومتر (محدوده بنفش - آبی)
- (۲) ۶۰۰-۷۰۰ نانومتر (محدوده نارنجی - قرمز)
- از این محدوده ها با هم فرق میکند. گرچه حداکثر جذب آنها در هریک
- کاروتنوئیدها به رنگ های زرد، نارنجی و قرمز دیده می شن و بیشترین جذب آنها در بخش آبی و سبز نور مرئی است.



شکل ۳- طیف جذبی رنگیزه های فتوسنتزی. سبزینه a (سبز)، سبزینه b (قرمز) و کاروتنوئیدها (آبی)





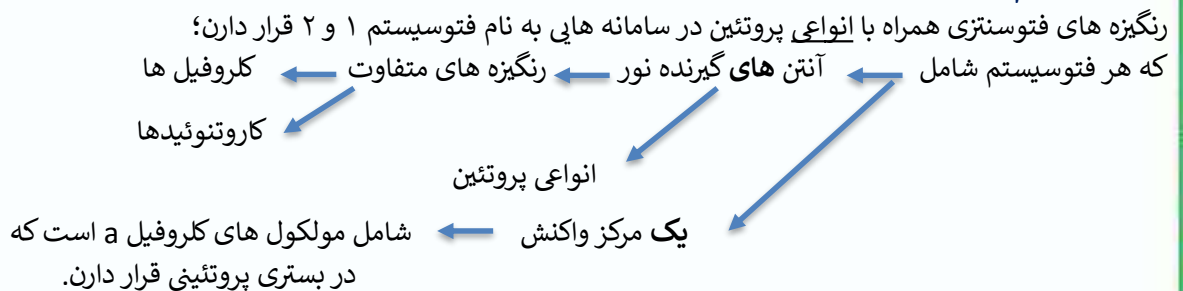
خانم و آقای دکتر از نکات این قسمت غافل نشو

- هر رنگیزه ای که در طول موج ۶۰۰ نانومتر دارای جذب نوری است، بیش از یک قله جذبی در محدوده طیف نور مرئی دارد. (کاروتنوئیدها در ۶۰۰ نانومتر جذب ندارند).
- هر فتوسنتزکننده ای لزوماً کلروفیل a و b را ندارد.
- کاروتنوئید هم در کلروپلاست و هم کروموپلاست دیده می‌شود؛ پس هر اندامکی که کاروتنوئید دارد، لزوماً فتوسنتز نمی‌کند.
- کلروپلاست و میتوکندری در بعضی از سلول‌های موجود در پهنک برگ دیده نمی‌شود. (آوند‌های چوبی موجود در پهنک برگ، سلول‌هایی مرده‌اند که میتوکندری و کلروپلاست ندارند).
- کلروفیل a در طول موج کمتری نسبت به کلروفیل b و کاروتنوئید، به بیشترین میزان جذب خود می‌رسد.
- بیشترین میزان جذب نوری کلروفیل b از بیشترین میزان جذب نوری کلروفیل a بیشتر است.
- بیشترین میزان جذب نوری کلروفیل a از بیشترین میزان جذب نوری کاروتنوئید بیشتر است.
- کلروفیل b در طول موج بالاتری نسبت به کلروفیل a و کاروتنوئید، به بیشترین میزان جذب نوری خود می‌رسد.
- در این نمودار، برای جذب نوری کلروفیل a و b دو قله وجود دارد که قله اول هر نوع کلروفیل از قله دوم بالاتر است.

توصیف

- بیشترین رنگیزه در سبزیسه‌ها ← سبزیسه
- محل بیشترین جذب سبزیسه‌ها ← محدوده ۴۰۰-۵۰۰ و ۶۰۰-۷۰۰ نانومتر
- نوعی رنگیزه فتوسنتزی که در روند تبدیل کلروپلاست به کروموپلاست تجزیه می‌شود ← سبزیسه

### فتوسیستم: سامانه تبدیل انرژی



آنتن‌ها، انرژی نور را می‌گیرند و به مرکز واکنش منتقل می‌کنند.

حداکثر جذب سبزیسه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۱، در طول موج ۷۰۰ نانومتر و حداکثر جذب آن در فتوسیستم ۲، در طول موج ۶۸۰ نانومتر است.

بر همین اساس، به سبزیسه a در فتوسیستم ۱، P700 و در فتوسیستم ۲، P680 می‌گویند.

فتوسیستم‌ها در غشای تیلاکوئید قرار دارند و با مولکول‌هایی به نام ناقل الکترون به هم مرتبط می‌شوند. این مولکول‌ها می‌توانند الکترون بگیرند یا اینکه الکترون از دست بدن (کاهش و اکسایش)



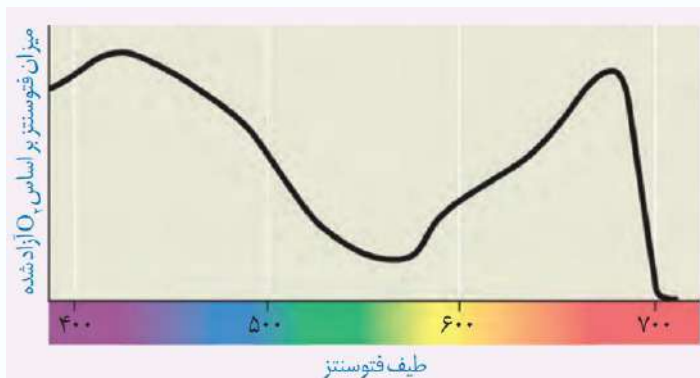
## نکات خفن واسه دکترای خفن

- ❖ P600 و P700، کروفیل هستن، نه فتوسیستم!!
- ❖ هر کلروپلاست دارای چند تیلاکوئید و هر تیلاکوئید دارای یک فتوسیستم ۱ و فتوسیستم ۲ می باشد.
- ❖ کروفیل a هم در مرکز واکنش و هم در آنتن هاست؛ اما کروفیل b و کاروتنوئید ها فقط در آنتن ها قرار دارن و در مرکز واکنش یافت نمی شن.
- ❖ در هر فتوسیستم یک پذیرنده ی الکترون وجود داره اما پذیرنده نهایی الکترون،  $NADP^+$  است.



## توصیفی جات

➤ سامانه تبدیل انرژی در گیاهان ← فتوسیستم



بررسی نمودار

## نکته ها و ارائه دلیل برای نمودار

- ✓ کروفیل b و a دارای دو قله ی جذبی هستن و در شکل فعالیت نیز دو قله وجود داره.
  - ✓ با بررسی و مقایسه ی دو نمودار پی میبریم بیشترین میزان فتوسنتز با قله ی جذبی دو کروفیل منطبق می باشد.
- جلبک اسپروژیریکه یک نوع جلبک سبز رشته ای است، با استفاده از کلروپلاست های نواری و درازی که داره، فتوسنتز می کنه. و در نتیجه فتوسنتز، اکسیژن تولید میکنه؛

در این فعالیت میخواهیم بررسی کنیم که کدام طول موج های مرئی در فتوسنتز، نقش بیشتری داره.

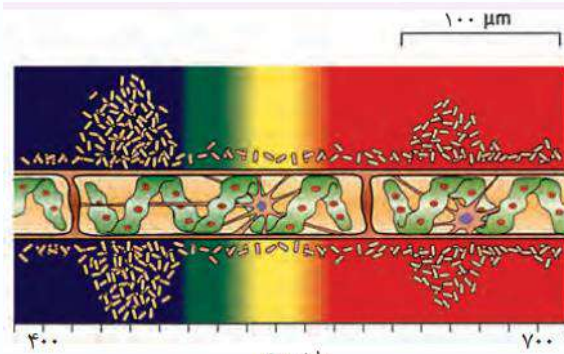
اگر همه طول موج های نور به یک اندازه در فتوسنتز موثر باشن، انتظار داریم تراکم اکسیژن در اطراف جلبک رشته ای یکسان باشه.

در آزمایشی که برای بررسی این فرض انجام شد، جلبک را روی سطحی ثابت کردن و درون لوله آزمایشی شامل آب و باکتری های هوازی قرار دادن. لوله آزمایش در برابر نوری قرار گرفت که از منشور عبور کرده و به طیف های متفاوت تجزیه شده بود. بعد از گذشت مدتی، مشاهده شد که باکتری ها در بعضی قسمت ها تجمع یافته اند:

## فعالیت ۲

الف) توضیح: تجمع باکتری های هوازی در بخش هایی از رشته جلبکی، نشان دهنده بیشترین اکسیژن در این مناطق است؛ به عبارتی اگر تولید اکسیژن در طول رشته یکسان باشه، باکتری ها باید پراکندگی یکنواختی داشته باشن. برای درستی این نتیجه گیری می توان از آزمایش مشاهده استفاده کرد. مثلا از یک طیف نور استفاده می کنیم.

ب) آیا سبزینه رنگیزه اصلی در فتوسنتز است؟؟؟ توجه به طیف جذبی سبزینه (بنفش، آبی، نارنجی، قرمز)، تراکم بیشتر اکسیژن در محدوده این طیف ها، بیشتر است.



طیف مرئی

ب) ترسیمی از نتیجه آزمایش



الف) اسپروژیر



## بقیه نکته های این قسمت

- ✓ هر سلول جلبک اسپروژیر، تقریباً ۱۰۰ میکرومتر است.
- ✓ بیشترین تولید  $O_2$  در محل های نور قرمز و آبی است.
- ✓ سبزینه رنگیزه اصلی در کلروپلاست است.
- ✓ در اطراف هر هسته سلول جلبک اسپروژیر، انشعابات سیتوپلاسمی دیده می شه.
- ✓ کمترین میزان تولید  $O_2$  در محدوده ۵۰۰-۶۰۰ نانومتر است.
- ✓ کلروپلاست میتواند بزرگترین اندامک سلول باشد، مثلاً کلروپلاست دراز و نواری در جلبک اسپروژیر!



## قیدنامه و هرنامه

- 📌 برگ مناسب ترین ساختار برای فتوسنتز در اکثر گیاهان است که تعداد فراوانی سبزدیسه دارد.
- 📌 میانبرگ در بعضی گیاهان از یاخته های اسفنجی تشکیل شده است.
- 📌 سبزدیسه مانند راکیزه می تونه بعضی پروتئین های مورد نیاز خود را بسازه.
- 📌 سبزینه بیشترین رنگیزه در سبزدیسه هاست.
- 📌 در گیاهان سبزینه های a و b وجود دارند. بیشترین جذب هر دو نوع سبزینه در محدوده های ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر (بنفش - آبی) و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر (نارنجی - قرمز) است. گرچه حداکثر جذب آن ها در هر یک از این محدوده ها با هم فرق میکنه. کاروتنوئیدها به رنگ های زرد، نارنجی و قرمز دیده می شن و بیشترین جذب آن ها در بخش آبی و سبز نور مرئی است.
- 📌 هر فتوسیستم شامل آنتن های گیرنده نور و یک مرکز واکنش است.
- 📌 هر آنتن از رنگیزه های متفاوت (کلروفیل ها و کاروتنوئیدها) و انواعی پروتئین ساخته شده است.
- 📌 حداکثر جذب سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۱، در طول موج ۷۰۰ نانومتر و حداکثر جذب آن در فتوسیستم ۲، در طول موج ۶۸۰ نانومتر است.



## سوال نامه

۱. کدام عبارت، در ارتباط با بیشترین گیاهان روی کره زمین به طور حتم درست است؟ (کنکور ۱۴۰۰ داخل)
- ۱) تشکیل ساختار اختصاص یافته برای تولید مثل جنسی آن ها، به طول شب و روز بستگی دارد.
  - ۲) کربن دی اکسید از طریق یاخته های تمایز یافته اندام های هوایی و زمینی آن ها، جذب میشود.
  - ۳) بیشترین جذب کاروتنوئیدهای آن ها، در بخش زرد و نارنجی نور مرئی صورت می گیرد.
  - ۴) با تجزیه شدن سبزینه (کلروفیل) برگ های آن ها، مقدار کاروتنوئیدها افزایش می یابد.

## پاسخ: گزینه دو

بیشترین گیاهان روی کره زمین، گیاهان گل دار (نهان دانه) هستند که کربن دی اکسید، هم از طریق اندام های هوایی و هم از طریق اندام های زمینی، در آنها جذب می شود.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱) بعضی از گیاهان مثل گوجه فرنگی بی تفاوت هستند و گل دهی آن ها ربطی به طول روز و شب ندارد.
- ۳) بیشترین جذب کاروتنوئیدها در بخش آبی و سبز نور مرئی است.
- ۴) در پاییز با کاهش طول روز و کم شدن نور، ساختار سبزدیسه ها در بعضی (نه همه) گیاهان تغییر می کند و به رنگ دیسه تبدیل می شوند. در این هنگام سبزینه در برگ تجزیه می شود و مقدار کاروتنوئیدها افزایش می یابد.

۲. کدام عبارت، در ارتباط با بیشترین گیاهان روی کره زمین نادرست است؟ (کنکور ۱۴۰۰ خارج)

- ۱) بیشترین جذب کاروتنوئیدهای آن ها، در محدوده آبی و سبز نور مرئی است.
- ۲) مجموعه یاخته های حاصل از هر نوع تخم آن ها، نسبت به هم عملکرد متفاوتی دارند.
- ۳) حضور نوعی ترکیب شیمیایی می تواند سبب توقف رشد در بخش هایی از پیکر آن ها شود.
- ۴) جذب کربن دی اکسید، فقط از طریق یاخته های تمایز یافته اندام های هوایی صورت می گیرد.

## پاسخ: گزینه چهار

گیاهان گل دار بیشترین گیاهان روی زمین اند. کربن دی اکسید به همراه سایر گازها هم می تواند از طریق روزنه ها وارد فضاهای بین یاخته ای گیاه شود و هم می تواند با حل شدن در آب، به صورت بیکربنات توسط برگ یا ریشه جذب شود. ریشه اندامی غیرهوائی است.

بررسی گزینه ها:

- ۱) کاروتنوئیدها به رنگ های زرد، نارنجی و قرمز دیده می شوند و بیشترین جذب آنها در بخش آبی و سبز نور مرئی است.
- ۲) تخم اصلی، با تقسیمات خود رویان را ایجاد می کند، در صورتی که تخم ضمیمه، سازنده آندوسپرم می باشد.
- ۳) اکسین جوانه رآسی می تواند مانع رشد جوانه های جانبی شود (چهرگی رآسی).

۳. هر رنگیزه ای که در بخش انتقال دهنده انرژی نورانی به مرکز واکنش در فتوسیستم های گیاهی قرار دارد، واجد چه مشخصه ای است؟

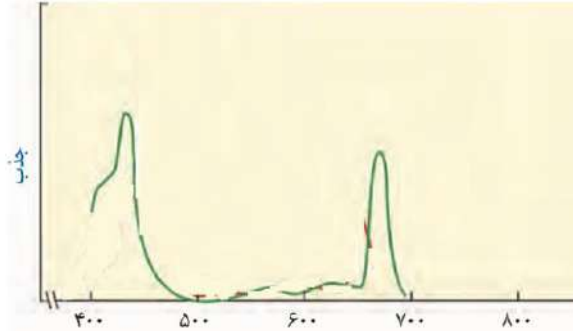
- ۱) در پلاست های قرار دارند که با تغییر شرایط نور محیط میتوانند به پلاست دیگری تبدیل شوند.
- ۲) با برداشت الکترون های اضافی واکنش پذیری رادیکال های آزاد را بالا می برند.
- ۳) در هنگام رسیدن میوه گوجه فرنگی میزان این رنگیزه ها افزایش می یابد.
- ۴) قطعاً در فصل گل دهی مقدار این رنگیزه ها در گیاه کاهش می یابد.

پاسخ: گزینه یک

هم کلروفیل ها هم کاروتنوئیدها در آنتن گیرنده نور فتوسیستم های گیاهی قرار دارند. آنتن های گیرنده نور انرژی نورانی را به مرکز واکنش منتقل می کنند. در کلروپلاست ها رنگیزه های کلروفیل و کاروتنوئید ذخیره شده اند. کلروپلاست در فصل پاییز به کروموپلاست تبدیل می شود. توجه کنید که در بخش های غیر سبز برگ های بعضی گیاهان هنگام کاهش نور، کروموپلاست ها به کلروپلاست تبدیل می گردد. بررسی سایر گزینه ها:

- ۲) رنگیزه ها و ترکیبات رنگی کریچه از مواد پاداکسنده می باشند. این ترکیبات با برداشت الکترون های اضافی، واکنش پذیری رادیکال های آزاد را کاهش می دهند
- ۳) در هنگام رسیدن میوه گوجه فرنگی مقدار کلروفیل کاهش و مقدار کاروتنوئید افزایش پیدا می کند.
- ۴) در پاییز با کاهش میزان نور از مقدار کلروفیل در پلاست ها کاسته می شود و میزان کاروتنوئید افزایش پیدا می کند. برخی گیاهان در پاییز گل می دهند.

۴. شکل زیر، طیف جذبی یکی از رنگیزه های موجود در غشای تیلاکوئید را نشان می دهد. کدام عبارت در رابطه با این رنگیزه گیاهی صحیح است؟



- ۱) این رنگیزه، بلندترین قله جذبی را در محدوده طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر دارد.
- ۲) حداقل جذب آن در طیف نور مرئی، مربوط به محدوده رنگ های بنفش و آبی است.
- ۳) در مراکز واکنش هر فتوسیستم ۲، قادر به حداکثر جذب نور در طول موج ۶۸۰ نانومتر است.
- ۴) در محدوده طول موج ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، بیشترین جذب را در بین رنگیزه های فتوسنتزی دارد.

پاسخ: گزینه چهار

این نمودار، طیف جذبی سبزینه a را نشان میدهد. با توجه به شکل ۳ فصل، بیشترین جذب نور در محدوده طول موج ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر مربوط به سبزینه a است.

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱) بلندترین قله جذبی در محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر مربوط به سبزینه b است.
- ۲) حداقل جذب سبزینه a مربوط به ناحیه ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر (رنگ های سبز و زرد) است.

۳) حداکثر جذب سبزینه a در فتوسیستم ۲، در طول موج ۶۸۰ نانومتر است. البته توجه کنید که در هر فتوسیستم، یک مرکز واکنش وجود دارد و استفاده از لفظ ((مراکز واکنش)) صحیح نیست.

## گفتار دو

### واکنش های فتوسنتزی

واکنش های فتوسنتزی را در دو گروه واکنش های وابسته به نور و مستقل از نور میدان در ادامه به معرفی این واکنش می پردازیم.

### واکنش های وابسته به نور: واکنش های تیلاکوئیدی

وقتی نور به مولکول های رنگیزه میتابه، الکترون انرژی میگیرد و ممکنه از مدار خود خارج بشه به چنین الکترونی الکترون برانگیخته میگن، زیرا پر انرژی و از مدار خود خارج شده است. الکترون برانگیخته ممکنه با انتقال انرژی به مولکول رنگیزه بعدی به مدار خود برگردد یا از رنگیزه خارج و به وسیله رنگیزه یا مولکولی دیگه گرفته بشه.

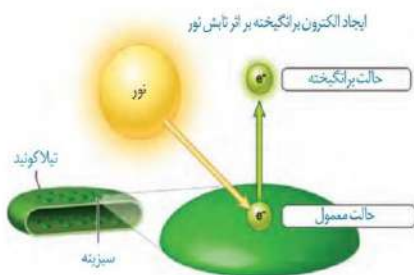
در فتوسنتز انرژی (نه خود الکترون) الکترون های برانگیخته در رنگیزه های موجود در آنتن ها از رنگیزه ای به رنگیزه دیگه منتقل و در نهایت به مرکز واکنش میره و در آنجا سبب ایجاد الکترون برانگیخته در سبزینه a و خروج الکترون از آن میشه.

الکترون برانگیخته از فتوسیستم ۲ بعد از عبور از زنجیره انتقال الکترون به مرکز واکنش در فتوسیستم ۱ میره. همچنین، الکترون برانگیخته از فتوسیستم ۱ در نهایت به مولکول  $NADP^+$  میرسه.

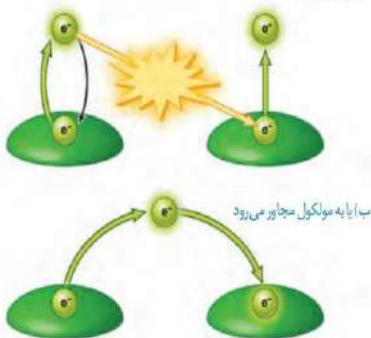
دو نوع زنجیره انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید وجود داره، یک زنجیره بین فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱ و دیگری بین فتوسیستم ۱ و  $NADP^+$  قرار داره.

$NADP^+$  با گرفتن دو الکترون بار منفی پیدا میکنه و با ایجاد پیوند با پروتون به مولکول NADPH تبدیل میشه.

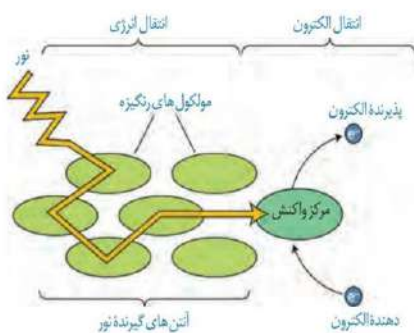
الکترونی که از سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ می آید، کمبود الکترون سبزینه a در فتوسیستم ۱ را جبران می کنه، اما کمبود الکترون سبزینه a در فتوسیستم ۲ چگونه جبران می شه؟



الف) الکترون برانگیخته انرژی را به مولکول مجاور منتقل می کند و به سطح انرژی قبلی خود برمی گردد.



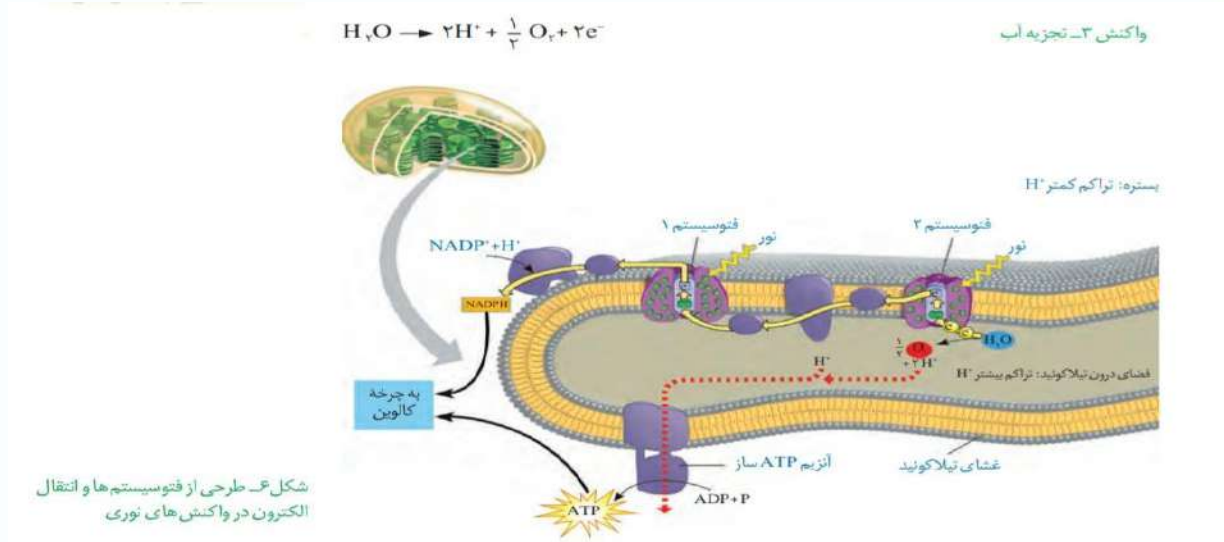
ب) با به مولکول مجاور می رود



شکل ۵- انتقال انرژی به مرکز واکنش و خروج الکترون از آن

## تجزیه نوری آب

مولکول های آب تجزیه میشن و الکترون های حاصل از آن به فتوسیستم ۲ میرن. تجزیه آب به علت فرایندهایی است که به اثر نور مربوط میشه، بنابراین به آن **تجزیه نوری آب** میگن. تجزیه نوری آب در فتوسیستم ۲ و در سطح داخلی تیلاکوئید انجام میشه، حاصل تجزیه آب در فتوسیستم ۲ الکترون، پروتون و اکسیژن است. الکترون ها کمبود الکترونی سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ را جبران می کنن و پروتون ها در فضای درون تیلاکوئید ها تجمع می یابند.



## ساخته شدن ATP در فتوستنز

یکی از اجزای زنجیره انتقال الکترون که بین فتوسیستم ۱ و ۲ قرار داره، پروتئینی است که یونهای  $H^+$  از بستره به فضای درون تیلاکوئید ها پمپ میکنه. بنابراین با گذشت زمان تعدادی پروتون از بستره به فضای درون تیلاکوئید وارد میشه. همچنین، دانستیم که تعدادی پروتون از تجزیه آب درون فضای تیلاکوئید به وجود می آید، در نتیجه به تدریج بر تراکم پروتون ها در فضای درون تیلاکوئید ها نسبت به بستره افزوده میشه. پروتون ها بر اساس **شیب غلظت** خود می خوان از فضای درون تیلاکوئید به بستره برن، اما نمی تونن از طریق انتشار از غشای تیلاکوئید عبور کنن. پس پروتئین ها از چه راهی به بستره می میرن؟

در غشای تیلاکوئید مجموعه پروتئینی به نام **آنزیم ساز ATP** وجود داره، این آنزیم مشابه آنزیم ساز در راکیزه است. پروتون ها فقط از طریق این آنزیم می تونن به بستره منتشر بشن. همانند آنچه در راکیزه رخ میده، همراه با عبور پروتون ها از این آنزیم، ساخته میشه. به ساخته شدن ATP در واکنشهای نوری، **ساخته شدن نوری ATP** می گن، زیرا حاصل فرایندی است که با نور به راه می افتد.



چون تا اینجا یک گفتار همه مباحث با هم مربوط بودن، ما همه نکته هاشو براتون یک جا گفتیم

- ✓ فتوسیستم ۱ و فتوسیستم ۲ جز زنجیره نیستن.
- ✓  $NADP^+$  جز زنجیره نیست.
- ✓ کمبود الکترونی سبزینه a در فتوسیستم ۱ توسط فتوسیستم ۲ جبران می شه، که آلیه، ولی کمبود الکترونی فتوسیستم ۲ توسط مادهی معدنی (آب) جبران می شه.
- ✓ زنجیره انتقال الکترون تیلاکوئید فقط در حضور نور کار میکنه.
- ✓ نور همزمان به هر دو فتوسیستم میخوره.
- ✓ آب تنها ماده ای هست که درون تیلاکوئید مصرف میشه.
- ✓ هیچ مولکول نوکلئوتیدداری در تیلاکوئید تولید و مصرف نمیشه.
- ✓ اکسیژن تولید شده توسط انتشار ساده خارج میشه.

- ✓ همیشه گیرنده نهایی الکترون باید وجود داشته باشد تا ATP تولید بشه.
- ✓ هر مولکول اکسیژن توسط تجزیه دو مولکول آب ایجاد میشه نه یک مولکول آب.
- ✓ طی فتوسنتز قطعاً هر یک از رنگیزه های موجود در آنتن میتونه انرژی بگیره و از دست بده.
- ✓ پیوند کربن هیدروژن در چرخه کالوین به وجود میاد.
- ✓ سنتز نوری ATP موجب کاهش pH بستره و سنتز NADPH موجب کاهش pH درون تیلاکوئید میشه.
- ✓ هر زنجیره غیر مستقیم در تولید ATP نقش داره.
- ✓ آنزیم ATP ساز جز زنجیره نیست.
- ✓ ATP در زنجیره تولید نمیشه.
- ✓ زنجیره انتقال الکترون دوم پمپ نداره و یون هیدروژن انتقال نمیده.
- ✓ از بین سه جزء زنجیره انتقال الکترون اول فقط جزء دوم نقش پمپ داره و جزء سوم آب دوسته.
- ✓ آنزیم تجزیه کننده آب جزئی از فتوسیستم ۲ محسوب میشه.
- ✓ هر واکنش تولید و مصرف ماده آلی در بستره انجام میشه.
- ✓ هیدروژن رو توسط انتقال فعال جابجا میکنه.
- ✓ همراه با تولید ATP توسط آنزیم ATP ساز، آب هم تولید میشه.
- ✓  $NADP^+$  در بستره کاهش می یابد نه در غشای تیلاکوئید.
- ✓ مرکز واکنشی که الکترون از دست میده اکسید میشه.
- ✓ **دام:** یون هیدروژن میتونه از راه های بین تیلاکوئید ها از یک تیلاکوئید خارج بشه، بدون عبور از پروتئین ATP ساز.
- ✓ در آنتن های گیرنده نور انتقال انرژی از یک رنگیزه به رنگیزه دیگه صورت می گیره اما در مرکز واکنش انتقال الکترون انجام میشه و الکترون از کلروفیل a به پذیرنده الکترون منتقل میشه.
- ✓ الکترون هایی که به فتوسیستم ۱ می رسن کم انرژی هستن، چون در طی زنجیره انتقال الکترون انرژی از دست داده اند.



## توصیف

➤ گیرنده نهایی الکترون در فتوسیستم — کلروفیل a

### واکنش های مستقل از نور: واکنش های تثبیت کربن

میدونیم که در فتوسنتز مولکول های کربن دی اکسید به قند تبدیل میشن ساخته شدن این مولکول همانند تجزیه آن به یکباره رخ نمیده. عدد اکسایش اتم کربن در مولکول قند نسبت به کربن در کربن دی اکسید کاهش یافته است، بنابراین گیاه برای ساختن قند به انرژی و منبعی برای تامین الکترون نیاز داره که از واکنش های وابسته به نور تامین میشن. ساخته شدن قند در چرخه ای از واکنش ها به نام **چرخه کالوین** رخ میده، این واکنش ها در **بستره سبزدیسه** انجام می شن .

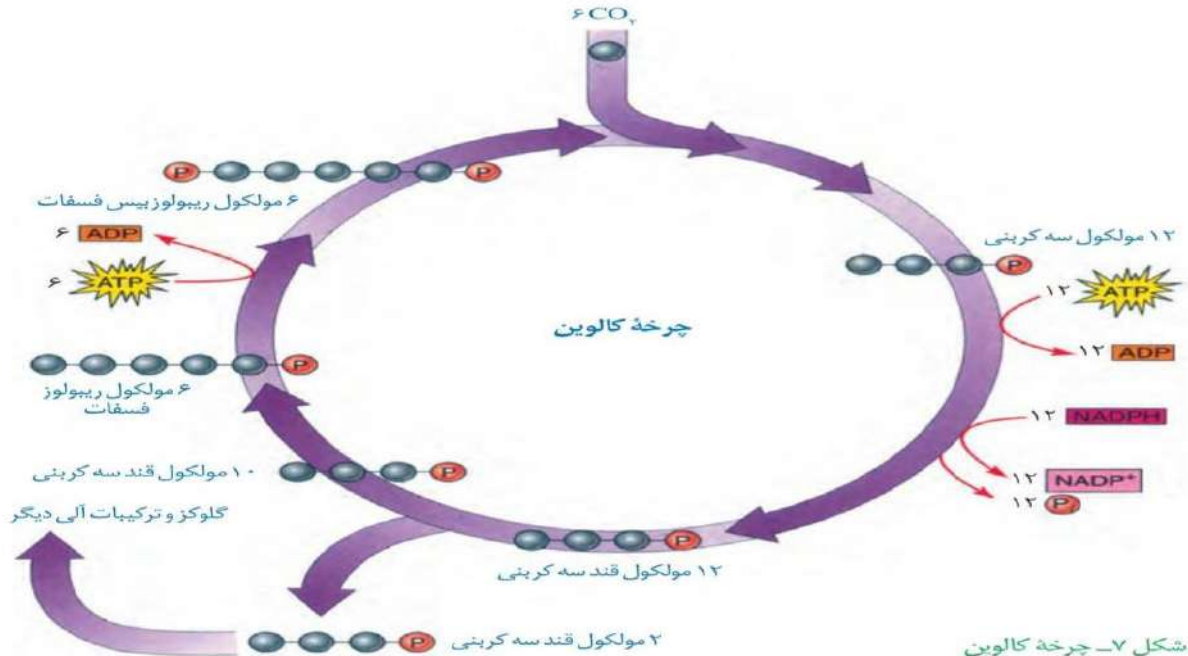
در چرخه کالوین کربن دی اکسید با قندی ۵ کربنی به نام ریپولوزیپس فسفات ترکیب و مولکول ۶ کربنی ناپایداری تشکیل میشه. افزوده شدن کربن دی اکسید به مولکول پنج کربنی با آنزیم روبیسکو (ریپولوزیپس فسفات کربوکسیلاز - اکسیژناز) و فعالیت کربوکسیلازی آن (تشکیل گروه کربوکسیل) انجام میشه. هر مولکول شش کربنی که ناپایدار است **بلافاصله** تجزیه و دو مولکول اسید ۳ کربنی ایجاد میکنه. این مولکول ها در نهایت به قندهای سه کربنی تبدیل می شن، تعدادی از این قندها برای ساخته شدن گلوکز و ترکیبات آلی دیگه و تعدادی نیز برای بازسازی ریپولوزیپس فسفات به مصرف می رسن.

گرچه واکنش های کالوین **مستقل از نور** انجام میشن اما انجام این واکنش ها وابسته به ATP و NADPH حاصل از واکنش های نوری است.

در چرخه کالوین دیدیم که کربن دی اکسید برای ساخته شدن ترکیب آلی به کار میره. به فرآیند استفاده از کربن دی اکسید برای تشکیل ترکیب های آلی **تثبیت کربن** میگن.



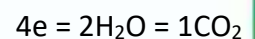
دیدیم اولین ماده آلی پایدار ساخته شده ترکیبی ۳ کربنی هست به همین علت به گیاهانی که تثبیت کربن در آنها فقط با چرخه کالوین انجام میشه گیاهان  $C_3$  میگن. اکثر گیاهان  $C_3$  هستن، گرچه انواع دیگری از تثبیت کربن در طول حیات گیاهان روی زمین نیز شکل گرفته است که در گفتار بعد به آنها می پردازیم.



## و اما پیش به سوی نکات چرخه کالوین

- ✚ واکنش تثبیت کربنی تبدیل کربن معدنی به کربن آلی.
- ✚ ATP مورد نیاز چرخه کالوین را خود کلروپلاست تامین میکنه نه میتوکندری!
- ✚ ATP جاهایی مصرف میشه که قند تولید میشه.
- ✚ در ابتدای چرخه کالوین قبل از تولید اسید ۳ کربنی پایدار اسید ۶ کربنی دو فسفات ناپایدار تولید میشه.
- ✚ در چرخه کالوین هیچ اکسیژنی تولید و مصرف نمیشه.
- ✚ اولین ماده آلی پایدار ساخته شده اسیدی ۳ کربنی می باشد.
- ✚ در واکنش های وابسته به نور  $NADP^+$  کاهش می یابد و در واکنش های مستقل از نور، اسید سه کربنه کاهش می یابد.
- ✚ اگر گام دوم کالوین نباشد واکنش وابسته به نور متوقف میشه.
- ✚ هم در کالوین هم در چرخه کربس و قندکافت، در گام اول ترکیب شش کربنه تولید میشه.
- ✚ فقط بخش اول چرخه کالوین توسط روبیسکو تثبیت کربن هست، نه کلش!
- ✚ چرخه کالوین باید شش بار انجام بشه تا یک گلوکز ساخته بشه.
- ✚ تعداد ATP مصرفی با NADPH مصرفی برابر نیست.
- ✚ چرخه کالوین انرژی خواهه است.
- ✚ دام: NADPH ناقل الکترون هست نه  $NADP^+$ !
- ✚ دام: در کلروپلاست کربن دی اکسید مصرف می شه نه تولید.

✚ بررسی تناسب ها:





- گیرنده نهایی الکترون در کل فتوسنتز ← اسید ۳ کربنی در چرخه کالوین
- هر ترکیب بدون فسفات چرخه کالوین ← کربن دی اکسید
- هر ترکیب ۶ کربنه چرخه کالوین ← مولکول شش کربنی ناپایدار اولیه
- هر ترکیب پنج کربنه چرخه کالوین ← ریپولوز بیس فسفات، ریپولوزفسفات
- هر ترکیب سه کربنه چرخه کالوین ← اسید سه کربنی، قند سه کربنه
- هر ترکیب یک فسفات چرخه کالوین ← اسید ۳ کربنی، قند سه کربنی، ریپولوز فسفات
- هر ترکیب دو فسفات چرخه کالوین ← ریپولوز بیس فسفات، ADP

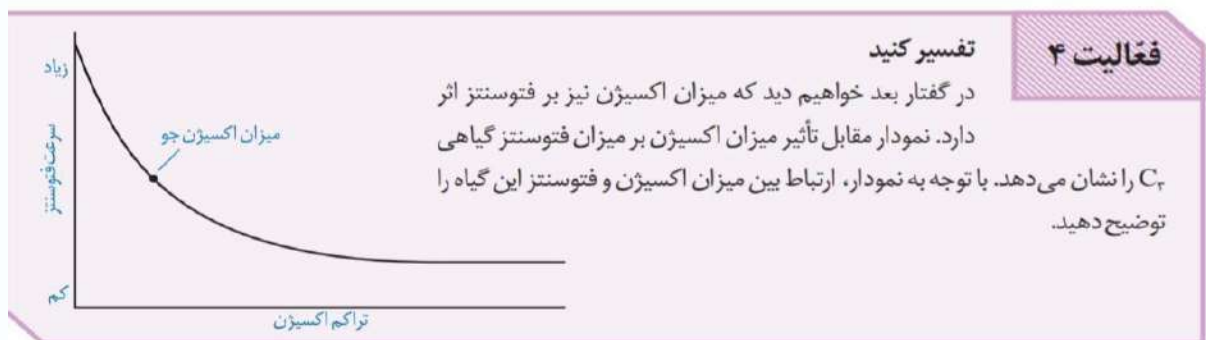


## ترکیبای مهم با فصل ۵ دوازدهم

- ❖ آزاد شدن کربن دی اکسید از ترکیب
  - ← دو کربنی تنفس نوری
  - ← از سه کربنی تخمیر الکلی و اکسایش پیرووات
  - ← از ۴ کربنی در گیاه  $C_4$
  - ← از ۵ و ۶ کربنی در چرخه کربس
- ❖ زنجیره های انتقال الکترون
  - ← غشای میتوکندری کار کرد حتماً وابسته به حضور اکسیژن
  - ← در غشای تیلاکوئید به حضور اکسیژن وابسته نیست و ربطی به  $NADH$ ،  $FADH_2$  ندارد.

## اثر محیط بر فتوسنتز

با توجه به واکنش کلی فتوسنتز انتظار داریم نور و کربن دی اکسید از عوامل موثر بر فتوسنتز باشه. مشاهدات نشان میده میزان کربن دی اکسید، طول موج، شدت و مدت زمان تابش نور بر فتوسنتز اثر می گذارن. از طرفی فتوسنتز فرایندی آنزیمی هست و می دانیم بیشترین فعالیت آنزیم ها در گستره دمایی خاص انجام میشه. بنابراین دما نیز بر فتوسنتز اثر میزاره. همچنین خواهیم دید که میزان اکسیژن نیز بر فتوسنتز اثر داره.



توجه: افزایش دما تا حد معینی موجب افزایش فتوسنتز میشه نه افزایش بیش از آن.

- ✓ وقتی نور به مولکول های رنگیزه میتابه الکترون انرژی میگیره و ممکنه از مدار خود خارج بشه.
- ✓ الکترون برانگیخته ممکنه با انتقال انرژی به مولکول رنگیزه بعدی به مدار خود برگرده یا از رنگیزه خارج و به وسیله رنگیزه یا مولکولی دیگه گرفته بشه.
- ✓ به تدریج بر تراکم پروتون ها در فضای درون تیلاکوئید ها نسبت به بستره افزوده میشه.
- ✓ هر مولکول شش کربنی که ناپایدار است بلافاصله تجزیه و دو مولکول اسید سه کربنی ایجاد میکنه.
- ✓ تعدادی از قند ها برای ساخته شدن گلوکز و ترکیبات آلی دیگر و تعدادی نیز برای بازسازی ریبولوزیس فسفات به مصرف می رسن.
- ✓ اکثر گیاهان  $C_3$  هستن.



## سوال نامه

۱. مولکول  $NADPH$  .... مولکول  $NADH$  ....
    - (۱) همانند - به واسطه زنجیره انتقال الکترون اکسید می شود.
    - (۲) برخلاف - در ساختار خود دو الکترون قابل انتقال را حمل می کند.
    - (۳) همانند - در ساختار خود فسفات دارد.
    - (۴) برخلاف - در بخش احاطه شده با غشای درونی اندامکی دو غشایی یافت می شود.
- پاسخ: گزینه سه
- هر دو در ساختار خود نوکلئوتید دارند و نوکلئوتید ها از باز آلی قند و فسفات تشکیل شده اند. بررسی سایر گزینه ها:
- (۱)  $NADP^+$  در زنجیره انتقال الکترون کاهش می یابد.
  - (۲) هر دو ترکیب در ساختار خود دو الکترون قابل انتقال را حمل می کنند.
  - (۴) هر دو در بخش احاطه شده با غشای درونی اندامکی دو غشایی دیده می شوند.  $NADPH$  در بستره سبز دیسه و  $NADH$  در بخش داخلی راکیزه.

۲. در فتوسنتز .....
    - (۱) خروج یون هیدروژن از تیلاکوئید ها منجر به هیدرولیز  $ATP$  می شود .
    - (۲) تیلاکوئید ها محل مناسبی برای ایجاد  $NADP^+$  می باشند.
    - (۳) بستره محل مناسبی برای انجام فرآیند تجزیه نوری آب است.
    - (۴) ورود و خروج یون هیدروژن از تیلاکوئیدها بدون مصرف  $ATP$  صورت می گیرد.
- پاسخ: گزینه چهار
- یون های هیدروژن از تیلاکوئید توسط انتشار تسهیل شده خارج می شوند که بدون مصرف انرژی است و توسط کانالی که در مجموعه پروتئینی آنزیم  $ATP$  ساز است انجام می شود ، همچنین ورود یون های هیدروژن به تیلاکوئید با صرف انرژی الکترون (نه  $ATP$ ) توسط پمپ غشایی صورت میگیره.

- (۱) خروج هیدروژن از تیلاکوئید ها منجر به ساخته شدن  $ATP$  می شود.
- (۲) در بستره  $NADPH$  تولید می شود.
- (۳) تجزیه نوری آب در فضای تیلاکوئید انجام می شود.

۳. هر مولکول اکسیژن تولید شده درون تیلاکوئید های یک یاخته گیاهی امکان ندارد....

- ۱) از طریق تجزیه یک مولکول آب توسط فتوسیستم ۲ تولید شده باشد.
- ۲) با عبور از هشت لایه فسفولیپیدی از سلول سازنده خود خارج شود.
- ۳) در بستره با مولکول آغازگر چرخه کالوین ترکیب شود.
- ۴) در اکسایش برخی محصولات تولید شده در قندکافت همان سلول مورد استفاده قرار گیرد.

پاسخ: گزینه یک

هر مولکول اکسیژن تولید شده در تیلاکوئید توسط تجزیه دو مولکول آب ایجاد می شود، زیرا هر مولکول آب دارای یک اتم اکسیژن است و برای تولید یک مولکول اکسیژن نیاز به تجزیه دو مولکول آب خواهد بود.

بررسی گزینه ها:

۱) تجزیه نوری آب در فتوسیستم ۱ اتفاق می افتد.

۲) مولکول اکسیژن تولید شده در داخل تیلاکوئید برای خروج از سلول باید از چهار لایه غشایی عبور کند، که شامل یک غشای تیلاکوئید، دو غشای کلروپلاست و یک غشای اصلی یاخته می شود. از آنجا که هر غشا دارای دو لایه فسفولیپیدی میباشد، این مولکول اکسیژن برای خروج از یاخته سازنده خود باید از ۸ لایه فسفولیپیدی عبور کند.

۳) در این گیاه ممکن است شرایط برای تنفس نوری فراهم شود که در این حالت اکسیژن تولید شده در تیلاکوئید می تواند به درون بستره وارد و با مولکول آغازگر چرخه کالوین ترکیب شده و موجب کاهش بازدهی چرخه کالوین شود. (ترکیب با گفتر ۳)

۴) بر اساس قانون انتشار گاز ها و به خاطر کوچک بودن مولکول اکسیژن قسمتی از اکسیژن تولید شده در تیلاکوئید می تواند وارد میتوکندری شود و در اکسایش NADH که در قندکافت تولید شده بود، مورد استفاده قرار گیرد.

۴. کدام گزینه درباره وقایع واکنش های وابسته به نور در فرایند فتوسنتز درست است؟

- ۱) فعالیت پمپ غشایی تیلاکوئید، pH فضای تیلاکوئید را افزایش می دهد.
- ۲) انتشار مولکول های غیر آلی از لایه لای لیپیدهای غشایی تیلاکوئید به سمت بستره افزایش می یابد.
- ۳) از تجزیه هر مولکول آب یک الکترون به کلروفیل P<sub>680</sub> منتقل می شود.
- ۴) نوعی پروتئین سراسری در عرض غشای تیلاکوئید مستقیماً موجب کاهش NADP<sup>+</sup> مولکول می شود.

پاسخ: گزینه دو

در واکنش های وابسته به نور تجزیه نوری آب اتفاق می افتد که در نتیجه آن مولکول اکسیژن که غیر آلی می باشد تولید می شود. در سال دهم خواندیم که اکسیژن به روش انتشار از لایه لای لیپیدهای غشایی عبور می کند. بر طبق قانون انتشار مولکول اکسیژن در جهت شیب غلظت خود از داخل تیلاکوئید به بستره می رود.

۱) فعالیت پمپ غشایی تیلاکوئید باعث افزایش غلظت یون هیدروژن و به دنبال آن کاهش pH فضای تیلاکوئید می شود.

۳) بدلیل اینکه هر مولکول آب شامل دو اتم هیدروژن می باشد بنابراین با هر بار تجزیه دو الکترون ایجاد می شود.

۴) این پروتئین سراسری نیست.

۵. در هر مرحله ای از چرخه کالوین که .... به طور حتم.....

- ۱) اسیدهای ۳ کربنی کاهش می یابند - تغییرات در مولکول های فسفات دار رخ می دهد.
- ۲) پیوند میان گروه های فسفات شکسته می شود - انتقال الکترون نیز انجام می شود.
- ۳) ترکیبات سه کربنه تولید می شود - مولکول های NADPH اکسید می شوند.
- ۴) ترکیب دو فسفات تولید می شود - آنزیم روبیسکو فعالیت می کند.

پاسخ: گزینه یک

در چرخه کالوین اسیدهای ۳ کربنه با دریافت الکترون کاهش می‌یابند، در این زمان تغییراتی در اسیدهای سه کربنه تک فسفات رخ می‌دهد که در نهایت قند سه کربنه تولید می‌شود. توجه داشته باشید که در این زمان مصرف ATP و اکسید شدن مولکول های NADPH نیز بر روی مولکول های فسفات دار رخ می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) در چرخه کالوین پیوند میان گروه های فسفات در مولکول های ATP شکسته شده و مولکول های ADP تولید می‌شوند، اما فقط در زمان تبدیل اسید سه کربنه به قندهای سه کربنه انتقال الکترون از مولکول ها به اسیدهای سه کربنه انجام می‌شود و در زمان تبدیل ریبولوزفسفات به ریبولوزیسی فسفات انتقال الکترونی صورت نمی‌گیرد.

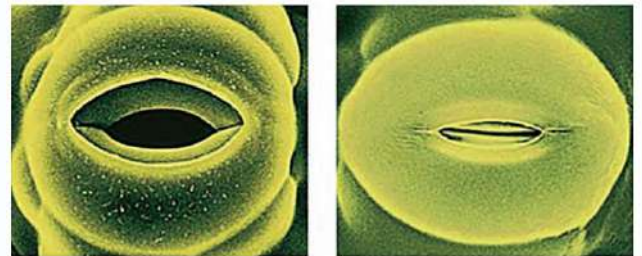
(۳) در چرخه کالوین در زمان تجزیه ترکیب شش کربنه ناپایدار اسید سه کربنه تولید می‌شود. همچنین اسید سه کربنه با مصرف ATP و NADPH به قند سه کربنه تبدیل می‌شود. دقت کنید که تنها در زمان تبدیل اسید سه کربنه به قند سه کربنه مولکول های NADPH اکسید می‌شوند.

(۴) در چرخه کالوین اسید ۶ کربنی ناپایدار، ADP و ریبولوزیسی فسفات ترکیبات دو فسفات هستند که تنها در زمان تولید اسید شش کربنه ناپایدار انزیم روبیسکو فعالیت میکند.

## گفتار سه

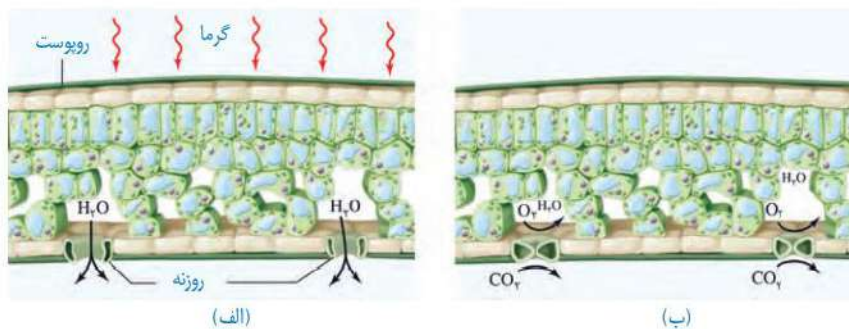
### فتوسنتز در شرایط دشوار

شکل پایین روزنه رو در دو حالت باز و بسته نشون میده. چه عواملی باعث بسته شدن روزنه میشن؟ میدونیم که افزایش بیش از حد دما و نور باعث بسته شدن روزنه ها میشه. بسته شدن روزنه ها چه تاثیری میتونه بر فتوسنتز داشته باشه؟



روزنه ها برای حفظ آب گیاه بسته میشن.

در چنین شرایطی وقتی روزنه ها برای کاهش تعرق بسته میشن، تبادل گازهای اکسیژن و کربن دی اکسید از روزنه ها هم متوقف میشه. اما فتوسنتز همچنان ادامه داره. پس در حالی که کربن دی اکسید برگ کم میشه، اکسیژن در اون زیاد میشه.



شکل ۹- افزایش میزان اکسیژن در اطراف یاخته‌ها به علت بسته شدن روزنه‌ها. وقتی روزنه‌ها باز هستند (الف) نسبت  $CO_2$  به  $O_2$  بیشتر از زمانی است که روزنه‌ها برای حفظ آب گیاه بسته شده‌اند (ب).



## نکته ی خط به خط یادت نره

✓ انجام فتوسنتز میتونه با روزنه های بسته همراه باشه.



## نکات ترکیبی هم که نگم برات که چقدر مهمن

- ✓ فصل شش دهم: یاخته های نگهبان روزنه برخلاف یاخته های دیگه روی پوست سبزینه دارن.
- ✓ فصل شش دهم: روزنه های خزرهره در فرورفتگی های غار ماندی قرار میگیرن.
- ✓ فصل هفت دهم: بیشتر تعرق گیاهان از روزنه های برگ انجام میشه.
- ✓ فصل هفت دهم: روزنه های هوایی میتونن با باز و بسته شدن مقدار تعرق رو تنظیم کنن.
- ✓ فصل هفت دهم: باز و بسته شدن روزنه به دلیل ساختار خاص یاخته های نگهبان روزنه و تغییر فشار تورژانس اون هاست.
- ✓ فصل هفت دهم: افزایش مقدار نور و دما و کاهش کربن دی اکسید تا حدی معین میتونه باعث باز شدن روزنه ها و کاهش شدید رطوبت هوا باعث بسته شدن روزنه ها میشه.
- ✓ فصل هفت دهم: کاهش تعداد روزنه ها، کاهش تعداد یا سطح برگ ها هم از سازگاری های گیاهان برای زندگی در محیط های خشکه.
- ✓ فصل هفت دهم: تعریق از ساختارهای ویژه ای به نام روزنه های آبی که همیشه باز هستن انجام میشه.
- ✓ فصل هفت دهم: خروج آب به صورت بخار از سطح اندام های هوایی گیاه تعرق نامیده میشه.
- ✓ فصل نه یازدهم: شرایط نامساعد محیطی مثل خشکی، تولید آبسیزیک اسید رو در گیاهان تحریک میکنه که باعث بسته شدن روزنه ها و در نتیجه حفظ آب گیاه میشه.
- ✓ فصل نه یازدهم: عوامل بیماری زا میتونن با عبور از منفذ روزنه ها یا فضای بین یاخته ها از سد فیزیکی گیاه بگذرن.

در چنین حالتی وضعیت برای نقش اکسیژنازی آنزیم رویبیسکو مساعد میشه. چون نقش کربوکسیلازی یا اکسیژنازی این آنزیم به نسبت به  $O_2$  و  $CO_2$  در محیط عملکرد اون ارتباط داره. پس با افزایش اکسیژن در برگ، اکسیژن با ریپولوزیسی فسفات ترکیب میشه. مولکول حاصل، ناپایداره و به دو مولکول سه کربنی و دو کربنی تجزیه میشه. مولکول سه کربنی به مصرف بازسازی ریپولوزیسی فسفات میرسه. مولکول دوکربنی از کلروپلاست خارج و در واکنش هایی که بخشی از اون ها در راکیزه انجام میشه، از اون مولکول  $CO_2$  آزاد میشه. چون این فرآیند با مصرف اکسیژن، آزاد شدن  $CO_2$  و همراه با فتوسنتزه، تنفس نوری نامیده میشه.

در تنفس نوری هرچند ماده آلی تجزیه میشه اما برخلاف تنفس یاخته ای ATP از اون ایجاد نمیشه. پس تنفس نوری باعث کاهش فرآورده های فتوسنتز میشه.

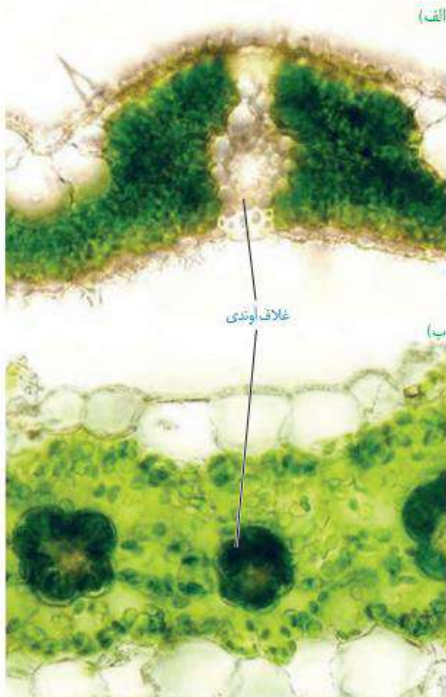
به هر حال انواعی از گیاهان وجود دارن که در محیط های با دمای بالا و تابش شدید نور خورشید زندگی می کنن.

## فتوسنتز در گیاهان $C_4$

یکی از ساز و کارها برای ممانعت تنفس نوری، در گیاهانی وجود داره که به گیاهان  $C_4$  معروفن. یاخته های غلاف آوندی در این گیاهان سبزیسه دارن و محل انجام چرخه کالوین هستن. در حالی که در گیاهان  $C_3$  سبزیسه ندارن.

تثبیت کربن در این گیاهان در دو مرحله، ابتدا در یاخته های میانبرگ و بعد در یاخته های غلاف آوندی انجام میشه که در ادامه به اون می پردازیم.

در گیاهان  $C_4$ ،  $CO_2$  دریاخته های میانبرگ با اسیدی سه کربنی ترکیب و در نتیجه اسیدی چهار کربنی ایجاد میشه. به همین دلیل به این گیاهان  $C_4$  میگویم. چون اولین ماده پایدار حاصل از تثبیت کربن ترکیبی ۴ کربنی هست.



شکل ۱۰- الف) برگ گیاه  $C_3$

ب) برگ گیاه  $C_4$

# خیابان

آنزیمی که در ترکیب  $CO_2$  با اسید سه کربنی و تشکیل اسید چهار کربنه نقش داره، برخلاف روبیسکو به طور اختصاصی با  $CO_2$  عمل میکنه و تمایلی به اکسیژن نداره.

اسید ۴ کربنی از یاخته‌های میانبرگ از طریق پلاسمودسم‌ها به یاخته‌های غلاف آوندی منتقل میشه. در این یاخته‌ها، مولکول  $CO_2$  از اسید چهار کربنی آزاد و وارد چرخه کالوین میشه. اسید ۳ کربنی باقی‌مانده هم به یاخته‌های میانبرگ برمیگرده.

در گیاهان  $C_4$  با وجود عملکرد آنزیم‌های گوناگون در تثبیت کربن و تقسیم مکانی اون در دو نوع یاخته میزان  $CO_2$  در محل فعالیت آنزیم روبیسکو به اندازه بالا ننگه داشته میشه که بازدارنده تنفس نوریه. پس تنفس نوری به ندرت در این گیاهان اتفاق میفته.

این گیاهان در دماهای بالا، شدت‌های زیاد نور و کمبود آب، در حالی که روزنه‌ها بسته شدن تا از تبخیر آب جلوگیری بشه، همچنان میزان  $CO_2$  رو در محل عملکرد آنزیم روبیسکو بالا ننگه میدارن. همین علت کارایی اون‌ها در چنین شرایطی بیش از گیاهان  $C_3$  هست.

## فتوسنتز در گیاهان CAM

بعضی گیاهان در مناطقی زندگی میکنن که با مسئله دما و نور شدید در طول روز و کمبود آب مواجهن. در این گیاهان برای جلوگیری از هدر رفتن آب، روزنه‌ها در طول روز بسته و در شب بازن. برگ، ساقه یا هر دوی اون‌ها در چنین گیاهانی گوشتی و پرآب هستن. این گیاهان در واکنش‌های خود ترکیباتی دارن که آب رو ننگه میداره.

تثبیت کربن در این گیاهان مثل گیاهان  $C_4$  هست. با این تفاوت که تثبیت کربن در اون‌ها در یاخته‌های متفاوت نیست و به عبارتی تقسیم بندی مکانی نشده، بلکه در زمان‌های متفاوت انجام میشه. تثبیت اولیه کربن در شب که روزنه‌ها بازن و چرخه کالوین در روز انجام میشه که روزنه‌ها بسته‌ان. آناناس از گیاهان CAM (کم) هست.



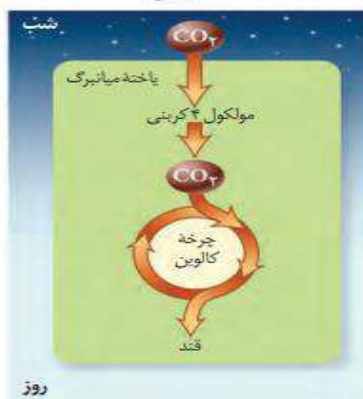
آناناس



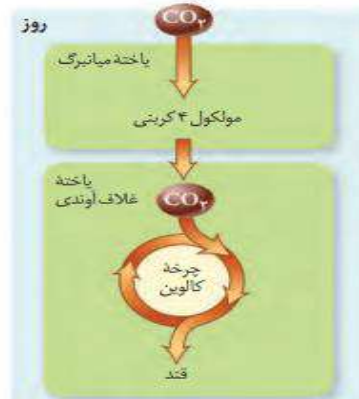
ذرت



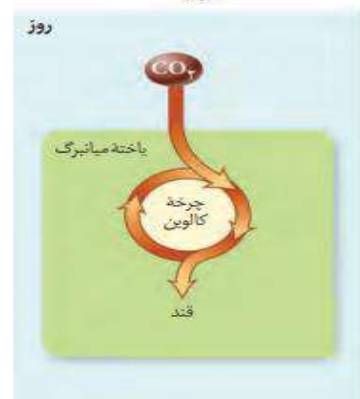
گل‌رُز



پ



ب



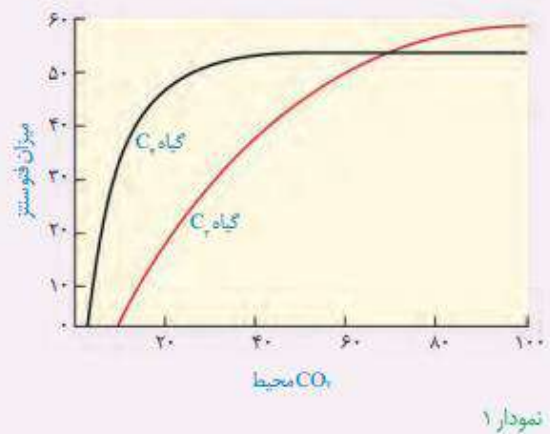
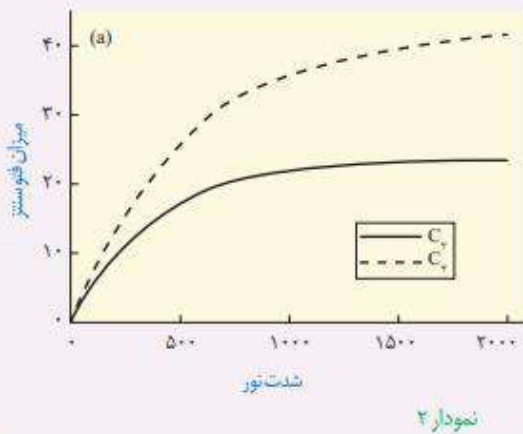
الف

شکل ۱۱- مقایسه فتوسنتز در گیاهان الف)  $C_3$ ، ب)  $C_4$  و پ) CAM



- (۱) گیاه CAM در آغاز روشانی، PH پایین تری دارد و گیاهان C<sub>4</sub> عمدتاً تک لپه ای هستند.
- (۲) با افزایش شدت نور C<sub>3</sub> روزنه ها رو میبندند و میزان فتوسنتز ثابت می مونه اما در C<sub>4</sub> با افزایش نور و بسته شدن روزنه فتوسنتز زیاد میشه.
- (۳) با افزایش کربن دی اکسید تاحدی فتوسنتز در C<sub>4</sub> بیشتر از C<sub>3</sub>
- (۴) در هر شدت نوری فتوسنتز در C<sub>4</sub> بیشتر از C<sub>3</sub>

ب) برای تشخیص نوع فتوسنتز گیاه الف و ب چه راهی پیشنهاد می دهید؟ آیا ساختار این گیاهان در تشخیص نوع فتوسنتز به شما کمک می کند؟  
 ۲- نمودارهای ۱ و ۲ به ترتیب اثر کربن دی اکسید جو و شدت نور را بر فتوسنتز دو گیاه C<sub>3</sub> و C<sub>4</sub> نشان می دهند. چه نتیجه ای از این نمودارها می گیرید؟



### حالا که مفهومی یاد گرفتیم وقت نکته هاشه

- در گیاهان در صورت افزایش دمای محیط لزوماً تبادل گاز با بیرون قطع نمیشه. شاید عدسک داشته باشن.
- همه گیاهان در غلاف آوندی خودشون کلروفیل ندارند.
- تنفس نوری فقط در یاخته های فتوسنتز کننده رخ میده.
- در گیاه آناناس واکنش های وابسته به نور برای تولید ATP و NADPH انجام میشه.
- در گیاهان C<sub>4</sub> دو تثبیت با تقسیم مکانی و در گیاهان CAM دو تثبیت با تقسیم زمانی داریم.
- در گیاهان C<sub>3</sub> فقط یک تثبیت در چرخه کالوین داریم.
- چرخه کالوین در همه گیاهان در روز اتفاق میفته.
- گیاهان C<sub>3</sub> عمدتاً دو لپه ای و گیاهان C<sub>4</sub> عمدتاً تک لپه هستند.
- در گیاهان C<sub>3</sub> و C<sub>4</sub> کربن دی اکسید فقط در روز تثبیت میشه.
- در تنفس نوری علاوه بر روبیسکو آنزیم های دیگری نیز نقش دارن.
- تنفس نوری در روز اتفاق میفتد اما تنفس سلولی لزوماً وابسته به وجود نور نیست.
- تنفس نوری، ضد چرخه کالوین است.
- هر ماده ای که در نتیجه فعالیت روبیسکو تولید میشه ناپایداره.
- اکسایش قند پنج کربنه ← در تنفس نوری
- روبیسکو آنزیمیست که فقط خاصیت ترکیبی داره.





## نکات ترکیبی

- ✓ فصل شش دهم: در گیاهان مناطق خشک و کم آب روپوست ضخیم، روزنه هایی در فرورفتگی، تعداد زیادی کرک میشه دید.
- ✓ فصل شش دهم: بعضی گیاهان در مناطق خشک و کم آب ترکیب های پلی ساکاریدی در واکوئل های خود دارن تا مقدار فراوانی آب جذب و در واکوئل ها ذخیره بشه.
- ✓ فصل نه یازدهم: گیاهان هر دمایی رو نمیتونن تحمل کنن مثلاً سرمای شدید میتونه مانع از رویش دانه ها و جوانه ها بشه.

## جانداران فتوسنتز کننده دیگر

بخش عمده فتوسنتز رو جاندارانی انجام میدن که گیاه نیستن و در خشکی زندگی نمیکنن. انواعی از باکتری ها و آغازیان در محیط های متفاوت خشکی و آبی فتوسنتز میکنند.

**باکتری ها:** باکتری هایی که فتوسنتز میکنند، سبز دیسه ندارن، اما دارای رنگیزه های جذب کننده نورن.

بعضی باکتری ها سبزینه دارن. مثلاً سیانو باکتری ها سبزینه a دارن و مثل گیاهان با استفاده از  $CO_2$  و نور، ماده آلی میسازن و چون مثل گیاهان در فرآیند فتوسنتز اکسیژن تولید میکنند، باکتری های فتوسنتز کننده اکسیژن زا نامیده میشن.

گروهی دیگه از باکتری ها، فتوسنتز کننده غیر اکسیژن زا هستن. باکتری های گوگردی ارغوانی و سبز از این گروه هستن. رنگیزه فتوسنتزی این باکتری ها باکتریوکرووفیل هست. این باکتری ها کربن دی اکسید رو جذب می کنن اما اکسیژن تولید نمی کنن چون منبع تامین الکترون در اون ها ترکیبی به غیر از آب. مثلاً در باکتری های گوگردی منبع تامین الکترون  $H_2S$  هست و به جای اکسیژن گوگرد ایجاد میشه. از این باکتری ها در تصفیه فاضلاب ها برای حذف هیدروژن سولفید استفاده میکنن. هیدروژن سولفید گازی بی رنگه و بوی شبیه تخم مرغ گندیده داره.



**آغازیان:** آغازیان نقش مهمی در تولید ماده آلی از ماده معدنی دارن. میدونیم که جلبک های سبز و قرمز و قهوه ای از آغازیان هستن و فتوسنتز می کنن. اوگلنای که در شکل میبینیم جاندار تک باخته ای و مثال دیگه ای از آغازیان فتوسنتز کننده هست. این جاندار در حضور نور فتوسنتز میکنه و در صورتی که نور نباشه، سبز دیسه های خودش رو از دست میده و با تغذیه از مواد آلی ترکیبات مورد نیاز خودش رو بدست میاره.



شکل ۱۲- اوگلنا

آیا ساختن ماده آلی از ماده معدنی فقط محدود به فتوسنتز و جاندارانی که از انرژی نور استفاده میکنند؟ آیا تولیدکنندگان در اعماق تاریک وجود ندارند؟ امروزه میدونیم انواعی از باکتری ها در معادن، اعماق اقیانوس ها و اطراف دهانه آتشفشان های زیر آب وجود دارند که می تونن بدون نیاز به نور از گرین دی اکسید ماده آلی بسازن. زندگی در چنین مناطقی برای بسیاری از جانداران غیر ممکنه. دانشمندان بر اساس وضعیت زمین در آغاز شکل گیری حیات بر این باورن که باکتری های شیمیوسنتزکننده از قدیمی ترین جانداران روی زمین هستن. چنین باکتری هایی، انرژی مورد نیاز برای ساختن مواد آلی از مواد معدنی رو از واکنش های اکسایش به دست میارن. به این فرایند شیمیوسنتز میگیمن.

باکتری های نیترات ساز که آمونیوم رو به نیترات تبدیل میکنن، از باکتری های شیمیوسنتز کننده هستن.



### و حالا نکته های خط به خط خفن این بخشو باهم بررسی میکنیم

- همه آغازیان فتوسنتز کننده نیستن مثل پارامسی.
- همه فتوسنتز کننده ها رنگیزه دارن.
- همه فتوسنتز کننده ها لزوما کلروفیل ندارند.
- بعضی از فتوسنتز کنندگان از آب به عنوان منبع الکترون استفاده میکنن.
- اوگنا در صورت تداوم تاریکی کلروپلاست خودش رو از دست میده.
- در هر فتوسنتزی اکسیژن تشکیل نمیشه.
- سیانوباکتری تولید کننده هست اما میتونه از مواد آلی گیاه هم استفاده کنه.
- هر فتوسنتز کننده تک یاخته ای باکتری نیست: اوگنا
- گیاهان حشره خوار فتوسنتزکنندگانی هستن که مثل اوگنا گوارش دارن اما نه برای کسب مواد آلی بلکه برای کسب نیتروژن.
- هر باکتری که منبع تولید الکترون اون آب هست، اکسیژن تولید میکنه.
- در همه یوکاریوت های فتوسنتز کننده منبع تامین الکترون آبه.
- هر فتوسنتز کننده تک یاخته، لزوما باکتری نیست.
- همه شیمیوسنتزکننده ها باکتری هستن.
- استرپتوکوکوس نومونیا شیمیوسنتزکننده نیست.
- باکتری های نیترات ساز تثبیت نیتروژن انجام نمیدن.
- جلبک های سبز هم تک سلولی داریم هم پر سلولی.
- همه جلبک های قرمز و قهوه ای پرسلولی هستن.



### پیش به سوی ترکیبی های عزیز

- ❖ فصل دو دهم: پارامسی از آغازیانه و با حرکت مژک ها غذا رو از محیط به حفره دهانی منتقل میکنه. پارامسی واکوئل گوارشی داره.
- ❖ فصل هفت دهم: حضور کودهای شیمیایی باعث رشد سریع باکتری ها، جلبک ها و گیاهان آبی میشه.
- ❖ فصل هفت دهم: همه سیانوباکتری ها فتوسنتز کننده هستن اما بعضی از اون ها میتونن تثبیت نیتروژن هم انجام بدن.
- ❖ فصل هفت دهم: گیاه آزولا با سیانوباکتری ها هم زیستی داره و نیتروژن تثبیت شده اون رو دریافت میکنن.
- ❖ فصل هفت دهم: سیانوباکتری های همزیست با گیاه گونرا درون ساقه و دمپرگ این گیاه تثبیت نیتروژن انجام میدن .
- ❖ فصل هفت دهم: بیشتر نیتروژن مورد استفاده گیاهان به صورت یون آمونیوم یا نیتراته.
- ❖ ترکیب با گفتار ۱: اسپروژیر نوعی جلبک رشته ای هست که سبزیسه های نوری و دراز داره.



## قید نامه

- مولکول دو کربنی از کلروپلاست خارج و در واکنش هایی که بخشی از اون ها در راکیزه انجام میشه، از اون مولکول کربن دی اکسید آزاد میشه.
- تنفس نوری به ندرت در گیاهان  $C_4$  اتفاق میفته.
- بخش عمده فتوسنتز رو جاندارانی انجام میدن که گیاه نیستن.
- بعضی باکتری ها سبزینه دارن.



## سوال نامه

- ۱- کدام گزینه عبارت مقابل را به درستی تکمیل می کند؟  
«در تنفس زتنفس یاخته ای،.....»

- ۱) برخلاف - شروع عمل تجزیه ترکیب های موجود در واکنش، در درون نوعی اندامک دو غشایی انجام می شود.
- ۲) همانند - تجزیه نوعی ترکیب کربن دار منجر به ساخت مولکول های ATP در یاخته می شود.
- ۳) همانند - ضمن تولید نوعی ترکیب دو کربنه، مولکول های کربن دی اکسید آزاد می شوند.
- ۴) برخلاف - واکنش های لازم در بخش های مختلفی از یاخته انجام میشه.

## پاسخ: گزینه یک

در تنفس نوری شروع عمل تجزیه ترکیب حاصل از فعالیت اکسیژنازی آنزیم رویسکو در درون کلروپلاست انجام می شود اما در تنفس یاخته ای شروع عمل تجزیه (قندکافت) در درون سیتوپلاسم یاخته انجام می شود. می دانید که کلروپلاست ها از اندامک های دو غشایی یاخته اند.

- ۲- کربنه است.....
- ۱) ۳ - در هوای گرم، فاصله غشا و دیواره یاخته های نگهبان روزنه کاهش می یابد.
  - ۲) ۳ - هر ترکیب سه کربنه در چرخه کالوین در ساختار خود دو گروه فسفات دارد.
  - ۳) ۴ - تولید اسید چهار کربنه و انجام چرخه کالوین همواره در دو نوع یاخته مختلف صورت می گیرد.
  - ۴) ۴ - از ترکیب کربن دی اکسید و اسید ۳ کربنه، نوعی ترکیب ۴ کربنه ایجاد می شود.

## پاسخ: گزینه چهار

در گیاهان CAM همانند  $C_4$  اولین ترکیب پایدار ایجاد شده از کربن طی فتوسنتز ترکیب چهار کربنه ای است که از ترکیب کربن دی اکسید و اسید سه کربنه ایجاد می شود.

۱) در گیاهان  $C_3$  در هوای گرم لازم است که روزنه ها بسته شوند بنابراین در یاخته های نگهبان روزنه تورژانس رخ می دهد نه پلاسمولیز.

۲) در چرخه کالوین مولکول قند ۳ کربنه دارای یک گروه فسفات است.

۳) در گیاهان CAM به جای تقسیم بندی مکانی ما تقسیم بندی زمانی داریم.

۳- PH است و این گیاه در طول.....

- ۱) بیشتر - روز، به ازای خروج هر قند سه کربنه از چرخه کالوین ۶ مولکول NADPH مصرف می کند.
- ۲) کمتر - شب، کربن دی اکسید را در نوعی ترکیب ۴ کربنه تثبیت می کند.
- ۳) کمتر - روز، با تجزیه مولکول آب PH فضای تیلاکوئید را افزایش می دهد.
- ۴) بیشتر - شب، ریبولوز بیس فسفات را با اکسیژن ترکیب می کند.

## پاسخ: گزینه دو

گیاه آناناس در طی شب کربن دی اکسید را به صورت اسید ۴ کربنه در میانبرگ خود ذخیره می کند. این اسید در روز تجزیه شده و کربن دی اکسید آزاد شده طی این فرآیند در چرخه کالوین مصرف می شود. PH عصاره برگ آناناس در شب کمتر از روز است.

- ۴- کدام موارد ویژگی مشترک همه جانداران فتوسنتز کننده را بیان می کند؟  
 الف) انرژی مورد نیاز مراحل موجود در فرایند فتوسنتز را به طور غیر مستقیم از نور خورشید دریافت می کنند.  
 ب) بخش اعظمی از مراحل فتوسنتز در بستره سبزدیسه آن ها انجام می شود.  
 ج) یاخته های جنسی خود را از طریق تقسیم میتوز تولید می کنند.  
 د) دارای نوعی دنا با دو انتهای بسته هستند.

۱) الف و ب      ۲) ب و ج      ۳) الف و د      ۴) ج و د

## پاسخ: گزینه سه

بررسی گزینه ها:

- الف) همه این جانداران توسط رنگزده های خود انرژی نور خورشید را به دام می اندازند. نور خورشید به صورت غیرمستقیم انرژی مورد نیاز مراحل فتوسنتز را تامین می کنند. مولکول ATP انرژی مورد نیاز مراحل مختلف فتوسنتز را به صورت مستقیم تامین می کند.  
 ب) مراحل انجام فتوسنتز در یاخته های گیاهی و آغازیان فتوسنتز کننده در کلروپلاست است اما باکتری های فتوسنتز کننده فاقد اندامک دوغشایی هستند.  
 ج) باکتری ها فاقد توانایی تقسیم میتوز و تولید یاخته های جنسی هستند.  
 د) همه این جانداران دارای دناى حلقوی هستند پروکاریوت ها که فقط دناى حلقوی دارند و گیاهان و آغازیان فتوسنتز کننده هم دناى کلروپلاست و میتوکندری حلقوی دارند.

## ۵- هر جاندار....

- ۱) فتوسنتز کننده اکسیژن را قطعاً نوعی جاندار یوکاریوت است.  
 ۲) فتوسنتز کننده گوگردی، به طور حتم درون کلروپلاست خود رنگزده باکتريوکلروفیل دارد.  
 ۳) مورد استفاده در تصفیه فاضلاب قطعاً قادر است بخشی از انرژی گلوکز را آزاد کند.  
 ۴) تولیدکننده مواد آلی در اعماق اقیانوس ها، به طور حتم آمونیوم را به نیترات تبدیل می کند.

## پاسخ: گزینه سه

هر جاندارى از جمله باکتری های گوگردی که از هیدروژن سولفید فاضلاب ها برای تامین الکترون استفاده می کنند قادر است که در قند کافت بخشی از انرژی گلوکز را به صورت مولکول های ATP آزاد کند.



خداقوت باهم این فصلو تموم کردیم فصل بعد دوباره برمیگردیم پیشتون

# زیست شناسی (۳)



فصل هفتم: فناوری های نوین زیستی

خیابان

محمدصادق ده بزرگی



### فصل هفت

#### فناوری های نوین زیستی

با توجه به اهمیت محیط زیست و حفظ اون تولید و استفاده از پلاستیک های قابل تجزیه زیستی راهکار مناسبی برای پیشگیری از مصرف بی رویه پلاستیک های غیر قابل تجزیه هست. امروزه به کمک روش های زیست فناوری تولید پلاستیک های قابل تجزیه با صرف هزینه کمتر ممکن شده. این کار با وارد کردن ژن های تولید کننده بسیاری از این نوع مواد از باکتری به گیاه امکان پذیره.

### گفتار یک

#### زیست فناوری و مهندسی ژنتیک

همونطورکه میدانیم جهش در یک ژن و در نتیجه، تغییر در محصول آن میتونه به بروز بیماری منجر بشه. اختلال در عملکرد و مقدار عوامل مؤثر در انعقاد خون از این دسته هستن. با توجه به افزایش افراد نیازمند به این ترکیبات، تأمین نیاز دارویی اون ها با مشکل مواجهه میشه. امروزه استفاده از روش های زیست فناوری و مهندسی ژنتیک تحولات مهمی در زمینه ی تولید فراورده های فراهم آورده. تا چندی پیش، انتقال ژن های انسان به داخل یاخته های سایر موجودات زنده و یا استفاده از باکتری ها برای ساختن پروتئین های انسانی غیرقابل تصور بود اما حالا روش های لازم برای تحقق آن توسعه یافته و کاربرد فراوانی پیدا کرده. میدونین چطوری میشه از باکتری برای ساختن یک پروتئین انسانی استفاده کرد؟ فرض کنیم میخوایم باکتری رو برای ساختن هورمون رشد انسانی تغییر بدیم، پس ضرورت داره تمام احتیاجات این فرایند رو در یاخته باکتری فراهم کنیم. در ادامه مطلب با مراحل این روش آشنا خواهیم شد.

#### زیست فناوری چیست؟

به طور کلی به هرگونه فعالیت هوشمندانه آدمی در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجود زنده، زیست فناوری میگیم. زیست فناوری قلمروی بسیار گسترده داره و روش هایی مثل مهندسی ژنتیک، مهندسی پروتئین و بافت رو دربرمیگیره. زیست فناوری از گرایش های علمی متعددی مثل علوم زیستی، فیزیک، ریاضیات و علوم مهندسی استفاده میکنه. کاربردهای فراوان زیست فناوری، اون رو به عنوان نشانه ی پیشرفت کشورها در قرن حاضر و به یکی از ابزارهای مهم برای تأمین نیازهای متنوع تبدیل کرده.

#### تاریخچه زیست فناوری

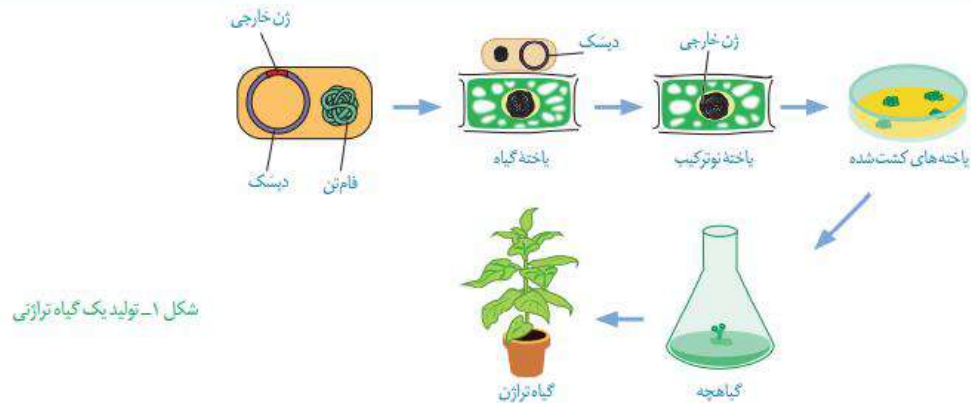
برای زیست فناوری، که از سال های بسیار دور آغاز شده، سه دوره در نظر میگیرن:

**زیست فناوری سنتی:** تولید محصولات تخمیری مثل سرکه، نان و فراورده های لبنی با استفاده از فرایندهای زیستی مربوط به این دوره.

**زیست فناوری کلاسیک:** با استفاده از روش های تخمیر و کشت ریز جانداران (میکروارگانیسم ها) تولید موادی مانند پادزیست ها، آنزیم ها و مواد غذایی در این دوره ممکن شد. **زیست فناوری نوین:** این دوره با انتقال ژن از یک ریزجاندار به ریزجاندار دیگر شروع شد. دانشمندان توانستند با تغییر و اصلاح خصوصیات ریزجانداران، ترکیبات جدید رو با مقادیر بیشتر و کارایی بالاتر تولید کنند.

### مهندسی ژنتیک

یکی از روش های مؤثر در زیست فناوری نوین، مهندسی ژنتیکه. در مهندسی ژنتیک قطعه ای از دناى یک یاخته توسط ناقل به یاخته ای دیگر منتقل میشه. در این حالت، یاخته ی دریافت کننده قطعه دنا دچار دست ورزی ژنتیکی و دارای صفت جدید میشه. به جاندارى که از طریق مهندسی ژنتیک دارای ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی شده است، **جاندار تغییر یافته ژنتیکی** یا **تراژنی** میگن. هرچند این روش اول با باکتری ها شروع شد؛ اما پیشرفت های بعدی، امکان دست ورزی ژنتیکی برای موجودات زنده مثل گیاهان و جانوران رو هم فراهم کرد. مثلاً مراحل ایجاد گیاهان زراعی تراژنی از طریق مهندسی ژنتیک رو میشه به صورت زیرخالصه کرد: ۱. تعیین صفت یا صفات مطلوب ۲. استخراج ژن یا ژن های صفت مورد نظر ۳. آماده سازی و انتقال ژن به گیاه ۴. تولید گیاه تراژنی ۵. بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی خطر بودن برای سلامت انسان و محیط زیست ۶. تکثیر و کشت گیاه تراژنی با رعایت اصول ایمنی زیستی. شکل ۱ بعضی از این مراحل رو نشون میده.



#### نکته هاشو ببینیم

- ← ژن خارجی دارای صفت مطلوبه که به یک باکتری وارد می کنیم. بعد دیسک رو در محیط کشت باکتری ریخته که اجازه ورود به باکتری رو داشته باشه.
- ← در زیست فناوری نوین برخلاف سنتی و کلاسیک از مهندسی ژنتیک استفاده میشه.
- ← مهندسی ژنتیک با باکتری شروع شد.
- ← پلازمید قطعا حاوی اطلاعات متفاوتی نسبت به فام تن اصلی هست.



#### نکات ترکیبی مهمی داره

- ✓ فصل یک دوازدهم: دیسک دناى حلقوی کوچیکه که مستقل از دناى اصلی اون تکثیر میشه و عمدتاً دارای ژن مقاومت به نوعی آنتی بیوتیکه.
- ✓ فصل یک دوازدهم: پروکاریوت ها علاوه بر دناى اصلی ممکنه مولکول های از دناى دیگر به نام دیسک داشته باشن. اطلاعات این مولکول ها میتونه ویژگی های دیگر ای به باکتری بده مثل افزایش مقاومت باکتری در برابر آنتی بیوتیک ها.
- ✓ فصل پنج دوازدهم: تخمیر از روش های تامین انرژی در شرایط کمبود یا نبود اکسیژنه.

## مراحل مهندسی ژنتیک

یکی از اهداف مهندسی ژنتیک تولید **انبوه ژن** و **فرآورده های اون**ه. تولید انبوه ژن با همسانه سازی انجام میشه. جداسازی (خارج از یاخته) یک یا چند ژن و تکثیر (دریاخته) اون ها رو **همسانه سازی** میگیریم. در همسانه سازی دنا ماده ی وراثتی با ابزار های مختلفی در خارج یاخته تهیه و به وسیله یک ناقل همسانه سازی ژنوم میزبان منتقل میشه. هدف از این کار تولید مقادیر زیادی از دنا ی خالصه که میتونه برای دست ورزی، تولید یک ماده ی بخصوص و یا مطالعه مورد استفاده قرار بگیره.

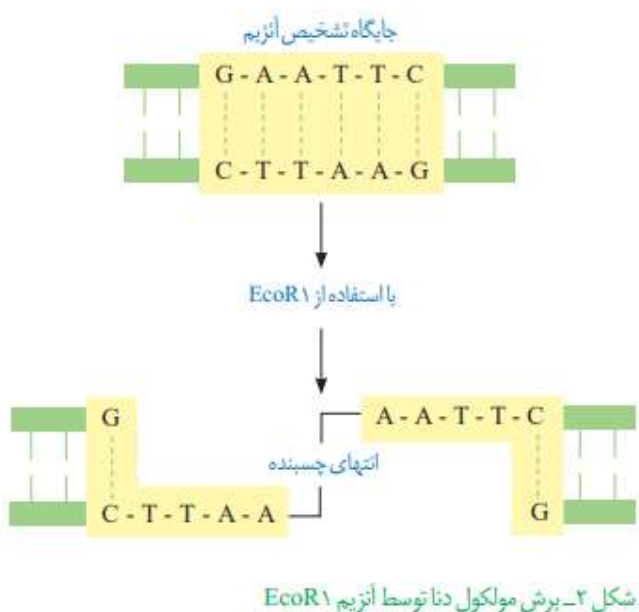
برای این منظور مراحل زیر انجام میشه:

**جداسازی قطعه ای از دنا:** این کار به وسیله **آنزیم های برش دهنده** انجام میشه. این آنزیم ها در باکتری ها وجود دارن و **قسمتی** از سامانه ی دفاعی اون ها محسوب میشن. اولین مرحله از همسانه سازی که جداسازی ژن ها است، به وسیله ی این آنزیم ها انجام میشه. این آنزیم ها توالی های نوکلئوتیدی خاصی رو در دنا تشخیص و برش میدن.

مثلا آنزیم EcoR1 توالی شش جفت نوکلئوتیدی CTTAAG شناسایی و برش میدن. (با بخش مکمل این توالی). به این توالی **جایگاه تشخیص** آنزیم گفته میشه. همونطورکه در شکل میبینیم در جایگاه تشخیص آنزیم EcoR1، توالی نوکلئوتیدهای هر دو رشته دنا از دو سمت مخالف یکسان خونده میشه. این آنزیم پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتید گوانین دار و آدنین دار هر دو رشته رو برش میزنه. در نتیجه، انتهای از مولکول دنا ایجاد میشه که یک رشته آن بلندتر از رشته مقابله و به اون **انتهای چسبنده** میگیریم. برای تشکیل چنین انتهای از مولکول دنا، علاوه بر پیوندهای فسفودی استر، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته دنا در منطقه تشخیص هم شکسته میشن. استفاده از آنزیم های برش دهنده، دنا رو به قطعات کوتاه تری تبدیل میکنه. این قطعات رو با روش های خاصی جدا میکنن و تشخیص میدن.



پیش به سوی نکات خفن



- آنزیم EcoR1 جایگاه تشخیص آنزیم رو برش میده نه ژن رو.
- در هر جایگاه تشخیص نشان داده شده ۲ پیوند فسفودی استر توسط EcoR1 شکسته میشن.
- ۸ پیوند هیدروژنی ای که در جایگاه تشخیص شکسته میشه، توسط EcoR1 شکسته نشده.
- انتهای چسبنده در شکل دارای ۴ نوکلئوتید هست: دوتا پورینی و دوتا پیرمیدینی.
- در جایگاه تشخیص آنزیم تعداد نوکلئوتید ها باید زوج باشه.
- هر جایگاه تشخیص آنزیم باید حداقل دو جفت نوکلئوتید داشته باشه.
- ژن سازنده آنزیم برش دهنده مثل ژن سازنده دنباسپاراز و رناباسپاراز روی فام تن اصلی قرار گرفته.
- **دام:** جایگاه تشخیص نیزم نباید یوراسیل داشته باشه. چرا؟ چون روی دنا قرار داره.

**دام:** هر آنزیم برش دهنده لزوماً انتهای چسبنده ایجاد نمیکنه.

**دام:** جایگاه تشخیص آنزیم فقط مخصوص دنا هست.

➤ منظور از دنا ی خالص یعنی فقط ژن مورد نظر ما تکثیر شده.

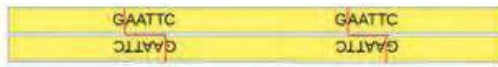
➤ آنزیم های برش دهنده انواع مختلفی دارن و جنس همه اون ها پروتئینه. ژن سازنده آنزیم برش دهنده پروکاریوتی توسط رناباسپاراز پروکاریوتی رونویسی میشه.

➤ چندتا روش دفاعی در باکتری رو مرور می کنیم: ۱- پوشینه در آزمایش گریفیت ۲- ژن مقاومت به آنتی بیوتیک ۳- آنزیم برش دهنده

➤ چندتا نکته ویژه درباره آنزیم برش دهنده گرمی (☺) ← منشا پروکاریوتی داره، هردورشته دنا رو در بر میگیره، خاصیت نوکلنازی داره (مثل دنباسپاراز)، پیش مادش دنا هست نه رنا



**اتصال قطعه دنا به ناقل و تشکیل دناى نوترکیب:** مرحله ی بعدی اتصال قطعه دناى جداسازی شده به ناقل همسانه سازیه. این

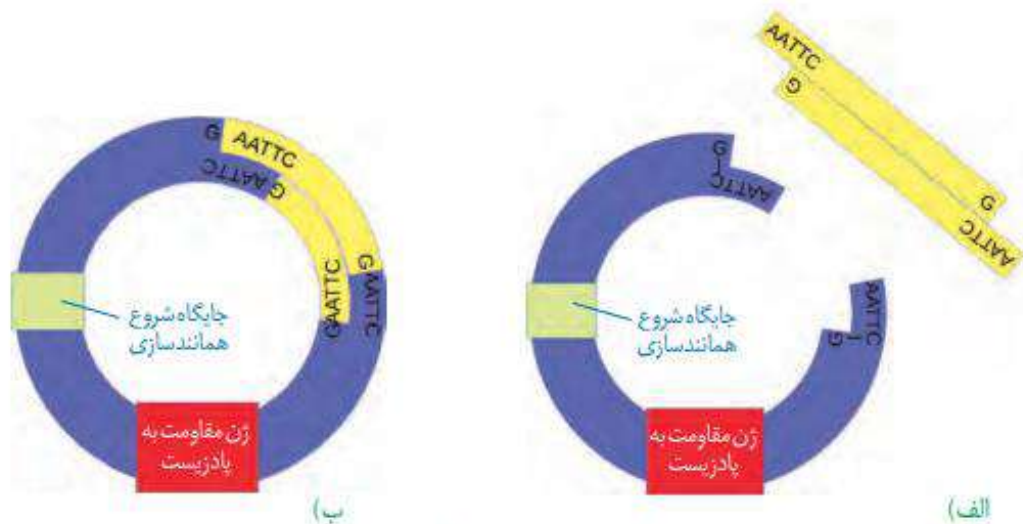


شکل ۳- طرح ساده‌ای از دیسک و یک ژن خارجی

ناقلین، توالی های دناپی هستن که در خارج از فام تن اصلی قرار دارن و میتونن مستقل از اون تکثیر بشن. یکی از این مولکول ها دیسک حلقوی باکتریه. این نوع دیسک یک مولکول دناى دو رشته ای و خارج فامتنیه که معمولا درون باکتری ها و بعضی قارچ ها مثل مخمرها وجود داره و میتونه مستقل از ژنوم میزبان همانند سازی کنه. به دیسک ها فام تن های کمی هم میگن چون حاوی ژن های هستن که در فام تن اصلی باکتری وجود ندارن. مثلا ژن مقاومت به پادزیست در دیسک قرار داره. در صورت انتقال قطعه دناى مورد نظر و ورود اون به یاخته میزبان، با هر بار همانند سازی دیسک دناى مورد نظر همانند سازی میشه. بهتره از دیسکی استفاده بشه که فقط یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش دهنده داشته باشه.

شکل طرح ساده ای از دیسک دارای یک جایگاه تشخیص آنزیم *EcoR1* رو نشون میده. بسیاری از دیسک ها دارای ژن مقاومت به پادزیست ها هستن. چنین ژن هایی به باکتری این توانایی رو میدن که پادزیست ها رو به موادی غیرکشنده و قابل استفاده برای خودشون تبدیل کنن.

این ویژگی در مهندسی ژنتیک اهمیت زیادی داره که در مباحث بعد به اون میپردازیم. در ساخت یک دناى نوترکیب، قطعه دناى حاوی توالی موردنظر در دناى ناقل جاسازی میشه. برای جداسازی قطعه دناى موردنظر از نوعی آنزیم برش دهنده استفاده میشه. توجه داشته باشین که آنزیم مورد استفاده برای برش دادن دیسک، باید همون آنزیمی باشه که در جداسازی دناى مورد نظر استفاده شده. برش دیسک با آنزیم، اون رو به یک قطعه دناى خطی تبدیل میکنه که دارای دو انتهای چسبنده هست. همچنین قطعه دناى خارجی هم دو انتهای چسبنده داره. برای اتصال دناى مورد نظر به دیسک آنزیم لیگاز (اتصال دهنده) استفاده میشه. این آنزیم پیوند فسفودی استر بین دو انتهای مکمل رو ایجاد میکنه. به مجموعه دناى ناقل و ژن جاگذاری شده در اون، دناى نوترکیب گفته میشه.

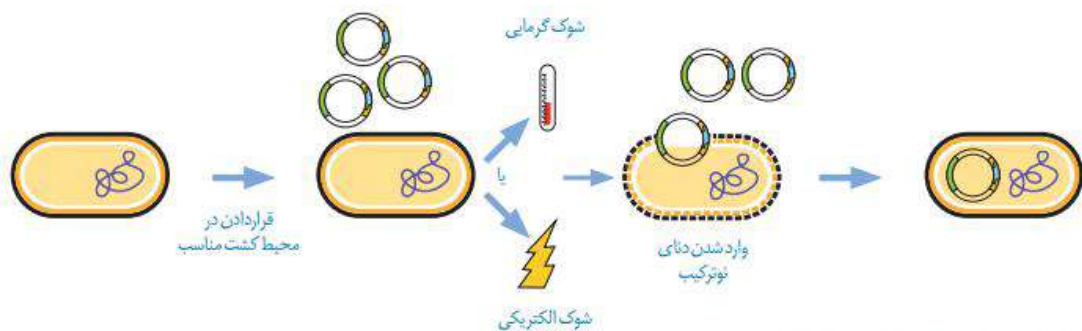


شکل ۴- تشکیل دناى نوترکیب: (الف) قبل از تأثیر لیگاز و (ب) بعد از تأثیر لیگاز



خانم ها و آقایان این شما و این کلی نکته باحال

- ❖ آنزیم لیگاز بر خلاف آنزیم برش دهنده باعث تشکیل پیوند فسفودی استر همیشه.
  - ❖ برای جدا شدن کامل ژن مورد نظر ما، دو جایگاه تشخیص آنزیم یکی در هر طرف ژن لازمه پس در کل ۴ پیوند فسفودی استر شکسته میشه.
  - ❖ دیسک علاوه بر پروکاریوت ها (باکتری) در یوکاریوت ها (بعضی از قارچ ها) هم دیده میشه.
  - ❖ دیسک مثل دنای میتوکندری و پلاست ها میتونه مستقل از فام تن تکثیر بشه.
  - ❖ نداشتن پلازمید باعث حذف یک سری صفت از این سلول میشه.
  - ❖ برای ساخت دنای نوترکیب ۳ تا جایگاه تشخیص لازمه دو تا در دو سر ژن خارجی و یکی در پلازمید و کلا ۶ پیوند فسفودی استر شکسته میشه.
  - ❖ ناقل میتونه حلقوی (پلاسمید) یا خطی (دنای ویروس) باشه.
  - ❖ همه دیسک ها حلقوی هستن.
  - ❖ ژن انسولین روی کروموزوم شماره ۹ قرار داره.
  - ❖ مخمر ها تک سلولی هستن.
  - ❖ به دیسک یوکاریوت، فام تن کمی نمیگن.
  - ❖ در این مرحله پیوند های هیدروژنی و فسفودی استر هم تشکیل و هم شکسته میشن.
  - ❖ همه ناقل ها، دنا هستن.
  - ❖ دیسک قطعا وابسته به یاخته میزبان میباشد.
  - ❖ پیوند هیدروژنی خود به خود ایجاد میشه، نه توسط آنزیم لیگاز!
  - ❖ آنزیم لیگاز منشا یوکاریوتی و پروکاریوتی داره.
- دام:** دیسک میتونه مستقل از ژنوم یاخته میزبان تکثیر شه (نه خود یاخته میزبان)
- دام:** بسیاری از دیسک های ژن های مقاومت به آنتی بیوتیک (نه ژن آنتی بیوتیک) دارن.
- وارد کردن دنای نوترکیب به یاخته میزبان:** در این مرحله، دنای نوترکیب رو به درون یاخته میزبان مثلا باکتری منتقل میکنن. به این منظور باید در دیواره باکتری منافذی ایجاد بشه. این منافذ رو همیشه با کمک شوک الکتریکی و یا شوک حرارتی همراه با مواد شیمیایی ایجاد کرد.
- بر طبق مطالعات به دست اومده، مشخص شده همه باکتری ها دنای نوترکیب رو دریافت نمیکنن. بنابراین لازمه باکتری دریافت کننده ی دیسک از باکتری فاقد اون تفکیک بشه.



شکل ۵- وارد کردن دنای نوترکیب به یاخته میزبان

7



حواست باشه

- \* در این مرحله پیوند فسفودی استر تشکیل یا تخریب نمیشه.
- \* طبق شکل کتاب منافذ ایجاد شده در باکتری هم در دیواره هست هم در غشا.



توصیف

➤ **یاخته دارای دیواره** ← گیاهان و برخی باکتری ها

**جداسازی یاخته های تراژنی:** برای انجام این مرحله، از روش های متفاوتی همیشه استفاده کرد. یکی از این روش ها استفاده از دیسک که دارای ژن مقاومت به پادزیستی مثل آمپیسیلینه. آگه باکتری، دناى نوترکیب رو دریافت کرده باشه، در محیط حاوی پادزیست رشد میکنه. باکتری های فاقد دناى نوترکیب به دلیل حساسیت به پادزیست در چنین محیطی از بین میرن.

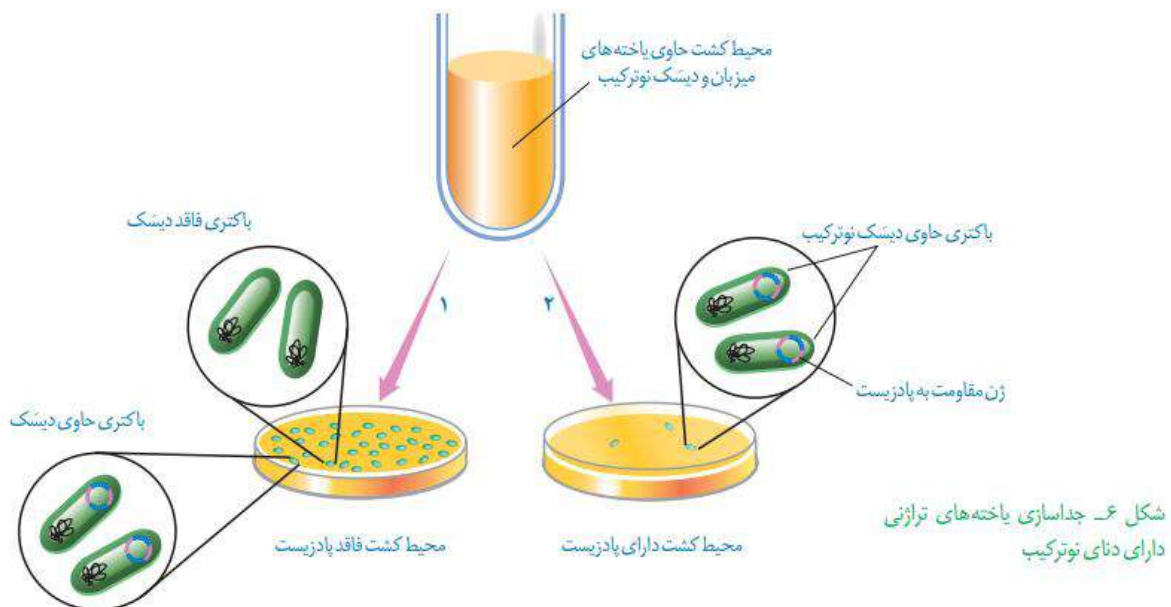
در شرایط مناسب، باکتری های **تراژنی** با سرعت بالایی تکثیر میشن. همچنین از دناهای نوترکیب هم به صورت مستقل از فام تن اصلی یاخته، نسخه های **متعددی** ساخته میشه که در نتیجه ی اون دناى خارجی به **سرعت** تکثیر میشه. بنابراین، تعداد **زیادی** باکتری دارای دناى خارجی آماده خواهد شد که همیشه از اون ها برای تولید فرآورده یا استخراج ژن استفاده کرد.

امروزه با پیشرفت روش های مهندسی ژنتیک همیشه یاخته های دیگه ای مثل مخمرها، یاخته های گیاهی و حتی جانوری رو با این فرایند تغییر داد. دنا ها و سایر مولکول های حاصل از دنا های تولید شده برای اهداف گوناگون علمی و کاربردی استفاده میشن.



قید نامه

- ♣ **یکی از روش های موثر** در زیست فناوری نوین مهندسی ژنتیکه.
- ♣ هدف از همسان سازی تولید **مقادیر زیادی** از دناى خالصه.
- ♣ یکی از ناقل ها دیسک حلقوی باکتریه.
- ♣ همچنین از دناهای نوترکیب هم به صورت مستقل از فام تن اصلی یاخته، نسخه های **متعددی** ساخته میشه که در نتیجه ی اون دناى خارجی به **سرعت** تکثیر میشه. بنابراین، تعداد **زیادی** باکتری دارای دناى خارجی آماده خواهد شد که همیشه از اون ها برای تولید فرآورده یا استخراج ژن استفاده کرد.
- ♣ همه باکتری ها دناى نوترکیب رو دریافت **نمیکنن**.
- ♣ بسیاری از دیسک ها دارای ژن مقاومت به پادزیست ها هستن.



- ♣ با هر بار همانند سازی دیسک دناى مورد نظر همانند سازی میشه.
- ♣ بهتره از دیسکی استفاده بشه که **فقط یک** جایگاه تشخیص برای آنزیم برش دهنده داشته باشه.
- ♣ دیسک **معمولا** درون باکتری ها و **بعضی** قارچ ها مثل مخمرها وجود داره و **میتونه** مستقل از ژنوم میزبان همانند سازی کنه.
- ♣ یکی از اهداف مهندسی ژنتیک تولید **انبوه ژن** و فرآورده های اونه.

- ♣ امروزه به کمک روش های زیست فناوری تولید پلاستیک های قابل تجزیه با صرف هزینه کمتر ممکن شده.
- ♣ به طور کلی به هرگونه فعالیت هوشمندانه آدی در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجود زنده، زیست فناوری میگویم.
- ♣ زیست فناوری قلمروی بسیار گسترده دارد.
- ♣ در جایگاه تشخیص آنزیم ECOR1، توالی نوکلئوتیدهای هر دو رشته دنا از دو سمت مخالف یکسان خوانده میشود.
- ♣ آنزیم ECOR1 پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتید گوانین دار و آدنین دار هر دو رشته رو برش میزند. در نتیجه، انتهای از مولکول دنا ایجاد میشود که یک رشته آن بلندتر از رشته مقابله.



### سوال نامه

۱- کدام گزینه درباره زیست فناوری نادرست است؟

- ۱) اجرای روش های مربوط به مهندسی ژنتیک نیازمند نگرش بین رشته ای است .
- ۲) در دوره زیست فناوری کلاسیک و نوین ریز جانداران مورد استفاده قرار گرفته اند.
- ۳) در زیست فناوری محصولات مختلفی توسط موجودات زنده و غیرزنده تولید می شوند.
- ۴) در دوره زیست فناوری سنتی و کلاسیک از محصولات تخمیری استفاده شده است.

پاسخ: گزینه سه

زیست فناوری شامل تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجودات زنده است. از موارد غیر زنده هم استفاده می شود اما تولید فقط توسط موجودات زنده.

۲- کدام گزینه درباره دیسک درست است؟

- ۱) در انتقال ژن بین افراد یک گونه کاربرد ندارد.
- ۲) برای همانندسازی مستقل باید یک نسخه از ژن دنباسپاراز از سلول میزبان را درون خود داشته باشد.
- ۳) در مهندسی ژنتیک از دیسک استفاده می شود که می تواند در هر قسمتی از خود جایگاه تشخیص آنزیم برش دهنده داشته باشد.
- ۴) بعضی از توالی های آن می توانند مورد شناسایی آنزیم های سلول میزبان واقع شوند.

پاسخ: گزینه چهار

مثلاً جایگاه شروع همانند سازی دیسک توسط دنباسپاراز سلول میزبان این دیسک شناسایی می شود.

بررسی سایر گزینه ها:

۱) فقط یاخته های حاصل تراژن نامیده نخواهند شد، ولی از لحاظ ژنتیکی دست ورزی شده خواهند بود.

۲) همان دنباسپاراز سلول را بر می دارند و همانند سازی می کنند دیسک فقط از لحاظ زمان انجام همانندسازی مستقل و دل بخواه است.

۳) اگر آنزیم بخواهد وسط جایگاه شروع همانند سازی یا وسط ژن مقاومت به پادزیست (البته اگر این را داشته باشد) جایگاه تشخیص داشته باشد و آنجا را برش دهد دیگران پلازمید به درد ما نمی خورد .

۳- آنزیم ECOR1 نوکلئوتیدی و توانایی قطع ..... پیوند فسفودی استر را در هر بار فعالیت خود دارد.

۱) ۲-۶      ۲) ۱۲-۴      ۳) ۶-۴      ۴) ۱۲-۲

پاسخ: گزینه چهار

۴- آنزیم های مورد استفاده در کدام مراحل زیر یکسان است؟

الف) جداسازی باکتری های تراژن به کمک پادزیست

ب) اتصال توالی مورد نظر در ناقل

ج) تولید پروتئین حاصل از دنا ی خارجی در باکتری نو ترکیب

د) جداسازی ژن مورد نظر

پاسخ: گزینه یک

آنزیم های مورد استفاده در موارد الف و ج یکسان هستند برای جداسازی باکتری های تراژن از باکتری های غیر تراژن به کمک پادزیست به محصول ژن مقاومت به پادزیست (نوعی پروتئین) نیاز داریم که برای دستیابی به این محصول باید ژنمان توسط رنا بسپاراز رونویسی شده و سپس ترجمه شود همچنین برای تولید پروتئین حاصل از دناى خارجى هم فعالیت رنا بسپاراز لازم است.

## گفتار دو

### فناوری مهندسی پروتئین و بافت

روش های جدید امکان ایجاد تغییرات دلخواه در توالی آمینواسیدهای یک پروتئین را فراهم کرده است، که می توان از آن به منظور تغییر در ویژگی های یک پروتئین و بهبود عملکرد آن بهره مند شد. انجام چنین تغییراتی که به آن مهندسی پروتئین گفته می شه، نیازمند شناخت کامل ساختار و عملکرد آن پروتئین است. این تغییرات می تونه جزئی یا کلی باشه.

تغییر جزئی شامل تغییر در رمز یک یا چند آمینواسید در مقایسه با پروتئین طبیعی است. تغییرات عمده گسترده تر است و می تونه شامل برداشتن قسمتی از ژن یک پروتئین تا ترکیب بخش هایی از ژن های مربوط به پروتئین های متفاوت باشه.

میدونیم تغییر در توالی آمینواسیدها ممکنه باعث تغییر در شکل فضایی مولکول پروتئین و در نتیجه تغییر در عمل آن بشه. چنین پروتئین های تغییر یافته ای با اهداف مختلف، مثلاً درمانی و تحقیقاتی ساخته می شن.

از تغییرات و اصلاحات مفید در فرآیند مهندسی پروتئین ها می توان به افزایش پایداری پروتئین در مقابل گرما و تغییر pH، افزایش حداکثری سرعت واکنش و تمایل آنزیم برای اتصال به پیش باید اشاره کرد.



پیش به سوی نکات

- ✓ تغییرات کلی قبل از بیان ژن اتفاق میفتن.
  - ✓ تغییرات جزئی می تونن پس از بیان ژن اتفاق بیفتن.
  - ✓ با مهندسی پروتئین نمی توان ساختار بعدی را به ساختار قبلی پروتئین تبدیل کرد.
  - ✓ در مهندسی پروتئین نیاز به آنزیم برش دهنده داریم.
- دام:** در کدام تغییرات توالی ژن تغییر میکنه؟ کلی
- دام:** در تغییرات جزئی توالی ژن می تواند تغییر کند (ص)



و اما ترکیبیجات این بخش

- ❖ فصل یک دوازدهم: پروتئین ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی پپتیدها ساخته شده اند.
- ❖ فصل یک دوازدهم: تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین میشه و ممکنه فعالیت آن را تغییر بده.
- ❖ فصل یک دوازدهم: بیشتر آنزیم ها پروتئینی هستن.
- ❖ فصل یک دوازدهم: شکل فضایی پروتئین نوع عمل آن را مشخص می کنه

### افزایش پایداری پروتئین ها

امروزه با دستیابی به روش های مهندسی پروتئین می توان پایداری آنها را در مقابل گرما افزایش داد. این موضوع اهمیت زیادی داره زیرا در دمای بالاتر سرعت واکنش بیشتر و خطر آلودگی میکروبی در محیط واکنش کمتر میشه. همچنین، نیازی به خنک کردن محیط واکنش به خصوص در مورد واکنش های گرمازا نیست. در ادامه مثال هایی از افزایش پایداری پروتئین ها ارائه می دهیم.

**آمیلازها:** این آنزیم ها که از آنزیم های پرکاربرد در صنعت هستن مولکول های نشاسته را به قطعات کوچکتری تجزیه می کنن. آمیلاز ها در بخش های مختلف صنعتی مانند صنایع غذایی، نساجی و تولید شوینده ها کاربرد دارن. بسیاری از مراحل تولید صنعتی در دماهای بالا انجام میشه بنابراین استفاده از آمیلاز پایدار در برابر گرما ضرورت داره.

امروز به کمک روش های زیست فناوری، طراحی و تولید آمیلاز های مقاوم به گرما ممکن شده است. استفاده از این مولکول ها باعث کاهش زمان واکنش، صرفه جویی اقتصادی و در نتیجه افزایش بهره‌وری صنعتی می‌شود. مشاهده شده است که در طبیعت نیز آمیلاز مقاوم به گرما وجود دارد. مثلاً باکتری های گرمادوست در چشمه های آب گرم دارای آمیلاز هایی هستند که پایداری بیشتری در مقابل گرما دارد.

**اینترفرون:** به یاد دارید که اینترفرون از پروتئین های دستگاه ایمنی است. وقتی این پروتئین با روش مهندسی ژنتیک ساخته میشه فعالیت بسیار کمتر از اینترفرون طبیعی دارد. علت این کاهش فعالیت، تشکیل پیوندهای نادرست در هنگام ساخته شدن آن در باکتری است. پیوند های نادرست باعث تغییر در شکل مولکول و در نتیجه کاهش فعالیت آن می‌شود. به کمک فرایند مهندسی پروتئین و تغییر جزئی در رمز آمینواسید، توالی آمینواسیدهای اینترفرون طوری تغییر می‌یابد که به جای یکی از آمینواسیدهای آن آمینواسید دیگه ای قرار می‌گیرد. این تغییر فعالیت ضد ویروسی اینترفرون ساخته شده را به اندازه پروتئین طبیعی افزایش میدهد و همچنین آن را پایدارتر میکند. افزایش پایداری در نگهداری طولانی مدت پروتئین هایی که به عنوان دارو استفاده میشوند اهمیت زیادی دارد.

**پلاسمین:** میدونیم تشکیل لخته یک فرایند زیستی مهم است که از ادامه خونریزی جلوگیری میکند، اما تشکیل لخته در سرخرگ های شش، مغز و ماهیچه قلب به ترتیب منجر به بسته شدن رگ های شش، سگته مغزی و قلبی میشه که بسیار خطرناک است و میتونه باعث مرگ بشه. لخته ها به طور طبیعی در بدن توسط آنزیم پلاسمین تجزیه میشن. پلاسمین کاربرد درمانی دارد، اما مدت اثر آن در پلاسما خیلی کوتاه است. جانشینی یک آمینواسید پلاسمین با آمینواسید دیگه ای در توالی باعث میشه که مدت زمان فعالیت پلاسمایی و اثرات درمانی آن بیشتر بشه.



اینجا کلی نکته داره پس حسابی دقت کن

- ♣ کسی که ژن آمیلاز داره میتونه ژن روبیسکو و تنفس نوری نیز داشته باشه.
- ♣ آمیلاز عادی ← باکتری (پروکاریوت) بدون کمک عوامل رونویسی
- ♣ گیاه (یوکاریوت) با کمک عوامل رونویسی رویان و لایه گلوتن دار
- ♣ جانور (یوکاریوت) با کمک عوامل رونویسی در انسان مثل غدد بزاقی و پانکراس، در حشرات: دهان ملخ
- ♣ آمیلاز آنزیم برون سلولی می باشد.
- ♣ آمیلاز گفته شده دارای شکل متفاوت نسبت به آمیلاز طبیعی می باشد و تغییر جزئی بر آن اعمال شده است.
- ♣ **دام:** آمیلاز گلوکز و نشاسته تولید نمیکند.
- ♣ **دام:** همه آمیلاز ها توسط ریپوزوم چسبیده به شبکه آندوپلاسمی ساخته می شن. (غ)(پروکاریوت)
- ♣ لزوماً همه آمیلاز ها توالی مونومری یکسانی ندارند، بنابراین لزوماً همه آمیلاز ها شکل یکسانی ندارند.
- ♣ پایداری اینترفرون مهندسی پروتئین از اینترفرون طبیعی بیشتر است.
- ♣ فعالیت اینترفرون مهندسی پروتئین برابر با اینترفرون طبیعی میباشد.
- ♣ فعالیت اینترفرون مهندسی ژنتیک از فعالیت اینترفرون مهندسی پروتئین و اینترفرون طبیعی کمتر است.
- ♣ **دام:** اینترفرون آنزیم نیست.
- ♣ اینترفرون مورد نظر دارای تغییر جزئی بوده و یک نوع آمینواسید در آن تغییر کرده است.
- ♣ برای ساخت اینترفرون مهندسی ژنتیک ژن طبیعی به ناقل وارد می‌شود اما برای ساخت اینترفرون مهندسی پروتئین ژن دستکاری شده به ناقل وارد میشه.
- ♣ پلاسمین آنزیمی برون سلولی و با خاصیت پروتئازی می باشد.
- ♣ پلاسمین فقط پروتئین فیبرین را تجزیه می‌کند.
- ♣ **دام:** پلاسمین مانع تشکیل لخته نمیشه.

- ♣ عملکرد پلاسمین برخلاف ترومبین می باشد.
- ♣ پایداری و فعالیت پلاسمین مهندسی پروتئین از پلاسمین طبیعی بیشتر است.
- ♣ پلاسمین موجب افزایش ادامه خونریزی جلوگیری از سکتة قلبی و مغزی میشه.
- ♣ پلاسمین ترومبین را از بین نمیره.
- ♣ پلاسمین مورد نظر دارای تغییر جزئی بوده و یک آمینواسید در آن تغییر کرده است.
- ♣ پلاسمین توسط ریبوزوم متصل به شبکه آندوپلاسمی ساخته می‌شه.



### نکات ترکیبی منتظرمون هستن

- فصل دو دهم: آمیلاز بزاق و لوزالمعده نشاسته را به دی ساکارید به نام مالتوز و مولکول های درشت تر تبدیل می کنه.
- فصل پنج یازدهم: یکی دیگر از روش های دفاع ترشح پروتئینی به نام اینترفرون است. اینترفرون نوع یک از یاخته آلوده به ویروس ترشح میشه و علاوه بر یاخته آلوده، بر یاخته های سالم مجاور هم اثر میکنه و آنها را در برابر ویروس مقاوم میکنه. اینترفرون نوع دو از یاخته های کشنده طبیعی و لنفوسیت های T ترشح میشه و درشت خوارها را فعال میکنه. این نوع اینترفرون نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته های سرطانی داره.
- فصل پنج یازدهم: هپارین مانع تشکیل لخته میشه.

### مهندسی بافت

از دست رفتن بافت به دلیل آسیب یا بیماری زندگی را دشوار و هزینه بالای اقتصادی و اجتماعی را بر فرد بیمار و خانواده او تحمیل می کنه. فرض می کنیم که به علت سوختگی وسیع نیاز به پیوند پوست وجود داشته باشه، چنانچه اهدا کننده پوست مناسب وجود نداشته باشه یا به علت وسعت سوختگی برداشت پوست از بدن بیمار ممکن نباشه، بهترین راه کشت بافت و پیوند پوست است. ثابت شده است که در پوست یاخته هایی وجود داره که توانایی تکثیر زیاد و تمایز به انواع یاخته های پوست را دارن. امروزه در مهندسی بافت از این یاخته ها به طور موفقیت آمیزی استفاده میشه.

متخصصان مهندسی بافت در زمینه تولید و پیوند اعضا نیز فعالیت می کنن. برای نمونه جراحان بازسازی کننده چهره، میتونن به کمک روش های مهندسی از بافت غضروف برای بازسازی لاله گوش (نه مجرای گوش) و بینی استفاده کنن. در این روش یاخته های غضروبی را در محیط کشت روی داربست مناسب تکثیر و غضروف جدید را برای بازسازی اندام آسیب دیده تولید می کنن.



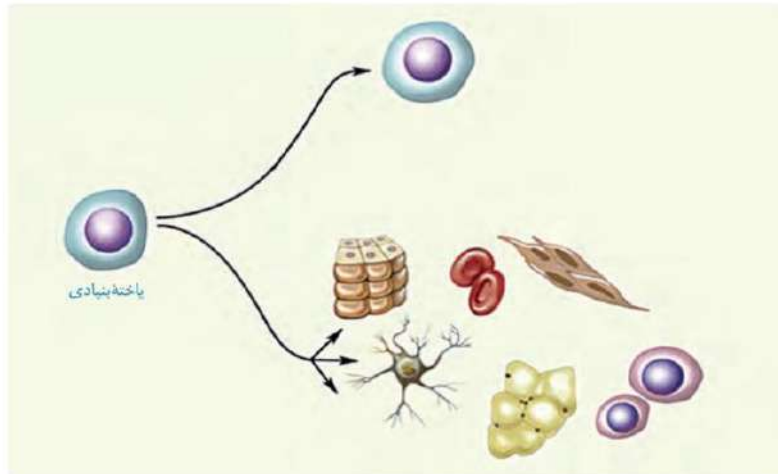
شکل ۷- مهندسی بافت غضروف گوش انسان: عکس گوش طبیعی (چپ) تصویر رقمی (دیجیتالی) (وسط) و غضروف گوش ساخته شده با روش مهندسی بافت بعد از دو هفته (راست)



### بریم سراغ نکته شکل و متن این بخش

- ✚ یاخته غضروبی گوش به یاخته غضروبی گوش تبدیل میشه ولی یاخته های بنیادی پوست به انواع یاخته های پوست تبدیل میشه.
- ✚ **یاخته های بنیادی و مهندسی بافت:** یاخته های تمایز یافته ای مانند یاخته های ماهیچه ای در محیط کشت به مقدار کم تکثیر میشن و یا اصلاً تکثیر نمیشن. به همین دلیل در چنین مواردی از منابع یاخته ای که سریع تکثیر می شن مثل یاخته های بنیادی

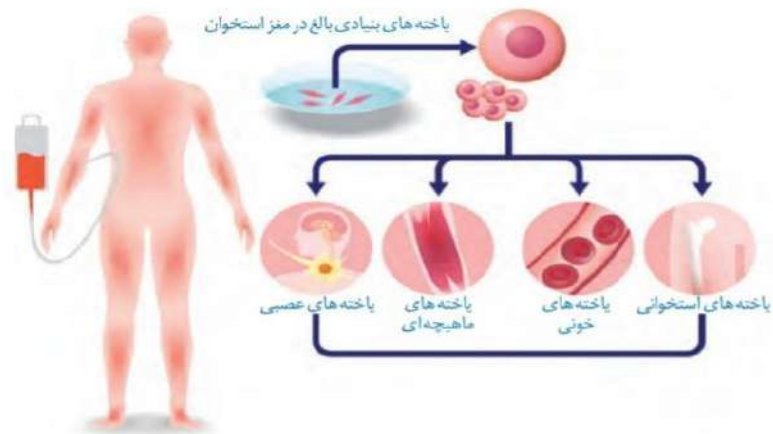
جنینی یا یاخته های بنیادی بالغ استفاده می‌کنند. یاخته های بنیادی جنینی همان توده یاخته ای درونی هستند. یاخته های بنیادی بالغ در بافت ها یافت می‌شوند. یاخته های بنیادی می‌توانند تکثیر و به انواع متفاوت یاخته تبدیل بشوند.



شکل ۸- یاخته های بنیادی توانایی تکثیر و به وجود آوردن یاخته های مشابه خود؛ و نیز توانایی تبدیل شدن به سایر یاخته ها را دارند.

**یاخته های بنیادی بالغ:** در بافت های مختلف بدن یاخته های بنیادی وجود دارند که در محیط کشت تکثیر میشوند. یاخته های بنیادی کبد می‌توانند تکثیر بشوند و به یاخته کبدی یا یاخته مجرای (نه کیسه) صفراوی تمایز پیدا کنند.

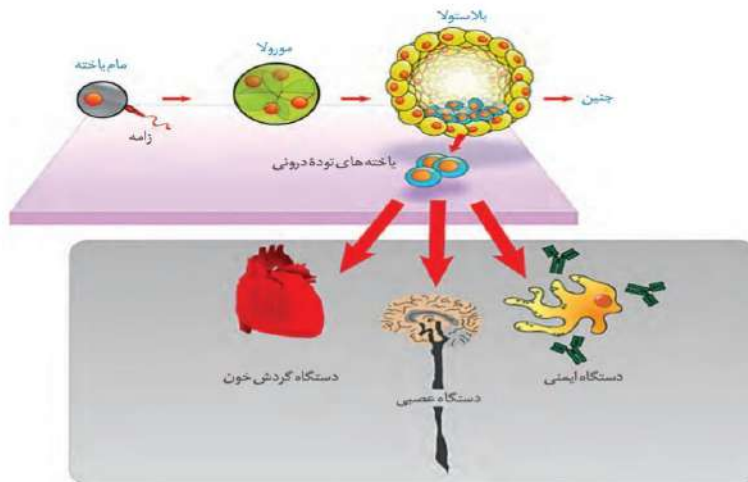
با دو نوع از یاخته های بنیادی مغز استخوان قبلا آشنا شده اید. انواع دیگری از یاخته های بنیادی در مغز استخوان وجود دارند که می‌توانند به رگ های خونی ماهیچه اسکلتی و قلبی تمایل پیدا کنند. این یاخته ها از فرد بالغ برداشته و کشت داده می‌شوند.



شکل ۹- یاخته های بنیادی مغز استخوان به انواع مختلف یاخته ها و بافت ها تمایز پیدا می‌کنند.

**یاخته های بنیادی جنینی:** جنین یاخته هایی نه تنها قادر به تشکیل همه بافت های بدن جنین هستند، بلکه اگر در مراحل اولیه جنینی جداسازی بشوند می‌توانند یک جنین کامل را تشکیل دهند. این یاخته ها بعد از جداسازی کشت داده و برای تشکیل بسیاری از انواع یاخته ها تحریک میشوند. اما تمایز جنین یاخته های هنوز نمی‌تواند به گونه ای تنظیم بشود که بتواند همه انواع یاخته هایی را که در بدن جنین تولید می‌کنند، در شرایط آزمایشگاهی نیز به وجود بیاورد.





شکل ۶۰- الف) یاخته‌های بنیادی مورولا به همه انواع یاخته‌های جنینی و خارج جنینی (جفت و پرده‌ها) متمایز می‌شوند. ب) یاخته‌های بنیادی توده درونی به انواع یاخته‌های بدن جنین متمایز می‌شوند.



### کالبد شکافی نکته های یاخته های بنیادی

- ✓ ظرفیت یاخته های بنیادی با هم متفاوت است.
- ✓ ویژگی یاخته های بنیادی: بنیادی ساز، بافت ساز، قابل تکثیر و تبدیل به انواع متفاوت یاخته **دام: کیسه صفرا و مجرای صفراوی صفرا تولید نمیکنن.**
- ✓ یاخته های بنیادی مغز قرمز استخوان بیشترین تنوع را دارن.
- ✓ تروفوبلاست یاخته خارج جنینی میسازه برخلاف یاخته های توده درونی. **دام: از یاخته تخم تا خود بلاستوسیست همگی یاخته های بنیادی محسوب میشن.**



### قیدنامه

- ❖ تغییر جزئی شامل تغییر در رمز یک یا چند آمینواسید در پروتئین طبیعی است.
- ❖ تغییر در توالی آمینواسید ها ممکن است باعث تغییر در شکل فضایی مولکول پروتئین و در نتیجه تغییر در عمل آن بشه.
- ❖ بسیاری از مراحل تولید صنعتی در دماهای بالا انجام میشه.
- ❖ باکتری های گرمادوست در چشمه های آب گرم دارای آمیلاز هایی هستن که پایداری بیشتری در مقابل گرما دارن.
- ❖ وقتی اینترفرون با روش مهندسی ژنتیک ساخته میشه فعالیتی بسیار کمتر از اینترفرون طبیعی داره.
- ❖ تشکیل لخته در سرخرگ های شش، مغز و ماهیچه قلب به ترتیب منجر به بسته شدن رگ های شش، سکته قلبی و مغزی می شه که بسیار خطرناک است.
- ❖ مدت اثر پلاسمین در پلازما خیلی کوتاه است.
- ❖ در پوست یاخته های وجود داره که توانایی تکثیر زیاد و تمایز به انواع یاخته های پوست را دارن.
- ❖ یاخته های ماهیچه ای در محیط کشت به مقدار کم تکثیر می شن و یا اصلاً تکثیر نمی شن.
- ❖ یاخته های بنیادی می توانند تکثیر و به انواع متفاوت یاخته تبدیل بشن.
- ❖ یاخته های بنیادی جنینی نه تنها قادر به تشکیل همه بافت های بدن جنین هستن بلکه اگر در مراحل اولیه جنینی جداسازی بشن می تونن یک جنین کامل را تشکیل بدن. این یاخته ها بعد از جداسازی، کشت داده و برای تشکیل بسیاری از انواع یاخته ها تحریک میشن.



## سوال نامه

۱. کدام گزینه درست است؟

- (۱) جهش در هر ژن با تغییر شکل فضایی پروتئین همراه است.
- (۲) تغییر عملکرد پروتئین ها قطعاً باعث ایجاد یک بیماری می شود.
- (۳) جهش های مرتبط با عوامل انعقادی فقط می تواند باعث تغییر در عملکرد این عوامل شود.
- (۴) جهش در یک ژن ممکن است هیچ تغییری در محصول نهایی آن ایجاد نکند.

پاسخ: گزینه چهار

می دانید که آمینواسیدها می توانند بیش از یک رمز داشته باشند. بنابراین اگر تغییر نوکلئوتیدی ما به گونه ای باشد که بعد از تغییر، بدون تغییر یافته مربوط به آن در RNA پیک دوباره همان آمینواسید قبلی را رمز کند پروتئین تغییر نخواهد کرد، چون اصلاً آمینواسیدی تغییر نکرده است.

۲. کدام گزینه از تغییرات و اصلاحات مفید در مهندسی پروتئین نمی باشد؟

- (۱) افزایش پایداری محصولات حاصل از ترجمه RNA پیک در برابر گرما
- (۲) افزایش حداکثری سرعت واکنش آنزیم اتصال دهنده قطعات DNA
- (۳) کاهش تمایل آنزیم دنابسپاراز برای اتصال به نوکلئوتیدها
- (۴) کاهش سرعت غیر فعال شدن آنزیم پلاسمین

پاسخ: گزینه سه

از تغییرات و اصلاحات مفید در فرآیند مهندسی پروتئین می توان به افزایش تمایل آنزیم برای اتصال به پیش ماده اشاره کرد نوکلئوتیدها پیش ماده آنزیم دنابسپاراز هستند.

۳. کدام گزینه در مورد آمیلازهای مقاوم به گرما که در طبیعت وجود دارند، صحیح است؟

- (۱) امکان ندارد به وسیله جانداران فاقد بافت و اندام تولید شوند.
- (۲) سبب صرفه جویی اقتصادی و افزایش بهره وری می شوند.
- (۳) نمی توانند توسط یاخته هایی تولید شوند که قادر به بقا در دمای بالا هستند.
- (۴) ممکن است از ترجمه RNA پیک در سیتوپلاسم یاخته های ساکن محیط آبی تولید شوند.

پاسخ: گزینه چهار

در طبیعت نیز آمیلاز مقاوم به گرما وجود دارد، مثلاً باکتری های گرمادوست موجود در چشمه های آب گرم دارای آمیلازهایی هستند که پایداری بیشتری در مقابل گرما دارند، پس این نوع آمیلاز می تواند از ترجمه RNA پیک در سیتوپلاسم باکتری های آبی حاصل شود.

(۲) این گزینه در مورد آمیلازهای مقاوم به گرمای ساخته شده در زیست فناوری صادق است.

۴. کدام گزینه درباره هر یاخته های بنیادی به درستی بیان شده است؟

- (۱) در صورت کشت یافتن در محیط مناسب می تواند یک جنین کامل را تشکیل دهد.
- (۲) یاخته ای تمایز نیافته است که توانایی به وجود آوردن یاخته ای مانند خود را دارد.
- (۳) همه انواع یاخته ها در آزمایشگاه از آن تولید می شود.
- (۴) همه سلول های حاصل از آن عملکرد مشابهی دارند.

پاسخ: گزینه دو

یاخته های بنیادی یاخته های تمایز نیافته هستند که توانایی تکثیر و به وجود آوردن یاخته های مشابه خود و نیز توانایی تبدیل شدن به سایر یافته ها را دارند.

### گفتار سه

#### کاربرد های زیست فناوری

در گفتارهای قبلی، کاربرد های زیست فناوری در زمینه های متفاوت رو بررسی کردیم؛ اما اینجا قراره که یاد بگیریم چجوری از این علم برای بهبود کیفیت زندگی انسان و حفظ محیط زیست استفاده کنیم!

#### کاربرد زیست فناوری در کشاورزی

اول از همه بیاین کاربرد زیست فناوری رو در کشاورزی با هم بررسی کنیم؛

تحولی که در کشاورزی نوین اتفاق افتاد، تونست افزایش چشمگیری در محصولات کشاورزی مثل گندم، برنج و ذرت ایجا کنه. استفاده از کودها و سموم شیمیایی، کشت انواع محصول، استفاده از ماشین ها در کشاورزی و افزایش سطح زیر کشت از نتایج این تحول بود؛ اما در کنار این نتایج، عواقب زیان باری مثل آلودگی محیط زیست، کاهش تنوع ژنی و تخریب جنگل ها و مراتع هم دیده میشه 😞 پس با توجه به زیان های احتمالی که به طبیعت میرسه، امروزه نمیتونیم برای افزایش محصول، هر روشی رو امتحان کنیم؛ پس باید دنبال فناوری های جدیدی باشیم که مشکلات رو در این زمینه برامون حل کنه.

یکی از کاربرد های زیست فناوری در زمینه کشاورزی، تولید گیاهان مقاوم در برابر بعضی آفت ها هست که این روش باعث شده مصرف آفت کش ها رو کاهش بده و خب این کاهش خیلی برای کره زمینمون سود بخشه. 🙌 به مثال ببینیم:

برخی از باکتری های خاک زی، پروتئین هایی تولید می کنن که حشرات مضر برای گیاهان زراعی را می کشن؛ در واقع به این صورت که این باکتری ها در مرحله ای از رشد خود (نه همواره) نوعی پروتئین سمی می سازن که ابتدا به صورت مولکولی غیرفعال است؛ این مولکول در بدن حشره فعال میشه و حشره را از بین میبره!!

سوالی که پیش میاد اینه که، وقتی پروتئین انقدر سمیه، چرا خود باکتری رو از بین نمیبره؟؟

اون پروتئینی که باکتری میسازه، پیش سم غیرفعال! ولی وقتی وارد لوله گوارش حشره میشه؛ تحت تاثیر آنزیم های گوارشی موجود در لوله گوارش حشره شکسته و فعال میشه و این سم فعال شده باعث تخریب یاخته های لوله گوارش و در نهایت مرگ حشره میشه. 🪦 برای تولید گیاهان مقاوم به آفت، اول ژن مربوط به سم رو از ژنوم باکتری جداسازی میکنن و بعد از انجام یه سری کارا به نام همسانه سازی روی اون، به گیاه مورد نظر انتقال داده میشه.

تا الان چند نوع گیاه مقاوم به آفت مثل ذرت، سویا و پنبه، با این روش تولید شده.



آلوده شدن غوزه گیاه پنبه به آفت را نشان میدهد. گیاه سالم (سمت چپ)، ورود آفت به درون غوزه (وسط) و گیاه آلوده (سمت راست)

همونطور که توی این شکل میبینی، نوزاد کرمی شکل (لارو) به درون غوزه نارس پنبه نفوذ میکنه؛ پس برای از بین بردن این آفت، سم پاشی های متعددی لازمه؛ چون آفت در معرض سم قرار نمیگیره؛

از طرف دیگه استفاده زیاد از سم برای محیط زیست مضر هست؛ امروزه با کمک فناوری زیستی و تولید پنبه های مقاوم، نیاز به سم پاشی مزارع پنبه تا حدود زیادی کاهش پیدا کرده است (نه اینکه به صفر رسیده باشه). حشره در اثر خوردن گیاه مقاوم شده از بین میره و فرصت ورود به درون غوزه را از دست میده. بنابراین، نیاز به سم پاشی مزرعه کاهش می یابد.

علاوه بر تولید گیاهان مقاوم در برابر آفت ها، زیست فناوری کاربردهای زیادی در زمینه کشاورزی دارد:

۱- اصلاح بذر برای تولید گیاهان مطلوب

۲- تولید گیاهان مقاوم به خشکی و شوری

۳- تنظیم سرعت رسیدن میوه ها

۴- افزایش ارزش غذایی محصولات

با انجام روش های مهندسی ژنتیک ممکن شده است. تولید گیاهان زراعی مقاوم به علف کش ها نیز از دیگر دستاوردهای این فناوری است.



### نکته های مهم این قسمت و شکلش

- ✓ باکتری خاکزی دارای مراحل مختلفی از رشد است که در یک مرحله از آن، نوعی سم تولید می کنند.
- ✓ غوزه نارس پنبه می تونه به رنگ سبز یا قهوه ای باشه.
- ✓ لارو آفت پنبه، پایین کاسبرگ ها در نزدیکی نهج را سوراخ می کنه.
- ✓ پنبه نوعی گیاه نهان دانه است و با توجه به وجود ۵ گلبرگ در گل، دو لپه ای است.



### ترکیبی

- فصل شش دهم و نه یازدهم: در شرایط نامساعد محیطی به ویژه خشکی، هورمون آبسزینک اسید به گیاه کمک می کنه، پس می توان ژنی به گیاه منتقل کرد که با تولید یک آنزیم، آبسزینک اسید گیاه راه افزایش می ده. همچنین ذخیره پلی ساکارید در کریچه ها نیز باعث مقاومت گیاه در برابر کم آبی می شه. پس می توان ژنی به گیاه منتقل کرد که با تولید یک آنزیم، پلی ساکارید هایی در کریچه ذخیره کنه.



### توصیف

➤ کاربرد زیست فناوری در کشاورزی ← تولید گیاهان مقاوم در برابر آفت، اصلاح بذر برای تولید گیاهان مطلوب، تولید گیاهان مقاوم به خشکی و شوری، تنظیم سرعت رسیدن میوه ها و افزایش ارزش غذایی محصولات و تولید گیاهان زراعی مقاوم به علف کش



## کاربرد زیست فناوری در پزشکی

۱- تولید دارو: فناوری دناي نوترکیب به علت تولید داروهای مطمئن و مؤثر، جایگاه ویژه ای در صنعت داروسازی داره؛ این داروها، برخلاف فراورده های مشابهی که از منابع غیرانسانی تهیه میشن، پاسخ های ایمنی ایجاد نمیکنن. مثلا:

انسولین یکی از داروهای هست که به واسطه این فناوری تولید میشه و همونطور که خونديم و میدونيم، ما به داروی انسولین برای کنترل (نه درمان) دیابت نوع ۱ نیاز داریم.

اما خب چجوری باید انسولین بسازیم!!! 😞 فعلا دوتا روش برای تولید انسولین در دسترسه: یکی از روش ها، تولید انسولین با جداسازی و خالص کردن آن از لوزالمعده جانورانی مثل گاو است. (نه لزوما گاو).

روش دیگه، استفاده از فناوری مهندسی ژنتیک است.

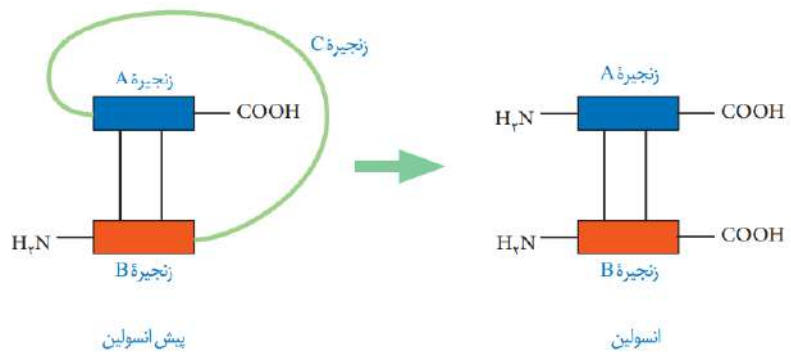
باکتری در صورت داشتن ژن انسولین انسانی می تونه آن را بسازه.

قبل از اینکه روش تولید انسولین با مهندسی ژنتیک رو بررسی کنیم؛ باید با ساختار انسولین آشنا باشیم، به این صورت است که:

مولکول انسولین فعال، از دو زنجیره کوتاه پلی پپتیدی به نام های A و B تشکیل شده که به یکدیگر متصل هستن.

در پستانداران از جمله انسان انسولین به صورت یک مولکول پیش هورمون ساخته میشه که این پیش هورمون به صورت یک زنجیره پلی پپتیدی است و با جدا شدن بخشی از توالی به نام زنجیره C به هورمون فعال تبدیل می شه!!!! شکل رو ببین:

شکل ۱۲. جدا شدن زنجیره C و تبدیل پیش انسولین به انسولین



مهم ترین مرحله در ساخت انسولین به روش مهندسی ژنتیک، تبدیل انسولین غیرفعال به انسولین فعال است، چون تبدیل پیش هورمون

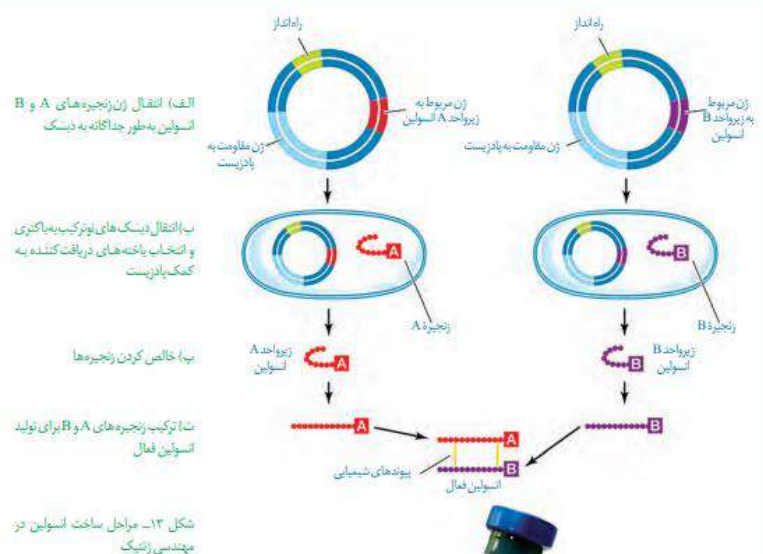


به هورمون در باکتری انجام نمیشه

در واقع در سال ۱۹۸۳، برای اولین بار دو توالی دنا به صورت جداگانه برای رمز کردن زنجیره های A و B انسولین تولید و توسط دیسک (پلازمید) به نوعی باکتری منتقل شدن؛ بعدش زنجیره های پپتیدی ساخته شده رو جمع آوری کردن و در آزمایشگاه به وسیله پیوند هابی



به یکدیگر متصل شدن.



شکل ۱۳- مراحل ساخت انسولین در مهندسی ژنتیک





### نکته های تولید دارو

- ❖ اتصال زنجیره های پلی پپتیدی A و B به هم در آزمایشگاه رخ می دهد نه در باکتری
- ❖ هم در پیش انسولین و هم در انسولین، بین دو زنجیره A و B، دو پیوند اشتراکی (فراتر از کتاب: دی سولفیدی) وجود دارد. (ساختار سوم پروتئین ها)
- ❖ زنجیره C از دو زنجیره دیگر بلند تر است.
- ❖ زنجیره C به گروه آمین زنجیره A و گروه کربوکسیل زنجیره B متصل می شه.
- ❖ با جدا شدن زنجیره C، پیش انسولین به انسولین تبدیل می شه.
- ❖ با جدا شدن زنجیره C، گروه آمین ابتدای زنجیره A و گروه کربوکسیل انتهای زنجیره B آزاد می شن. بدین ترتیب انسولین فعال، ۲ گروه آمین و ۲ گروه کربوکسیل آزاد دارد.
- ❖ ژن زنجیره A و B هرکدام در یک دیسک جداگانه، با فاصله بعد از یک راه انداز قرار می گیرن.
- ❖ زنجیره ی A و B به صورت جداگانه در دو باکتری تولید می شن.
- ❖ زنجیره ی A و B در ابتدا ناخالص اند و باید خالص سازی بشن.
- ❖ ساخت انسولین در طی مهندسی ژنتیک در ۴ مرحله رخ می ده.
- ❖ نام داروی انسولین تولید شده به کمک مهندسی ژنتیک، Humulin N است که به صورت ظرفی ۱۰ میلی لیتری (هر میلی لیتر حاوی ۱۰۰ واحد انسولین) به بازار عرضه می شه.



### ترکیبجات

- ❖ فصل چهار یازدهم: دیابت بر دو نوع است. در نوع ۱، انسولین ترشح نمی شه یا به اندازه کافی ترشح نمی شه. این بیماری، یک بیماری خودایمنی است که در آن دستگاه ایمنی یاخته های ترشح کننده انسولین در جزایر لانگرهانس را از بین می بره. این بیماری با تزریق انسولین تحت کنترل در خواهد آمد. در دیابت نوع ۲ اشکال در تولید انسولین نیست. در نوع دو انسولین به مقدار کافی وجود دارد، اما گیرنده های انسولین به آن پاسخ نمی دن. دیابت نوع ۲ از سن حدود چهل سالگی به بعد، در نتیجه چاقی و عدم تحرک در افرادی که زمینه بیماری را دارند ظاهر می شه.



### توصیفی

- مهم ترین مرحله در ساخت انسولین به روش مهندسی ژنتیک ← تبدیل انسولین غیرفعال به انسولین فعال
- جانورانی که در آنها انسولین به صورت یک مولکول پیش هورمون ساخته می شه ← در پستانداران از جمله انسان
- هر پروتئین که ابتدا غیرفعال است و سپس فعال می شه ← انسولین، پروتئاز های لوزالمعده، پیش سم غیرفعال باکتری خاکزی، پپسینوژن، آنزیم های آکروزوم



### ۲-تولید واکسن:

روش های قبلی تولید واکسن شامل ضعیف کردن میکروب ها، کشتن آن ها و یا غیرفعال کردن سموم خالص شده آن ها با روش هایی خاصی است اما واکسن تولید شده باید بتونه دستگاه ایمنی را برای مقابله با عامل بیماری زا تحریک کنه، ولی خودش منجر به ایجاد بیماری نشه!!! اگر در مراحل تولید واکسن خطایی رخ بده، احتمال بروز بیماری در اثر مصرف آن وجود داره



نکته مهمی که اینجا وجود داره اینه که واکسن های تولید شده با روش مهندسی ژنتیک چنین خطری رو ندارن. حالا بگیم که اصن چجوریه؟؟

در روش تولید واکسن با مهندسی ژنتیک، ژن مربوط به آنتی ژن سطحی عامل بیماری زا به یک باکتری یا ویروس غیربیماری زا منتقل میشه؛ مثلا:

واکسن نوترکیب ضدهپاتیت B با این روش تولید شده است.

**۳-ژن درمانی:** یعنی میتونیم افرادی که با بیماری ارثی متولد میشن، درمان کنیم؟؟

پاسخ این سوال مشکل است ولی یکی از روش های جدید درمان بیماری های ژنتیکی، ژن درمانی است که خودش مجموعه ای از روش هاست.

ژن درمانی یعنی قرار دادن نسخه سالم یک ژن در یاخته های فردی که دارای نسخه ای ناقص از همان ژن است.

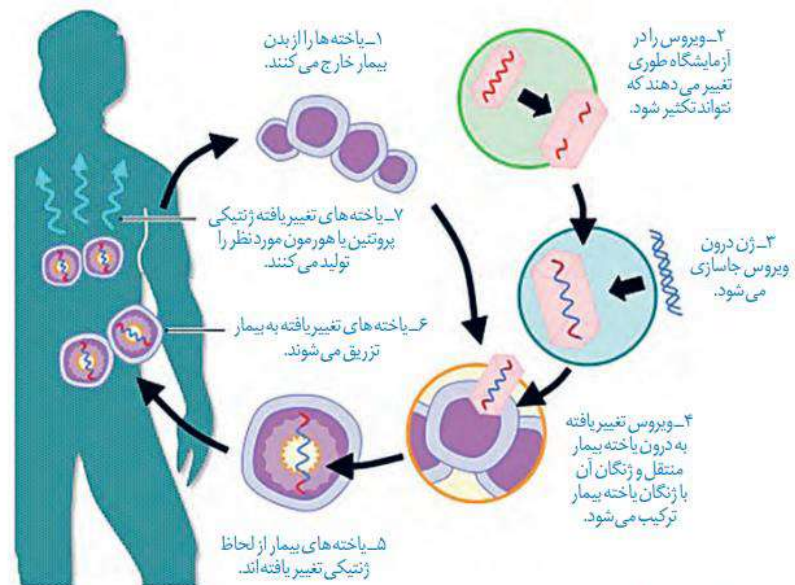
در این روش یاخته هایی را از بدن بیمار خارج و ژن سالم را با کمک ناقل وارد آنها میکنن و سپس یاخته تغییر یافته را به بدن بیمار بازمی گردانند.

اولین ژن درمانی موفقیت آمیز در سال ۱۹۹۰ برای یک دختر بچه ۴ ساله، دارای نوعی نقص ژنی، انجام شد.

در این ژن درمانی، ژن جهش یافته بود و نمیتونست یک آنزیم مهم دستگاه ایمنی را بسازد پس برای درمان آن ابتدا لنفوسیت ها را از خون بیمار جدا کردن و در خارج از بدن کشت دادن و سپس نسخه ای از ژن کارآمد را به لنفوسیت ها منتقل و آن ها را وارد بدن بیمار کردن.

این سلول ها تونستن آنزیم مورد نیاز بدن را بسازن ولی چون قدرت بقای زیادی نداشتن ، لازم بود که بیمار به طور متناوب لنفوسیت های مهندسی شده را دریافت کنه.

البته برای درمان این افراد از روش هایی مثل پیوند مغز استخوان و یا تزریق آنزیم هم میتونیم استفاده کنیم.



شکل ۱۴- مراحل ژن درمانی



کیا منتظر نکته هاش هستن؟

- ❖ واکسن تغییری در ژنوم فرد دریافت کننده ایجاد نمیکنه.
- ❖ در طی ژن درمانی، نسخه ناقص ژن از سلول خارج نمی شه، پس سه نسخه از اون ژن دو تا ناقص و یکی سالم وجود داره.
- ❖ آنزیم مورد نیاز برای تقسیم لنفوسیت ها ضروری است و بدون آن خط سوم دفاعی از کار میفته.
- ❖ ژن خارجی بین دو قطعه ژنوم ویروس قرار داده می شه.
- ❖ ویروس نه یوکاریوته نه پروکاریوت، ولی به هر دو میتونه حمله کنه.
- ❖ در ژن درمانی، از ژن های همان گونه استفاده می شه بنابراین جاندار تراژن ایجاد نمی شه.
- ❖ دو شرط ژن درمانی: ۱- بیماری ژنتیکی نهفته باشه. (بیماری بارز با ژن درمانی، درمان نمی شه). ۲- یاخته های موثر در بیماری را بتوان از بدن فرد خارج و دستکاری کرد و دوباره به بدن بازگرداند.



ترکیبش

✓ فصل سه دوازدهم: اگرچه نمیتوان بیماری های ژنتیک را در حال حاضر درمان کرد (مگر در موارد معدود) اما گاهی میتوان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری های ژنی را مهار کرد.



**۴-تشخیص بیماری:** برای درمان موفقیت آمیز یک بیماری، تشخیص اولیه و شناخت دقیق بیماری، اهمیت زیادی دارد.

تشخیص بیماری، امروزه با روش هایی مثل آزمایش خون و ادرار و همچنین با روش های فناوری مبتنی بر DNA انجام میشه. البته تشخیص بیماری وقتی علائم ظاهر باشه، ساده است اما وقتی که هنوز علائم ظاهر نشده و میزان عامل بیماری زا در بدن پایین است، تشخیص مشکل می شه.

امروزه با کمک روش های زیست فناوری و شناسایی نوکلئیک اسید عامل بیماری زا میتوان به وجود آن در بدن پی برد. مثلا: ایدز بیماری خطرناکیه و هنوز درمان قطعی برای آن وجود نداره؛ فرد مبتلا به ایدز توانایی دفاع در مقابل عوامل بیماری زا را از دست میدهد.

برای تشخیص ایدز در مراحل اولیه:

دناى موجود در خون فرد مشکوک را استخراج میکنند. دناى استخراج شده، شامل دناى یاخته های بدن خود فرد و احتمالا دناى ساخته شده از رناى وىروس است.

سپس با استفاده از روش های زیست فناوری دناى وىروس تشخیص داده میشه.



تشخیص زودهنگام آلودگی با وىروس ایدز اهمیت زیادی داره زیرا باعث میشه که بدون اتلاف وقت اقدامات درمانی و پیشگیری لازم برای جلوگیری از انتقال وىروس به سایر افراد صورت گیرد.

زیست فناوری در: ۱- تشخیص ژن های جهش یافته در بیماران مستعد به سرطان

۲- در مسائل پزشکی قانونی و تحقیقاتی همچون مطالعه در مورد دناى فسیل ها، نیز کاربرد داره.



ترکیب

✓ فصل پنج یازدهم: وىروس بیماری ایدز HIV نام داره. در این بیماری عملکرد در دستگاه ایمنی فرد، دچار نقص می شه. به همین دلیل حتی ابتلا به کم خطرترین بیماری های واگیر ممکن است به مرگ منجر بشه. وىروس ایدز پس از ورود به بدن ممکن است بین ۶ ماه تا ۱۵ سال نهفته باقی بماند و بیماری ایجاد نکنه. چنین فردی آلوده به HIV است، اما بیمار نیست و هیچ علامتی از ایدز را نداره. تنها راه تشخیص آن، انجام آزمایش پزشکی است. فرد آلوده یا بیمار می تونه این وىروس را به دیگران منتقل کنه. به این ترتیب، باعث انتشار وىروس بشه. HIV از طریق رابطه جنسی، خون و فراورده های خونی آلوده و نیز استفاده از هر نوع اشیای تیز و برنده ای که به خون آلوده به وىروس آغشته باشه (مثل استفاده از سرنگ یا تیغ مشترک، خالکوبی و سوراخ کردن گوش با سوزن مشترک) و مایعات بدن منتقل می شه. مادری که آلوده به HIV است میتون در جریان بارداری، زایمان و شیردهی، وىروس را به فرزند خود منتقل کنه.

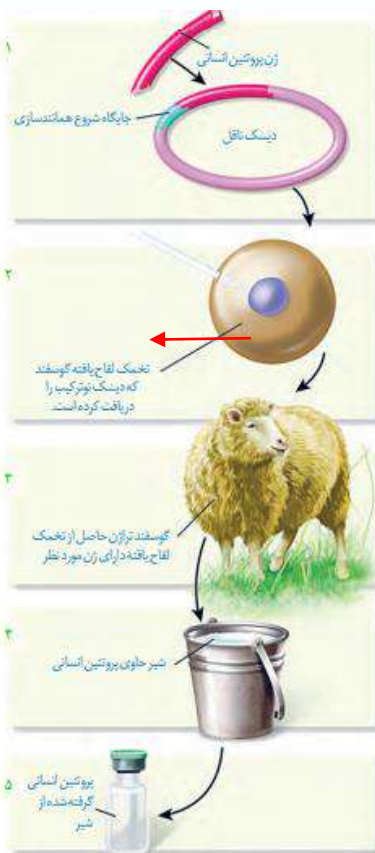




## اهمیت تولید جانوران تراژنی در زیست فناوری

دلایلی که برای تولید جانوران تراژنی وجود دارد:

- ۱- مطالعه عملکرد ژن های خاص در بدن مثل ژن های عوامل رشد و نقش آن ها در رشد بهتر دام ها
  - ۲- کاربرد آنها به عنوان مدلی برای مطالعه بیماری های انسانی از قبیل انواع سرطان، آلزایمر و بیماری ام.اس
  - ۳- تولید پروتئین های انسانی یا داروهای خاص در بدن آن ها
- به عنوان مثال دام های تراژنی میتونن، شیر غنی از نوعی پروتئین انسانی تولید کنن که برای انسان نسبت به شیر طبیعی دام ها مناسب تر است.



شکل ۱۵- تولید پروتئین های انسانی با استفاده از دام های تراژنی



### نکته های شکل و متن

- ✓ دقت کنید از آنجا که دیسک را به یاخته تخم وارد کرده ایم، همه یاخته های هسته دار زنده بدن این جانور که توانایی رونویسی و پروتئین سازی داشته باشن، ژن را بیان خواهند کرد. ولی ما به این دلیل از شیر استخراج می کنیم که دوشیدن آن آسان است.
- ✓ در این مثال گوسفند ماده است چون غدد پستانی برای دوشیدن شیر دارد.



## زیست فناوری و اخلاق

مانند همه دستاوردهای بشر، استفاده از این دستاورد علمی نیز باید با ملاحظات همراه باشد. این ملاحظات جنبه های مختلف ۱- اخلاقی، ۲- اجتماعی و ۳- ایمنی زیستی را در بر می گیرن. ایمنی زیستی شامل: مجموعه ای از تدابیر، مقررات و روش هایی برای تضمین بهره برداری از این فناوری است.

قانون ایمنی زیستی به منظور استفاده مناسب از مزایای زیست فناوری و پیشگیری از خطرات احتمالی آن، در همه کشورها از جمله ایران تدوین و به تصویب رسیده است.

همواره سؤال های متعددی در مورد نتایج انواع کاربردهای زیست فناوری مطرح بوده و هست. برای پاسخ به این سؤالات، پژوهش های زیادی در حال انجام است. نتایج به دست آمده از چنین پژوهش هایی از طرف مجموعه ای از دانشمندان با تخصص های مختلف داوری و صدور مجوز نهایی توسط دستگاه های نظارتی انجام می شه. تاکنون از نتایج تحقیقات انجام شده هیچ گونه گزارشی مبتنی بر شواهد و داده های علمی در مورد آثار جانبی کاربرد این فناوری، محصولات به دست آمده و خطرناک بودن آن ها ارائه نشده است. لذا با توجه به حساسیت موضوع، این تحقیقات باید ادامه یابند و نتایج با دقت فراوان مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرن.



قیدنامه و هرنامه

یکی از کاربردهای زیست فناوری، تولید گیاهان مقاوم در برابر بعضی آفت ها هست. برخی از باکتری های خاک زی، پروتئین هایی تولید می کنند که حشرات مضر برای گیاهان زراعی را می کشند. دام های تراژی می توانند، شیر غنی از نوعی پروتئین انسانی تولید کنند که برای انسان نسبت به شیر طبیعی دام ها مناسب تر است. تاکنون از نتایج تحقیقات انجام شده هیچ گونه گزارشی مبتنی بر شواهد و داده های علمی در مورد آثار جانبی کاربرد این فناوری، محصولات به دست آمده و خطرناک بودن آن ها ارائه نشده است.



سوال نامه

۱. در روشی از زیست فناوری نوین که تولید انسولین بدون تشکیل پیش هورمون برای اولین بار در سال ۱۹۸۳ انجام گرفت،.....

- ۱) زنجیره های پلی پپتیدی اصلی انسولین، طی ترجمه رنای پیک درون سیتوپلاسم یک یاخته تولید می شوند.
- ۲) از دیسک (پلازمید) فاقد ژنی برای تبدیل کردن آنتی بیوتیک به مواد غیرکشنده و مفید استفاده می گردد.
- ۳) در سومین مرحله، هر یک از زنجیره ها از طریق برون رانی (اگزوسیتوز) به بیرون از یاخته ترشح می شود.
- ۴) دو انتهای چسبنده هر ژن زنجیره A و B به نوکلئوتیدهای توالی دیگری به جز راه انداز متصل میگردند.

پاسخ: گزینه چهار

در مهندسی ژنتیک، تولید انسولین، بدون تشکیل پیش هورمون انجام میگیرد؛ دو انتهای چسبنده هر توالی مربوط به زنجیره های A و B به بخش هایی از دیسک متصل میشوند که جزئی از راه انداز نیست.

بررسی گزینه ها:

- ۱) ژن های مربوط به زنجیره های A و B انسولین به دیسک های مختلفی منتقل می شوند. بنابراین این زنجیره ها می توانند در سیتوپلاسم یاخته های متفاوتی تولید شوند.
- ۲) میتوان از دیسک دارای ژن مقاومت به آنتی بیوتیک استفاده کرد.
- ۳) در سومین مرحله ساخت انسولین به روش مهندسی ژنتیک، زنجیره های انسولین از طریق برون رانی از یاخته سازنده خارج نمی شوند، بلکه به روش های دیگری که اسمشون رو کتاب درسی نیاورده در آزمایشگاه جدا میشوند.

۲. به هنگام انجام مراحل مربوط به تولید واکسن نو ترکیب ضد نوعی باکتری عامل بیماری کزاز،..... انتظار است.

- ۱) برش ژنوم باکتری عامل بیماری کزاز برای جدا کردن ژن مؤثر در بیماری زایی و انتقال آن به ژنوم نوعی عامل غیربیماری زا، دور از
- ۲) جداسازی سم خالص شده این باکتری طی روش خاصی و کسب ویژگی ایمنی سازی برای انسان پس از ضعیف کردن آن، قابل
- ۳) جدا کردن پادگن های سطحی از پوشش عامل بیماری زا و انتقال آن به سطح نوعی عامل غیربیماری زا برای انسان، دور از
- ۴) انتقال عامل تحریک کننده سیستم ایمنی به درون سیتوپلاسم نوعی باکتری غیربیماری زا و ایجاد باکتری تراژی، قابل

پاسخ: گزینه سه

برای ساخت واکسن های نو ترکیب ضد نوعی باکتری عامل بیماری کزاز، ژن مربوط به ساخت آنتی ژن از ژنوم عامل بیماری زا جدا میشود و به ژنوم نوعی عامل غیربیماری زا منتقل می گردد (رد گزینه ۴) بنابراین میتوان گفت که برای ساخت واکسن نو ترکیب، جدا کردن پادگن های سطحی از پوشش عامل بیماری زا و انتقال آن به سطح نوعی عامل غیربیماری زا برای انسان، دور از انتظار است (تأیید گزینه ۳)

بررسی سایر گزینه ها:

## خیابان

(۱) به هنگام ساخت واکسن های نوترکیب، برای جدا کردن ژن مربوط به ساخت پادگن عامل بیماری زا، ژنوم باکتری عامل بیماری زا را برش می دهند، سپس این ژن را به ژنوم نوعی عامل غیربیماری زا وارد می کنند

(۲) جداسازی سم خالص شده عامل بیماری زا طی روش خاصی و کسب ویژگی ایمنی سازی برای انسان پس از ضعیف کردن آن، به هنگام ساخت واکسن ها به روش قدیمی صورت می گیرد، نه به هنگام ساخت واکسن های نوترکیب!



# زیست شناسی (۳)



فصل هشتم: رفتارهای جانوران

شیپا

محمدصادق ده بزرگی

## فصل هشت

## رفتارهای جانوران

هزاران ساله که انسان رفتارهای جانوران رو مشاهده میکنه و به دنبال یافتن علت این رفتارها و چگونگی بروز اون هاست.

زندگی انسان به داشتن اطلاعات درباره رفتار جانوران وابسته هس. دونستن درباره چگونگی زادآوری یک حشره آفت می تونه به یافتن راه هایی برای مبارزه با اون منجر بشه. دونستن درباره مهاجرت یا تغذیه یک جانور در معرض خطر انقراض میتونه به راههایی برای حفظ این گونه و حفاظت از تنوع زیستی منجر بشه.

## گفتار یک

## اساس رفتار

قمری های خانگی با جمع آوری شاخه های نازک درختان برای خودشون لانه می سازن و زادآوری می کنن. گوزن ها از شکارچی ها فرار می کنن. خرس های قطبی خواب زمستانی دارن. سارها برای زمستان گذرانی به مناطق گرم تر مهاجرت می کنن. این ها نمونه هایی از رفتارهای جانورانه. رفتار، واکنش یا مجموعه واکنش هایی که جانور در پاسخ به محرک یا محرک ها انجام میده. محرک هایی مثل بو، رنگ، صدا، تغییر میزان هورمون ها یا گلوکز در بدن جانور، تغییر دمای محیط و تغییر طول روز موجب بروز رفتارهای گوناگون در جانوران میشن.

## رفتار غریزی

جوجه های برخی از پرندگان برای غذای مورد نیازشان به والد (یا والدین) خود متکی هستن. مثلا جوجه کاکاپی برای دریافت غذا به منقار پرنده والد نوک میزنه و والد بخشی از غذای خورده شده رو برمیگردونه تا جوجه اون رو بخوره. دریافت غذای کافی برای بقا و رشد جوجه اهمیت داره. جوجه بعد از بیرون اومدن از تخم، میتونه به منقار والد نوک بزنه.



منشأ رفتار جوجه کاکاپی چیه؟ جوجه پرنده بعد از بیرون اومدن از تخم، مینونه رفتار درخواست غذا رو انجام بده، پس آیا این رفتار مثل ویژگی های بدنی جانور ژنی هس؟ برای پاسخ به این سؤال یک پژوهش رو بررسی میکنیم. پژوهشگران ارتباط یک ژن رو با رفتار مراقبت از زاده ها در موش ماده بررسی کردن. این ژن رو **B** مینامیم. موش ماده طبیعی اجازه نمیده بچه موش ها از او دور بشن؛ اگر بچه موش ها دور بشن، مادر اون ها رو میگیره و به سمت خودش میکشه. موش مادر ابتدا نوزادان رو واری میکنه و اطلاعاتی از راه حواس به مغز اون ارسال میشه؛ در نتیجه ژن B در یاخته های در مغز موش مادر فعال میشه و دستور ساخت پروتئینی رو میده که آنزیم ها و ژن های دیگه ای رو فعال میکنه. در مغز جانور فرایندهای پیچیده ای به راه میفته که در نتیجه اون ها، موش ماده رفتار مراقبت مادری رو نشون میده. پژوهشگران با ایجاد جهش در ژن B اون رو غیر فعال کردن. موش های ماده ای که ژن های جهش یافته داشتن، ابتدا بچه موش های تازه متولد شده رو واری کردن ولی بعد اون ها رو نادیده گرفتن و رفتار مراقبت نشون ندادن. به این ترتیب، مشخص شد رفتار مراقبت مادری در موش اساس ژنی داره.



اساس رفتار غریزی در همه افراد یک گونه یکسانه، چون ژنی وراثتی. رفتار جوجه کاکاپی برای به دست آوردن غذا، لانه سازی پرنده ها و رفتار مکیدن در شیرخواران نمونه های دیگری از رفتارهای غریزی ان. خواهیم دید همه رفتارهای غریزی به طور کامل هنگام تولد در جانور ایجاد نشدن.



چندتا نکته درباره این بخش باهم یادگیریم

- ✓ رفتارهای غریزی لزوما در بدو تولد بصورت کامل انجام نمیشن.
- ✓ بیشتر رفتارهای جانوران حاصل برهمکنش ژنها هست.
- ✓ رفتار غریزی حاصل آزمون و خطا نیس.
- ✓ جوجه برخی پرندگان بلافاصله پس از خروج از تخم میتونن بطور مستقل از والدین، غذای خود را تامین کنن.
- ✓ رفتار غریزی نیز ممکنه پس از بلوغ رخ بده.



نکات ترکیبی مهم

- فصل یک دهم: موهای سفید خرس قطبی نوعی سازش با محیطه.
- فصل دو دهم: پرندگان دانه خوار چینه دان و سنگدان دارن.
- فصل سه دهم: پرندگان به علت پرواز نسبت به سایر مهره دار ها انرژی بیشتری مصرف می کنن و علاوه بر شش دارای ساختارهایی به نام کیسه های هوادار هستن.
- فصل چهار دهم: جدایی کامل بطن ها در پرندگان و پستانداران و برخی خزندگان رخ میده.
- فصل پنج دهم: کلیه در خزندگان و پرندگان توانمندی زیادی در بازجذب آب داره.
- فصل یک یازدهم: اندازه نسبی مغز پستانداران و پرندگان نسبت به وزن بدن از بقیه بیشتره.

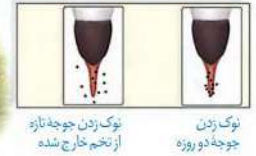
### یادگیری و رفتار

در رفتار درخواست غذا، نوک زدن های جوجه کاکاپی به منقار والد در ابتدا دقیق نیست ولی به تدریج و با تمرین، این رفتار دقیق تر میشه. هرچه جوجه دقیقتر نوک بزنه، والد سریع تر به درخواست اون برای غذا پاسخ میده. به این ترتیب جوجه یاد میگیره تا دقیقتر نوک بزنه. بنابراین، جوجه کاکاپی تجربه به دست میاره و رفتار غریزی اون تغییر میکنه و اصلاح میشه.

# خیرازیت



شکل ۳- اصلاح رفتار درخواست غذا در جوجه کاکایی: پس از دوروز جوجه می آموزد تا دقیق تر نوک بزند. نقطه های سیاه رنگ محل نوک زدن را نشان می دهند.



جانوران در محیط تجربه های گوناگونی پیدا میکنند که رفتارهای اون ها رو تغییر میده. تغییر نسبتا پایدار در رفتار که در اثر تجربه به وجود میاد یادگیری نام داره. یادگیری انواع گوناگونی داره که با اون ها آشنا میشیم.

! یادت باشه در تمام انواع یادگیری ، تکرار موثره.

! اصلاح رفتار نوک زدن شرطی شدن فعاله.

! نوک زدن جوجه تازه از تخم خارج شده کاملا غریزه اما نوک زدن جوجه دوروزه نوعی یادگیریه.

**خوگیری (عادی شدن):** جوجه پرندگان اجسام گوناگونی مثل برگ های در حال افتادن رو بالای سر خود میبینن. در ابتدا جوجه ها با پایین آوردن سر خود و آرام موندن به این محرک ها پاسخ میدن، اما با دیدن مکرر اجسام در حال حرکت، یاد میگیرن اون ها برایشان خطر یا فایده ای ندارن . در نتیجه، جوجه ها دیگه به این محرک ها پاسخ نمیبدن. این یادگیری رو خوگیری می نامیم. در این یادگیری، پاسخ جانور به یک محرک تکراری که سود یا زبانی برای اون نداره، کاهش پیدا میکنه و جانور یاد میگیره به برخی محرک ها پاسخ نده. جانوران در معرض محرک های متعددی قرار دارن که پاسخ به همه اون ها، نیازمند صرف انرژی زیادیه. خوگیری موجب میشه جانور با چشم پوشی از محرک های بی اهمیت، انرژی خودش رو برای انجام فعالیت های حیاتی حفظ کنه.

(۱) (۲) (۳)

**فعالیت ۱**

الف) شکل روبه‌رو یادگیری خوگیری را نشان می‌دهد. آن را توضیح دهید.

ب) در برخی کشتزارها قوطی‌های فلزی را به مترسک آویزان می‌کنند، این کار چه فایده‌ای دارد؟

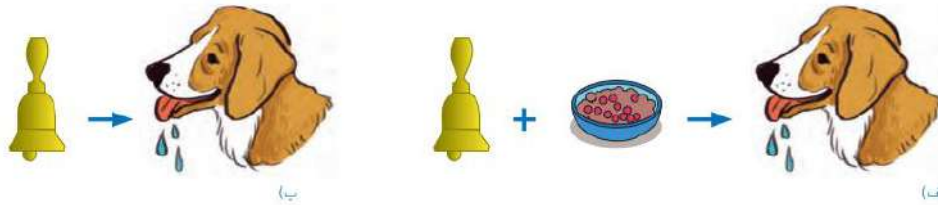
دقت داشته باش که...

❖ محرک باید دائم و بی اثر باشه.

❖ محرک باید همیشه به یک شکل باشه تا خوگیری اتفاق بیفته.

**شرطی شدن کلاسیک:** وقتی جانوری مثل سگ غذا میبینه و یا بوی اون رو احساس میکنه، بزاق او ترشح میشه. غذا محرک و ترشح بزاق، پاسخی غریزی و یک بازتاب طبیعیه. دانشمندی به نام پاولوف آزمایش های متعددی در این باره انجام داد. او متوجه شد بزاق سگ، با دیدن فرد غذا دهنده و قبل از دریافت غذا هم ترشح میشه. پاولف آزمایشی طراحی کرد و در آن همزمان با دادن پودر گوشت به سگ گرسنه، زنگی رو به صدا درآورد. با تکرار این کار، سگ بین صدای زنگ و غذا ارتباط برقرار کرد، طوری که بزاق آن با شنیدن صدای زنگ و حتی بدون دریافت غذا هم ترشح میشد. صدای زنگ در ابتدا یک محرک بی اثر بود ولی وقتی با محرک طبیعی یعنی غذا همراه شد، سبب بروز پاسخ ترشح بزاق شد.

صدای زنگ یک محرک شرطی هس چون در صورتی میتونه موجب بروز پاسخ بشه که با یک محرک طبیعی همراه بشه. این نوع یادگیری شرطی شدن کلاسیک نام داره.



شکل ۴- الف) وقتی محرک شرطی (صدای زنگ) با محرک طبیعی (غذا) همراه شود.  
ب) محرک شرطی به تنهایی می تواند سبب پاسخ ترشح بزاق شود.



و اما نکات شرطی شدن کلاسیک

- در شرطی شدن کلاسیک پاسخ به محرک شرطی افزایش پیدا می کنه چون اول پاسخ ایجاد نمی کرد بعد ایجاد کرد.
- محرک طبیعی برای تحریک سگ نیاز به تکرار نداره.
- ترشح بزاق هم میتونه غریزی باشه هم در اثر یادگیری.
- محرک بی اثر در کنار محرک طبیعی استفاده میشه.

**شرطی شدن فعال:** نوعی دیگه از شرطی شدن، شرطی شدن فعال یا یادگیری با آزمون و خطا نام داره. در اولین آزمایش های مربوط به این نوع یادگیری، دانشمندی به نام اسکینر موش گرسنه ای رو در جعبه ای قرار داد که درون اون اهرمی وجود داشت و موش میتونست اون رو فشار بده. موش درون جعبه حرکت می کرد و به طور تصادفی اهرم درون جعبه رو فشار میداد. در نتیجه، تکه ای غذا به درون جعبه می افتاد و موش غذا دریافت میکرد.



پس از چندبار تکرار این رفتار، موش به ارتباط بین فشار دادن اهرم و پاداش یعنی به دست آوردن غذا پی برد. موش بعد از اون به طور عمدی، اهرم رو فشار میداد تا غذا به دست بیاره. در شرطی شدن فعال، جانور یاد میگیره بین رفتار خودش با پاداش یا تنبیهی که دریافت میکنه، ارتباط برقرار کرده و در آینده رفتاری رو تکرار یا از انجام اون خودداری میکنه.

### فعالیت ۲

پرنده ای که در شکل زیر می بینید، پروانه موناک را بلعیده و دچار تهوع شده است. پس از چنین تجربه های پرنده می آموزد، این حشره را نباید بخورد. چگونگی آموختن این رفتار را بر اساس یادگیری شرطی شدن توضیح دهید.







نکات مهم این بخش

- ← در شرطی شدن فعال در پرنده و پروانه موناک ، پرنده از رفتار آسیب زننده صرف نظر میکند.
- ← برخورد اتفاقی موش غریزی بود اما برخورد عمدی موش حاصل یادگیری.
- ← در بروز رفتار شرطی شدن فعال ، سامانه لیمبیک نقش موثری دارد چون این سامانه در حس رضایت یا عدم رضایت نقش دارد.

توصیف

➤ نوعی شرطی شدن که در آن آزمون و خطا اتفاق می افتد ← شرطی شدن فعال



نکات ترکیبی خفن

- ♣ فصل یک دهم : موناک هر سال هزاران کیلومتر رو از مکزیک تا جنوب کانادا طی میکند.
- ♣ فصل یک دهم : موناک نورون هایی دارد که با استفاده از اونها جایگاه خورشید در آسمون و جهت مقصد رو پیدا میکند.
- ♣ فصل دو دهم: بزاق ترکیبی از آب، یون ها، انواعی از آنزیم ها و موسینه.
- ♣ فصل دو دهم: دیدن غذا و بوی غذا باعث افزایش ترشح بزاق میشه.
- ♣ فصل یک یازدهم : پل مغزی در تنظیم ترشح بزاق نقش دارد.
- ♣ فصل یک یازدهم: موناک نوعی حشره هست پس طناب عصبی شکمی و مغز متشکل از چند گره دارد.
- ♣ فصل چهار یازدهم: ذره های غذا در بزاق حل میشن و یاخته های گیرنده چشایی رو تحریک میکنند.
- ♣ فصل پنج یازدهم: لیزوزیم بزاق در خط اول دستگاه ایمنی فعالیت دارد.
- ♣ فصل پنج یازدهم: انتقال ویروس HIV از طریق بزاق ثابت نشده.

**حل مسئله:** برخی از جانوران میتونن از تجربه های قبلی خود برای حل مسئله ای که با اون رو به رو شدن، استفاده کنن. در یکی از آزمایش های مربوط به این رفتار، شامپانزه ای رو در اتاق گذاشتن که تعدادی موز از سقف اون آویزان بود و چند جعبه چوبی هم در اتاق وجود داشت. شامپانزه پس از چند بار بالا پریدن و تلاش ناموفق برای رسیدن به موزها، جعبه ها رو روی هم قرار داد، از اون ها بالا رفت و به موزها دست یافت. در رفتار حل مسئله جانور بین تجربه های گذشته و موقعیت جدید ارتباط برقرار میکند و با استفاده از اون ها برای حل مسئله جدید، آگاهانه برنامه ریزی میکند.



رفتارشناسان حل مسئله جانوران رو در محیط طبیعی هم بررسی کردن. شامپانزه ها برگ های شاخه نازک درختان رو جدا میکنن و اون رو درون لانه موربانه ها فرو میبرن تا موربانه ها رو بیرون بیان و بخورن. این جانوران از تکه های چوب یا سنگ به شکل سندان و چکش استفاده میکنن تا پوسته سخت میوه ها رو بشکنن. کلاغ سیاهی که در شکل ۷ میبینیم، کشف کرده که چگونه تکه گوشت آویزان به انتهای نخ رو به دست بیاره. جانور هر بار بخشی از نخ رو با منقار خودش بالا میکشه و پنجه پای خود رو روی اون قرار داده و سرانجام به گوشت دست پیدا میکنه.



**پیش به سوی نکات حل مسئله**

- \* در حل مسئله جانور استدلال داره و مسئله جدیده.
- \* در حل مسئله آزمون و خطا نداریم.
- \* در حل مسئله انعکاس نقشی نداره.
- \* لزوما همه جانوران دارای توانایی حل مسئله نیستن.
- \* رفتار حل مسئله هم در محیط طبیعی وجود داره هم محیط آزمایشگاه.

**نقش پذیری:** جوجه غازها بعد از بیرون آمدن از تخم، اولین جسم متحرکی رو که می بینن، دنبال می کنن. جسم متحرک معمولاً مادر اون هاست. این دنبال کردن موجب پیوند جوجه ها با مادر میشه. پیوند جوجه غازها و مادرشان در نتیجه نوعی یادگیری به نام نقش



پذیری ایجاد میشه. نقش پذیری نوعی یادگیریه که در دوره مشخصی از زندگی جانور انجام میشه. نقش پذیری جوجه غازها طی چند ساعت بعد از خروج از تخم رخ میده. این زمان، دوره حساسیه که در آن نقش پذیری با بیشترین موفقیت انجام میشه. جوجه غازها با نقش پذیری مادر خودشون رو می شناسن. این شناسایی برای بقای جوجه ها حیاتیته، بدون اون جوجه ها تحت مراقبت مادر قرار نمیگیرن و ممکنه بمیرن. علاوه بر اون، جوجه ها با نقش پذیری، رفتارهای اساسی مثل جست و جوی غذا رو هم از مادر یاد میگیرن. نقش پذیری در پستانداران هم دیده میشه. مثلاً بره هایی که مادر خود رو از دست دادن و انسان اون ها رو پرورش داده، دنبال او راه میافتن و تمایلی برای ارتباط با گوسفندهای دیگه نشون نمیدن. امروزه پژوهشگران تلاش میکنن از نقش پذیری در حفظ گونه های جانوران در خطر انقراض استفاده کنن.

مثلاً اون ها برای پرورش جوجه پرنده هایی که والدین خودشون رو از دست داده و تحت مراقبت انسان به دنیا اومدن، صدای پرندگان همون گونه رو پخش میکنن. افرادی که از این جوجه ها نگهداری میکنن، ظاهر خودشون رو شبیه اون پرنده کرده و مثل اون ها رفتار میکنن.



**مگه همیشه از نکات نقش پذیری غافل شد**

- ✓ نقش پذیری فقط برای یافتن مادر نیست.
- ✓ در نقش پذیری اگر حرکت کردن جسم متحرک در دوره حساس نباشه منجر به نقش پذیری نمیشه.
- ✓ نقش پذیری در دوره حساس و مشخصه اما تاثیر اون میتونه تا آخر عمر باشه.

## برهم کنش غریزه و یادگیری

بیشتر رفتارهای جانوران محصول برهم کنش ژن ها و اثرهای محیطیه که جانور در اون زندگی میکنه. همونطور که در رفتار درخواست غذای جوجه کاکاپی دیدیم، این رفتار غریزی به طور کامل در جوجه ای که از تخم بیرون میاد، بروز پیدا نمیکنه.

### فعالیت ۴

الف) شقایق دریایی با تحریک مکانیکی (تماس)، بازوهای خود را منقبض می کند

اما به حرکت مداوم آب پاسخی نمی دهد. چرا؟  
ب) رام کنندگان جانوران چگونه انجام حرکات نمایشی در سیرک را به آنها می آموزند؟



برای شکل گیری کامل اون، برهم کنش جوجه و والدین و کسب تجربه لازمه. جانور اساس ژنی لازم برای انجام این رفتار رو داره و همچنان که رشد میکنه از آموخته های خودش از محیط تجربه به دست میآره و اون ها برای تغییر و اصلاح رفتار قبلی به کار میبره. یادگیری برای بقای جانوران لازمه، چون محیط جانوران همواره در حال تغییره. برای اینکه جانوران بتونن در این شرایط در حال تغییر زندگی کنن، باید بتونن به تغییرات پاسخ های مناسبی بدن. به این ترتیب، برهم کنش ژن ها و یادگیری امکان سازگار شدن جانور با این تغییرات رو فراهم میآره.



آماده ی نکته ها هستین؟

- \* انتخاب طبیعی در شکل گرفتن و تغییر رفتار موثره.
- \* حرکت ندادن بازوهای شقایق دریایی نشانگر عادت کردن یا خوگیری اون هست.
- \* رام کنندگان جانوران با روش شرطی شدن کلاسیک و فعال به اون ها حرکت نمایشی یاد میدن.



قید نامه

- ✓ جوجه های برخی از پرندگان برای غذای مورد نیاز شان به والد یا والدین خود متکی هستن.
- ✓ اساس رفتار غریزی در همه افراد یک گونه یکسانه.
- ✓ همه رفتارهای غریزی به طور کامل هنگام تولد در جانور ایجاد نشدن.
- ✓ تغییر نسبتا پایدار در رفتار که در اثر تجربه به وجود میاد یادگیری نام داره.
- ✓ برخی از جانوران می تونن از تجربه های قبلی خود برای حل مسئله ای که با اون رو به رو شدن استفاده کنن.
- ✓ نقش پذیری جوجه غاز ها طی چند ساعت بعد از خروج از تخم رخ میده.
- ✓ بیشتر رفتارهای جانوران محصول برهم کنش ژن ها و اثرهای محیطه.
- ✓ محیط جانوران همواره در حال تغییره.

۱- کدام گزینه در ارتباط با رفتارهای غریزی نادرست است؟

- ۱) این رفتارها در اثر وجود حداقل یک محرک انجام می شود.
- ۲) همه این رفتارها به طور کامل در هنگام تولد جانور ایجاد می شوند.
- ۳) اساس این رفتارها در تمامی افراد یک گونه یکسان است.
- ۴) همه این رفتارها از طریق اطلاعات موجود در مولکول دنا انجام می گردد.

پاسخ: گزینه دو - همه رفتارهای غریزی جانوران به طور کامل در بدو تولد ایجاد نمی شوند مثلاً رفتار نوک زدن جوجه کاکاپی به منقار والد خود.

۲- چند مورد از موارد زیر درباره خوگیری درست است؟

- الف) در برابر هر نوع محرک تکراری می تواند اتفاق بیفتد و رفتار جانور را تغییر دهد.
- ب) به کمک تجربه جانور از محیط اطراف موجب کاهش انرژی مصرفی در بدن جانور می شود.
- ج) در این رفتار نقل و انتقال پیک های شیمیایی در پایانه های عصبی می تواند کاهش یابد.
- د) این رفتار فقط در برابر اجسام متحرک بدون سود و زیان رخ می دهد.

۱(۱) ۲(۲) ۳(۳) ۴(۴)

پاسخ: گزینه دو - موارد ب و ج درست است. بررسی گزینه ها:

الف) هر محرکی نمی تواند موجب عادی شدن شود محرک تکراری مورد نظر باید نه سودی داشته باشد و نه زیانی.

ب) جانور در عادی شدن یاد می گیرد به محرک های تکراری که برایش اهمیتی ندارد پاسخ نداده و انرژی خود را برای انجام کارهای حیاتی و مهم خود نگه دارد.

ج) در خوگیری وقتی پاسخ نداریم یعنی پیام عصبی هم نداریم در نتیجه نقل و انتقال ناقل عصبی در پایانه های عصبی کم میشود.

د) خوگیری ممکن است نسبت به محرک های ساکن هم صورت بگیرد مثلاً مترسک .

۳- چند مورد از موارد زیر در مورد رفتار های حاصل از یادگیری به درستی بیان نشده است؟

الف) آویزان کردن قوطی های فلزی بر روی مترسک ها احتمال خوگیری در پرندگان را کاهش می دهد.

ب) در صورت مواجهه جانور با مسئله ای که تاکنون با آن روبرو نشده است ، به طور حتم رفتار حل مسئله از خود بروز می دهند.

ج) محرک شرطی فقط به همراه محرک طبیعی به پاسخ دادن جانور منتهی می شود.

د) جوجه ها پس از خوگیری در مقابل برگ های در حال ریزش سر خود را پایین آورده و آرام می مانند.

۱(۱) ۲(۲) ۳(۳) ۴(۴)

پاسخ : گزینه دو - موارد ب و د نادرست می باشد. بررسی گزینه ها:

الف) آویزان کردن قوطی های فلزی روی مترسک ها در مقابل باد صدا ایجاد می کند و باعث ترسیدن پرنده ها از مترسک و جلوگیری از خوگیری آنها می شود.

ب) نه به طور حتم ، مثلاً موش ماده ای را در نظر بگیرید که برای اولین بار بچه دار شده و می خواهد رفتار مراقبت از زاده ها را نشان دهد در اینجا موش مادر با مسئله ای روبرو شده است که قبلاً آن را تجربه نکرده است.

ج) محرک شرطی می تواند حتی در نبودن محرک طبیعی هم سبب بروز پاسخ در جانور شود.

د) جوجه پرندگان قبل از خوگیری در برابر برگ در حال ریزش سرشان را پایین می آورند.

۴- کدام مورد برای تکمیل عبارت مقابل مناسب است؟

« هر رفتاری که ..... نوعی ..... است.»

۱) تنها در دوره مشخصی از زندگی بروز می کند - نقش پذیری

۲) در تمام طول عمر فرد به همان صورت ادامه می یابد - یادگیری

۳) تجارب گذشته جانور در انجام آن موثر است - رفتار حل مسئله

۴) در افراد یک گونه به یک صورت انجام می شود - رفتار غریزی

پاسخ: گزینه چهار

هر رفتاری که در افراد یک گونه به یک صورت انجام شود حتماً غریزی است.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه یک) برخی رفتارهای غریزی مثل رفتار مراقبت از زاده ها در موش مادر هم می تواند در دوره مشخصی از زندگی جانور بروز نماید.

گزینه دو) ممکن است غریزی باشد مثلاً رفتار پاسخ به غذا در سگ یک رفتار غریزی است.

## گفتار دو

## انتخاب طبیعی و رفتار

پژوهشگران در بررسی یک رفتار تلاش می‌کنند به دو نوع پرسش پاسخ بدن. پرسش نوع اول اینکه جانور چگونه رفتاری را انجام می‌دهد؟ برای پاسخ به این پرسش پژوهشگران فرآیندهای ژنی، رشد و نمو عملکرد بدن جانور را بررسی می‌کنند. پرسش دوم این است که چرا جانور رفتاری را انجام می‌دهد؟ پرسش دوم به دیدگاه انتخاب طبیعی مربوط است.

مثال زیر رو بخونید. پرنده کاکاپی پس از آنکه جوجه هایش از تخم بیرون میان، پوسته های تخم را از لانه خارج می‌کنند. جوجه ها و تخم های کاکاپی در میان علف های اطراف آشیانه به خوبی استتار می‌شن. البته رنگ سفید داخل پوسته تخم مرغ های شکسته بسیار مشخص است.



شکل ۹- الف) جوجه های کاکاپی  
ب) تخم های کاکاپی



ب

الف

چرا کاکاپی پوسته های تخم را از لانه خارج می‌کند؟ برای یافتن پاسخ این پرسش پژوهشگری آزمایشی را طراحی کرد. او تخم های مرغ خانگی را شبیه تخم های کاکاپی رنگ آمیزی کرد و آنها را در محل آشیانه سازی کاکاپی ها قرارداد. پژوهشگر در کنار تعدادی از این تخم ها، پوسته تخم های شکسته کاکاپی را نیز قرار داد و مشاهده کرد کلاغ ها بیشتر تخم مرغ هایی را که کنار پوسته های تخم کاکاپی قرار داشتن پیدا کرده و آنها را خوردند. رنگ سفید داخل پوست تخم های شکسته راهنمای کلاغ ها بود. پژوهشگر در نتیجه گرفت کاکاپی ها رفتار دور انداختن پوست تخم های شکسته از لانه را برای کاهش احتمال شکار شدن و افزایش احتمال بقای جوجه ها انجام میدن. کاکاپی ها زمان بسیار کوتاهی را برای بیرون بردن پوست تخم ها صرف می‌کنند، اما این رفتار در بقای زاده های آنها نقش حیاتی دارد. این رفتار کاکاپی ها سازگار کننده است زیرا احتمال دسترسی شکارچی ها به زاده ها کاهش و احتمال بقای آنها را افزایش می‌دهد و به سود پرنده و زاده های آن است. رفتار های سازگار کننده با سازوکار انتخاب طبیعی برگزیده می‌شن.

در رفتار شناسی با دیدگاه انتخاب طبیعی، پژوهشگران برای پاسخ به پرسش چرایی رفتارها و اثر انتخاب طبیعی در شکل دادن به آنها پژوهش میکنند. آنها نقش سازگار کنندگی رفتارهای گوناگون و به عبارتی نقش رفتارها را در بقا و زادآوری بیشتر جانوران بررسی میکنند. این کار با بررسی سود و هزینه رفتار برای جانور، انجام می‌شود.



پیش به سوی نکات کاکاپی عزیز

- ✓ رفتار بیرون انداختن پوسته های تخم در پرنده کاکاپی، به سود جمعیت کاکاپی ها و سازگار با محیط است.
- ✓ این رفتار نسل به نسل در کاکاپی ها حفظ میشه.
- ✓ رنگ جوجه کاکاپی با کاکاپی بالغ فرق داره.
- ✓ دور انداختن پوسته تخم رفتاری غریزه.

## زادآوری (تولید مثل)

داشتن **بیشترین** تعداد زاده های سالم ، معیاری برای موفقیت زادآوری در جانوران است. جانوران برای دستیابی به موفقیت در زادآوری (تولید مثل)، رفتارهای زادآوری انجام میدن. انتخاب جفت یکی از این رفتارهاست. در رفتار انتخاب جفت ، جانور ابتدا ویژگی های جفت



رو بررسی میکنه و بعد تصمیم میگیره با ان جفت گیری کنه یا نه . برای مثال انتخاب جفت رو در طاووس بررسی میکنیم. ویژگی های ظاهری طاووس های نر و ماده متفاوته. در فصل زادآوری دم طاووس نر ، پره های پر نقش و نگاری پیدا میکنه. طاووس نر برای جلب جفت ، دم خود را مانند بادبزن می گستراند تا بهتر در معرض دید جانور ماده قرار بگیره. طاووس ماده دم طاووس های نر را بررسی میکنه و نری را به عنوان جفت انتخاب میکنه که رنگ درخشان و لکه های چشم مانند **بیشتری** روی پره های دم خود داشته باشه.

در جانوران، ماده ها **بیشتر** از نرها رفتار انتخاب جفت را انجام می دن. چرا چنین است؟ در جانوران هر یک از والدین باید انرژی و مدت زمانی را برای زادآوری و پرورش زاده ها صرف کنن. جانوران ماده **معمولا** زمان و انرژی **بیشتری** صرف می کنن. برای مثال نگهداری از تخم و جوجه ها

در پرندگان و بارداری و شیر دادن به نوزادان در پستانداران فعالیت های پرهزینه هستن که جانوران ماده آنها را انجام میدن. بنابراین تولید مثل برای آنها هزینه **بیشتری** داره. پس جانوران ماده باید جفت انتخاب کنن تا موفقیت تولید مثلی آنها تضمین بشه.

شاید برای شما این پرسش مطرح شده باشد که پره های زینتی دم طاووس نر با موفقیت زادآوری جانور ماده چه ارتباطی داره؟ پژوهش ها نشان دادن، جانوران ماده در انتخاب جفت به ویژگی های ظاهری نر ها توجه می کنن. درخشان بودن رنگ پرند یکی از این ویژگی ها است که نشانه سلامت و کیفیت رژیم غذایی آن است. جفت گیری با نری که این نشونه رو داره ، سلامت جانور ماده و زاده هایش رو تضمین میکنه. ویژگی های ظاهری جانور نر نشانه ای از داشتن ژن های مربوط به صفات سازگار کننده نیز هستن؛ یعنی گرچه دم بلند و زینتی طاووس نر ممکنه حرکت جانور را دشوار و آن را در مقابل شکارچی ها آسیب پذیرتر کنه و احتمال بقای آن را کاهش بده، اما بقای جانوری با این ویژگی هنگام تولید مثل، سازگارتر بودن اون رو نشون میده. در نتیجه در صورت انتخاب آن ، زاده ها علاوه بر ویژگی ظاهری، ژن های صفات سازگارتر را نیز به ارث میبرن. ویژگی های ظاهری مانند دم زینتی طاووس نر یا شاخ گوزن نر از صفات ثانویه جنسی جانوران نر هستن که هنگام جفت یابی و رقابت با نرهای دیگه به کار میرن.

البته در گونه های مختلف جانوران، انتخاب جفت را فقط جانوران ماده انجام نمیدن. در نوعی جیرجیرک ، جانور نر هزینه **بیشتری** در تولید مثل میپردازه و بنابراین جفت رو انتخاب میکنه. جیرجیرک نر ، زامه های خود را درون کیسه ای به همراه مقداری مواد مغذی به جانور ماده منتقل میکنه. جانور ماده هنگام تشکیل تخم برای رشد و نمو چنین به مواد مغذی درون کیسه نیاز داره. این کیسه بخش قابل توجهی از وزن جانور نر را تشکیل میده. جانور نر، جیرجیرک ماده ای را انتخاب می کنه که **بزرگتر** باشه . زیرا بزرگتر بودن جیرجیرک ماده نشانه آن است که تخمک های **بیشتری** داره و میتونه زاده های **بیشتری** تولید کنه. در این جانوران جیرجیرک های ماده برای انتخاب شدن رقابت می کنن.



شکل ۱۱- جیرجیرک ماده ای که کیسه دارای اسپرم و مواد مغذی (بخش سفیدرنگ) را دریافت کرده است.

رفتار تولید مثلی دیگر در جانوران نوع نظام جفت گیری آنهاست. طاووس نر نظام جفت گیری چند همسری دارد. در این نظام یکی از والدین پرورش و نگهداری زاده ها را انجام می‌دهد. طاووس نر در نگهداری زاده ها نقشی ندارد، البته میتونه با نگهداری از قلمرو، منابع غذایی، محل لانه و پناهگاه ایمن از شکارچی ها ، به طور غیرمستقیم به ماده ها کمک کنه. در نتیجه ، موفقیت تولید مثلی هر دو جانور نر و ماده افزایش می‌یابد. بیشتر پستانداران نظام چند همسری دارن و بیشتر پرندگان مثل قمری خانگی تک همسرن. در این نظام هر دو والد هزینه‌های پرورش زاده ها را می‌پردازن، همچنین در این نظام جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم مساوی دارن.



چندتا نکته برای این قسمت

- ✚ مواد مغذی درون کیسه برای تغذیه جنین هست نه جیرجیرک ماده.
- ✚ رفتارهای انتخاب جفت باعث امیزش غیر تصادفی میشه و تعادل جمعیت رو بهم میزنه.
- ✚ یه ترکیبی با فصل دو یازدهم: جیرجیرک ها در پاهای جلویی خود دارای پرده صماخ هستن.
- ✚ پاهای عقبی جیرجیرک از پاهای جلویی ان بلندترن.
- ✚ صفات ثانویه جنسی در همه افراد بالغ وجود داره.
- ✚ صفات ثانویه جنسی بعد از بلوغ ایجاد میشن.
- ✚ دام: حواست باشه طاووس نر نظام چند همسری داره نه طاووس ماده.
- ✚ دام: یادت باشه در اسبک ماهی هم، اسبک ماهی نر به انتخاب جفت میپردازه.

## غذایابی

رفتار غذایابی مجموعه رفتارهای جانور برای جستجو و به دست آوردن غذاست. غذاهایی که جانوران می‌خورن معمولاً اندازه های متفاوتی دارن. غذاهای بزرگتر انرژی بیشتری دارن اما ممکنه فراوانی آنها کمتر به دست آوردن آنها دشوارتر باشه. بنابراین برای جانوران میزان سود یعنی میزان انرژی موجود در غذا و هزینه به دست آوردن غذا و مصرف آن اهمیت داره. موازنه بین محتوای انرژی غذا و هزینه به دست آوردن آن، غذایابی بهینه نام داره. بر اساس انتخاب طبیعی رفتار غذایابی ای برگزیده میشه که از نظر میزان انرژی دریافتی کارآمدتر باشه، یعنی اینکه هر جانور در هر بار غذایابی بیشترین انرژی خالص را دریافت کنه. برای مثال خرچنگ های ساحلی صدف های اندازه متوسط را ترجیح میدن زیرا آنها بیشترین انرژی خالص را تأمین می‌کنن. صدف های بزرگتر انرژی بیشتری دارن اما برای شکستن آنها باید انرژی بیشتری صرف بشه.

هنگام غذایابی ممکنه جانور خود در خطر شکار شدن یا آسیب دیدن قرار بگیره. بنابراین رفتار برگزیده باید موازنه بین کسب بیشترین انرژی و کمترین خطر را نیز نشان بده. به همین علت است که هنگام وجود شکارچی یا رقیب ، جانوران رفتارهای غذایابی خود را تغییر میدن و در حالتی آماده و گوش به زنگ به غذایابی مشغول می‌شن.

گاهی جانوران غذایی را مصرف می‌کنن که محتوای انرژی چندانی نداره اما مورد نیاز آنها را تامین می‌کنه برای مثال طوطی ها خاک رس می‌خورن تا مواد سمی حاصل از غذاهای گیاهی را در لوله گوارش آنها خنثی کنه.

**دکتر تو دام نیفتی!** صدف های متوسط بیشترین انرژی خالص رو دارن نه بیشترین انرژی کل!

## قلمروخواهی



شکل ۱۲- تقیه طولی‌ها از خاک‌ریس



شکل ۱۳- قلمروخواهی در قو، سرخ‌رود مازندران

قلمرو یک جانور، بخشی از محدوده جغرافیایی است که جانور در آن زندگی میکند. جانوران در برابر افراد هم‌گونه یا افراد گونه‌های دیگر از قلمرو خود دفاع می‌کنند. این رفتار قلمروخواهی نام دارد. جانور با رفتارهایی مانند اجرای نمایش و یا تهاجم به جانوران دیگر اعلام می‌کند که قلمرو متعلق به آن است. یک پرنده با آواز خواندن سعی می‌کند از ورود پرنده مزاحم به قلمرو خود جلوگیری کند. اگر آواز

موثر نباشد ممکنه پرنده صاحب قلمرو برای بیرون راندن مزاحم به آن حمله کند. این فعالیت‌ها نیازمند صرف زمان و مصرف انرژی است. تهاجم ممکنه به آسیب دیدن پرنده صاحب قلمرو هم بیانجامد. آواز خواندن ممکنه موقعیت پرنده را برای شکارچی آشکار کند. چرا پرنده هزینه‌های دفاع از قلمرو را می‌پذیرد؟ قلمروخواهی برای جانوران فایده‌هایی دارد: استفاده اختصاصی از منابع قلمرو می‌تونه غذا و انرژی دریافتی جانور را افزایش بده، امکان جفت‌یابی جانور و دسترسی به پناهگاه برای در امان ماندن از شکارچی نیز افزایش می‌یابد.

ترکیب با فصل چهار یازدهم: گریه‌ها از فرمون‌ها برای تعیین قلمرو استفاده میکنند.

## مهاجرت



شکل ۱۴- پرنده‌گان مهاجر به پناهگاه حیات وحش میانکاله مازندران

هر ساله با آغاز فصل پاییز پرنده‌گان مهاجر از سیبری و اروپا به تالاب‌ها و آبگیرهای شمال ایران مهاجرت می‌کنند. این پرنده‌ها پس از زمستان‌گذرانی در اوایل بهار به سرزمین خود بازمی‌گردند. جابجایی طولانی و رفت و برگشتی جانوران مهاجرت نام دارد. تغییر فصل و نامساعد شدن شرایط محیط و کاهش منابع مورد نیاز جانور را وا می‌دارد به سوی زیستگاه‌های مناسب‌تر برای تغذیه، بقا و زادآوری مهاجرت کند. مهاجرت رفتاری غریزی است که یادگیری نیز در آن نقش دارد. بررسی مهاجرت سارها نشان داده است سارهایی که تجربه مهاجرت دارند بهتر از آنهایی که نخستین بار مهاجرت می‌کنند مسیر مهاجرت را تشخیص میدهند.

در مسیر مهاجرت بسیاری از جانوران از جاهایی عبور می‌کنند که قبلاً در آنجاها نبوده‌اند. پس از آنها چگونه در این محیط‌های ناآشنا راه خود را پیدا می‌کنند؟ جانوران برای جهت‌یابی از نشانه‌های محیطی استفاده می‌کنند. مثلاً جهت‌یابی هنگام روز با استفاده از موقعیت خورشید و در شب با استفاده از موقعیت ستاره‌ها در آسمان انجام می‌شود. وقتی هوا ابری است جانوران چگونه مسیر حرکت را تشخیص میدهند؟ آیا میدان مغناطیسی زمین در جهت‌یابی جانوران نقش دارد؟ برای پاسخ به این پرسش پژوهشگران در یک روز ابری آهنربای کوچکی را روی سر کبوتر خانگی قرار دادند. با وجود این آهنربا پرنده نتوانست مسیر درست را بیابد و به لانه بازگردد. پژوهشگران نتیجه گرفتند کبوتر خانگی میتونه موقعیت خود را نسبت به میدان مغناطیسی زمین احساس و با استفاده از آن جهت‌یابی کند. پژوهشگران در سر بعضی از پرنده‌ها ذرات آهن مغناطیسی شده نیز یافته‌اند. لاک‌پشت‌های دریایی ماده پس از طی مسافت‌های طولانی برای تخمگذاری به ساحل دریا میان و پس از تخم‌گذاری دوباره به دریا باز می‌گردند. به نظر میرسد میدان مغناطیسی زمین در جهت‌یابی لاک‌پشت‌ها نیز نقش دارد.





دو تا نکته که بهتره بلد باشی

اولین مهاجرت کاملاً غریزه اما از بعدش هم غریزه نقش داره هم یادگیری و تجربه. جهت یابی فقط خاص مهاجرت نیست.

### خواب زمستانی و رکود تابستانی

برخی جانوران برای بقاء، در زمستان، خواب زمستانی دارن. در این حالت جانور به خواب عمیقی فرو میره و یک دوره کاهش فعالیت را طی میکنه که در آن دمای بدن، مصرف اکسیژن، تعداد تنفس جانور و نیاز جانور به انرژی کاهش میابد. پیش از ورود به خواب زمستانی، جانور مقدار زیادی غذا مصرف میکنه و در بدن آن چربی لازم به مقدار کافی ذخیره میشه تا هنگام خواب به مصرف برسه.

رکود تابستانی نیز یک دوره کاهش فعالیت است که در آن سوخت و ساز جانور کاهش پیدا میکنه. رکود تابستانی در جانورانی دیده میشه که در جاهای به شدت گرم مانند بیابان زندگی میکنن. این جانوران در پاسخ به نبود غذا یا دوره های خشکسالی، رکود تابستانی انجام میدن.



بریم با هم چندتا نکته یاد بگیریم

- در خواب زمستانی فعالیت حیاتی صفر نیست.
- رکود تابستانی رفتاری ژنی است چراکه در دوره مشخصی چه محیط عوض شه چه نشه انجام میشه.
- رفتن به خواب زمستانی پیش از ورود به زمستان است.



قیدنامه

- کلاغ ها بیشتر تخم مرغ هایی را که کنار پوسته های تخم کاکاپی قرار داشتن پیدا کرده و آنها را خوردن.
- کاکاپی ها زمان بسیار کوتاهی را برای بیرون بردن پوست تخم ها صرف می کنن.
- داشتن بیشترین تعداد زاده های سالم، معیاری برای موفقیت زادآوری در جانوران است.
- در جانوران هر یک از والدین باید انرژی و مدت زمانی را برای زادآوری و پرورش زاده ها صرف کنن. جانوران ماده معمولاً زمان و انرژی بیشتری صرف می کنن.
- در گونه های مختلف جانوران، انتخاب جفت را فقط جانوران ماده انجام نمیدن.
- در جانوران، ماده ها بیشتر از نرها رفتار انتخاب جفت را انجام میدن.
- در نوعی جیرجیرک، جانور نر هزینه بیشتری در تولید مثل میپردازه و بنابراین جفت رو انتخاب میکنه.
- جانور نر، جیرجیرک ماده ای را انتخاب می کنه که بزرگتر باشه. زیرا بزرگتر بودن جیرجیرک ماده نشانه آن است که تخمک های بیشتری داره و میتونه زاده های بیشتری تولید کنه.
- بیشتر پستانداران نظام چند همسری دارن و بیشتر پرندگان مثل قمری خانگی تک همسراند.
- در این نظام تک همسری هر دو والد هزینه های پرورش زاده ها را می پردازن، همچنین در این نظام جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم مساوی دارن.
- غذاهایی که جانوران می خورن معمولاً اندازه های متفاوتی دارن.
- غذاهای بزرگتر انرژی بیشتری دارن اما ممکنه فراوانی آنها کمتر به دست آوردن آنها دشوارتر باشه.
- بر اساس انتخاب طبیعی رفتار غذایی ای برگزیده میشه که از نظر میزان انرژی دریافتی کارآمدتر باشه، یعنی اینکه هر جانور در هر بار غذایی بیشترین انرژی خالص را دریافت کنه.
- خرچنگ های ساحلی صدف های اندازه متوسط را ترجیح میدن زیرا آنها بیشترین انرژی خالص را تأمین می کنن. صدف های بزرگتر انرژی بیشتری دارن اما برای شکستن آنها باید انرژی بیشتری صرف بشه.
- هنگام غذایی ممکنه جانور خود در خطر شکار شدن یا آسیب دیدن قرار بگیره. بنابراین رفتار برگزیده باید موازنه بین کسب بیشترین انرژی و کمترین خطر را نیز نشان بده.

- پژوهشگران در سر بعضی از پرنده‌ها ذرات آهن مغناطیسی شده نیز یافته اند.
- مهاجم **ممکنه** به آسیب دیدن پرنده صاحب قلمرو هم بیانجامد. آواز خواندن **ممکنه** موقعیت پرنده را برای شکارچی آشکار کند.
- رکود تابستانی در جانورانی دیده میشه که در جاهای به شدت گرم مانند بیابان زندگی میکنند.



## سوال نامه

۱. کدام عبارت درباره خصوصیات کاکاپی ها درست است؟

- ۱) رنگ بخش داخلی و خارجی پوسته تخم کاکاپی باهم متفاوت است.
- ۲) رفتار سازگارکننده در کاکاپی های والد برخلاف جوجه ها دیده می شود.
- ۳) شکارچیان تنها میتوانند تخم های اطراف پوسته های شکسته را بخورند.
- ۴) بیرون انداختن پوسته تخم از لانه ، تنها به نفع جوجه های کاکاپی است.

پاسخ: گزینه یک - بررسی سایر گزینه ها:

گزینه دو) در هر دو رفتار سازگارکننده دیده می شود.

گزینه سه) طبق کتاب درسی شکارچیان ، بیشتر تخم هایی را خوردند که کنار پوسته های شکسته بودند. این یعنی توانستند آنها را هم که کنار پوسته نبودند بخورند.

گزینه چهار) هم به نفع جوجه کاکاپی و هم به نفع خود والد(انتقال ژن هایش به نسل بعد) است.

۲. کدام گزینه درباره رفتارهای زادآوری درست است؟

- ۱) جانوران بعد از بررسی ویژگی های جفت، رفتار انتخاب جفت را بروز میدهند.
- ۲) جانور نری که نسبت به جفت خود ، هزینه بیشتری برای تولید مثل میپردازد، توسط ماده ها با احتمال بیشتری انتخاب می شود.
- ۳) همواره جانوران ماده نسبت به جانوران نر انرژی بیشتری را قبل از جفت یابی مصرف میکنند.
- ۴) علت رفتارهای مختلف زادآوری کسب موفقیت بیشتر در زادآوری است.

پاسخ: گزینه چهار

داشتن بیشترین تعداد زاده های سالم نشانه موفقیت جانور در زادآوری است و برای رسیدن به این هدف ، جانوران رفتارهای زادآوری مختلفی مثل انتخاب جفت را از خود بروز میدهند.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه یک) رفتار انتخاب جفت خود شامل بررسی جفت و تصمیم گیری برای جفت گیری است.

گزینه دو) در تولید مثل اگر جانور نر هزینه بیشتری را پرداخت کند حق انتخاب جفت بر عهده اوست.

گزینه سه) در نوعی جیرجیرک جانور نر انرژی بیشتری صرف میکند چراکه باید کیسه ای حاوی مواد مغذی و اسپرم هایش را تهیه کند و آن را به جانور ماده بدهد.

۳. کدام مورد برای تکمیل عبارت مقابل مناسب نیست مانند..... باهدف مستقیم افزایش شانس....انجام می شود.

- ۱) مهاجرت پروانه موناک - رکود تابستانی لاک پشت - بقا
- ۲) خواب زمستانی خرس قطبی - قلمروخواهی قو - تولید مثل
- ۳) رقابت جیرجیرک های ماده - تشکیل لکه روی دم طاووس - تولید مثل
- ۴) خروج پوسته تخم از لانه توسط کاکاپی - خوردن خاک رس توسط طوطی - بقا

پاسخ: گزینه دو

خواب زمستانی خرس قطبی به منظور افزایش شانس بقا است.

## گفتار سه

## ارتباط و زندگی گروهی



در این گفتار قراره با ارتباط های بین جانوران و رفتار های خاصی که دارن، بحث کنیم!!  
برخی از جانوران، زندگی گروهی دارن و برای زندگی در گروه، جانوران باید بتونن با هم ارتباط برقرار کنن.

## ارتباط بین جانوران

بعضی از جانوران مانند زنبورها با استفاده از فرمون یا یکدیگر ارتباط برقرار میکنن!!  
جوجه کاکاپی با لمس منقار والد با او ایجاد ارتباط و غذا درخواست می کنه.  
صدای جیرجیرک نر، اطلاعاتی مانند گونه و جنسیت را به اطلاع جیرجیرک ماده میرسونه.

جانوران از راه های گوناگون مانند تولید صدا، علامت های دیداری، بو و لمس کردن با یکدیگر ارتباط برقرار ساخته و اطلاعات مبادله می کنن و در نتیجه ی این ارتباط، رفتار آن ها تغییر می کند.



## ترکیب با فصلای دیگه

✓ فصل چهار یازدهم: فرمون ها موادی هستن که از یک فرد ترشح میشن و در فرد یا افراد دیگری از همان گونه پاسخ های رفتاری ایجاد می کنن؛ مثلاً زنبور از فرمون ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می کنه. مارها از فرمون ها برای جفت یابی و گربه ها از آن برای تعیین قلمرو خود استفاده می کنن.



## ارتباط در زنبور های عسل

زنبور های کارگر شهد و گرده گل ها را جمع آوری میکنن و به کندو میارن.

وقتی زنبور کارگر منبع غذایی جدیدی پیدا میکنن و به کندو برمیگردن؛ پس از مدت کوتاهی، تعداد زیادی زنبور در محل آن منبع غذایی



دیده میشن!!!! چجوری این اتفاق میفته؟؟؟

زنبور یابنده، پس از بازگشت، اطلاعات درباره منبع غذایی رو به زنبور های دیگه میده؛ به این صورت که با انجام حرکت های ویژه ای اطلاعات خود را به زنبور های دیگه منتقل میکنه.

زنبورهای کارگر با مشاهده این حرکات، فاصله تقریبی کندو تا محل منبع غذا و جهت را که باید پرواز کنند، در می یابند.

مثلاً هرچی این حرکات طولانی تر باشه، منبع غذا دورتر است.

علاوه بر این در زمان انجام حرکات، زنبور یابنده صدای وز وز متفاوتی هم داره. زنبورهای کارگر با استفاده از اطلاعات کلی که از زنبور یابنده درباره منبع غذایی دریافت کرده اند، به سمت آن پرواز و به کمک بویایی خود، محل دقیق غذا را پیدا می کنن.

مزیتی که این روش ارتباط داره، اینه که زنبور های کارگر قبل از جست و جو درباره محل منبع غذا اطلاعات پیدا میکنن و با صرف انرژی کمتر و در زمان کوتاه تری محل دقیق آن را پیدا میکنن.

## زندگی گروهی

برخی جانوران مانند مورچه و گرگ به شکل گروهی زندگی می کنند و با هم همکاری دارند؛ جانوران از زندگی گروهی سود می برند؛ مثلاً احتمال شکار شدن جانور در گروه کمتره چون نگهبان های گروه محیط اطراف رو در نظر میگیرن؛

علاوه بر این، ممکنه دسترسی به منابع غذایی افزایش پیدا کنه؛ چراکه شکار گروهی موفقیت بیشتری داره زیرا افراد یک گروه می تونن شکار بزرگتری را به دام بیندازن.

اجتماع مورچه ها از گروه هایی تشکیل شده است که در اندازه، شکل و کارهایی که انجام می دهند، تفاوت دارند.

مثلاً در اجتماع مورچه های برگ بر، کارگر ها اندازه ها متفاوتی دارند؛ تعدادی از آنها برگ ها را برش میدن و به لانه حمل می کنن و گروهی دیگر کار دفاع را انجام میدن.

این مورچه ها، قطعه های برگ را به عنوان کود ( نه به عنوان غذا ) برای پرورش نوعی قارچ که از آن تغذیه می کنن، به کار می برن.



شکل ۱۵- مورچه بزرگتر کارگری است که برگ را به لانه حمل و مورچه های کوچکتر از آن دفاع می کنند.



## دوتا نکته ی کوچولو ببین

- ✓ مورچه ای که بزرگتر است، مورچه ی کارگر است که برگ را به لانه حمل می کنه.
  - ✓ مورچه ی کوچک تر، مورچه ی نگهبان است که عمل دفاع را انجام میدهد.
  - ✓ مزیت های زندگی گروهی
- (۱) شکار شدن جانوران در گروه کمتر است ← نگهبان های گروه محیط اطراف را در نظر می گیرن.
- (۲) دسترسی به منابع غذایی ممکن است ← جانور می تونه درباره محل منبع غذا از جانوران دیگر گروه اطلاعات کسب کنن؛ مثل زنبور های عسل
- (۳) شکار گروهی موفقیت بیشتری داره. ← افراد یک گروه می تونن شکار بزرگ تری را به دام بیندازن.

## رفتار دگرخواهی

در بین جانورانی که زندگی گروهی دارند، افراد نگهبانی هست که با تولید صدا حضور شکارچی را به دیگران هشدار میدن تا به موقع فرار کنن. البته آن ها با این کار توجه شکارچی را به خود جلب کرده، احتمال بقای خود را کاهش میدن.

زنبورهای عسل کارگر، نازا هستن و نگهداری و پرورش زاده های ملکه را انجام میدن. جانوران نگهبان و زنبورهای عسل کارگر رفتار دگرخواهی دارند.

دگرخواهی رفتاری است که در آن یک جانور بقا و موفقیت تولید مثلی جانور دیگری را با هزینه کاسته شدن از احتمال بقا و تولید مثل خود، افزایش میدهد.



افراد نگهبان در گروه جانوران و یا زنبورهای عسل، رفتار دگرخواهی را نسبت به خویشاوندان خود انجام میدن.

آن ها با خویشاوندانشان، ژن های مشترکی دارن. پس با وجود اینکه این جانوران خود زاده ای نخواهند داشت، ولی خویشاوندان آن ها میتونن زادآوری کرده و ژن های مشترک را به نسل بعد منتقل کنن.

به همین علت است که پراساس انتخاب طبیعی، رفتار دگرخواهی برگزیده شده است.



شکل ۱۷. خفاش خون آشام از خون پستانداران تغذیه می کند.

در نمونه ای دیگر از دگرخواهی جانوران با یکدیگر گروه همکاری تشکیل میدن. برای مثال خفاش های خون آشام به طور گروهی درون غارها یا سوراخ درختان زندگی میکنند. غذای آن ها خون پستانداران بزرگ مثل دام هاست.

این خفاش ها خونی را که خورده اند با یکدیگر به اشتراک می گذارن. خفاشی که غذا خورده است کمی از خون خورده شده را برمی گردونه تا خفاش گرسنه آن را بخوره. در غیر این صورت خفاش گرسنه خواهد مرد.

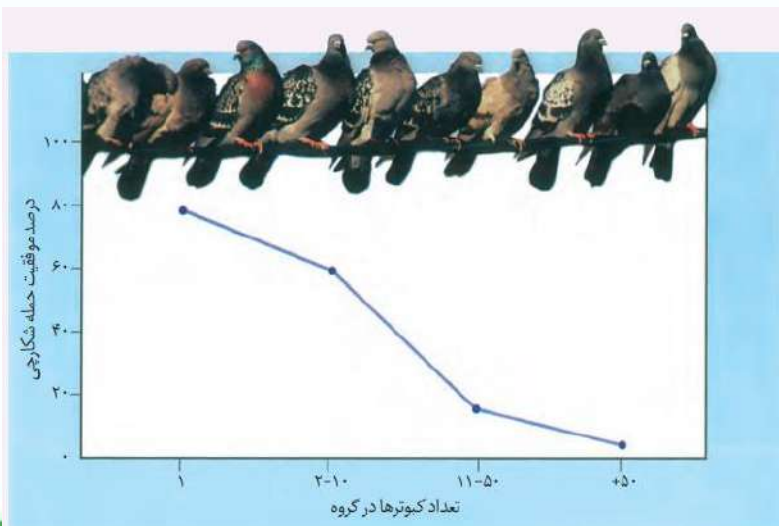
خفاشی که غذا دریافت کرده، کار خفاش دگرخواه را در آینده جبران می کنه. اگر جبران انجام نشه، این خفاش از



اشتراک غذا کنار گذاشته می شه.

خفاش هایی که دگرخواهی انجام میدن، لزوماً خویشاوند نیستن. در واقع، رفتار دگرخواهی که در اثر انتخاب طبیعی برگزیده شده، به بقای آنها منجر میشه.

گاهی دگرخواهی، رفتاری به نفع خود فرد است. در میان پرندگان، افراد یاری گری هستن که در پرورش زاده ها به والدین آنها یاری می رسونن.



مشخص شده است وجود این یاری گرها احتمال بقای زاده ها را افزایش میدهد. یاری گرها اغلب پرنده های جوانی اند که با کمک به والدین صاحب لانه، تجربه کسب می کنن و هنگام زادآوری می تونن از این تجربه ها برای پرورش زاده های خود استفاده کنن یا با مرگ احتمالی جفت های زادآور، قلمرو آن ها را تصاحب و خود زادآوری کنن.

## نمودار مزیت زندگی گروهی در کبوترها

هر پرنده تنها دو چشم برای یافتن غذا و آگاهی از بروز خطر داره، اما با پیوستن به یک دسته از پرنده ها هر پرنده ای می تونه او را به سمت غذایی راهنمایی یا از وجود خطری آگاه کنه.

نمودار نشان میده با افزایش تعداد پرنده ها در گروه، موفقیت شکاری برای شکار آن ها کاهش پیدا می کنه.



چنتا نکته هم اینجا ببین!!

- ✓ وظیفه ی جانوران نگهدارنده، جلب توجه شکاری به خودش هست که در نتیجه ی این رفتار، احتمال بقای جانور نگهدارنده کاهش و احتمال بقای گونه افزایش می یابد.
- ✓ با اینکه افرادی که تحت تاثیر دگرخواهی از بین میرن، ژن های خود را مستقیماً به نسل بعد منتقل نمی کنن، اما باعث کمک به انتقال ژن های مشترک نسل خود به نسل بعدی میشن.
- ✓ خفاش هایی که دگر خواهی انجام میشن، ممکنه خویشاوند باشن یا نباشن.



ترکیب

- ✓ فصل هشت یازدهم: بعضی گرده افشان ها، مانند خفاش در شب تغذیه می کنن.



قیدنامه و هرنامه

- برخی از جانوران زندگی گروهی دارن.
- بعضی جانوران مانند زنبورها با استفاده از فرمون با یکدیگر ارتباط برقرار می کنن.
- زنبورهای کارگر با استفاده از اطلاعات کلی که از زنبور یابنده درباره منبع غذایی دریافت کرده اند، به سمت آن پرواز و به کمک بویایی خود، محل دقیق غذا را پیدا می کنن.
- برخی جانوران مانند مورچه و گرگ به شکل گروهی زندگی می کنن و با هم همکاری دارن.
- در زندگی گروهی دسترسی به منابع غذایی ممکن است افزایش یابد.
- یاری گرها اغلب پرنده های جوانی اند که با کمک به والدین صاحب لانه، تجربه کسب می کنن و هنگام زادآوری می تونن از این تجربه ها برای پرورش زاده های خود استفاده کنن یا با مرگ احتمالی جفت های زادآور، قلمرو آن ها را تصاحب و خود زادآوری کنن.



سوال نامه

۱. کدام گزینه عبارت مقابل را به شکل صحیحی تکمیل نمی کند؟ « تمامی زنبورهای عسل ماده ای که فاقد توانایی بکرزایی هستند، می توانند ..... »
- ۱) توسط گره های عصبی موجود در طناب عصبی شکمی، فعالیت ماهیچه های خود را کنترل کنند.
- ۲) با انجام نوعی رفتار دگرخواهی، بقای ژن های خود را تضمین کنند.
- ۳) بدون هموگلوبین، به انتقال گاز های تنفسی در بدن خود می پردازند.
- ۴) با تولید تخمک، امکان انتقال ژن های خود به نسل بعدی را فراهم می سازند.

پاسخ: گزینه چهار

# خیابان

زنبور های عسل ماده ای که توانایی بکرزایی ندارند ( زنبورهای کارگر ) خودشان تولید مثل نمی کنند و انرژی خود را صرف تغذیه و نگهداری زاده های ملکه می کنند، پس این زنبور ها، فاقد توانایی تولید تخمک و تولید مثل جنسی می باشند.

۲. کدام عبارت، در ارتباط با رفتار دگرخواهی نادرست است؟

- ۱) فقط به نفع سایر افراد گروه است.
- ۲) ممکن است مربوط به افرادی باشد که نازا هستند.
- ۳) می تواند در بین افرادی رخ دهد که خویشاوند هستند.
- ۴) به طور حتم بر اساس انتخاب طبیعی برگزیده شده است.

**پاسخ: گزینه یک**

گاهی دگرخواهی به نفع خود فرد است. در میان پرندگان، افراد یاریگری وجود دارند که در پرورش زاده ها به والدین آن ها کمک می کنند. مشخص شده است که وجود این یاریگر ها احتمال بقای زاده ها را افزایش می دهد. یاریگر ها اغلب پرندگان جوانی هستند که به کمک والدین صاحب لانه تجربه کسب می کنند و هنگام زاد آوری می توانند از این تجربه ها برای پرورش زاده های خود استفاده کنند و یا با مرگ احتمالی جفت های زادآور قلمرو آن ها را تصاحب کنند و خود به زادآوری بپردازند.

