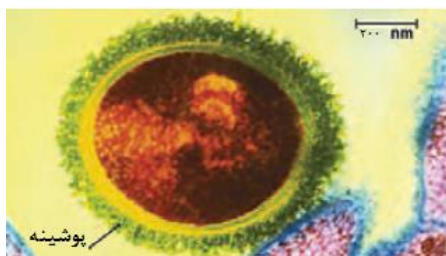


گفتار ۱: نوکلئیک اسیدها

- ۱- هر سلول دارای ویژگی هایی مانند شکل، اندازه و است که هسته در ایجاد و کنترل آن نقش دارد.
- ۲- دستورالعمل های هسته برای کنترل این ویژگی ها از سلولی به سلول دیگر و از نسلی به نسل دیگر منتقل می شود.
- ۳- اطلاعات و دستورالعمل فعالیت های سلول درون هسته، توسط کروموزوم ها حفظ و منتقل می شود.
- ۴- کروموزوم : DNA + انواعی از پروتئین ها است. (DNA به عنوان ماده ذخیره کننده اطلاعات وراثتی عمل می کند).

۵- آزمایشات گریفیت (باکتری شناس انگلیسی)

- اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی از فعالیت ها و آزمایش های باکتری شناسی انگلیسی به نام گریفیت (۱۹۲۸)، به دست آمد.
- در زمان گریفیت فکر می کردند عامل بیماری آنفلوآنزا باکتری استرپتوکوکوس نومونیا است.



- هدف آزمایشات گریفیت : تهیه واکسن برای بیماری آنفلوآنزا

گریفیت با دو نوع از این باکتری آزمایشاتی را روی موش انجام داد :

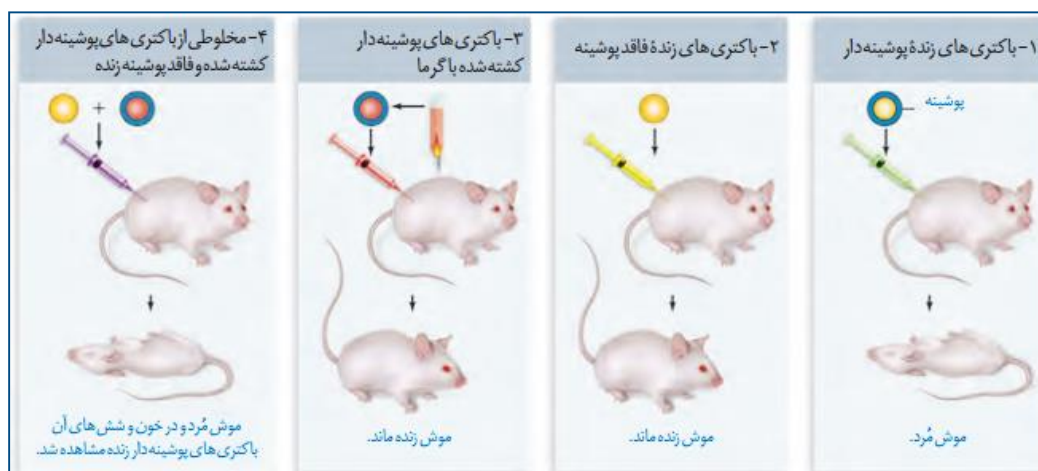
- ۱- کپسول دار ← بیماریزا (در موش ایجاد سینه پهلوی می کند و موش را می کشد).
- ۲- بدون کپسول ← غیر بیماریزا

- مراحل و نتایج آزمایشات هر مرحله:

- آزمایش ۱) تزریق باکتری های کپسول دار به موش ← مرگ موش
- آزمایش ۲) تزریق باکتری بدون کپسول به موش ← زنده ماندن موش
- آزمایش ۳) تزریق باکتری های کپسول دار کشته شده با گرما به موش ← زنده ماندن موش (نتیجه: کپسول عامل مرگ موش نیست)
- آزمایش ۴) تزریق ترکیبی از باکتری های زنده بدون کپسول و باکتری های کشته شده با گرما به موش ← مرگ موش

- نتیجه کلی از آزمایشات فوق:

در بررسی خون و شش موش های مرده مرحله چهارم ← باکتری های کپسول دار زنده مشاهده شد ← یعنی تعدادی از باکتری های بدون کپسول تغییر شکل داده و به باکتری های کپسول دار تبدیل می شوند.



۶- علت کپسول دار شدن باکتری های بدون کپسول: باکتری از محیط خارج مواد ژنتیکی را دریافت کرده و در خصوصیات ظاهری خود تغییراتی پدید می آورد.

۷- در آزمایش گریفیت فقط مشخص شد که ماده وراثتی می تواند بین سلول ها منتقل شود. (ماهیت ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد).

۸- عامل مؤثر در انتقال صفت کپسول دار شدن باکتری های بدون کپسول، حدود ۱۶ سال بعد از گریفیت، توسط ایوری و همکارانش شناخته شد.

۹- آزمایشات ایوری

آزمایش ۱:

عصاره باکتری های کپسول دار کشته شده را استخراج کردند. ← همه پروتئین های موجود در این عصاره را تخریب کردند. ← باقیمانده محلول را به محیط کشت اضافه کردند. ← انتقال صفت صورت می گیرد. (باکتری های بدون کپسول، کپسول دار می شوند).

نتیجه: پروتئین ها ماده ژنتیک (انتقال دهنده صفت) نیستند.

آزمایش ۲:

عصاره باکتری های کپسول دار کشته شده را با سرعت بالا سانتریفیوژ کردند ← مواد آن به صورت لایه لایه در آمدند ← مواد را به صورت لایه لایه جدا کردند. ← هر یک از لایه ها را به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری بدون کپسول اضافه کردند.

نتیجه: انتقال صفت فقط با لایه ای که در آن DNA وجود دارد، انجام می گیرد.

* ایوری دریافت عامل اصلی مؤثر در این انتقال، DNA است و به عبارت ساده تر DNA (دنا) همان ماده وراثتی است.

* عده ای از دانشمندان نتایج آزمایشات ایوری و همکارانش را نپذیرفتند چون معتقد بودند که DNA ماده وراثتی نیست بلکه پروتئین ها ماده وراثتی هستند.

آزمایش ۳:

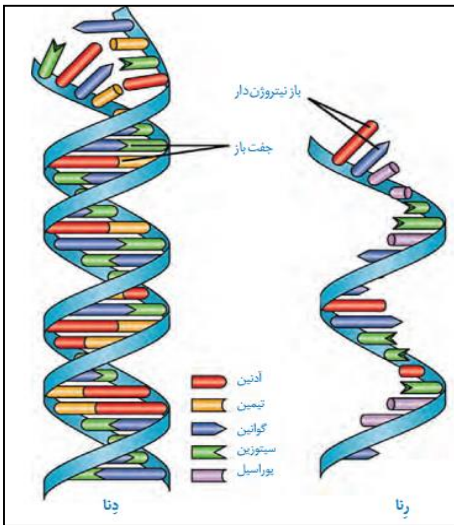
استخراج عصاره سلولی باکتری های کپسول دار کشته شده ← تقسیم عصاره سلولی به چهار قسمت ← افزودن آنزیم تخریب کننده یکی از ۴ نوع ماده آلی به هر قسمت ← اضافه کردن هر قسمت به محیط کشت باکتری های زنده بدون کپسول ← ماندن برای مدتی در محیط کشت (تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند) ← در همه ظروف انتقال صفت صورت گرفت به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب کننده DNA است.

۱۰- در آزمایش سوم ایوری اگر:

- قسمت اول عصاره سلولی + آنزیم تخریب کننده کربوهیدرات ها + باکتری های زنده بدون کپسول، به موش تزریق شود ← موش می میرد.
- قسمت دوم عصاره سلولی + آنزیم تخریب کننده لیپیدها + باکتری های زنده بدون کپسول، به موش تزریق شود ← موش می میرد.
- قسمت سوم عصاره سلولی + آنزیم تخریب کننده پروتئین ها + باکتری های زنده بدون کپسول، به موش تزریق شود ← موش می میرد.
- قسمت چهارم عصاره سلولی + آنزیم تخریب کننده نوکلئیک اسیدها + باکتری های زنده بدون کپسول، به موش تزریق شود ← موش زنده می ماند.
- در سه مرحله اول که DNA تخریب نشده است، موش ها مرده اند و در خون آن ها باکتری های کپسول دار مشاهده شده است. اما در مرحله چهارم آنزیم تخریب کننده DNA مانع کپسول دار شدن باکتری های بدون کپسول شده است. در نتیجه موش ها نمرده اند.

۱۱- نتیجه کلی آزمایش ایوری: عامل انتقال صفت، DNA موجود در باکتری های کپسول دار می باشد.

DNA = دئوکسی ریبونوکلیک اسید: (پلی مر دو رشته ای)



در پروکاریوت ها
سیتوپلاسم

در یوکاریوت ها
هسته
میتوکندری
کلروپلاست

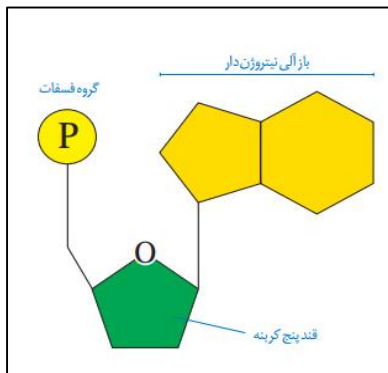
RNA = ریبونوکلیک اسید: (پلی مر تک رشته ای)

در پروکاریوت ها
سیتوپلاسم
ریبوزوم

در یوکاریوت ها
سیتوپلاسم
هسته
میتوکندری
کلروپلاست
ریبوزوم

۱۲- انواع نوکلئیک اسیدها

۱۳- اجزاء نوکلئوتید

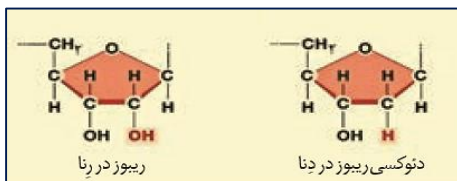


ریبوز ← در RNA
دئوکسی ریبوز ← در DNA

پورینی (دو حلقه ای) ← آدنین ، گوانین
پیریمیدینی (تک حلقه ای) ← سیتوزین، تیمین، یوراسیل

۱- یک قند پنج کربنه (پنتوز)
۲- یک باز آلی نیتروژن دار
۳- یک تا سه گروه فسفات ← با پیوند کووالانسی به قند متصل می شوند.

۱۴- برای ایجاد یک نوکلئوتید ← باز آلی نیتروژن دار و گروه یا گروه های فسفات با پیوند کووالانسی به دو سمت قند متصل می شوند.



۱۵- تفاوت قند دئوکسی ریبوز با قند ریبوز: دئوکسی ریبوز یک اکسیژن از ریبوز کمتر دارد.

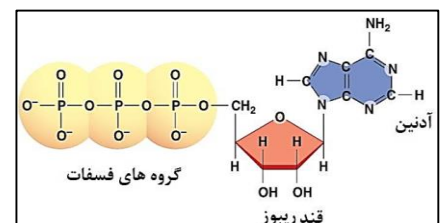
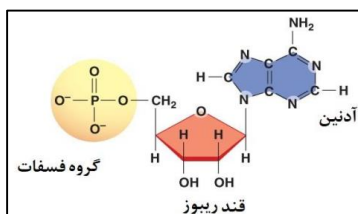
۱۶- باز تیمین (T) فقط در DNA و باز یوراسیل (U) فقط در RNA وجود دارد.

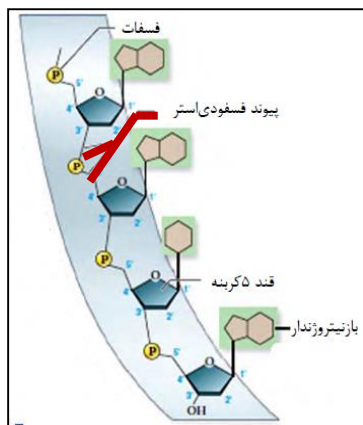
• بازهای DNA عبارتند از: A - T - C - G

• بازهای RNA عبارتند از: A - U - C - G

۱۷- نوکلئوتیدها در ابتدا به صورت آزاد سه گروه فسفات دارند، اما هنگام برقراری پیوند با یکدیگر دو گروه از سه گروه فسفات خود را از دست می دهند و فقط با یک گروه فسفات در رشته پلی نوکلئوتیدی جای می گیرند.

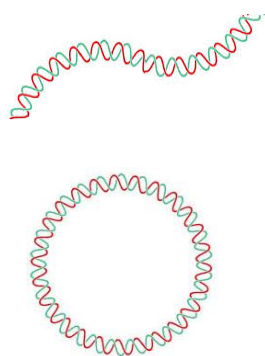
نوکلئوتید آزاد: قند پنج کربنه، باز آلی، سه گروه فسفات نوکلئوتید موجود در نوکلئیک اسیدها: قند پنج کربنه، باز آلی، یک گروه فسفات





۱۸- نوکلئوتیدهای متوالی با نوعی پیوند اشتراکی به نام فسفودی استر به هم متصل می شوند و یک رشته پلی نوکلئوتیدی را می سازند.

۱۹- نحوه تشکیل پیوند فسفودی استر: فسفات یک نوکلئوتید به هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر، متصل می شود.



۱- DNA خطی: دو انتهای آن کاملاً باز است و به یکدیگر چسبیده نیست.

مثال: مولکول DNA در هسته سلول های یوکاریوتی

۲۰- انواع دنا (DNA)

۲- DNA حلقوی: دو انتهای رشته های پلی نوکلئوتید می توانند با پیوند فسفودی استر به هم متصل شوند و نوکلئیک اسید حلقوی را ایجاد کنند.
مثال: DNA باکتری ها - میتوکندری - کلروپلاست - پلازمید (دیسک)

۲۱- قطبیت نوکلئیک اسیدهای خطی: رشته های RNA و DNA خطی همیشه دو سر متفاوت دارند. یعنی در یک انتها گروه فسفات و در انتهای دیگر گروه هیدروکسیل آزاد وجود دارد.

۲۲- در ابتدا تصور می شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در DNA به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده اند. ← بر این اساس دانشمندان انتظار داشتند که مقدار ۴ نوع باز در تمامی مولکول های DNA از هر جاندار که به دست آمده باشد با یکدیگر برابر باشد.

۲۳- نتیجه مشاهدات چارگاف روی دناهای جانداران:

در هر مولکول DNA مقدار آدنین با تیمین و سیتوزین با گوانین برابر است. $A = T$ و $C = G$



روزالین فرانکلین



موریس ویلکینز

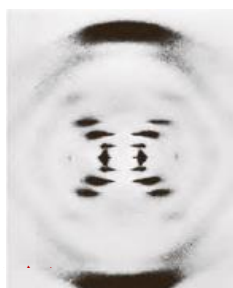
۲۴- ویلکینز و فرانکلین: با روش پراش اشعه X، تصویری از مولکول DNA تهیه کردند.

۲۵- مهمترین نتایجی که با بررسی تصاویر به دست آمده از پراش پرتو X مشخص شد:

۱- مولکول DNA به صورت مارپیچی است.

۲- مولکول DNA بیش از یک رشته دارد.

۳- ابعاد مولکول را نیز تشخیص دادند.



تصویری که با روش پراش اشعه X از مولکول DNA گرفته شده است.

۲۶- واتسون و کریک با استفاده از موارد زیر مدل مارپیچ دو رشته ای (مدل مولکولی نردبان مارپیچ) را برای DNA پیشنهاد دادند.

۱- یافته های چارگاف

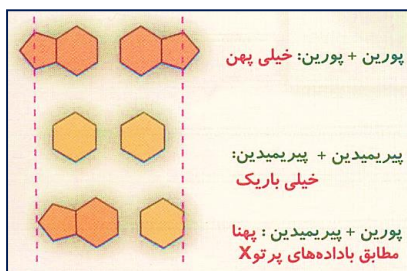
۲- یافته های حاصل از پرتو X

۳- شناختی که از پیوندهای شیمیایی داشتند.



۲۷- نکات کلیدی مدل واتسون و کریک

- DNA از دو رشته پلی نوکلئوتیدی تشکیل شده است.
- دو رشته مولکول DNA مانند نردبانی است که حول یک محور فرضی به دور یکدیگر پیچ خورده اند. (مشابه نردبان پیچ خورده)
- ستون های این نردبان را گروه های قند - فسفات تشکیل می دهند که به صورت یکی در میان قرار گرفته و با پیوند کووالانسی به یکدیگر متصل هستند.
- پله های این نردبان بازهای مکمل هستند (A و T) و (C و G) که با پیوندهای هیدروژنی به یکدیگر متصل هستند.
- پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته DNA را در مقابل هم نگه می دارد.
- بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می شود.
- بازهای آلی به قند متصل هستند.



۲۸- ثابت بودن قطر DNA:

هر باز پورین با یک باز پیریمیدین جفت می شود ← قرارگیری جفت بازها به این صورت باعث ثابت قطر دو رشته می شود.

* ثابت بودن قطر DNA باعث پایداری مولکول دنا می شود.

۲۹- مکمل بودن بازهای آلی مشخص می کند که هر رشته مکمل رشته مقابل است.

۳۰- هیچ محدودیتی برای تعداد و ترتیب بازها در یک رشته وجود ندارد. اما با مشخص شدن توالی بازهای یک رشته، ترتیب بازهای رشته مقابل بر اساس رابطه مکملی تعیین می شود.

۳۱- پیوندهای هیدروژنی در دنا: پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن ها، به مولکول DNA حالت پایداری می دهد.

۳۲- دو رشته دنا در موقع نیاز می توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد.

۳۳- جدول مقایسه ای (هدف آزمایش و نتیجه نهایی آزمایش های دانشمندانی که برای کشف ساختار مولکولی دنا تلاش کردند).

نام دانشمند	هدف آزمایش	نتیجه نهایی
گریفیت	تلاش برای کشف واکنسی علیه آنفولانزا	کشف پدیده تغییر شکل باکتری های بدون کپسول و کپسول دار شدن آنها
ایوری	تلاش برای کشف ماهیت ماده وراثتی	عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دنا است
چارگاف	تلاش برای تعیین میزان بازی های آلی دنا	$C=G$ و $A=T$
ویلکینز و فرانکلین	تلاش برای تعیین ساختار دنا	۱- دنا مارپیچی است. ۲- بیش از یک رشته دارد. ۳- تشخیص ابعاد مولکول دنا
واتسون و کریک	تلاش برای کشف ساختار مولکولی دنا	ارائه طرح مدل مولکولی نردبان مارپیچ

۳۴- RAN (رنا) : RNA نوعی نوکلئیک اسید تک رشته ای است و از روی بخشی از یکی از رشته های DNA ساخته می شود.

۱- RNA = mRNA پیک = رنای پیک: اطلاعات را از DNA به ریبوزوم ها (رنا تن ها) می رساند.
(ریبوزوم با استفاده از اطلاعات mRNA پروتئین سازی می کند).

۲- RNA = tRNA ناقل = رنای ناقل: آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین سازی به سمت ریبوزوم ها می برند.

۳- RNA = rRNA ریبوزومی = رنای رناتنی: در ساختار ریبوزوم ها شرکت دارد.

* RNA ها علاوه بر نقش های بالا، نقش آنزیمی و دخالت در تنظیم بیان ژن نیز دارند.

۳۵- انواع رنا (RNA) و نقش آن ها

۳۶- اطلاعات وراثتی: ۱- در DNA قرار دارند و از نسلی به نسل دیگر منتقل می شوند. ۲- در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شده اند.
(اطلاعات وراثتی در HIV در رنا قرار دارند).

۳۷- ژن: بخشی از مولکول DNA است که بیان آن می تواند به تولید RNA یا پلی پپتید بینجامد.

۱- ساخت اسیدهای نوکلئیک (واحدهای سازنده RNA و DNA) ← به منظور انتقال صفات ارثی

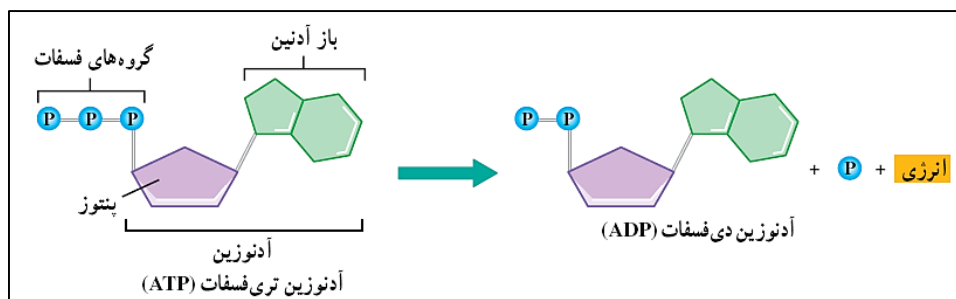
۲- ساخت ATP (آدنوزین تری فسفات) ← انرژی شیمیایی رایج و قابل مصرف در سلول

۳- ساخت مولکول های حامل الکترون ← برای پیشبرد فرایندهای سلولی مانند تنفس سلولی و فتوسنتز

۳۸- نقش های نوکلئوتیدها

۳۹- دخالت نوکلئوتیدها در واکنش های سوخت و سازی:

به عنوان مثال نوکلئوتید آدنین دار ATP (آدنوزین تری فسفات) = باز آدنین + قند پنج کربنی ریبوز + سه گروه فسفات
* بین گروه های فسفات، پیوندهای پر انرژی وجود دارد.



ویژگی	DNA	RNA
نام علمی	دئوکسی ریبونوکلئیک اسید	ریبونوکلئیک اسید
نام قند	دئوکسی ریبوز	ریبوز
واحد سازنده (مونومر)	دئوکسی ریبونوکلئوتید	ریبو نوکلئوتید
بازهای آلی سازنده	A - T - C - G	A - U - C - G
باز اختصاصی	T	U
تعداد رشته	دو رشته	یک رشته
محل قرار داشتن مولکول در یوکاریوت ها	هسته، کلروپلاست، میتوکندری	سیتوپلاسم، هسته، کلروپلاست، میتوکندری در ساختار ریبوزوم
نحوه ساخت	همانندسازی	رونویسی
محل ساخت در یوکاریوت ها	هسته	هسته
محل ساخت در پروکاریوت ها	سیتوپلاسم	سیتوپلاسم

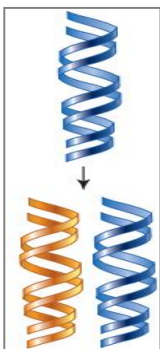
گفتار ۲ : همانندسازی DNA

- ۴۰- همانندسازی: به ساخته شدن مولکول DNA جدید از روی DNA قدیمی همانندسازی می گویند.
- ۴۱- با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطه مکملی بین بازها تا حد زیادی همانندسازی دنا قابل توضیح است.

۴۲- طرح های پیشنهادی برای همانندسازی

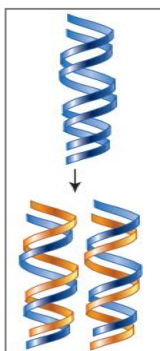
۱) همانندسازی حفاظتی

در این طرح هر دو رشته DNA قبلی به صورت دست نخورده باقی مانده و وارد یکی از سلول های حاصل از تقسیم می شوند و دو رشته DNA جدید هم وارد سلول دیگر می شوند. چون DNA اولیه در یکی از سلول ها حفظ شده است به آن همانندسازی حفاظتی می گویند.



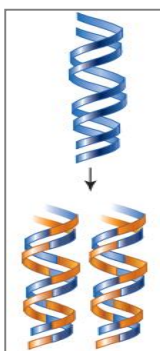
۲) همانندسازی نیمه حفاظتی

در هر سلول یکی از دو رشته DNA آن مربوط به DNA اولیه است و رشته دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است. چون در هر سلول حاصل فقط یکی از دو رشته DNA قبلی وجود دارد به آن همانندسازی نیمه حفاظتی می گویند.



۳) همانندسازی غیر حفاظتی (پراکنده)

در الگوی پراکنده ابتدا مولکول DNA به قطعاتی تقسیم می شود و هریک از قطعات رشته مکمل خود را می سازد. در این طرح هر کدام از DNA های حاصل، قطعاتی از رشته های قبلی و رشته های جدید را به صورت پراکنده در خود دارند.

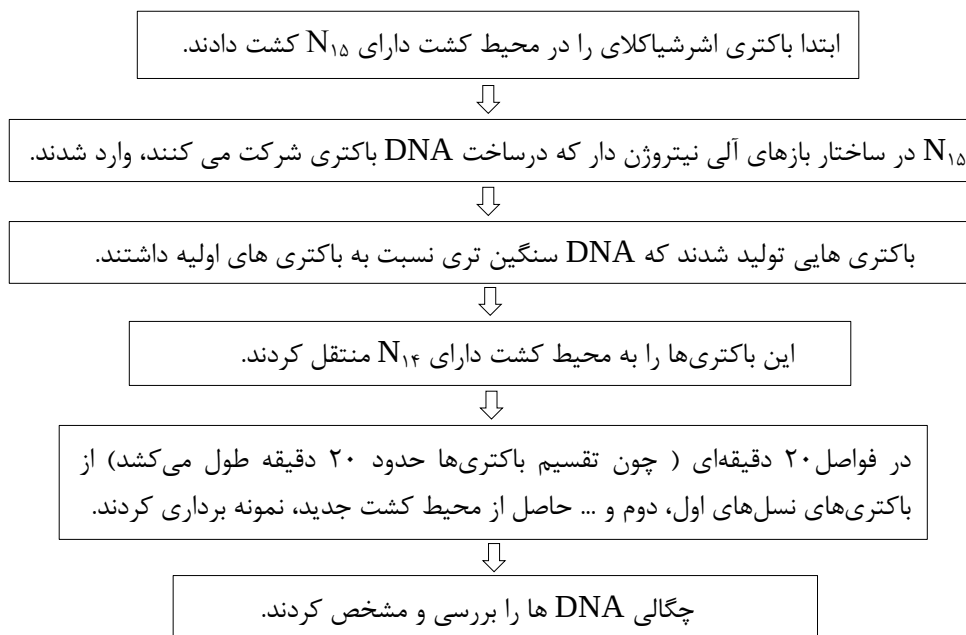


۴۳- طرح مورد تأیید برای همانندسازی: طی آزمایشات معتبر انجام شده توسط دو دانشمند به نام مزلسون و استال، شواهدی قطعی حاصل شد که DNA دو رشته ای توسط مکانیسم نیمه حفاظتی همانندسازی می کند.

۴۴- نکات قابل توجه در آزمایش مزلسون و استال:

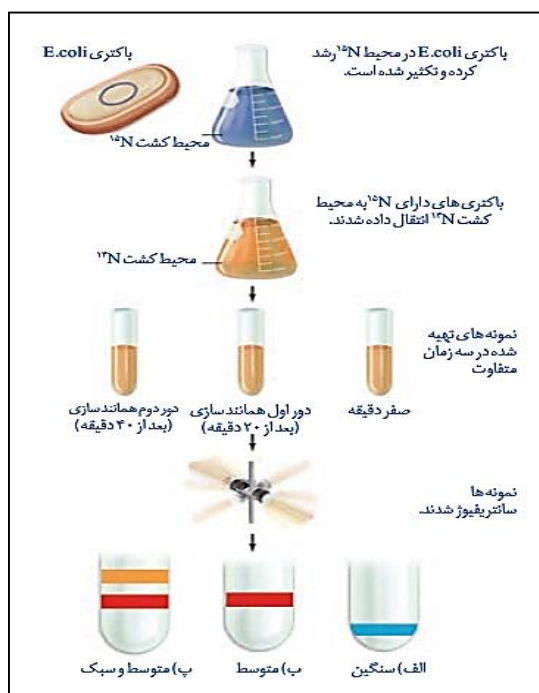
- در حالت طبیعی بازهای موجود در مولکول DNA دارای نیتروژن سبک (N_{14}) می باشد.
- ساخت DNA های نشاندار که دارای نوکلئوتیدهایی با ایزوتوپ سنگین نیتروژن (N_{15}) بودند اساس کار آن ها بود.
- DNA هایی که با N_{15} ساخته می شوند نسبت به DNA معمولی که در نوکلئوتیدهای خود N_{14} دارد، چگالی بیشتری دارند ← بنابراین با سانتریفوژ سرعت بالا (گریزانه با سرعت بالا) می توان آنها را از هم جدا کرد.
- در آزمایش مزلسون و استال، نیتروژن سنگین در ساختار بازهای آلی نیتروژن دار نوکلئوتیدها شرکت می کنند.
- مزلسون و استال از باکتری ها برای انجام آزمایشات خود استفاده کردند. (باکتری E.coli)

۴۵- مراحل آزمایش مزلسون و استال:



۴۶- روش تعیین چگالی DNA توسط مزلسون و استال:

در هر فاصله زمانی DNA باکتری ها را استخراج کردند ← در شیبی از محلول سزیم کلرید (یک محلول غلیظ برای ایجاد شیب غلظت) ← در سرعتی بسیار بالا سانتریفیوژ کردند ← در نتیجه مواد بر اساس چگالی در بخش های متفاوتی از لوله قرار گرفتند.



۴۷- مشاهدات مزلسون و استال:

در دقیقه صفر:

- تشکیل یک نوار در انتهای لوله
- هر دو رشته DNA دارای N_{15} ← چگالی سنگین

بعد از ۲۰ دقیقه:

- تشکیل یک نوار در وسط لوله
- یک رشته DNA دارای N_{15} و یک رشته DNA دارای N_{14} ← چگالی متوسط

بعد از ۴۰ دقیقه:

- تشکیل دو نوار یکی وسط لوله و دیگری بالای لوله
- نیمی از DNA ها چگالی سبک و نیمی از DNA ها چگالی متوسط

۴۸- نتیجه نهایی آزمایش مزلسون و استال: همانندسازی در مولکول DNA به طریق نیمه حفاظتی صورت می گیرد. یعنی در هر یک از DNA های دختری یک رشته قدیمی (مادری) و یک رشته جدید وجود دارد.

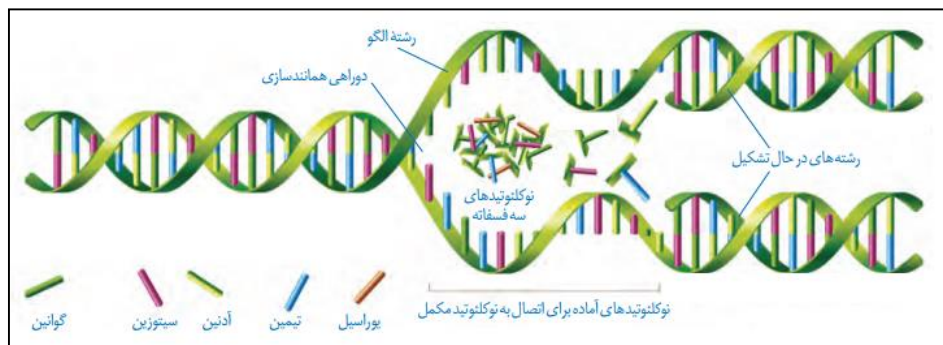
۴۹- عوامل مؤثر در همانندسازی DNA

- ۱) مولکول DNA به عنوان الگو
- ۲) واحدهای سازنده DNA که بتوانند در کنار هم نسخه مکمل الگو را بسازند. ← این واحدها نوکلئوتیدهای سه فسفات هستند.
- ۳) آنزیم های لازم برای همانندسازی

۵۰- جایگاه آغاز همانندسازی: محلی خاص در DNA که دو رشته مولکول از آن جا شروع به باز شدن می کنند.

۵۱- دو راهی همانندسازی:

- در محلی که دو رشته DNA از یکدیگر جدا شده اند، ساختار Yمانندی به وجود می آید که دو راهی همانندسازی نام دارد.
- در این محل علاوه بر اینکه پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته می شکنند، پیوندهای فسفودی استر جدیدی نیز در حال تشکیل هستند.



۱- آنزیم هایی جهت: باز شدن پیچ و تاب فامینه (کروماتین) و جدا شدن پروتئین های هیستون از اطراف آن

۲- آنزیم هلیکاز: مارپیچ DNA و دو رشته DNA را از هم باز می کند. (شکستن پیوند هیدروژنی)
* فقط در محلی که قرار است همانند سازی انجام شود دو رشته از هم بازمی شوند. بقیه قسمت ها بسته هستند و به تدریج باز می شوند.

۳- آنزیم DNA پلی مراز (دنا بسپاراز)

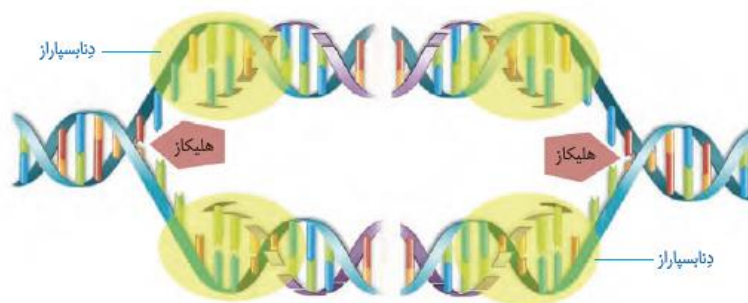
- فعالیت بسپارازی = پلیمرازی : نوکلئوتیدها را براساس رابطه مکملی مقابل هم قرار می دهد. (تشکیل پیوند فسفودی استر)

- فعالیت نوکلئازی = توانایی بریدن DNA : در هنگام ویرایش DNA (شکستن پیوند فسفودی استر)

۵۲- آنزیم های مؤثر در همانندسازی

۵۳- مراحل کلی همانند سازی DNA:

- جدا شدن دو رشته DNA از همدیگر (شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی و تشکیل دو راهی همانند سازی)
 - قرار گرفتن بازهای مکمل رو به روی هم و ساخته شدن رشته جدید در مقابل هر رشته قدیمی (تشکیل پیوند هیدروژنی)
 - اتصال نوکلئوتیدها به یکدیگر (تشکیل پیوند فسفودی استر)
- توجه: قبل از شروع همانندسازی، پیچ و تاب فامینه باز شده و پروتئین های همراه آن (هیستون در یوکاریوت ها) جدا می شوند.

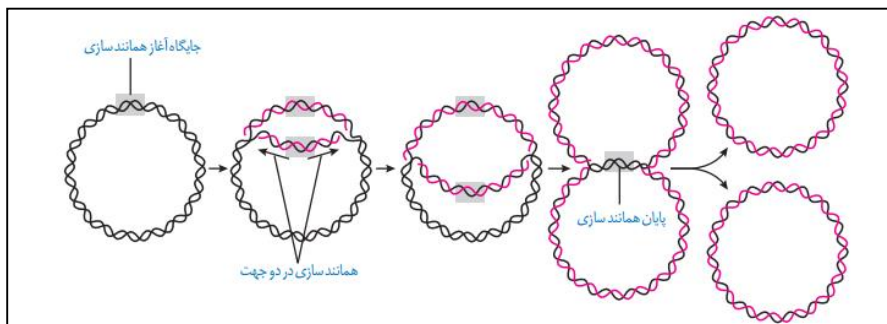


۵۴- ویرایش:

- فعالیت نوکلئازی آنزیم DNA پلی مراز که باعث تصحیح اشتباهات در همانندسازی می شوند را ویرایش می گویند.
- * برای جلوگیری از اشتباه در همانندسازی آنزیم DNA پلی مراز پس از برقراری پیوند فسفودی استر، یک بار برگشت می کند و نوکلئوتید را بازبینی می کند که رابطه آن صحیح است یا غلط ← در صورتی که نوکلئوتید اشتباهی به DNA های دختر اضافه شود، یعنی مکمل نباشد، نوکلئوتید غلط را جدا کرده و نوکلئوتید درست را جایگزین می کند.

۵۵- همانندسازی دو جهتی :

همانندسازی در دو طرف محل باز شدن دو رشته DNA (در دو جهت) پیشرفت می کند. ← یوکاریوت ها و پروکاریوت ها
همانندسازی یک جهتی :
از یک انتها شروع می شود و در انتهای دیگر پایان می یابد. (همانندسازی در یک جهت پیشرفت می کند) ← پروکاریوت ها



همانندسازی دو جهتی در پروکاریوت ها با یک نقطه آغاز

۵۶- پروکاریوت ها:

ویژگی های پروکاریوت ها :

- مولکول های وراثتی آنها در غشا محصور نشده است. (غشای هسته ندارند)
- کروموزوم اصلی آنها به صورت یک مولکول DNA حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد.
- DNA اصلی پروکاریوت ها به غشای سلول متصل است.
- برخی پروکاریوت ها علاوه بر DNA اصلی، مولکول هایی از DNA دیگری به نام پلازمید (دیسک) هم دارند. اطلاعات این پلازمیدها می تواند ویژگی های اضافه تری را به میزبان بدهند. (مثلا ژن مقاومت نسبت به آنتی بیوتیک در پلازمید وجود دارد).

همانندسازی پروکاریوت ها:

※ اغلب پروکاریوت ها فقط یک نقطه آغاز همانندسازی در DNA خود دارند.

- ۱) همانند سازی پروکاریوت ها اگر یک جهتی باشد: ساخت DNA از محل آغاز همانند سازی تنها به یک سو پیش می رود و در مکان نوکلئوتید ماقبل نوکلئوتید آغاز، همانندسازی تمام می شود.
- ۲) همانند سازی پروکاریوت ها اگر دو جهتی باشد: ساخت DNA از محل آغاز همانند سازی در دو جهت پیش می رود. از یک نقطه شروع و در دو جهت ادامه می یابد ← در نقطه مقابل به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان می یابد.

۵۷- یوکاریوت ها: آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران

ویژگی های یوکاریوت ها :

- هرکروموزوم به صورت خطی است و پروتئین هایی به نام هیستون در کنار آن قرار دارند. (کروموزوم یوکاریوتی = DNA + هیستون)
- DNA یوکاریوتی = DNA هسته ای + DNA سیتوپلاسمی (DNA میتوکندری و DNA کلروپلاست)

۳) همانندسازی یوکاریوت ها:

همانندسازی یوکاریوت ها:

در یوکاریوت ها همیشه همانندسازی به روش دو جهتی روی می دهد.
در DNA خطی و طویل سلول های یوکاریوتی چندین دوراهی همانند سازی ایجاد شده و همانندسازی از چندین نقطه شروع می شود، تا همانندسازی سریعتر صورت گیرد.

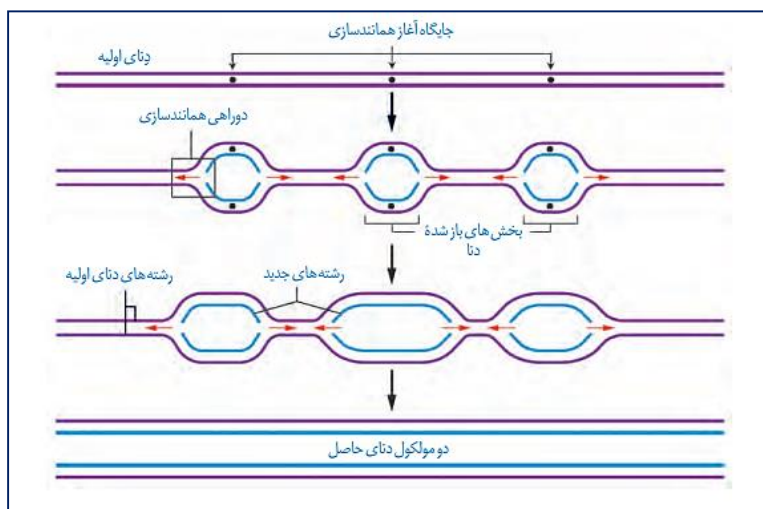
۵۸- همانند سازی در یوکاریوت ها بسیار پیچیده تر از پروکاریوت ها است. علت این مسئله ۱- وجود مقدار زیاد دنا و ۲- قرار داشتن در چندین کروموزوم است که هر کدام از آنها چندین برابر دناى باکتری هستند.

۵۹- آغاز همانند سازی در یوکاریوت ها و پروکاریوت ها:

اغلب پروکاریوت ها فقط یک نقطه آغاز همانند سازی دارند اما یوکاریوت ها اگر فقط یک نقطه شروع در هر کروموزوم داشته باشند، مدت زمان لازم برای انجام همانند سازی خیلی زیاد می شود ← شروع همانند سازی در چندین نقطه در هر کروموزوم انجام می گیرد.

۶۰- تعداد نقطه های آغاز مورد استفاده در یوکاریوت ها می تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود.

- مثال ۱: در دوران جنینی، در مراحل مورولا و بلاستوسیست سرعت تقسیم زیاد و جایگاه های آغاز همانند سازی هم زیاد است.
- مثال ۲: در دوران جنینی، پس از تشکیل اندام ها سرعت تقسیم و نقاط آغاز کم می شوند.



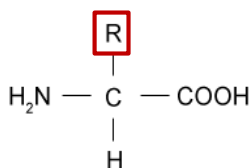
نحوه همانند سازی در یوکاریوت ها

گفتار ۳ : پروتئین ها

۶۱- پروتئین ها پلیمرهایی از آمینواسیدها هستند.

۶۲- ترتیب خاص آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آن را مشخص می کند.

۶۳- ساختار آمینواسید:



۱- یک گروه آمین (NH_2)

۲- یک گروه اسیدی کربوکسیل (COOH)

۳- یک اتم هیدروژن

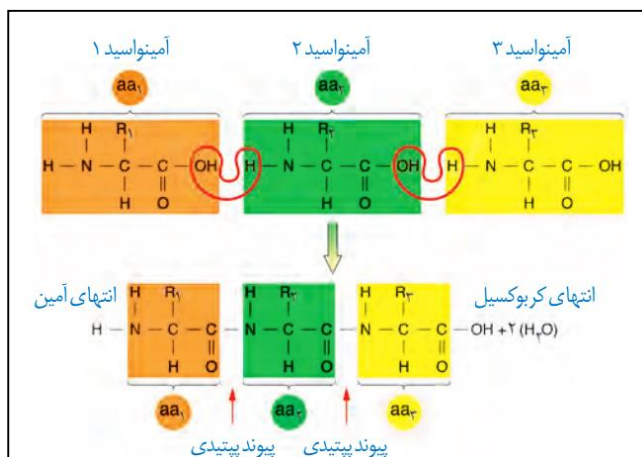
۴- یک گروه R

* گروه R در آمینواسیدهای مختلف متفاوت است ← خصوصیات منحصر به فرد هر آمینواسید به گروه R بستگی دارد.

۶۴- هر آمینو اسید می تواند در شکل دهی پروتئین موثر باشد. ← تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.

۶۵- گروه آمین و گروه کربوکسیل در آمینو اسیدهای مختلف می توانند به همدیگر نزدیک شده و واکنش سنتزآبدی را انجام دهند.

۶۶- پیوند پپتیدی: برای اتصال دو آمینو اسید، بین گروه کربوکسیل یک آمینو اسید با گروه آمین آمینو اسید دیگر، نوعی پیوند کووالان (پیوند اشتراکی) به نام پیوند پپتیدی تشکیل شده و یک مولکول آب هم آزاد می شود.



تشکیل پیوند پپتیدی

۶۷- دی پپتید: مولکول حاصل از اتصال دو آمینو اسید به یکدیگر

۶۸- پلی پپتید: مولکول حاصل از اتصال تعدادی آمینو اسید به یکدیگر (زنجیره ای از آمینو اسیدها)

۶۹- پروتئین: ترکیبی از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی پپتیدها

۷۰- برای پروتئین هایی که یک زنجیره پلی پپتید دارند، هر دو واژه پلی پپتید و پروتئین را به کار می برند.

۷۱- هر نوع از پروتئین، ترتیب خاصی از آمینو اسیدها را دارد که با استفاده از روش های شیمیایی، آمینو اسیدها را جدا کرده و آنها را شناسایی می کنند.

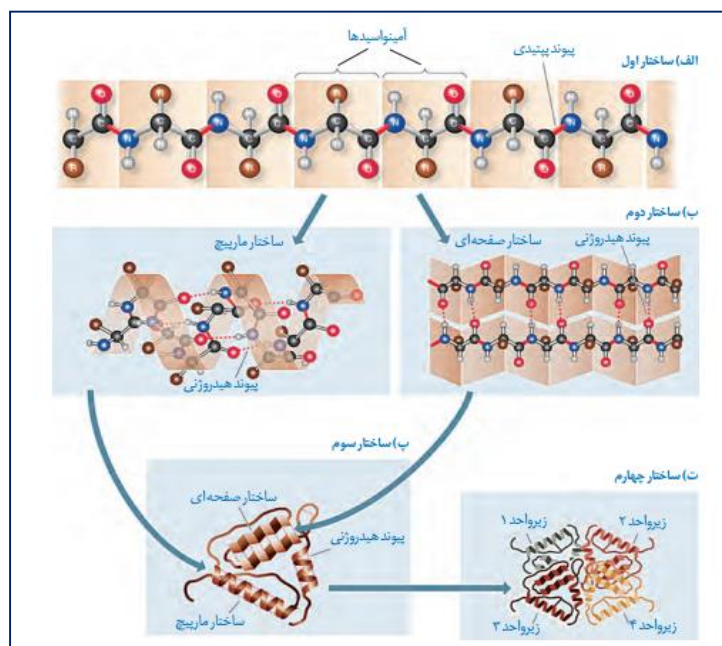
۷۲- اگر چه آمینو اسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند اما فقط ۲۰ نوع از آنها در پروتئین ها به کار می روند.

۷۳- شکل فضایی پروتئین نوع عمل آن را مشخص می کند.

۷۴- یکی از راه های پی بردن به شکل پروتئین، استفاده از پرتوهای X است. محققین با استفاده از تصاویر حاصل از آن و روش های دیگر به ساختار سه بعدی پروتئین ها پی می برند که در آن حتی جایگاه هر اتم را می توانند مشخص کنند.

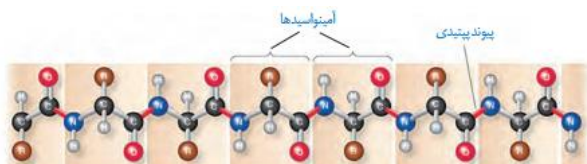
۷۵- اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد میوگلوبین بود.

۷۶- سطوح مختلف ساختاری در پروتئین ها: ساختار پروتئین ها در ۴ سطح بررسی می شود که هر ساختار مبنای تشکیل ساختار بالاتر است.



۷۷- ساختار اول پروتئین - توالی آمینواسیدها

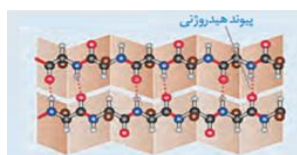
- ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می گیرد و خطی است.
- مواردی که در ساختار اول پروتئین ها را تعیین می کند:
- نوع آمینواسیدها ۲- تعداد آمینو اسیدها ۳- ترتیب قرار گرفتن آمینو اسیدها ۴- تکرار آمینو اسیدها
- تغییر اسید آمینه در هر جایگاه ← موجب تغییر در ساختار اول آن می شود ← ممکن است موجب تغییر فعالیت پروتئین نیز شود.
- با در نظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و اینکه محدودیتی در توالی آمینواسیدها، در ساختار اول پروتئین ها وجود ندارد، پروتئین های حاصل می توانند بسیار متنوع باشند.



- با توجه به اهمیت توالی آمینواسیدها در ساختار اول، تمام سطوح دیگر ساختاری در پروتئین ها به این ساختار بستگی دارد.

۷۸- ساختار دوم - الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی

- در بخش هایی از زنجیره پلی پپتیدی، پیوندهای هیدروژنی برقرار می شود. این پیوندها منشاء تشکیل ساختار دوم پروتئین ها هستند.
- ساختار دوم در پروتئین ها به چند صورت دیده می شوند. دو نمونه معروف آن ها ← ۱- ساختار مارپیچ ۲- ساختار صفحه ای



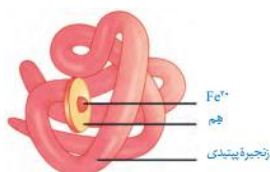
ساختار صفحه ای



ساختار مارپیچ

۷۹- ساختار سوم - تا خورده و متصل به هم

- در ساختار سوم، تا خوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ ها رخ می دهد و پروتئین ها به شکل کروی در می آیند.
- تشکیل ساختار سوم در اثر برهم کنش های آب گریز است. به این صورت که: گروه های R آمینواسیدهایی که آب گریز هستند، به یکدیگر نزدیک می شوند تا در معرض آب نباشند ← با تشکیل پیوندهای دیگری مانند هیدروژنی، اشتراکی (کووالان) و یونی ساختار سوم پروتئین تثبیت می شود.
- مجموعه نیروهای فوق قسمت های مختلف پروتئین را به صورت به هم پیچیده در کنار هم نگه می دارند. ← با وجود این نیروها پروتئین های دارای ساختار سوم ثبات نسبی دارند.
- ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم می تواند ساختار و عملکرد آن را به شدت تغییر دهد.
- میوگلوبین نمونه ای از پروتئین ها با ساختار سوم است.



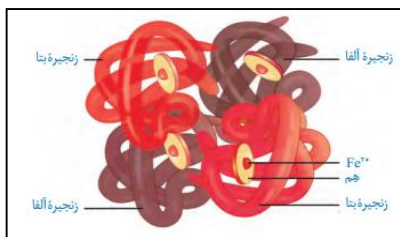
میوگلوبین

۸۰- ساختار چهارم - آرایش زیر واحدها

- ساختار چهارم هنگامی شکل می گیرد که دو یا چند زنجیره پلی پپتید در کنار یکدیگر، یک پروتئین را تشکیل دهند.
- زنجیره های پلی پپتیدی تشکیل دهنده این پروتئین ها را زیر واحدهای آن ها می گویند.
- ← نحوه آرایش این زیر واحدها (این زنجیره ها) ساختار چهارم پروتئین ها نامیده می شود.
- هموگلوبین نمونه ای از پروتئین ها با ساختار چهارم است.



۸۱- ساختار هموگلوبین:



هموگلوبین از چهار زنجیره پلی پپتیدی تشکیل شده است. دو زنجیره از نوع آلفا و دو زنجیره از نوع بتا است.

هر نوع زنجیره، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را در ساختار اول دارند. ← در ساختار دوم به فرم مارپیچ در می آیند. ← در ساختار سوم هر یک از زنجیره ها به صورت یک زیر واحد تاخوردگی هایی پیدا کرده و شکل خاصی پیدا می کنند. ← و در نهایت این چهار زیر واحد در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می دهند .

۸۲- پروتئین ها متنوع ترین گروه مولکول های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند ← پروتئین ها در فرایندها و فعالیت های متفاوتی شرکت دارند.

۸۳- نقش پروتئین ها:

(۱) فعالیت آنزیمی: به صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می کنند.

(۲) گیرنده های سطح سلول ها: گیرنده های آنتی ژنی در سطح لنفوسیت ها

(۳) پیک های شیمیایی: بعضی هورمون ها که ساختار پروتئینی دارند مانند انسولین، گلوکاگون و کلسی تونین و ...

(۴) پروتئین دفاعی (سیستم ایمنی): پادتن ها- پروتئین های مکمل - پرفورین - اینترفرون - گلوبولین ها که پادتن ها را می سازند.

(۵) پروتئین انتقال دهنده:

- هموگلوبین

- فاکتور داخلی که انتقال دهنده ویتامین B_{۱۲} می باشد

- پروتئین های حمل کننده لیپیدها

- پروتئین های ناقل در غشا : پمپ سدیم پتاسیم (در انتقال فعال)

- پروتئین های کانال در غشاء : کانال های دریچه دارسدیمی- پتاسیمی ، کانال های همیشه باز غشایی (در انتشار تسهیل شده)،

پروتئین های عبور H⁺ در غشای تیلاکوئید ، پروتئین های عبور H⁺ در غشاء داخلی میتوکندری

(۶) نقش حفاظتی: پروتئین هایی مثل فبرین (با ایجاد لخته خون) و کلاژن موجود در بافت های پیوندی

(۷) پروتئین های انعقادی: فبرین - فبرینوژن - ترومبین - پروترومبین- فاکتور انعقادی شماره ۸

(۸) پروتئین های ساختاری: هیستون ها در ساختار ریبوزوم های یوکاریوتی - پروتئین های ریبوزومی در ساختار ریبوزوم ها- کلاژن موجود

در زردپی و رباط- پروتئین های پوست - مو - ناخن - پر- پولک

(۹) پروتئین های منقبض شونده: رشته های میوزین (ضخیم) و اکتین (نازک) موجود در تارچه ها - پروتئین های که در تقسیم سیتوپلاسم

سلول جانوری دخالت دارند.

(۱۰) پروتئین های تنظیمی: روشن و خاموش کردن ژن ها در حین تمایز مثل مهار کننده ها- عوامل رونویسی - عامل پایان ترجمه -

پروتئین های تنظیم کننده مرگ سلولی - پروتئین های تنظیم کننده تقسیم سلولی

(۱۱) پروتئین های ذخیره ای: آلبومین موجود در سفیده تخم مرغ - میوگلوبین موجود در ماهیچه ها

۸۴- واکنش های شیمیایی در صورتی انجام می شود که انرژی اولیه کافی برای انجام آن وجود داشته باشد. این انرژی را انرژی فعال سازی می گویند.

۸۵- متابولیسم: به مجموع واکنش های درون سلول (سوختن = تجزیه) و (ساختن = ترکیب) متابولیسم گفته می شود. واکنش های متابولیسمی با حضور آنزیم ها انجام می شوند.

۸۶- واکنش های سوختن انرژی زا و واکنش های ساختن انرژی خواه هستند.

۸۷- بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت و ساز سلول ها بسیار کند انجام شود ← انرژی لازم برای حیات نتواند تأمین شود.

• نقش ← افزایش امکان برخورد مناسب بین مولکول ها ← کاهش انرژی فعال سازی واکنش ← افزایش سرعت واکنش های انجام شدنی در بدن موجود زنده

• جنس آنزیم ها ← بیشتر آنزیم ها پروتئینی هستند.

• محل فعالیت آنزیم ها

- ۱- درون سلول: آنزیم های موثر در تنفس سلولی، فتوسنتز، همانندسازی و رونویسی
- ۲- بیرون سلول: آنزیم های گوارشی مانند آمیلاز بزاق، لیپاز و...
- ۳- در غشاء سلول: پمپ سدیم-پتاسیم، کانال های انتقال دهنده H^+ در غشای تیلاکوئید و غشای درونی میتوکندری

• ساختار آنزیم ها ← آنزیم ها مانند سایر پروتئین ها شکل سه بعدی خاصی دارند.

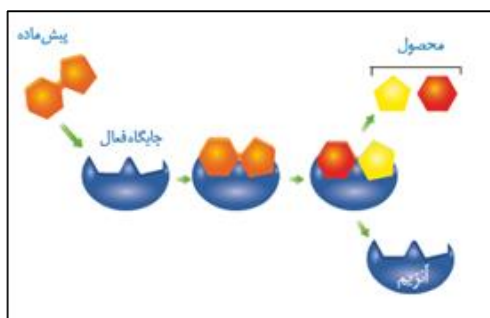
آنزیم ها دارای بخشی اختصاصی به نام **جایگاه فعال** هستند.

جایگاه فعال (Active site): بخشی اختصاصی از آنزیم، که پیش ماده در آن قرار می گیرد.

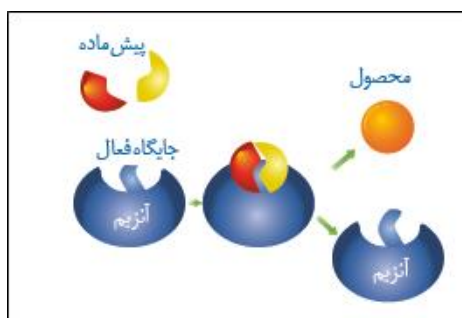
- پیش ماده (Substrate = سوستر): ترکیباتی که آنزیم روی آن ها عمل می کند.

- فراورده (Product): ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند.

• طرز عمل آنزیم ها ← پس از اتصال پیش ماده به جایگاه فعال، واکنش انجام شده و فراورده از آن جدا می شود.



طرز عمل آنزیم ها در واکنش های تجزیه ای



طرز عمل آنزیم ها در واکنش های ترکیبی

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

۹۰- کوآنزیم (کمک کننده به آنزیم): به مواد آلی که به آنزیم کمک می کنند، کوآنزیم می گویند.

۹۱- عوامل بازدارنده فعالیت آنزیم: وجود بعضی مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می توانند با قرار گرفتن در جایگاه فعال مانع فعالیت آنزیم شوند.

بعضی از این مواد به این طریق (اشغال جایگاه فعال آنزیم)، باعث مرگ می شوند.

۹۲- عملکرد اختصاصی آنزیم ها

• هر آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص مؤثر است ← زیرا شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و به اصطلاح مکمل یکدیگرند.

• اگرچه آنزیم ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آنها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می بخشند. مانند DNA پلیمراز

• آنزیم ها در پایان واکنش دست نخورده باقی و بدون تغییر می مانند تا بدن بتواند بارها از آن ها استفاده کند. (به همین دلیل یاخته ها به مقدار کم به آنزیم ها نیاز دارند)

• به مرور مقداری از آنزیم ها از بین می روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم های جدید می شود.

۹۳- عوامل موثر بر فعالیت آنزیم ها

۱- اثر PH محیط :

- اسیدیته بیشتر مایعات بدن ← بین ۸ و ۶ است.
- اسیدیته خون ← حدود ۷/۴ است.
- اسیدیته ترشحات معده ← حدود ۲ است.

PH بهینه: هر آنزیم در یک PH ویژه، بهترین فعالیت را دارد که به آن PH بهینه می گویند.
مثلاً:

۱- پپسین که از معده ترشح می شود ← PH بهینه آن حدود ۲ است.

۲- آنزیم هایی که از لوزالمعده به روده کوچک وارد می شوند ← PH بهینه ۸ حدود دارند.

تغییر PH با تأثیر بر پیوند های شیمیایی مولکول پروتئین ← می تواند باعث تغییر شکل آنزیم شده و ← امکان اتصال آنزیم به پیش ماده از بین می رود ← در نتیجه میزان فعالیت آن تغییر می کند.

۲- اثر دما:

- آنزیم های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه بهترین فعالیت را دارند.
- این آنزیم ها در دمای بالاتر ← ممکن است شکل غیر طبیعی یا برگشت ناپذیر پیدا کنند ← غیر فعال شوند.
- آنزیم هایی که در دمای پایین تر غیر فعال می شوند ← با برگشت دما به حالت طبیعی، می توانند به حالت فعال برگردند.

۳- اثر غلظت آنزیم:

مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش ماده را در واحد زمان به فراورده تبدیل کند.
اگر مقدار آنزیم زیادتر شود تولید فراورده در واحد زمان افزایش می یابد.

۴- اثر غلظت پیش ماده:

در محیط حاوی آنزیم، تا حدی سبب افزایش سرعت می شود، اما افزایش سرعت تا زمانی ادامه دارد که تمام جایگاه های فعال با پیش ماده اشغال شوند. ← در این حالت سرعت انجام واکنش ثابت می ماند.

فعالیت ۲ :

الف) گفته می شود تب بالا خطرناک است، بین این مسئله و فعالیت آنزیم ها چه ارتباطی می بینید؟

ب) با توجه به تأثیر متفاوت دمای کم و زیاد روی آنزیم ها، از این ویژگی آنزیم ها در آزمایشگاه ها چگونه می توان استفاده کرد؟
الف) تب بالا (بالاتر از ۴۰ درجه) ممکن است با تغییر شکل غیرطبیعی و غیرقابل برگشت ساختار آنزیم ها آن ها را غیرفعال کند ← اختلال عملکرد آنزیم ها می تواند باعث غیرفعال شدن واکنش های حیاتی یاخته ها و مشکل در بافت های بدن، تشنج ، اغما و حتی مرگ شود.
ب) برای غیرفعال کردن دائمی آنزیم ها از دمای بالا استفاده می شود ولی برای غیرفعال کردن موقتی و برگشت پذیر برای مدتی از دمای پائین استفاده می کنند.

۹۴- از آنزیم ها در صنایع متفاوتی استفاده می شود. مانند

- ۱- تولید دارو
- ۲- خوراکی
- ۳- آشامیدنی
- ۴- سوخت های زیستی
- ۵- صنایع شوینده

۹۵- آنزیم سلولاز :

- در تجزیه سلولز به گلوکز نقش دارد.

- از آنزیم های مورد استفاده در ۱- کاغذ سازی و ۲- تولید سوخت زیستی است.

۹۶- آنزیم ها در صنایع غذایی، به ویژه صنایع لبنی از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند. مانند: مایه پنیر

مایه پنیر

← نامی عمومی برای آنزیم هایی است که با دلمه کردن پروتئین شیر آن را به پنیر تبدیل می کنند.

← مایه پنیر را به طور سنتی از ۱- معده نوزادان شیرخوار ۲- جانورانی مانند گوسفند و گاو به دست می آورند.

← انواعی از مایه پنیرها وجود دارد که از ۱- گیاهان ۲- ریزجانداران (میکروارگانیسم ها) به دست می آیند.

۹۷- در صنایع شوینده با استفاده از آنزیم های زیر انواعی از شوینده ها با قدرت تمیزکنندگی بالا تولید می شوند:

۱- لیپازها

۲- پروتئازها

۳- آمیلازها

مقدمه



۱- کم خونی داسی شکل نوعی بیماری ارثی است.

- علت بیماری کم خونی داسی نوعی تغییر ژنی است ← که باعث می شود پروتئین هموگلوبین آن دچار تغییر شود ← در نتیجه شکل گویچه قرمز از حالت گرد به داسی شکل تغییر کند.
- تغییر ژنی که منجر به کم خونی داسی شکل می شود، بسیار جزئی است و در آن تنها یک جفت از صدها جفت نوکلئوتید DNA در افراد بیمار تغییر یافته است. (در رمز مربوط به ششمین آمینواسید، نوکلئوتید A به جای T قرار می گیرد).
- این بیماری به نوعی، رابطه بین ژن و پروتئین را نشان می دهد.

گفتار ۱ : رونویسی

۲- یادآوری:

- واحد سازنده مولکول DNA ← نوکلئوتید
- واحد سازنده پلی پپتیدها ← آمینواسید
- ۳- چون دستورالعمل ساخت پلی پپتیدها در مولکول DNA قرار دارد ← باید بین نوکلئوتیدهای ژن و آمینواسیدهای پلی پپتید، ارتباطی وجود داشته باشد.

۴- چگونگی تعیین نوع آمینواسیدهای پلی پپتید، توسط DNA

- مولکول DNA ← ۴ نوع نوکلئوتید دارد که فقط در نوع بازهای آلی تفاوت دارند.
- پلی پپتیدها ← از ۲۰ نوع آمینواسید تشکیل شده اند.
- پس از پژوهش‌هایی مشخص شد: هر توالی ۳ تایی از نوکلئوتیدهای DNA، بیانگر نوعی آمینو اسید است ← با ۴ نوع نوکلئوتید به کار رفته در DNA، ۶۴ توالی ۳ نوکلئوتیدی مختلف ایجاد می شود که می توانند رمز ساخت پلی پپتیدهایی با ۲۰ نوع آمینواسید را داشته باشند.

۵- نقش مولکول RNA به عنوان میانجی

پلی پپتیدها بر اساس اطلاعات DNA و توسط ریبوزوم ها، در سیتوپلاسم ساخته می شوند.

علت نیاز به یک مولکول میانجی (رنا) هنگام پروتئین سازی

- ۱- در سلول‌های دارای هسته (یوکاریوت ها) ریبوزوم‌ها درون هسته حضور ندارند. ← فرایند ساخت پلی پپتید در هسته انجام نمی شود.
- ۲- اطلاعات DNA برای ساخت پلی پپتید ضروری است و DNA هم از هسته خارج نمی شود.

۶- سوال: دستورات ساخت پلی پپتید چگونه به بیرون هسته منتقل می شود؟

پروتئین → RNA → DNA

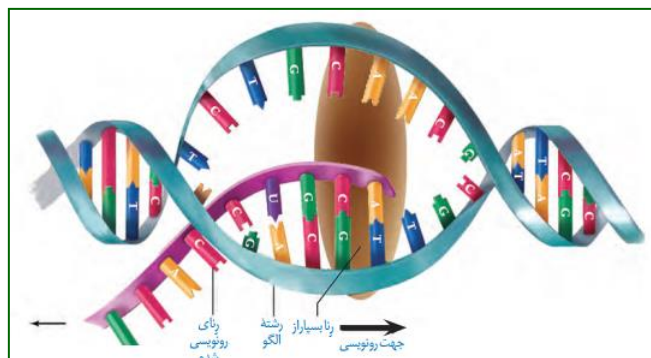
پاسخ: RNA رابطه بین DNA و پروتئین را برقرار می کند.

۷- یادآوری: انواعی از RNA در سلول وجود دارند که در پروتئین سازی نقش دارند.

- رنای پیک: اطلاعات DNA را به ریبوزوم ها در سیتوپلاسم حمل می کند.
- رنای ناقل: آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین سازی به سمت ریبوزوم ها می برند.
- رنای ریبوزومی: در ساختار ریبوزوم ها شرکت دارد.



۸- رونویسی: ساخته شدن مولکول RNA از روی بخشی از یک رشته DNA



۹- شباهت همانند سازی و رونویسی

اساس رونویسی شبیه همانندسازی است ← در رونویسی مشابه با همانندسازی، با توجه به نوکلئوتیدهای رشته DNA، نوکلئوتیدهای مکمل در زنجیره RNA قرار می‌گیرند و به هم متصل می‌شوند.

۱۰- چند تفاوت بین همانند سازی و رونویسی

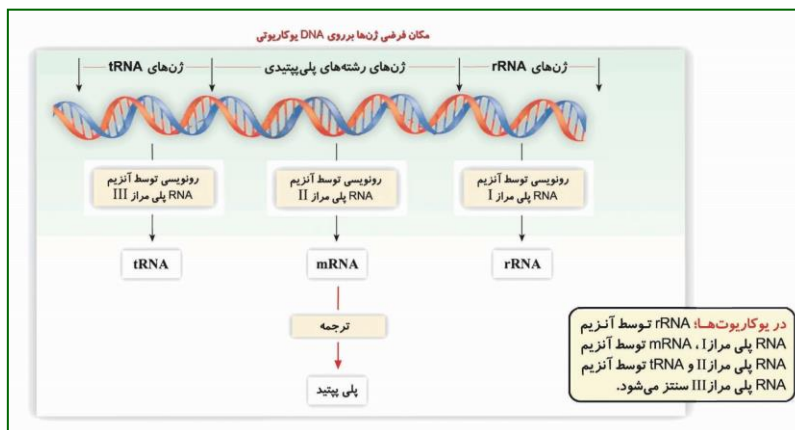
- ۱) همانند سازی از روی تمام هر دو رشته DNA صورت می‌گیرد ولی رونویسی، از روی بخشی از یک رشته DNA صورت می‌گیرد.
- ۲) محصول همانندسازی مولکولی از جنس DNA است ولی محصول رونویسی مولکولی از جنس RNA است.
- ۳) همانندسازی در هر چرخه سلولی یک بار انجام می‌شود اما رونویسی یک ژن می‌تواند در هر چرخه بارها انجام شود و چندین رشته RNA ساخته شود.
- ۴) همانندسازی ویرایش دارد اما رونویسی ندارد.

۱۱- آنزیم‌های ویژه ای رونویسی را تسهیل می‌کنند.

رونویسی با کمک آنزیم‌هایی به نام کلی RNA پلی‌مراز (رنا بسپاراز) صورت می‌گیرد.

← پروکاریوت‌ها: یک نوع RNA پلی‌مراز دارند ← ساخت انواع RNA را برعهده دارد.

- ۱- RNA پلی‌مراز I: رونویسی از ژن‌های مربوط به rRNA (ساخت رنای رناتنی)
 - ۲- RNA پلی‌مراز II: رونویسی از ژن‌های مربوط به mRNA (ساخت رنای پیک)
 - ۳- RNA پلی‌مراز III: رونویسی از ژن‌های مربوط به tRNA (ساخت رنای ناقل)
- ← یوکاریوت‌ها: انواعی از RNA پلی‌مراز دارند.



۱۲- راه انداز:

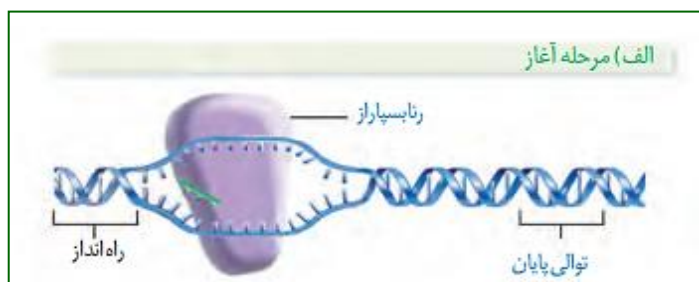
توالی‌های نوکلئوتیدی ویژه ای از DNA است که، RNA پلی‌مراز آن را شناسایی می‌کند، تا رونویسی ژن از محل صحیح خود شروع شود. نقش راه انداز: راه انداز موجب می‌شود RNA پلی‌مراز اولین نوکلئوتید مناسب را به طور دقیق پیدا کرده و رونویسی را از آنجا آغاز کند.

۱۳- مراحل رونویسی: رونویسی فرایندی پیوسته است ولی برای سادگی موضوع، آن را به سه مرحله تقسیم می کنند.

* توجه کنید: آنزیم RNA پلی مراز، رونویسی را از بخشی از یک رشته DNA انجام می دهد.

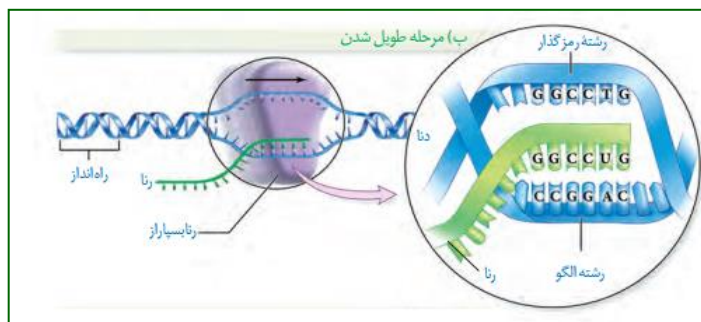
۱- مرحله آغاز رونویسی:

اتصال RNA پلی مراز به قسمتی از دنا به نام راه انداز ← شکستن پیوندهای هیدروژنی بین بازهای مکمل ← باز شدن بخش کوچکی از دو رشته DNA از یکدیگر ← ساخته شدن زنجیره کوتاهی از RNA



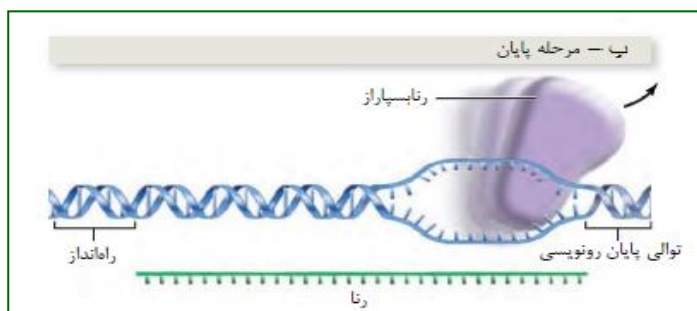
۲- مرحله طولیل شدن رونویسی:

- در این مرحله RNA پلی مراز ساخت RNA را ادامه می دهد ← RNA طولیل می شود.
- نحوه عمل RNA پلی مراز در زمان رونویسی: با توجه به نوع نوکلئوتید رشته الگوی DNA، نوکلئوتید مکمل را در برابر آن قرار می دهد. (تشکیل پیوند هیدروژنی) و سپس این نوکلئوتید را به نوکلئوتید قبلی رشته RNA متصل می کند. (تشکیل پیوند فسفودی استر)
- همچنان که مولکول RNA پلی مراز جلو می رود، دو رشته DNA در جلوی آن باز و در چندین نوکلئوتید عقب تر، RNA از DNA جدا می شود و دو رشته DNA مجدداً به هم می پیوندند.



۳- مرحله پایان رونویسی:

- توالی پایان رونویسی: در DNA توالی‌های ویژه‌ای وجود دارد که موجب پایان رونویسی توسط آنزیم RNA پلی مراز می شوند.
- هنگامی که RNA پلی مراز به توالی پایان رونویسی می رسد، آنزیم از مولکول DNA و RNA تازه ساخته جدا می شود و دو رشته DNA به هم متصل می شوند.

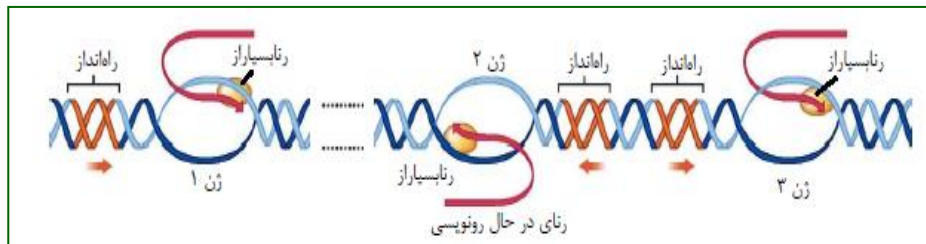


۱۴- فقط یکی از دو رشته DNA در هر ژن رونویسی می شود:

برای هر ژن خاص، فقط یکی از دو رشته رونویسی می‌شود. زیرا اگر رونویسی از روی هر دو رشته DNA صورت بگیرد ← دو نوع mRNA مختلف ساخته می‌شود ← دستور ساخت دو نوع پلی پپتید مختلف صادر می‌شود.

توضیح: چون نوکلئوتیدهای دو رشته DNA یکسان نیستند (مکمل هستند نه یکسان) ← RNA های ساخته شده بسیار متفاوت هستند. (دو RNA متفاوت ساخته می‌شود) ← محصولات (پلی پپتیدهای ساخته شده) از روی این دو رشته RNA قطعاً متفاوت خواهند بود.

۱۵- رشته مورد رونویسی یک ژن ممکن است با رشته مورد رونویسی ژن مجاور خود یکسان یا متفاوت باشد.



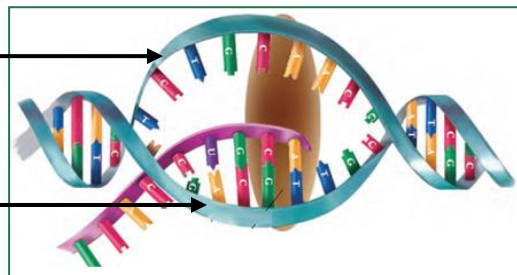
- رشته الگو: بخشی از رشته DNA، که مکمل رشته RNA رونویسی شده است.
 - رشته رمزگذار: به رشته مکمل رشته الگو در مولکول DNA رشته رمزگذار گفته می‌شود.
- ۱۶- رشته الگو و رشته رمزگذار } زیرا توالی نوکلئوتیدی آن شبیه رشته RNA یی است که از روی رشته الگوی آن ساخته می‌شود.

۱۷- تفاوت رشته RNA با رشته رمزگذار:

تفاوت این دو، در نوکلئوتیدهای مورد استفاده است؛ مثلاً به جای T در DNA، نوکلئوتید U در RNA قرار دارد.

رشته رمزگذار (رشته مکمل رشته الگو)

رشته الگو



۱۸- RNA های ساخته شده دچار تغییر می شوند:

در سلول های یوکاریوتی، RNA ساخته شده در رونویسی با RNA یی که در سیتوپلاسم وجود دارد تفاوت هایی دارد. (مولکول های RNA برای انجام کارهای خود دستخوش تغییراتی می شوند).

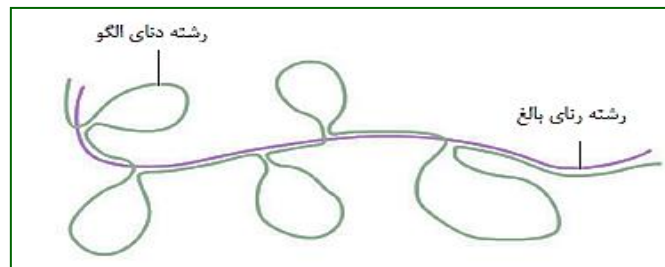
- تغییرات mRNA ممکن است درحین رونویسی و یا پس از رونویسی انجام شود.
- یکی از این تغییرات حذف بخش هایی از مولکول mRNA است.

۱۹- پیرایش:

فرآیندی است که در بعضی ژن ها صورت می گیرد. بدین ترتیب که: توالی های معینی از RNA ی ساخته شده، جدا و حذف می شود ← سایر بخش ها به هم متصل می شوند ← یک mRNA یک پارچه ساخته می شود.



۲۰- فرایند پیرایش هنگامی آشکار شد که: دانشمندان یک mRNA درون سیتوپلاسم را با رشته الگوی ژن آن در DNA مجاور هم قرار دادند و مشاهده نمودند که بخش‌هایی از DNA الگو با RNA رونویسی شده، دو رشته مکمل را تشکیل می‌دهند ولی بخش‌هایی نیز فاقد مکمل باقی می‌مانند ← این بخش‌ها به صورت حلقه‌هایی بیرون از مولکول دو رشته ای قرار می‌گیرند. (میانها ها)



میانها (اینترون) :

بخش‌هایی که درمولکول DNA وجود دارد ولی رونوشت آن‌ها در mRNA سیتوپلاسمی حذف می‌شود.

بیانها (اگزون) :

بخش‌هایی که درمولکول DNA وجود دارد و رونوشت آن‌ها در mRNA سیتوپلاسمی حذف نمی‌شود.

۲۱- میانها (اینترون) و بیانها (اگزون)

RNA اولیه = RNA نابالغ :

محصول مستقیم RNA پلی‌مراز است. یعنی RNA تازه رونویسی شده از رشته الگو، که دارای ونوشت‌های اینترون DNA است.

RNA بالغ :

RNA نابالغ پس از تغییراتی مثل حذف رونوشت‌های اینترون، به RNA بالغ تبدیل می‌شود و برای ترجمه به سیتوپلاسم فرستاده می‌شود.

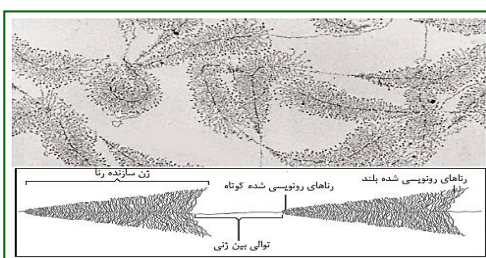
۲۲- RNA نابالغ و RNA بالغ

۲۳- شدت و میزان رونویسی

میزان رونویسی از روی یک ژن بستگی به ← مقدار نیاز سلول به فراورده‌های حاصل از آن ژن دارد. بعضی ژن‌ها، مانند ژن‌های سازنده rRNA (رنای رناتنی) در سلول‌های تازه تقسیم شده بسیار فعال هستند. ← زیرا باید تعداد زیادی از این نوع RNA را بسازند. در این نوع ژن‌ها، هم زمان تعداد زیادی RNA پلی‌مراز از ژن رونویسی می‌کنند.

۲۴- ساختار پرمماند: هنگام ساختن همزمان چند RNA از روی یک ژن در زیر میکروسکوپ، ساختار پرمماندی دیده می‌شود. به این دلیل که در هر زمان، RNA پلیمرازها در مراحل مختلفی از رونویسی هستند ← اندازه RNA‌های ساخته شده، متفاوت است.

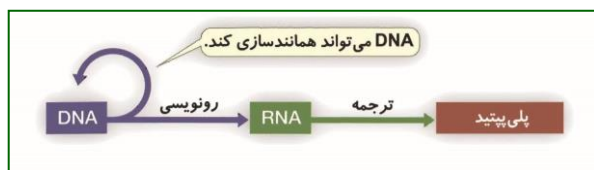
در ساختار پرمماند ایجاد شده در هنگام رونویسی:



- خط افقی میانی، DNA ای است که از روی آن رونویسی در حال انجام است.
- رشته‌های منشعب RNA‌هایی هستند که در حال ساخته شدن هستند.
- قسمتی که کوچکترین RNA را دارد، ابتدای رونویسی است. (رشته‌های بلند زودتر رونویسی شده‌اند) ← جهت رونویسی از سمت RNA‌های کوتاه‌تر به سمت RNA‌های بلندتر است.

- رشته‌های mRNA کوتاه‌تر به ناحیه راه‌انداز و رشته‌های بلندتر به جایگاه پایان رونویسی نزدیکتر هستند.

گفتار ۲ : به سوی پروتئین



۲۵- یادآوری : همانندسازی ← ساخته شدن DNA از روی DNA

رونویسی ← ساخته شدن RNA از روی DNA

ترجمه ← ساخته شدن پلی پپتید از روی RNA

- ۲۶- عوامل لازم در ترجمه
- کدون های mRNA (رمزه های رنای پیک)
 - انواع اسیدهای آمینه در سیتوپلاسم سلول
 - tRNA حامل اسیدهای آمینه
 - ریبوزوم ها (رِناَتَن ها)
 - ATP (انرژی لازم برای تهیه پلی پپتید)

• تعریف: توالی های ۳ نوکلئوتیدی روی mRNA که تعیین می کند کدام آمینواسیدها باید در ساختار پلی پپتید قرار بگیرد.

• در سلول ۶۴ نوع رمزه (کدون) وجود دارد.

• کدون های پایان ← UGA - UAA - UAG

- هیچ آمینواسیدی را رمز نمی کنند.

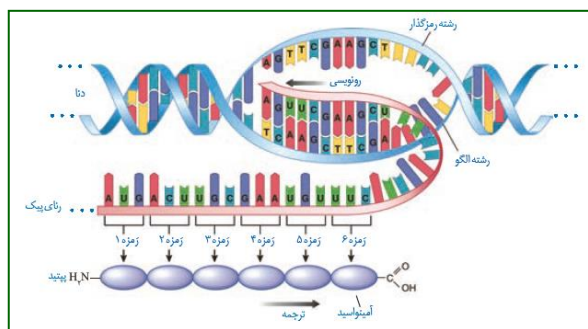
- حضور این کدون ها در mRNA موجب پایان یافتن عمل ترجمه می شود.

• کدون آغاز ← AUG

- ترجمه با این کدون آغاز می شود.

- AUG، معرف آمینو اسید متیونین است.

طرح ساده ای از تشکیل شدن پلی پپتید ←



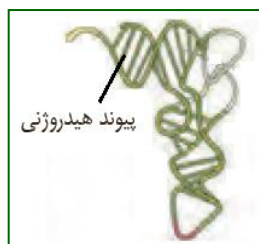
۲۸- ساختار tRNA (رنای ناقل): tRNA پس از رونویسی دچار تغییراتی می شود.

- دو بخش اصلی tRNA
- ۱- محل اتصال آمینواسید
 - ۲- توالی ۳ نوکلئوتیدی به نام پادرمزه (آنتی کدون)

۱- در ساختار نهایی tRNA، نوکلئوتیدهای مکمل می‌توانند پیوند هیدروژنی ایجاد کنند. ← RNA تک رشته ای، روی خود تا می خورد و ساختاری شبیه برگ شبدر را به وجود می آورد. ← معروف به ساختار برگ شبدری

ساختار tRNA
(رنای ناقل)

۲- tRNA در حالت فعال تاخوردگی های مجددی پیدا می کند که ساختار سه بعدی شبیه حرف L را ایجاد می کند. ← معروف به ساختار L

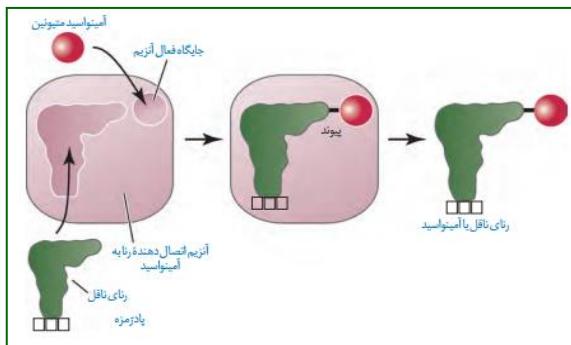


۲۹- دقت کنید: توالی سه نوکلئوتیدی روی mRNA ← رمزه (کدون) و توالی سه نوکلئوتیدی روی tRNA ← پادرمزه (آنتی کدون) *رمزه و پادرمزه (کدون و آنتی کدون) مکمل هم هستند.

*هنگام ترجمه، توالی کدون با توالی آنتی کدون پیوند هیدروژنی برقرار می کند.

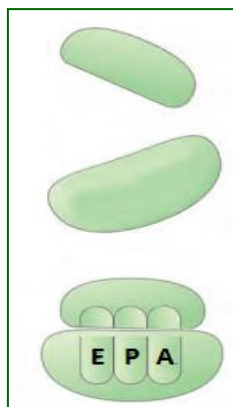
۳۰- اتصال آمینواسید به رنای ناقل:

نوع توالی آنتی کدون هر tRNA، تعیین کننده نوع آمینواسید متصل به آن است. *در سلول ها، آنزیم های ویژه ای وجود دارند که بر اساس نوع توالی آنتی کدون، آمینواسید مناسب پیدا کرده و به RNA ناقل متصل می کنند. (این فرایند نیازمند انرژی است.)



• ریبوزوم = rRNA + پروتئین

• ریبوزوم از ۲ زیر واحد (یکی کوچک و دیگری بزرگ) تشکیل شده است که هر زیر واحد نیز شامل RNA و پروتئین می باشد.



• RNA ریبوزومی توسط rRNA پلیمر از ۱ ساخته می شود.

• در سلول پروتئین های ریبوزومی ساخته شده و RNA ی مربوط به آنها در کنار هم قرار گرفته و زیر واحد کوچک و بزرگ ریبوزوم را می سازد.

• ریبوزوم در ساختار کامل، سه جایگاه به نام A و P و E دارد.

ترتیب قرارگیری زیرواحدهای ریبوزوم

۳۱- ریبوزوم (رِناَن)

۳۲- مراحل ترجمه: ترجمه فرایندی پیوسته است که برای سادگی در یادگیری آن را به سه مرحله تقسیم می کنند:

۱- مرحله آغاز ترجمه ۲- مرحله طویل شدن ترجمه ۳- مرحله پایان ترجمه

۳۳- مرحله آغاز ترجمه

۱- بخش هایی از mRNA، زیر واحد کوچک ریبوزوم را به سوی کدون آغاز (AUG) هدایت می کند. (اتصال بخش کوچک تر ریبوزوم در مجاورت کدون آغاز به mRNA)

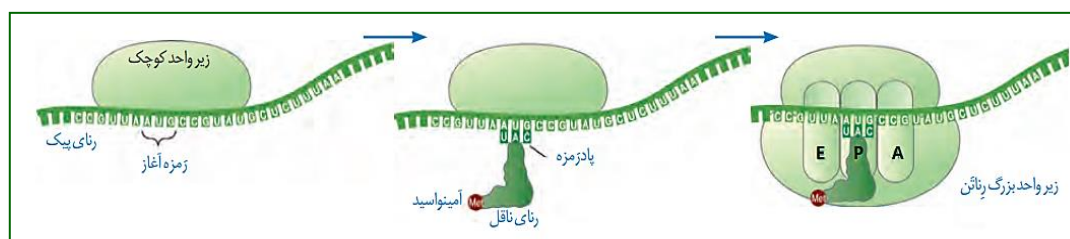
۲- در این محل tRNA ای که مکمل کدون آغاز است به آن متصل می شود.

(اولین tRNA = tRNA آغازگر= ناقل متیونین، در جایگاه کدون آغاز با AUG رابطه مکملی برقرار می کند.)

۳- با افزوده شدن زیر واحد بزرگ ریبوزوم به این مجموعه، ساختار ریبوزوم کامل می شود.

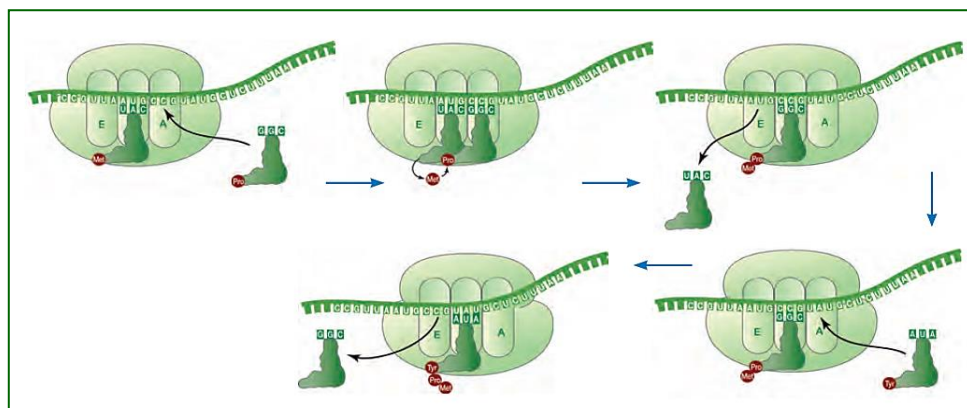
*در مرحله آغاز فقط جایگاه P پر می شود. جایگاه A و E خالی می ماند.

*در مرحله آغاز جایگاه P محل قرارگیری tRNA حامل آمینواسید متیونین است.



۳۴- مرحله طولیل شدن ترجمه

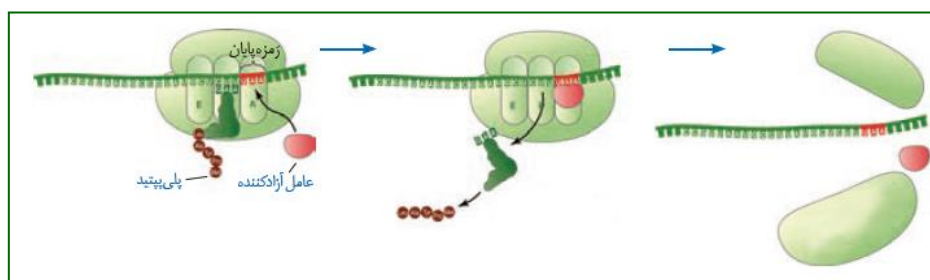
- ۱- tRNA ای که مکمل کدون موجود در جایگاه A است، در جایگاه A مستقر می شود.
- *در این مرحله ممکن است tRNA های مختلفی وارد جایگاه A ریبوزوم شوند ولی فقط tRNA ای که مکمل کدون جایگاه A است، استقرار پیدا می کند. اگر tRNA ورودی مکمل کدون نباشد، جایگاه را ترک می کند.
- ۲- آمینواسیدِ جایگاه P از tRNA خود جدا می شود (شکست پیوند کووالان) و با آمینواسید جایگاه A پیوند برقرار می کند. (پیوند پپتیدی)
- ۳- پس از آن ریبوزوم به اندازه یک کدون به سوی کدون پایان پیش می رود.
- ۴- در این موقع tRNA ای که حامل رشته پپتیدی در حال ساخت است در جایگاه P قرار می گیرد و جایگاه A خالی می شود تا tRNA بعدی که حامل آمینواسید جدید است، وارد شود.
- ۵- tRNA بدون آمینواسید در جایگاه E وارد شده و سپس از این جایگاه خارج می شود.
- ۶- این فرایند بارها تکرار می شود و طول زنجیره آمینو اسیدی بیشتر می شود تا ریبوزوم به یکی از کدون های پایان برسد.



۳۵- مرحله پایان ترجمه

یکی از کدون های پایان ترجمه به جایگاه A ریبوزوم وارد می شود. ← از آنجایی که برای هیچکدام از ۳ کدون پایان، tRNA مکملی وجود ندارد. ← به جای tRNA حامل آمینواسید، پروتئینی به نام عامل آزاد کننده وارد جایگاه A می شود.

- ۱- جدا شدن پلی پپتید از آخرین tRNA موجود در جایگاه P می شود.
 - ۲- باعث جدا شدن زیر واحدهای ریبوزوم از همدیگر و آزاد شدن mRNA از ریبوزوم می شود.
- عامل آزاد کننده باعث



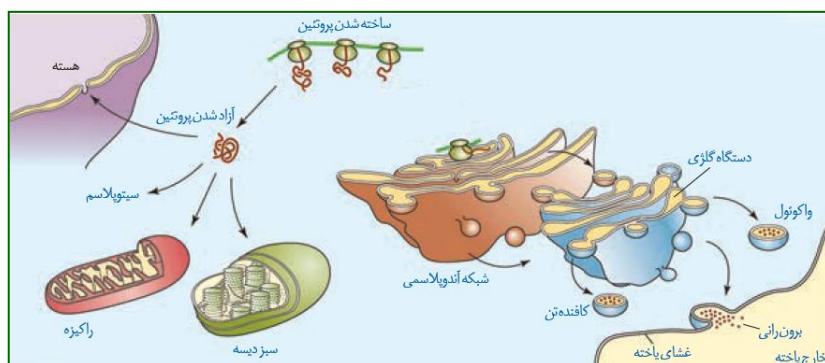
۳۶- محل پروتئین سازی

پروتئین سازی در هر بخشی از سلول که ریبوزوم ها حضور داشته باشند می تواند انجام شود.

- محل ریبوزوم در سلول های پروکاریوتی ← سیتوپلاسم
- محل ریبوزوم در سلول های یوکاریوتی ← سیتوپلاسم- روی غشای خارجی هسته - روی شبکه آندوپلاسمی زبر- در ماده زمینه‌ای میتوکندری - در ماده زمینه ای کلروپلاست

۳۷- سرنوشت پروتئین های ساخته شده در سیتوپلاسم

- ۱- بعضی پروتئین ها در سیتوپلاسم می مانند.
 - ۲- ورود به شبکه آندوپلاسمی ← سپس دستگاه گلژی ←
 - ۳- ورود به درون میتوکندری
 - ۴- ورود به درون کلروپلاست
 - ۵- ورود به درون هسته
- ۱- ترشح به خارج از سلول (اگزوسیتوز)
 - ۲- ورود به واکوئل
 - ۳- ورود به لیزوزوم (کافنده تن)



۳۸- چگونگی تعیین مسیر توسط پروتئین ها:

در هر یک از پروتئین های ساخته شده، توالی های آمینواسیدی وجود دارد که پروتئین را به مقصد هدایت می کند.

۳۹- سرعت و مقدار پروتئین سازی

به طور کلی سرعت و مقدار پروتئین سازی در یاخته ها بسته به نیاز تنظیم می شود.

• سرعت و مقدار پروتئین سازی در پروکاریوت ها:

۱- پروتئین سازی ممکن است، پیش از پایان رونویسی RNA پیک آغاز شود. زیرا طول عمر RNA پیک در پروکاریوت ها کم است.

۲- همکاری جمعی ریبوزوم ها به پروتئین سازی سرعت بیشتری می دهد.

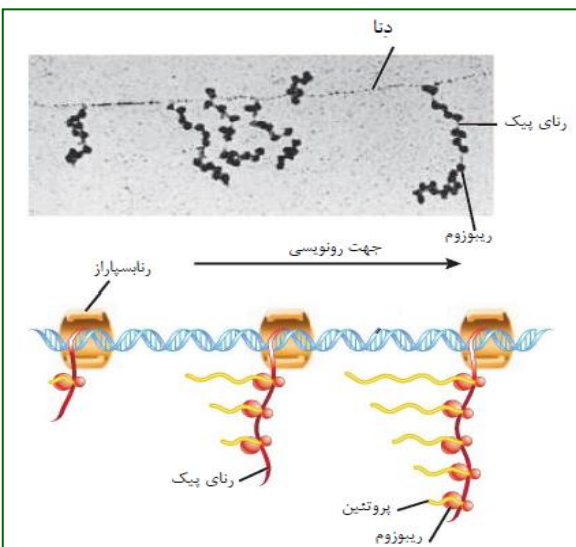
* در پروکاریوت ها ساخت پروتئین ها، برای پروتئین هایی که به مقدار بیشتری مورد نیاز هستند، به طور هم زمان و پشت سر هم توسط مجموعه ای از ریبوزوم ها (پلی ریبوزوم) انجام می شود ← تا تعداد پروتئین بیشتری در واحد زمان ساخته شود.

* در این مجموعه (پلی ریبوزوم)، ریبوزوم ها مانند دانه های تسبیح و RNA پیک شبیه نخ است که از درون این دانه ها می گذرد.

• سرعت و مقدار پروتئین سازی در یوکاریوت ها

تجمع ریبوزوم ها در سلول های یوکاریوتی نیز به پروتئین سازی سرعت بیشتری می دهد.

* در سلول های یوکاریوتی، ساز و کارهایی برای حفاظت mRNA در برابر تخریب وجود دارد. ← بنابراین، فرصت بیشتری برای پروتئین سازی هست. وجود ساز و کارهای حفاظتی، موجب طولانی تر شدن عمر mRNA پیش از تجزیه می شود.



فعالیت ۱:

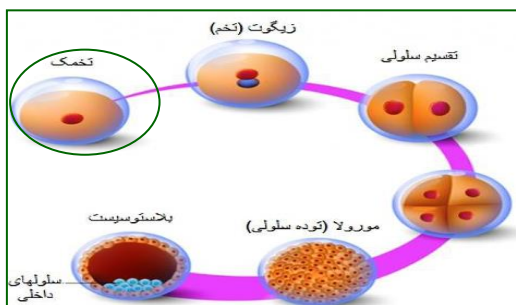
الف) چه رابطه‌ای بین طول عمر رنای پیک یاخته‌ها با میزان پروتئین سازی آنها برقرار است؟
ب) رونویسی و ترجمه در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها را با هم مقایسه کنید.

الف) هر چه میانگین عمر رنای پیک بیشتر باشد میزان محصول یا تعداد پلی‌پپتیدهای حاصل از ترجمه آن، بیشتر خواهد بود.

مقایسه رونویسی و ترجمه در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها

ترجمه		رونویسی		
یوکاریوت	پروکاریوت	یوکاریوت	پروکاریوت	
سیتوپلاسم میتوکندری کلروپلاست	سیتوپلاسم	هسته میتوکندری کلروپلاست	سیتوپلاسم	محل انجام
آمینواسیدها	آمینواسیدها	ریبونوکلئوتیدها	ریبونوکلئوتیدها	واحد سازنده
پلی‌پپتید	پلی‌پپتید	رنا	رنا	نوع محصول

گفتار ۳: تنظیم بیان ژن



۴۰- همه سلول‌های پیکری بدن از تقسیم میتوز سلول تخم ایجاد می‌شوند. ← یاخته‌های حاصل، از نظر کروموزومی و ژن‌ها یکسان هستند. با این حال در ادامه تقسیمات و رشد جنین، سلول‌های متفاوتی ایجاد می‌شوند که اعمال مختلفی انجام می‌دهند. مثلاً: یاخته‌های عصبی و ماهیچه‌ای بدن یک فرد، ژن‌های یکسانی دارند ولی دارای عملکرد و شکل متفاوتی هستند.

۴۱- علت آن که سلول‌هایی با ژن‌های یکسان، می‌توانند عملکرد و شکل متفاوتی داشته باشند، این است که ← در هر یاخته تنها تعدادی از ژن‌ها فعال و سایر ژن‌ها غیر فعال هستند.

ژن روشن ← هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار بگیرد، می‌گوییم آن ژن بیان شده و به اصطلاح روشن است.

ژن خاموش ← هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار نگیرد، می‌گوییم آن ژن بیان نشده و به اصطلاح خاموش است.

۴۲- ژن روشن و ژن خاموش

۴۳- در سلول‌های مختلف یک جاندار ممکن است: ۱- مقدار ۲- مدت ۳- زمان استفاده از ژن‌ها فرق داشته باشد و حتی در یک سلول هم ۴- بسته به نیاز متفاوت باشد.

مثلاً: در سلول‌های در حال تقسیم، میزان بیان ژن‌های رمزکننده پروتئین‌های ریبوزومی زیاد است.

۴۴- تنظیم بیان ژن: فرایندهایی که تعیین می کنند در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژن ها بیان شوند و یا بیان نشوند.

* تنظیم بیان ژن فرایندی بسیار دقیق و پیچیده است و عوامل متعددی ممکن است بر آن اثر بگذارند.

۱- پاسخ به تغییرات محیطی ← موجب می شود تا جاندار به تغییرات پاسخ مناسبی دهد.

مثال: تابش نور می تواند باعث فعال شدن ژن سازنده آنزیمی شود که در فتوسنتز مورد استفاده قرار می گیرد.

۲- ایجاد تمایز ← می تواند موجب ایجاد سلول های مختلفی از یک سلول شود.

مثال: ساختار های متفاوتی که از یاخته های بنیادی مغز استخوان ایجاد می شوند. (انواع گلبول های سفید،

گلبول های قرمز و گرده ها)

۴۵- نقش تنظیم بیان ژن

۴۶- محصول نهایی گروهی از ژن ها RNA است. ← مانند ژن رمزکننده rRNA و tRNA

• بیان این ژن ها طی یک مرحله یعنی رونویسی انجام می شود.

محصول نهایی گروهی از ژن ها پروتئین است. ← در این ژن ها ابتدا mRNA و سپس پلی پپتید ساخته می شود.

• بیان این ژن ها طی دو مرحله یعنی رونویسی و ترجمه انجام می شود.

توجه کنید: اگر در ژنی که محصول نهایی آن پروتئین است، فقط رونویسی انجام شود، نمی توانیم بگوییم که این ژن بیان شده است. ← زیرا محصول نهایی آن تولید نشده است.

۴۷- تغییر در فعالیت ژن ها، بر ساخت محصولات آن (RNA و پروتئین) اثر می گذارد.

۴۸- تنظیم بیان ژن می تواند در هر یک از مراحل ساخت RNA (رونویسی) و پروتئین (ترجمه) صورت بگیرد.

۴۹- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها و پروکاریوت ها دیده می شود.

تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها

۵۰- تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها می تواند در هر یک از مراحل ساخت RNA و پروتئین تأثیر بگذارد. ولی به طور معمول تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی انجام می شود. در مواردی هم ممکن است سلول با تغییر در پایداری (طول عمر) RNA یا پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند.

۵۱- در تنظیم رونویسی پروکاریوت ها:

• یک سری عوامل به اتصال RNA پلیمرز به راه انداز ژن و فعالیت آن کمک می کنند ← موجب تسهیل در رونویسی می شوند.

• یک سری عوامل مانع حرکت RNA پلیمرز می شوند ← موجب ممانعت در رونویسی می شوند.

مثال: با اتصال پروتئین های خاصی به بخشی از DNA که سر راه RNA پلیمرز است، از انجام رونویسی جلوگیری می شود.

۵۲- نمونه بارز تنظیم رونویسی پروکاریوت ها، در باکتری اشرشیاکلائی دیده می شود که قند مصرفی ترجیحی آن **گلوکز** است.

۵۳- اگر گلوکز در محیط باکتری وجود نداشته باشد ولی قند دیگری به نام لاکتوز در اختیار باکتری قرار بگیرد ← باکتری می تواند از قند لاکتوز استفاده کند.

۵۴- آنزیم های لازم برای مصرف گلوکز با آنزیم های لازم برای مصرف لاکتوز فرق دارد.

• وقتی لاکتوز در محیط وجود دارد:

باکتری باید آنزیم های تجزیه کننده لاکتوز را بسازد. ← ژن های مربوط به آنزیم های تجزیه کننده لاکتوز (۳ ژن) روشن می شود.

• وقتی لاکتوز در محیط کاهش می یابد:

باکتری باید ساخت آنزیم های تجزیه کننده لاکتوز را کاهش دهد. ← فعالیت ژن های مربوط به آنزیم های تجزیه کننده لاکتوز، کاهش می یابد.

• وقتی لاکتوز در محیط وجود ندارد:

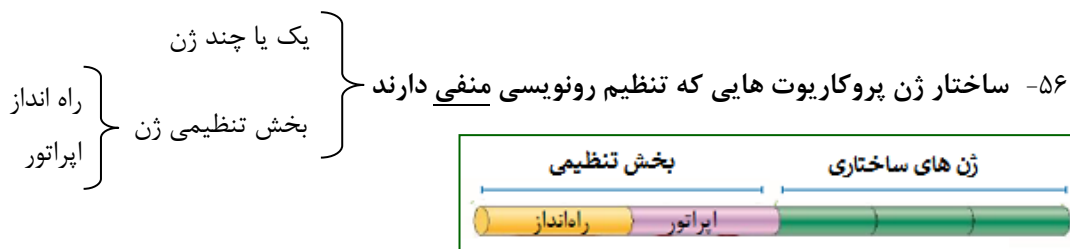
باکتری باید ساخت آنزیم های تجزیه کننده لاکتوز را متوقف کند. ← ژن های مربوط به آنزیم های تجزیه کننده لاکتوز خاموش می شود.

تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها به دو صورت انجام می‌شود.

تنظیم منفی رونویسی تنظیم مثبت رونویسی

۵۵- تنظیم منفی رونویسی در پروکاریوت ها

- رونویسی با چسبیدن RNA پلیمراز به راه انداز ژن شروع می شود. حال اگر مانعی بر سر راه RNA پلیمراز وجود داشته باشد، رونویسی انجام نمی شود. ← این نوع تنظیم، تنظیم منفی رونویسی گفته می شود.
- مثال برای تنظیم منفی رونویسی: این نوع تنظیم در باکتری اشرشیاکلا وجود دارد.



- ۵۷- پروتئین مهارکننده : پروتئین های بزرگی که می توانند به توالی های مخصوصی از DNA به نام اپراتور متصل می شوند.
- * چون اپراتور جلوی راه انداز قرار دارد ← اتصال پروتئین مهارکننده به اپراتور سدی پدید می‌آورد که جلوی حرکت RNA پلی‌مراز را می‌گیرد ← رونویسی از ژن انجام نمی‌گیرد.

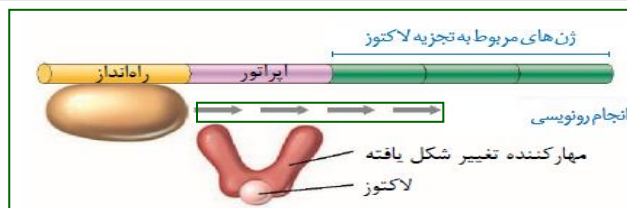
۵۸- مکانیسم خاموش ماندن ژن های تولید کننده آنزیم های لاکتوز در اشرشیاکلی (E.Coli)

وقتی که لاکتوز در محیط حضور ندارد: اتصال پروتئین مهارکننده به اپراتور ← ممانعت از حرکت RNA پلی‌مراز ← عدم رونویسی ← عدم تولید mRNA ← عدم تولید آنزیم های لازم برای تجزیه لاکتوز



۵۹- مکانیسم روشن شدن ژن های تولید کننده آنزیم های لاکتوز در اشرشیاکلی

وقتی که لاکتوز در محیط حضور دارد: جذب لاکتوز توسط باکتری ← اتصال لاکتوز به پروتئین مهارکننده ← تغییر شکل فضایی مهارکننده ← جدا شدن مهارکننده از اپراتور و ممانعت از اتصال مجدد آن به اپراتور ← برداشته شدن مانع از سر راه RNA پلی‌مراز ← انجام رونویسی از روی ۳ ژن ← تولید mRNA ۳ ژنی ← ساخته شدن آنزیم های لازم برای تجزیه لاکتوز



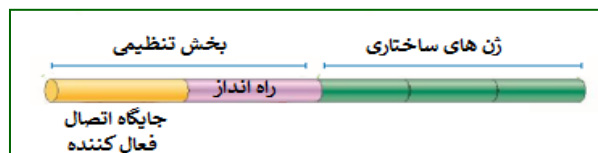
۶۰- دقت کنید:

- نبود لاکتوز: پروتئین مهارکننده به اپراتور متصل می شود ← عدم رونویسی
- وجود لاکتوز: پروتئین مهارکننده از اپراتور جدا می شود ← انجام رونویسی

۶۱- تنظیم مثبت رونویسی در پروکاریوت ها

- در نوعی از تنظیم رونویسی، پروتئین های خاصی به RNA پلی مرز کمک می کنند تا بتواند به راه انداز متصل شود و رونویسی را شروع کند. ← به این نوع تنظیم، تنظیم مثبت رونویسی گفته می شود.
- مثال برای تنظیم مثبت رونویسی: این نوع تنظیم در باکتری اشرشیاکلا، در ژن های مربوط به آنزیم های تجزیه کننده مالتوز، وجود دارد.
- ۶۲- اگر در محیط باکتری، قند مالتوز وجود نداشته باشد، رونویسی از ژن ها توسط RNA پلیمرز انجام نمی شود ← آنزیم های تجزیه کننده مالتوز ساخته نمی شوند چون باکتری نیازی به آن ها ندارد.
- ۶۳- ژن های پروکاریوت هایی که تنظیم رونویسی مثبت دارند از ۳ بخش تشکیل شده است:

- (۱) یک یا چند ژن ساختاری
- (۲) جایگاه اتصال فعال کننده
- (۳) راه انداز



- توجه: جایگاه اتصال فعال کننده، قبل از راه انداز قرار دارد.

- ۶۴- پروتئین فعال کننده: انواعی از پروتئین به نام فعال کننده وجود دارند که به توالی های خاصی از DNA به نام جایگاه اتصال فعال کننده متصل می شوند.
- اتصال فعال کننده به جایگاه اتصال فعال کننده، به RNA پلیمرز کمک می کند تا به راه انداز متصل شود. ← رونویسی از ژن شروع شود.
- ۶۵- سوال: چه عاملی سبب می شود که فعال کننده به جایگاه خود بچسبد؟
- پاسخ: وجود قند مالتوز در محیط. (اتصال مالتوز به فعال کننده باعث پیوستن آن به جایگاه اتصال می شود).

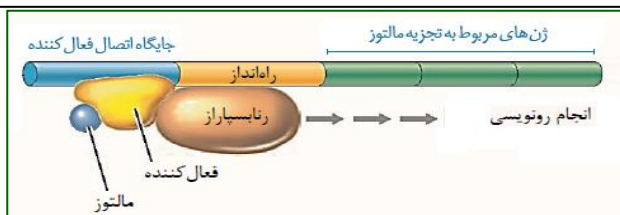
۶۶- اگر در محیط باکتری اشرشیا کلی، قند مالتوز وجود نداشته باشد:

عدم اتصال پروتئین فعال کننده به جایگاه اتصال فعال کننده ← عدم اتصال RNA پلی مرز به راه انداز ← عدم رونویسی ← عدم تولید mRNA ← عدم تولید آنزیم های لازم برای تجزیه مالتوز



۶۷- اگر در محیط باکتری اشرشیاکلی، قند مالتوز وجود داشته باشد:

جذب مالتوز توسط باکتری ← اتصال مالتوز به پروتئین فعال کننده ← اتصال مجموعه فعال کننده و مالتوز به جایگاه اتصال فعال کننده ← قرار گرفتن RNA پلی مرز روی راه انداز ← رونویسی از روی ۳ ژن ← تولید mRNA ۳ ژنی ← ساخته شدن آنزیم های لازم برای تجزیه مالتوز



۶۸- دقت کنید:

- نبود مالتوز: پروتئین فعال کننده به جایگاه اتصال فعال کننده متصل نیست ← عدم رونویسی
- وجود مالتوز: پروتئین فعال کننده به جایگاه اتصال فعال کننده متصل است ← انجام رونویسی

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها

۶۹- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها پیچیده‌تر از پروکاریوت ها است و می تواند در مراحل بیشتری انجام شود.

• سلول های یوکاریوتی به وسیله غشاها به بخش های مختلفی تقسیم شده اند. ← اگر سلول بخواهد نسبت به یک ماده واکنش نشان دهد باید این عوامل به طریقی از غشاها عبور کنند و ژن ها را تحت تأثیر قرار دهند.

• در سلول های یوکاریوتی، بیشتر ژن ها در هسته و برخی در میتوکندری و پلاست ها قرار دارند. ← در هر یک از این محل ها، سلول می تواند بر بیان ژن نظارت داشته باشد. ← بنابراین تنظیم بیان ژن می تواند در مراحل متعددی انجام شود.

۷۰- عوامل رونویسی:

در یوکاریوت ها RNA پلیمراز نمی تواند به تنهایی راه انداز را شناسایی کند. ← برای پیوستن به آن نیازمند پروتئین هایی به نام عوامل رونویسی هستند.

۷۱- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها هم در مراحل رونویسی و هم در مراحل غیر رونویسی انجام می گیرد.

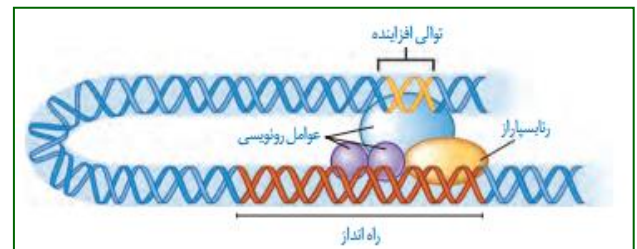
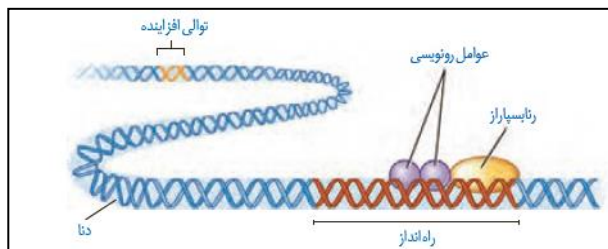
۱- گروهی از عوامل رونویسی به نواحی خاصی از راه انداز متصل می شوند و RNA پلی مرز را به محل راه انداز هدایت می کنند.

*چون تمایل پیوستن این پروتئین ها به راه انداز در اثرعواملی تغییر می کنند ← مقدار رونویسی ژن آن هم تغییر می کند.

۲- عوامل رونویسی دیگری به بخش های خاصی از DNA به نام توالی افزایشنده متصل شوند.

۳- با پیوستن عوامل رونویسی به توالی افزایشنده در DNA خمیدگی ایجاد می شود. ← عوامل رونویسی متصل به راه انداز و عوامل رونویسی متصل به افزایشنده در کنار هم قرار می گیرند. ← کنار هم قرارگیری این عوامل، سرعت رونویسی را افزایش می دهند.

۷۲- تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی در یوکاریوت ها



۷۳- در یوکاریوت ها تنظیم بیان ژن می تواند پیش از رونویسی یا پس از رونویسی هم انجام شود.

۱- اتصال بعضی رناهای کوچک مکمل به رنای پیک: (تنظیم بیان ژن پس از رونویسی)

با اتصال این رناها، از کار ریبوزوم جلوگیری می شود ← عمل ترجمه متوقف می شود ← رنای ساخته شده پس از مدتی تجزیه می شود.

۲- تنظیم در سطح کروموزومی: (تنظیم بیان ژن قبل از رونویسی)

معمولا بخش های فشرده کروموزوم، کمتر در دسترس رناپسپاراز قرار می گیرند ← سلول می تواند با تغییر در میزان فشردگی کروموزوم در بخش های خاصی، دسترسی رناپسپاراز به ژن مورد نظر را تنظیم کند.

۳- طول عمر رنای پیک:

افزایش طول عمر رنای پیک موجب افزایش محصول می شود.

۷۴- تنظیم بیان ژن در مراحل غیر رونویسی در یوکاریوت ها

مقدمه

- شباهت بین فرزندان و والدین، گویای آن است که ویژگی‌های والدین به نحوی به فرزندان منتقل می‌شود.
 - در تولید مثل جنسی ارتباط بین نسل‌ها را گامت‌ها (کامه‌ها) برقرار می‌کنند.
 - ویژگی‌های هریک از والدین توسط دستورالعمل‌هایی که در DNA موجود در گامت‌ها قرار دارد، به نسل بعد منتقل می‌شود.
 - پیش از کشف قوانین وراثت، تصور بر آن بود که صفات فرزندان، آمیخته‌ای از صفات والدین و حد واسطی از آنهاست.
- مثال: اگر یکی از والدین بلند قد و دیگری کوتاه قد باشد، فرزند آنان قدی متوسط خواهد داشت!!!!!!

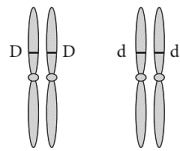


- اما مشاهدات متعدد نشان داد که این تصور درست نیست.
- در اواخر قرن نوزدهم، زمانی که هنوز ساختار و عمل DNA و ژن‌ها معلوم نبود، دانشمندی به نام گریگور مندل توانست قوانین بنیادی وراثت را کشف کند. ← به کمک این قوانین، می‌شد صفات فرزندان را پیش‌بینی کرد.

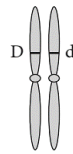
گفتار ۱: مفاهیم پایه

- ۱- ژن‌شناسی (ژنتیک)
 - شاخه‌ای از علم زیست‌شناسی است.
 - به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می‌پردازد.
- ۲- صفت: به ویژگی‌های ارثی جانداران، صفت می‌گویند.
- ۳- شکل‌های مختلف صفت: به انواع مختلف یک صفت ارثی، شکل‌های آن صفت می‌گویند.
- ۴- هر یک از صفاتی به شکل‌های مختلفی دیده می‌شوند. مثلاً رنگ چشم ممکن است به رنگ مشکی، قهوه‌ای، سبز یا آبی باشد یا حالت مو ممکن است به شکل صاف، موج‌دار یا فردار دیده شود.
- ۵- انواع ویژگی‌های جانداران
 - ارثی: ویژگی‌های که از والدین به ارث می‌رسند.
 - مثال: رنگ چشم، رنگ مو، گروه خونی.
 - اکتسابی: ویژگی‌هایی که از والدین به ارث نمی‌رسند.
 - مثال: تیره شدن رنگ پوست به علت قرار گرفتن در معرض آفتاب
- ۶- جایگاه ژنی: هر قسمت از کروموزوم، محل قرارگیری ژن‌هایی است که موضوع آن‌ها مربوط به یک صفت خاص می‌باشد. به هر کدام از این قسمت‌ها جایگاه ژنی گفته می‌شود. (ژن‌ها بر روی کروموزوم‌ها بسیار دقیق سازماندهی شده‌اند.)

مثال: اگر ژن مربوط به صفت گروه خونی Rh روی قسمتی از کروموزوم شماره ۱ قرار داشته باشد، در تمام افراد ژن گروه خونی Rh روی همان قسمت از کروموزوم قرار دارد.
- ۷- الل (دگروه)
 - تعریف: ژن‌هایی که با هم در کنترل یک صفت نقش دارند و جایگاه ژنی یکسانی دارند.
 - نمایش الل‌ها: الل‌های مختلف یک جایگاه ژنی را با حروف مختلف انگلیسی نشان می‌دهیم. مثلاً:
 - الل‌های D و d برای گروه خونی Rh
 - الل‌های A، B و O برای گروه خونی ABO
 - الل‌های R و W برای رنگ گلبرگ گل میمونی



صفت خالص :
اگر دو الل مربوط به یک صفت مثل هم باشد (DD یا dd).



صفت ناخالص :
اگر دو الل مربوط به یک صفت مثل هم نباشد (Aa)

۸- صفات خالص و ناخالص

* بعضی صفات فقط دو حالت را نشان می‌دهند. این صفات به آسانی قابل تشخیص هستند و حد وسط ندارند.
مانند: گیاه نخود فرنگی چند صفت دارد که هر کدام فقط دو حالت را نشان می‌دهند.

رنگ گل	رنگ دانه	شکل دانه	رنگ غلاف	شکل غلاف	موقعیت گل	بلندی ساقه
Purple 	Yellow 	Round 	Green 	Inflated 	Axial 	Tall 
White 	Green 	Wrinkled 	Yellow 	Constricted 	Terminal 	Dwarf 

- بین الل‌های صفاتی که فقط دو حالت دارند و حد وسط ندارند، رابطه غالب و مغلوبی وجود دارد.
- طبق قرارداد برای:
 - نشان دادن الل بارز (غالب) ← از حروف بزرگ لاتینی استفاده می‌شود.
 - برای نشان دادن الل نهفته (مغلوب) ← از حروف کوچک لاتینی استفاده می‌شود.
- مثال:
 - در نخودفرنگی صافی دانه به چروکیدگی دانه غالب است.
 - الل مربوط به صافی نخودفرنگی ← R
 - الل مربوط به چروکیدگی نخودفرنگی ← r

۹- رابطه بارز و نهفتگی (رابطه غالب و مغلوبی)

۱۰- برای بروز صفت غالب، حضور یک الل غالب کافیست. اما صفت مغلوب فقط زمانی بروز می‌کند که هر دو الل مغلوب وجود داشته باشند.

خالص غالب	←	اگر دو الل غالب داشته باشیم (AA)
ناخالص غالب	←	اگر یک الل غالب و دیگری مغلوب باشد (Aa)
خالص مغلوب	←	اگر دو الل مغلوب داشته باشیم (aa)

- ژن نمود (ژنوتیپ): نوع ترکیب الل‌هایی که هر فرد دارد، ژنوتیپ نامیده می‌شود.
- رخ نمود (فنوتیپ): شکل ظاهری یا حالت بروز یافته صفت را فنوتیپ می‌نامند.
- مثال: در مورد بلند بودن طول ساقه در نخود فرنگی (قد بلند بوته غالب است).



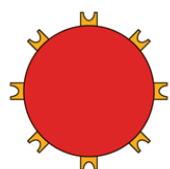
tt

Tt یا TT

- ژنوتیپ TT ← فنوتیپ قد بلند
- ژنوتیپ Tt ← فنوتیپ قد بلند
- ژنوتیپ tt ← فنوتیپ قد کوتاه

۱۱- ژن نمود (ژنوتیپ) و رخ نمود (فنوتیپ)

۱۲- دو نوع گروه خونی معروف : ABO و Rh



گویچه قرمز با پروتئین D

Rh مثبت (Rh^+): اگر پروتئین D بر سطح غشای گلبول‌های قرمز وجود داشته باشد.

۱۳- گروه خونی Rh



گویچه قرمز بدون پروتئین D

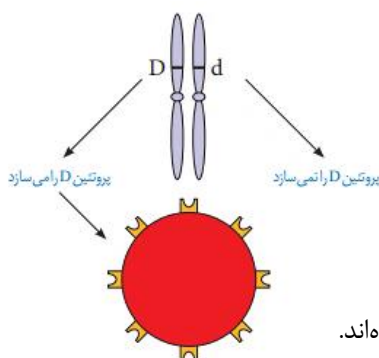
Rh منفی (Rh^-): اگر پروتئین D بر سطح غشای گلبول‌های قرمز وجود نداشته باشد.

۱۴- بود و نبود پروتئین D به نوعی ژن بستگی دارد.

در ارتباط با این پروتئین ۲ ژن در میان مردم دیده می‌شود:

۱- ژن D: ژنی که می‌تواند پروتئین D را بسازد.

۲- ژن d: ژنی که نمی‌تواند پروتئین D را بسازد.



۱۵- جایگاه ژن Rh: ژن‌های D و d، جایگاه یکسانی از کروموزوم شماره ۱ را به خود اختصاص داده‌اند.

توجه: هر کروموزوم شماره ۱ در این جایگاه، یا ژن D دارد یا ژن d

۱۶- انسان جاننداری دیپلوئید است و کروموزوم هایش دو به دو شبیه هم هستند ← انسان دو کروموزوم شماره ۱ (کروموزوم همتا) دارد. ← برای صفت گروه خونی Rh دو الل دارد.

۱۷- Rh یک صفت دو اللی است که الل‌های آن رابطه غالب و مغلوبی دارند.

۱۸- ژن مربوط به گروه خونی Rh موجود بر روی، هر دو کروموزوم شماره ۱ می‌توانند یکسان (DD یا dd) یا متفاوت (Dd) باشند.

۱۹- برای گروه خونی Rh در میان افراد جمعیت، ۳ نوع ژنوتیپ و ۲ نوع فنوتیپ وجود دارد.

ژنوتیپ: DD	خالص	دارای پروتئین D	فنوتیپ: گروه خونی Rh^+
ژنوتیپ: dd	خالص	فاقد پروتئین D	فنوتیپ: گروه خونی Rh^-
ژنوتیپ: Dd	ناخالص	دارای پروتئین D	فنوتیپ: گروه خونی Rh^+

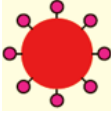
۲۰- در گروه خونی ABO خون به چهار گروه تقسیم می‌شود ← A ، B ، AB ، O

	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

۲۱- مبنای تقسیم بندی گروه خونی ABO ← براساس بودن یا نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام‌های A و B در غشای گلبول‌های قرمز است.

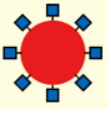
۲۲- کربوهیدرات‌های A و B در اثر انجام یک واکنش آنزیمی به سطح غشای گلبول قرمز، اضافه می‌شوند.

۲۳- برای اضافه شدن کربوهیدرات‌های A و B به غشای گلبول‌های قرمز دو نوع آنزیم وجود دارد: آنزیم A و آنزیم B



← گروه خونی A

آنزیم A ← کربوهیدرات‌های A را به غشا اضافه می‌کند ←



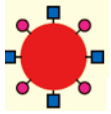
← گروه خونی B

آنزیم B ← کربوهیدرات‌های B را به غشا اضافه می‌کند. ←



← گروه خونی O

اگر هیچ یک از این دو آنزیم وجود نداشته باشند ← هیچ کربوهیدراتی به غشا اضافه نمی‌شود. ←



← گروه خونی AB

اگر هر دو آنزیم وجود داشته باشند، هر دو نوع کربوهیدرات‌های A و B به غشا اضافه می‌شوند. ←

۲۴- جایگاه ژن‌های گروه خونی ABO در کروموزوم شماره ۹ است.

- ۱- ال A : الی که آنزیم A را می‌سازد.

۲- ال B : الی که آنزیم B را می‌سازد.

۳- ال O : الی که هیچ آنزیمی را نمی‌سازد.

}

۲۵- برای تعیین صفت گروه خونی ABO سه ال وجود دارد

۲۶- صفات چنداللی: صفاتی که چند ال برای کنترل آن‌ها وجود دارد.

مثال : سیستم ABO در گروه خونی انسان که دارای سه ال A , B , O است.

*ال‌های A , B , O را به ترتیب با I^A , I^B , i نشان می‌دهند.

توجه کنید: صفات چند الی توسط بیش از دو ال کنترل می‌شوند. اما در ژنوتیپ هر فرد، فقط دو ال (از میان این ال‌ها) وجود دارد.

۲۷- رابطه بین ال‌های تشکیل دهنده گروه‌های خونی (گروه‌های خونی ABO)

← I^A و I^B ال‌هایی هستند که سبب تولید کربوهیدرات‌های A و B در سطح گلبول‌های قرمز می‌شوند.

← حرف i نشان دهنده عدم حضور کربوهیدرات‌های A و B است.

← I^A و I^B هر دو نسبت به i غالب هستند.

← I^A و I^B نسبت به یکدیگر رابطه هم دارند.

- ۲۸- روابط بین ال‌های یک ژن
- ۱- بارز و نهفتگی (ال‌های مربوط به گروه خونی Rh)
 - ۲- هم‌توان (ال‌های A و B مربوط به گروه خونی ABO)
 - ۳- بارزیت ناقص (رنگ گل میمونی)

* رابطه بارز و نهفتگی (غالب و مغلوبی)

وقتی دو ال کنار هم قرار می‌گیرند اثر یکی از دو ال ظاهر می‌شود. مانند: رابطه بین دو ال D و d در صفت Rh

* رابطه هم‌توانی بین ال‌ها:

وقتی دو ال کنار هم قرار می‌گیرند اثر فنوتیپی هر دو ال (ژن) همراه با هم ظاهر می‌شود. مانند: رابطه ال A و B در گروه خونی AB

- فردی که برای یک صفت بین ال‌هایش هم‌توانی وجود دارد، حتماً برای آن صفت ناخالص است.

* رابطه بارزیت ناقص:

صفاتی که در افراد ناخالص به صورت حد واسط یعنی ترکیبی از هر دو صفت ظاهر می‌شوند. (یک ال برای صفتی خاص به طور کامل بر همتای خود غلبه نمی‌کند).

مثال: رنگ گل گیاه میمونی: از آمیزش گل میمونی قرمز با گل میمونی سفید، همه زاده‌ها دارای رنگ صورتی هستند.

- ۲۹- دو ال برای گل میمونی وجود دارد
- R ← باعث رنگ قرمز می‌شود.
 - W ← باعث رنگ سفید می‌شود.



گل میمونی قرمز (RR) ← خالص



گل میمونی صورتی (RW) ← ناخالص



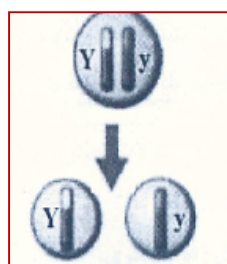
گل میمونی سفید (WW) ← خالص

گفتار ۲: انواع صفات

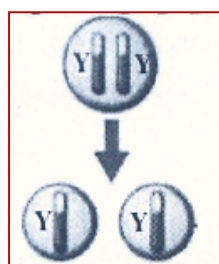
۳۰- دو ال مربوط به هر صفت هنگام تشکیل گامت از یکدیگر جدا می‌شوند و هر ال وارد یک گامت می‌شود.

* فردی که دارای ژنوتیپ YY یا yy باشد، فقط یک نوع گامت تولید می‌کند.

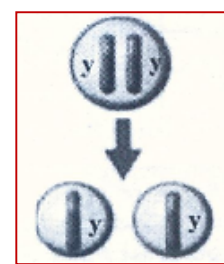
* فردی که دارای ژنوتیپ Yy باشد دو نوع گامت تولید می‌کند (نیمی از گامت‌ها دارای ال Y نیمی دیگر دارای ال y هستند)



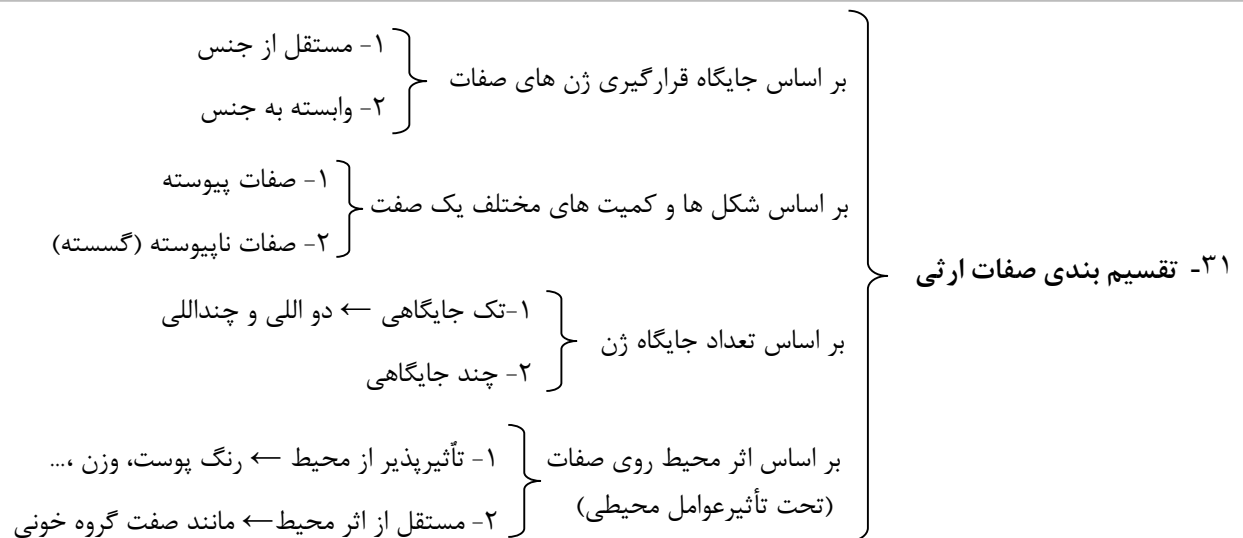
دو نوع گامت



یک نوع گامت



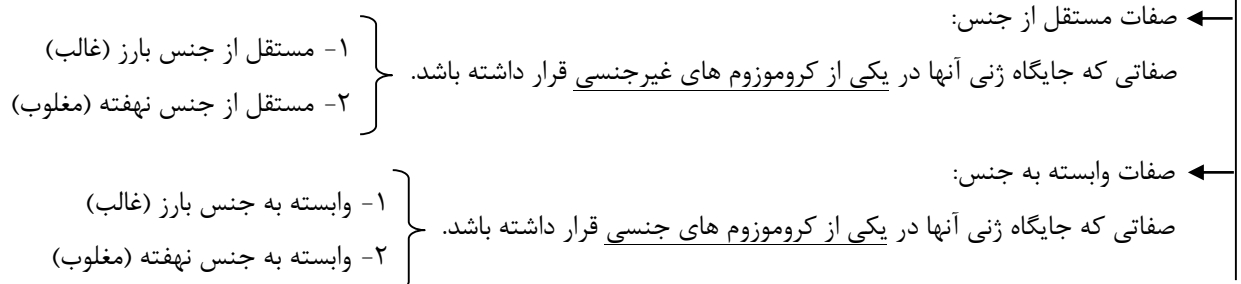
یک نوع گامت



۳۲- کروموزوم ها (فام تن ها) به دو دسته غیر جنسی و جنسی تقسیم می شوند.

۳۳- کروموزوم های جنسی انسان X و Y هستند.

۳۴- انواع صفات بر اساس جایگاه قرارگیری ژن های صفات:



۳۵- فرد ناقل: فردی که بیمار نیست اما ژن بیماری را دارد و می تواند ژن بیماری را به نسل بعد منتقل کند.

۳۶- برای بررسی چگونگی به ارث رسیدن صفات مستقل از جنس (صفات اتوزومی) به جنسیت جاندار کاری نداریم و برای محاسبه ژنوتیپ و فنوتیپ فرزندان از مربع پانت استفاده می کنیم.

۳۷- مربع پانت: ژن نمود فرزندان را می توان با روشی به نام مربع پانت به دست آورد.

* ساده ترین حالت جدول پانت دارای چهار خانه است که به افتخار کاشف آن رجینالد پانت نامگذاری شده است.

روش محاسبه با مربع پانت:

۱- انواع گامت های یکی از والدین را در بالای جدول به صورت افقی و انواع گامت های والد دیگر را در سمت راست یا چپ به صورت عمودی می نویسند.

۲- حاصل ضرب گامت ها را داخل هر خانه جدول می نویسند. (حروف درون این خانه ها ژنوتیپ احتمالی فرزندان را نشان می دهد)

گامت ها	D	d
D	DD	Dd
d	Dd	dd

مثال: اگر پدر و مادری هردو ژن نمود Dd داشته باشند، چه ژن نمود یا ژن نمودهایی برای فرزندان آن ها مورد انتظار است؟

- خون افراد مبتلا به هموفیلی، به دلیل کمبود یکی از فاکتورهای انعقادی خون، در موقع لزوم لخته نمی شود.
- شایع ترین نوع هموفیلی: فقدان عامل انعقادی VIII (عامل انعقادی شماره هشت)
- یک بیماری وابسته به X و نهفته است.

الل بیماری هموفیلی $\leftarrow h$ و الل سالم ژن هموفیلی $\leftarrow H$

- در بیماری های وابسته به X، الل ها را به صورت بالانویس X می نویسند.
- مثلا در مورد بیماری هموفیلی: X^h (فرد بیمار) و X^H (در فرد سالم)

۳۸- هموفیلی

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

- انواع ژن نموده و رخ نموده را برای هموفیلی $\leftarrow$

- فردی با ژن نمود $X^H X^h$ ناقل است $\leftarrow$ می تواند ژن بیماری را به نسل بعد منتقل کند.

سوال: مردی هموفیل با زنی ازدواج کند که سالم است و ناقل هم نیست. آیا ممکن است فرزند حاصل از این ازدواج، هموفیل باشد؟

Y	X^h	
$X^H Y$ پسر سالم	$X^H X^h$ دختر ناقل	X^H

- مرد هموفیل $X^h Y$ است و دو نوع گامت تولید می کند $\leftarrow X^h$ و Y
- زن سالم $X^H X^H$ است و یک نوع گامت تولید می کند $\leftarrow X^H$
- * فرزندان حاصل از این ازدواج هموفیل نخواهند بود.

۳۹- صفات وابسته به X (غالب و مغلوب) در زن و مرد به شیوه های مختلف ظاهر می شوند.

- حالات بروز صفات وابسته به X مغلوب (نهفته)

مردها فقط یک کروموزوم X دارند. $\leftarrow$ اگر روی این کروموزوم X الل مغلوب باشد $\leftarrow$ مرد بیمار $X^a Y$

زنان دو کروموزوم X دارند.

- اگر روی یک کروموزوم X الل مغلوب داشته باشد $\leftarrow$ زن ناقل $X^A X^a$
- اگر روی هر دو کروموزوم X الل مغلوب داشته باشد $\leftarrow$ زن بیمار $X^a X^a$
- اگر کروموزوم های X هیچکدام الل مغلوب نداشته باشند $\leftarrow$ زن سالم $X^A X^A$

- حالات بروز صفات وابسته به X غالب (بارز)

مردها فقط یک کروموزوم X دارند. $\leftarrow$ اگر روی این کروموزوم X الل غالب باشد $\leftarrow$ مرد بیمار $X^A Y$

زنان دو کروموزوم X دارند.

- اگر روی یک کروموزوم X الل غالب داشته باشد $\leftarrow$ زن بیمار $X^A X^a$
- اگر روی هر دو کروموزوم X الل غالب داشته باشد $\leftarrow$ زن بیمار $X^A X^A$
- اگر کروموزوم های X هیچکدام الل غالب نداشته باشند $\leftarrow$ زن سالم $X^a X^a$

* در صفات و بیماری های وابسته به X غالب، ناقل نداریم.

* در صفات وابسته به X (چه غالب و چه مغلوب) مرد ناقل نداریم. زیرا مردها فقط یک کروموزوم X دارند.

* در بروز صفات وابسته به X غالب زن ناقل نداریم ولی در بروز صفات وابسته به X مغلوب زن ناقل داریم.

فعالیت ۱:

پدری گروه خونی O و مادری گروه خونی AB دارد.

چه ژن نمود و رخ نمود هایی برای فرزندان آنان پیش بینی می کنید؟

	I^A	I^B
i	$I^A i$	$I^B i$
i	$I^A i$	$I^B i$

پدر گروه خونی O ← ژن نمود ii ← گامت‌های مورد انتظار i

مادر گروه خونی AB ← ژن نمود $I^A I^B$ ← گامت‌های مورد انتظار I^A و I^B

حال با توجه به گامت‌های مورد انتظار، مربع پانت رسم می‌کنیم.

ژن نمودهای مورد انتظار: $I^A i$ و $I^B i$

رخ نمودهای مورد انتظار: گروه خونی A و گروه خونی B

فعالیت ۲:

مردی سالم قصد دارد با زنی هموفیل ازدواج کند. چه ژن نمود و رخ نمود هایی برای فرزندان آنان پیش بینی می کنید؟

از آن‌جا که بیماری هموفیلی، یک بیماری وابسته به جنس مغلوب است و ژن آن روی کروموزوم X قرار دارد، مرد سالم حتما دارای آلل غالب (H) است و زن بیمار حتما دو آلل مغلوب (h) دارد، با توجه به وابسته به جنس مغلوب بودن این بیماری، در صورتی که زن حتی یک آلل H داشته باشد، زن سالم یا ناقل خواهد بود.

	Y	X^H
X^h	$X^h Y$	$X^H X^h$
X^h	$X^h Y$	$X^H X^h$

مرد سالم ← $X^H Y$ ← گامت‌های مورد انتظار X^H و Y

زن هموفیل ← $X^h X^h$ ← گامت‌های مورد انتظار X^h

حال برای پیش‌بینی ژن نمود و رخ نمود فرزندان، مربع پانت رسم می‌کنیم.

ژن نمودهای مورد انتظار: $X^H X^h$ و $X^h Y$:

رخ نمودهای مورد انتظار: دختر ناقل و پسر هموفیل

۴۰- انواع صفات بر اساس شکل‌ها و کمیت‌های مختلف یک صفت:

← صفات گسسته (ناپیوسته): صفاتی که در جامعه تنها به دو یا چند شکل خاص و محدود دیده می‌شوند. مانند:

۱- گروه خونی Rh که فقط به دو شکل مثبت و منفی دیده می‌شود

۲- گل میمونی که فقط به ۳ رنگ سفید و قرمز و صورتی دیده می‌شود.

← صفات پیوسته: صفاتی که در بازه‌ای بین یک حداقل و یک حداکثر قرار می‌گیرند. (این

صفات به صورت طیفی از اعداد و یا حالات دیده می‌شوند و همیشه بین دو حالت حداقل

و حداکثر، حالت‌های دیگر و بینابین هم می‌توان تعیین کرد.)

مانند: طول قد، وزن، رنگ مو و رنگ پوست در انسان



۴۱- انواع صفات بر اساس تعداد جایگاه ژن:

← صفات تک جایگاهی = صفات تک ژنی: صفاتی هستند که یک جایگاه ژن در فام تن دارند. مثال:

۱- گروه خونی ABO که در یک جایگاه مشخص از کروموزوم شماره ۹ قرار دارد.

۲- گروه خونی Rh که در یک جایگاه مشخص از کروموزوم شماره ۱ قرار دارد.

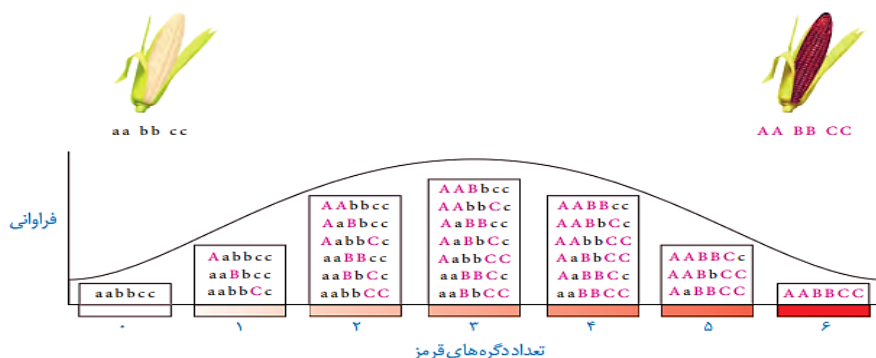
← صفات چند جایگاهی = صفات چند ژنی: صفاتی هستند که در بروز آن‌ها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارند.

مثال: رنگ نوعی ذرت (رنگ این ذرت طیفی از سفید تا قرمز است)



۴۲- مثال برای صفات چندجایگاهی ← رنگ نوعی ذرت

- صفت رنگ در این نوع ذرت، صفتی با ۳ جایگاه ژنی است که هر کدام از این جایگاه‌ها دو آلل دارند.
 - برای نشان دادن ژن‌ها در این ۳ جایگاه از حروف بزرگ و کوچک A, B, C استفاده می‌کنیم.
 - آلل‌های بارز، رنگ قرمز و آلل‌های نهفته رنگ سفید را به وجود می‌آورند.
 - فنوتیپ‌های دو آستانه طیف، قرمز و سفید هستند:
- فنوتیپ خالص رنگ قرمز با ژنوتیپ AABBCc و فنوتیپ خالص رنگ سفید با ژنوتیپ aabbcc
- در این ذرت‌ها برحسب نوع ترکیب آلل‌ها، رنگ‌های مختلفی ایجاد می‌شود.
 - در فنوتیپ ناخالص، هرچه تعداد آلل‌های بارز بیشتر باشد، مقدار رنگ قرمز بیشتر است.
 - صفات چندجایگاهی، فنوتیپ‌های پیوسته (نه گسسته) دارند. ← یعنی افراد جمعیت این ذرت، در مجموع طیف پیوسته‌ای بین سفید و قرمز (مثلاً زرد، صورتی، نارنجی و ...) را به نمایش می‌گذارند. ← به همین علت نمودار توزیع فراوانی این فنوتیپ‌ها شبیه زنگوله است.



۴۳- اثر محیط در بروز یک فنوتیپ:

گاهی برای بروز یک فنوتیپ تنها وجود ژن کافی نیست. برخی صفات تحت تأثیر محیط هستند.

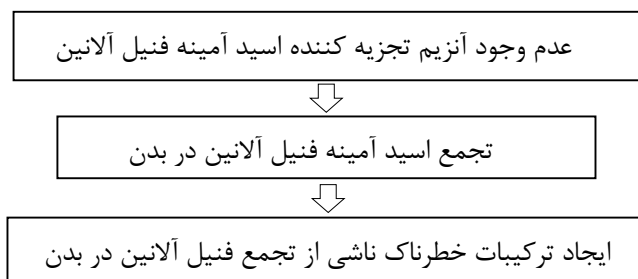
مثال ۱: ساخته شدن سبزینه در گیاهان، علاوه بر ژن، به نور هم نیاز دارد.

مثال ۲: اثر تغذیه و ورزش بر صفاتی مانند قد و وزن در انسان (نمی‌توان تنها از روی ژن‌ها، علت اندازه قد یک نفر را توضیح داد).

۴۴- مهار بیماری‌های ژنتیک:

گرچه نمی‌توان بیماری‌های ژنتیک را در حال حاضر درمان کرد (مگر در موارد معدود) اما گاهی می‌توان با تغییر عوامل محیطی، بروز اثر ژن‌ها را مهار کرد. مثال این موضوع بیماری فنیل کتونوری (PKU) است.

- در این بیماران آنزیمی که قادر به تجزیه آمینواسید فنیل آلانین است، وجود ندارد.



۴۵- فنیل کتونوری

- تغذیه از پروتئین‌های حاوی فنیل آلانین ← موجب بروز بیماری فنیل کتونوری می‌شود.
- با تغذیه نکردن از خوراکی‌هایی که فنیل آلانین دارند ← می‌توان مانع بروز اثرات بیماری فنیل کتونوری شد.
- فنیل کتونوری نوعی بیماری مستقل از جنس نهفته است. ← وقتی نوزاد متولد می‌شود، علائم آشکاری ندارد.
- تغذیه نوزاد مبتلا به فنیل کتونوری با شیر مادر که حاوی فنیل آلانین است ← موجب آسیب دیدن سلول‌های مغزی او می‌شود. ← به همین علت نوزادان را در بدو تولد از نظر ابتلای احتمالی به این بیماری، با انجام آزمایش خون بررسی می‌کنند. ← در صورت ابتلا، نوزاد با شیرخشک‌هایی که فاقد فنیل آلانین است، تغذیه می‌شود و در رژیم غذایی او برای آینده، از رژیم‌های بدون فنیل آلانین یا کم فنیل آلانین استفاده می‌شود.



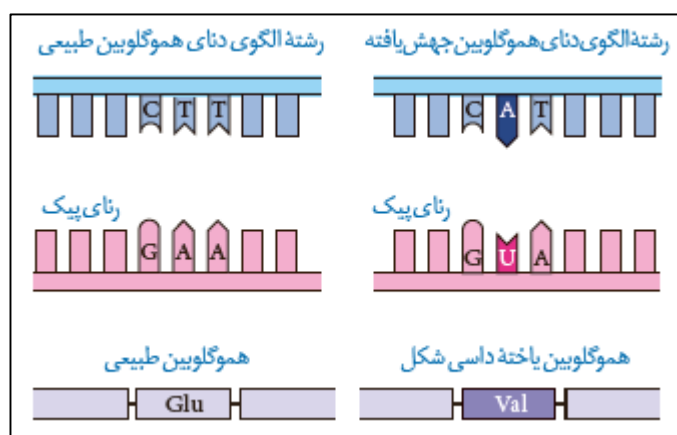
خون‌گیری از نوزاد برای انجام آزمایش‌های بدو تولد

مقدمه

- پایداری اطلاعات در سامانه‌های زنده، یکی از ویژگی‌های ماده وراثتی است اما در عین حال، ماده وراثتی به طور محدود تغییرپذیر است.
- تغییر در ماده ژنتیک ← باعث ایجاد گوناگونی می‌شود. ← توان بقای جمعیت‌ها را در شرایط متغیر محیط افزایش می‌دهد ← زمینه تغییر گونه‌ها را فراهم می‌کند.

گفتار ۱ : تغییر در ماده وراثتی جانداران

- تغییرپذیری ماده وراثتی پیامدهای مختلفی دارد. ← این تغییر، ممکن است مفید، مضر یا خنثی باشد.
 - علت بیماری کم‌خونی داسی نوعی تغییر ژنی است که باعث می‌شود پروتئین هموگلوبین دچار تغییر شود.
 - مقایسه ژن‌های زنجیره بتای هموگلوبین در بیماران و افراد سالم نشان می‌دهد که در رمز مربوط به ششمین آمینواسید، نوکلئوتید A به جای نوکلئوتید T قرار گرفته است. ← رمز گلوتامیک اسید (Glu) به رمز والین (Val) تبدیل شده است.
- ششمین آمینواسید در زنجیره بتای هموگلوبین طبیعی ← گلوتامیک اسید می‌باشد.
 - ششمین آمینواسید در زنجیره بتای هموگلوبین سلول داسی شکل ← والین می‌باشد.



Glu : گلوتامیک اسید

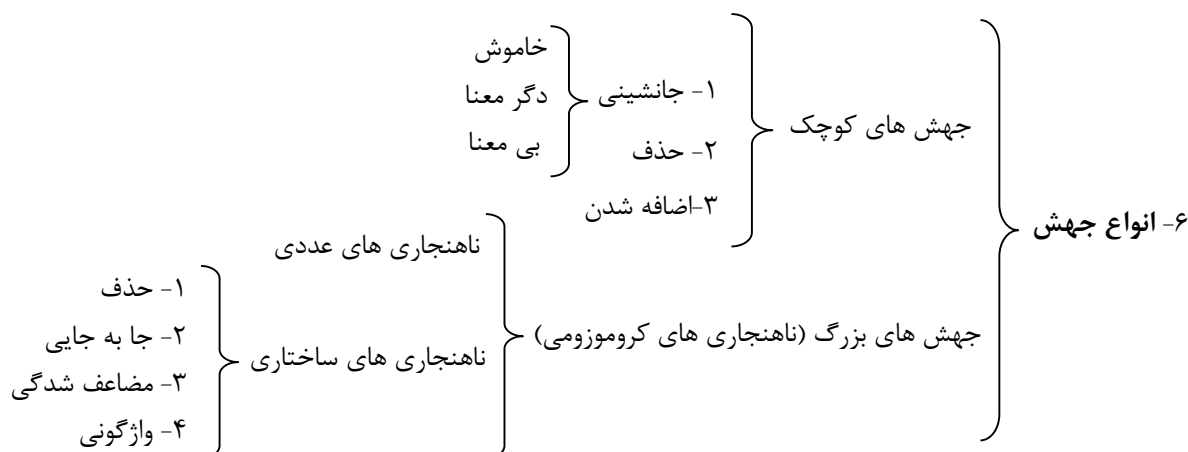
Val : والین

مقایسه ژن‌های هموگلوبین در افراد سالم و بیمار ←

۴- جهش : تغییر دائمی در نوکلئوتیدهای ماده وراثتی را جهش می‌نامند.

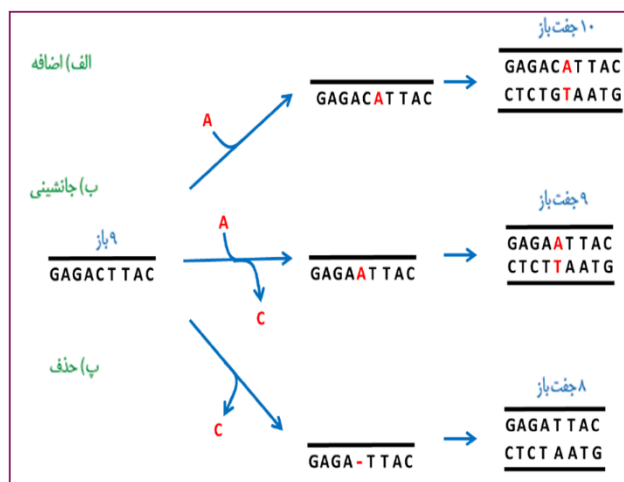
۵- جهش را می‌توان از دیدگاه‌های مختلفی تقسیم‌بندی کرد:

- الف- انواع جهش بر اساس اثرات جهش: ۱- جهش‌های مفید ۲- جهش‌های مضر ۳- جهش‌های خنثی
- ب- انواع جهش بر اساس میزان تغییر در ماده وراثتی: ۱- جهش‌های کوچک ۲- جهش‌های بزرگ



۷- جهش‌های کوچک: جهش‌هایی هستند که موجب تغییر در یک یا چند نوکلئوتید می‌شوند.

* کم‌خونی داسی شکل نمونه‌ای از جهش کوچک است.



■ جهش اضافه شدن: نوعی جهش کوچک که در آن یک یا چند نوکلئوتید به بخشی از ژن اضافه می‌شود.

■ جهش جانشینی: نوعی جهش کوچک که در آن یک نوکلئوتید جانشین نوکلئوتید دیگری می‌شود.

■ جهش حذف: نوعی جهش کوچک که در آن یک یا چند نوکلئوتید از بخشی از ژن حذف می‌شود.

۸- به علت وجود رابطه مکملی بین بازها ← تغییر در یک نوکلئوتید از یک رشته DNA، نوکلئوتید مقابل آن را در رشته دیگر تغییر می‌دهد ← به همین علت، جانشینی در یک نوکلئوتید به جانشینی در یک جفت نوکلئوتید منجر می‌شود.

۱- جهش خاموش:

در این نوع جهش، رمز یک آمینواسید به رمز دیگری برای همان آمینو اسید تبدیل می‌شود. این نوع جهش تأثیری بر توالی آمینواسیدهای پروتئین نخواهد گذاشت.

۲- جهش بی معنا:

در این نوع جهش، رمز یک آمینواسید به رمز پایانی ترجمه تبدیل می‌شود. ← در این صورت پلی پپتید حاصل از آن، کوتاه خواهد شد.

۳- جهش دگر معنا:

در این نوع جهش، رمز یک آمینواسید به رمز آمینواسید دیگری تبدیل می‌شود.
* مثال: در کم‌خونی داسی شکل رمز گلوبتامیک اسید به رمز والین تبدیل می‌شود.

۹- تغییرات ناشی از وقوع جهش‌های جانشینی

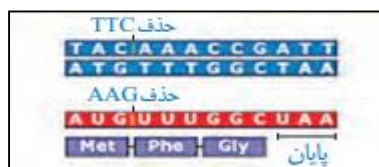
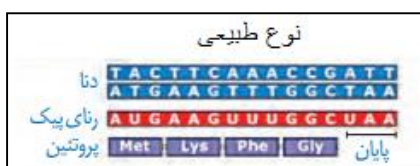
۱- باعث تغییر در چارچوب خواندن می‌شود.

با توجه به اینکه رمز DNA به صورت دسته‌های سه تایی از نوکلئوتیدها خوانده می‌شود. اگر نوکلئوتیدی اضافه یا حذف شود ← ترتیب و چینش دسته‌های سه تایی نوکلئوتیدها (رمزه‌ها = کدون‌ها) به هم می‌ریزد. ← چارچوب خواندن رمزهای سه نوکلئوتیدی موجود در DNA تغییر می‌کند.

۲- باعث تغییر در چارچوب خواندن نمی‌شود.

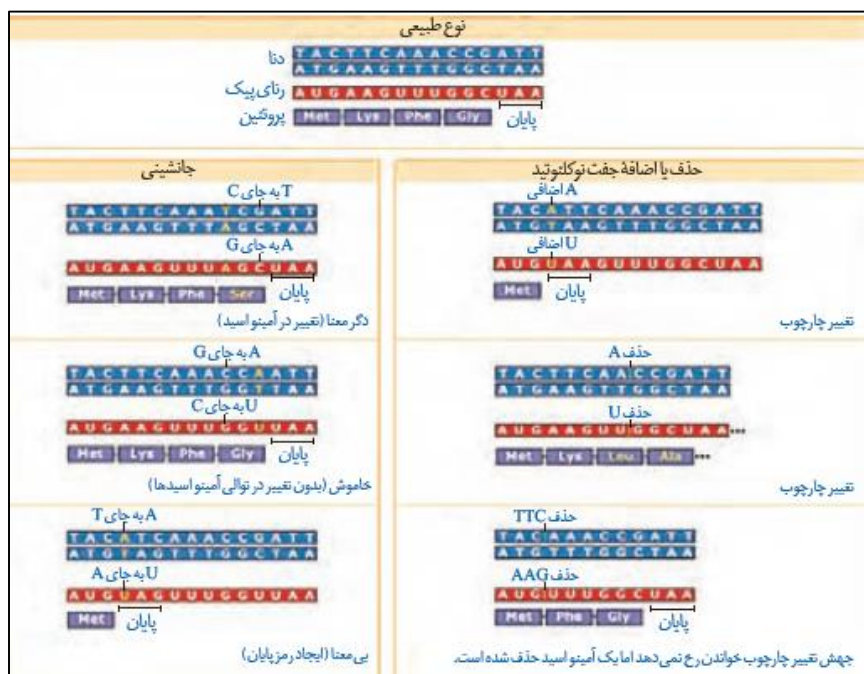
با توجه به شکل مشخص می‌گردد که جهش‌های حذف و اضافه الزاماً به تغییر در چارچوب خواندن نمی‌شود.

۱۰- تغییرات ناشی از وقوع جهش‌های حذف و اضافه



۱۱- برای درک بهتر تغییرات ناشی از وقوع جهش‌های کوچک از نوع حذف و اضافه که منجر به تغییر در چارچوب خواندن می‌شود، به این مثال توجه کنید.

جمله «این سیب سرخ است» را که با کلمات سه حرفی نوشته شده است، به صورت مقابل در نظر بگیرید: ا ی ن / س ی ب / س ر خ / ا س ت
اگر یک حرف ر به جایی درون این جمله اضافه شود ترتیب و چینش کلمات سه حرفی به هم می‌ریزد. ← کلمات تغییر کرده و جمله معنای خود را از دست می‌دهد. ← ا ی ن / ر س ی / ب س ر / خ ا س / ت



تأثیر جهش بر پروتئین

۱۲- جهش‌های بزرگ (ناهنجاری‌های کروموزومی)

گاهی جهش در مقیاس وسیعی رخ می‌دهد تا جایی که به ناهنجاری‌های کروموزومی، مانند تغییر در تعداد یا تغییر در ساختار کروموزوم منجر می‌شود. * با مشاهده کاریوتیپ می‌توان از وجود ناهنجاری کروموزومی یعنی جهش‌های بزرگ آگاه شد.

۱۳- انواع جهش‌های بزرگ (ناهنجاری‌های کروموزومی)

۱- ناهنجاری‌های عددی

تغییر در تعداد فام تن هارا ناهنجاری عددی در فام تن ها می‌نامند.

این تغییر به دلیل با هم ماندن کروموزوم ها در تقسیم میوز به وجود می‌آید.

مثال: مبتلایان به بیماری نشانگان داون، یک کروموزوم ۲۱ اضافی دارند. (۴۷ کروموزوم دارند)

۱) حذف: قسمتی از کروموزوم از دست می‌رود.

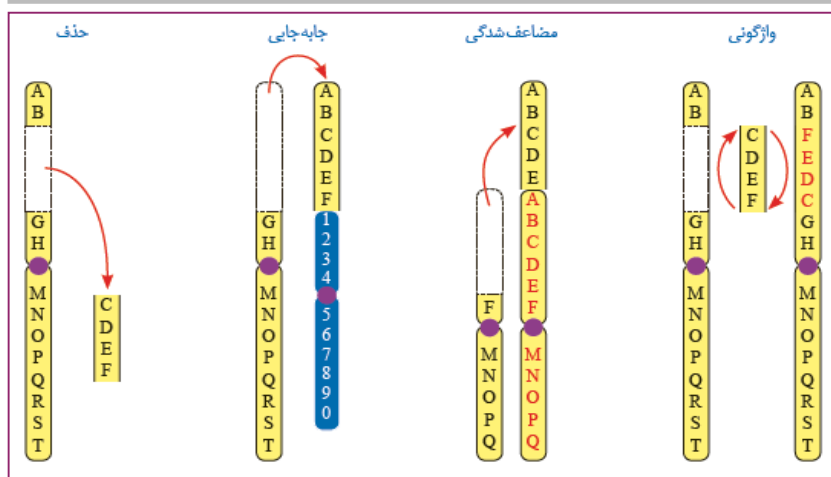
* جهش‌های کروموزومی حذفی غالباً باعث مرگ می‌شوند.

۲) جا به جایی: قسمتی از یک کروموزوم ۱- به کروموزوم غیرهمتا یا ۲- حتی بخش دیگری از همان کروموزوم منتقل می‌شود.

۳) مضاعف‌شدگی: قسمتی از یک کروموزوم به کروموزوم همتا جابه‌جا می‌شود → در کروموزوم همتا، از آن قسمت دو نسخه دیده می‌شود.

۴) واژگونی: در این نوع ناهنجاری‌های کروموزومی، جهت قرارگیری قسمتی از یک کروموزوم در جای خود معکوس می‌شود.

۲- ناهنجاری‌های ساختاری



انواع ناهنجاری‌های ساختاری در کروموزوم‌ها ←

۱۴- پیامدهای جهش

تأثیر جهش به عوامل مختلفی بستگی دارد. ← یکی از این عوامل، محل وقوع جهش در ژنگان (ژنوم) است.

تعریف: به کل محتوای ماده وراثتی موجود در یک سلول ژنگان (ژنوم) گفته می‌شود.

ژنوم برابر است با ← مجموع محتوای ماده وراثتی هسته ای و سیتوپلاسمی.

- ژنوم هسته ای: مجموعه ای شامل یک نسخه از هر یک از انواع کروموزوم‌ها است.
- ژنوم هسته ای انسان شامل ۲۲ کروموزوم غیرجنسی و کروموزوم‌های جنسی X و Y است.
- ژنوم سیتوپلاسمی: DNA میتوکندری و DNA کلروپلاست

۱۵- ژنگان (ژنوم)

۱۶- اثر جهش بر روی توالی‌های مختلف روی ژنگان (ژنوم)

• اثر جهش در توالی‌های بین ژنی

اگر جهش در توالی‌های بین ژنی رخ دهد. ← در این صورت بر توالی محصول ژن، اثری نخواهد گذاشت. (یعنی بر نوع و مقدار محصول تأثیر نمی‌گذارد)

• اثر جهش در توالی‌های درون ژنی

اگر جهش در توالی‌های درون ژنی رخ دهد. ← پیامدهای آن مختلف خواهد بود. (ممکن است مفید، مضر یا خنثی باشد)
مثال و سوال: اگر در ژن مربوط به نوعی آنزیم، جهش جانشینی رخ دهد. طوریکه رمز یک آمینواسید به رمز آمینواسید دیگری تبدیل شود. آیا این جهش باعث تغییر در عملکرد آنزیم خواهد شد؟
پاسخ: بستگی دارد که این آمینواسید در کجای آنزیم قرار داشته باشد. به عبارتی دیگر به محل وقوع تغییر در ساختار آنزیم بستگی دارد.

الف) اگر جهش باعث تغییر در جایگاه فعال آنزیم شود ← احتمال تغییر عملکرد آنزیم بسیار زیاد است.
 ب) اگر جهش در جایی دور از جایگاه فعال رخ دهد، به طوری که بر آن اثری نگذارد ← احتمال تغییر در عملکرد آنزیم کم یا حتی صفر است.

• اثر جهش در توالی‌های تنظیمی

اگر جهش در یکی از توالی‌های تنظیمی رخ دهد، مثلاً در راه انداز یا افزایشنده ← این جهش بر توالی پروتئین (نوع محصول) اثری نخواهد داشت بلکه بر «مقدار» آن تأثیر می‌گذارد.
 * جهش در راه انداز، ممکن است آن را به راه اندازی قوی‌تر یا ضعیف‌تر تبدیل کند ← و با اثر بر میزان رونویسی از ژن، محصول آن را نیز بیشتر یا کمتر کند.

فعالیت ۱:

الف) چه صورت طول یک رشته پلی پپتیدی ممکن است افزایش یابد؟

ب) اگر تعداد نوکلئوتیدهای اضافه یا حذف شده مضربی از سه باشد، چه پیامدی مورد انتظار است؟

الف) در صورتی که رمز پایان به رمز یک آمینواسید تبدیل شود.

یا

مثلا اگر جهش از نوع اضافه شدن باشد و تعداد نوکلئوتیدهای اضافه شده مضربی از ۳ باشد و این نوکلئوتیدهای اضافه شده رمز پایان نباشند بلکه رمز مربوط به یک آمینو اسید باشند.

ب) برای پاسخ به سوال ب دو حالت را باید بررسی کنیم:

۱- حالتی که نوکلئوتیدهای سه تایی اضافه یا حذف شده در فاصله بین دو رمز قرار گرفته باشند.

۲- حالتی که نوکلئوتیدهای سه تایی اضافه یا حذف شده درون یک رمز قرار گرفته باشند.

اگر نوکلئوتیدهای سه تایی اضافه شده در فاصله بین دو رمز قرار گرفته باشند:

نوکلئوتیدهای سه تایی اضافه شده باعث اضافه شدن یک یا چند رمز به صورت کامل می شوند.

پیامد: در این صورت آمینواسیدهایی مطابق با توالی رمزهای اضافه شده به زنجیره پلی پپتیدی، اضافه می شوند.

مثال:

نوکلئوتیدهای ا ی ن س ی ب ی س ر خ س ی ب ا س ت که خوانده یا ترجمه می شود. " این سیب سرخ سیب است. "

سه نوکلئوتید س ی ب در فاصله دو رمز اضافه شده و باعث شده که یک آمینواسید سیب دوم، به توالی افزوده شود.

اگر نوکلئوتیدهای سه تایی حذف شده در فاصله بین دو رمز قرار گرفته باشند.

نوکلئوتیدهای سه تایی حذف شده باعث حذف یک یا چند رمز به صورت کامل می شوند.

پیامد: در این صورت آمینواسیدهایی مطابق با توالی رمزهای حذف شده از زنجیره پلی پپتیدی، حذف می شوند.

مثال:

نوکلئوتیدهای ا ی ن س ی ب ی س ر خ ا س. ت که خوانده یا ترجمه می شود. " این سرخ است "

سه نوکلئوتید س ی ب در فاصله دو رمز حذف شده و باعث شده که یک آمینواسید سیب، از توالی حذف شود.

اگر نوکلئوتیدهای سه تایی حذف یا اضافه شده درون یک رمز قرار گرفته باشند:

می تواند منجر به تغییر در چهارچوب خواندن شود و به طور کلی در این حالت پیامد حذف و اضافه این است که آمینواسیدهایی که به

زنجیره اضافه یا حذف می شوند لزوما مطابق با توالی نوکلئوتیدهای اضافه یا حذف شده نیستند.

مثال برای جهش اضافه: اگر نوکلئوتیدهای سه تایی اضافه شده درون یک رمز قرار گرفته باشند:

نوکلئوتیدهای ا ی ن س ی ب ی ب ی س ر خ ا س ت که خوانده می شود " این سسی بیب سرخ است " سه نوکلئوتید س ی ب از

نظر تعداد یک آمینواسید به زنجیره اضافه شده و از نظر نوع ، آمینواسید سیب نیست و دو آمینواسید متفاوت در توالی حضور دارد

مثال برای جهش حذف: اگر نوکلئوتیدهای سه تایی حذف شده درون یک رمز قرار گرفته باشند:

نوکلئوتیدهای ا ی ن س ی ب ی س ر خ ا س ت که خوانده یا ترجمه می شود " این سیخ است " سه نوکلئوتید ب س ر حذف شده و از

نظر تعداد، یک آمینواسید از زنجیره کم شده و از نظر نوع ، دو نوع آمینواسید سیب و سرخ وجود ندارند و یک آمینواسید جدید سیخ در

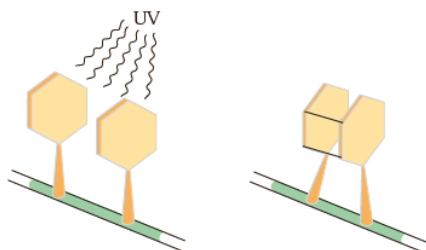
توالی دیده می شود.

۱- خطاهای رخ داده در هنگام همانندسازی

گرچه سازوکارهای دقیقی برای اطمینان از صحت همانندسازی DNA وجود دارد اما با وجود اینها، گاهی در همانند سازی خطاهایی رخ می دهد که باعث جهش می شوند.

۱- عوامل جهش‌زای شیمیایی

مانند پرتوی فرابنفش که در نور خورشید وجود دارد. ← باعث تشکیل پیوند بین دو تیمین مجاور هم در DNA می شود که به آن دوپار (دیمِر) تیمین می گویند. ← دوپار تیمین با ایجاد اختلال در عملکرد آنزیم DNA پلیمراز، همانندسازی DNA را با مشکل مواجه می کند.



تشکیل دوپار (دیمِر) تیمین ←

۲- عوامل جهش‌زای فیزیکی

مانند بنزو پیرن که در دود سیگار وجود دارد. ← بنزوپیرن جهشی ایجاد می کند که به سرطان منجر می شود.

۱۷- علت جهش

۲- عوامل جهش‌زا

۱۸- جهش ارثی یا اکتسابی است.

- **جهش ارثی:** از یک یا هر دو والد به فرزند می رسد.
- این جهش در گامت ها وجود دارد که پس از لقاح، جهش را به تخم منتقل می کنند. ← در این صورت همه یاخته های حاصل از آن تخم، دارای آن جهش هستند.
- **جهش اکتسابی:** از محیط کسب می شود. مثلاً سیگار کشیدن می تواند باعث ایجاد جهش در یاخته های دستگاه تنفس شود.

۱۹- پیشگیری از سرطان

- سبک زندگی و تغذیه سالم نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارند.
- ورزش و وزن مناسب، از عوامل مهم در حفظ سلامت هستند.
- غذاهای گیاهی که آنتی اکسیدان و الیاف دارند در پیشگیری از سرطان مؤثر هستند.
- شیوه فراوری و پخت غذا که بر سلامت غذا اثر می گذارد.

۲۰- مثال از عوامل سرطان‌زایی که مربوط به شیوه فراوری و پخت غذا می باشد:

- در مناطقی که مصرف غذاهای نمک سود یا دودی شده رایج است، سرطان شیوع بیشتری دارد.
- ارتباط بعضی از سرطان ها با مصرف زیاد غذاهای کباب شده یا سرخ شده مشخص شده است.
- ترکیبات نیتريت دار مانند سدیم نیتريت، که برای ماندگاری محصولات پروتئینی مثل سوسیس و کالباس به آنها اضافه می شود، در بدن به ترکیباتی تبدیل می شوند که تحت شرایطی قابلیت سرطان‌زایی دارند. ← بنابراین مصرف زیاد چنین مواد غذایی از عوامل ایجاد سرطان است.

گفتار ۲ : تغییر در جمعیت‌ها

۲۱- موجودات زنده می‌توانند در گذر زمان تغییر کنند.

مثال: امروزه باکتری‌ها نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم شده‌اند. (گرچه دانشمندان با طراحی داروهای جدید، برتری انسان را در این نبرد همچنان حفظ کرده‌اند).

۲۲- جمعیت: مجموعه افراد یک گونه که در یک زمان و در یک مکان زندگی می‌کنند.

*در یک جمعیت افراد مختلف یک گونه ویژگی‌های مشترکی دارند ولی در عین حال با هم تفاوت‌های فردی نیز دارند که باعث شناخت آنها از یکدیگر می‌شود.

۲۳- تاثیر تفاوت‌های فردی در پایداری گونه‌ها

- سوال: تفاوت‌های فردی چگونه می‌تواند در پایداری گونه مؤثر باشد؟
- پاسخ با ذکر مثالی در این مورد: فرض کنید در نوعی از جانوران، بعضی‌ها می‌توانند سرما را تحمل کنند و بعضی دیگر نمی‌توانند. این جمعیت با توجه به تغییر شرایط محیطی در گذر زمان تغییر می‌کند.

الف) اگر سرمای شدیدی رخ دهد، آنان که سرما را تحمل می‌کنند شانس بیشتری برای زنده ماندن دارند. ← این افراد، بیشتر از دیگران تولید مثل می‌کنند ← صفت تحمل سرما، بیش از گذشته، به نسل بعد منتقل می‌شود.

اگر سرما همچنان ادامه یابد، باز هم آنها که سرما را تحمل می‌کنند، شانس بیشتری برای تولید مثل و انتقال صفت به نسل‌های بعد را خواهند داشت ← بعد از مدتی با جمعیتی روبه‌رو خواهیم شد که در آن، تعداد افرادی که سرما را تحمل می‌کنند در مقایسه با جمعیت اول، بیشتر است و این یعنی تغییر در جمعیت

ب) اگر گرمای شدیدی رخ دهد، آنان که گرما را تحمل می‌کنند شانس بیشتری برای زنده ماندن دارند. ← این افراد، بیشتر از دیگران تولید مثل می‌کنند ← صفت تحمل گرما، بیش از گذشته، به نسل بعد منتقل می‌شود.

اگر گرما همچنان ادامه یابد، باز هم آنها که گرما را تحمل می‌کنند، شانس بیشتری برای تولید مثل و انتقال صفت به نسل‌های بعد را خواهند داشت ← بعد از مدتی با جمعیتی روبه‌رو خواهیم شد که در آن، تعداد افرادی که گرما را تحمل می‌کنند در مقایسه با جمعیت اول، بیشتر است و این یعنی تغییر در جمعیت

- نتیجه‌گیری از مثال فوق: برای تغییر، شرایطی لازم است. یکی از این شرایط، وجود تفاوت‌های فردی است. ← تفاوت‌های فردی موجب باقی ماندن افراد سازگارتر با محیط می‌شود.

- توجه کنید: «بهبودن» یک صفت همیشگی نیست. بلکه شرایط محیط تعیین‌کننده صفات بهتر است. مثلاً صفت مقاومت به سرما در شرایط هوای سرد محیط و مقاومت به گرما در شرایط گرم محیط صفت بهتر محسوب می‌شود.

* وقتی از تفاوت‌های فردی سخن می‌گوییم در واقع در حال بررسی جمعیتی از افراد هستیم نه یک فرد.

۲۴- صفت سازگارتر با محیط

زیست‌شناسان از واژه «صفت بهتر» استفاده نمی‌کنند بلکه به جای آن می‌گویند «صفت سازگارتر با محیط» ← زیرا محیط است که تعیین می‌کند کدام صفات با فراوانی بیشتری به نسل بعد منتقل شوند.

۲۵- انتخاب طبیعی

فرایندی که در طی آن افراد سازگارتر با محیط (یعنی افرادی که شانس بیشتری برای زنده ماندن و تولیدمثل دارند) انتخاب می‌شوند.

* انتخاب طبیعی فرد را تغییر نمی‌دهد بلکه جمعیت را تغییر می‌دهد.

۲۶- روند تاثیر انتخاب طبیعی بر تغییر جمعیت‌ها

در یک جمعیت افراد مختلف ژن‌های متفاوتی دارند ← در نتیجه افراد جمعیت تفاوت‌های فردی دارند. ← بعضی افراد با محیط سازگاری بیشتری دارند ← افراد سازگارتر با محیط شانس بقا بیشتری دارند ← زادآوری در افراد سازگار بیشتر است ← فراوانی افراد سازگار در جمعیت در طی گذر زمان افزایش می‌یابد ← صفت مطلوب به نسل‌های بعد انتقال می‌یابد.

۲۷- مراحل مقاوم شدن باکتری‌ها به آنتی‌بیوتیک‌ها

(۱) ژن مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک در پلازمید (دیسک) باکتری‌ها وجود دارد.

(۲) جمعیت باکتری‌ها، از نظر صفت مقاومت در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها دو دسته بودند:

الف) بیشتر آن‌ها ژن مقاومت در برابر آنتی‌بیوتیک را نداشتند.

ب) بعضی از آن‌ها ژن مقاومت در برابر آنتی‌بیوتیک را داشتند.

(۳) در حضور آنتی‌بیوتیک، باکتری‌های دارای پلازمید، که حاوی ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک بودند فرصت رشد و تکثیر پیدا کردند و باکتری‌های فاقد پلازمید از بین رفتند.

(۴) انتخاب طبیعی باکتری‌هایی را برگزیده است که دارای ژن مقاوم به آنتی‌بیوتیک بوده‌اند.



۲۸- خزانه ژن :

تعریف: مجموع همه آلل‌های موجود در همه جایگاه‌های ژنی افراد یک جمعیت را خزانه ژن آن جمعیت می‌نامند.

* قبل از کشف مفاهیم پایه ژنتیک، زیست‌شناسان جمعیت را بر اساس صفات ظاهری توصیف می‌کردند. مثل گوناگونی رنگ بدن در یک جمعیت جانوری یا گوناگونی رنگ گلبرگ در یک جمعیت گیاهی.

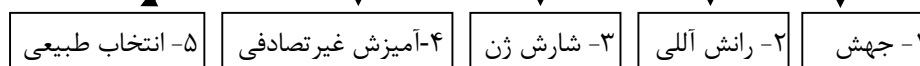
با شناخت ژن‌ها ← این امکان فراهم شد که جمعیت را بر اساس ژن‌های توصیف کنند.

۲۹- جمعیت در حال تعادل ژنی:

اگر در جمعیتی فراوانی نسبی آلل‌ها یا ژنوتیپ‌ها از نسلی به نسل دیگر ثابت باشد، آنگاه می‌گویند: جمعیت در حال تعادل ژنی است ← تا وقتی جمعیت در حال تعادل است، تغییر در آن، مورد انتظار نیست.

* اگر جمعیت از تعادل خارج شود، روند تغییر را در پیش گرفته است.

۳۰- عواملی که باعث می‌شوند جمعیت از حال تعادل خارج شود:



۱- جهش:

- اگر جهش رخ دهد ← آلل‌های جدیدی ایجاد می‌شوند ← این یعنی تغییر در فراوانی نسبی آلل‌ها
- جهش، با افزودن آلل‌های جدید، خزانه ژن را غنی‌تر می‌کند و گوناگونی را افزایش می‌دهد.
- بسیاری از جهش‌ها تأثیری فوری بر فنوتیپ ندارند و بنابراین ممکن است تشخیص داده نشوند. ← اما با تغییر شرایط محیط ممکن است آلل جدید، سازگارتر از آلل یا آلل‌های قبلی عمل کند.

۲- رانش آلی

به فرایندی که باعث تغییر فراوانی آلی بر اثر رویدادهای تصادفی می‌شود، رانش آلی می‌گویند.

- رانش ژن (حذف بعضی آلل‌ها) ← تعدادی از افراد جمعیت از بین بروند یا به محل جدیدی مهاجرت کنند.
- رانش آلی گرچه فراوانی آلل‌ها را تغییر می‌دهد اما برخلاف انتخاب طبیعی به سازش نمی‌انجامد. (هر عامل تغییر دهنده فراوانی آلل، جمعیت را به سمت سازش پیش نمی‌برد).

مثال ۱ برای رانش آلی: فرض کنید گله‌ای شامل ۱۰۰ گوسفند در حال عبور از ارتفاعات اند. حین عبور، دو گوسفند به پایین سقوط می‌کنند. اگر این دو گوسفند زاده‌ای نداشته باشند. شانس انتقال ژن‌های خود به نسل بعد را از دست داده‌اند.

مثال ۲ برای رانش آلی: گاهی در حوادثی نظیر سیل، زلزله، آتش‌سوزی و نظایر آن، تعداد آنهایی که می‌میرند ممکن است بیش از آنهایی باشند که زنده می‌مانند ← بنابراین فقط بخشی از آلل‌های جمعیت بزرگ اولیه به جمعیت کوچک باقی‌مانده خواهد رسید ← جمعیت آینده از همین آلل‌های برجای‌مانده تشکیل خواهند شد.

- * در این صورت نیز فراوانی آلل‌ها تغییر می‌کند اما این تغییر در فراوانی، ارتباطی با سازگاری آنها با محیط و انتخاب طبیعی ندارد.
- * هرچه اندازه یک جمعیت کوچک‌تر باشد (منظور از اندازه جمعیت، تعداد افراد آن است). ← رانش آلی اثر بیشتری دارد. ← به همین علت، برای آنکه جمعیتی در تعادل باشد، باید اندازه بزرگی داشته باشد.

۳- شارش ژن

- وقتی افرادی از یک جمعیت به جمعیت دیگری مهاجرت می‌کنند، در واقع: ۱- تعدادی از آلل‌های جمعیت مبدأ را به جمعیت مقصد وارد می‌کنند و ۲- سبب تغییر در فراوانی نسبی آلل‌های هر دو جمعیت می‌شوند. ← به این پدیده، شارش ژن می‌گویند.
- * اگر بین دو جمعیت، شارش ژن به طور پیوسته و دوسویه ادامه یابد، سرانجام خزانه ژن دو جمعیت به هم شبیه می‌شود.

۴- آمیزش غیر تصادفی

آمیزش‌های غیر تصادفی بر هم‌زنده تعادل هستند. برای آنکه جمعیتی در حال تعادل باشد، لازم است آمیزش‌ها در آن تصادفی باشند. آمیزش تصادفی: آمیزشی است که در آن احتمال آمیزش هر فرد با افراد جنس دیگر در آن جمعیت یکسان باشد و آمیزش‌ها به فنوتیپ یا ژنوتیپ بستگی نداشته باشد.

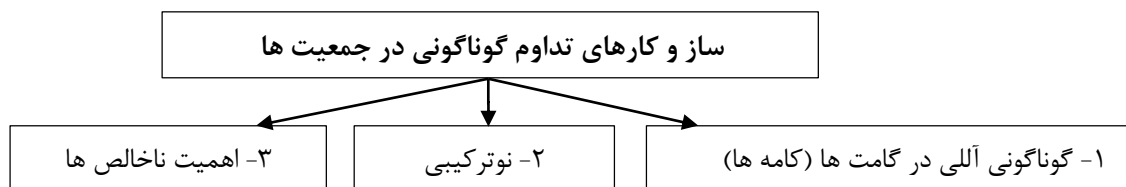
* اگر جانوران جفت خود را بر اساس ویژگی‌های ظاهری و رفتاری انتخاب کنند. ← آمیزش غیر تصادفی است (تصادفی نیست) ← فراوانی نسبی آلل‌ها را تغییر می‌دهد ← جمعیتی از حال تعادل خارج می‌شود.

۵- انتخاب طبیعی

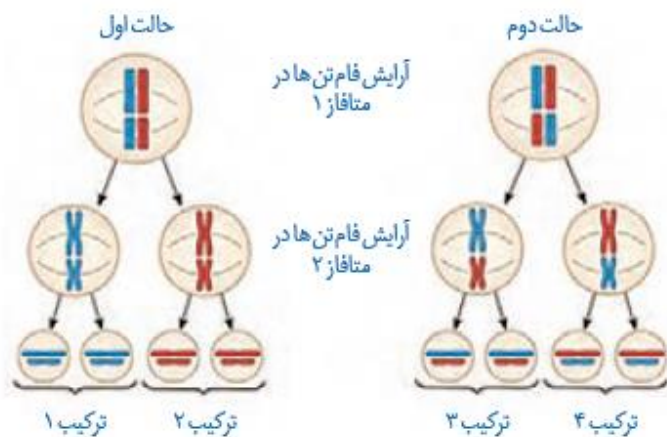
- انتخاب طبیعی فراوانی آلل‌ها را در خزانه ژنی تغییر می‌دهد.
- انتخاب طبیعی افراد سازگارتر با محیط را برمی‌گزیند و از فراوانی دیگر افراد می‌کاهد. ← خزانه ژن نسل آینده دستخوش تغییر می‌شود. مثال: در نتیجه انتخاب طبیعی، بعضی از باکتری‌ها به تغییر شرایط (حضور آنتی‌بیوتیک‌ها) سازش پیدا کرده‌اند.

۳۱- تداوم گوناگونی در جمعیت‌ها

- ۱- از یک طرف بر اثر انتخاب طبیعی الل‌های ناسازگار کاهش می‌یابند و فراوانی الل‌های سازگار افزایش می‌یابد ← با انتخاب شدن افراد سازگارتر، تفاوت‌های فردی و در نتیجه گوناگونی کاهش می‌یابد.
 - ۲- از طرف دیگر گوناگونی در میان افراد یک جمعیت، توانایی بقای جمعیت را در شرایط محیطی جدید بالا می‌برد.
- * با توجه به موارد ۱ و ۲ ← به سازوکارهایی نیاز است که با وجود انتخاب طبیعی، گوناگونی تداوم داشته باشد.



۳۲- گوناگونی آلی در گامت‌ها

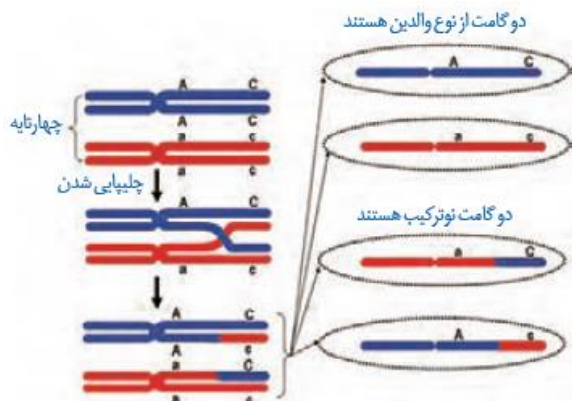


- در تولیدمثل جنسی، هر والد از طریق گامت‌هایی که می‌سازد، نیمی از کروموزوم‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کند. ← اینکه هر گامت کدام یک از کروموزوم‌ها را منتقل می‌کند به آرایش چهارتاییه‌ها (تترادها) در میوز ۱ (کاستمان ۱) بستگی دارد.
- در متافاز میوز ۱، کروموزوم‌ها (فام‌تن‌ها) با آرایش‌های مختلفی ممکن است در سطح میانی یاخته قرار گیرند که به ایجاد گامت‌های مختلف می‌انجامد.

نحوه توزیع فام‌تن‌ها طی کاستمان (میوز)

۳۳- نو ترکیبی

- نو ترکیبی یعنی ترکیب‌های جدیدی از الل‌های موجود در کنار هم قرار بگیرند.
 - نو ترکیبی می‌تواند به دلیل کراسینگ اور (چلیپایی شدن) روی دهد.
- چلیپایی شدن (کراسینگ اور): در میوز ۱، هنگام جفت شدن کروموزوم‌های هم‌تا و ایجاد تتراد، ممکن است قطعه‌ای از کروموزوم بین کروماتیدهای غیرخواهری مبادله شود. این پدیده را چلیپایی شدن (کراسینگ اور) می‌گویند.



- کروماتیدهای نو ترکیب (فامینک‌های نو ترکیب): اگر قطعات مبادله شده حاوی الل‌های متفاوتی باشند، ترکیب جدیدی از الل‌ها در این دو کروماتید به وجود می‌آید و به آنها کروماتیدهای نو ترکیب می‌گویند.
- گامت نو ترکیب: از میان گامت‌ها، آنهایی که کروماتیدهای نو ترکیب را دریافت می‌کنند، گامت نو ترکیب نامیده می‌شوند.

۳۴- اهمیت ناخالص ها

- اهمیت ناخالص ها در تداوم گوناگونی را می توان به وسیله بیماری کم خونی ناشی از گویچه های قرمز داسی شکل نشان داد.



افراد مبتلا به بیماری گویچه های قرمز داسی شکل ← در سنین پایین معمولاً می میرند.



ژنوتیپ افراد ناخالص ← گویچه های قرمز آنها فقط هنگامی داسی شکل می شوند که مقدار اکسیژن محیط کم باشد.



ژنوتیپ افراد سالم ← گویچه های قرمز داسی شکل نیست و حالت طبیعی دارد.

ژنوتیپ های صفت کم خونی داسی شکل

- ژن شناسان با مطالعه توزیع این بیماری در جهان دریافته اند که فراوانی آلل Hb^S در مناطقی که مالاریا شایع است بسیار بیشتر از سایر مناطق است.

- بیماری مالاریا: به وسیله نوعی انگل تک یاخته ای ایجاد می شود که بخشی از چرخه زندگی خود را در گویچه های قرمز می گذراند.

- $Hb^A Hb^A$ یعنی افراد سالم، در معرض خطر ابتلا به مالاریا قرار دارند.

این انگل نمی تواند در افراد ناخالص یعنی $Hb^A Hb^S$ سبب بیماری شود ← پس افراد ناخالص در برابر مالاریا مقاوم هستند. ← بنابراین، وجود دگره Hb^S در مناطق مالاریا خیز باعث بقای جمعیت می شود. (این دگره در سایر مناطق، دگره مناسبی نیست.)

گفتار ۳ : تغییر در گونه ها

- ۱- سنگواره ها (فسیل ها): مطالعه بقایای یک جاندار یا آثاری از جاندار که در گذشته دور زندگی می کرده است.
- ۲- تشریح مقایسه ای: مقایسه اجزای پیکر جانداران گونه های مختلف با یکدیگر
- ۳- مطالعات مولکولی: مقایسه گونه ها در تراز ژنگان (ژنوم)
- ۳۵- شواهد تغییر گونه

- ۳۶- سنگواره: بقایای یک جاندار یا آثاری از جاندار که در گذشته دور زندگی می کرده است.

- سنگواره معمولاً حاوی قسمت های سخت بدن جانداران (مثل استخوان ها یا اسکلت خارجی) است.
- گاهی ممکن است کل یک جاندار سنگواره شده باشد:

مثال ۱: ماموت های منجمد شده ای که همه قسمت های بدن آنها، حتی پوست و مو، حفظ شده اند.

مثال ۲: حشراتی که در رزین های گیاهان به دام افتاده اند.

- ۳۷- دیرینه شناسان به مطالعه سنگواره ها می پردازند.

دیرینه شناسان قادرند عمر یک سنگواره را تعیین کنند. ← می دانند که در هر زمان، چه جاندارانی وجود داشته اند.

۳۸- فسیل‌ها اطلاعات فراوانی به ما می‌دهند:



- در گذشته جاندارانی زندگی می‌کرده‌اند که امروز دیگر نیستند. ← مثل دایناسورها
- جاندارانی هستند که امروز زندگی می‌کنند، اما در گذشته زندگی نمی‌کرده‌اند ← مثل گل لاله یا گربه
- گونه‌هایی هستند که از گذشته‌های دور تا زمان حال زندگی کرده‌اند. ← مثل درخت گیسو

* در مجموع، سنگواره‌ها نشان می‌دهند که در زمان‌های مختلف، زندگی به شکل‌های مختلفی جریان داشته است.

۳۹- تشریح مقایسه‌ای

برگ درخت گیسو و سنگواره آن

- در تشریح مقایسه‌ای اجزای پیکر جانداران گونه‌های مختلف با یکدیگر مقایسه می‌شود.
- در تشریح مقایسه‌ای به ۳ ساختار زیر توجه ویژه‌ای می‌شود:

۱- ساختارهای همتا

۲- ساختارهای آنالوگ

۳- ساختارهای وستیجیال

- تشریح مقایسه‌ای نشان می‌دهد که ساختار بدنی بعضی گونه‌ها از طرح مشابهی برخوردار است.

مثال: مقایسه اندام حرکتی جلویی در مهره‌داران مختلف، مشخص می‌شود که این اندام‌ها، طرح ساختاری یکسانی دارند حتی اگر کار متفاوتی انجام دهند. (همگی آن‌ها دارای استخوان‌های بازو، زند زیرین و زند زیرین، استخوانه‌ای میچ، کف دست و بند انگشتان هستند.)

۴۰- اندام‌ها یا ساختارهای همتا

تعریف: اندام‌هایی که طرح ساختاری آنها یکسان است، حتی اگر کار متفاوتی انجام دهند.

مثال: دست انسان، بال پرنده، باله دلفین و دست گربه مثال‌هایی از اندام‌های همتا هستند.

* علت وجود ساختارهای همتا در گونه‌های متفاوت ← زیست‌شناسان بر این باورند که این گونه‌ها، نیای مشترکی دارند. یعنی اینکه در گذشته از گونه مشترکی مشتق شده‌اند. به همین علت این شباهت‌ها میان آنها دیده می‌شود.

* زیست‌شناسان از ساختارهای همتا ← برای رده‌بندی جانداران استفاده می‌کنند و جانداران خویشاوند را در یک گروه قرار می‌دهند.

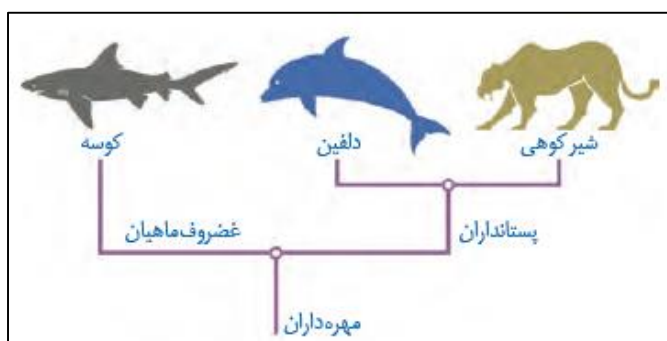
۴۱- نیای مشترک: گونه‌ای است که دو یا چند گونه از تغییر آن اشتقاق پیدا کرده باشند.

۴۲- گونه‌های خویشاوند

تعریف: گونه‌هایی را که نیای مشترکی دارند گونه‌های خویشاوند می‌گویند.

* از خویشاوندی موجودات زنده در رده‌بندی هم استفاده می‌شود.

* دلفین با شیر کوهی خویشاوندی نزدیک‌تری دارد تا با کوسه ← بنابراین دلفین و شیر کوهی در یک گروه قرار می‌گیرند.



۴۳- ساختارهای آنالوگ:

تعریف: ساختارهایی که کار یکسان اما طرح ساختاری متفاوتی دارند.
مثال: بال کبوتر و بال پروانه آنالوگ هستند چون هر دو برای پرواز کردن می‌باشند (کار یکسان) گرچه ساختارهای متفاوتی دارند.
وجود ساختارهای آنالوگ در گونه‌های مختلف نشان می‌دهند که «دو گونه مختلف برای پاسخ به یک نیاز، به روش‌های مختلفی سازش پیدا کرده‌اند».

۴۴- ساختارهای وستیجیال

تعریف: ساختارهایی که در یک عده بسیار کارآمد هستند اما در عده دیگر، کوچک یا ساده شده و حتی ممکن است فاقد کار خاصی باشند. این ساختارهای کوچک، ساده یا ضعیف شده را ساختارهای وستیجیال (به معنی ردپا) می‌نامیم.
مثال: مار پیتون با اینکه پا ندارد اما بقایای پا در لگن آن به صورت وستیجیال موجود است و این حاکی از وجود رابطه‌ای میان آن و دیگر مهره‌داران است.
*شواهد متعددی در دست است که نشان می‌دهد مارها از تغییر یافتن سوسمارها پدید آمده‌اند.
*ساختارهای وستیجیال ردپای «تغییر گونه‌ها» هستند.



بقایای پا در مار پیتون

۴۵- مطالعات مولکولی: یکی از شواهد تغییر گونه‌ها شواهد مولکولی است. مقایسه گونه‌ها را می‌توان در تراز ژنگان (ژنوم) انجام داد.

۴۶- انواع اطلاعات به دست آمده از مقایسه ژنوم گونه‌های مختلف:

- ۱- کدام ژن‌ها در بین گونه‌ها مشترک هستند.
- ۲- کدام ژن‌ها خاص یک گونه هستند و باعث ایجاد ویژگی‌های خاص آن گونه می‌شوند.
- ۳- برای تشخیص میزان خویشاوندی جانداران مختلف از آن‌ها استفاده می‌شود. (با مقایسه DNA آن‌ها «هرچه بین DNA دو جاندار شباهت بیشتری وجود داشته باشد، خویشاوندی نزدیک‌تری دارند».)
- ۴- می‌توان به تاریخچه تغییر گونه‌ها پی برد.

۴۷- توالی‌های حفظ شده

توالی‌هایی از DNA را که در بین گونه‌های مختلف دیده می‌شوند، توالی‌های حفظ شده می‌نامند.

۴۸- گونه

تعاریف مختلفی برای گونه وجود دارد که هر کدام در محدوده مشخصی کارآمدند.
یکی از تعاریف رایج برای گونه، تعریفی است که ارنست مایر ارائه کرده است و برای جاندارانی کاربرد دارد که تولیدمثل جنسی دارند.

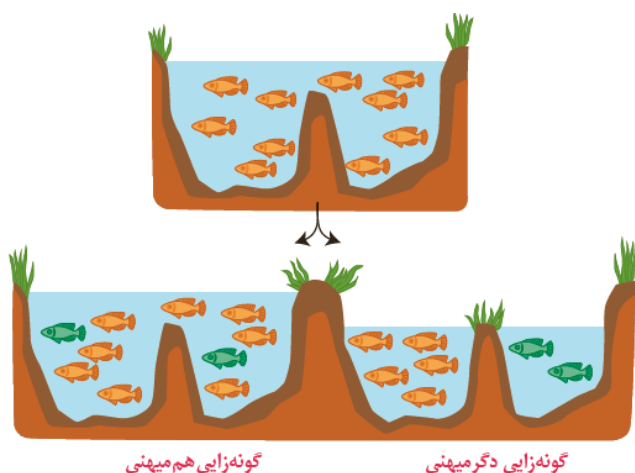
۴۹- تعریف گونه از نظر ارنست مایر

جاندارانی که می‌توانند در طبیعت با هم آمیزش کنند و زاده‌های زیست‌زا و زیست‌باردار دارند. ولی نمی‌توانند با جانداران دیگر آمیزش موفقیت‌آمیز داشته باشند.

۵۰- چند تعریف مرتبط با گونه

- جاندار زیست‌زا: به جاندار گفته می‌شود که زنده می‌ماند و زندگی طبیعی خود را ادامه می‌دهد.
- آمیزش موفقیت‌آمیز: آمیزشی است که به تولید زاده‌های زیست‌زا و زیست‌باردار منجر شود.
- جدایی تولیدمثلی: عواملی است که مانع آمیزش بعضی از افراد یک گونه با بعضی دیگر از افراد همان گونه می‌شوند.
- * پیامد جدایی تولیدمثلی: اگر میان افراد یک گونه جدایی تولیدمثلی رخ دهد، آن‌گاه خزانه ژنی آنها از یکدیگر جدا می‌شود «احتمال تشکیل گونه جدید فراهم می‌شود».

- ۵۱- ساز و کارهای ایجاد یک گونه جدید
- ۱- گونه زایی دگرمیهنی ← در آن جدایی جغرافیایی رخ می‌دهد.
 - ۲- گونه زایی هم‌میهنی ← در آن جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.



مقایسه دو نوع گونه زایی دگرمیهنی و هم‌میهنی ←

۵۲- گونه زایی دگرمیهنی

گاهی بر اثر وقوع رخدادهای زمین‌شناختی و وقوع سدهای جغرافیایی، یک جمعیت، به دو قسمت جداگانه تقسیم می‌شود. مثلاً: در نتیجه پدیده کوه زایی، ممکن است در یک منطقه مثلاً کوه، دره و یا دریاچه ایجاد شود ← افراد یک جمعیت را به دو قسمت تقسیم شوند.

• چگونگی بروز گونه زایی دگرمیهنی

انواع سدهای جغرافیایی، ارتباط دو قسمت را که قبلاً به یک جمعیت تعلق داشتند قطع می‌کنند ← بین آن افراد دیگر شارش ژن صورت نمی‌گیرد ← بر اثر وقوع پدیده‌هایی همچون جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی، به تدریج دو جمعیت یاد شده با یکدیگر متفاوت می‌شوند. ← چون شارش ژن میان آنها وجود ندارد، این تفاوت بیشتر و بیشتر می‌شود ← حتی با برداشته شدن مانع جغرافیایی و قرار گرفتن این دو جمعیت در کنار هم، آمیزشی بین آنها رخ نخواهد داد (جدایی تولیدمثلی) ← بنابراین می‌توان آنها را دو گونه مجزا به شمار آورد. * توجه کنید: اگر جمعیتی که از جمعیت اصلی جدا شده است کوچک باشد. ← اثر رانش ژن را نیز باید در نظر گرفت که خود بر میزان تفاوت بین دو جمعیت می‌افزاید.

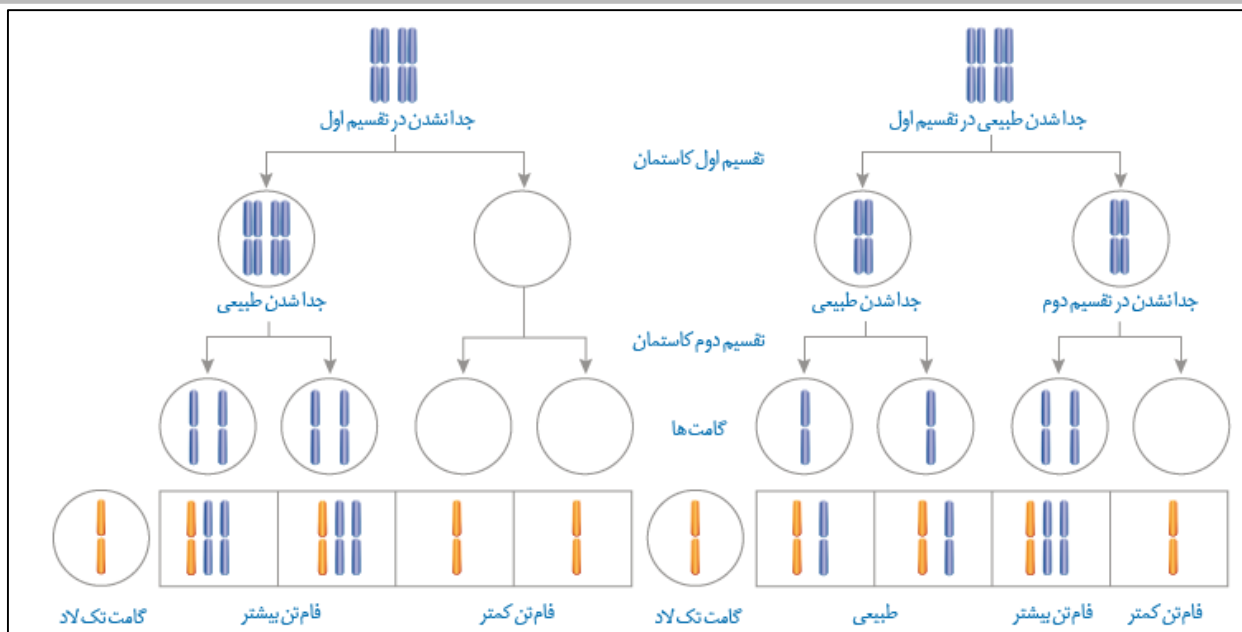
۵۳- گونه زایی هم‌میهنی

گاهی بین جمعیت‌هایی که در یک زیستگاه زندگی می‌کنند، جدایی تولیدمثلی اتفاق می‌افتد و در نتیجه، گونه جدیدی حاصل می‌شود. این نوع گونه زایی را گونه زایی هم‌میهنی می‌نامند.

- در گونه زایی هم‌میهنی، برخلاف گونه زایی دگرمیهنی، جدایی جغرافیایی رخ نمی‌دهد.
- پیدایش گیاهان پلی‌پلویدی، مثال خوبی از گونه زایی هم‌میهنی است.
- پلی‌پلویدی به تولید گیاهانی منجر می‌شود که زیست‌ها و زایا هستند اما نمی‌توانند در نتیجه آمیزش با افراد گونه نیایی خود، زاده‌های زیست‌ها و زایا پدید آورند و بنابراین گونه‌ای جدید به شمار می‌روند.

۵۴- یادآوری

میوز طبیعی یک سلول $2n$ کروموزومی ← تولید چهارسلول n کروموزومی
جدا نشدن کروموزوم‌ها در میوز ← به تشکیل گامت‌هایی با عدد کروموزومی غیرطبیعی منجر می‌شود ← و اگر این گامت‌ها با گامت طبیعی لقاح کنند، تخم طبیعی تشکیل نخواهد شد.

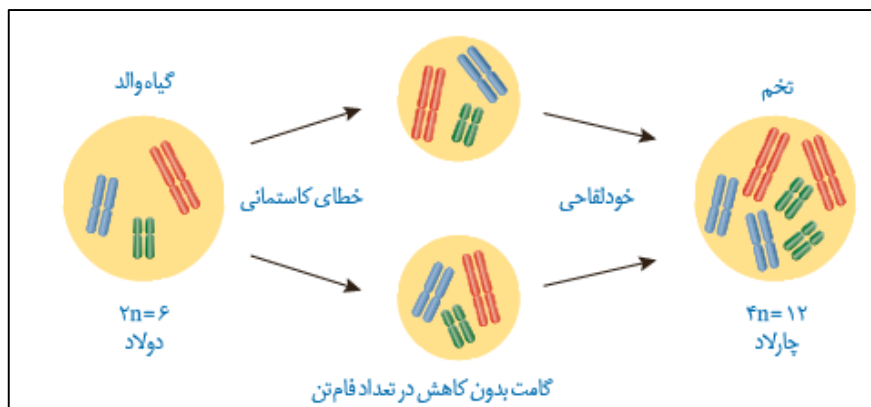


نتیجه آمیزش گامت‌های حاصل از خطای کاستمانی با گامت سالم

۵۵- در اوایل دهه ۱۹۰۰ دانشمندی به نام هوگو دوووری که با گیاهان گل‌مغربی ($2n=14$) کار می‌کرد، متوجه شد که یکی از گل‌های مغربی ظاهری متفاوت با بقیه دارد ← وی با بررسی کروموزوم‌های آن دریافت که این گیاه به جای ۱۴ کروموزوم، ۲۸ کروموزوم دارد و بنابراین تتراپلوئید ($4n$) است.

۵۶- نحوه تشکیل گیاهان پلی‌پلوئیدی (گل‌مغربی)

- گیاهان پلی‌پلوئیدی بر اثر خطای میوزی ایجاد می‌شوند.
- گامت‌هایی که گیاه تتراپلوئید ایجاد می‌کند، دیپلوئید ($2n$) هستند نه هاپلوئید (n)
- اگر گامت‌های گیاه مغربی تتراپلوئید ($4n$)، با گامت‌های گیاهان طبیعی، که هاپلوئیدند، آمیزش کنند تخم‌های حاصل تریپلوئید ($3n$) خواهند شد. ← گیاه تریپلوئید حاصل از نمو این تخم، نازا است.
- اگر گیاه تتراپلوئید بتواند خودلقاحی انجام دهد، یا با گیاه تتراپلوئید دیگری آمیزش داشته باشد، سلول تخم تتراپلوئید ($4n$) خواهد بود. ← گیاهی که از تخم تتراپلوئید ایجاد می‌شود، قادر به میوز است. بنابراین زایا است.
- گیاه مغربی تتراپلوئید، با جمعیت نیایی خود (که $2n$ بودند) نمی‌تواند آمیزش کند و بنابراین به گونه جدیدی تعلق دارد که افراد آن $4n$ هستند.



چگونگی تشکیل گیاه چارلاد (تتراپلوئید) از گیاه دولا (دیپلوئید)

مقدمه

با همه تفاوت هایی که بین جانوران مختلف وجود دارد؛ انرژی مورد نیاز آن ها به شیوه یکسانی از غذایی که می خورند تأمین می شود.

گفتار ۱ : تأمین انرژی

۱- علت نیاز یاخته ها به اکسیژن ← انجام فرایندی به نام تنفس یاخته ای است.

۲- در فرایند تنفس یاخته ای ATP تولید می شود.

تنفس یاخته ای هوازی ← تجزیه ماده مغذی و تولید ATP با حضور اکسیژن انجام می شود.

۳- انواع تنفس یاخته ای واکنش تنفس یاخته ای هوازی $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + ADP + P \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP$ (فسفات)

تنفس یاخته ای بی هوازی ← تجزیه ماده مغذی و تولید ATP بدون نیاز به اکسیژن انجام می شود.

۴- میزان تولید ATP در تنفس بی هوازی نسبت به تنفس هوازی کمتر است.

۵- هیچ جاننداری نمی تواند بدون انرژی زنده بماند، رشد و فعالیت کند. ← زیرا حفظ هریک از ویژگی های جانداران مانند رشد و نمو و تولید مثل و... به در اختیار داشتن ATP وابسته است.

۶- ATP (آدنوزین تری فسفات) ← شکل رایج و قابل استفاده انرژی در یاخته ها است.

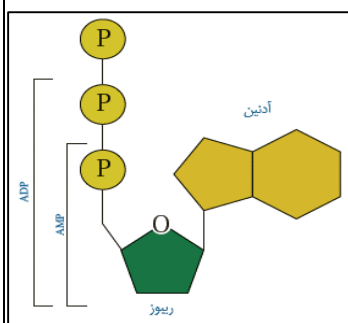
ATP نوکلئوتیدی است که از آدنوزین و سه گروه فسفات تشکیل شده است. آدنوزین ← باز آلی آدنین + قند پنج کربنی ریبوز

الف) ابتدا قند ریبوز و باز آدنین به یکدیگر پیوسته و ایجاد مولکول آدنوزین می کنند.

ب) پیوستن گروه های فسفات به مولکول آدنوزین که در سه مرحله انجام می شود.

۷- مراحل ساخته شدن ATP

- مرحله ۱: آدنوزین + گروه فسفات ← AMP (آدنوزین مونو فسفات)
- مرحله ۲: AMP + گروه فسفات ← ADP (آدنوزین دی فسفات)
- مرحله ۳: ADP + گروه فسفات ← ATP (آدنوزین تری فسفات)

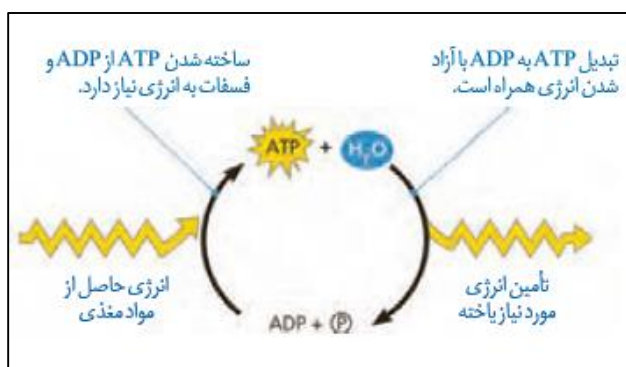


۸- تبدیل ADP و ATP به یکدیگر

- تشکیل ATP از ADP با مصرف انرژی صورت می گیرد. ← انرژی خواه

- تبدیل ATP به ADP با آزاد شدن انرژی صورت می گیرد. ← انرژی زا

*هنگام تبدیل مولکول ATP به ADP، پیوندهای پرانرژی بین گروه های فسفات شکسته شده و انرژی ذخیره شده در آنها آزاد می شود.



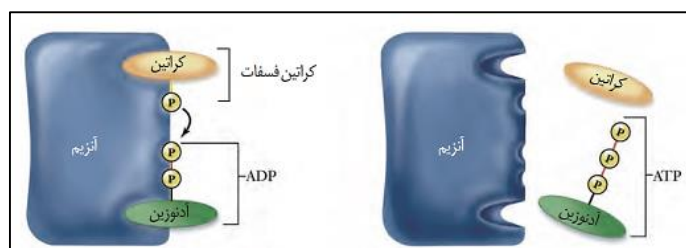
۸- روش های ساخته شدن ATP

۱- در سطح پیش ماده:

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 می نامند.

مثال: تولید ATP به کمک کراتین فسفات در ماهیچه های اسکلتی

* ماهیچه ها برای انقباض به ATP نیاز دارند ← یکی از راه های تأمین انرژی در ماهیچه ها، برداشتن فسفات از مولکول کراتین فسفات و انتقال آن به ADP است. (کراتین فسفات، پیش ماده ای است که فسفات آن برای ساخته شدن ATP به کار می رود).



۲- ساخته شدن اکسایشی:

ATP توسط آنزیم های ATP ساز، از یون فسفات و انرژی حاصل از انتقال الکترون ها در زنجیره انتقال الکترون موجود در غشای داخلی میتوکندری (راکیزه) ساخته می شود.

* اکسایش: واکنشی که در آن یک ماده الکترون (e^-) از دست می دهد.

* کاهش (احیا): واکنشی که در آن یک ماده الکترون (e^-) دریافت می کند.

۳- ساخته شدن نوری:

ATP توسط آنزیم های ATP ساز، از یون فسفات و انرژی حاصل از شیب غلظت پروتون ها در زنجیره انتقال الکترون موجود در غشای تیلاکوئیدهای کلروپلاست (سبز دیسه) ساخته می شود.

* به تولید ATP در فتوسنتز ساخته شدن نوری ATP می گویند. ← زیرا حاصل فرایندی است که فرایندی است که با نور به راه می افتد. (نور باعث شروع واکنش های زنجیره انتقال الکترون و فعالیت آنزیم ATP ساز و در نهایت تولید ATP، می باشد).

۹- اغلب، واژه تنفس یاخته ای را برای تنفس یاخته ای هوازی به کار می برند.

• مرحله ۱: مرحله بی هوازی

در این مرحله که قندکافت (گلیکولیز) نامیده می شود، ماده اولیه مرحله هوازی یعنی پیرووات تولید می شود.

• مرحله ۲: مرحله هوازی

مرحله هوازی تنفس یاخته ای دارای ۳ مرحله می باشد:

۱- اکسایش پیرووات و تشکیل استیل کوآنزیم A

۲- چرخه کربس (Krebs)

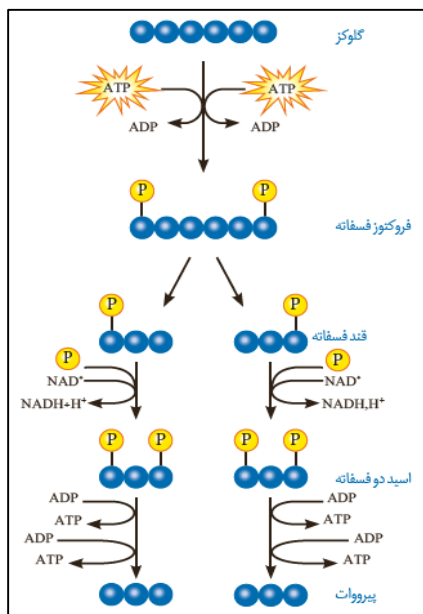
۳- زنجیره انتقال الکترون

۱۰- تنفس یاخته ای در دو مرحله کلی رخ می دهد

۱۱- قند کافت (گلیکولیز)

- اولین مرحله تنفس یاخته ای، گلیکولیز و به معنی تجزیه گلوکز است.
- گلیکولیز یک فرآیند بی هوازی است و در سیتوپلاسم انجام می شود.
- تجزیه گلوکز در گلیکولیز، نه به صورت یک باره، بلکه به صورت مرحله ای انجام می شود.
- برای انجام واکنش های مربوط به تجزیه گلوکز، به انرژی فعال سازی نیاز هست که این انرژی از ATP تأمین می شود.

۱۲- مراحل انجام قند کافت (گلیکولیز)

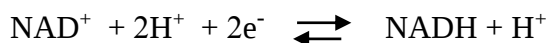


- ← **گام اول:** مولکول گلوکز (۶ اتم کربن دارد) ۲ مولکول ATP مصرف می کند ← قند فروکتوز با دو فسفات ایجاد می شود. (قند ۶ کربنی دو فسفات)
- ← **گام دوم:** قند ۶ کربنی دو فسفات تجزیه می شود ← دو قند سه کربنی تک فسفات ایجاد می شود.
- ← **گام سوم:** به هر یک از قندهای سه کربنی تک فسفات، یک گروه فسفات اضافه می شود ← دو عدد اسید سه کربنی دو فسفات ایجاد می شود.
- ← **گام چهارم:** از هر یک از این اسیدهای سه کربنی دو فسفات طی مراحل ترکیب سه کربنی به نام پیرووات (بنیان پیروویک اسید) تولید می شود.

- ۱- پیرووات (بنیان پیروویک اسید)
 ۲- ATP (آدنوزین تری فسفات)
 ۳- NADH (نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید)
- ۱۳- محصولات گلیکولیز عبارتند از

۱۴- NADH

- NADH حامل الکترون است، دو نوکلئوتید دارد و از NAD⁺ به اضافه الکترون و پروتون تشکیل می شود.
- NAD⁺ و NADH با گرفتن و از دست دادن الکترون و پروتون، به همدیگر تبدیل می شوند.
- NAD⁺ با گرفتن الکترون کاهش و NADH با از دست دادن الکترون اکسایش می یابد.

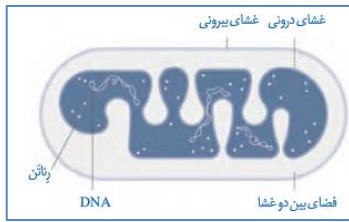


* یک الکترون برای خنثی کردن NAD⁺ به کار می رود ← بنابراین محصول به صورت NADH + H⁺ نوشته می شود.

۱۵- ساخته شدن ATP در گلیکولیز به روش تولید در سطح پیش ماده انجام می شود. یعنی فسفات های اسیدهای سه کربنی به مولکول ADP منتقل شده و ATP تولید می شود.

۱۶- سر نوشت پیرووات های حاصل از گلیکولیز:

- محصول نهایی گلیکولیز، ۲ مولکول پیرووات می باشد که بسته به حضور و یا عدم حضور اکسیژن، دو مسیر را می تواند طی کند:
- **مسیر اول)** اگر اکسیژن کافی در یاخته وجود داشته باشد ← ۲ مولکول پیرووات وارد مرحله هوازی تنفس یاخته ای در میتوکندری می شوند.
 - **مسیر دوم)** اگر اکسیژن کافی در یاخته وجود نداشته باشد ← پیرووات در همان سیتوپلاسم مانده و به صورت بی هوازی تخمیر می شود که در این حالت انرژی کمتری نسبت به حالت (مسیر اول) تولید می شود.



- ۱- غشا
- ۱- غشای خارجی صاف
 - ۲- غشای داخلی چین خورده
- ۲- ماده زمینه ای درون میتوکندری که حاوی
- ۱- DNA حلقوی
 - ۲- RNA
 - ۳- ریبوزوم
 - ۴- برخی آنزیم ها
- ۳- فضاها
- ۱- فضای بین دو غشا
 - ۲- فضایی که توسط غشای درونی احاطه شده است. (فضای داخلی میتوکندری)

فعالیت ۱:

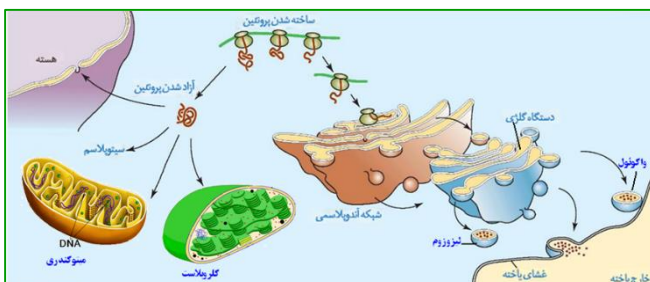
همان طور که دیدید، در قندکافت ATP ساخته می شود. براساس روش هایی که دربارهٔ تولید ATP گفتیم، ساخته شدن ATP در قندکافت با کدام روش انجام می شود؟

ساخته شدن ATP در گلیکولیز ← به روش تولید در سطح پیش ماده انجام می شود.

فسفات های اسیدهای سه کربنی به مولکول ADP منتقل شده و ATP تولید می شود.

۱۸- میتوکندری (راکیزه) مقصد پیرووات در سلول های یوکاریوتی

- مرحله دوم تنفس یاخته ای به اکسیژن نیاز دارد و در یوکاریوت ها در میتوکندری انجام می شود.
- میتوکندری دو غشا دارد: غشای بیرونی صاف، و غشای درونی آن به داخل چین خورده است. ← در نتیجه، فضای درون میتوکندری به بخش داخلی و بخش بیرونی (فضای بین دو غشا) تقسیم می شود.
- آنزیم های مورد نیاز برای تولید ATP و مولکول های حامل الکترون که در تنفس سلولی نقش دارند، در روی غشای داخلی میتوکندری قرار دارند.
- میتوکندری DNA مستقل از هسته و ریبوزوم مخصوص به خود را دارد ← پروتئین سازی در میتوکندری (راکیزه) انجام می شود.
- در DNA میتوکندری، ژن های مورد نیاز برای ساخته شدن انواعی از پروتئین های مورد نیاز در تنفس یاخته ای وجود دارند.
- همه پروتئین ها و آنزیم های مورد نیاز میتوکندری، درون خود این اندامک وجود ندارند.
- میتوکندری برای انجام نقش خود در تنفس یاخته ای به پروتئین هایی وابسته است که ژن های آنها در هسته قرار دارند و به وسیله ریبوزوم های سیتوپلاسمی ساخته می شوند.



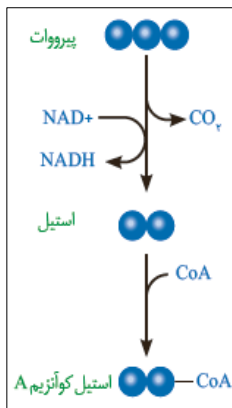
دقت کنید:

پروتئین ها و آنزیم های موجود در میتوکندری دو دسته هستند:

- (۱) پروتئین هایی که ژن رمز کننده آن ها در DNA حلقوی میتوکندری است و توسط ریبوزوم های درون میتوکندری ساخته می شوند.
- (۲) پروتئین هایی که ژن رمز کننده آن ها در DNA خطی هسته سلول است و توسط ریبوزوم های سیتوپلاسمی ساخته می شوند و سپس به میتوکندری می روند.

- میتوکندری همراه با یاخته و نیز مستقل از آن تقسیم می شود.
- اهمیت مستقل بودن تقسیم میتوکندری از تقسیم یاخته ← در شرایطی که یاخته به انرژی بیشتری نیاز داشته باشد، می تواند با تقسیم میتوکندری و تولید میتوکندری های بیشتر، انرژی مورد نیاز خود را تامین کند.

- پیرووات تولید شده در گلیکولیز از طریق انتقال فعال (با صرف انرژی و برخلاف شیب غلظت) وارد میتوکندری شده و در آنجا اکسایش می یابد.



• مراحل اکسایش پیرووات:

- ابتدا پیرووات در میتوکندری یک CO_2 از دست می دهد و به بنیان استیل تبدیل می شود $\leftarrow$ بنیان استیل به مولکولی به نام کوآنزیم A متصل شده و مولکول استیل کوآنزیم A را تشکیل می دهد.

۱۹- اکسایش پیرووات

- مواد مصرف شده در مرحله اکسایش یک مولکول پیرووات
- ۱- یک NAD^+
- ۲- یک کوآنزیم A

- مواد تولید شده در مرحله اکسایش یک مولکول پیرووات
- ۱- یک NADH
- ۲- یک CO_2
- ۳- یک مولکول استیل کوآنزیم A

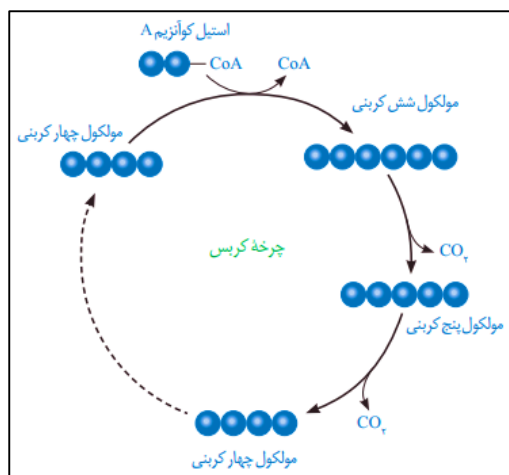
۲۰- اکسایش استیل کوآنزیم A: در چرخه ای از واکنش های آنزیمی، به نام چرخه کربس، در بخش داخلی میتوکندری انجام می گیرد.

گفتار ۲: اکسایش بیشتر

۲۱- مولکول گلوکز در تنفس هوازی باید تا حد تشکیل مولکول های CO_2 تجزیه شود. بخشی از تجزیه گلوکز در قندکافت (گلیکولیز) و اکسایش پیرووات و بخش دیگر آن در چرخه کربس انجام می شود.

۲۲- مراحل چرخه کربس

$\leftarrow$ گام اول: استیل کوآنزیم A با مولکولی چهارکربنی ترکیب شده و مولکولی شش کربنی، ایجاد می شود. $\leftarrow$ در این مرحله کوآنزیم A نیز جدا می شود.



مولکول ۴ کربنه + استیل کوآنزیم A $\leftarrow$ مولکول ۶ کربنه

کوآنزیم A

$\leftarrow$ گام دوم: با جدا شدن یک مولکول CO_2 از مولکول ۶ کربنی، یک مولکول ۵ کربنی تولید می شود.

مولکول ۶ کربنه $\leftarrow$ مولکول ۵ کربنه

CO_2

$\leftarrow$ گام سوم: با جدا شدن یک مولکول CO_2 از مولکول ۵ کربنی، یک مولکول ۴ کربنی تولید می شود.

مولکول ۵ کربنه $\leftarrow$ مولکول ۴ کربنه

CO_2

$\leftarrow$ گام های بعدی: در طی واکنش های متفاوتی که در چرخه کربس رخ می دهد، مولکول ۴ کربنی اولیه برای گرفتن استیل کوآنزیم A دیگر، بازسازی می شود.

مولکول ۴ کربنه $\leftarrow$ انجام یک سری واکنش های متفاوت

مولکول ۴ کربنه (مولکول آغازگر چرخه کربس)

۲۳- از اکسایش هر مولکول ۶ کربنی، در واکنش های چرخه کربس، علاوه بر تولید مولکول CO_2 ، مولکول های NADH ، FADH_2 و ATP در محل های متفاوتی از چرخه تشکیل می شوند.

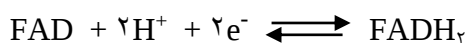
۲۴- در چرخه کربس همانند گلیکولیز، تولید ATP در سطح پیش ماده صورت می گیرد.

۲۵- FADH_2 (فلاوین آدنین دی نوکلئوتید)

- FADH_2 ترکیبی نوکلئوتید دار است.

- حامل الکترون است.

- FADH_2 از FAD مطابق با واکنش رو به رو ساخته می شود:



۲۶- تشکیل ATP بیشتر

* در تنفس سلولی دی اکسیدکربن، آب و ATP تولید می شود.

* مولکول های NADH و FADH_2 که در مراحل گلیکولیز و چرخه کربس ساخته می شوند نیز برای تولید ATP مصرف می شوند.

- سوال ۱:

چگونه انرژی مولکول های حامل الکترون (NADH و FADH_2) برای تولید ATP به کار می رود؟

- سوال ۲:

آب چگونه در این فرآیند تولید می شود؟

پاسخ این پرسش ها در زنجیره انتقال الکترون در غشای درونی میتوکندری نهفته است.

۲۷- زنجیره انتقال الکترون:

زنجیره انتقال الکترون از مولکول هایی تشکیل شده است که در غشای درونی میتوکندری (راکیزه) قرار دارند و می توانند الکترون بگیرند یا از دست دهند.

۲۸- چگونگی تشکیل آب در زنجیره انتقال الکترون میتوکندری

الکترون های موجود در زنجیره انتقال الکترون، در نهایت به اکسیژن مولکولی (O_2) می رسند. ← اکسیژن با گرفتن الکترون به یون اکسید یعنی O^{2-} (اتم اکسیژن با دو بار منفی) تبدیل می شود. ← یون های اکسید در ترکیب با پروتون هایی که در بخش داخلی میتوکندری قرار دارند، مولکول های آب را تشکیل می دهند.



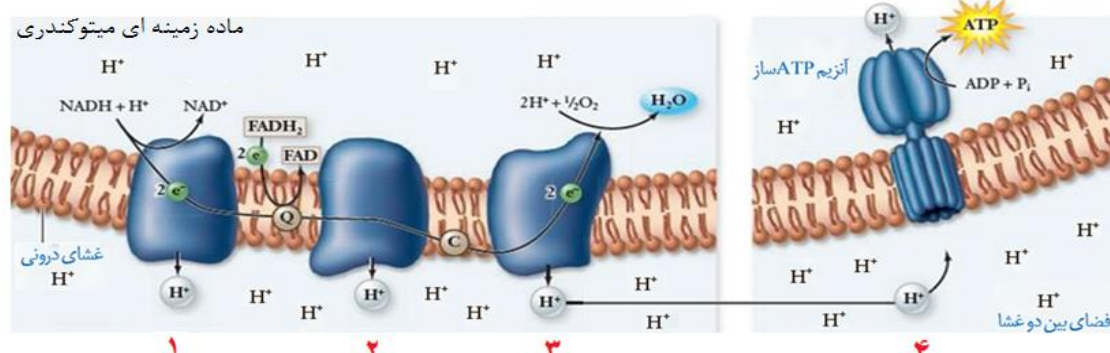
واکنش تشکیل آب در زنجیره انتقال الکترون میتوکندری

۲۹- پروتون ها (یون های H^+) در سه محل از زنجیره انتقال الکترون از بخش داخلی به فضای بین دو غشا پمپ می شوند ← انرژی لازم برای انتقال پروتون ها از الکترون های پراانرژی NADH و FADH_2 فراهم می شود.

۳۰- چگونگی تشکیل ATP در زنجیره انتقال الکترون میتوکندری

با ورود پروتون ها از بخش داخلی به فضای بین دو غشا، تراکم آنها در این فضا، نسبت به بخش داخلی افزایش می یابد. ← پروتون ها براساس شیب غلظت، تمایل دارند که به سمت بخش داخلی برگردند ← تنها راه پیش روی پروتون ها برای برگشتن به بخش داخلی، مجموعه ای پروتئینی به نام آنزیم ATP ساز است. ← پروتون ها از کانالی که در این مجموعه قرار دارد، می گذرند و انرژی مورد نیاز برای تشکیل ATP از ADP و گروه فسفات فراهم می شود.

۳۱- مراحل کار زنجیره انتقال الکترون به ترتیب:



- (۱) هر مولکول NADH، ۲ الکترون خود را به اولین پروتئین زنجیره (پروتئین شماره ۱) می دهد و به NAD^+ اکسایش می یابد.
 - (۲) هر مولکول FADH_2 نیز ۲ الکترون خود را به پروتئینی که در مسیر بین پروتئین شماره ۱ و ۲ قرار دارد، می دهد و به FAD اکسایش می یابد.
 - (۳) در اثر عبور الکترون ها از پروتئین های ۱ و ۲ و ۳ و با استفاده از انرژی این الکترون ها، این پروتئین ها یون های هیدروژن (H^+) را از فضای داخلی میتوکندری برخلاف شیب غلظت، به فضای بین دو غشاء پمپ می کنند.
 - (۴) در نهایت الکترون ها پس از عبور از سومین پروتئین، به اکسیژن مولکولی برخورد کرده و تولید یون اکسید (اکسیژن با دو بار منفی) می کنند. سپس یون اکسید با گرفتن دو پروتون (H^+) تبدیل به یک مولکول آب می شود.
- * در اثر ورود پروتون ها (H^+) از بخش داخلی به فضای بین دو غشاء و در نتیجه افزایش تراکم H^+ در فضای بین دو غشاء، یون های هیدروژن از پروتئین شماره ۴ که مجموعه پروتئینی به نام آنزیم ساز ATP است، بر اساس شیب غلظت به فضای درونی میتوکندری برمی گردند. با عبور پروتون ها از کانالی که در این مجموعه قرار دارد، انرژی لازم برای تبدیل ADP به ATP فراهم می شود.

فعالیت ۲:

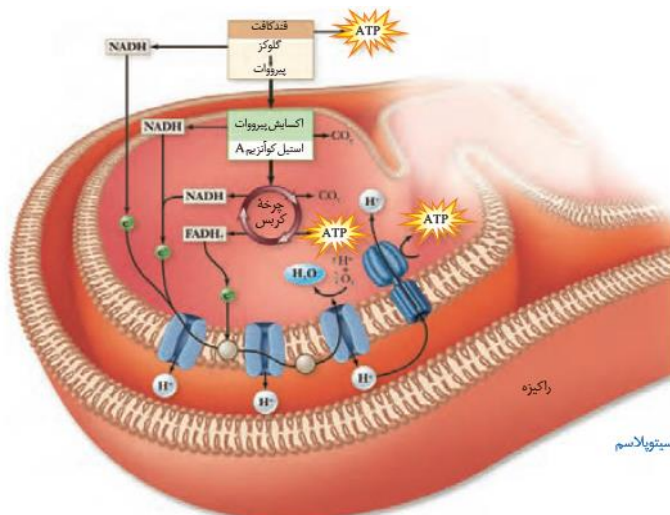
الف) توضیح دهید چرا ساخته شدن ATP در زنجیره انتقال الکترون، از نوع ساخته شدن اکسایشی ATP است؟

ب) با توجه به نقش غشای درونی راکبزه در تنفس یاخت های، چین خورده بودن آن چه ارزشی برای یاخته دارد؟

الف) بر اساس آنچه در زنجیره انتقال الکترون مشاهده می شود، ساخته شدن ATP با اکسایش مولکول های NADH و FADH_2 و در نهایت تولید اکسیژن دو بار منفی (O^{2-}) همراه است.

ب) غشای درونی میتوکندری محل اجزا و پروتئین های تشکیل دهنده زنجیره انتقال الکترون است. چین خوردگی بیشتر غشای درونی موجب افزایش سطح این غشا شده و در نتیجه باعث افزایش عوامل زنجیره انتقال الکترون و تولید ATP بیشتر می شود.

۳۲- مروری بر تنفس یاخته ای



در فرایند گلیکولیز از گلوکز پیرووات ایجاد می شود.

پیرووات به میتوکندری می رود و در آنجا با از دست دادن CO_2 به استیل کوآنزیم A اکسایش می یابد.

استیل کوآنزیم A وارد چرخه کربس می شود.

مولکول های حامل اکترون NADH و FADH_2 وارد زنجیره انتقال اکترون می شوند.

در نهایت مولکول های کربن دی اکسید، آب و ATP تولید می شوند.

۳۳- تنظیم تنفس یاخته ای: تولید اقتصادی

- اندازه گیری های واقعی در شرایط بهینه آزمایشگاهی نشان می دهند که مقدار ATP تولید شده در ازای تجزیه کامل گلوکز در بهترین شرایط در یاخته یوکاریوت، حداکثر ۳۰ ATP است.
- تولید ATP در یاخته های متفاوت و متناسب با نیاز بدن فرق می کند.

۳۴- سوال:

اگر مقدار ATP در یاخته زیاد باشد، واکنش های گلیکولیز و چرخه کربس، به همان میزانی انجام می شوند که در شرایط کمبود ATP است؟

پاسخ:

تولید ATP تحت کنترل میزان ATP و ADP است.

- اگر ATP زیاد باشد ← آنزیم های درگیر در گلیکولیز و چرخه کربس مهار می شوند ← کاهش تولید ATP
- اگر ATP کم باشد ← آنزیم های درگیر در گلیکولیز و چرخه کربس فعال می شوند ← افزایش تولید ATP

* تنظیم فوق مانع از هدر رفتن منابع می شود.

۳۵- یاخته های بدن ما به طور معمول از گلوکز و ذخیره قندی کبد (گلیکوژن) برای تأمین انرژی استفاده می کنند. ← در صورتی که این منابع کافی نباشند، آنها برای تولید ATP به سراغ تجزیه چربی ها و پروتئین ها می روند.

↓ 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 دارند یا اینکه به دلایل متفاوت غذای کافی در اختیار ندارند.

فعالیت ۴:

شاید دیده باشید که در دانه های خشک و بدون آب مانند نخود و لوبیا، حشرات و لارو آنها رشد و نمو می کند. با توجه به اینکه این دانه ها خشک اند و تقریباً آبی ندارند، آب مورد نیاز این جانوران چگونه تأمین می شود؟ این آب می تواند در تنفس یاخته ای حشره و با انتقال الکترون در زنجیره انتقال الکترون غشاء راکیزه ها تشکیل شود.

گفتار ۳: زیستن مستقل از اکسیژن

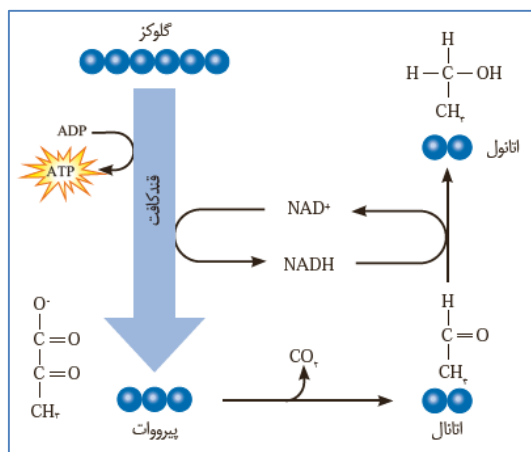
۳۶- تخمیر: از روش های تأمین انرژی در شرایط کمبود یا نبود اکسیژن است که در انواعی از جانداران رخ می دهد.

- در فرایند تخمیر، میتوکندری و در نتیجه زنجیره انتقال الکترون نقشی ندارند.
- تخمیر الکلی و تخمیر لاکتیکی انواعی از تخمیر هستند که در صنایع متفاوت از آنها بهره می بریم.
- تخمیر الکلی و لاکتیکی مانند تنفس هوازی با گلیکولیز آغاز می شوند و پیرووات ایجاد می کنند.
- در گلیکولیز تشکیل پیرووات از قند فسفات همراه با ایجاد $NADH$ از NAD^+ است ← بنابراین برای تداوم گلیکولیز، وجود NAD^+ ضروری است و اگر NAD^+ نباشد گلیکولیز متوقف می شود ← در نتیجه تخمیر انجام نمی شود.
- در تخمیر، مولکول هایی ایجاد می شوند که در فرایند تشکیل آن ها NAD^+ به وجود می آید.

• تخمیر الکلی طی دو مرحله انجام می شود:

۱) پیرووات حاصل از گلیکولیز با از دست دادن CO_2 ، به اتانال تبدیل می شود.

۲) اتانال با گرفتن الکترون های $NADH$ و اکسایش آن به NAD^+ ، اتانول ایجاد می کند.



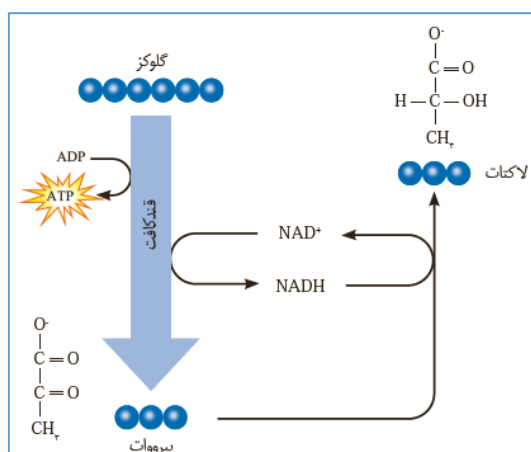
۳۷- تخمیر الکلی

• مثال: ور آمدن خمیر نان به علت انجام تخمیر الکلی است.

۳۸- ماهیچه های اسکلتی برای تجزیه کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارند و اگر اکسیژن کافی نباشد، لاکتات در ماهیچه ها تجمع می یابد.

۳۹- ساز و کارهای ایجاد لاکتات در ماهیچه ها: فعالیت شدید ماهیچه ها به اکسیژن فراوان نیاز دارد. اگر اکسیژن کافی نباشد، پیرووات حاصل از گلیکولیز وارد میتوکندری ها نمی شود ← بلکه با گرفتن الکترون های $NADH$ به لاکتات تبدیل می شود.

• تخمیر لاکتیکی فقط یک مرحله دارد ← پیرووات (۳ کربنی)، به صورت مستقیم با دریافت الکترون های $NADH$ و اکسایش آن به NAD^+ تبدیل به لاکتات (۳ کربنی) می شود.



۴۰- تخمیر لاکتیکی

• انواعی از باکتری ها تخمیر لاکتیکی را انجام می دهند.

۱- بعضی از این باکتری ها، مانند آنچه در ترش شدن شیر رخ می دهد، سبب فساد غذا می شوند.

۲- انواعی از آنها در تولید فرآورده های غذایی به کار می روند. تخمیر لاکتیکی در تولید فرآورده های شیری و خوراکی هایی مانند خیارشور نقش دارد.

۴۱- تخمیر در گیاهان

گیاهانی که به طور طبیعی در شرایط غرقابی رشد می کنند، ساز و کارهایی برای تأمین اکسیژن مورد نیاز دارند:

- ۱- تشکیل بافت پارانشیمی (نرم آکنه‌ای) هوادار در گیاهان آبی
- ۲- شش ریشه در درخت خرا

* هر دو نوع تخمیر الکلی و لاکتیکی در گیاهان وجود دارد.

* تجمع الکلی یا لاکتیک اسید در یاخته گیاهی به مرگ آن می انجامد، بنابراین باید از یاخته ها دور شوند.

- **ویژگی:** به علت داشتن الکترون‌های جفت نشده در ساختار خود، واکنش‌پذیری بالایی دارند و می‌توانند در واکنش با مولکول‌های تشکیل‌دهنده بافت های بدن، به آنها آسیب برسانند.
- رادیکال‌های آزاد از عوامل ایجاد سرطان هستند.
- در تنفس هوازی، اکسیژن با پذیرش الکترون در پایان زنجیره انتقال الکترون میتوکندری به یون اکسید (O^{2-}) تبدیل می‌شود. ← گاهی یون اکسید (O^{2-}) با یون های هیدروژن (H^+) ترکیب می‌شوند و مولکول آب به وجود می‌آید.
- گاهی درصدی از اکسیژن ها وارد واکنش تشکیل آب نمی شوند ← و به صورت رادیکال آزاد در می‌آیند.
- **مقابله با اثر سمی رادیکال‌های آزاد:**

- میتوکندری ها برای مقابله با اثر سمی رادیکال‌های آزاد، به ترکیبات آنتی اکسیدان وابسته اند.
- خوردن میوه‌ها و سبزیجات در حفظ سلامت بدن نقش دارند. این مواد غذایی دارای آنتی اکسیدان‌هایی مانند کاروتنوئیدها هستند.
- آنتی اکسیدان‌ها ← در واکنش با رادیکال‌های آزاد مانع از اثر تخریبی آنها بر مولکول‌های زیستی و در نتیجه تخریب بافت‌های بدن می‌شوند.

اثر تجمع رادیکال‌های آزاد: اگر به هر علت سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از سرعت مبارزه با آنها بیشتر باشد ← رادیکال‌های آزاد در میتوکندری تجمع می‌یابند و آن را تخریب می‌کنند ← در نتیجه، یاخته هم تخریب می‌شود.

رادیکال‌های آزاد برای جبران کمبود الکترونی خود به مولکول‌های سازنده یاخته و اجزای آن، حمله می‌کنند و باعث تخریب آن ها می‌شوند.

۴۲- رادیکال‌های آزاد

۴۲- برخی از عواملی که میتوکندری را در مبارزه و خنثی سازی رادیکال‌های آزاد، با مشکل رو به رو می‌کنند.

۱- الکل

مطالعات نشان می دهد که الکل سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از اکسیژن را افزایش می دهد و مانع از عملکرد میتوکندری در جهت کاهش آنها می شود. ← رادیکال‌های آزاد با حمله به DNA میتوکندری، سبب تخریب میتوکندری و در نتیجه مرگ یاخته‌های کبدی و بافت مردگی کبد می‌شوند. ← به همین علت اختلال در کار کبد و از کار افتادن آن از شایعترین عوارض نوشیدن مشروبات الکلی است.

۲- انواعی از نقص‌های ژنی

گاهی نقص در ژن های مربوط به پروتئین های زنجیره انتقال الکترون، به ساخته شدن پروتئین‌های معیوب می انجامد ← میتوکندری‌هایی که این پروتئین‌های معیوب را داشته باشد در مبارزه با رادیکال‌های آزاد، عملکرد مناسبی ندارد.

۴۲- توقف انتقال الکترون

مواد سمی فراوانی وجود دارند که با مهار یک یا تعدادی از واکنش های تنفس هوازی، سبب توقف تنفس یاخته ای و مرگ می شوند. مانند:

۱- سیانید:

سیانید واکنش نهایی مربوط به انتقال الکترون ها به O_2 را مهار و در نتیجه باعث توقف زنجیره انتقال الکترون می شود.

۲- گاز کربن مونو اکسید (CO) :

گاز کربن مونو اکسید به دو شکل در تنفس یاخته ای اختلال ایجاد می کند:

(۱) با اتصال به هموگلوبین، مانع از اتصال اکسیژن به آن می شود. ← و چون به آسانی از هموگلوبین جدا نمی شود، ظرفیت حمل اکسیژن

در خون را کاهش می دهد ← این عملکرد مونو اکسید کربن، در واقع در انجام تنفس یاخته ای اختلال ایجاد می کند.

(۲) سبب توقف واکنش مربوط به انتقال الکترون ها به اکسیژن می شود. ← توقف زنجیره انتقال الکترون

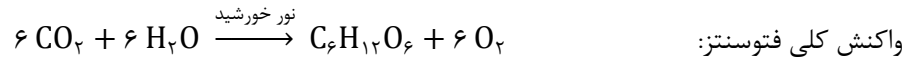
۴۳- منابع تولید مونو اکسید کربن ← ۱- دود خارج شده از خودروها ۲- سیگار

مقدمه

انرژی مورد نیاز ما برای انجام فعالیت های حیاتی، از مواد مغذی مانند گلوکز تأمین می شود.

گفتار ۱ : تبدیل انرژی نور به انرژی

۱- گیاهان در فرایند فتوسنتز CO_2 را با استفاده از انرژی نور خورشید به ماده آلی تبدیل و اکسیژن نیز تولید می کنند.



۲- میزان فتوسنتز را می توان با تعیین ۱- میزان کربن دی اکسید مصرف شده و یا ۲- میزان اکسیژن تولید شده اندازه گرفت.

۳- برای اینکه جاندار بتواند فتوسنتز انجام دهد، باید ویژگی های خاصی داشته باشد. مثلاً:

۱- داشتن مولکول های رنگیزه ای که بتوانند انرژی نور خورشید را جذب کنند.

۲- داشتن سامانه ای برای تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی

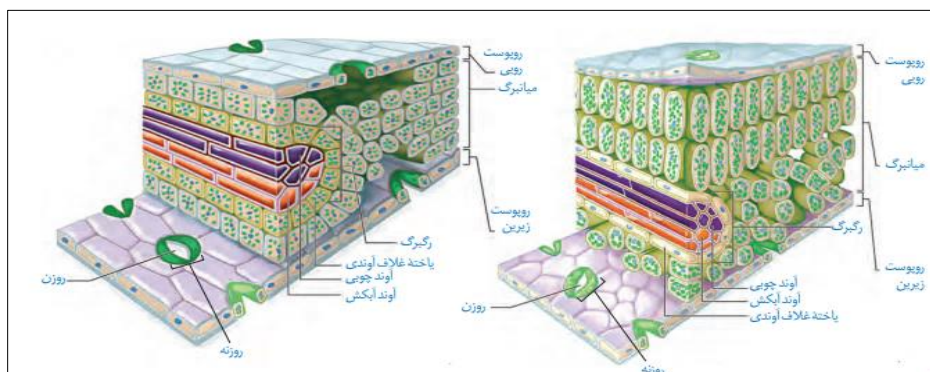
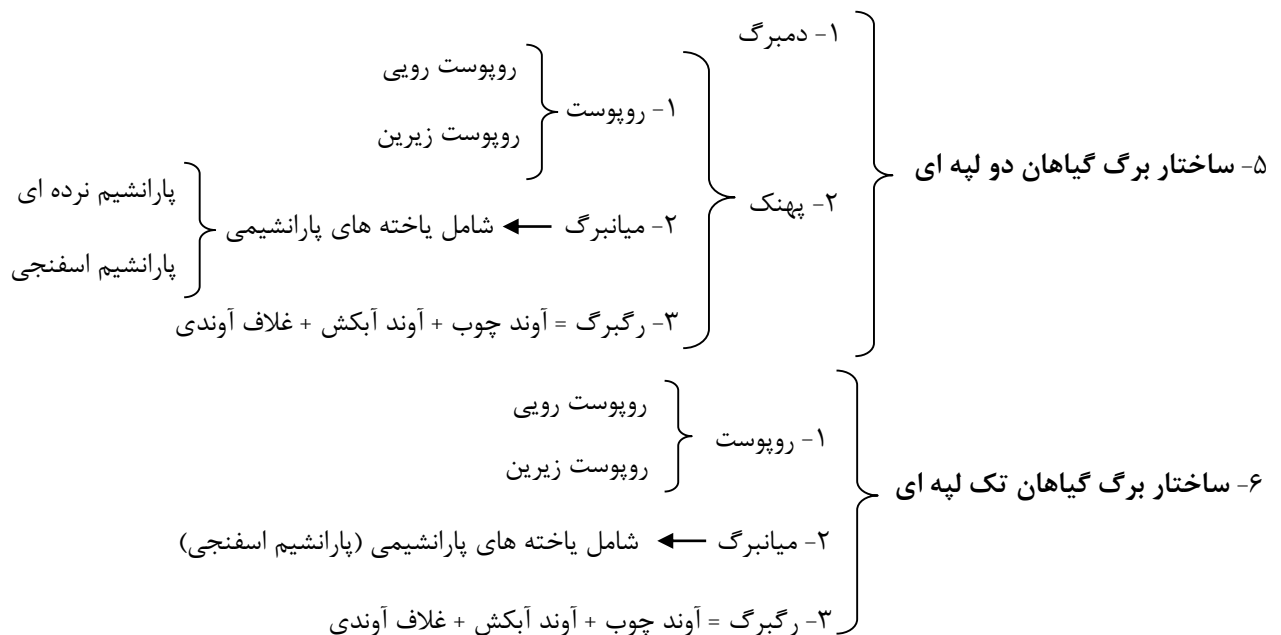
۴- برگ ساختار تخصص یافته برای فتوسنتز

برگ که مناسب ترین ساختار برای فتوسنتز در اکثر گیاهان است. زیرا :

۱- تعداد فراوانی کلروپلاست دارد.

۲- داشتن روزنه و آوند که از ویژگی های مناسب برگ ها است.

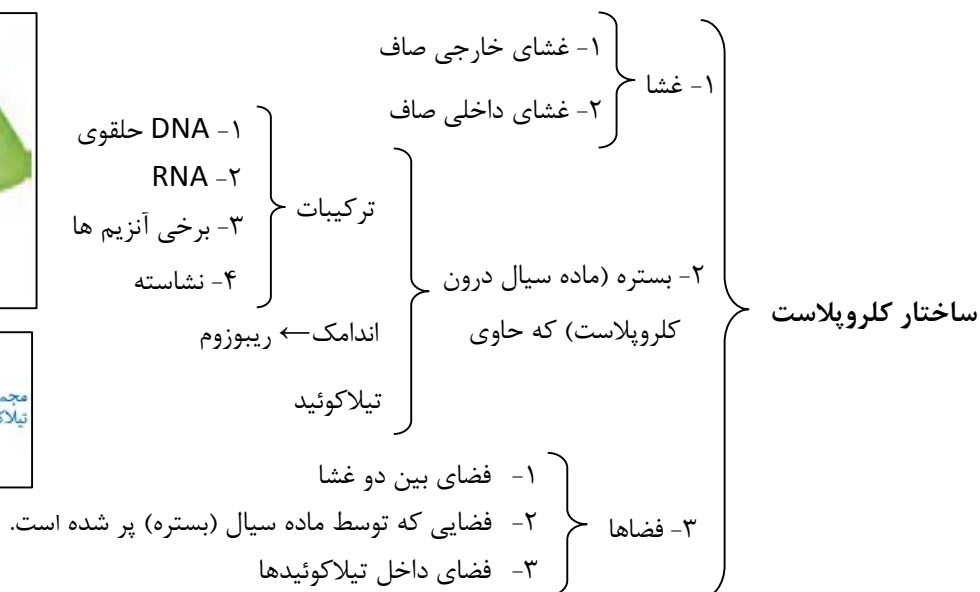
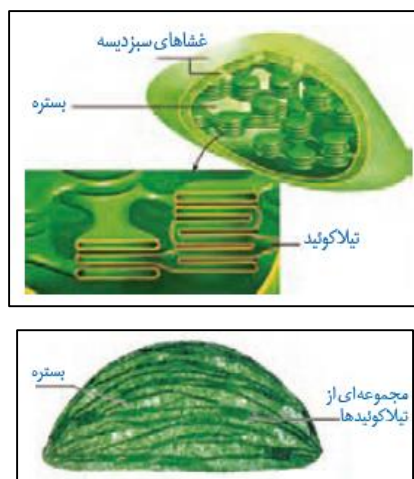
* فتوسنتز درون سبزدیسه (کلروپلاست) انجام می شود.



۷- یاخته های نرده ای در دولپه ای ها، بعد از روپوست رویی قراردارند و به هم فشرده اند. در حالی که یاخته های اسفنجی به سمت روپوست زیرین قراردارند و بین آن ها فضاهای بین سلولی زیادی مشاهده می شود.

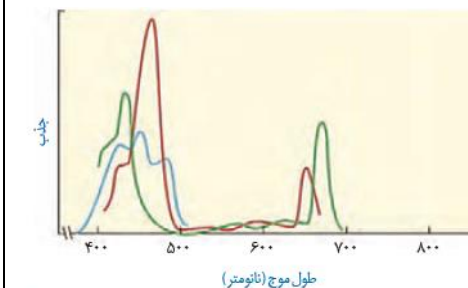
۸- کلروپلاست

- کلروپلاست همانند میتوکندری دارای غشای بیرونی و غشای درونی است که از هم فاصله دارند.
- فضای درون کلروپلاست با سامانه ای غشایی به نام تیلاکوئید، به دو بخش فضای درون تیلاکوئید و بستره تقسیم شده است.
- بستره دارای DNA، RNA و ریبوزوم است. ← بنابراین، کلروپلاست مانند میتوکندری می تواند بعضی پروتئین های مورد نیاز خود را بسازد.
- کلروپلاست نیز می تواند به طور مستقل تقسیم شود.



۹- رنگیزه های فتوسنتزی

- رنگیزه های فتوسنتزی در غشای تیلاکوئید قرار دارند.
- این رنگیزه ها شامل کلروفیل های (a و b) و کاروتنوئیدها می باشند.
- وجود رنگیزه های متفاوت، کارایی گیاه را در استفاده از طول موج های متفاوت نور افزایش می دهد.
- کاروتنوئیدها به سه رنگ قرمز، نارنجی و زرد دیده می شوند. ← این رنگ ها را منعکس می کنند.
- بیشترین جذب کاروتنوئیدها در بخش آبی و سبز نور مرئی است.



نمایی رنگیزه های فتوسنتزی، سبزینه a (سبز)، سبزینه b (قرمز) و کاروتنوئیدها (آبی)

نام رنگیزه	طول موج (بیشترین جذب بر حسب نانومتر)	طیف جذبی در نور مرئی
کلروفیل های (a و b)	۴۰۰ - ۵۰۰	بنفش - آبی
	۶۰۰ - ۷۰۰	نارنجی - قرمز
کاروتنوئیدها	۴۰۰ - ۵۰۰	بنفش - آبی

فعالیت ۱:

سبزینه همانطور که از نامش پیداست، به رنگ سبز دیده می شود. با توجه به آنچه در سال گذشته درباره بینایی آموختید، توضیح دهید این رنگیزه چرا به رنگ سبز دیده می شود؟ زیرا سبزینه ها بخش سبز نور مرئی را منعکس می کنند.

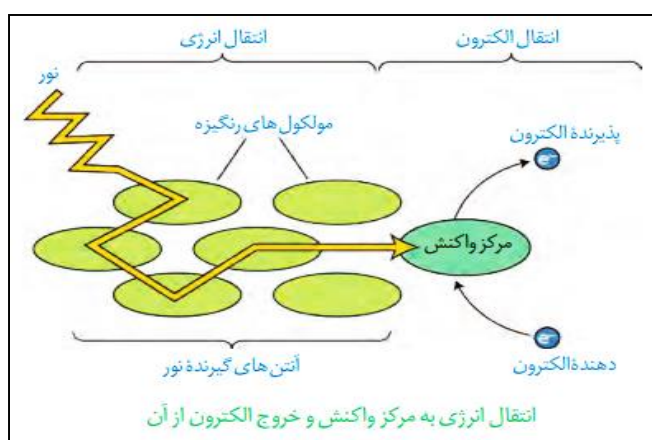
- رنگیزه های فتوسنتزی همراه با انواعی پروتئین در سامانه هایی به نام فتوسیستم ۱ و ۲ قرار دارند.
- فتوسیستم ها در غشای تیلاکوئید قرار دارند.
- فتوسیستم ها با مولکول هایی به نام ناقل الکترون به هم مرتبط می شوند.

این مولکول ها می توانند الکترون بگیرند یا اینکه الکترون از دست بدهند. (کاهش و اکسایش)

۱۰- فتوسیستم

(سامانه تبدیل انرژی)

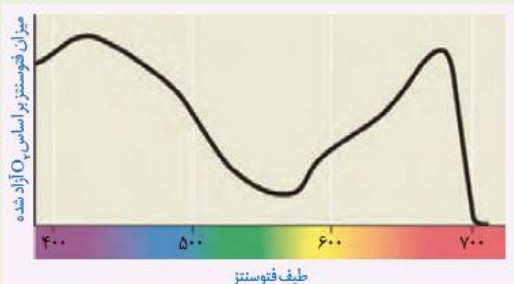
- اجزای فتوسیستم
 - ۱- آنتن های گیرنده نور: هر آنتن که از رنگیزه های متفاوت (کلروفیل ها و کاروتنوئیدها) و انواعی پروتئین ساخته شده است، انرژی نور را می گیرد و به مرکز واکنش منتقل می کند.
 - ۲- مرکز واکنش: مرکز واکنش، شامل مولکول های کلروفیل a است که در بستری پروتئینی قرار دارند.



- **P۷۰۰**: به کلروفیل a در فتوسیستم یک P۷۰۰ می گویند. زیرا:
 - حداکثر جذب کلروفیل a در مرکز واکنش فتوسیستم ۱ ← در طول موج ۷۰۰ نانومتر است.
- **P۶۸۰**: به کلروفیل a در فتوسیستم دو P۶۸۰ می گویند. زیرا:
 - حداکثر جذب کلروفیل a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ ← در طول موج ۶۸۰ نانومتر است.

۱۱- P۷۰۰ و P۶۸۰

فعالیت ۲:



نمودار زیر میزان فتوسنتز یک گیاه را نشان می دهد. این نمودار را با نمودار شکل ۳ مقایسه کنید و نتایجی را که از آن به دست می آورید، بنویسید.

مشخص می شود که سبزینه ها بیشترین تأثیر را در فتوسنتز دارند.

فعالیت ۳ :

آیا همه طول موج های نور مرئی به یک اندازه در فتوسنتز نقش دارند؟ می توان با استفاده از اسپروژیر (جلبک سبز رشته ای)، نوعی باکتری هوازی، چشمه نور و منشور برای تجزیه نور آزمایشی را برای پاسخ به این پرسش انجام داد. اسپروژیر سبزدیسه های نواری و دراز دارد. (شکل الف) اگر همه طول موجهای نور به یک اندازه در فتوسنتز مؤثر باشند، انتظار داریم که تراکم اکسیژن در اطراف جلبک رشته ای یکسان باشد. در آزمایشی که برای بررسی این فرض انجام شد، جلبک را روی سطحی ثابت کردند و درون لوله آزمایشی شامل آب و باکتری های هوازی قرار دادند. 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. (شکل ب) الف) چه توضیحی برای این مشاهده دارید؟ با چه آزمایشی می توانید درستی این توضیح را بررسی کنید؟ ب) آیا از این آزمایش می توان نتیجه گرفت که سبزینه، رنگیزه اصلی در فتوسنتز است؟ پاسخ خود را توضیح دهید.



الف) در محل نورهای قرمز و آبی تجمع باکتری ها بیشتر است. زیرا بیشترین میزان اکسیژن تولید می شود. می توان هر یک از طیف های نور مرئی را جداگانه به کار برد و نتایج را با هم مقایسه کرد. ب) با توجه به میزان بیشتر اکسیژن در قسمت های قرمز و سبز که مربوط به سبزینه هاست، پاسخ این پرسش مثبت است. (جذب نوری سبزینه های a و b در محدوده رنگ قرمز و آبی بالا است).

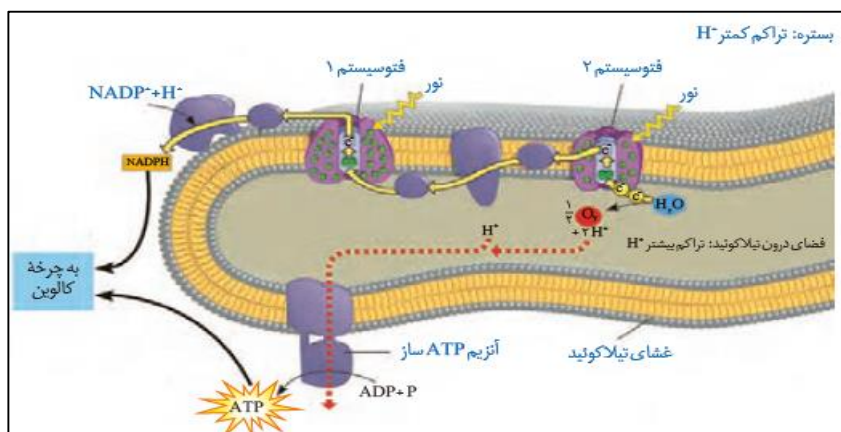
گفتار ۲ : واکنش های فتوسنتزی شیمیایی

- ۱- واکنش های وابسته به نور (واکنش های تیلاکوئیدی):
 - این واکنش ها در حضور نور خورشید (روز) و درون تیلاکوئیدها انجام می گیرد.
 - مولکول های NADPH و ATP و اکسیژن تولید می شود.
- ۲- واکنش های مستقل از نور (چرخه کالوین):
 - این واکنش ها در غیاب نور انجام می گیرند.
 - با کمک مولکول های NADPH و ATP تولید شده در واکنش های مرحله نوری، مولکول های CO_2 تبدیل به گلوکز و سایر مواد آلی می شوند.

۱۲- واکنش های فتوسنتزی

- ۱- دو فتوسیستم : فتوسیستم ۱ و فتوسیستم ۲
- ۲- آنزیم تجزیه کننده آب
- ۳- دو زنجیره انتقال الکترون
- ۱۳- اجزای مورد نیاز برای فتوسنتز
- ۱- پمپ غشایی (پمپ پروتونی)
- ۲- آنزیم ATP ساز (کانال یونی)
- ۳- پروتئین احیاء کننده $NADP^+$
- ۴- سه عدد پروتئین غشایی

* توجه: تمام موارد فوق (مواردی که به عنوان اجزای مورد نیاز برای فتوسنتز نام برده شد) درون غشای تیلاکوئید قرار دارند.



۱۴- دو زنجیره انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید وجود دارد:

- ۱) یک زنجیره بین فتوسیستم ۱ و فتوسیستم ۲
- ۲) یک زنجیره بعد از فتوسیستم ۱ (بین فتوسیستم ۱ و مولکول $NADP^+$)

۱۵- سه عدد پروتئین غشایی مورد نیاز برای فتوسنتز:

۱- پمپ غشایی:

بین زنجیره انتقال الکترون اول قرار دارد و یون های هیدروژن را برخلاف شیب غلظت و به صورت فعال (با صرف انرژی زیستی) از بستره به داخل تیلاکوئید پمپ می کند.

۲- آنزیم ATP ساز :

یون های هیدروژن را از درون تیلاکوئید و در جهت شیب غلظت به درون بستره می فرستد و ATP تولید می کند.

۳- پروتئین احیاء کننده $NADP^+$

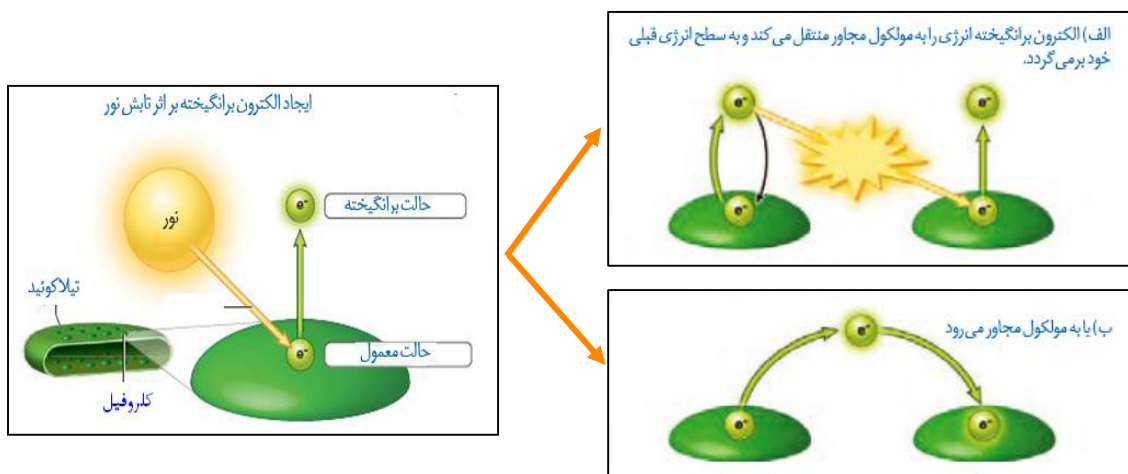
با دریافت ۲ عدد الکترون از زنجیره انتقال الکترون دوم، $NADP^+$ را احیاء کرده (یک عدد H^+ را به $NADP^+$ می افزاید) و NADPH به دست می آید.



۱۶- الکترون برانگیخته

در اثر تابش نور به مولکول رنگیزه، یکی از الکترون های آن انرژی می گیرد و ممکن است از مدار خود خارج شود. (به تراز انرژی بالاتر می رود) به چنین الکترونی، الکترون برانگیخته می گویند.

- ۱۷- سرنوشت الکترون های برانگیخته
- ۱- با انتقال انرژی خود به مولکول رنگیزه بعدی، به مدار خود بر می گردد.
- ۲- از رنگیزه خارج شده و سپس به وسیله رنگیزه یا مولکولی دیگر گرفته می شود.
- در فتوسیستم ها



۱۸- در فتوسنتز، انرژی الکترون های برانگیخته در رنگیزه های موجود در آنتن ها، از رنگیزه ای به رنگیزه دیگر منتقل و در نهایت، به مرکز واکنش می رود ← و در آنجا سبب ایجاد الکترون برانگیخته در کلروفیل a می شود ← در این هنگام الکترون برانگیخته از کلروفیل a خارج می شود.

- ۱۹- سرنوشت الکترون های خارج شده از فتوسیستم ها
- الکترون برانگیخته از فتوسیستم ۲ بعد از عبور از زنجیره انتقال الکترون به مرکز واکنش در فتوسیستم ۱ می رود.
 - الکترون برانگیخته از فتوسیستم ۱ بعد از عبور از زنجیره انتقال الکترون در نهایت به مولکول $NADP^+$ می رسد.

۲۰- مسیر طی شده توسط الکترون ها

فتوسیستم ۲ ← زنجیره انتقال الکترون اول ← فتوسیستم ۱ ← دومین زنجیره انتقال الکترون ← $NADP^+$

۲۱- واکنش تشکیل $NADPH$

$NADP^+$ با گرفتن دو الکترون، بار منفی پیدا می کند ← و با ایجاد پیوند با پروتون (H^+) به مولکول $NADPH$ تبدیل می شود.

۲۲- نحوه جبران الکترون های خارج شده از فتوسیستم ها:

در اثر خروج الکترون های برانگیخته شده از فتوسیستم ها، کمبود الکترون در داخل این فتوسیستم ها رخ می دهد که باید جبران شوند:

- کمبود الکترون کلروفیل a در فتوسیستم ۱ ← توسط الکترونی که از کلروفیل a موجود در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ می آید، جبران می شود.
- کمبود الکترون کلروفیل a در فتوسیستم ۲ ← توسط الکترون های حاصل از تجزیه آب جبران می شوند.

۲۳- تجزیه نوری آب

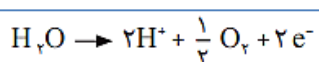
تجزیه آب به علت فرایندهایی است که به اثر نور مربوط می شود. بنابراین به آن، تجزیه نوری آب می گویند. (در نبود نور آب تجزیه نمی شود).
* آنزیم تجزیه کننده آب در بخش زیرین فتوسیستم ۲ قرار دارد. ← تجزیه آب در فتوسیستم ۲ و در فضای داخل تیلاکوئید انجام می شود.

حاصل تجزیه آب در فتوسیستم ۲:

۱- الکترون ها ← کمبود الکترونی کلروفیل a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ را جبران می کنند.

۲- پروتون ها ← در فضای درون تیلاکوئیدها تجمع می یابند.

۳- اکسیژن ← از طریق روزه ها وارد هوا می شود.



۲۴- دو عامل موجب افزایش غلظت یون هیدروژن (H^+) در داخل تیلاکوئید می شوند:

۱- فعالیت پمپ هیدروژنی: یکی از اجزای زنجیره انتقال الکترون که بین فتوسیستم ۲ و ۱ قرار دارد، پروتئینی است که یون های H^+ را از بستره به فضای درون تیلاکوئیدها پمپ می کند. ← با گذشت زمان تعدادی پروتون از بستره به فضای درون تیلاکوئید وارد می شود.

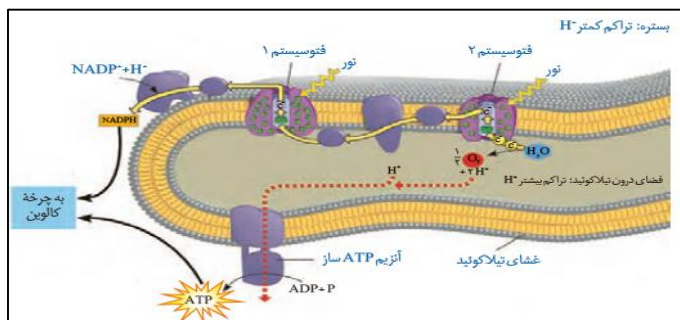
۲- تجزیه نوری آب: از تجزیه آب، درون فضای تیلاکوئید تعدادی پروتون (H^+) تولید می شود.

۲۵- ساخته شدن ATP در فتوسنتز

وقتی تراکم پروتون ها به دلیل تجزیه آب و فعالیت پمپ پروتونی در فضای درون تیلاکوئیدها نسبت به بستره افزایش می یابد. ← پروتون ها بر اساس شیب غلظت خود می خواهند از فضای درون تیلاکوئید به بستره بروند، اما نمی توانند از طریق انتشار از غشای تیلاکوئید عبور کنند.

چگونه پروتون ها از فضای درون تیلاکوئید به بستره کلروپلاست وارد می شوند؟

در غشای تیلاکوئید (همانند غشای داخل میتوکندری) مجموعه ای پروتئینی به نام آنزیم ATP ساز وجود دارد. پروتون ها فقط از طریق این



آنزیم می توانند به بستره منتشر شوند.

*همانند آنچه در میتوکندری رخ می دهد، همراه با عبور پروتون ها از

آنزیم ATP ساز، ATP ساخته می شود.

ساخته شدن نوری ATP

به ساخته شدن ATP در واکنش های نوری، ساخته شدن نوری ATP می گویند، زیرا حاصل فرایندی است که با نور به راه می افتد. ← در واکنش های نوری مولکول ATP و NADPH ساخته می شود.

۲۶- خلاصه واکنش های مرحله نوری فتوسنتز

تابش نور خورشید به فتوسیستم ها

برانگیخته شدن الکترون های موجود در فتوسیستم ها

خروج الکترون های برانگیخته شده از فتوسیستم ها

الکترون های خروجی از فتوسیستم ۱

زنجیره انتقال الکترون دوم

پروتئین احیا کننده $NADP^+$

تولید مولکول NADPH

الکترون های خروجی از فتوسیستم ۲

زنجیره انتقال الکترون اول

انتقال مقداری از انرژی الکترون های در حال عبور از اولین زنجیره انتقال الکترون به پمپ هیدروژنی

انتقال یون های هیدروژن از بستره به داخل فضای تیلاکوئیدی

افزایش غلظت پروتون ها درون تیلاکوئید

خروج پروتون ها از تیلاکوئید و ورود آن ها به بستره از طریق آنزیم ATP ساز موجود در غشای تیلاکوئیدها

تولید ATP

۲۷- واکنش های مستقل از نور: واکنش های تثبیت کربن (چرخه کالوین)

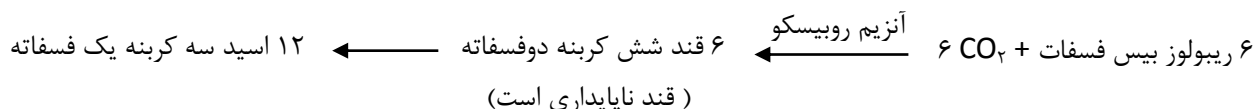
- در فتوسنتز، مولکول های CO_2 به قند تبدیل می شوند. (ساخته شدن این مولکول همانند تجزیه آن به یکباره رخ نمی دهد).
- عدد اکسایش اتم کربن در مولکول قند نسبت به کربن در CO_2 کاهش یافته است. ← بنابراین گیاه برای ساختن قند، به انرژی و منبعی برای تأمین الکترون نیاز دارد که از واکنش های وابسته به نور تأمین می شوند.

۲۸- **چرخه کالوین:** در واکنش های مستقل از نور، مولکول های CO_2 با استفاده از مواد تولید شده در واکنش های وابسته به نور، یعنی ATP به عنوان منبع انرژی و NADPH به عنوان منبع الکترون، در چرخه ای از واکنش ها به نام چرخه کالوین، تبدیل به قند می شوند.
* واکنش های چرخه کالوین در بستره کلروپلاست انجام می شوند.

۲۹- مراحل چرخه کالوین

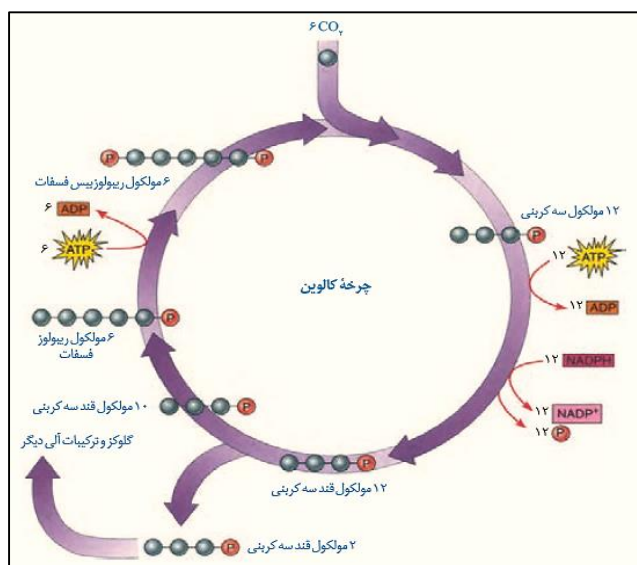
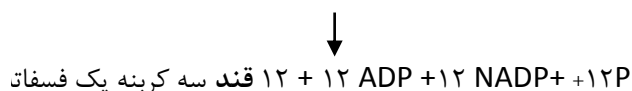
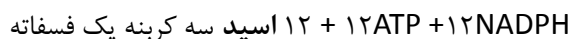
• مرحله اول

توسط آنزیم روبیسکو، CO_2 با قندی پنج کربنی به نام ریبولوز بیس فسفات (قند پنج کربنه دو فسفات)، ترکیب شده و مولکول شش کربنی ناپایداری تشکیل می شود. ← مولکول شش کربنی که ناپایدار است، بلافاصله تجزیه و دو مولکول اسید سه کربنی (اسید سه کربنه یک فسفات) ایجاد می کند.



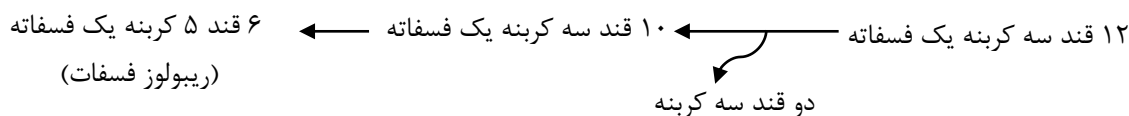
• مرحله دوم

هر یک از اسیدهای تولیدی در مرحله قبل با مصرف یک مولکول ATP و یک مولکول NADPH به قندهای سه کربنی تبدیل می شوند.



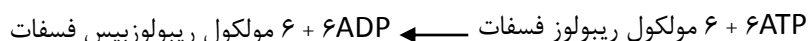
• مرحله سوم

در این مرحله ۲ مولکول قند سه کربنه از واکنش خارج شده و برای ساخته شدن گلوکز و ترکیبات آلی دیگر مصرف می شود و ۱۰ قند سه کربنه باقی مانده، برای بازسازی ریبولوز بیس فسفات به مصرف می رسند.



• مرحله چهارم

هر یک از مولکول های ریبولوز فسفات با صرف یک مولکول ATP تبدیل به ریبولوز بیس فسفات می شوند.
در این واکنش، ATP هم به عنوان منبع انرژی و هم منبع فسفات به کار می رود.



*** مولکول های ریبولوز بیس فسفات مجدداً آغازگر چرخه بعدی خواهند بود.

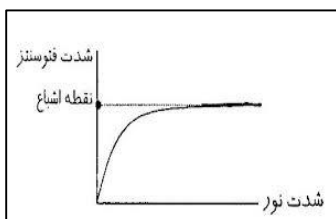
۳۰- تثبیت کربن: در چرخه کالوین CO_2 برای ساخته شدن ترکیب آلی به کار می رود. ← به فرایند استفاده از CO_2 برای تشکیل ترکیب های آلی تثبیت کربن می گویند.

۳۱- گیاهان C_3

اولین ماده آلی پایدار ساخته شده، ترکیبی سه کربنی است؛ به همین علت به گیاهانی که تثبیت کربن در آنها فقط با چرخه کالوین انجام می شود، گیاهان C_3 می گویند.

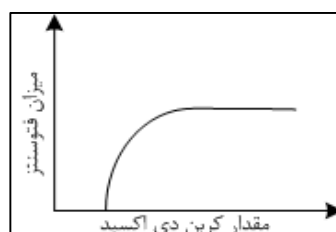
۳۲- عوامل محیطی مؤثر بر فتوسنتز

۱- نور



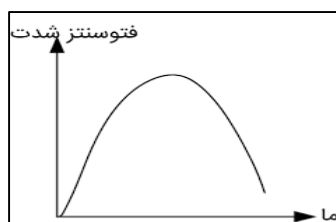
افزایش نور در اکثر گیاهان تا حدی موجب افزایش فتوسنتز می شود، اما در نور شدید به علت اشباع شدن فتوسیستم ها، شدت فتوسنتز تغییری نمی کند .
* طول موج، شدت و مدت زمان تابش نور بر فتوسنتز اثر می گذارند.

۲- میزان CO_2



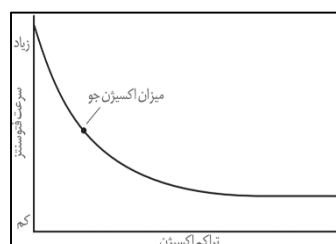
با افزایش میزان CO_2 ، شدت فتوسنتز تا حدی افزایش می یابد، اما با افزایش بیشتر CO_2 به دلیل محدود بودن ۱- قندهای ریبولوز بیس فسفات و ۲- آنزیم های چرخه کالوین، شدت فتوسنتز ثابت می ماند.

۳- دما



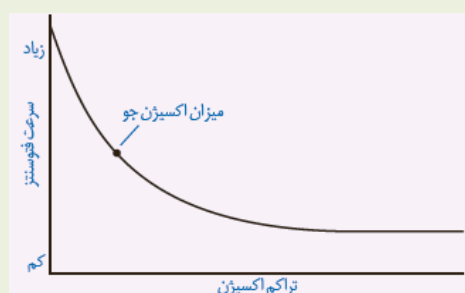
افزایش دما تا یک حدی به دلیل افزایش انرژی جنبشی مولکول ها، موجب افزایش فتوسنتز می شود، اما در دمای بالا به دلیل ← ۱- بسته شدن روزنه های هوایی و ۲- عدم فعالیت آنزیم ها، موجب کاهش شدت فتوسنتز می شود.

۴- میزان O_2



افزایش اکسیژن موجب افزایش فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو می شود و در نتیجه به جای ترکیب کردن ریبولوز بیس فسفات با CO_2 ، این قند را با اکسیژن ترکیب می کند. ← که این عمل، شدت فتوسنتز را کاهش می دهد.

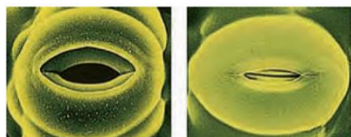
فعالیت ۴ :



در گفتار بعد خواهیم دید که میزان اکسیژن نیز بر فتوسنتز اثر دارد. نمودار مقابل تأثیر میزان اکسیژن بر میزان فتوسنتز گیاهی C_3 را نشان می دهد. با توجه به نمودار، ارتباط بین میزان اکسیژن و فتوسنتز این گیاه را توضیح دهید.

افزایش اکسیژن سبب کاهش فتوسنتز می شود. افزایش اکسیژن ، باعث فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو و در نتیجه افزایش تنفس نوری و کاهش فتوسنتز می شود.

گفتار ۳: فتوسنتز در شرایط دشوار

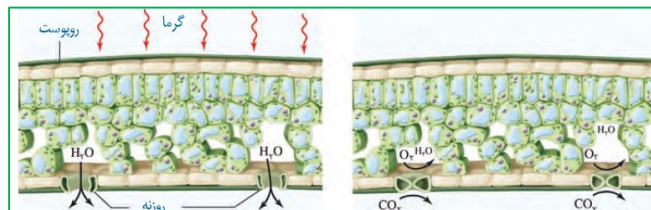


۳۳- افزایش بیش از حد دما و نور، باعث بسته شدن روزنه های هوایی، جهت کاهش تعرق می شوند.

* وقتی روزنه ها به منظور کاهش تعرق بسته می شوند ← تبادل گازهای اکسیژن و دی اکسیدکربن از روزنه ها نیز متوقف می شود اما فتوسنتز همچنان ادامه دارد.

↓
CO داخل برگ ها کم می شود. (به دلیل مصرف در چرخه کالوین)

اکسیژن در برگ ها افزایش می یابد. (به دلیل تجزیه نوری آب)



وقتی روزنه ها باز هستند ← نسبت CO_2 به O_2 بیشتر از زمانی است که روزنه ها بسته هستند.

وقتی روزنه ها بسته هستند ← میزان اکسیژن در اطراف یاخته ها افزایش می یابد.

۳۴- در اثر افزایش میزان اکسیژن در برگ و وارد نشدن دی اکسید کربن به برگ:

۱- شرایط برای فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو مساعد می شود.

۲- شرایط را برای انجام تنفس نوری فراهم می کند.

۳۵- نقش کربوکسیلازی یا اکسیژنازی آنزیم روبیسکو به نسبت CO_2 و اکسیژن در محیط عملکرد آن ارتباط دارد.

• در صورتی که CO_2 بیشتر از O_2 باشد ← فعالیت کربوکسیلازی دارد.

• در صورتی که O_2 بیشتر از CO_2 باشد ← فعالیت اکسیژنازی دارد.

• افزایش اکسیژن در برگ ← فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو افزایش می یابد ← اکسیژن با ریبولوز بیس فسفات ترکیب می شود ← مولکول حاصل، ناپایدار است و به دو مولکول (یک مولکول سه کربنی و یک مولکول دو کربنی) تجزیه می شود:

- مولکول سه کربنی ← به مصرف بازسازی ریبولوز بیس فسفات می رسد.

- مولکول دو کربنی ← از کلروپلاست خارج و در واکنش هایی که بخشی از آنها در میتوکندری انجام می گیرد،

از آن مولکول CO_2 آزاد می شود.

• چون این فرایند با مصرف اکسیژن، آزاد شدن CO_2 و همراه با فتوسنتز است، تنفس نوری نامیده می شود.

• کلیه عواملی که روزنه ها را می بندند، تنفس نوری را فعال می کنند.

۳۶- تنفس نوری

مقایسه تنفس نوری با تنفس یاخته ای

تنفس یاخته ای	تنفس نوری
در میتوکندری انجام می شود.	در میتوکندری و کلروپلاست انجام می شود.
ATP تولید می کند.	ATP تولید نمی کند.
وابسته به نور نیست.	وابسته به نور است.
اکسیژن را جذب و دی اکسید کربن را دفع می کند.	اکسیژن را جذب و دی اکسید کربن را دفع می کند.
پیش ماده اولیه آنزیم ها معمولاً قند ۶ کربنه گلوکز است.	پیش ماده اولیه آنزیم قند ۵ کربنه ریبولوز بیس فسفات است.

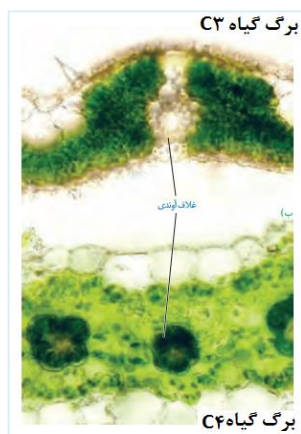
۳۷- سازگاری های ویژه برای کاهش تنفس نوری

انواعی از گیاهان وجود دارند که می توانند در محیط های با دمای بالا و تابش شدید نور خورشید زندگی کنند. ← زیرا این گیاهان توانسته اند با انجام سازوکارهای خاصی، تنفس نوری خود را کاهش دهند.

مثال: گیاهان C_4 و گیاهان CAM

* توضیح بیشتر: بیشتر گیاهان برای تثبیت دی اکسید کربن فقط از چرخه کالوین استفاده می کنند. به این گیاهان، گیاهان C_3 می گویند زیرا اولین مولکول پایداری که در آنها تشکیل می شود یک اسید ۳ کربنی است.

در بعضی گیاهان، مانند نیشکر، ذرت و بعضی دیگر از گیاهان که نسبت به گرما مقاوم هستند، قبل از چرخه کالوین واکنش های دیگری انجام می گیرد. حاصل تثبیت دی اکسید کربن در این واکنش ها یک اسید ۴ کربنی است. ← به همین دلیل این گیاهان را گیاهان C_4 می نامند.



۳۸- مقایسه برگ گیاهان C_4 و C_3

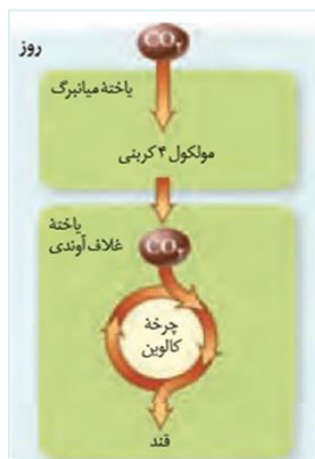
یاخته های غلاف آوندی در گیاهان C_4 کلروپلاست دارند و محل انجام چرخه کالوین هستند،

ولی

یاخته های اطراف دسته آوندی در گیاهان C_3 کلروپلاست ندارند.

۳۹- فتوسنتز در گیاهان C_4

تثبیت کربن در گیاهان C_4 در دو مرحله صورت می گیرد. ← ابتدا در یاخته های میانبرگ و سپس در یاخته های غلاف آوندی



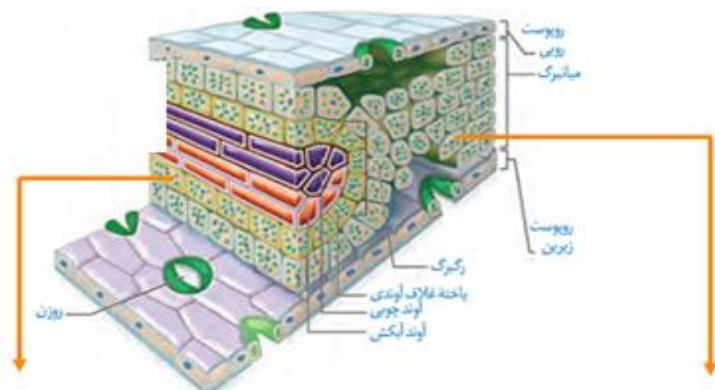
۱- در یاخته های میانبرگ: CO_2 با اسیدی سه کربنی ترکیب و در نتیجه اسیدی چهار کربنی ایجاد می شود. (به همین علت به این گیاهان، گیاهان C_4 می گویند. زیرا اولین ماده پایدار حاصل از تثبیت کربن، ترکیبی چهار کربنی است.)

* آنزیمی که در ترکیب CO_2 با اسید سه کربنی و تشکیل اسید چهار کربنی نقش دارد، برخلاف روبیسکو به طور اختصاصی با CO_2 عمل می کند و تمایلی به اکسیژن ندارد.

۲- در یاخته های غلاف آوندی: مولکول CO_2 از اسید چهار کربنی آزاد و وارد چرخه کالوین می شود.

• اسید سه کربنی باقیمانده به یاخته های میانبرگ برمی گردد.

• اسید چهار کربنی از یاخته های میانبرگ از طریق پلاسمودسم ها به یاخته های غلاف آوندی منتقل می شود.



در یاخته های میانبرگ:

CO_2 با اسیدی سه کربنی ترکیب شده و در نتیجه اسیدی چهار کربنی ایجاد می شود.

در یاخته های غلاف آوندی:

مولکول CO_2 از اسید چهار کربنی آزاد و وارد چرخه کالوین می شود. اسید سه کربنی باقیمانده نیز به یاخته های میانبرگ بر می گردد.

مزیت ۱- در گیاهان C_4 با وجود عملکرد آنزیم های گوناگون در تثبیت کربن و تقسیم مکانی آن در دو نوع یاخته ، میزان CO_2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو، به اندازه ای بالا نگه داشته می شود که بازدارنده تنفس نوری است. ← بنابراین، تنفس نوری به ندرت در این گیاهان روی می دهد.

مزیت ۲- گیاهان C_4 در دماهای بالا، شدت های زیاد نور و کمبود آب، در حالی که روزنه ها بسته شده اند تا از تبخیر آب جلوگیری شود، همچنان میزان CO_2 را در محل عملکرد آنزیم روبیسکو بالا نگه می دارند. ← به همین علت کارایی آنها در چنین شرایطی بیش از گیاهان C_3 است.

۴۰- مزیت های تثبیت کربن در گیاهان C_4

۴۱- گیاهان CAM

• ویژگی گیاهان CAM

- در مناطقی زندگی می کنند که با مسئله دما و نور شدید در طول روز و کمبود آب مواجه اند.
- در این گیاهان برای جلوگیری از هدر رفتن آب، روزنه ها در طول روز بسته و در شب بازند.
- برگ، ساقه یا هر دوی آنها در چنین گیاهانی گوشتی و پر آب است.
- این گیاهان در واکوئل های خود ترکیباتی دارند که آب را نگه می دارند.

• فتوسنتز در گیاهان CAM

- تثبیت کربن در گیاهان CAM همانند گیاهان C_4 در دو مرحله انجام می گیرد، اما تثبیت کربن در آنها در یاخته های متفاوت نیست و به عبارتی تقسیم بندی مکانی نشده، بلکه در زمان های متفاوت انجام می شود.

- هر دو مرحله تثبیت کربن در گیاهان CAM در یاخته های میانبرگ اما در دو زمان متفاوت روز و شب انجام می گیرد.

در شب که روزنه ها باز هستند.



CO_2 با اسید سه کربنه در یاخته های میانبرگ، ترکیب شده و اسید چهارکربنه تولید می کند.

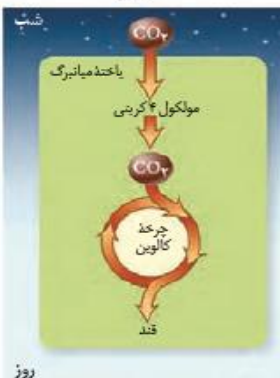
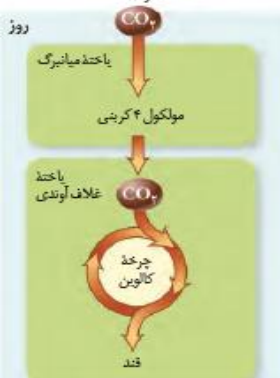
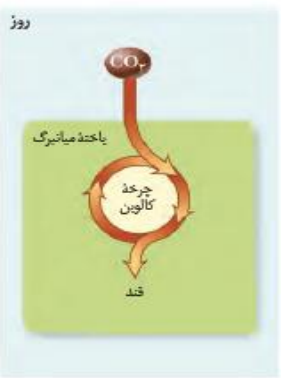
در روز که روزنه ها بسته هستند.



مولکول CO_2 در همان یاخته های میانبرگ از اسید چهار کربنی آزاد و وارد چرخه کالوین می شود.



۴۲- مقایسه فتوسنتز در گیاهان C_3 - C_4 - CAM

گیاهان CAM	گیاهان C_4	گیاهان C_3	
 آناناس  شب روز	 ذرت  روز	 گل رز  روز	
کاکتوس - آناناس	نیشکر - ذرت	بیشتر گیاهان	مثال
بسیار گرم و خشک	مناطق گرم	بیشتر مناطق	زیستگاه
دو مرحله است. ۱- واکنش هایی که قبل از چرخه کالوین انجام می گیرد و منجر به تشکیل اسید چهار کربنی می شود. ۲- در چرخه کالوین	دو مرحله است. ۱- واکنش هایی که قبل از چرخه کالوین انجام می گیرد و منجر به تشکیل اسید چهار کربنی می شود. ۲- در چرخه کالوین	یک مرحله است. فقط در چرخه کالوین	واکنش های تثبیت کننده کربن
اسید ۴ کربنی	اسید ۴ کربنی	اسید ۳ کربنی	اولین ماده آلی پایدار که از CO_2 ساخته می شود.
یاخته های میانبرگ	یاخته های میانبرگ	یاخته های میانبرگ	محل ساخت اولین ماده آلی پایدار از CO_2
مرحله اول: در میانبرگ - شب مرحله دوم: در میانبرگ - روز	مرحله اول: در میانبرگ مرحله دوم: در غلاف آوندی	در یک مرحله انجام می شود: در سلول های میانبرگ	محل تثبیت کربن
۱- قبل از چرخه کالوین ۲- در چرخه کالوین	۱- قبل از چرخه کالوین ۲- در چرخه کالوین	چرخه کالوین	مرحله تثبیت کربن
یاخته های میانبرگ	یاخته های غلاف آوندی	یاخته های میانبرگ	محل انجام چرخه کالوین
روز	روز (مرحله تاریکی)	روز (مرحله تاریکی)	زمان انجام چرخه کالوین
در زمان ساخت اسید ۴ کربنی ← غیر از روبیسکو در چرخه کالوین ← روبیسکو	در زمان ساخت اسید ۴ کربنی ← غیر از روبیسکو در چرخه کالوین ← روبیسکو	روبیسکو	آنزیم تثبیت کننده کربن
مرحله اول: شب مرحله دوم: روز	مرحله اول: روز مرحله دوم: روز	روز	زمان تثبیت کربن
بسته	باز	باز	وضعیت روزنه های هوایی در روز
باز	بسته	بسته	وضعیت روزنه های هوایی در شب

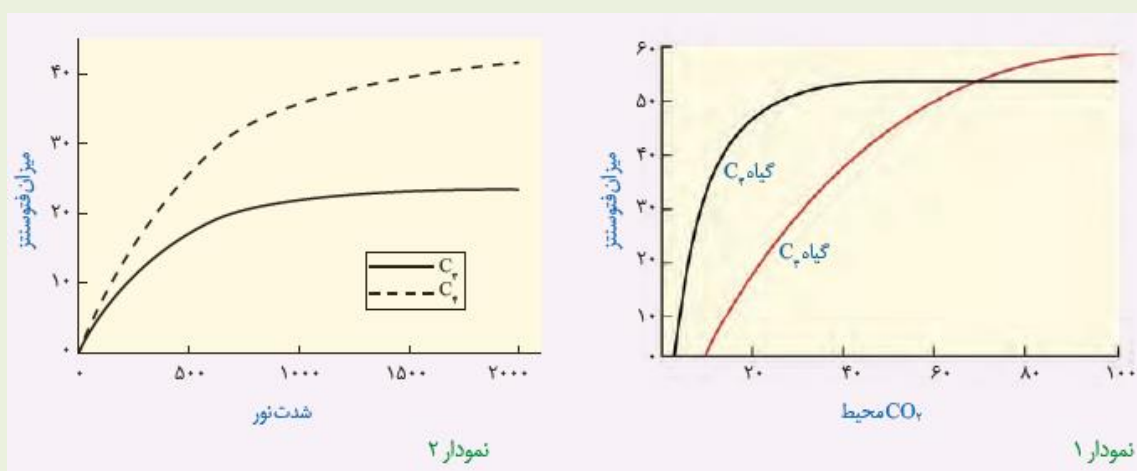
فعالیت ۵:

الف) سه گیاه الف، ب و پ داریم. با فرض اینکه فتوسنتز هیچ یک از این گیاهان یکسان نباشد، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱- الف) عصاره برگ هر یک از این گیاهان در دو زمان، یکی در آغاز تاریکی (شب) و دیگری در آغاز روشنایی (صبح) استخراج و pH آنها اندازه‌گیری شد. pH عصاره گیاه ب در آغاز روشنایی نسبت به آغاز تاریکی اسیدی‌تر بود. گیاه «ب» چه نوع فتوسنتزی دارد؟

ب) برای تشخیص نوع فتوسنتز گیاه الف و پ چه راهی پیشنهاد می‌دهید؟ آیا ساختار این گیاهان در تشخیص نوع فتوسنتز به شما کمک می‌کند؟

۲- نمودارهای ۱ و ۲ به ترتیب اثر کربن دی اکسید جو و شدت نور را بر فتوسنتز دو گیاه C_3 و C_4 نشان می‌دهند. چه نتیجه‌ای از این نمودارها می‌گیرید؟



الف) فتوسنتز گیاه ب ← از نوع CAM (کم) است که با افزایش نور، اسید ساخته شده در شب، به سمت استفاده در چرخه کالوین می‌رود و در نتیجه میزان اسیدی بودن عصاره گیاه به مرور کاهش می‌یابد.

ب) برش گیری از برگ آنها و مشاهده ساختار بافتی برگ.

بله - همان طور که گفتیم ساختار بافتی به شناسایی آنها کمک می‌کند. همچنین گیاهان CAM (کم) را می‌توان بر اساس آبدار و گوشتی بودن برگ و ساقه تشخیص داد.

۲- نمودار ۱ ← نشان می‌دهد که افزایش کربن دی اکسید جو اثر مثبت بیشتری بر گیاهان C_3 دارد.

نمودار ۲ ← نشان می‌دهد که گیاهان C_4 در شدت‌های بیشتر نور عملکرد بهتری در مقایسه با گیاهان C_3 دارد. اما در مقادیر بالاتر کربن دی اکسید مقدار فتوسنتز هر دو گروه برابر و کم در گیاهان C_3 بیشتر می‌شود.

۴۳- جانداران فتوسنتزکننده دیگر

- بخش عمده فتوسنتز را جاندارانی انجام می‌دهند که گیاه نیستند و در خشکی زندگی نمی‌کنند.
- انواعی از باکتری‌ها و آغازیان در محیط‌های متفاوت خشکی و آبی فتوسنتز می‌کنند.

۱- باکتری های فتوسنتزکننده اکسیژن زا :

- مثال: سیانو باکتری ها
- این باکتری ها همانند گیاهان در فرایند فتوسنتز اکسیژن تولید می کنند.
- سیانوباکتری ها کلروفیل a دارند و همانند گیاهان با استفاده از CO_2 و نور، ماده آلی می سازند.

۲- باکتری های فتوسنتزکننده غیر اکسیژن زا :

- مثال : باکتری های گوگردی ارغوانی و باکتری های گوگردی سبز
- رنگیژه فتوسنتزی این باکتری ها، باکتریوکلروفیل است.
- باکتری های گوگردی ارغوانی و گوگردی سبز CO_2 را جذب می کنند اما اکسیژن تولید نمی کنند. زیرا منبع تأمین الکترون در آنها ترکیبی غیر از آب است.
- مثلاً در باکتری های گوگردی منبع تأمین الکترون H_2S است ← بنابر این به جای اکسیژن، گوگرد ایجاد می شود .
- از باکتری های گوگردی در تصفیه فاضلاب ها برای حذف هیدروژن سولفید استفاده می کنند.
- * هیدروژن سولفید گازی بی رنگ است و بویی شبیه تخم مرغ گندیده دارد.

۴۴- باکتری های فتوسنتزکننده

- آغازیان نقش مهمی در تولید ماده آلی از ماده معدنی دارند.

• انواع آغازیان فتوسنتز کننده



اوگلنا

- ۱- جلبک ها: جلبک های سبز، قرمز و قهوه ای
 - ۲- اوگلنا : جانداري تک یاخته ای و فتوسنتز کننده است.
- اوگلنا جاندار در حضور نور فتوسنتز می کند و در صورتی که نور نباشد، کلروپلاست های خود را از دست می دهد و با تغذیه از مواد آلی، ترکیبات مورد نیاز خود را به دست می آورد.

۴۵- آغازیان فتوسنتز کننده

۴۶- شیمیوسنتز

تعریف: ساختن مواد آلی از مواد معدنی، با استفاده از انرژی واکنش های شیمیایی را شیمیوسنتز می گویند.

ساختن ماده آلی از ماده معدنی فقط محدود به فتوسنتز و جاندارانی که از انرژی نور استفاده می کنند، نیست.

- از قدیمی ترین جانداران روی زمین هستند.
- در معادن، اعماق اقیانوس ها و اطراف دهانه آتشفشان های زیر آب وجود دارند.
- می توانند بدون نیاز به نور از دی اکسیدکربن ماده آلی بسازند.
- انرژی مورد نیاز برای ساختن مواد آلی از مواد معدنی را از واکنش های اکسایش به دست می آورند.
- مثال: باکتری های نیترات ساز که آمونیوم را به نیترات تبدیل می کنند، از باکتری های شیمیوسنتزکننده هستند.

۴۷- باکتری های شیمیوسنتزکننده

مقدمه

- استفاده از پلاستیک های غیر قابل تجزیه زیستی ← باعث آلودگی محیط زیست می شوند.
- با توجه به اهمیت محیط زیست و حفظ آن، تولید و استفاده از پلاستیک های قابل تجزیه زیستی راهکار مناسبی برای پیشگیری از مصرف بی رویه پلاستیک های غیرقابل تجزیه است.
- امروزه با کمک روش های زیست فناوری، تولید پلاستیک های قابل تجزیه با صرف هزینه کمتر ممکن شده است ← این کار با وارد کردن ژن های تولید کننده بسیاری از این نوع مواد از باکتری به گیاه امکان پذیر است.

گفتار ۱: زیست فناوری و مهندسی ژنتیک

- ۱- همان طور که می دانیم جهش در یک ژن ← و در نتیجه، تغییر در محصول آن می تواند به بروز بیماری منجر شود.
مثال: اختلال در عملکرد و همچنین اختلال در مقدار عوامل پروتئینی مؤثر در انعقاد خون
با افزایش افراد نیازمند به فاکتورهای انعقادی خون، تأمین نیاز دارویی آنها با مشکل مواجه می شود.
- * امروزه استفاده از روش های ۱- زیست فناوری و ۲- مهندسی ژنتیک ← تحولات مهمی در زمینه تولید چنین فراورده هایی فراهم آورده است.
- ۲- 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 اکنون روش های لازم برای تحقق آن توسعه یافته و کاربرد فراوانی پیدا کرده است.

• **تعریف:** به طور کلی به هرگونه فعالیت هوشمندانه آدمی در تولید و بهبود (اصلاح) محصولات گوناگون با استفاده از موجود زنده، زیست فناوری گویند.

• **علوم مورد استفاده در زیست فناوری:** از گرایش های علمی متعددی مانند علوم زیستی، فیزیک، ریاضیات و علوم مهندسی بهره می برد.

• **کاربردهای فراوان زیست فناوری** ← آن را به عنوان نشانه پیشرفت کشورها در قرن حاضر و به یکی از ابزارهای مهم برای تأمین نیازهای متنوع تبدیل کرده است.

• **قلمروی زیست فناوری:** قلمروی بسیار گسترده و روش های مختلفی دارد. مانند:

← ۱- **مهندسی ژنتیک** ← تولید انبوه ژن یا فراورده های ژنی از موجودات زنده

← ۲- **مهندسی پروتئین** ← تغییر در ویژگی پروتئین ها و بهبود عملکرد آن ها

← ۳- **مهندسی بافت** ← تولید بافت های متنوع از یاخته های بنیادی

۳- زیست فناوری

• **تاریخچه زیست فناوری:** برای زیست فناوری که از سال های بسیار دور آغاز شده، ۳ دوره در نظر می گیرند.

← ۱- **زیست فناوری سنتی:** تولید محصولات تخمیری با استفاده از فرایندهای زیستی مربوط به این دوره است. مانند: سرکه نان و فراورده های لبنی

← ۲- **زیست فناوری کلاسیک:** تولید برخی مواد با استفاده از روش های تخمیر و کشت ریزاندامگان (میکروارگانیسم) ها در این دوره ممکن شد. مانند: پادزیست ها (آنتی بیوتیک ها)، آنزیم ها و موادغذایی

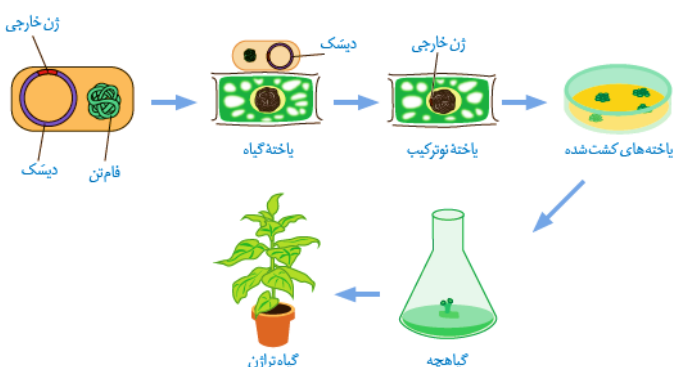
← ۳- **زیست فناوری نوین:** این دوره با انتقال ژن از یک ریزاندامگان به ریزاندامگان دیگر آغاز شد. دانشمندان توانستند با تغییر و اصلاح خصوصیات ریزاندامگان ها ترکیبات جدید را با مقادیر بیشتر و کارایی بالاتر تولید کنند.

۴- مهندسی ژنتیک Genetic Engineering

- یکی از روش های مؤثر در زیست فناوری نوین، مهندسی ژنتیک است.
- در مهندسی ژنتیک قطعه ای از DNA یک یاخته توسط ناقل به یاخته ای دیگر انتقال می یابد. ← در این حالت، یاخته دریافت کننده قطعه DNA دچار دست ورزی ژنتیکی و دارای صفت جدید می شود.

۵- جاندار تغییر یافته ژنتیکی یا جاندار تراژنی

- به جاندار که از طریق مهندسی ژنتیک دارای ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی شده است. جاندار تغییر یافته ژنتیکی یا جاندار تراژنی می گویند.
- به بیانی دیگر ← به جاندار که ژن یا ژن های گونه دیگر را در خود دارد، جاندار تراژن می گویند.
- مهندسی ژنتیک ابتدا با باکتری ها شروع شد ← اولین جانداران تراژن باکتری ها بودند. اما پیشرفت های بعدی، امکان دست ورزی ژنتیکی برای سایر موجودات زنده مثل گیاهان و جانوران را نیز فراهم کرد.



۶- مراحل ایجاد گیاهان زراعی تراژنی از طریق مهندسی ژنتیک

- ← 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.

- ۷- اهداف مهندسی ژنتیک
- ۱- تولید انبوه ژن
 - ۲- تولید فراورده های ژن (RNA و پروتئین)

۸- تولید انبوه ژن ← با همسانه سازی دنا (کلونینگ دنا = DNA Cloning) انجام می شود.

تعریف: جداسازی یک یا چند ژن و تکثیر آنها را همسانه سازی دنا می گویند.

- ۹- همسانه سازی دنا
- ۱- در همسانه سازی دنا، ماده وراثتی با ابزارهای مختلفی در خارج از یاخته تهیه می شود.
 - ۲- ماده وراثتی به وسیله یک ناقل همسانه سازی (Cloning Vector) به درون ژنوم میزبان منتقل می شود.
 - ۳- ماده وراثتی درون سلول میزبان تکثیر می شود.

- اهداف همسانه سازی دنا:
- ۱- دست ورزی ژنتیکی
 - ۲- تولید یک ماده مخصوص (مثلا هورمون انسولین)
 - ۳- مطالعه دانشمندان
- تولید مقادیر زیادی از DNA خالص برای

- ۱۰- مراحل مهندسی ژنتیک برای همسانه سازی دنا
- ۱- جداسازی قطعه ای از DNA که حاوی ژن مورد نظر است.
 - ۲- اتصال قطعه DNA به ناقل و تشکیل DNA نو ترکیب
 - ۳- وارد کردن DNA نو ترکیب به یاخته میزبان
 - ۴- جداسازی یاخته های تراژنی

۱۱- مرحله اول مهندسی ژنتیک ← جداسازی قطعه ای از DNA

اولین مرحله از مهندسی ژنتیک که جداسازی قطعه ای از DNA است، به وسیله آنزیم های برش دهنده انجام می شود.

- ۱۲- آنزیم های برش دهنده
- در باکتری ها وجود دارند و قسمتی از سامانه دفاعی آنها محسوب می شوند.
 - این آنزیم ها توالی های نوکلئوتیدی خاصی (جایگاه تشخیص آنزیم) را در DNA تشخیص و برش می دهند.
 - (استفاده از آنزیم های برش دهنده، دنا را به قطعات کوتاه تری تبدیل می کند. این قطعات را با روش های خاصی جدا می کنند و تشخیص می دهند.)
 - یکی از آنزیم های برش دهنده EcoR1 نام دارد.

۱۳- جایگاه تشخیص آنزیم: توالی خاصی از بازهای DNA که آنزیم برش دهنده آنجا را شناسایی کرده و برش می دهد.

۱۴- آنزیم EcoR1 توالی ۶ جفت نوکلئوتیدی $\begin{matrix} \text{GAATTC} \\ \text{CTTAAG} \end{matrix}$ را شناسایی کرده و برش می دهد.

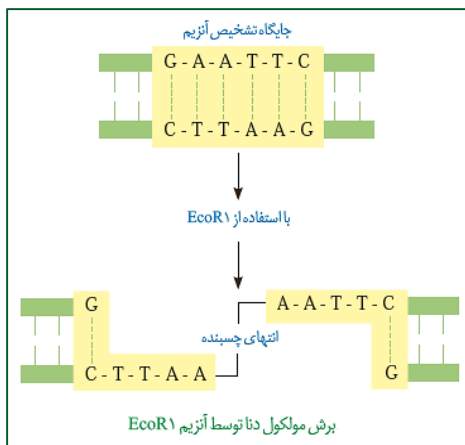
- در جایگاه تشخیص آنزیم EcoR1، توالی نوکلئوتیدی های هر دو رشته DNA از دو سمت مخالف یکسان خوانده می شود.

• نحوه عمل آنزیم EcoR1:

آنزیم EcoR1 پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتید گوانین دار و آدنین دار هر دو رشته را برش می زند.

۱۵- انتهای چسبنده: در نتیجه عمل آنزیم EcoR1 انتهای از مولکول DNA ایجاد می شود که یک رشته آن بلندتر از رشته مقابل است و به آن انتهای چسبنده می گویند.

- برای تشکیل انتهای چسبنده از مولکول دنا، علاوه بر پیوندهای فسفودی استر، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته دنا در منطقه تشخیص نیز شکسته می شوند.



۱۶- مرحله دوم مهندسی ژنتیک ← اتصال قطعه دنا به ناقل و تشکیل دنا نو ترکیب

دومین مرحله مهندسی ژنتیک، اتصال قطعه DNA جداسازی شده به ناقل (وکتور) همسانه سازی است.

- ۱۷- ناقل همسانه سازی (وکتور همسانه سازی)
- ۱- در خارج از کروموزوم اصلی قرار دارند.
 - ۲- می توانند مستقل از کروموزوم اصلی تکثیر شوند.
- توالی های دناپی هستند که
- ۱- پلازمید (دیسک) حلقوی باکتریایی
- ۲- پلازمید (دیسک) حلقوی بعضی قارچ ها مثل مخمرها
- مثال
- ناقل ها انواع گوناگون دارند.

- ۱۸- پلازمید (دیسک)
- ۱- یک مولکول DNA دو رشته ای و حلقوی است.
 - ۲- خارج کروموزومی (خارج فام تنی) است.
 - ۳- از کروموزوم اصلی کوچکتر است.
 - ۴- درون بعضی از باکتری ها و بعضی قارچ ها مثل مخمرها وجود دارد.
 - ۵- می تواند مستقل از ژنوم میزبان همانندسازی کند.
 - ۶- پلازمیدها را کروموزوم های کمکی می نامند. چون حاوی ژن هایی هستند که در کروموزوم اصلی باکتری وجود ندارند. مثلاً ژن مقاومت به آنتی بیوتیک در پلازمید قرار دارد.



۱۹- ژن های مقاومت به آنتی بیوتیک ها در پلازمیدهای درون باکتری ها به باکتری این توانایی را می دهند که:

- ۱- آنتی بیوتیک ها را به موادی غیرکشنده و قابل استفاده برای خود تبدیل کنند. (در واقع پلازمید قسمتی از سامانه دفاعی آنها محسوب می شود)
 - ۲- در مهندسی ژنتیک، از ویژگی وجود ژن مقاومت به آنتی بیوتیک در پلازمید، در مرحله جداسازی یاخته های تراژنی استفاده می شود.
- ۲۰- در صورت انتقال قطعه DNA مورد نظر به پلازمید و ورود آن به یاخته میزبان، با هر بار همانندسازی پلازمید، DNA مورد نظر نیز همانندسازی می کند.
- بهتر است از پلازمیدی استفاده شود که فقط یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش دهنده داشته باشد. زیرا:
- (۱) با توجه به اینکه DNA حاوی ژن مورد نظر دارای دو انتهای چسبنده می باشد، یک برش کافی است تا پلازمید حلقوی به صورت خطی با دو انتهای چسبنده در آید.
 - (۲) اگر پلازمید بیش از یک جایگاه تشخیص داشته باشد، با تاثیر آنزیم برش دهنده، پلازمید به چندین قطعه DNA تبدیل خواهد شد و آنگاه اتصال ژن مورد نظربه پلازمید با مشکل مواجه می شود.

- تعریف: مجموعه دناى ناقل و ژن جاگذارى شده در آن، دناى نوترکیب گفته مى شود.
- برای ساخت یک DNA نوترکیب، نیاز به دو نوع آنزیم داریم:

۱- آنزیم برش دهنده: برای جداسازی قطعه DNA مورد نظر و برش پلازمید

۲- آنزیم لیگاز (اتصال دهنده): برای اتصال DNA مورد نظر به پلازمید (لیگاز پیوند فسفودی استر بین

دو انتهای مکمل را ایجاد می کند)

• مراحل ساخت دناى نوترکیب:

۱- مرحله اول ← برش پلازمید

برش پلازمید با همان آنزیمی که با آن ژن اصلی را برش داده اند. ← در این صورت پلازمید حلقوی به یک قطعه DNA خطی تبدیل می شود که دارای دو انتهای چسبنده است.
* توجه کنید: قطعه DNA خارجی نیز دو انتهای چسبنده دارد.

۲- مرحله دوم ← جاسازی قطعه DNA حاوی ژن مورد نظر در DNA ناقل (پلازمید)

به دنبال جاسازی قطعه DNA حاوی ژن مورد نظر، در DNA ناقل ← انتهای چسبنده با پیوند هیدروژنی به هم می پیوندند.

۳- مرحله سوم ← اتصال کامل DNA مورد نظر به پلازمید

برای اتصال کامل DNA مورد نظر به پلازمید، از آنزیم لیگاز (اتصال دهنده) استفاده می کنند. ← این آنزیم پیوند فسفودی استر بین دو انتهای چسبنده برقرار می کند.

۲۱- دناى نوترکیب



تشکیل دناى نوترکیب

الف) قبل از تأثیر لیگاز (ب) بعد از تأثیر لیگاز

۲۲- مقایسه آنزیم لیگاز و آنزیم برش دهنده

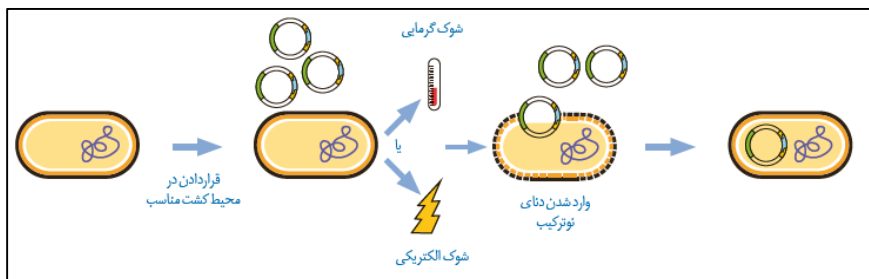
آنزیم لیگاز	آنزیم برش دهنده
پروتئینی است.	پروتئینی است.
بر روی DNA اثر می گذارد ← پیش ماده آن دئوکسی ریبونوکلوئید می باشد.	بر روی DNA اثر می گذارد ← پیش ماده آن دئوکسی ریبونوکلوئید می باشد.
(پیش ماده آن فاقد باز یوراسیل و قند ریبوز است.)	(پیش ماده آن فاقد باز یوراسیل و قند ریبوز است.)
با واکنش سنتز آبدی و مصرف مولکول های آب ← باعث تشکیل پیوند فسفودی استر می شود.	با واکنش آبکافت (هیدرولیز) و تولید مولکول های آب ← باعث شکستن پیوند فسفودی استر می شود.
هم در باکتری ها و هم در یوکاریوت ها وجود دارد.	فقط در باکتری ها وجود دارد.

شباهت

تفاوت

۲۳- مرحله سوم مهندسی ژنتیک ← وارد کردن دناى نو ترکیب به یاخته میزبان
برای ورود دناى نو ترکیب را به درون یاخته میزبان مثلاً باکتری ← باید در دیواره باکتری منافذی ایجاد کرد.

- روش های ایجاد منفذ در دیواره باکتری
- ۱- شوک الکتریکی
 - ۲- شوک حرارتی همراه با مواد شیمیایی



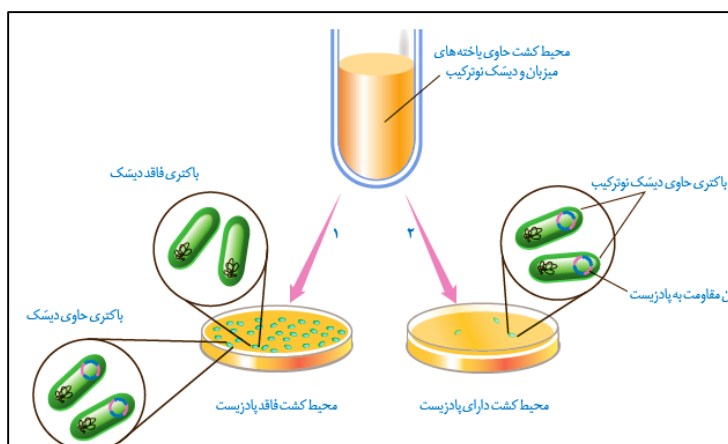
۲۴- پلازمیدهای نو ترکیب، همراه با باکتری ها در لوله آزمایش ریخته می شوند. ← در دیواره باکتری ها منفذ ایجاد می کنند. ← از بین باکتری های موجود در محیط کشت، فقط برخی از آن ها پلازمید نو ترکیب را دریافت می کنند.

۲۵- هم باکتری هایی که DNA نو ترکیب را دریافت کرده اند و هم باکتری هایی که DNA نو ترکیب را دریافت نکرده اند در محیط کشت تکثیر می شوند. ← پس در محیط کشت هر دو نوع باکتری یافت می شود. ← بنابراین لازم است باکتری های دارای پلازمید از باکتری های فاقد پلازمید جدا شوند.

۲۶- مرحله چهارم مهندسی ژنتیک ← جداسازی یاخته های تراژنی

برای جداسازی یاخته های ژنی (غربال کردن)، از روش های متفاوتی می توان استفاده کرد. یکی از این روش ها، استفاده از پلازمیدی است که دارای ژن مقاومت به آنتی بیوتیک (پادزیست) مثل آمپی سیلین است.

- اگر باکتری، دناى نو ترکیب را دریافت کرده باشد، در محیط حاوی پادزیست رشد می کند.
- باکتری های فاقد دناى نو ترکیب به دلیل حساسیت به پادزیست در چنین محیطی از بین می روند.



جداسازی یاخته های تراژنی دارای دناى نو ترکیب

۲۷- در شرایط مناسب:

(۱) باکتری های تراژنی با سرعت بالایی تکثیر می شوند.

(۲) همچنین از DNA های نو ترکیب نیز به صورت مستقل از کروموزوم اصلی یاخته، نسخه های متعددی ساخته می شود.
در نتیجه ← DNA خارجی به سرعت تکثیر می شود ← بنابراین، تعداد زیادی باکتری دارای DNA خارجی آماده خواهد شد که می توان از آنها برای تولید فراورده یا استخراج ژن استفاده کرد.

- ۲۸- امروزه با پیشرفت روش های مهندسی ژنتیک می توان یاخته های دیگری را با این فرایند تغییر داد مثل:
- ۱- مخمرها
 - ۲- یاخته های گیاهی
 - ۳- یاخته های جانوری

* دناها و سایر مولکول های حاصل از دناهای تولید شده برای اهداف گوناگون علمی و کاربردی استفاده می شوند.

خلاصه وقایع مرحله اول مهندسی ژنتیک ← جداسازی قطعه ای از DNA

مشخص کردن ژن مورد نظر ← انتخاب آنزیم برش دهنده مناسب ← شناسایی جایگاه های تشخیص آنزیم توسط آنزیم برش دهنده ←
برش دو طرف ژن توسط آنزیم برش دهنده ← جدا شدن ژن مورد نظر از DNA

خلاصه وقایع مرحله دوم مهندسی ژنتیک ← اتصال قطعه DNA به ناقل و تشکیل DNA نو ترکیب

برش پلازمید حلقوی توسط آنزیم برش دهنده و تبدیل آن به پلازمید خطی ← کنار هم گذاشتن ژن مورد نظر و پلازمید خطی شده ←
تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین بازهای مکمل انتهای چسبنده ← استفاده از آنزیم لیگاز ← تشکیل فسفودی استر و اتصال DNA
مورد نظر به پلازمید (دیسک) ← تشکیل DNA نو ترکیب

خلاصه وقایع مرحله سوم مهندسی ژنتیک ← وارد کردن DNA نو ترکیب به یاخته میزبان

گذاشتن باکتری ها و DNA های نو ترکیب در محیط کشت ← ایجاد منفذ در دیواره باکتری ها از طریق: ۱- شوک الکتریکی یا ۲- شوک گرمایی به همراه مواد شیمیایی ← جذب DNA های نو ترکیب توسط بعضی از باکتری ها ← همانندسازی DNA نو ترکیب درون میزبان به دو طریق: ۱- مستقل از باکتری ۲- همزمان با تقسیم باکتری ← تکثیر ژن مورد نظر

خلاصه وقایع مرحله چهارم مهندسی ژنتیک ← جداسازی یاخته های تراژنی

برای جداسازی یاخته های تراژن به محیط کشت باکتری ها پادزیستی مثل آمپی سیلین اضافه می کنیم:
- باکتری هایی که DNA نو ترکیب را دریافت کرده اند ← در محیط حاوی پادزیست رشد و تکثیر می کنند.
- باکتری هایی که DNA نو ترکیب را دریافت نکرده اند ← به دلیل حساسیت به پادزیست در چنین محیطی از بین می روند.

گفتار ۲ : فناوری مهندسی پروتئین و بافت

۲۹- تعریف مهندسی پروتئین:

ایجاد تغییرات دلخواه در توالی آمینواسیدهای یک پروتئین به منظور: ۱- تغییر در ویژگی های یک پروتئین ۲- بهبود عملکرد آن پروتئین

۳۰- ایجاد تغییرات دلخواه در توالی آمینواسیدهای یک پروتئین نیازمند: }
۱- شناخت کامل از ساختار آن پروتئین
۲- شناخت کامل از عملکرد آن پروتئین

۳۱- انواع تغییرات پروتئین }
۱- تغییرات جزئی: شامل تغییر در رمز یک یا چند آمینواسید است.
۲- تغییرات کلی (عمده): این تغییرات در ژن زیاد و گسترده تر است.
۱- برداشتن قسمتی از ژن یک پروتئین
۲- ترکیب بخش هایی از ژن های مربوط به پروتئین های متفاوت

۳۲- تغییر در توالی آمینواسیدها ← باعث تغییر در شکل فضایی پروتئین ← و در نتیجه تغییر در عملکرد پروتئین می شود.
این پروتئین های تغییر یافته با کمک مهندسی پروتئین، با اهداف مختلفی ساخته می شوند: ۱- اهداف درمانی ۲- اهداف تحقیقاتی

۳۳- مواردی از تغییرات و اصلاحات مفید در فرایند مهندسی پروتئین

- ۱- افزایش پایداری پروتئین در مقابل گرما
- ۲- افزایش پایداری پروتئین در مقابل تغییر pH
- ۳- افزایش حداکثری سرعت واکنش
- ۴- افزایش تمایل آنزیم برای اتصال به پیش ماده

۳۴- اهمیت افزایش پایداری پروتئین ها
در برابر گرما

- ۱- در دمای بالاتر سرعت واکنش بیشتر می شود.
- ۲- خطر آلودگی میکروبی در محیط واکنش کمتر می شود.
- ۳- نیازی به خنک کردن محیط واکنش به خصوص در مورد واکنش های گرمازا نیست.

۳۵- مثال هایی از پروتئین های تغییر یافته با مهندسی پروتئین

- ۱- آمیلازاها
- ۲- اینترفرون
- ۳- پلاسمین

۳۶- آمیلازاها

- نقش: مولکول های نشاسته را به قطعات کوچک تری تجزیه می کنند.
- کاربرد آمیلازاها در صنعت: ۱- صنایع غذایی ۲- نساجی ۳- تولید شوینده ها
- علت نیاز به آمیلاز مقاوم به گرما: زیرا بسیاری از مراحل تولید صنعتی در دماهای بالا انجام می شود.
- مزایای استفاده از آمیلاز مقاوم به گرما: ۱- کاهش زمان واکنش ۲- صرفه جویی اقتصادی ← در نتیجه موارد ۱ و ۲ بهره وری صنعتی افزایش می یابد.
- آمیلازهای طبیعی: در طبیعت نیز آمیلاز مقاوم به گرما وجود دارد. مثلاً: باکتری های گرمادوست در چشمه های آب گرم دارای آمیلازهایی هستند که پایداری بیشتری در مقابل گرما دارند.

۳۷- اینترفرون: اینترفرون از پروتئین های دستگاه ایمنی است.

تولید اینترفرون به روش زیست فناوری دو نوع است:

۱- تولید اینترفرون به روش مهندسی ژنتیک:

اینترفرونی که با روش مهندسی ژنتیک ساخته می شود، فعالیتی بسیار کمتر از اینترفرون طبیعی دارد.
علت این کاهش فعالیت: تشکیل پیوندهای نادرست در هنگام ساختن آن در یاخته باکتری است. (پیوندهای نادرست باعث تغییر در شکل مولکول و در نتیجه کاهش فعالیت آن می شوند).

۲- تولید اینترفرون به روش مهندسی پروتئین:

به کمک فرایند مهندسی پروتئین، توالی آمینواسیدهای اینترفرون را طوری تغییر می دهند که یکی از آمینواسیدهای آن جانشین آمینواسید دیگری می شود.
تغییر اینترفرون با مهندسی ژنتیک ← ۱- فعالیت ضد ویروسی اینترفرون ساخته شده را به اندازه پروتئین طبیعی افزایش می دهد.
۲- اینترفرون را پایدارتر می کند.

*افزایش پایداری در نگهداری طولانی مدت پروتئین هایی که به عنوان دارو استفاده می شوند، اهمیت زیادی دارد.

۳۸- آنزیم پلاسمین

◀ • نقش : تجزیه لخته های خونی بدن

*تشکیل لخته، یک فرایند زیستی مهم که از ادامه خونریزی جلوگیری می کند، اما تشکیل لخته در سرخرگ های شش، مغز و ماهیچه قلب به ترتیب منجر به بسته شدن رگ های شش، سکنه مغزی و قلبی می شود که بسیار خطرناک است و می تواند باعث مرگ شود. ← لخته ها به طور طبیعی در بدن توسط آنزیم پلاسمین تجزیه می شوند.

◀ • پلاسمین کاربرد درمانی دارد. ← اما مدت اثر آن در پلاسما خیلی کوتاه است.

◀ • به کمک مهندسی پروتئین (یعنی جانشینی یک آمینو اسید با آمینو اسید دیگر)، پلاسمینی تولید می کنند که:

(۱) مدت زمان بیشتری در پلاسما فعالیت می کند.

(۲) اثرات درمانی آن بیشتر است.

۳۹- مقایسه پروتئین های تولید شده به روش مهندسی پروتئین با نوع طبیعی

تولید شده به روش مهندسی پروتئین	نوع طبیعی
آمیلاز	صرفه جویی اقتصادی - کاهش زمان واکنش
اینترفرون	فعالیتی ضد ویروسی به اندازه نوع طبیعی - پایداری بیشتر
پلاسمین	مدت زمان فعالیت پلاسمایی بیشتر - اثرات درمانی بیشتر

۴۰- مهندسی بافت

از دست رفتن بافت به دلیل آسیب یا بیماری ← ۱- زندگی فرد را دشوار می کند. ۲- هزینه بالای اقتصادی و اجتماعی را بر فرد بیمار و خانواده او تحمیل می کند.

تعریف مهندسی بافت: علمی است که به کمک یاخته های بنیادی (جنینی و یا بالغ) می توان بافت و حتی عضو یا اندامی را تولید کرد. * متخصصان مهندسی بافت، در زمینه تولید و پیوند بافت و اعضا فعالیت می کنند.

• مثال ۱ از مهندسی بافت : کشت بافت و پیوند پوست

اگر به علت سوختگی، به پیوند پوست نیاز باشد:

- ۱- برداشت پوست ← از مناطق دیگر بدن خود فرد و پیوند به مناطقی که دچار سوختگی شده است.
- ۲- اهدا کننده پوست مناسب ← از فرد دیگری پوست را جدا و به بدن شخص پیوند بزنند.
- ۳- از روش کشت بافت و پیوند پوست استفاده کنند.

- چنانچه اهدا کننده پوست مناسب وجود نداشته باشد و یا به علت وسعت سوختگی، برداشت پوست از بدن بیمار ممکن نباشد، ← بهترین راه، کشت بافت و پیوند پوست است.
- در پوست یاخته هایی وجود دارد که توانایی تکثیر زیاد و تمایز به انواع یاخته های پوست را دارند.
- امروزه در مهندسی بافت از این یاخته ها، به طور موفقیت آمیزی استفاده می شود.

• مثال ۲ از مهندسی بافت : تولید و پیوند اعضا

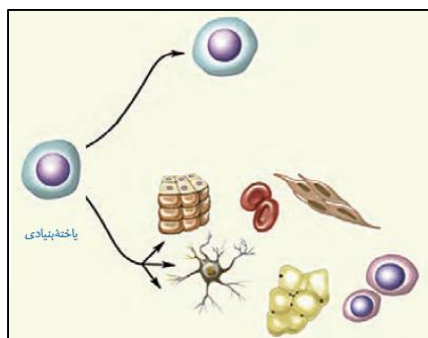
جراحان بازسازی کننده چهره می توانند به کمک روش های مهندسی از بافت غضروف برای بازسازی لاله گوش و بینی استفاده کنند. ← در این روش، یاخته های غضروفی را در محیط کشت، روی داربست مناسب تکثیر و غضروف جدید را برای بازسازی اندام آسیب دیده تولید می کنند.



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)

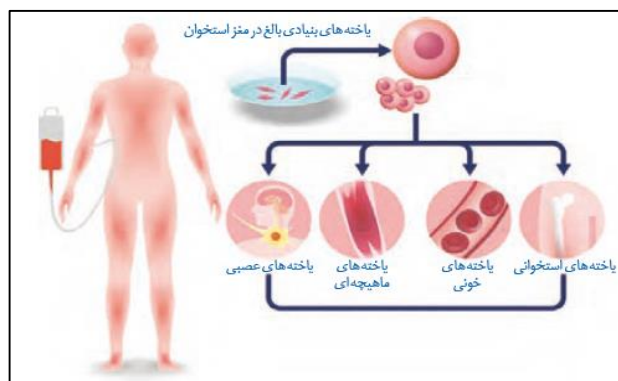


- ۴۱- یاخته های بنیادی
- ۱- یاخته های تمایز نیافته ای هستند.
 - ۲- به سرعت تکثیر می شوند.
 - ۳- توانایی به وجود آوردن یاخته های مشابه خود را دارند.
 - ۴- توانایی تبدیل شدن به سایر یاخته ها را دارند.

۴۲- ضرورت استفاده از یاخته های بنیادی در مهندسی بافت

- ۱- یاخته های تمایز یافته ای مانند یاخته های ماهیچه ای در محیط کشت به مقدار کم تکثیر می شوند و یا اصلاً تکثیر نمی شوند.
- ۲- یاخته های بنیادی سریع تکثیر می شوند و یاخته های مشابه خود را به وجود می آورند.
- ۳- یاخته های بنیادی توانایی تبدیل شدن به سایر یاخته ها را دارند.

- ۴۳- انواع یاخته های بنیادی
- ۱- یاخته های بنیادی جنینی: همان توده یاخته ای درونی هستند.
 - ۲- یاخته های بنیادی بالغ: در بافت های مختلف بدن وجود دارند و در محیط کشت تکثیر می شوند.



یاخته های بنیادی مغز استخوان

به انواع مختلف یاخته ها و بافت ها تمایز پیدا می کنند.

۴۴- مثال هایی از یاخته های بنیادی بالغ:

- ۱- یاخته های بنیادی موجود در پوست: توانایی تکثیر و تمایز به انواع یاخته های پوست را دارند.
 - ۲- یاخته های بنیادی کبد: توانایی تکثیر و تمایز به یاخته کبدی یا یاخته مجرای صفراوی را دارند.
 - ۳- یاخته های بنیادی مغز استخوان:
 - (۱) یاخته های بنیادی لنفوئیدی ← منشاء لنفوسیت ها هستند.
 - (۲) یاخته های بنیادی میلوئیدی ← توانایی تبدیل به یاخته های زیر را دارند:
 - ۱- گلبول های قرمز
 - ۲- مگاکاریوسیت ها
 - ۳- انواع گلبول های سفید (غیر از لنفوسیت ها)
 - (۳) انواع دیگری از یاخته های بنیادی در مغز استخوان: ← توانایی تبدیل به یاخته های زیر را دارند:
 - ۱- رگ های خونی
 - ۲- ماهیچه اسکلتی
 - ۳- ماهیچه های قلبی
 - ۴- یاخته های استخوانی
 - ۵- یاخته های عصبی
- *یاخته های بنیادی مغز استخوان به انواع مختلف یاخته ها و بافت ها تمایز پیدا می کنند.

۴۵- یاخته های بنیادی جنینی همان توده یاخته ای درونی (توده داخلی بلاستولا) هستند.

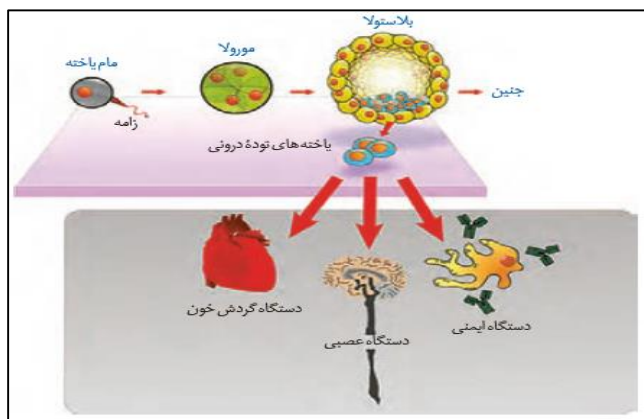
۴۶- ویژگی یاخته های بنیادی جنینی:

(۱) یاخته های جنینی قادر به تشکیل همه بافت های بدن جنین هستند.

(۲) اگر در مراحل اولیه جنینی جداسازی شوند، می توانند یک جنین کامل را تشکیل دهند.

۴۷- نحوه استفاده از یاخته های بنیادی جنینی در مهندسی بافت:

ابتدا این یاخته ها را جداسازی می کنند. ← یاخته ها را در محیط مناسب کشت می دهند. ← آن ها را برای تشکیل بسیاری از انواع یاخته ها تحریک می کنند.



الف) یاخته های بنیادی مورولا: به همه انواع یاخته های جنینی و خارج

جنینی (جفت و پرده ها) متمایز می شوند.

ب) یاخته های بنیادی توده یاخته ای درونی: به انواع یاخته های بدن

جنین متمایز می شوند.

* تمایز یاخته های جنینی هنوز نمی تواند به گونه ای تنظیم شود که

بتوانند همه انواع یاخته هایی را که در بدن جنین تولید می کنند، در

شرایط آزمایشگاهی نیز به وجود بیاورند.

۴۸- بیوانفورماتیک

• مهندسی پروتئین و مهندسی بافت از علمی به نام بیوانفورماتیک بهره می برند.

• با استفاده از مفاهیم زیست شناختی، ریاضی، آمار و علوم رایانه ای، مبنایی برای درک، طبقه بندی، مدل سازی و تجزیه و تحلیل داده های زیستی فراهم می کند.

• نقش مهمی در بررسی پروتئین ها در مواردی مانند تعیین توالی، ساختار سه بعدی، پایداری، پیش بینی ساختار و عملکرد پروتئین ها و نیز عوامل مؤثر بر آنها دارد.

• در بسیاری از پژوهش های زیستی که با حجم عظیمی از داده و عوامل متفاوت سر و کار دارند، استفاده می شود.

• همچنین مسیر شناسایی ژنوم جانداران، درک شباهت ها و تفاوت های ژنی و نیز تشخیص ارتباط بین دنا و پروتئین را ساده کرده است.

بیوانفورماتیک



• مثال در مورد استفاده از علم بیوانفورماتیک: ساختن واکسن علیه بیماری کرونا

• بدون استفاده از علم بیوانفورماتیک، ساختن واکسن کرونا در مدتی به اندازه چند ماه امکان نداشت.

• عامل بیماری کرونا ← ویروسی از خانواده ویروس های تاجی است.

ویروس کرونا در مشاهده با میکروسکوپ الکترونی (۶۰۰۰۰ برابر)

• محققان در سراسر جهان با دنیاگیری (پاندمی) کرونا به مطالعه و بررسی آن پرداختند ← به طوری که در زمانی کوتاه حجم عظیمی از داده ها تولید و به اشتراک گذاشته شد.

• در رابطه با ساخت واکسن کرونا، پژوهشگران با بهره مندی از بیوانفورماتیک توانستند:

(۱) با استفاده از داده های به دست آمده، به فرضیه هایی قابل آزمون در ارتباط با نحوه عملکرد ویروس برسند و به جای بررسی همه فرضیه ها تشخیص دهند که کدام یک از آنها را مورد آزمایش قرار دهند.

(۲) بیوانفورماتیک باعث کوتاه کردن مسیر تحلیل داده ها شد و در نتیجه ← ۱- به صرفه جویی در زمان و ۲- کاهش هزینه های اقتصادی برای انجام آزمایش ها کمک کرد.

گفتار ۳ : کاربردهای زیست فناوری

۴۹- استفاده از زیست فناوری برای ← بهبود کیفیت زندگی انسان و حفظ محیط زیست

- ۱- تولید گیاهان مقاوم در برابر آفت ها
- ۲- اصلاح بذر برای تولید گیاهان مطلوب
- ۳- تولید گیاهان مقاوم به خشکی و شوری
- ۴- تنظیم سرعت رسیدن میوه ها
- ۵- افزایش ارزش غذایی محصولات
- ۶- تولید گیاهان مقاوم به علف کش ها

۵۰- کاربرد زیست فناوری در کشاورزی

۵۱- برخی عواملی که باعث تحول و پیشرفت در کشاورزی شدند:

۱- استفاده از کودها ۲- استفاده از سموم شیمیایی ۳- کشت انواع محصول ۴- استفاده از ماشین ها در کشاورزی ۵- افزایش سطح زیر کشت

• مزیت: افزایش چشمگیر در محصولات کشاورزی مانند گندم، برنج و ذرت

• معایب (عواقب زیانبار):

- ۱- آلودگی محیط زیست ← مثلاً استفاده از کودهای شیمیایی و سموم
- ۲- کاهش تنوع ژنی ← انتخاب مصنوعی گونه های مطلوب برای کشت
- ۳- تخریب جنگل ها و مراتع

۵۲- نتایج تحول در کشاورزی نوین

۵۳- امروزه نمی توان برای افزایش محصولات به هر روشی متوسل شد. ← بنابراین شاید فناوری های جدید زیستی بتوانند تا حدودی مشکلات بشر را در این زمینه حل کنند.

۵۴- یکی از کاربردهای زیست فناوری در کشاورزی، تولید گیاهان مقاوم در برابر بعضی از آفت ها هستند.

مزیت تولید گیاهان مقاوم به آفت ها : کاهش مصرف آفت کش ها و در نتیجه حفاظت از محیط زیست

۵۵- تولید پروتئین سمی توسط برخی از باکتری های خاکزی

برخی از باکتری های خاکزی ← پروتئین هایی تولید می کنند که ← حشرات مضر برای گیاهان زراعی را می کشند. این باکتری ها در مرحله ای از رشد خود نوعی پروتئین سمی می سازند که ابتدا به صورت مولکولی غیرفعال است. ← این مولکول در بدن حشره فعال شده، حشره را از بین می برد.

توجه کنید: این سم نمی تواند خود باکتری را از بین ببرد. چون این پروتئین به صورت غیرفعال ترشح می شود و در بدن حشره فعال می شود.

۵۶- نحوه عملکرد سم در داخل بدن حشره

پیش سم غیرفعال، تحت تأثیر آنزیم های گوارشی موجود در لوله گوارش حشره شکسته و فعال می شود. سم فعال شده باعث تخریب یاخته های لوله گوارش و سرانجام مرگ حشره می شود.

۵۷- نحوه تولید گیاه مقاوم در برابر آفت ها

جداسازی ژن مربوط به تولید سم از ژنوم باکتری ← همسانه سازی ژن (کلونینگ ژن) ← انتقال ژن تولید سم به گیاه مورد نظر
مثال: تاکنون با این روش چند نوع گیاه مقاوم مثل ذرت، پنبه و سویا تولید شده اند.

۵۸- تولید پنبه مقاوم به آفت: اگر کرم به درون غوزه نارس پنبه نفوذ می کند. برای از بین بردن این آفت به روش سنتی سم پاشی های متعدد لازم است ← استفاده زیاد سم برای محیط زیست مضر است.

- با کمک فناوری زیستی و تولید پنبه های مقاوم، نیاز به سم پاشی مزارع پنبه تا حدود زیادی کاهش پیدا کرده است.
- حشره در اثر خوردن گیاه مقاوم شده از بین می رود ← و فرصت ورود به درون غوزه را از دست می دهد ← بنابراین، نیاز به سم پاشی مزرعه کاهش می یابد.



آلوده شدن غوزه گیاه پنبه به آفت: گیاه سالم سمت چپ)، ورود آفت به درون غوزه (وسط) و گیاه آلوده (سمت راست)

- ۵۹- کاربرد زیست فناوری در پزشکی
- ۱- تولید دارو
 - ۲- تولید واکسن
 - ۳- ژن درمانی
 - ۴- تشخیص بیماری

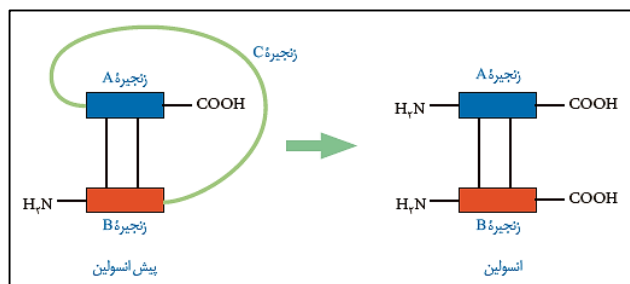
۶۰- تولید دارو به روش زیست فناوری:

- فناوری DNA نو ترکیب به علت تولید داروهای مطمئن و مؤثر، جایگاه ویژه ای در صنعت داروسازی دارد.
- مزیت داروهای تولید شده به روش زیست فناوری: این داروها، برخلاف فرآورده های مشابهی که از منابع غیر انسانی تهیه می شوند، پاسخ های ایمنی ایجاد نمی کنند.

مثال: تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک (بیماری دیابت را می توان به وسیله دریافت انسولین کنترل کرد).

- ۶۱- منابع تولید انسولین
- ۱- استفاده از منابع غیر انسانی: جداسازی و خالص کردن انسولین از لوزالمعده جانورانی مثل گاو
 - ۲- استفاده از مهندسی ژنتیک: انتقال ژن انسولین از انسان به باکتری و تولید این هورمون توسط باکتری

- ۶۲- ساختار انسولین غیر فعال و انسولین فعال
- ساختار پیش انسولین (انسولین به حالت غیر فعال): یک زنجیره پلی پپتیدی غیر فعال که از سه قسمت تشکیل شده است: ۱- زنجیره A ۲- زنجیره B ۳- زنجیره C
 - ساختار انسولین فعال: از دو زنجیره کوتاه پلی پپتیدی به نام های A و B تشکیل شده است که به یکدیگر متصل هستند.



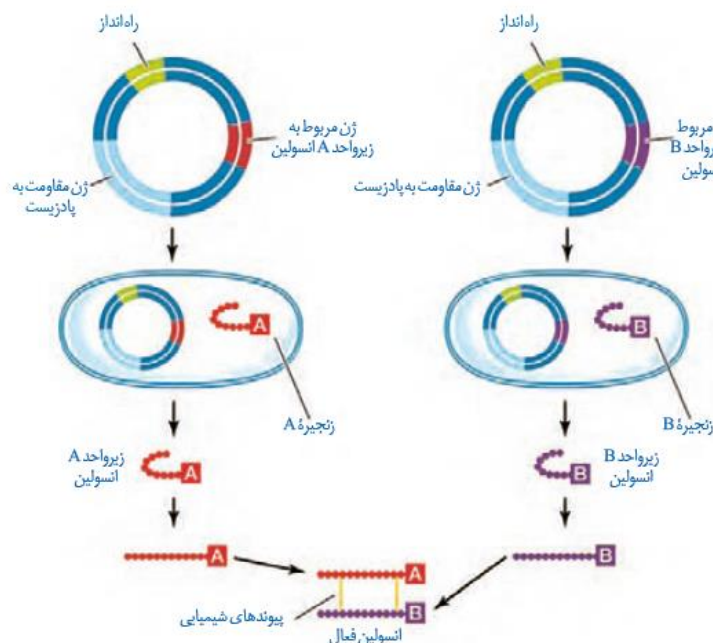
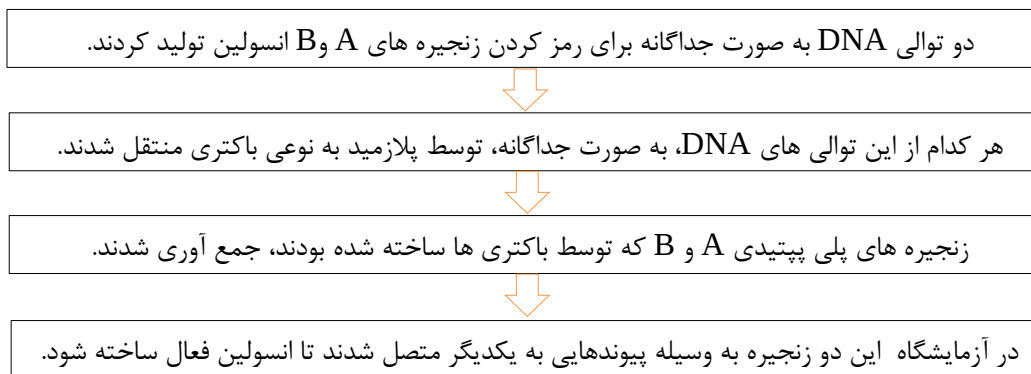
۶۳- در پستانداران از جمله انسان انسولین به صورت یک مولکول پیش هورمون ساخته می شود.

۶۴- چگونگی تبدیل پیش انسولین به انسولین فعال: با جدا شدن زنجیره C پیش هورمون به هورمون فعال تبدیل می شود.

۶۵- تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک

باکتری در صورت داشتن ژن انسولین انسانی می تواند آن را بسازد. مهم ترین مرحله در ساخت انسولین به روش مهندسی ژنتیک، تبدیل انسولین غیرفعال به انسولین فعال است (یعنی حذف زنجیره C) ← زیرا تبدیل پیش هورمون به هورمون در باکتری انجام نمی شود. * مهندسان ژنتیک در سال ۱۹۸۳ برای اولین بار توانستند انسولین فعال را بسازند.

مراحل تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک



۶۶- تولید واکسن:

ویژگی واکسن: واکسن باید بتواند دستگاه ایمنی را برای مقابله با عامل بیماریزا تحریک کند، اما منجر به ایجاد بیماری نشود.

- تولید واکسن به روش قدیمی
 - ۱- ضعیف کردن میکروب ها
 - ۲- کشتن میکروب ها
 - ۳- غیرفعال کردن سموم خالص شده میکروب ها

تولید واکسن

ایراد روش قدیمی تولید واکسن: چنانچه در مراحل تولید واکسن خطایی رخ دهد، احتمال بروز بیماری در اثر مصرف آن وجود دارد. اما واکسن های تولید شده با روش مهندسی ژنتیک چنین خطری ندارند.

- تولید واکسن به روش مهندسی ژنتیک: در این روش، ژن مربوط به پادگین (آنتی ژن) سطحی عامل بیماری زا به یک باکتری یا ویروس غیربیماری زا منتقل می شود. مثال: واکسن نو ترکیب ضد هپاتیت B با این روش تولید شده است.

۶۷- ژن درمانی

یکی از روش های جدید درمان بیماری های ژنتیکی، ژن درمانی است که خود مجموعه ای از روش هاست.

تعریف ژن درمانی: یعنی قرار دادن نسخه سالم یک ژن در یاخته های فردی که دارای نسخه ای ناقص از همان ژن است.

برای انجام ژن درمانی: یاخته مورد نظر را از بدن بیمار خارج می کنند ← ژن سالم را با کمک ناقل وارد یاخته می کنند. ← سپس یاخته تغییر یافته را به بدن بیمار باز می گردانند.

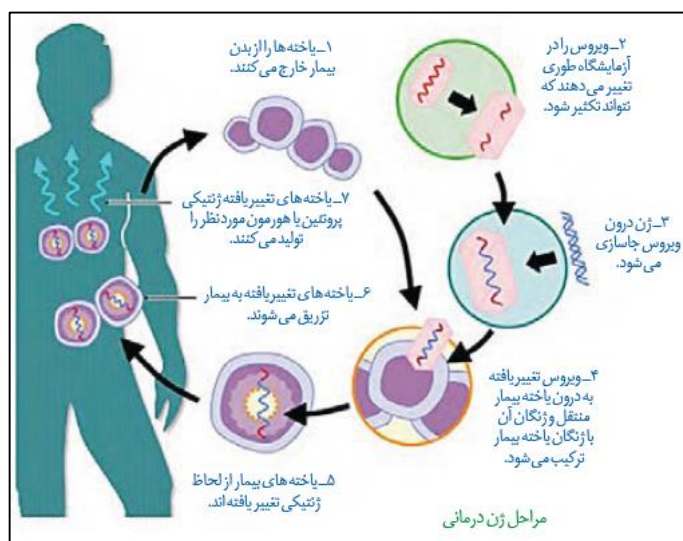
مراحل انجام ژن درمانی

- ۱- یاخته مورد نظر را از بدن بیمار خارج می کنند.
- ۲- ویروس را در آزمایشگاه طوری تغییر می دهند که نتواند تکثیر شود.
- ۳- ژن مورد نظر را درون ویروس جاسازی می کنند.
- ۴- ویروس تغییر یافته به درون یاخته بیمار منتقل شده ← ژنوم آن با ژنوم یاخته بیمار ترکیب می شود.
- ۵- یاخته های بیمار که از لحاظ ژنتیکی تغییر یافته اند، به بیمار تزریق می کنند.
- ۶- یاخته های تغییر یافته ژنتیکی پروتئین یا هورمون مورد نظر را تولید می کنند.

۶۸- اولین ژن درمانی موفقیت آمیز در سال ۱۹۹۰ برای یک دختر بچه ۴ ساله، دارای نوعی نقص ژنی، انجام شد. این ژن جهش یافته نمی توانست یک آنزیم مهم دستگاه ایمنی را بسازد.

۶۹- مراحل درمان دختر بچه مبتلا به نقص دستگاه ایمنی:

- ۱- ابتدا لنفوسیت ها را از خون بیمار جدا کردند و در خارج از بدن کشت دادند.
 - ۲- سپس نسخه ای از ژن کارآمد را توسط نوعی ویروس (ناقل) به لنفوسیت ها منتقل کردند.
 - ۳- لنفوسیت های تغییر یافته را وارد بدن دختر بچه بیمار کردند.
- * اگرچه لنفوسیت های تغییر یافته ای که وارد بدن دختر بچه شدند، توانستند آنزیم مورد نیاز بدن را بسازند ولی چون لنفوسیت ها قدرت بقای زیادی ندارند (عمر محدودی دارند) لازم بود بیمار به طور متناوب لنفوسیت های مهندسی شده را دریافت کند.



* برای درمان این افراد می توان از روش هایی مثل پیوند مغز استخوان و یا تزریق آنزیم هم استفاده کرد.

۷۰- تشخیص بیماری:

- برای درمان موفقیت آمیز یک بیماری ← تشخیص اولیه و شناخت دقیق آن بسیار مهم است.
- از جمله روش های تشخیصی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- آزمایش خون

۲- آزمایش ادرار

۳- فناوری های مبتنی بر DNA

- تشخیص بیماری وقتی که علائم آن در بدن ظاهر شده باشد ساده است ← اما وقتی که هنوز علائم ظاهر نشده اند و میزان عامل بیماری را در بدن پایین است، مشکل است.
- امروزه با کمک روش های زیست فناوری و شناسایی نوکلئیک اسید عامل بیماری را، می توان به وجود آن در بدن پی برد. مثل تشخیص ایدز

- فرد مبتلا به ایدز توانایی دفاع در مقابل عوامل بیماری زا را از دست می دهد.
- بیماری خطرناکی است و هنوز درمان قطعی برای آن وجود ندارد.
- تشخیص زود هنگام آلودگی با ویروس ایدز اهمیت زیادی دارد ← زیرا باعث می شود که بدون اتلاف وقت اقدامات درمانی و پیشگیری لازم برای جلوگیری از انتقال ویروس به سایر افراد صورت گیرد.

۷۱- بیماری

- برای تشخیص ایدز در مراحل اولیه

- ۱- ابتدا DNA موجود در خون فرد مشکوک را استخراج می کنند.
(DNA استخراج شده ← شامل DNA یاخته های بدن خود فرد و احتمالاً DNA ساخته شده از RNA ویروس است.)
- ۲- سپس با استفاده از روش های زیست فناوری DNA ویروس تشخیص داده می شود.

۷۲- روش زیست فناوری در تشخیص موارد زیر نیز کاربرد دارد:

- ۱- ژن های جهش یافته در بیماران مستعد به سرطان
- ۲- در مسائل پزشکی قانونی
- ۳- تحقیقاتی همچون مطالعه در مورد DNA فسیل ها

۷۳- برخی از دلایل طراحی و تولید جانوران تراژن:

- ۱- مطالعه عملکرد ژن های خاص در بدن مثل ژن های عوامل رشد و نقش آنها 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 آنها ← به عنوان مثال گاوهای تراژنی می توانند شیر غنی از نوعی پروتئین انسانی تولید کنند که برای انسان نسبت به شیر طبیعی گاو مناسب تر است.

۷۴- مراحل تولید گوسفند تراژن با هدف تولید نوعی پروتئین پیچیده انسانی

خارج کردن رمزکننده پروتئین انسانی از ژنوم یک یاخته هسته دار انسان

وارد کردن ژن مورد نظر به لایحه یک دیسک (پلازمید)
تزریق دیسک نو ترکیب به درون تخم لقاح یافته گوسفند

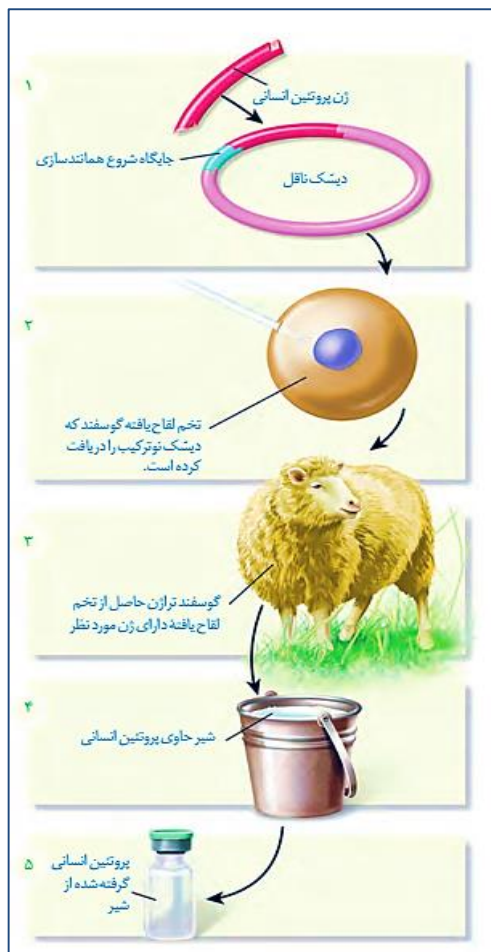
تقسیم سلول تخم لقاح یافته که دیسک نو ترکیب را دریافت کرده است.

تولید گوسفند بالغ تراژن

بیان ژن رمز کننده پروتئین انسانی در گوسفند

ظاهر شدن پروتئین انسانی مد نظر در شیر گوسفند

استخراج پروتئین انسانی از شیر گوسفند



۷۵- زیست فناوری و اقتصاد

اگرچه زیست فناوری امروزه عمدتاً با مهندسی ژنتیک شناخته می شود، اما بهره برداری اقتصادی از زیست فناوری الزاماً وابسته به دستکاری جانداران نیست.

مثال:

- ۱- انسان در طول تاریخ ← از ۱- باکتری ها و ۲- قارچ ها در تولید محصولاتی مانند ماست و پنیر استفاده کرده است.
- ۲- امروزه ← صنایع لبنی همچنان با بهره مندی از ۱- آنزیم ها و ۲- ریزجانداران، محصولات متنوعی روانه بازار می کنند و همچنان سهم قابل توجهی در اقتصاد کشورها دارند.

برخی از مواردی که اساس شکل گیری صنایع متفاوتی در دنیای امروز شده اند:

- ۱- تولید انواعی از ترکیبات بر مبنای فرایندهای زیستی
- ۲- استفاده از گیاهان و جلبک ها در تولید سوخت و ترکیبات دیگر
- ۳- شناسایی ریزجانداران و گیاهانی که می توانند به عنوان منابع تجدیدپذیر در تولید ترکیبات گوناگون به کار روند.

۷۶- فتو بیوراکتور (Photobioreactor)

- فتو بیوراکتور (Photobioreactor) نمونه ای از فناوری زیستی با کاربرد صنعتی است.
- فتو بیوراکتورها ← محیط های کشت وسیع جانداران فتوسنتزکننده ای مانند جلبک ها هستند.
- این جانداران با انجام فتوسنتز انواعی از مواد را می سازند که می توان از آنها در موارد مختلف استفاده کرد. مانند:



- ۱) تولید سوخت زیستی
- ۲) تولید دارو
- ۳) تولید مکمل های غذایی

دو نوع فتو بیوراکتور که در آن جلبک تک یاخته ای کشت شده است.

۷۷- زیست فناوری و اخلاق

مانند همه دستاوردهای بشر، استفاده از این دستاورد علمی نیز، باید با ملاحظات همراه باشد. این ملاحظات جنبه های مختلف اخلاقی، اجتماعی و ایمنی زیستی را در بر می گیرند.

۷۸- ایمنی زیستی:

شامل مجموعه ای از تدابیر، مقررات و روش هایی برای تضمین بهره برداری از این فنون است. قانون ایمنی زیستی به دلایل زیر در همه کشورها از جمله ایران تدوین و به تصویب رسیده است:

- ۱- استفاده مناسب از مزایای زیست فناوری
- ۲- پیشگیری از خطرات احتمالی زیست فناوری

۷۹- پژوهش های زیادی در مورد نتایج انواع کاربردهای زیست فناوری 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 شود.
- 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 آنها ارائه نشده است. لذا با توجه به حساسیت موضوع، این تحقیقات باید ادامه یابند و نتایج با دقت فراوان مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند.

مقدمه

- ۱- هزاران سال است که انسان رفتارهای جانوران را مشاهده می کند و در پی یافتن علت این رفتارها و چگونگی بروز آنهاست.
- ۲- زندگی انسان به داشتن اطلاعات درباره رفتار جانوران وابسته است:
- دانستن درباره چگونگی زادآوری یک حشره آفت، می تواند به یافتن راه هایی برای مبارزه با آن منجر شود.
- دانستن درباره مهاجرت یا تغذیه یک جانور در معرض خطر انقراض، می تواند به راه هایی برای حفظ آن گونه و حفاظت از تنوع زیستی بینجامد.

گفتار ۱: اساس رفتار

- ۳- تعریف رفتار: رفتار، واکنش یا مجموعه واکنش هایی است که جانور در پاسخ به محرک یا محرک ها انجام می دهد.
- ۴- انواع محرک ها: محرک هایی مانند 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 می شوند.

۵- رفتارهای غریزی

- اساس رفتار غریزی در همه افراد یک گونه یکسان است ← زیرا ژنی و ارثی است.
- همه رفتارهای غریزی به طور کامل هنگام تولد در جانور ایجاد نشده اند.

- | | | |
|---|---|------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> ۱- رفتار جوجه کاکایی برای به دست آوردن غذا ۲- رفتار مراقبت از زاده ها در موش ماده ۳- لانه سازی پرندگان ۴- رفتار مکیدن در شیرخواران | } | نمونه هایی از رفتارهای غریزی |
|---|---|------------------------------|

۶- نمونه ای از رفتارهای غریزی ← رفتار جوجه کاکایی برای به دست آوردن غذا

- جوجه کاکایی برای دریافت غذا به منقار پرنده والد نوک می زند و والد بخشی از غذای خورده شده را برمی گرداند تا جوجه آن را بخورد.
- جوجه پس از بیرون آمدن از تخم، می تواند به منقار والد نوک بزند یعنی می تواند رفتار درخواست غذا را انجام دهد.
- دریافت غذای کافی برای بقا و رشد جوجه اهمیت دارد.
- جوجه های برخی از پرندگان برای غذای مورد نیازشان به والد (یا والدین) خود متکی هستند.



سوال: منشأ رفتار جوجه کاکایی چیست؟

پاسخ: جوجه پرنده پس از بیرون آمدن از تخم، می تواند رفتار درخواست غذا را انجام دهد ← این رفتار همانند ویژگی های بدنی جانور، ژنی است.

۷- نمونه ای از رفتارهای غریزی ← رفتار مراقبت از زاده ها در موش ماده

• موش ماده به طور طبیعی اجازه نمی دهد بچه هایش از او دور شوند؛ اگر بچه موش ها دور شوند، مادر آنها را می گیرد و به سمت خود می کشد.

• علت رفتار مراقبتی موش های ماده ← فعال شدن ژن B در موش ها است.

• چگونگی فعال شدن ژن B:

موش مادر ابتدا نوزادان را واری می کند و اطلاعاتی از راه حواس به مغز آن ارسال می شود ← در نتیجه ژن یاخته هایی در مغز موش مادر فعال می شود ← و دستور ساخت پروتئینی را می دهد ← که آنزیم ها و ژن های دیگری را فعال می کند ← در مغز جانور فرایندهای پیچیده ای به راه می افتد که در نتیجه آنها، موش ماده رفتار مراقبت مادری را نشان می دهد.

- سوال: چگونه مشخص گردید که رفتار مراقبتی موش های ماده، اساس ژنی دارد؟

- پاسخ: پژوهشگران با ایجاد جهش در ژن B آن را غیر فعال کردند ← موش های ماده ای که ژن های جهش یافته داشتند، ابتدا بچه موش های تازه متولد شده را واری کردند ولی بعد آنها را نادیده گرفتند و رفتار مراقبت نشان ندادند. ← به این ترتیب، مشخص شد رفتار مراقبت مادری در موش اساس ژنی دارد.



مراقبت مادری موش دارای ژن طبیعی ←



نبود مراقبت مادری در موش مادر دارای ژن جهش یافته B ←

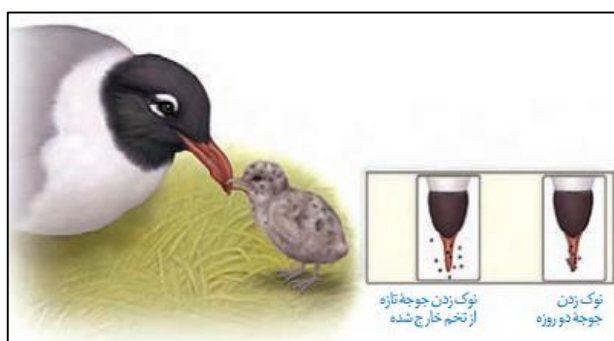
۸- یادگیری و رفتار

جانوران در محیط تجربه های گوناگونی پیدا می کنند که رفتارهای آنها را تغییر می دهد.

تعریف یادگیری: تغییر نسبتاً پایدار در رفتار که در اثر تجربه به وجود می آید، یادگیری نام دارد.

مثال برای تغییر رفتار غریزی در اثر یادگیری: اصلاح رفتار درخواست غذا در جوجه کاکایی

در رفتار درخواست غذا، نوک زدن های جوجه کاکایی به منقار والد در ابتدا دقیق نیست ولی به تدریج و با تمرین، این رفتار دقیق تر می شود. هرچه جوجه دقیق تر نوک بزند، والد سریع تر به درخواست آن برای غذا پاسخ می دهد. به این ترتیب جوجه می آموزد تا دقیق تر نوک بزند. ** بنابراین، جوجه کاکایی تجربه به دست می آورد و رفتار غریزی آن تغییر می کند و اصلاح می شود.



اصلاح رفتار درخواست غذا در جوجه کاکایی: پس از دو روز جوجه می آموزد تا دقیق تر نوک بزند.

نقطه های سیاه رنگ محل نوک زدن را نشان می دهند.

- ۹- رفتارهای ناشی از یادگیری
- ۱- خوگیری (عادی شدن)
 - ۲- شرطی شدن کلاسیک
 - ۳- شرطی شدن فعال
 - ۴- حل مسئله
 - ۵- نقش پذیری

۱۰- خوگیری (عادی شدن)

- **تعریف خوگیری:** در این یادگیری، پاسخ جانور به یک محرک تکراری که سود یا زبانی برای آن ندارد، کاهش پیدا می کند و جانور می آموزد به برخی محرک ها پاسخ ندهد.
- **مزیت خوگیری:** جانوران در معرض محرک های متعددی قرار دارند که پاسخ به همه آنها، نیازمند صرف انرژی زیادی است.
- **خوگیری موجب می شود** ← جانور با چشم پوشی از محرک های بی اهمیت، انرژی خود را برای انجام فعالیت های حیاتی حفظ کند.
- **مثال هایی برای یادگیری از نوع خوگیری (عادی شدن)**

مثال ۱- عدم پاسخ جوجه پرندگان به اجسام گوناگونی مانند برگ های در حال افتادن در بالای سر
جوجه پرندگان اجسام گوناگونی مانند برگ های در حال افتادن را در بالای سر خود می بینند. در ابتدا جوجه ها با پایین آوردن سر خود و آرام ماندن به این محرک ها پاسخ می دهند، اما با دیدن مکرر اجسام در حال حرکت، یاد می گیرند آنها برایشان خطر یا فایده ای ندارند. در نتیجه، جوجه ها دیگر به این محرک ها پاسخ نمی دهند.



مثال ۲- عدم پاسخ پرندگان به مترسک

مثال ۳- عدم پاسخ شقایق دریایی به حرکت مداوم آب توسط بازوهای خود
عادی شدن حرکت مداوم آب ← موجب خوگیری جانور می شود.

فعالیت ۱:



الف) شکل روبه رو یادگیری خوگیری را نشان می دهد. آن را توضیح دهید.
ب) در برخی کشتزار ها قوطی های فلزی را به مترسک آویزان می کنند، این کار چه فایده ای دارد؟

الف) در شکل های ۱ تا ۳، ابتدا مترسک پرنده ها را می ترساند ولی پس از مدتی آن ها متوجه می شوند مترسک به آن ها آسیبی نمی رساند ← پرنده ها به آن خو می گیرند و دیگر مترسک کارایی ندارد.
ب) قوطی های فلزی با وزش باد تکان می خورند و صدا ایجاد می کنند و موجب ترس پرنده ها می شوند. از آنجا که این محرک دائمی نیست، استفاده از مترسک را مؤثرتر می کند.

۱۱- شرطی شدن کلاسیک

- **تعریف:** نوعی یادگیری که در آن وقتی یک محرک بی‌اثر (غیر طبیعی) با محرک طبیعی همراه شود ← سبب بروز پاسخ می‌شود.
- وقتی جانوری مانند سگ غذا می‌بیند و یا بوی آن را احساس می‌کند، بزاق او ترشح می‌شود.
- غذا ← محرک است و ترشح بزاق ← پاسخ غریزی و یک بازتاب طبیعی است.
- دانشمندی به نام پاولوف آزمایش‌های متعددی در این باره انجام داد. او متوجه شد بزاق سگ، با دیدن فرد غذا دهنده و قبل از دریافت غذا نیز ترشح می‌شود.
- **آزمایش پاولوف:**

پاولوف آزمایشی طراحی کرد و در آن هم زمان با دادن پودر گوشت به سگ گرسنه، زنگی را 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 نیز ترشح می‌شد.

غذا = محرک طبیعی است و صدای زنگ = محرک شرطی است.



- صدای زنگ در ابتدا یک محرک بی‌اثر بود ولی وقتی با محرک طبیعی یعنی غذا همراه شد، سبب بروز پاسخ ترشح بزاق شد.
- صدای زنگ یک محرک شرطی است ← زیرا در صورتی می‌تواند موجب بروز پاسخ شود که با یک محرک طبیعی همراه شود.

۱۲- شرطی شدن فعال (آزمون و خطا)

- **تعریف:** شرطی شدن فعال، نوعی یادگیری است که جانور می‌آموزد بین رفتار خود با پاداش یا تنبیهی که دریافت می‌کند، ارتباط برقرار کرده ← و در آینده رفتاری را تکرار یا از انجام آن خودداری می‌کند.
- **مثال‌هایی برای یادگیری از نوع شرطی شدن فعال (آزمون و خطا)**

مثال ۱- رفتار موش در جعبه اسکینر برای کسب غذا



در نخستین آزمایش‌های مربوط به یادگیری فعال، دانشمندی به نام اسکینر موش گرسنه‌ای را در جعبه‌ای قرار داد که درون آن اهرمی وجود داشت و موش می‌توانست آن را فشار دهد. بعد از فشار دادن اهرم، تکه‌ای غذا به درون جعبه می‌افتاد و موش غذا دریافت می‌کرد. پس از چند بار تکرار این رفتار، موش به ارتباط بین فشار دادن اهرم و پاداش یعنی به دست آوردن غذا پی برد. موش پس از آن به طور عمدی، اهرم را فشار می‌داد تا غذا به دست آورد.

مثال ۲- نخوردن پروانه مونارک توسط پرنده‌ای که قبلاً چنین پروانه‌هایی بلعیده و دچار تهوع شده است.

بر اساس یادگیری شرطی شدن فعال، احساس مزه نامطلوب که به تهوع پرنده منجر می‌شود، تنبیهی است که با تکرار آن، پرنده می‌آموزد از خوردن این پروانه‌ها اجتناب کند.

مثال ۳- رام کردن حیوانات در سیرک

رام کنندگان جانوران با شرطی شدن فعال (آزمون و خطا)، انجام حرکات نمایشی در سیرک را به آن‌ها می‌آموزند.

فعالیت ۲:



پرنده ای که در شکل زیر می بینید، پروانه مونارک را بلعیده و دچار تهوع شده است. پس از چنین تجربه هایی پرنده می آموزد، این حشره را نباید بخورد. چگونگی آموختن این رفتار را بر اساس یادگیری شرطی شدن توضیح دهید.

بر اساس یادگیری شرطی شدن فعال، احساس مزه نامطلوب که به تهوع پرنده منجر می شود، تنبیهی است که با تکرار آن، پرنده می آموزد از خوردن این پروانه ها اجتناب کند.

فعالیت ۳:



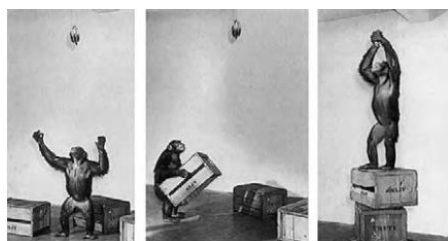
الف) شقایق دریایی با تحریک مکانیکی (تماس)، بازوهای خود را منقبض می کند اما به حرکت مداوم آب پاسخی نمی دهد. چرا؟

ب) رام کنندگان جانوران چگونه انجام حرکات نمایشی درسیرک را به آنها می آموزند؟
الف) حرکت مداوم آب موجب خوگیری جانور ولی تماس موجب پاسخ می شود.
ب) رام کنندگان به جانوران می آموزند رفتار ویژه ای به دریافت پاداش یا تنبیه منجر می شود.

۱۳- حل مسئله

- **تعریف:** نوعی یادگیری است که جانور بین تجربه های گذشته و موقعیت جدید ارتباط برقرار می کند و با استفاده از آنها برای حل مسئله جدید، آگاهانه برنامه ریزی می کند.
- برخی از جانوران می توانند از تجربه های قبلی خود برای حل مسئله ای که با آن روبه رو شده اند، استفاده کنند.
- **مثال هایی برای یادگیری از نوع حل مسئله**

مثال ۱ - قرار دادن چند جعبه چوبی بر روی هم و بالا رفتن از آن برای دست یافتن به موزها توسط شامپانزه



در یکی از آزمایش های مربوط به این رفتار، شامپانزه ای را در اتاقی گذاشتند که تعدادی موز از سقف آن 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 را روی هم قرار داد، از آنها بالا رفت و به موزها دست یافت.

مثال ۲ - شامپانزه ها برگ های شاخه نازک درختان را جدا می کنند و آن را درون لانه موربانه ها فرو می برند تا موربانه ها را بیرون بیاورند و بخورند.

مثال ۳ - شامپانزه ها از تکه های چوب یا سنگ به شکل سندان و چکش استفاده می کنند تا پوسته سخت میوه ها را بشکنند.



مثال ۴ - بالا کشیدن نخ با منقار برای به دست آوردن گوشت آویزان توسط کلاغ سیاه
کلاغ سیاه کشف کرده است که چگونه تکه گوشت آویزان به انتهای نخ را به دست آورد. جانور هر بار بخشی از نخ را با منقار خود بالا می کشد و پنجه پای خود را روی آن قرار داده و سرانجام به گوشت دست پیدا می کند.

۱۴- نقش پذیری

• تعریف: نقش پذیری نوعی یادگیری است که در دوره مشخصی از زندگی جانور انجام می شود.

• مثال هایی برای نقش پذیری

مثال ۱- دنبال کردن نخستین جسم متحرکی که جوجه غازها پس از خروج از تخم می بینند.

- جوجه غازها پس از بیرون آمدن از تخم، نخستین جسم متحرکی را که می بینند، دنبال می کنند. جسم متحرک معمولاً مادر آنها است. این دنبال کردن موجب پیوند جوجه ها با مادر می شود.
- نقش پذیری جوجه غازها طی چند ساعت پس از خروج از تخم رخ می دهد. این زمان، دوره حساسی است که در آن نقش پذیری با بیشترین موفقیت انجام می شود.



مزیت نقش پذیری برای جوجه غازها

- ۱- جوجه غازها با نقش پذیری مادر خود را می شناسند. ← این شناسایی برای بقای جوجه ها حیاتی است، بدون آن جوجه ها تحت مراقبت مادر قرار نمی گیرند و ممکن است بمیرند.

- ۲- جوجه ها با نقش پذیری، رفتارهای اساسی مانند جست و جوی غذا را نیز از مادر یاد می گیرند.

مثال ۲- بره هایی که مادر خود را از دست داده اند و انسان آنها را پرورش داده است، دنبال او راه می افتند.

- نقش پذیری در پستانداران نیز دیده می شود ← مثلاً بره هایی که مادر خود را از دست داده اند و انسان آنها را پرورش داده است، دنبال او راه می افتند و تمایلی برای ارتباط با گوسفندهای دیگر نشان نمی دهند.

۱۵- امروزه پژوهشگران می کوشند از نقش پذیری در حفظ گونه های جانوران در خطر انقراض استفاده کنند.

مثلاً: آنها برای پرورش جوجه پرنده هایی که والدین خود را از دست داده و تحت مراقبت انسان به دنیا آمده اند، صدای پرندگان همان گونه را پخش می کنند.

افرادی که از این جوجه ها نگهداری می کنند، ظاهر خود را شبیه آن پرنده کرده و مانند آنها رفتار می کنند.

۱۶- برهم کنش غریزه و یادگیری

بیشتر رفتارهای جانوران محصول برهم کنش ۱- ژن ها و ۲- اثرهای محیطی است که جانور در آن زندگی می کند.

مثال:

در رفتار درخواست غذای جوجه کاکایی، این رفتار غریزی به طور کامل در جوجه ای که از تخم بیرون می آید، بروز پیدا نمی کند. برای شکل گیری کامل آن، ۱- برهم کنش جوجه و والدین و ۲- کسب تجربه لازم است.

جانور اساس ژنی لازم برای انجام این رفتار را دارد و همچنان که رشد می کند از آموخته های خود از محیط تجربه به دست می آورد و آنها را برای تغییر و اصلاح رفتار قبلی به کار می برد.

۱۷- یادگیری برای بقای جانوران لازم است ← زیرا محیط جانوران همواره در حال تغییر است. برای آنکه جانوران بتوانند در این شرایط

در حال تغییر زندگی کنند، باید بتوانند به تغییرات پاسخ های مناسبی بدهند. به این ترتیب، برهم کنش ژن ها و یادگیری امکان سازگار شدن جانور با این تغییرات را فراهم می آورد.

گفتار ۲- انتخاب طبیعی و رفتار

(۱) جانور چگونه رفتاری را انجام می دهد؟

پاسخ: برای پاسخ به این پرسش پژوهشگران فرایندهای ژنی، رشد ونمو و عملکرد بدن جانور را بررسی می کنند.

(۲) چرا جانور رفتاری را انجام می دهد؟

پاسخ: پرسش دوم به دیدگاه انتخاب طبیعی مربوط است. ← رفتارهای سازگارکننده با ساز و کار انتخاب طبیعی، برگزیده می شوند. یعنی جانوران رفتارهایی را انتخاب می کنند که بقای آن ها را افزایش می دهد.

۱۸- انواع پرسش ها در بررسی یک رفتار

۱۹- مثالی از رفتارهای افزایش دهنده بقای جاندار:

پرنده کاکایی پس از آنکه جوجه هایش از تخم بیرون می آیند، پوسته های تخم را از لانه خارج می کند. جوجه ها و تخم های کاکایی در میان علف های اطراف آشیانه به خوبی استتار می شوند. البته رنگ سفید داخل پوسته تخم های شکسته بسیار مشخص است.



تخم های کاکایی



جوجه های کاکایی

• بررسی علت رفتار بیرون انداختن پوسته های تخم از لانه، در کاکایی

پژوهشگری تخم های مرغ خانگی را شبیه تخم های کاکایی رنگ آمیزی کرد ← و آنها را در محل آشیانه سازی کاکایی ها، قرار داد. ← پژوهشگر در کنار تعدادی از این تخم ها، پوسته تخم های شکسته کاکایی را نیز قرار داد.

او مشاهده کرد کلاغ ها بیشتر تخم مرغ هایی را که کنار پوسته های تخم کاکایی قرار داشتند، پیدا کرده و آنها را خوردند. رنگ سفید داخل پوسته تخم های شکسته، راهنمای کلاغ ها بود.

• چرا کاکایی پوسته های تخم را از لانه خارج می کند؟

رنگ سفید داخل پوسته تخم های شکسته بسیار مشخص است ← و موجب جلب توجه شکارچیان مثل کلاغ ها به سمت آشیانه کاکایی و آسیب به فرزندان می شود. ← بنابراین کاکایی ها رفتار دور انداختن پوسته های شکسته از لانه را برای ۱- کاهش احتمال شکار شدن و ۲- افزایش احتمال بقای جوجه ها انجام می دهند.

- کاکایی ها زمان بسیار کوتاهی را برای بیرون بردن پوسته تخم ها صرف می کنند ← اما این رفتار در بقای زاده های آنها نقشی حیاتی دارد.

- این رفتار کاکایی ها سازگارکننده است. ← زیرا احتمال دسترسی شکارچی به زاده ها کاهش و احتمال بقای آنها را افزایش می دهد و به سود پرنده و زاده های آن است.

۲۰- رفتارهای سازگارکننده با ساز و کار انتخاب طبیعی، برگزیده می شوند.

■ در رفتارشناسی با دیدگاه انتخاب طبیعی، پژوهشگران برای پاسخ به پرسش چرایی رفتارها و اثر انتخاب طبیعی در شکل دادن به آنها پژوهش می کنند.

■ پژوهشگران نقش سازگارکنندگی رفتارهای گوناگون و به عبارتی نقش رفتارها را در بقا و زادآوری بیشتر جانوران بررسی می کنند. ← این کار با ۱- بررسی سود و ۲- هزینه رفتار برای جانور، انجام می شود.

فعالیت ۴:

پژوهش درباره رفتار بیرون انداختن پوسته تخم در کاکایی‌ها:

الف) پژوهشگر چه فرضیه ای را دنبال می کرد؟

ب) چرا پژوهشگر فقط در کنار تعدادی از تخم مرغ های رنگ آمیزی شده، پوسته تخم کاکایی قرار داد؟

الف) بیرون انداختن پوسته تخم برای حفاظت از شکارچی انجام می شود.

ب) پژوهشگر با این کار تخم ها را به دو گروه آزمایشی و کنترلی تقسیم کرد.

۱- زادآوری (تولیدمثل)

۲- غذاییابی

۳- قلمرو خواهی

۴- مهاجرت

۵- خواب زمستانی و رکود تابستانی

۲۱- انواع رفتارهای مرتبط با بقای نسل در جانوران

۲۲- زادآوری (تولیدمثل)

▪ 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 می دهند.

۲۳- دو رفتار زادآوری (تولیدمثلی) مهم: ۱- انتخاب جفت ۲- نوع نظام جفتگیری

۲۴- رفتارانتخاب جفت

در رفتار انتخاب جفت، جانور ابتدا ویژگی های جفت را بررسی می کند و ← بعد تصمیم می گیرد با آن جفت گیری کند یا نه.

۲۵- انتخاب جفت در طاووس ها

▪ ویژگی های ظاهری طاووس های نر و ماده متفاوت است.

▪ انتخاب جفت در طاووس ها ← با جانور ماده است.

▪ در فصل زادآوری دم طاووس نر، پره های پر نقش و نگاری پیدا می کند. ← طاووس نر برای جلب جفت، دم خود را مانند باد بزن می گستراند تا بهتر در معرض دید جانور ماده قرار گیرد. ← طاووس ماده دم طاووس های نر را بررسی می کند و نری را به عنوان جفت انتخاب می کند که رنگ درخشان و لکه های چشم مانند بیشتری روی پره های دم خود داشته باشد.



لکه های چشم مانند دم طاووس نر

۲۶- سوال: در جانوران، ماده ها بیشتر از نرها رفتار انتخاب جفت را انجام می دهند. چرا؟

در جانوران هر یک از والدین باید انرژی و مدت زمانی را برای زادآوری و پرورش زاده ها صرف کنند. ← جانوران ماده معمولاً زمان و انرژی بیشتری صرف می کنند.

برای مثال: نگهداری از تخم ها و جوجه ها در پرندگان و بارداری و شیردادن به نوزادان در پستانداران فعالیت های پرهزینه ای هستند که جانوران ماده آنها را انجام می دهند.

تولیدمثل برای ماده ها هزینه بیشتری دارد. ← پس جانوران ماده باید جفت انتخاب کنند تا موفقیت تولیدمثلی آنها تضمین شود.

۲۷- سوال: پره‌های زینتی دم طاووس نر با موفقیت زادآوری جانور ماده چه ارتباطی دارد؟

- پژوهش‌ها نشان داده‌اند، جانوران ماده در انتخاب جفت به ویژگی‌های ظاهری نرها توجه می‌کنند.



۱- درخشان بودن رنگ پرندۀ یکی از این ویژگی‌هایی است که نشانه سلامت و کیفیت رژیم غذایی آن است. جفت‌گیری با نری که این

نشانه را دارد ← سلامت جانور ماده و زادۀ هایش را تضمین می‌کند.

۲- ویژگی‌های ظاهری جانور نر نشانه‌ای از داشتن ژن‌های مربوط به صفات سازگارکننده نیز هستند.

- دم بلند و زینتی طاووس نر ممکن است حرکت جانور را دشوار و آن را در مقابل شکارچی‌ها آسیب‌پذیرتر کند و احتمال بقای آن را کاهش دهد، اما بقای جانوری با این ویژگی هنگام تولید مثل، سازگارتر بودن آن را نشان می‌دهد. ← در نتیجه در صورت انتخاب آن، زادۀ ها علاوه بر ۱- ویژگی ظاهری ۲- ژن‌های صفات سازگارتر را نیز به ارث می‌برند.

۲۸- ویژگی‌های ظاهری مانند دم زینتی طاووس نر یا شاخ گوزن نر از صفات ثانویه جنسی جانوران نر هستند.

صفات ثانویه جنسی ← ۱- هنگام جفت‌یابی و ۲- رقابت با نرهای دیگر به کار می‌روند.

- در نوعی جیرجیرک، جانور نر هزینه بیشتری در تولید مثل می‌پردازد و ← بنابراین جیرجیرک نر جفت را انتخاب می‌کند.

- جیرجیرک نر اسپرم‌های خود را درون کیسه‌ای به همراه مقداری مواد مغذی به جانور ماده منتقل می‌کند. (این کیسه بخش قابل توجهی از وزن بدن جانور نر را تشکیل می‌دهد).
- جانور ماده هنگام تشکیل تخم و برای رشد و نمو جنین به مواد مغذی درون کیسه نیاز دارد.

- نحوه انتخاب جفت: جانور نر، جیرجیرک ماده‌ای را انتخاب می‌کند که بزرگ‌تر باشد ← زیرا بزرگ‌تر بودن جیرجیرک ماده نشانه آن است که تخمک‌های بیشتری دارد و می‌تواند زادۀ‌های بیشتری تولید کند.

۲۹- انتخاب جفت در نوعی جیرجیرک

- جیرجیرک نر ← جفت را انتخاب می‌کند.
- جیرجیرک‌های ماده ← برای انتخاب شدن رقابت می‌کنند.



جیرجیرک ماده‌ای که کیسه دارای اسپرم و مواد مغذی (بخش سفیدرنگ) را دریافت کرده است.

۱- نظام جفتگیری چند همسری

در این نظام یکی از والدین پرورش و نگهداری زاده ها را انجام می دهد.

مثال: طاووس نر نظام جفت گیری چند همسری دارد.

طاووس نر در نگهداری زاده ها نقشی ندارد، البته می تواند با نگهداری از قلمرو، منابع غذایی، محل لانه و پناهگاه ایمن از شکارچی ها، به طور غیرمستقیم به ماده ها کمک کند. در نتیجه، موفقیت تولیدمثلی هر دو جانور نر و ماده افزایش می یابد.

*بیشتر پستانداران نظام چندهمسری دارند.

۳۰- نظام جفت گیری

۲- نظام جفتگیری تک همسری

در این نظام هر دو والد هزینه های پرورش زاده ها را می پردازند. همچنین، در این نظام جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم مساوی دارند.

مثال: بیشتر پرندگان مثل قمری خانگی تک همسر هستند.

نوع نظام	چند همسری	تک همسری
مثال	طاووس و بیشتر پستانداران	بیشتر پرندگان مثل قمری خانگی
نقش نرها	نگهداری قلمرو، منابع غذایی، محل لانه، پناهگاه ایمن از شکارچی ها	هم نقش با ماده ها هستند.
نقش ماده ها	انتخاب جفت	هم نقش با نرها هستند.
نگهداری از فرزندان	بر عهده یکی از والدین است. (والد ماده)	بر عهده هر دو والد است.
انتخاب جفت	بر عهده ماده ها است.	جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم برابر دارند.

• رفتار غذایی: مجموعه رفتارهای جانور برای جست و جو و به دست آوردن غذا

- غذاهایی که جانوران می خورند معمولاً اندازه های متفاوتی دارند. غذاهای بزرگ تر انرژی بیشتری دارند اما ممکن است ← ۱- فراوانی آنها کمتر و ۲- به دست آوردن آنها دشوارتر باشد.

- برای جانوران میزان سود ← یعنی میزان انرژی موجود در غذا و هزینه به دست آوردن غذا و مصرف آن اهمیت دارد.

• غذاییابی بهینه: موازنه بین محتوای انرژی غذا و هزینه به دست آوردن آن، غذاییابی بهینه نام دارد.

• رفتار غذاییابی بر اساس میزان انرژی دریافتی

- بر اساس انتخاب طبیعی، رفتار غذاییابی ای برگزیده می شود که ← از نظر میزان انرژی دریافتی کارآمدتر باشد یعنی اینکه جانور در هر بار غذاییابی، بیشترین انرژی خالص را دریافت کند.

مثال: خرچنگ های ساحلی صدف های با اندازه متوسط را ترجیح می دهند ← زیرا آنها بیشترین انرژی خالص را تأمین می کنند.

۳۱- غذاییابی

- صدف های بزرگ تر انرژی بیشتری دارند اما برای شکستن آنها باید انرژی بیشتری صرف شود.

• رفتار غذاییابی بر اساس بیشترین انرژی دریافتی و کمترین خطر

- هنگام غذاییابی ممکن است جانور خود در خطر شکار شدن یا آسیب دیدن قرار گیرد. ← بنابراین رفتار برگزیده باید

موازنه ای بین کسب بیشترین انرژی و کمترین خطر را نشان دهد. ← به همین علت است که هنگام وجود شکارچی یا رقیب، جانوران رفتارهای غذاییابی خود را تغییر می دهند و در حالتی آماده و گوش به زنگ به غذاییابی مشغول می شوند.

- گاهی جانوران غذاییابی را مصرف می کنند که محتوای انرژی چندانی ندارد اما مورد نیاز آنها را تأمین می کند.

مثال: طوطی ها خاک رس می خورند ← تا مواد سمی حاصل از غذاهای گیاهی را در لوله گوارش آنها خنثی کند.

۳۲- قلمروخواهی

- **قلمرو:** قلمرو یک جانور، بخشی از محدوده جغرافیایی است که جانور در آن زندگی می کند.
- **قلمروخواهی:** جانوران در برابر افراد هم گونه یا افراد گونه های دیگر از قلمرو خود دفاع می کنند. این رفتار قلمروخواهی نام دارد.
- جانور با رفتارهایی مانند اجرای نمایش و یا تهاجم به جانوران دیگر اعلام می کند که قلمرو متعلق به آن است. مثلاً یک پرندۀ با آواز خواندن سعی می کند از ورود پرندۀ مزاحم به قلمرو خود جلوگیری کند. ← اگر آواز مؤثر نباشد، ممکن است پرندۀ صاحب قلمرو برای بیرون راندن مزاحم به آن حمله کند.



قلمروخواهی در قو، سرخود مازندران

• پیامدهای رفتار قلمروخواهی برای پرندۀ

- ← ۱- این فعالیت ها نیازمند صرف زمان و مصرف انرژی است.
- ← ۲- تهاجم ممکن است به آسیب دیدن پرندۀ صاحب قلمرو هم بینجامد.
- ← ۳- آواز خواندن ممکن است موقعیت پرندۀ را برای شکارچی آشکار کند.

* قلمروخواهی برای جانوران فایده هایی دارد ← به همین دلیل پرندۀ هزینه های دفاع از قلمرو را می پذیرد.

• پیامدهای رفتار قلمروخواهی برای پرندۀ

- ← ۱- استفاده اختصاصی از منابع قلمرو می تواند غذا و انرژی دریافتی جانور را افزایش دهد.
- ← ۲- امکان جفت یابی جانورافزایش می یابد.
- ← ۳- دسترسی به پناهگاه برای در امان ماندن از شکارچی افزایش می یابد.

۳۳- مهاجرت

- **تعریف:** جا به جایی طولانی و رفت و برگشتی جانوران مهاجرت نام دارد.
- **علل مهاجرت:** ۱- تغییر فصل و ۲- نامساعد شدن شرایط محیط و ۳- کاهش منابع مورد نیاز ← جانوران را وا می دارد به سوی زیستگاه های مناسب تر برای تغذیه، بقا و زادآوری مهاجرت کنند.
- مهاجرت رفتاری غریزی است که یادگیری نیز در آن نقش دارد.
- سارهایی که تجربه مهاجرت دارند بهتر از آنهایی که برای نخستین بار مهاجرت می کنند، مسیر مهاجرت را تشخیص می دهند.

• جهت یابی در مهاجرت

- **نشانه های محیطی** ← جانوران برای جهت یابی از نشانه های محیطی استفاده می کنند. مثال:
- جهت یابی هنگام روز ← با استفاده از موقعیت خورشید انجام می شود.
- جهت یابی هنگام شب ← با استفاده از موقعیت ستاره ها در آسمان انجام می شود.
- **میدان مغناطیسی** ← هنگام ابری بودن آسمان، میدان مغناطیسی زمین در جهت یابی جانوران نقش دارد. مثال:
- ۱- **جهت یابی کبوتر خانگی:** پژوهشگران در یک روز ابری آهنربای کوچکی را روی سر کبوتر خانگی قرار دادند. با وجود این آهنربا، پرندۀ نتوانست مسیر درست را بیابد و به لانه بازگردد. ← پژوهشگران نتیجه گرفتند که کبوتر خانگی می تواند موقعیت خود را نسبت به میدان مغناطیسی زمین احساس و با استفاده از آن جهت یابی کند.
- * پژوهشگران در سر بعضی از پرندۀ ها ذرات آهن مغناطیسی شده نیز یافته اند.
- ۲- **جهت یابی لاک پشت های دریایی ماده:** لاک پشت دریایی ماده پس از طی مسافت های طولانی، برای تخم گذاری به ساحل دریا می آید و پس از تخم گذاری دوباره به دریا باز می گردد. ← به نظر می رسد میدان مغناطیسی زمین در جهت یابی لاک پشت ها نقش دارد.

- برخی جانوران برای بقاء، در زمستان، خواب زمستانی دارند. در این حالت جانور به خواب عمیقی فرو می رود و یک دوره کاهش فعالیت را طی می کند.
 - در خواب زمستانی ۱- دمای بدن، ۲- مصرف اکسیژن، ۳- تعداد تنفس جانور و ۴- نیاز جانور به انرژی کاهش می یابد.
 - پیش از ورود به خواب زمستانی، جانور مقدار زیادی غذا مصرف می کند و در بدن آن چربی لازم به مقدار کافی ذخیره می شود تا هنگام خواب به مصرف برسد.
- ۳۴- خواب زمستانی**

- رکود تابستانی یک دوره کاهش فعالیت است که در آن سوخت و ساز جانور کاهش پیدا می کند.
 - رکود تابستانی در جانورانی دیده می شود که در جاهای به شدت گرم مانند بیابان زندگی می کنند.
 - علت رکود تابستانی:
- این جانوران در ۱- پاسخ به نبود غذا یا ۲- دوره های خشکسالی، رکود تابستانی انجام می دهند.
- ۳۵- رکود تابستانی**

نکته: هم در خواب زمستانی و هم در رکود تابستانی، کاهش فعالیت و سوخت و ساز بدن مشاهده می شود.

فعالیت ۵:



لاک پشتی که در شکل روبه رو می بینید، حتی وقتی در آزمایشگاه قرار دارد و غذا و آب کافی دریافت می کند، رکود تابستانی را نشان می دهد. چرا رکود تابستانی را رفتاری ژنی می دانند؟

با توجه به این که در آزمایشگاه عوامل محیطی تغییری نکرده اند، بنابراین این رفتار جانور ژنی است نه اکتسابی و محیطی.

گفتار ۳- ارتباط و زندگی گروهی

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

▪ ارتباط بین جانوران:

جانوران از راه های گوناگون با یکدیگر ارتباط برقرار ساخته و اطلاعات مبادله می کنند. مانند: تولید صدا، علامت های دیداری، بو و لمس کردن

↓

در نتیجه این ارتباط، رفتار آنها تغییر می کند.

▪ مثال هایی از برقراری ارتباط بین جانوران:

- ۱) بعضی جانوران مانند زنبورها، مارها و گربه ها با استفاده از فرومون (نوعی پیک شیمیایی) با یکدیگر ارتباط برقرار می کنند.
- ۲) جوجه کاکایی با لمس منقار والد با او ایجاد ارتباط و غذا درخواست می کند.
- ۳) صدای جیرجیرک نر، اطلاعاتی مانند گونه و جنسیت را به اطلاع جیرجیرک ماده می رساند.
- ۴) برقراری ارتباط برای یافتن غذا در زنبورهای عسل

۳۷- بررسی ارتباط در زنبورهای عسل

← ۱- انجام حرکات ویژه:

- وقتی زنبور کارگر منبع غذایی جدیدی پیدا می کند و به کندو باز می گردد، اطلاعات خود را با انجام حرکات ویژه ای اطلاعات خود را به زنبورهای دیگر نشان می دهد.
- زنبورهای کارگر با مشاهده این حرکات ← ۱- فاصله تقریبی کندو تا محل منبع غذا و ۲- جهتی را که باید پرواز کنند، در می یابند.
- هرچه این حرکات طولانی تر باشد ← منبع غذایی دورتر است.

← ۲- صدای وزوز:

هنگام انجام حرکات، زنبور یابنده صدای وزوز متفاوتی نیز دارد.

- زنبورهای کارگر با استفاده از:

۱- اطلاعات کلی که از زنبور یابنده درباره منبع غذایی دریافت کرده اند ← به سمت آن پرواز می کند.

۲- به کمک بویایی خود، محل دقیق غذا را پیدا می کنند.

- مزیت این روش برقراری ارتباط برای زنبورها:

وقتی زنبورهای کارگر قبل از جست و جو درباره محل منبع غذا اطلاعات داشته باشند ← با صرف انرژی کمتر و در زمان کوتاه تری محل دقیق آن را پیدا می کنند.

۳۸- زندگی گروهی

- برخی جانوران مانند مورچه و گرگ به شکل گروهی زندگی می کنند و با هم همکاری دارند.

مزایای زندگی گروهی

- ۱- احتمال شکار شدن جانور در گروه کمتر است ← زیرا نگهبان های گروه، محیط اطراف را زیر نظر می گیرند.
- ۲- دسترسی به منابع غذایی، ممکن است افزایش یابد ← زیرا جانور می تواند درباره محل منبع غذا از جانوران دیگر گروه اطلاعات کسب کند.
- ۳- شکار گروهی موفقیت بیشتری دارد ← زیرا افراد یک گروه می توانند شکار بزرگ تری را به دام بیندازند.

۳۹- اجتماع مورچه ها

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، کارگرها اندازه های متفاوتی دارند.

۱- تعدادی از مورچه ها برگ ها را برش می دهند و به لانه حمل می کنند.

۲- گروهی دیگر از مورچه ها کار دفاع را انجام می دهند.

- مورچه های برگ بر، قطعه های برگ را به عنوان کود برای پرورش نوعی قارچ که از آن تغذیه می کنند، به کار می برند.

مورچه بزرگ تر کارگری است که برگ را به لانه حمل و مورچه های کوچکتر از آن دفاع می کنند.



۴۰- رفتار دگرخواهی

← **تعریف:** رفتاری است که در آن یک جانور بقا و موفقیت تولیدمثلی جانور دیگری را با هزینه کاسته شدن از احتمال بقا و تولیدمثل خود، افزایش می دهد.



← • رفتار دگرخواهی در دم عصایی

در بین جانورانی که زندگی گروهی دارند، افراد نگهبانی هستند که با تولید صدا حضور شکارچی را به دیگران هشدار می دهند تا به موقع فرار کنند. ← البته آنها با این کار توجه شکارچی را به خود جلب کرده، احتمال بقای خود را کاهش می دهند.

این دم عصایی در حال نگهبانی است.

← • رفتار دگرخواهی در زنبورهای عسل

- زنبورهای عسل کارگر (ماده و دیپلوئید)، نازا هستند و نگهداری و پرورش زاده های ملکه را انجام می دهند.

- جانوران نگهبان و زنبورهای عسل کارگر رفتار دگرخواهی دارند.

- علت رفتار دگرخواهی زنبورهای عسل کارگر و نگهبان: آنها با خویشاوندانشان، ژن های مشترکی دارند. بنابراین اگرچه این جانوران خود زاده ای نخواهند داشت، ولی خویشاوندان آنها می توانند زادآوری کرده و ژن های مشترک را به نسل بعد منتقل کنند. به همین علت است که بر اساس انتخاب طبیعی، رفتار دگرخواهی برگزیده شده است.



← • رفتار دگرخواهی در خفاش های خون آشام

- خفاش های خون آشام به طور گروهی درون غارها یا سوراخ درختان زندگی می کنند.

- غذای خفاش های خون آشام، خون پستانداران بزرگ مثل دام ها است.

- نحوه انجام رفتار دگرخواهی در خفاش های خون آشام: این خفاش ها خونی را که خورده اند با یکدیگر به اشتراک می گذارند. ← خفاشی که غذا خورده است کمی از خون خورده شده را برمی گرداند تا خفاش گرسنه آن را بخورد. (در غیر این صورت خفاش گرسنه خواهد مرد.)

- خفاشی که غذا دریافت کرده، کار خفاش دگرخواه را در آینده جبران می کند. ← اگر جبران انجام نشود، این خفاش از اشتراک غذا کنار گذاشته می شود.

- خفاش هایی که دگرخواهی انجام می دهند، لزوماً خویشاوند نیستند. در واقع، رفتار دگرخواهی که در اثر انتخاب طبیعی برگزیده شده، به بقای آنها منجر می شود.

← • رفتار دگرخواهی در پرندگان

- گاهی دگرخواهی، رفتاری به نفع خود فرد است.

- در میان پرندگان، افراد یاریگری هستند که در پرورش زاده ها به والدین آنها یاری می رسانند.

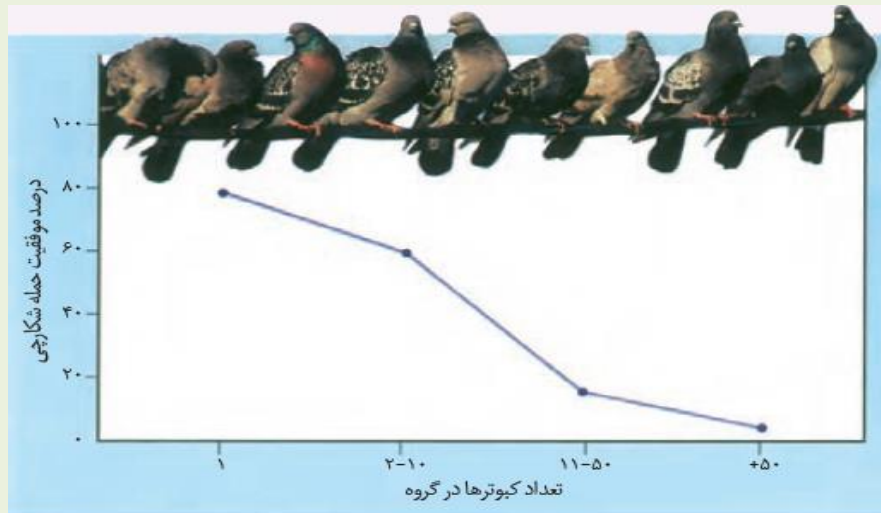
مزیت رفتار دگرخواهی برای یاریگرها

← ۱- کسب تجربه ← یاریگرها اغلب پرنده های جوانی هستند که با کمک به والدین صاحب لانه، تجربه کسب می کنند و هنگام زادآوری می توانند از این تجربه ها برای پرورش زاده های خود استفاده کنند.

← ۲- تصاحب قلمرو ← با مرگ احتمالی جفت های زادآور، قلمرو آنها را تصاحب و خود زادآوری کنند.

فعالیت ۶:

نمودار زیر مزیت زندگی گروهی را نشان می دهد، آن را تفسیر کنید.



نمودار نشان می دهد با افزایش تعداد پرند ها در گروه موفقیت شکارچی برای شکار آن ها کاهش پیدا می کند.