جزوه سطح A (نکات مهم تر) پس از تدریس در کلاس حضوری یا مجازی در صفحات پایان گفتار نوشته خواهد شد

فصل چهارم – تغییر در اطلاعات وراثتی

- با وجودی که پایداری اطلاعات در سامانه های زنده ، از ویژگی های مهم ماده وراثتی است، اما ماده وراثتی باید تغییرپذیری محدودی داشته باشد.

- انواع پیامدهای تغییرپذیری ماده وراثتی: 1. مفید 2. خنثی 3. مضر

- تغییر محدود ماده وراثتی ← تنوع(گوناگونی) ← افزایش توان بقاء جمعیت در شرایط متغیر محیطی ← تغییر گونه ها

- فواید تغییرپذیری ماده وراثتی: الف- ایجاد تفاوت های فردی ب- زمینه سازی تغییر گونه ها

گفتار یکم – جهش

- **تعریف جهش**: هر نوع تغییر پایدار در نوکلئوتیدهای ماده وراثتی
(تغییر پایدار، یعنی تغییری که با تقسیم رشتمان (میتوز) یا کاستمان (میوز)، به یاخته های حاصل نیز منتقل می شود).

مثال: بیماری کم خونی داسی شکل
در رشته الگوی ژن هموگلوبین مبتلایان به بیماری کم خونی داسی شکل، یک نوکلئوتید آدنین دار، به جای یک نوکلئوتید تیمین دار جایگزین شده است، در نتیجه آمینواسید والین به جای گلوتامات قرار گرفته است.

- ✓ تبدیل رمز CTT به CAT در رشته الگوی ژن هموگلوبین و در نتیجه تبدیل کدون GAA به GUA
- ✓ در رشته الگوی این ژن، یک باز پورینی (A) جایگزین یک باز پیریمیدینی (T) شده است.

- بیماری کم خونی داسی شکل یک بیماری غیرجنسی(اتوزومی) نهفته است که در آن ، تغییر در یک جفت نوکلئوتید در ژن، سبب تغییر در یک آمینواسید شده و بیماری ایجاد می شود (دارای پیامدهای وخیم).

- **انوع جهش:** الف- **کوچک** شامل: 1- اضافه شدن 2- جانشینی 3- حذف
  ب- **بزرگ** شامل: 1- ساختاری 2- عددی

- جهش های کوچک فقط یک یا چند نوکلئوتید را دربر می گیرد
  اما جهش های بزرگ مناطق وسیع تری را شامل می شود
  (جهش بزرگ ممکن است ساختار و تعداد خام تن ها، تغییر کند).

- ✓ مثال جهش جانشینی: کم خونی داسی شکل
  در این بیماری، در واقع 2 عدد نوکلئوتید در ژن تغییر می کند، چون در رشته الگو، A به جای T قرار می گیرد و در رشته مقابل آن در DNA نیز T به جای A قرار خواهد گرفت، تا رابطه مکملی برقرار باشد.

- ✓ نتیجه: در این جهش، مجموعاً در ژن هموگلوبین تعداد کل A و تعداد کل T تغییر نمی کند
  (اما در هر رشته آن تغییر می کند).

- ✓ دقت شود که در جهش جانشینی تعداد نوکلئوتیدها تغییر نمی کند پس طول ژن و DNA ثابت است
  اما در جهش های کوچک دیگر حتماً تعداد نوکلئوتیدها، طول ژن و طول DNA تغییر می کند.

- برای اغلب آمینواسیدها، بیش از یک رمز در DNA وجود دارد.

- **جهش خاموش (بی اثر):** گاهی ممکن است جهش جانشینی رخ دهد اما نوع آمینواسید تغییری نکند، به این دلیل که رمز یک آمینواسید به رمز دیگری از همان آمینواسید تغییر یافته است.
- در صورتی که به دلیل جهش کوچک (جانشینی ، حذف و افزایش)، رمز آمینواسید به رمز پایان پروتئین سازی تبدیل شود، پروتئین ساخته شده، کوتاه تر از معمول خواهد بود.

- یادآوری: رناتن (ریبوزوم) ، رمزه(کدون) ها را به صورت 3 حرفی می خواند.

- **جهش های افزایش و کاهش:** یک یا چند نوکلئوتید اضافه یا کاهش می یابد.

✓ اگر تعداد نوکلئوتیدهای اضافه شده یا کاهش یافته مضربی از عدد 3 باشد، آسیب کمتری ایجاد می شود چون رناتن (ریبوزوم) ، رمزه(کدون)ها را به صورت سه حرفی می خواند.

✓ اگر مضربی از 3 نباشد، آسیب شدیدتر است، چون چارچوب خواندن رمزه(کدون) ها، تغییر می کند (در جهش تغییر چارچوب، تعداد نوکلئوتیدهای افزایشی یا حذفی، مضربی از 3 نیست).

- **جهش های بزرگ** (ناهنجاری های فام تنی): 1- عددی 2- ساختاری

- جهش های بزرگ را برخلاف جهش های کوچک می توان با مشاهده کاریوتیپ بررسی کرد.

1- ناهنجاری های عددی: تعداد کروموزوم ها تغییر می کند
مثل سندروم داون که یک عدد فام تن شماره 21 اضافه دارند.

2- ناهنجاری های ساختاری: کروزموم می شکند و قسمت شکسته شده حذف یا محل آن تغییر می کند.

- انواع جهش های ساختاری:

الف- حذف ب- واژگونی ج- جابه جایی د- مضاعف شدگی

الف- **جهش حذف**: قسمتی از خام تن شکسته و حذف می شود و اغلب، آن یاخته می میرد.

ب- **جهش واژگونی**:قسمتی از خام تن می شکند و سپس به صورت وارونه به همان محل وصل می شود.

ج- **جهش جا به جایی**: قسمتی از خام تن شکسته و به یک خام تن غیرهمتا و یا بخش دیگری از همان خام تن منتقل می شود.

د- **جهش مضاعف شدگی**: قسمتی از خام تن می شکند و به خام تن همتا متصل می شود
پس یک خام تن همتا فاقد ژن های آن قسمت است و خام تن دیگر همتا، دونسخه از آن ها را دارد.

- تعریف **ژنگان (ژنوم)**:کل محتوای ماده وراثتی. که دو نوع است:

الف- ژنگان(ژنوم) هسته ای: شامل یک نسخه کامل از DNA موجود در خام تن های درون هسته
ب- ژنگان(ژنوم) سیتوپلاسمی: شامل DNA موجود در راکیزه و سبزدیسه.

- ژنگان(ژنوم) هسته ای شامل DNA های خطی است
اما ژنگان(ژنوم) سیتوپلاسمی شامل DNA حلقوی است.

- ژنگان(ژنوم) هسته ای انسان شامل 24 نوع خام تن (کروموزوم) است:
22 نوع خام تن غیرجنسی(اتوزومی) و 2 نوع خام تن جنسی X و Y

- ژنگان(ژنوم) شامل موارد زیر است:

الف- ژن ها ب- بخش تنظیمی (راه انداز و افزاینده).

- تأثیری که جهش ایجاد می کند، به محل وقوع جهش بستگی دارد (ژن ها یا بخش های تنظیمی) :

- **اگر در بخش تنظیمی (راه انداز و افزاینده)، جهش رخ دهد**، مقدار تولید RNA و پروتئین تغییر می کند اما عملکرد و نوع RNA و پروتئین تولید شده تغییری نمی کند.

- **اگر جهش در ژن رخ دهد**:

ممکن است بی تأثیر باشد (هنگامی که رمز یک آمینواسید به رمز دیگری از همان آمینواسید تغییر کند)،
همچنین ممکن است نتایج زیر را درپی داشته باشد:

الف- کوتاه تر شدن رشته پلی پپتیدی (با ایجاد رمز پایان)

ب- طویل تر شدن رشته پلی پپتیدی (با تغییر رمز پایان به رمز آمینواسید)

ج- تغییر ماهیت پروتئین (با تغییر نوع آمینواسیدها).

- تأثیر جهش در ژن بر عملکرد آنزیم:

الف- اگر آمینواسید تغییر یافته در محل جایگاه فعال آنزیم باشد، احتمال تغییر عملکرد آنزیم بالاست.

ب- اگر محل آمینواسید تغییر یافته دور از جایگاه فعال آنزیم، احتمال تغییر عملکرد آنزیم کم یا صفر است.

- **علت جهش**: خطاهایی در همانندسازی DNA که ویرایش نشده اند، به دلیل این خطاها دو نوعند:

الف- **فیزیکی** مثل پرتوهای فرابنفش و ایکس

ب- **شیمیایی** مثل بنزوپیرن (ماده ای جهش زا در دود سیگار که سرطان ایجاد می کند).

- پرتوفرابنفش سبب ایجاد دی مر (دوپار) تیمین می شود
(تشکیل پیوند بین دو تیمین مجاور در یک رشته DNA).

- **انواع جهش:**

الف- ارثی: ازطریق گامتِ یک یا هر دو والد به زیگوت می رسد و در نتیجه همه یاخته های بدن فرزند، این جهش را دریافت خواهند کرد.

ب- اکتسابی: از عوامل محیطی کسب می شود مثل مصرف سیگار (جهش در یاخته های دستگاه تنفس)

- از عوامل مهم پیشگیری از سرطان:

1. سبک زندگی سالم: ورزش و وزن مناسب
2. تغذیه سالم: غذاهای گیاهی حاوی پادآکسنده و الیاف سلولزی

- غذاهای زیر احتمال ابتلا به سرطان را افزایش می دهند:

1. نمک سود شده
2. دودی شده
3. کباب شده یا سرخ شده
4. نیتریت دار (مثل سدیم نیتریت که برای ماندگاری به فرآورده های پروتئینی مثل کالباس ، سوسیس و ... اضافه می شود تحت هر شرایطی سرطانزاست)

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی):

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی):

مهدی سنجری

گفتار دوم – تغییر در جمعیت

- پادزیست (آنتی بیوتیک): ابزار دفاعی کارآمد در برابر باکتری ها (از بین بردن عفونت ها).
- جمعیت موجودات زنده با گذر زمان (به صورت تدریجی) تغییر می کنند.
  مثل مقاوم شدن باکتری ها به پادزیست (آنتی بیوتیک) ها.
- البته با طراحی پادزیست (آنتی بیوتیک) های جدید، برتری انسان به باکتری ها حفظ شده است.
- اعضاء یک گونه شباهت های فراوانی به یکدیگر دارند اما بین آن ها تفاوت های فردی نیز مشاهده می شود.
- وجود تفاوت های فردی بین افراد متعلق به یک گونه، شانس پایداری گونه را افزایش می دهد.
  چون در هر شرایط محیطی، تعدادی از افراد گونه با محیط سازگارند
  مثلاً اگر در جمعیت اولیه، تعداد کمی از افراد بتوانند سرما را تحمل کنند، با سرد شدن هوا، این افراد شانس بیشتری برای بقا دارند و در نتیجه فرصت تولید مثل خواهند داشت،
  پس با گذر زمان ، فراوانی افرادی که به سرما مقاومند، بیشتر خواهد شد (مفهوم تغییر در جمعیت ها).

- زیست شناسان، جمعیت را بر اساس ژن های آن توصیف می کنند.

- **انتخاب طبیعی**: فرآیندی که در طی آن افرادی که با شرایط محیطی سازگارترند، انتخاب می شوند (احتمال زنده ماندن و تولید مثل این افراد بیشتر است).

- از نظر زیست شناسان، صفتی بهتر است که«سازگارتر با محیط» باشد.
- آنچه که تعیین می کند کدام صفت به نسل بعد منتقل شود، محیط است.
- مقاوم شدن باکتری ها به پادزیست (آنتی بیوتیک)، مثالی از وقوع انتخاب طبیعی است.
- در نتیجه **فرآیند هم یوغی**، باکتری های مقاوم به پادزیست (آنتی بیوتیک)، یک نسخه از ژن های مقاومت به پادزیست را به باکتری های غیرمقاوم داده و در نتیجه آن ها نیز مقاوم می شوند.
- **تعریف جمعیت**: مجموعه افرادی که به یک گونه تعلق دارند و همزمان در مکان مشخصی زندگی می کنند.

- انتخاب طبیعی یک فرد را تغییر نمی دهد بلکه روی جمعیت اثر می گذارد.

- قبل از کشف اصول ژنتیک، جمعیت را بر اساس صفات ظاهری توصیف می کردند (شکل و رنگ و ...) اما پس از آن ، بر اساس ژن های موجود در جمعیت توصیف می کنند.

- **جمعیت در حال تعادل ژنی:**
جمعیتی است که فراوانی نسبی دِگره ها و فراوانی نسبی ژن نمودها در طی نسل ها ثابت می ماند.

- با تغییر فراوانی نسبی الل (دِگره) ها، تعادل به هم می ریزد و تغییر جمعیت آغاز می شود.

- **خزانه ژنی:** مجموع همه الل (دِگره) های موجود در همه جایگاه های ژنی افراد یک جمعیت.

- عوامل تغییر دهنده فراوانی دِگره ها :
1- جهش 2- رانش دِگره ای
3- شارش ژن 4- انتخاب طبیعی
(4 عامل فوق ، برهم زننده تعادل در جمعیت هستند)

- **1. جهش:**
با وقوع جهش ممکن است الل (دِگره) جدید ایجاد شود پس خزانه ژنی غنی تر شده و تنوع در جمعیت افزایش می یابد.

- بسیاری از جهش ها، الل (دِگره) نهفته ایجاد می کنند
پس این جهش ها، تأثیر فوری بر رخ نمود ندارند و ممکن است تشخیص داده نشوند.
- الل (دِگره) جدید که با جهش به وجود آمده است، اگر سازگاری جاندار را افزایش دهد، به تدریج دچار افزایش فراوانی نسبی می شود
(چون احتمال بقاء و تولید مثل افراد دارندهٔ این دِگره سازگار، بیشتر شده است).

- 2. **رانش ژن (رانش دگره ای)**:

تغییر فراوانی نسبی الل (دِگره) ها بر اثر رویدادهای تصادفی.

- *رانش برخلاف انتخاب طبیعی، ارتباطی با سازگاری ندارد چون فرآیندی تصادفی است.*
- *هرچه جمعیت کوچک تر باشد، تأثیر رانش دگره ای بیشتر است.*

- *تعریف اندازه جمعیت: تعداد افراد یک جمعیت.*
- *هرچه جمعیت بزرگ تر باشد، احتمال وجود تعادل در آن بیشتر است چون تأثیر رانش ژن کاهش می یابد.*
- *حوادثی مثل زلزله، سیل و ... ممکن است بیشتر افراد یک جمعیت کوچک را نابود کند،*

در این موارد، افراد کمی که زنده مانده اند، به همراه دِگره هایشان، جمعیت جدید را پایه ریزی می کنند.

در جمعیت آینده، فراوانی نسبی دِگره ها شبیه جمعیت باقی مانده خواهد بود.

- 3. **شارش ژن**:

پدیده ورود الل (دِگره) ها توسط افراد مهاجر از جمعیت مبدأ به مقصد.

- *اگر شارش ژن، پیوسته باشد، به ویژه اگر شارش دو طرف رخ دهد، شباهت خزانه ژنی دو جمعیت به سرعت افزایش خواهد یافت.*

- 4. **انتخاب طبیعی**:

با انتخاب افراد سازگارتر، فراوانی نسبی الل (دِگره) های آنها افزایش می یابد ، پس خزانه ژنی نسل بعد، تغییر می کند.

- *انتخاب طبیعی، در نهایت سازگاری موجودات زنده با محیط را افزایش می دهد*

(افراد ناسازگار را حذف می کند) ، پس با تکثیر افراد سازگار و حذف تدریجی افراد ناسازگار، می توان گفت: انتخاب طبیعی، تفاوت های فردی را کاهش می دهد.

مهدی سنجری

- 5. **آمیزش های تصادفی**: لازمه برقراری تعادل ژن است. به این معنی که احتمال آمیزش برای همه افراد جمعیت یکسان باشد
به عبارت دیگر احتمال انجام آمیزش ارتباطی به نوع رخ نمود یا ژن نمود فرد نداشته باشد.

- البته در واقعیت، جانوران انتخاب جفت را بر اساس رخ نمود انجام می دهند
(این مورد مثالی از آمیزش غیرتصادفی است که تعادل ژنی را بر هم می زند)

- **حفظ گوناگونی در جمعیت ها**:
با انتخاب افراد سازگارتر، تفاوت های فردی و میزان گوناگونی کاهش می یابد.

- عوامل زیر، گوناگونی و تفاوت های فردی در جمعیت را حفظ می کنند:
الف- آرایش های مختلف تتراد‌ها در مرحله متافاز میوز۱
ب- چلیپایی شدن (کراسینگ اوور)
ج- وجود افراد با ژن نمود ناخالص (هتروزیگوت ها)

- هر انسان، نیمی از خام تن (کروموزوم) های هسته ای را از پدر و نیمی را از مادر دریافت می کند.

- هر انسان، نیمی از کروموزوم های هسته ای را از طریق گامت (گامه) به فرزند منتقل می کند.

- در هر بار میوز، تتراد‌ها (چهارتایه ها) می توانند به روش های مختلف و متنوعی در استوای یاخته ردیف شوند و در نتیجه گامت های متنوعی ایجاد شود.
این تنوع در گامت ها، تنوع در ژن نمود(ژنوتیپ) و رخ نمود(فنوتیپ) فرزندان را درپی دارد.

- **کراسینگ اوور (چلیپایی شدن):**

تبادل قطعات بین فام تن (کروموزوم) های همتا هنگام تشکیل تتراد

و به عبارت دیگر: تبادل قطعات بین کروماتیدهای غیرخواهری.

✓ *چلیپایی شدن(کراسینگ اوور) فقط در صورتی تنوع ایجاد می کند که در ژن نمود(ژنوتیپ) فرد، روی یک جفت فام تن (کروموزوم) حداقل دو ژن به صورت ناخالص وجود داشته باشند (مثلاً AaBb)*

- *به گامت هایی که در آن ها در هر کروماتید، ترکیبی جدید از دِگره ها (متفاوت از والدین) ، وجود دارد، گامت نوترکیب می گویند.*

- *فامینک(کروماتید) نوترکیب:*

در پی وقوع چلیپایی شدن، اگر قطعات مبادله شده دارای دگره های متفاوتی باشند، به فامینک های حاصل، نوترکیب می گویند؛ زیرا ترکیبی جدید از دگره ها در هر فامینک ایجاد شده است.

- *شرط مهم ایجاد نوترکیبی: قطعات مبادله شده در کراسینگ اوور حاوی الل (دِگره) های متفاوتی باشند.*

- **وجود افراد ناخالص:**

فرد ناخالص هر دو نوع دِگره بارز و نهفته را دارد اما فقط رخ نمود(فنوتیپ) بارز را نشان می دهد.

- *اگر دِگره بارز، رخ نمود سازگار را ایجاد کند، افراد ناخالص در حالی که سازگارند، هر دو الل (دِگره) نهفته و بارز را حفظ و به نسل بعد منتقل می کنند (حفظ تنوع دِگره ها)*

نتیجه: افراد ناخالص از حذف کامل دِگره های نهفته جلوگیری می کنند (حفظ تنوع خزانه ژنی).

- بیماری کم خونی داسی شکل: توسط دِگره نهفته (Hb^S) ایجاد می شود.

ژن نمود(ژنوتیپ)	از نظر بیماری کم خونی داسی شکل	از نظر بیماری مالاریا
Hb^AHb^A	سالم	در معرض ابتلا
Hb^AHb^S	سالم	مقاوم به مالاریا
Hb^SHb^S	بیمار	مقاوم به مالاریا

- افرادی که ژن نمود(ژنوتیپ) Hb^SHb^S دارند، به بیماری کم خونی داسی شکل مبتلا شده و **معمولاً** در سنین پایین می میرند.

- افرادی که ناخالص هستند (Hb^AHb^S) در شرایط عادی مشکلی ندارند اما در کمبود اکسیژن در هوا، بیمار می شوند (گلبول های قرمز آنها نیز داسی شکل می شود).

- در یک منطقه مالاریاخیز، فراوانی الل (دِگره) Hb^S بیشتر از مناطق بدون مالاریا است.

✓ در هر منطقه، با شایع شدن مالاریا، شیوع بیماری کم خونی داسی شکل نیز افزایش می یابد.
زیرا در این مناطق احتمال زنده ماندن افراد ناخالص بیشتر از افراد خالص است.
با ازدواج افراد ناخالص با یکدیگر، 25٪ فرزندان، مبتلا به کم خونی داسی شکل خواهند شد.

✓ ناقل مالاریا: پشه آنوفل (دارای ویژگی های عمومی حشرات)
عامل مالاریا: نوعی انگل یوکاریوت تک یاخته ای

- بخشی از چرخه زندگی انگل مالاریا باید درون گلبول قرمز سالم (Hb^AHb^A) طی می شود.
افراد Hb^AHb^S و افراد Hb^SHb^S نسبت به مالاریا مقاوم هستند.

مهدی سنجری

- می توان گفت: وجود الل (دِگره) Hb^S در هر منطقه، سبب حفظ جمعیت آن می شود.

- آنچه که تعیین می کند یک الل (دِگره)، مفید یا مضر باشد، شرایط محیطی و انتخاب طبیعی است
مثلاً الل (دِگره) در محیط فاقد مالاریا یک الل (دِگره) مضر است اما در مناطق مالاریا خیز ، یک الل (دِگره) مفید است (چون از ابتلا به مالاریا جلوگیری می کند).

- با ورود انگل مالاریا به درون گلبول قرمز، این گلبول داسی شکل شده و انگل می میرد (ترشح فراوان یون پتاسیم).

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی):

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

✸محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی):

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی):

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی):

مهدی سنجری

گفتار سوم – تغییر در گونه ها

- شواهد زیر ثابت می کنند که گونه ها در طول زمان تغییر کرده اند:

الف- فسیل ها (سنگواره ها) ب- آناتومی مقایسه ای ج- مطالعات مولکولی

- تعریف **سنگواره (فسیل)**: بقایای یک جاندار یا آثاری از جانداری که در گذشته دور زندگی می کرده است.

- معمولاً در یک سنگواره، بخش هایی سخت از پیکر جاندار وجود دارد
مثلاً دندان، استخوان و اسکلت خارجی جانور.

- ممکن است کل پیکر یک جاندار فسیل شده باشد.
مثال 1: پیکر حشره به دام افتاده در رزین گیاهی.
مثال2: جسد ماموت درون برف و یخ (تمام اجزاء بدن حتی مو و پوست نیز حفظ شده است).

- دیرینه شناسی: شاخه ای از علم زیست شناسی که سنگواره ها را مطالعه می کند.

- دیرینه شناسان دسته بندی زیر را انجام داده اند:
الف- جانورانی که جدید هستند و در گذشته زندگی نمی کرده اند مثل گل لاله و گربه.
ب- جانورانی که منقرض شده اند مثل دایناسورها.
ج- جانورانی که از گذشته های دور تا حال زندگی می کنند
مثل درخت گیسو (کهن دار) که 170 میلیون سال قبل نیز وجود داشته است.

- با کمک روش های عمرسنجی، دیرینه شناسان می توانند سن سنگواره ها را محاسبه کنند.
- در نتیجه پژوهش های دیرینه شناسی ثابت شده است که در هر مقطعی از زمان گذشته چه موجوداتی و به چه صورتی زندگی می کرده اند.

- **آناتومی (تشریح) مقایسه ای**: اجزاء پیکر جانداران مختلف را مقایسه می کنند.
- یک نتیجه: ساختار بدنی بعضی گونه ها، طراحی مشابهی دارد مثلاً اندام حرکتی جلویی در مهره داران.

- اندام ها و ساختارهای همتا (ساختارهای همولوگ):
اندام هایی در گونه های مختلف که طرح ساختاری آن ها یکسان است، اما کار متفاوتی انجام می دهند.
(مثل دست انسان-دست گربه-باله دلفین و نهنگ و بال پرنده).

- نتیجه گیری از وجود ساختارهای همولوگ (همتا) :
گونه های مربوطه دارای نیای مشترک بوده اند (از یک گونه به عنوان جد مشترک، مشتق شده اند).

- گونه های خویشاوند: گونه هایی که از یک نیای مشترک، مشتق شده اند مثل دلفین و ببر و کوسه.

- ساختارهای همتا (همولوگ) برای رده بندی جانداران استفاده می شود.

- ساختارهای آنالوگ:
ساختارهایی که با وجود طراحی متفاوت، وظیفه یکسانی دارند
مثل بال حشرات و بال پرندگان.

- ساختارهای آنالوگ نشان می دهند که جانداران برای پاسخ به یک نیاز، به روش های مختلفی سازش پیدا کرده اند.

- ساختارهای وستیجیال (ردپا) :ساختارهایی که در گونه هایی بسیار کارآمد هستند اما در گونه های دیگری، تحلیل رفته و کوچک یا ساده شده اند. ممکن است فاقد وظیفه یا دارای وظیفه ای جزئی باشند.

- اطلاعات مربوط به ساختارهای وستیجیال همانند ساختارهای همولوگ، توسط آناتومی مقایسه ای به دست می آید.
- ساختارهای وستیجیال همانند ساختارهای همتا ثابت می کنند که گونه ها دچار تغییر شده اند.

- مثالی از ساختار وستیجیال: بقایای پا در لگن مار پیتون (ثابت می کند که پیتون با سایر مهره داران ارتباط خویشاوندی دارد- مثلاً نتیجه می گیریم که مارها از تغییر سوسمارها به وجود آمده اند).

- دلیل تحلیل رفتن ساختارهای وستیجیال چیست؟

حفظ هر ساختار زنده منوط به صرف انرژی است، پس لزومی ندارد که یک جاندار، انرژی را صرف حفظ ساختاری کند که کارایی ندارد (انرژی را بیهوده صرف نمی کنند).

مطالعات مولکولی:

- ژنگان(ژنوم) مقایسه ای:

مقایسه ژنگان(ژنوم) گونه های مختلف برای یافتن شباهت ها و تفاوت های بین DNA گونه های مختلف.

- گونه هایی که DNA آنها شباهت بیشتری دارد، خویشاوندی نزدیک تری دارند.

- با ژنگان(ژنوم) مقایسه ای می توان موضوعات زیر را بررسی کرد:

1- تاریخچه تغییر گونه ها 2- میزان خویشاوندی گونه ها

- توالی های حفظ شده :

توالی هایی از بازهای آلی نیتروژندار که در DNA گونه های مختلف وجود دارند.

- دلیل حفظ این توالی ها :اهمیت آنها در بقاء جاندار.
- هر نوع تغییر در توالی های حفظ شده به اتلاف انرژی و مرگ جاندار منجر می شود.
- زیست شناسان ، امروزه به دو نوع سؤال می پردازند:

الف- چرایی فرآیندهای زیستی ب- چگونگی فرآیندهای زیستی

گونه زایی:

- تعریف گونه از دیدگاه ارنست مایر: مجموعه جاندارانی که می توانند در طبیعت باهم آمیزش کنند و زاده های زیستا و زایا به وجود آورند، ولی نمی توانند با جانداران گونه دیگر آمیزش موفقیت آمیز داشته باشند.

- تعریف ارنست مایر فقط برای جاندارانی کاربرد دارد که تولید مثل جنسی دارند چون در تولید مثل غیرجنسی فقط یک والد شرکت دارد.

- آمیزش موفقیت آمیز: آمیزشی که در نتیجه آن زاده هایی متولد شوند که هم زیستا باشند و هم زایا.

- زایا:یعنی قادر به تولید مثل.

- زیستا:یعنی زنده می ماند و زندگی طبیعی دارد (عمر طبیعی)

- با توجه به تعاریف فوق، خزانه ژنی دو گونه مختلف جدا می ماند (بین خزانه ژنی گونه های مختلف، مبادله رخ نمی دهد).

- تحت شرایطی ممکن است یک گونه به دو گونه مختلف مشتق شود. لازمهٔ این فرآیند، جدایی تولید مثلی است، به این معنی که عواملی مانع آمیزش گروهی از افراد یک گونه با گروهی دیگر از افراد همان گونه شوند.

مهدی سنجری

- **گونه زایی**: مکانیسم هایی که به تشکیل گونه جدید منجر می شوند و 2 نوع هستند.

الف- گونه زایی دگر میهنی: که مستلزم جدایی جغرافیایی است.

ب- گونه زایی هم میهنی: که جدایی جغرافیایی رخ نمی دهد (در یک محل انجام می شود).

- **گونه زایی دگرمیهنی**: یک سد جغرافیایی یک جمعیت را به دو جمعیت مجزا تقسیم می کند.

- وسعت این مانع جغرافیایی باید به گونه ای باشد که شارش ژن (مهاجرت) بین دو جمعیت رخ ندهد.

- سه عامل (جهش، نوترکیبی و انتخاب طبیعی) به صورت متفاوت روی دو جمعیت عمل کرده و به تدریج تفاوت ها افزایش می یابد.
اگر این تفاوت ها به گونه ای باشد که اعضاء دو جمعیت نتوانند باهم آمیزش کنند، عملاً گونه زایی رخ داده است (یعنی یک گونه به دو گونه مختلف مشتق شده است).

- اگر مانع جغرافیایی پس از مدتی حذف شود، اعضاء دوگونه نمی توانند با هم تولید مثل کرده و نمی توانند زاده های زیستا و زایا ایجاد کنند.

- اگر در ابتدا یکی از دو جمعیت ایجاد شده، اندازه کوچکی داشته باشد، علاوه بر سه عامل گفته شده، باید تأثیر رانش دگره ای را نیز در نظر گرفت (رانش دگره ای ممکن است رخ دهد).

گونه زایی هم میهنی:

- الف- نوع اول: دلیل آن خطای میوزی است به گونه ای که هنگام میوز، پدیده باهم ماندن کروموزوم ها رخ داده و گامت $2n$ به وجود می آید.
  در نتیجه لقاح گامت های $2n$ با یکدیگر، فرزندان $4n$ به وجود می آید
  (این افراد $4n$ یک گونه جدید به شمار می روند چون نمی توانند با افراد $2n$ ، زاده های زیستا و زایا ایجاد کنند).

- در گونه زایی هم میهنی، جدایی زیستگاهی و مانع جغرافیایی وجود ندارد.
- افراد $4n$ ، پلی پلویید هستند و می توانند باهم تولید مثل کرده و زاده های زیستا و زایا ایجاد کنند (پلی پلویید فقط یکی از انواع گونه زایی هم میهنی است).
- اگر باهم ماندن فام تن ها در میوز1 اتفاق افتد، هر چهار گامت حاصل غیرعادی خواهند بود (دو عدد $2n$ و دو عدد فاقد فام تن)

- اگر باهم ماندن کروموزوم ها در میوز 2 و برای نصف یاخته ها اتفاق افتد، دو گامت عادی هستند، یک گامت $2n$ و یک گامت فاقد فام تن.

- چرا افراد $4n$ را گونه جدید به شمار می آورند؟
  چون با آمیزش افراد $4n$ و افراد $2n$ فرزندان $3n$ به وجود می آیند
  (همه افراد فردپلویید، عقیم هستند پس زاده ای تولید نمی شود).

- یک مثال از خودلقاحی: بارور شدن مادگی یک گل توسط دانه گرده رسیده از همان گل.

- گونه زایی هم میهنی به روش پلی پلویید مخصوصاً در گیاهان امکان پذیرتر است.

پژوهش های هوگو دووری: مثالی از گونه زایی هم میهنی (اوایل دهه 1900 میلادی)

1. دووری روی گیاه گل مغربی $2n=14$ کار می کرد.
2. متوجه شد که رخ نمود یکی از بوته های گل مغربی با بقیه تفاوت دارد، پس از بررسی مشاهده کرد که این بوته متفاوت $4n=28$ است.
3. بوته متفاوت در نتیجه خطای میوزی ایجاد شده است.

یعنی خام تن ها به درستی در میوز جدا نشده و هر گامت 14 عدد خام تن دریافت کرده است؛ با لقاح این گامت ها، یاخته تخم اصلی $4n=28$ ایجاد می شود.

✓ گل های مغربی دیپلوییید ($2n=14$)، گامت های هاپلوییید ($n=7$) تولید می کنند.

✓ گل های مغربی تتراپلوییید ($4n=28$)، گامت های دیپلوییید ($2n=14$) تولید می کنند.

✓ با آمیزش گامت ها (کامه های) این دو گونه گل مغربی، یاخته های زیگوت تریپلوییید ($3n=21$) ایجاد می شوند که به یک بوته $3n=21$ تبدیل می شوند که نازا است. (همه موجودات $3n$ عقیم هستند).

✓ گل های مغربی تتراپلوییید ($4n=28$) زیستا و زایا هستند و می توانند با همدیگر زاد و ولد کنند. (فرزندان آنها نیز زیستا و زایا هستند)

✓ گل های مغربی $4n$ و گل های مغربی $2n$ دو گونه مختلف محسوب می شوند، زیرا نمی توانند آمیزش موفق داشته باشند.

- الف- نوع دوم (از گونه زایی هم میهنی):

آمیزش بین افراد دو گونه مختلف و سپس خطای میوزی:

فرزندان دورگه (حاصل آمیزش بین دو گونه)، زیستا و زایا نیستند؛ اما اگر گامت های فرد دورگه به دلیل خطای میوزی دچار کاهش کروموزوم نشود و با یکی از گامت ای والدی (یکی از گونه ها) لقاح یابد، یک دورگه زیستا و زایا به عنوان گونه جدید ایجاد می شود.

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی):

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

✵محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی⬇

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

✵محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی⬇

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

✸محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی⬇

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

پایان