

به نام خدا

www.konkur.in

سایت کنکور



هر آنچه در دوران تحصیل به آن نیاز دارید

Forum.Konkur.in

پاسخ به همه سوالات شما در تمامی مقاطع تحصیلی، در انجمن کنکور

مدیریت سایت کنکور : آراز و فراز رهبر

نخستین ہمایشی استانی

ژنتیک کنکور

ملکری: دکتر پاکدامن

شماره تماس: ۰۹۱۱۳۴۲۷۰۷۶

www.zist-shenasi.com

Email: info@zist-shenasi.com

مکان برگزاری همایش: لاهیجان- سالن همایش حزین لاهیجی دانشگاه آزاد اسلامی

زمان برگزاری همایش: ۱ آذرماه ۱۳۹۲





ماده ی ژنتیک

ماده ی ژنتیک چیست؟

ماده ی ژنتیک هر جاندار شامل اطلاعات و دستورالعمل هایی است که ویژگی های جاندار را تعیین نموده و باعث انتقال خصوصیات و ویژگی های جاندار از نسلی به نسل دیگر می شود.

ساختار شیمیایی نوکلئیک اسیدها:

فردریک میشر در سال ۱۸۷۰ از هسته ی سلول ماده ای خارج کرد که خاصیت اسیدی داشت و به همین دلیل این ماده را نوکلئیک اسید یا اسید هسته ای نامید.

امروزه می دانیم که اسید های نوکلئیک دو نوع هستند:

۱. RNA (Ribo Nucleic Acid)
۲. DNA (Deoxy ribo Nucleic Acid)

نوکلئیک اسید ها پلی مر می باشند یعنی از مونومر هایی به نام نوکلئوتید تشکیل شده اند که زنجیر وار در کنار یکدیگر قرار گرفته اند.

نوکلئوتید

اسید های نوکلئیک و نوکلئوتید ها از ۳ جزء تشکیل شده اند.

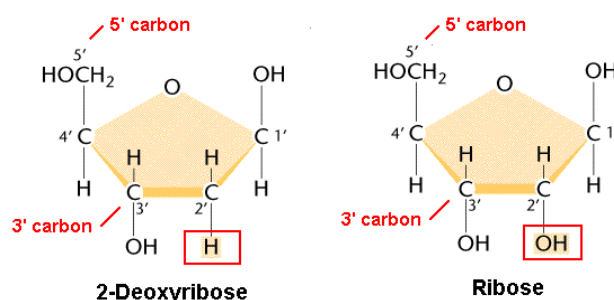
یک باز آلی * یک قند پنتوز * یک تاسه گروه فسفات

در تصویر مقابل هر ۳ جز شرکت کننده در ساختار یک نوکلئوتید را مشاهده می شود.

نوع قند: ریبوز (در RNA) یا دئوکسی ریبوز (در DNA) می باشد.

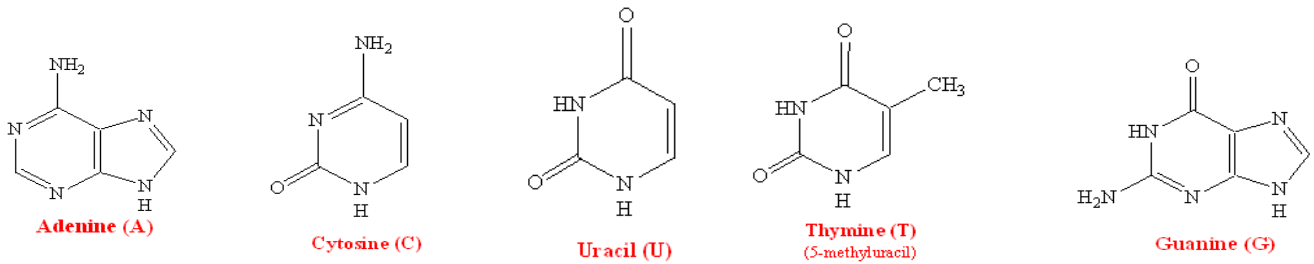
نکات:

- ✓ هر دو قند ریبوز و دئوکسی ریبوز از پنتوز ها می باشند ، یعنی ۵ کربن دارند.
- ✓ برای شماره گذاری قند در جهت عقربه های ساعت حرکت کرده و اعداد را به صورت پریم نامگذاری می کنیم .
- ✓ تفاوت دئوکسی ریبوز با ریبوز در کمتر بودن یک اکسیژن آن می باشد ، یعنی دئوکسی ریبوز در کربن ۲ خود فاقد اکسیژن می باشد .
- همواره واژه ی De که به ابتدای یک نام اضافه می شود به معنای کمبود و فقدان است. و د + اکسی به معنای بدون اکسیژن می باشد.
- ✓ فرمول عمومی قند ها به صورت $C_nH_{2n}O_n$ می باشد که در اینجا نیز صادق است. (دئوکسی ریبوز یک اکسیژن کمتر دارد).
- ✓ تفاوت وزن مولکولی یک مول قند ریبوز و دئوکسی ریبوز ۱۶ واحد جرمی است.
- ✓ در ساختار هر دو قند ۵ اتم کربن نقش دارند که ۴ تای آنها درون حلقه جای گرفته و یکی در زنجیره ی جانبی است.





باز آلی نیتروژن دار: در سلول ۵ نوع باز آلی داریم . آدنین (A) ، تیمین (T) ، گوانین (G) ، سیتوزین (C) ، یوراسیل (U)
در شکل زیر فرمول ساختاری هر ۵ نوع باز آلی را مشاهده می کنید ، به یاد سپاری فرمول ساختاری این بازها هیچ لزومی ندارد.



به باز های آلی تک حلقه ای باز پیریمیدینی و به دو حلقه ای ها باز پورینی گفته می شود.

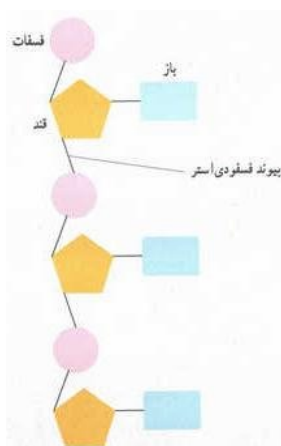
تک حلقه ای ها : C-U-T (سوٹ)

دو حلقه ای ها : G-A

گروه فسفات : یک تا سه گروه فسفات

تست: چند نوع نوکلئوتید تک فسفات با بازهای آلی دو حلقه ای و چند تا با بازهای آلی تک حلقه ای می توان نوشت؟

الف) ۲-۶	ب) ۴-۳	ج) ۶-۲	د) ۴-۴
باز آلی			
قند			
C (تک حلقه ای)			
ریبوز			
G (دو حلقه ای)			
ریبوز			
U (تک حلقه ای)			
ریبوز			
A (دو حلقه ای)			
ریبوز			
C (تک حلقه ای)			
دئوکسی ریبوز			
G (دو حلقه ای)			
دئوکسی ریبوز			
T (تک حلقه ای)			
دئوکسی ریبوز			
A (دو حلقه ای)			
دئوکسی ریبوز			



اتصال نوکلئوتید ها و تشکیل زنجیره های DNA و RNA

از اتصال نوکلئوتید ها به یک دیگر پلی مری خطی به وجود می آید . این اتصال از طریق پیوند کوالانی بین قند یک نوکلئوتید با گروه فسفات نوکلئوتید دیگر است که پیوند فسفو دی استر نامیده می شود.

✓ نوکلئوتیدها در هنگام اتصال به یکدیگر ۲ گروه فسفات از ۳ گروه فسفات خود را از دست می دهند و تنها با یک فسفات در رشته ی پلی نوکلئوتیدی جای می گیرند.



نکات:

۱. رشته ی پلی نوکلئوتیدی دارای قطبیت است ، یعنی یک سمت آن فسفات با بار منفی قرار دارد و سمت دیگر آن را قند تشکیل می دهد. به سر فسفات دار آن انتهای '۵ و به سر قند دار آن انتهای '۳ می گویند .
۲. اتصال بین دو نوکلئوتید مجاور که نوعی اتصال کوالان است فسفو دی استر خوانده می شود اما اتصال بین نوکلئوتید و فسفات در یک نوکلئوتید پیوند کوالان بوده و فسفودی استر نامیده نمی شود.
۳. پیوند قند- فسفات تنها به پیوند های فسفودی استر اطلاق نمی شود ، بلکه به پیوند های فسفات و قند درون هر نوکلئوتید نیز گفته می شود.
۴. به اطلاعات جدول زیر دقت کنید :

در یک مولکول DNA خطی با n نوکلئوتید	
تعداد قند = تعداد باز آلی = n	
تعداد پیوند فسفو دی استر	n-۲
تعداد پیوند قند فسفات	۲n-۲

در یک مولکول DNA حلقوی با n نوکلئوتید	
تعداد قند = تعداد فسفات = تعداد باز آلی = n	
تعداد پیوند فسفو دی استر	n
تعداد پیوند قند فسفات	۲n

در یک رشته DNA یا RNA با n نوکلئوتید	
تعداد قند = تعداد باز آلی = n	
تعداد پیوند فسفو دی استر	n-۱
تعداد پیوند قند فسفات	۲n-۱

تفاوت های DNA و RNA :

۱. نوع قند موجود در RNA ریبوز و نوع قند موجود در DNA دئوکسی ریبوز است.
۲. معمولا RNA تک رشته ای می باشد ، اما DNA دو رشته ای است.
۳. DNA پایداری بیشتری نسبت به RNA دارد.
۴. در DNA باز آلی تیمین ، آدنین ، گوانین و سیتوزین وجود دارد در حالی که در RNA به جای باز آلی تیمین باز آلی یوراسیل داریم.

تست : کدام در ساختار DNA وجود دارد؟

الف) dAMP ب) dATP ج) dCTP د) rUMP



کشف ساختار DNA :

کشف ساختار سه بعدی DNA در نیمه دوم قرن بیستم و در پی تلاش های دانشمندان صورت گرفت.

آزمایشاتی که منجر به کشف ساختار سه بعدی DNA گشت ، شامل موارد زیر می باشد:

✓ آزمایشات چارگف

✓ آزمایشات موریس ویلکینز و روزالین فرانکلین

✓ آزمایشات واتسون و کریک

مشاهدات اروین چارگف :

وی در آغاز دهه ی ۱۹۵۰ میزان بازهای A , T , C , G را در DNA جانداران مختلف اندازه گرفت . او مشاهده کرد بین نسبت انواع بازهای آلی در DNA جانداران رابطه ی جالبی برقرار است :

در همه ی DNA هایی که او بررسی کرده بود نسبت A به T و نسبت C به G تقریباً برابر ۱ بود. این یعنی مقدار باز آلی A برابر با T و مقدار باز آلی C برابر با G است.

به روابط زیر دقت کنید :

$$\left. \begin{array}{l} A=T \\ C=G \end{array} \right\} \begin{array}{l} \xrightarrow{\text{نسب کل نوکلئوتیدها}} A + C = G + T = 1 \\ \xrightarrow{\text{نسب کل نوکلئوتیدها}} A + G = C + T = 1 \end{array}$$

✓ در DNA دو رشته ای همواره تعداد بازهای آلی پورینی و بازهای آلی پیریمیدینی برابر بوده و مساوی نصف تعداد کل

نوکلئوتید ها می باشد.

C	G
G	C
G	C
G	C
G	C
G	C

تست: هر گاه در یک رشته ی DNA نسبت پورین به پیریمیدین برابر ۵ باشد ، در رشته ی مقابل این نسبت چگونه خواهد بود؟

۵(د)

۰/۲(ج)

۰/۴(ب)

۱(الف)

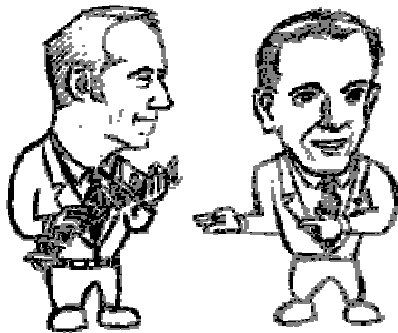
آزمایشات ویلکینز و فرانکلین :

این دو دانشمند توانستند تصاویری از بلورهای مولکول DNA را بوسیله ی پراش پرتو X تهیه کنند. بر اساس این تصویر مشخص شد DNA ماپیچی است که از دو یا سه زنجیره پلی پپتیدی ساخته شده است.





پراش پرتو X: در این روش پرتو X مستقیماً به بلور جسمی که می خواهند به ساختار آن پی ببرند تابانده می شود. پرتوهای X پس از برخورد به جسم پراکنده می شوند و روی صفحه ی حساس فیلم پشت بلور ثبت می گردند.

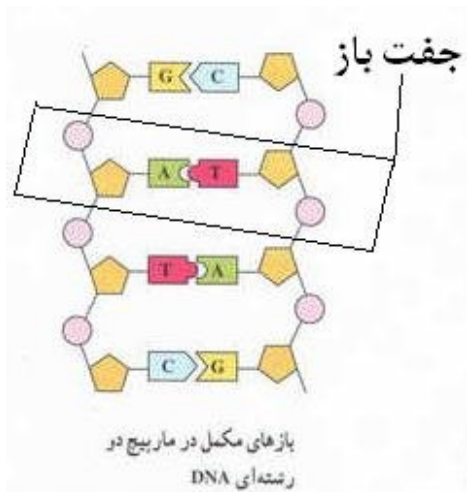


آزمایشات واتسون و کریک:

این دو دانشمند در سال ۱۹۵۳ با استفاده از نتایج تحقیقات چارگف و فرانکلین و ویلکینز و نیز با توجه به شناختی که خود از پیوند های شیمیایی داشتند، مدلی برای DNA پیشنهاد کردند. مدلی که امروزه برای DNA پیشنهاد می شود، همان مدل واتسون و کریک است. در سال ۱۹۶۲ این دو دانشمند به خاطر کشف خود برنده ی جایزه نوبل شدند.

DNA از دیدگاه واتسون و کریک:

DNA از دو رشته ی پلی نوکلئوتیدی ساخته شده است که حول یک محور فرضی به دور یکدیگر پیچیده اند. این مدل به مدل مارپیچ دو رشته ای (یا مارپیچ دوگانه) مشهور است. در این مدل پیوند هیدروژنی بین بازهای آلی دو نوکلئوتید مقابل، رشته های پلی نوکلئوتیدی DNA را به یکدیگر متصل می کند. ✓ دو بازی که در مقابل هم قرار گرفته و با هم پیوند هیدروژنی برقرار می کنند، جفت باز نامیده می شوند.



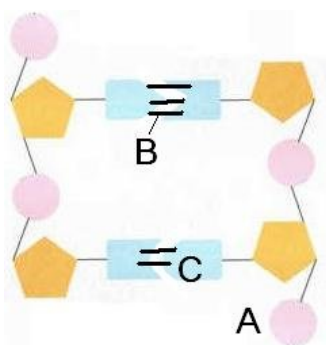
تست: در شکل زیر A و B و C به ترتیب نمایانگر چیست؟ (سراسری ۶۹- با اندکی تغییر)

الف) فسفات - پیوند فسفو دی استر - گوانین

ب) فسفات - پیوند هیدروژنی - سیتوزین

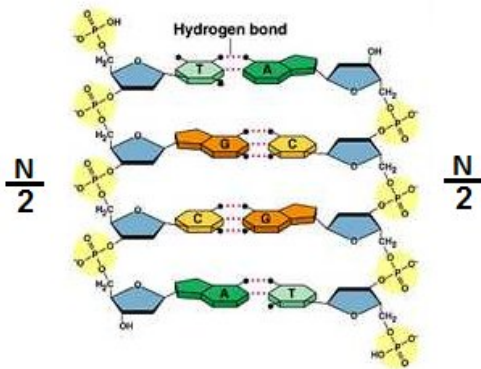
ج) فسفات - پیوند هیدروژنی - آدنین

د) نوکلئوتید - قند - باز آلی



نکات مربوط به مدل مارپیچ دوگانه :

- ✓ جهت گیری دو رشته پلی نوکلئوتیدی DNA مخالف یکدیگر است.
- ✓ مارپیچ دورشته ای B-DNA راست گرد است.
- ✓ اسکلت قند فسفات به سمت خارج قرار گرفته است و اگر DNA را به نردبانی تشبیه کنیم، این گروه های قند- فسفات نرده های این نردبان را می سازند.
- ✓ بازهای آلی تقریباً عمود بر مارپیچ قرار دارند و پله های نردبان DNA را می سازند.
- ✓ در هر دور مارپیچ DNA ۱۰ جفت نوکلئوتید قرار می گیرند که هر دو نوکلئوتید ۳۶ درجه نسبت به یکدیگر چرخیده اند.
- ✓ همیشه باز آلی C در برابر باز آلی G با ۳ پیوند هیدروژنی و باز آلی A در برابر باز آلی T با ۲ پیوند هیدروژنی قرار می گیرد ، به این نحوه ی قرارگیری برقراری رابطه مکملی می گویند .
- ✓ در مقابل هر باز آلی پورینی یک باز آلی پیمیدینی قرار می گیرد ، به طوریکه بین هر دو نوکلئوتید مقابل ۲ باز آلی با مجموعاً ۳ حلقه ی نیتروژنی وجود دارد.
- ✓ نوکلئوتید های یک رشته از طریق پیوند فسفو دی استر (نوعی پیوند کوالان) به یکدیگر متصل می باشند.



تست: در یک مولکول DNA باکتریایی با ۲۰۰ پیوند قند - فسفات ، چند حلقه ی

نیتروژنی و چند ساختار حلقوی وجود دارد؟

الف) ۱۵۰-۲۵۰ (ب) ۱۰۰-۲۰۰

ج) ۲۰۰-۳۰۰ (د) ۱۵۰-۳۰۰

نوع باز های آلی در شکل مقابل را مشخص کنید.

برقراری رابطه ی مکملی در DNA بر اساس یافته های چارگف و واتسون-کریک

با توجه به مدل ارائه شده توسط واتسون و کریک مشخص می شود که دو زنجیره ی پلی نوکلئوتیدی از طریق بازهای آلی خود با یکدیگر پیوند برقرار می کنند . در مولکول DNA همواره آدنین یک زنجیره در مقابل تیمین زنجیره مقابل و نیز سیتوزین آن در مقابل گوانین زنجیره مقابل قرار می گیرد، به این ترتیب مشخص است که بازهای آلی T و A از نظر شکل فضایی مکمل یکدیگرند. (در مورد C و G نیز همین گونه است).

این نحوه ی جفت شدن بازها ، اصول چارگف را توجیه می کند . به این ترتیب همواره ترتیب بازهای یک رشته ی DNA می تواند ترتیب بازهای رشته ی مقابل را نیز آشکار سازد. هیچ محدودیتی برای تعداد و ترتیب بازهای یک رشته ی DNA وجود ندارد ، اما به محض مشخص شدن توالی یک رشته ، توالی رشته ی دیگر مشخص می شود.

نکته : اطلاعات وراثتی را ترتیب و تعداد بازها تشکیل می دهند.





تست : در بخشی از مولکول DNA با ۸۰ نوکلئوتید و ۹۲ پیوند هیدروژنی چند نوکلئوتید آدنین دار وجود دارد؟

۲۴(د)

۲۸(ج)

۴۰(ب)

۱۲(الف)

تست : در بخشی از DNA دو رشته ای رابطه ی $3 = \text{---}$ برقرار است . اگر تعداد پیوند هیدروژنی برابر ۱۸۰ باشد ، تعداد نوکلئوتید های گوانین دار کدامند؟

۶۰(د)

۳۰(ج)

۴۰(ب)

۲۰(الف)

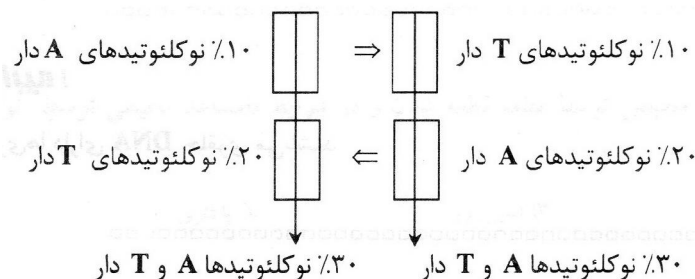
تست: اگر ۲۰ درصد یکی از رشته های DNA نوکلئوتید آدنین دار و ۱۰ درصد آن نوکلئوتید تیمین دار باشد و تعداد کل نوکلئوتید ها ۱۰۰ عدد باشد ، تعداد پیوند هیدروژنی کدام است؟

۱۴۰(د)

۳۵(ج)

۸۰(ب)

۶۰ (الف)



تست ۲۴ : اگر در یک مولکول DNA حلقوی ۵۰ پله وجود داشته باشد و مجموعه ۲۰۰ پیوند بین مونومر ها مشاهده شود ، آنگاه در این قطعه از DNA چند باز اختصاصی DNA را می توان دید؟

۱۵(د)

۷۵(ج)

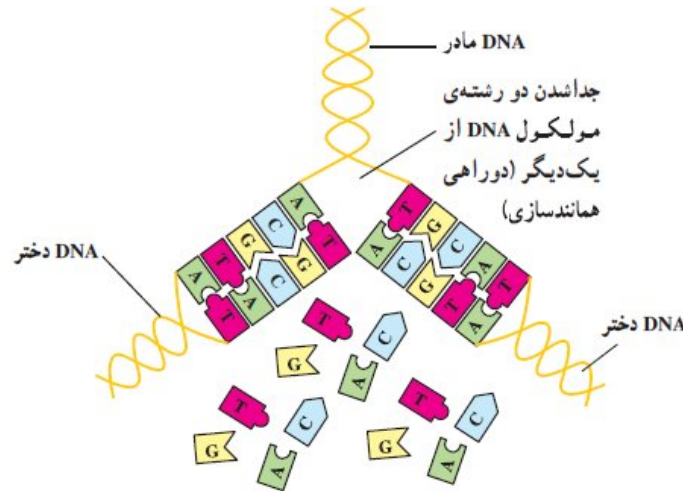
۲۵(ب)

۵۰(الف)



هماندسازی DNA:

هماندسازی DNA به معنی ساخت مولکولی مشابه مولکول DNA اولیه است. برای این منظور در سلول مراحل زیر پیموده می شود:



۱. باز شدن دو رشته ی DNA توسط آنزیم هلیکاز.

✓ آنزیم هلیکاز پیوند هیدروژنی بین دو رشته ی مولکول DNA را شکسته و دو رشته را از هم جدا می کند.

۲. ساخته شدن رشته ی جدید مکمل هر رشته توسط آنزیم DNA پلیمراز.

✓ این آنزیم پس از قرارگیری بر روی بخش باز شده ی DNA نوکلئوتید های مکمل هر رشته را روبه روی نوکلئوتید آن قرار داده و پیوند

هیدروژنی را برقرار می کند ، سپس نوکلئوتید بعدی را قرار داده و آن را از طریق پیوند فسفودی استر به نوکلئوتید قبلی که قرار داده است متصل می کند.

✓ نوکلئوتید های سه فسفات هنگام قرار گیری در رشته ی پلی نوکلئوتیدی ، دو فسفات خود را از دست می دهند.

در هر بار هماندسازی از یک مولکول DNA دو مولکول DNA حاصل می شود ، که هر یک دارای یک رشته ی والدی (قدیمی) و یک رشته ی جدید هستند.

از هر مولکول DNA پس از n بار هماندسازی ، 2^n مولکول ایجاد می شود .

در هنگام هماندسازی همواره ۲ رشته ی مادری وجود دارند که در مقابل آن ها رشته های جدید ایجاد شده اند. لذا پس از هر تعداد هماندسازی همواره ۲ مولکول DNA داریم که دارای یک رشته ی مادری و یک رشته ی جدید باشند.

تست: اگر یک مولکول DNA با نوکلئوتید های معمولی در محیطی با نوکلئوتید های نشاندار هماندسازی انجام دهد ، پس از ۳

نسل هماندسازی ، چند درصد مولکول ها دارای دو رشته ی نشاندار هستند؟

(ج) ۲۵٪

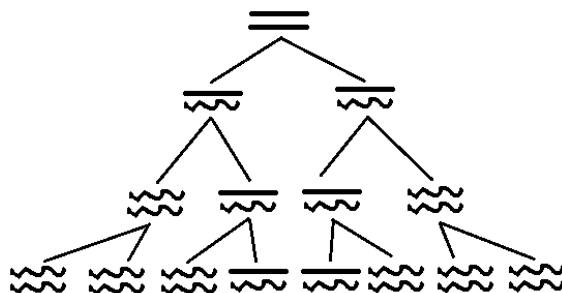
(ب) ۷۵٪

(الف) ۵۰٪

(د) ۶۷.۵٪

پاسخ : گزینه ب صحیح است.

پس از ۳ نسل هماندسازی ۸ مولکول (۱۶ رشته) پدید می آیند که دو مولکول آن دارای یک رشته ی قدیمی و یک رشته ی جدید هستند و ۶ مولکول دیگر هر دو رشته شان نشان دار است.

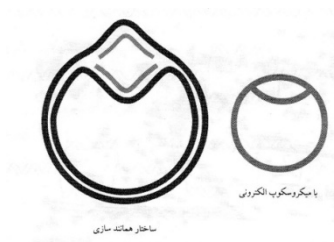


ویرایش

از دیگر فعالیت های آنزیم DNA پلیمراز انجام عملیات ویرایش است ، به این ترتیب که اگر نوکلئوتیدی را به اشتباه در مقابل نوکلئوتید های رشته ی اولیه قرار دهد ، باز می گردد و با شکستن پیوند فسفو دی استر آن را برداشته و سپس نوکلئوتید صحیح را جایگزین می کند. گاهی ممکن است یک نوکلئوتید غلط در DNA دختر قرار گیرد و به نسل بعد سلول انتقال یابد ، این اشتباه تصحیح نشده را جهش می نامند. میزان خطا در همانندسازی کمتر از 10^{-8} به ازای هر جفت نوکلئوتید است.

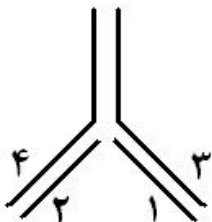
تست: کدام آنزیم توانایی شکستن پیوند فسفو دی استر را دارد؟ (سراسری ۸۴ - خارج از کشور)
الف) هلیکاز ب) DNA لیگاز ج) DNA پلیمراز د) RNA پلیمراز

دو راهی همانندسازی:



همانندسازی از یک انتهای DNA شروع نمی شود تا در انتهای دیگر خاتمه یابد . همانندسازی درون حباب همانندسازی انجام می گیرد . دقت کنید که درون هر حباب همانندسازی معمولاً ۲ دوراهی همانند سازی شکل می گیرد.

تست : در شکل مقابل که یک دو راهی همانند سازی را نشان می دهد ، کدام رشته ها مکمل و کدام یک یکسان اند؟



- الف) ۱ و ۲ - ۳ و ۴
- ب) ۱ و ۳ - ۲ و ۴
- ج) ۱ و ۳ - ۲ و ۴
- د) ۱ و ۲ - ۳ و ۴

در باکتری ها که DNA حلقوی است یک نقطه ی آغاز همانندسازی وجود دارد و یک حباب همانندسازی ایجاد می شود ، سپس درون این حباب دو دوراهی همانندسازی شکل گرفته و به دو طرف حرکت می کنند ، تا اینکه در نقطه ی مقابل نقطه ی آغاز به هم می رسند. در این حالت دو مولکول DNA ساخته خواهد شد.

سلول های یوکاریوتی هر کروموزوم از یک رشته ی DNA طویل ساخته شده است و اگر قرار باشد همانندسازی تنها از یک نقطه صورت پذیرد زمان بسیار زیادی صرف خواهد شد ، از این رو همانندسازی سلول های انسانی و دیگر سلول های یوکاریوتی در نقاط مختلف انجام می شود.

✓ اگر قرار بود همانندسازی کروموزوم انسانی از یک نقطه انجام پذیرد ۳۳ روز به طول می انجامید اما با وجود چندین حباب همانندسازی ، این زمان به حدود ۸ ساعت کاهش یافته است.

✓ **نکته :** با توجه به اعداد فوق می توان گفت هر کروموزوم انسان حدوداً دارای ۹۹ جایگاه آغاز همانندسازی است.





گروموزوم ها و میتوز

جانداران در دو دسته ی پروکاریوت و یوکاریوت جای می گیرند.

تذکر : می دانیم تمامی پروکاریوت ها تک سلولی می باشند اما یوکاریوت ها می توانند تک یا پر سلولی باشند.

تقسیم بندی جانداران:

پروکاریوت	باکتری ها - سیانوباکتری ها
یوکاریوت	آغازیان
	قارچ ها
	گیاهان
	جانوران

هدف جانداران از تقسیم سلولی چیست؟

جانداران برای تولید مثل ، رشد و ترمیم از انواع تقسیم های سلولی استفاده می کنند.

نکات

- در هر تقسیم ، به سلولی که تقسیم می شود سلول مادر و به سلول های حاصل از تقسیم سلول ، سلول دختر می گویند.
- تقسیم سلول در تمامی مراحل زندگی جانداران می تواند رخ دهد ، به عنوان مثال در هر ۲۴ ساعت میلیون ها سلول درون بدن ما ساخته می شود.
- رشد و نمو جنین انسان از زمان تقسیم سلول های اولیه جنینی شروع شده و تا پس از تولد نیز ادامه می یابد تا جاندار بزرگ شده و به سن بلوغ برسد.

انواع تقسیمات سلولی

سه نوع تقسیم سلولی داریم که شامل تقسیم دوتایی ، تقسیم میتوز و تقسیم میوز می باشد.

پیش از توضیح ابتدا باید بدانیم که هر یک از انواع تقسیمات در کدام دسته از جانداران مشاهده می شوند.

نوع جاندار	نوع تقسیم	توضیحات
پروکاریوت	دوتایی	تولید مثل غیر جنسی
یوکاریوت	میتوز	تولید مثل غیر جنسی ، رشد و نمو و ترمیم
	میوز	تولید مثل جنسی

- ✓ با اینکه یوکاریوت ها برای تولید مثل جنسی از تقسیم میوز استفاده می کنند ، اما گاهی در طی مراحل تولید مثل جنسی ، تقسیم میتوز هم رخ می دهد. به عنوان مثال می توانید به چرخه های سلولی تناوب نسل و هاپلوئیدی توجه کنید.
- ✓ با اینکه تقسیم دوتایی در پروکاریوت ها دیده می شود ، اما این نوع تقسیم در کلروپلاست و میتوکندری سلول های یوکاریوتی نیز مشاهده می شود.
- ✓ میتوز به منظور رشد و ترمیم در یوکاریوت های تک سلولی انجام نمی شود ، بلکه تنها در پر سلولی ها به این منظور انجام می شود. جاندار تک سلولی اگر میتوز کند به دو سلول تقسیم می شود و تولید مثل رخ می دهد و نه ترمیم و رشد.





تست: کدامیک از انواع تقسیمات سلولی می تواند در تولید هاگ و کدامیک در تولید گامت ها نقش داشته باشد؟

الف) میتوز - میوز (ب) میتوز و میوز - میتوز (ج) میوز - میتوز و میوز (د) میتوز و میوز - میوز و میتوز

تست: سلول های کدام ، تقسیم میتوز ندارد؟ (س ۸۳)

الف) آمیب (ب) کلستریدیوم بوتولینم (ج) آسپرژیلوس (د) گندم تریپلوئید

ساختار کروموزوم باکتری و تقسیم دو تایی در تولید مثل باکتری ها

کروموزوم باکتری شامل یک DNA حلقوی متصل به غشا و پروتئین های همراه آن می باشد. این که می گوئیم DNA باکتری حلقوی است ، به این معنی است که اگر تاشدگی های آن باز شود ، به شکل حلقه در می آید و دو انتهای آن آزاد نیست.

✓ DNA باکتری فاقد هیستون می باشد اما بوسیله پروتئین هایی فشرده می شود.

✓ سلول پروکاریوتی فاقد هسته می باشد و DNA و پروتئین های همراه آن در ناحیه هسته ماندنی به نام ناحیه ی نوکلئوئیدی جای میگیرند.

تقسیم دو تایی در باکتری ها

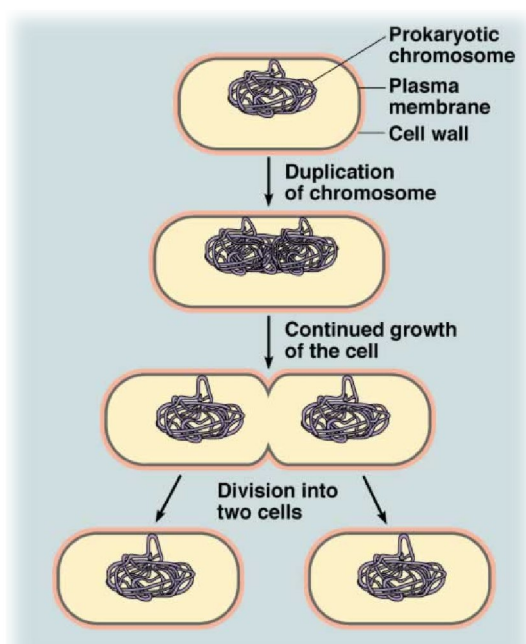
همانطور که پیش تر گفتیم باکتری ها از طریق تقسیم دوتایی تقسیم می شوند و این نوع تقسیم با تقسیم میتوز متفاوت است.

چرا تقسیم دو تایی نوعی تولید مثل غیر جنسی است ؟

زیرا در آن تنها یک والد شرکت دارد و به تولید زاده هایی یکسان می انجامد.

✓ این نوع تقسیم از تقسیم سلول های یوکاریوتی بسیار ساده تر می باشد.

✓ همه ی تولید مثل هایی که در آنها یک والد شرکت می کند تولید مثل غیر جنسی نمی باشند. مثلاً بکرزایی که در فصل بعد می خوانید با اینکه تولید مثل جنسی است اما یک والد در آن شرکت دارد.



مراحل تقسیم دو تایی

ابتدا همانندسازی DNA باکتری صورت می گیرد. و سپس مراحل تقسیم دوتایی به شرح زیر رخ می دهد :

۱. اضافه شدن غشای سلولی جدید به نقطه ای از غشا که بین دو مولکول DNA قرار دارد.

✓ همزمان با مرحله ی فوق باکتری از نظر اندازه نیز رشد می کند.

۲. فرورفتن غشا به سمت درون سلول و جدا شدن دو باکتری .

✓ همزمان با مرحله فوق دیواره ی سلولی نیز در محل ساخته شدن غشا ایجاد می شود.





ساختار کروموزوم یوکاریوتی

بخش مهمی از DNA سلول های یوکاریوتی درون هسته و در اجزایی به نام کروموزوم جای گرفته است. درون هر سلول یوکاریوتی معمولاً چند کروموزوم وجود دارد و DNA هسته بین این کروموزوم ها تقسیم شده است.

کروموزوم شامل DNA یوکاریوتی و پروتئین های متصل شونده به آن می باشد.

پس هر کروموزوم حداکثر ۲۴ نوع مونومر خواهد داشت.

دقت کنید که بخش دیگری از DNA سلول یوکاریوتی درون میتوکندری و کلروپلاست جای می گیرد.

نکته: DNA سلول یوکاریوتی بر خلاف سلول های پروکاریوتی به صورت خطی می باشد ، یعنی دو انتهای آن آزاد است.

تست ۳: کدام گزینه صحیح است؟

(الف) تمام DNA موجود در جانداران یوکاریوت در هسته جای دارد.

(ب) ساده ترین نوع تقسیم ، میتوز است.

(ج) در تولید مثل جنسی همواره بیش از یک والد شرکت دارد.

(د) درون سلول های نوتروفیل تقسیم دو تایی نیز دیده می شود.

اما اطلاعات ژنتیکی چگونه در این کروموزوم ها جای می گیرد؟



همانطور که می دانید اطلاعات ژنتیکی را ترتیب و تعداد باز های موجود در مولکول DNA شکل می دهند.

در DNA ی کروموزوم بخش هایی وجود دارند که می توانند دستور ساخت پروتئین یا RNA را بدهند ، در

واقع این بخش ها حاوی اطلاعات ژنتیکی لازم برای تولید محصولی خاص هستند ، به این بخش ها از مولکول

DNA ژن گفته می شود. دقت کنید که DNA ی یک کروموزوم دارای تعداد زیادی ژن می باشد که به

دنبال یکدیگر قرار گرفته اند و به تعبیر کتاب درسی این ژن ها مانند واگن های قطار به دنبال یکدیگرند.

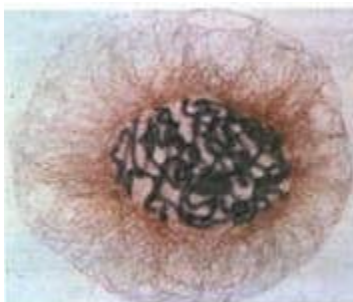
✓ ژن ها نقش مهمی در چگونگی رشد و نمو بدن و نیز تنظیم کارکرد آن بر عهده دارند.

✓ هر ژن بخش مشخصی از مولکول DNA دو رشته ای است که نقطه ی شروع و پایان مشخص دارد.

✓ ژن ها می توانند کوتاه و یا بسیار بلند باشند.

ساختار کروموزوم های یوکاریوتی:

گفتیم که DNA سلول های یوکاریوتی درون کروموزوم (های) آن ها جای می گیرد . این کروموزوم ها به اشکال متفاوتی در سلول مشاهده می شوند.



وقتی سلول در حال تقسیم نیست

در این حالت کروموزوم ها به صورت رشته های باریک و در هم تنیده می باشند و مجموعه آن ها را

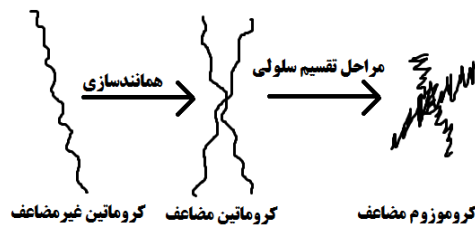
کروماتین می نامند. شکل روبه رو کروماتین های یک سلول گیاهی را قبل از تقسیم نشان می دهد.

پس در این مرحله نیز ماده ی وراثتی فشرده است اما به دلیل فشردگی پائین ، به صورت رشته

های باریک و بلند دیده می شود.



وقتی سلول آماده ی تقسیم می شود :



وقتی سلول آماده ی تقسیم می شود هر یک از کروماتین ها همانندسازی می کنند که به این حالت مضاعف شدن می گوئیم. در این حالت DNA همچنان به شکل کروماتین است اما وقتی وارد مراحل تقسیم سلولی می شود ، فشرده می شود و کروموزوم ها را تشکیل می دهد.

پس از همانندسازی هر کروموزوم از ۲ مولکول DNA خطی یکسان و پروتئین های همراه آن تشکیل شده است.

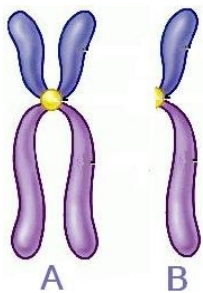
در طی فشرده شدن کروموزوم ، رشته های بلند و باریک کروموزوم به رشته های قطور و کوتاه تبدیل می شوند.

گفتیم هر کروموزوم همانندسازی کرده از دو مولکول DNA ساخته شده است ، این دو مولکول DNA باعث می شوند که کروموزوم دارای دو نیمه ی متقارن باشد . به هریک از این نیمه ها یک کروماتید می گویند. پس هر کروموزوم همانندسازی نموده از دو کروماتید تشکیل شده است که در محلی به نام سانترومر به هم متصل هستند.

به دو کروماتید یک کروموزوم ، که در محل سانترومر به هم متصل اند ، کروماتید های خواهری می گویند.

سانترومر بخش مشخصی از کروموزوم است و در کروموزوم های تک کروماتیدی نیز مشاهده می شود.

هر کروموزوم می تواند تک کروماتیدی یا دو کروماتیدی باشد.



تست ۴: کروموزوم دو کروماتیدی دارای چند نوار پلی پپتیدی است؟

الف) ۲ ب) ۴ ج) ۸ د) معلوم نیست

تمرین : به شکل های A و B به ترتیب چه نام هایی می تواند اطلاق شود؟

فشرده شدن DNA

فشرده شدن DNA به کمک گروهی از پروتئین ها به نام هیستون ها انجام می شوند. DNA سلول های یوکاریوتی در محل هایی حدود دو دور به دور ۸ مولکول هیستونی می پیچد و ساختاری را پدید می آورد که نوکلتوزوم نامیده می شود. پس نوکلتوزوم بخشی از مولکول DNA به همراه ۸ مولکول پروتئین هیستونی می باشد . این نوکلتوزوم ها ساختار DNA را به شکل گردنبندی در می آورند که نوکلتوزوم ها حکم مروارید های آن را داشته و DNA رابط بین دو نوکلتوزوم حکم نخ آن را دارد.

نکات:

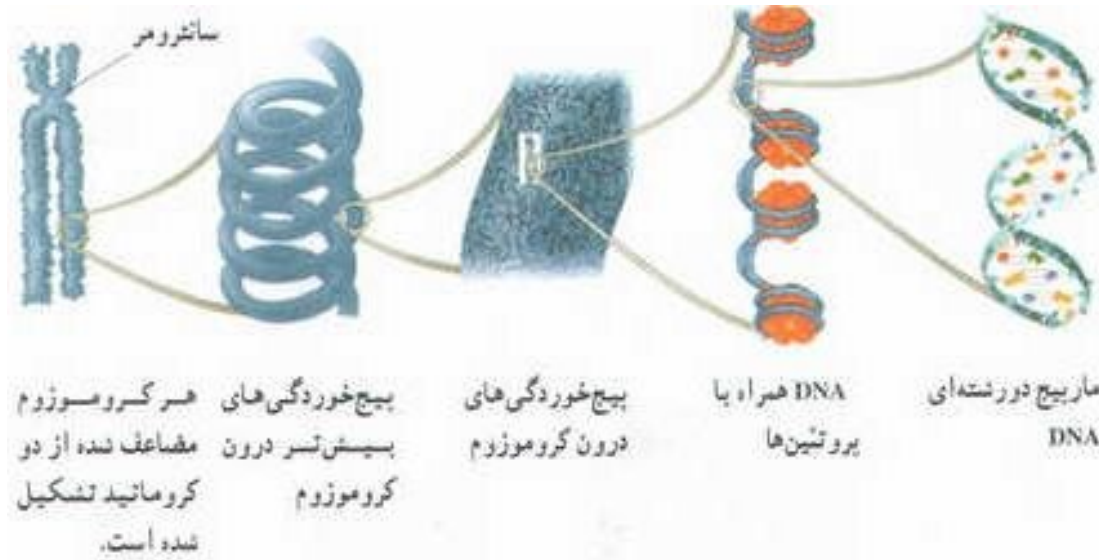
در شبکه کروماتینی و کروموزوم ها دو گروه از پروتئین ها وجود دارند. پروتئین های هیستونی و پروتئین های غیر هیستونی . پروتئین های هیستونی در فشرده سازی DNA نقش داشته ، اما پروتئین های غیر هیستونی نقش های آنزیمی ، ساختمانی و تنظیم کنندگی دارند.





حتی زمانیکه ماده ی وراثتی به صورت کروماتین هست باز هم هیستون و فشردگی DNA وجود دارد.

پروتئین های هیستونی اولین مرحله از فشردگی DNA هستند ، پس از این مرحله در چندین مرحله فشرده می شود و ساختار نهایی کروموزوم ها را پدید می آورد.

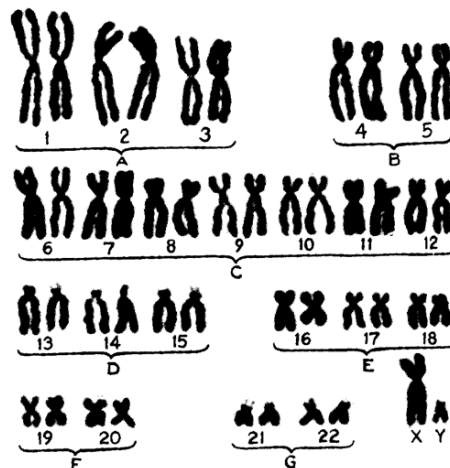
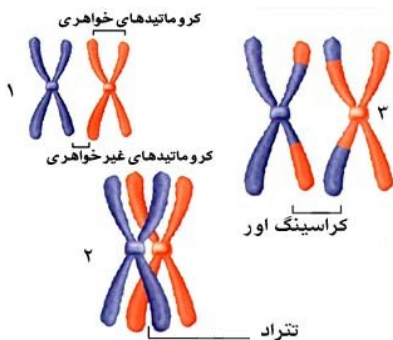


کروموزوم های همتا

می دانیم که سلول های بدن انسان هر یک دارای ۴۶ کروموزوم در هسته ی خود هستند که ۲۳ تای آن از مادر و ۲۳ تای آن از پدر به ارث رسیده است. در واقع هر فرد دارای ۲۳ جفت کروموزوم می باشد ، یک مجموعه از پدر و یک مجموعه از مادر.

اگر این ۴۶ کروموزوم را بررسی کنیم متوجه می شویم که دو به دو مشابه هم هستند. به این جفت کروموزوم ها که از نظر اندازه ، شکل و محتوای ژنتیکی مشابه هستند ، کروموزوم های همتا گفته می شود. از دو کروموزوم همتا یکی از پدر و یکی از مادر به ارث می رسد. مثلاً از جفت کروموزوم شماره ۱ ، یکی از پدر و دیگری از مادر به ارث می رسد.

دقت کنید که دو کروموزوم همتا از نظر محتوای ژنتیکی یکسان و از نظر اطلاعات ژنتیکی و ترتیب بازها متفاوت اند.



سلول دیپلوئید و سلول هاپلوئید:

وقتی یک سلول مانند سلول های بدن انسان دارای دو مجموعه ی کروموزومی است ، می گویند آن سلول دیپلوئید است. برعکس به سلول هایی که تنها یک مجموعه کروموزومی دارند ، سلول هاپلوئید می گویند. به عنوان مثال گامت های انسان که تنها ۲۳ کروموزوم دارند هاپلوئید بوده اما سلول های پیکری (مثل سلول پوست ، گلبول سفید ...) که دارای ۲۳ جفت کروموزوم یعنی ۴۶ کروموزوم هستند ، دیپلوئید می باشند.

برای نشان دادن هر مجموعه کروموزومی از نماد n استفاده می کنیم ، مثلاً گامت ها یک مجموعه کروموزومی دارند که شامل ۲۳ کروموزوم غیر همتا است ، پس برای نمایش دادن آن از $n=23$ استفاده می کنیم. همچنین سلول های پیکری انسان دارای دو مجموعه کروموزومی هستند که هر مجموعه ۲۳ کروموزوم دارد ، پس برای نمایش آن از $2n=46$ استفاده می کنیم.

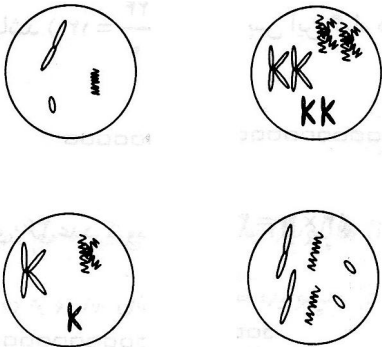
✓ عدد n همواره تعداد کروموزوم های غیرهمتای موجود در هر مجموعه ی کروموزومی را نشان می دهد.

✚ اگر تعداد مجموعه های کروموزومی بیش از ۲ مجموعه باشد ، سلول نیز پلی پلوئید خواهد بود. مثال های پلی پلوئیدی موجود در کتاب شامل موارد زیر می باشد.

انگور بی دانه	۳	ترپلوئید
گل مغربی تتراپلوئید ($4n=28$) و گندم تتراپلوئید وحشی	۴	تتراپلوئید
گندم هگزا پلوئید ($6n=42$)	۶	هگزاپلوئید

تمرین: وضعیت کروموزومی را در شکل های زیر معلوم کنید :

پاسخ:



تشکیل سلول دیپلوئید از دو سلول هاپلوئید در طی فرآیند لقاح

در طی فرآیند لقاح از ادغام دو گامت (سلول جنسی) هاپلوئید ، زیگوت دیپلوئید تشکیل می شود. زیگوت اولین جاندار است که به تازگی تشکیل شده است . این سلول زیگوت در طی تقسیمات میتوز متوالی جاندار پر سلولی را به وجود می آورد.

تعداد کروموزوم ها

تعداد کروموزوم های هر جاندار مشخص است. عموماً تعداد کروموزوم های جانداران یک گونه با هم برابر است.

✓ در بعضی بیماری های ژنتیکی ممکن است تعداد کروموزوم های اعضای یک گونه تغییر یابد.

✓ بسیاری از گونه ها دارای تعداد برابری کروموزوم در سلول های خود هستند. (سیب زمینی ، آلو ، شامپانزه ، اورانگوتان)

✓ شکل ، اندازه و ساختار کروموزوم ها حتی در گونه هایی که عدد کروموزومی برابری دارند با یکدیگر متفاوت است.





✓ در جدول زیر تعداد کروموزوم های چند جاندار مشخص شده است:

تعداد کروموزوم	جاندار
۱۸	ساکارومیسز (مخمر)
۶	پشه
۱۲	مگس
۱۴	نخود فرنگی
۲۰	ذرت
۱۲۶۲	سرخس مارزبان
۲۶	قورباغه
۴۶	آدمی
۴۸	اورانگوتان و شامپانزه
۷۸	سگ
۷۸	خروس
۴۸	سیب زمینی و آلو
۲	قارچ پنی سیلیوم (n)
نر ۲۳ - ماده ۲۴	ملخ

تعیین جنسیت

تعیین جنسیت در انسان

انسان دارای ۲۳ جفت کروموزوم است. از این ۲۳ جفت کروموزوم ۲۲ جفت آن در تعیین جنسیت نقش مستقیم ندارند و کروموزوم های غیر جنسی (اتوزوم) نامیده می شود و یک جفت را کروموزوم جنسی می نامیم که در دو جنس مرد و زن متفاوت هستند.

✓ کروموزوم های اتوزومی به صورت مستقیم در تعیین جنسیت نقشی ندارند.

✓ دقت کنید به کروموزوم های مشترک بین دو جنس نر و ماده کروموزوم اتوزوم نمی گویند.

✓ کروموزوم های جنسی مسئول تعیین جنسیت هستند.

تعریف: سلول پیکری چیست؟

به سلول های سازنده بدن موجودات سلول های سوماتیک یا پیکری

تعیین جنسیت، مرد:

هر مرد دارای ۲۲ جفت کروموزوم اتوزوم و یک کروموزوم جنسی X و یک کروموزوم جنسی Y می باشد. پس مجموعا دارای ۴۶ کروموزوم است که ۴۴ تای آن اتوزوم بوده و ۲ تای آن جنسی است. عدد کروموزومی مرد به صورت $44A + XY$ خواهد بود.

تعیین جنسیت، زن:

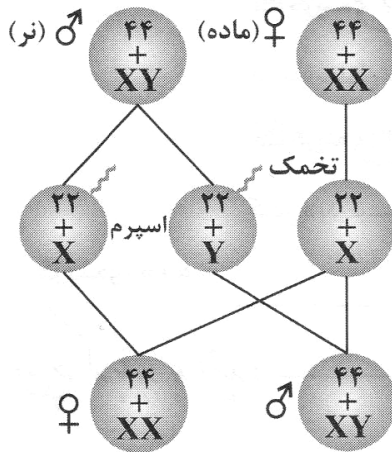
هر زن دارای ۲۲ جفت کروموزوم اتوزوم و یک جفت کروموزوم جنسی X می باشد. پس مجموعا دارای ۴۶ کروموزوم است که ۴۴ تای آن اتوزوم و ۲ تای آن جنسی است. عدد کروموزومی زن به صورت $44A + XX$ خواهد بود.

✚ در انسان زن هایی که سبب می شوند، تخمک لقاح یافته به پسر نمو یابد در کروموزوم Y واقع هستند. لذا هر فردی که کروموزوم Y داشته باشد، پسر و هر فردی که کروموزوم Y نداشته باشد دختر است.



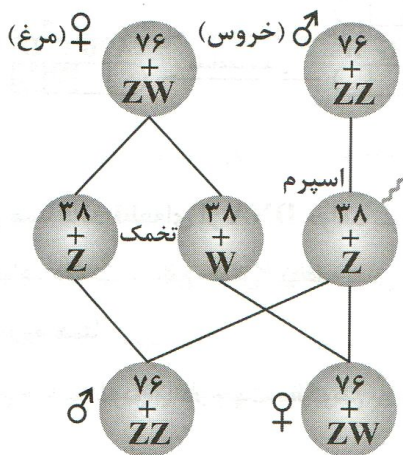


گامتوژنز در انسان



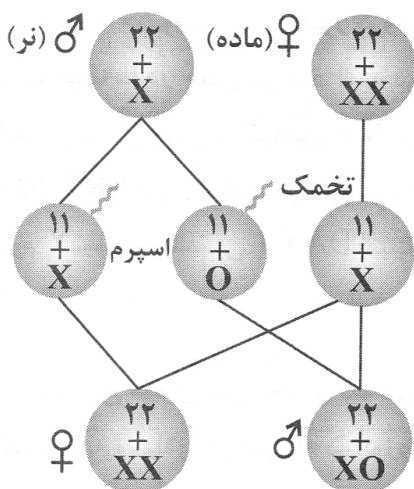
گامت زایی یا گامتوژنز نقش اساسی را در تعیین جنسیت بر عهده دارد. این که گامت ها حاوی کدام کروموزوم های جنسی خواهند بود می تواند مشخص کننده جنسیت فرزندان شود. در هنگام گامتوژنز ، هر گامت نیمی از کروموزوم های سلول والدی را در خود جای می دهد. یعنی از هر دو کروموزوم همتا یکی در هر گامت وجود خواهد داشت. در جنس مذکر از ۴۴ کروموزوم اتوزوم ۲۲ عدد در هر گامت وجود خواهد داشت ، می ماند دو کروموزوم جنسی X و Y که هر کدام وارد یک گامت می شوند ، لذا ۲ نوع گامت از نظر تعیین جنسیت تشکیل خواهد شد ، این در حالی است که هر دو گامت جنس مونث دارای کروموزوم جنسی X می باشد. به همین دلیل در انسان گامت جنس نر (همان اسپرم) است که جنسیت فرزند را مشخص می کند. اگر اسپرم Y دار در لقاح با تخمک جنس مونث شرکت کند ، جنسیت فرزند مذکر و اگر اسپرم X دار با تخمک لقاح کند ، جنسیت فرزند مونث می شود.

تعیین جنسیت در پرندگان ، پروانه های شب پرواز (بیدها) و پروانه ها :



در این جانداران نرها XX و ماده ها XY هستند اما مرسوم است که به جای حرف X از Z و به جای حرف Y از W استفاده شود. یعنی نرها را به صورت ZZ و ماده ها را به صورت ZW می باشد. مسلم است در این جانداران گامت جنس ماده (تخمک) تعیین کننده ی جنسیت فرزندان خواهد بود. زیرا این جنس ماده است که می تواند دو نوع گامت از لحاظ جنسیت تولید کند.

تعیین جنسیت در ملخ



در ملخ نرها دارای ۲۳ کروموزوم می باشند که شامل ۱۱ جفت اتوزوم و یک کروموزوم جنسی X است. فرمول کروموزومی ملخ نر را به صورت XO+۲۲ نشان می دهند که حرف O در آن نشانه ی نبودن کروموزوم است. اما ملخ ماده دارای ۲۴ کروموزوم شامل ۱۱ جفت اتوزوم و ۲ کروموزوم X می باشد. در نتیجه این گامت ملخ نر (اسپرم) است که در تعیین جنسیت جاندار نقش اصلی را بر عهده دارد.

تست: جنسیت کدامیک با سایرین متفاوت است؟

XY (دمیمون)

XY (چرخ ریسک)

ZZ (پروانه ب)

XO (ملخ الف)



تغییر در ساختار کروموزوم ها

هرگونه تغییر در ژن ها و ساختار کروموزوم ها را جهش می نامند.

انواع جهش کروموزومی :

حذف:



در جهش حذف قطعه ای از کروموزوم در اثر شکسته شدن کاملاً از آن جدا می گردد.

این نوع جهش مخرب ترین نوع جهش می باشد.

برای رخ دادن این نوع جهش دو امکان پیش می آید :

۱. دو طرف بخشی از کروموزوم شکسته شود و قطعه ای از آن خارج شود.

۲. قسمتی از یک انتهای کروموزوم با یک محل شکست حذف شود.

در جهش حذف فرد فاقد بعضی از ژن ها خواهد شد و اصطلاحاً می گویند برای آن قطعه مونوزوم است.

اگر قطعه ی حذف شده تنها نسخه ی الل غالب مربوط به یک ژن را در بر بگیرد ، می تواند منجر به تجلی فنوتیپ مغلوب شود (که روی

کروموزوم هومولوگ قرار دارد). این اثر را غالبیت کاذب می نامند.

مضاعف شدن

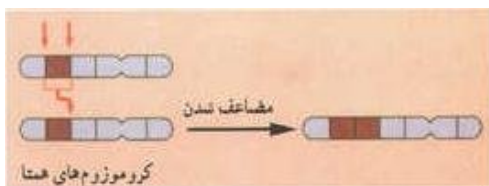
در این نوع جهش قطعه ای از کروموزوم در اثر شکسته شدن جدا شده و به کروموزوم همتا

متصل می شود ، بنابراین کروموزوم همتا از بعضی ژن ها دو نسخه دارد.

در این نوع جهش یک کروموزوم از بعضی از ژن ها دو نسخه خواهد داشت.

در این نوع جهش ابتدا در یک کروموزوم حذف صورت می گیرد و سپس بوسیله ی جا به

جایی بین کروموزوم های همتا ، قطعه ی حذف شده به کروموزوم همتای خود متصل می شود.

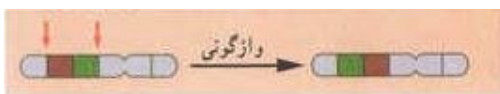


واژگونی

در این نوع جهش قطعه ای از کروموزوم شکسته شده ، ۱۸۰ درجه می چرخد و مجدداً در جای خود قرار می گیرد.

در این نوع جهش ترتیب استقرار ژن ها معکوس می شود.

در این نوع جهش قطعه طول کروموزوم ثابت است.



جابجایی

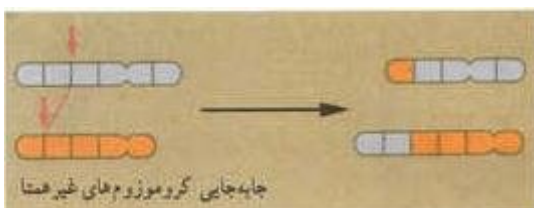
اگر قطعه ای کروموزوم که بر اثر شکسته شدن جدا شده است ، به کروموزوم غیر همتا

متصل شود ، جهش را جابه جایی می نامند.

جابجایی بین کروموزوم های غیر همتا انجام می شود و می تواند یک طرفه یا دو

طرفه باشد ، یعنی چه؟

در جابه جایی دو طرفه امکان دارد طول دو کروموزوم ثابت باقی بماند.





چرخه ی سلولی

تقسیم سلول های پروکاریوتی به روش تقسیم دو تایی انجام می شود ، اما در یوکاریوت ها تقسیم سلولی به دلیل وجود هسته ی مشخص پیچیده تر می باشد . در یوکاریوت ها لازم است سیتوپلاسم و هسته هر دو تقسیم شوند و همچنین لازم است اندامک های مختلف به درستی در فضای سلول بازآرایی شوند.

چرخه ی سلولی

مراحل زندگی یک سلول پروکاریوت می باشد و از ۵ مرحله تشکیل شده است که به ترتیب G_1 ، S ، G_2 ، میتوز و سیتوکینز نام دارند.

چرخه ی سلولی از پایان یک تقسیم شروع شده و تا پایان تقسیم بعد ادامه می باید.

به سه مرحله ی ابتدایی مجموعاً اینترفاز می گویند که ۹۰ درصد زندگی سلول در آن سپری می شود.

در مجموعه ی مراحل اینترفاز سلول آماده ی تقسیم می شود.

ورود به دو مرحله ی انتهایی چرخه ی سلولی تنها زمانی رخ می دهد که بنا باشد سلول تقسیم شود.

وقایع مراحل مختلف اینترفاز

نفسستین مرحله ی (شد G_1 :

۱. سلول سریعاً رشد کرده و بزرگ می شود .
۲. سلول برای ورود به مرحله ی S آماده می شود.
۳. پروتئین سازی و دیگر فرآیندهای سلولی در این مرحله رخ می دهند.
۴. در این مرحله کروموزوم ها هنوز تک کروماتیدی هستند

مرحله سنتز S :

۱. DNA همانندسازی می کند.
۲. کروموزوم ها دو کروماتیدی می شوند ..
۳. سلول برای ورود به مرحله ی G_2 آماده می شود.
۴. در این مرحله کروموزوم های همانندسازی کرده هنوز به صورت رشته های کروماتینی بوده و فشردگی لازم را کسب نکرده اند.

دومین مرحله ی (شد G_2 :

۱. همانندسازی اندامک ها صورت می گیرد.
۲. همانندسازی میتوکندری ، کلروپلاست ، سانتربول و ..
۳. در نتیجه ی همانندسازی میتوکندری و کلروپلاست در این مرحله ، همانندسازی کروموزوم های آنها نیز صورت می گیرد.
۴. سلول آماده ی تقسیم می شود.

✓ تمهیدات لازم برای تقسیم میتوز در این مرحله فراهم می شود.

تست: در کدام مراحل از چرخه سلولی ماده ی وراثتی به شکل کروماتین می باشد؟

الف) $G_1 - S$ ب) $G_1 - G_2 - S$ ج) G_2 - پروفاز د) تنها در G_1



میتوز:

میتوز فرآیندی است که طی آن هسته ی سلول به دو هسته ی جدید تقسیم می شود که هر هسته ی جدید همان تعداد و همان نوع کروموزوم های موجود در هسته ی سلول مادر را خواهد داشت.

۱. در این مرحله کروموزوم های هر سلول دختر تک کروماتید خواهند بود ، یعنی دو کروماتید خواهری هر کروموزوم در طی میتوز از هم جدا شده و هر یک وارد یکی از سلول ها می شوند.
۲. دو سلول حاصل از میتوز عدد کروموزومی برابر سلول مادر خواهند داشت.

سیتو کینز:

- فرآیندی که طی آن سیتوپلاسم سلول تقسیم می شود سیتوکینز نام دارد.
۱. گاهی میتوز رخ می دهد اما سیتوکینز رخ نمی دهد ، لذا سلول های چند هسته ای پدید می آیند . از این دست می توان به سلول های ماهیچه مخطط پس از مراحل جنینی اشاره نمود.
 ۲. میتوز و سیتوکینز در مجموع سلول های جدیدی را پدید می آورند که مشابه سلول های مادر هستند ، لذا امکان ترمیم ، رشد و گاهی تولید مثل غیر جنسی را فراهم می کنند.
 ۳. وقتی از تقسیم سلول صحبت می کنیم منظور هر دو مرحله ی میتوز و سیتوکینز است ، به همین دلیل سلول های ماهیچه ی مخطط با اینکه دارای میتوز هستند اما فاقد توانایی تقسیم در نظر گرفته می شوند.
 ۴. سیتوکینز معمولاً پس از تقسیم میتوز انجام می گیرد.

نقاط واریسی و تنظیم چرخه ی سلولی



در چرخه ی سلولی زمان هایی وجود دارد که آن ها را نقاط واریسی می نامیم. گروهی از پروتئین ها در این زمان ها (نقاط واریسی) ، عبور از یک مرحله به مرحله ی دیگر را کنترل می کنند. پس عامل تنظیم کننده ی چرخه سلولی گروهی از پروتئین ها می باشند. نقاط واریسی موجود در چرخه ی سلولی شامل زمان های زیر می باشند :

۱. آخر G_1
 ۲. آخر G_2
 ۳. آخر میتوز (متافاز به آنافاز)
- در هر یک از نقاط واریسی مجموعه پدیده هایی در سلول به وقوع می پیوندد که بر اساس آن یا اجازه ی عبور به مرحله ی بعد داده می شود و یا خیر...

پروتئین های تنظیم کننده ی چرخه سلولی درون سلول وجود دارند و وظیفه ی تنظیم داخلی چرخه سلولی را بر عهده دارند.



سرطان:

سرطان شامل تقسیم و رشد غیر عادی سلول ها است.

در دو صورت سرطان رخ می دهد:

۱. گاهی برخی از جهش ها باعث تولید بیش از حد ترکیبات محرک رشد و تقسیم سلول می شوند و از این طریق تعداد سلول ها به طور غیر طبیعی افزایش می یابد.
 ۲. گاهی نیز جهش ها پروتئین هایی را که مسئول کند یا متوقف کردن چرخه ی سلولی هستند ، غیر فعال می کنند و به این طریق ترمز چرخه ی سلولی را مختل می کنند.
- ✓ برخی از جهش ها نیز به صورت خود به خود و در طی همانندسازی رخ می دهند.
 - ✓ رژیم های غذایی ، تنش های روانی و عوامل ژنتیکی (وراثتی) نیز بر سرطان موثرند.
- ✚ جهش در سلول های سوماتیک باعث ایجاد سرطان می شود.
- ✚ در سرطان ، زمان چرخه ی سلولی کوتاه می شود.

میتوز

در توضیحی خلاصه خواندیم که میتوز نوعی تقسیم هسته ی سلول است که منجر به ایجاد دو سلول دختر مشابه یکدیگر و مشابه والد اولیه می شود. حال به بررسی دقیق این فرآیند می پردازیم ، اما لازم است قبل از شروع به توضیح چند مفهوم بپردازیم :

سانتریول چیست؟

در سال گذشته خواندید سانتریول از ساختارهای سلولی بدون غشا بوده و از ۹ دسته ی سه تایی میکروتوبول ساخته شده است. میکروتوبول ها لوله های پروتئینی تو خالی می باشند و به نام ریزلوله نیز شناخته می شوند.

✚ سانتریول در سلول های جانوری ، و گیاهان ابتدایی مثل خزه ها و سرخس ها مشاهده می شود.

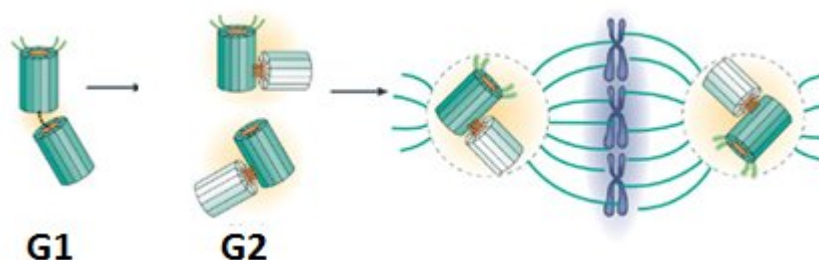
✚ در گیاهان پیشرفته (بازدانگان و نهان دانگان) سانتریول نداریم.

✚ هر سلول واجد سانتریول ، به طور معمول ۱ جفت سانتریول دارد که نسبت به یکدیگر زاویه ی ۹۰ درجه می سازند.

نقش سانتریول ها در سلول :

۱. سازمان دهی میکروتوبول ها
۲. تشکیل تاژک و مژک
۳. تشکیل دوک تقسیم

دوک تقسیم چیست؟ و چگونه تشکیل می شود؟



وقتی سلول وارد مرحله G_2 می شود ، سانتیریول های آن همانندسازی می کنند و لذا با ورود به میتوز سلول ۲ جفت سانتیریول خواهد داشت. همچنین هنگام ورود به میتوز این دو جفت سانتیریول شروع به دور شدن از یکدیگر می کنند و همزمان با دور شدن این دو جفت سانتیریول ها ، بین آن ها رشته های پروتئینی شکل می گیرد که مجموعاً ساختار دوک را تشکیل می دهند. رشته های دوک با اتصال به کروماتید های خواهری در جداسازی آن ها در میتوز نقش دارند.

هر یک از رشته های دوک از یک میکروتوبول ساخته شده است. دقت کنید که در ساختار دوک ریز رشته نداریم.

سلول های گیاهان عالی اگرچه سانتیریول ندارند اما رشته های دوک را می سازند.

رشته های دوک به سه دسته ی ستاره ای ، قطبی و کینتوکوری تقسیم می شوند.

در قارچ ها دوک تقسیم درون هسته شکل می گیرد ، زیرا پوشش هسته در طی تقسیم ناپدید نمی شود.

تست: یک سلول مفروض در پروفاز میتوز چند ریز لوله در ساختار سانتیریول های خود دارد؟

۲۱۶(د)

۱۰۸(ج)

۵۴(ب)

۲۷(الف)

تست: کدام اندامک در ساخت واحد های رشته های دوک نقش بیشتری دارد؟

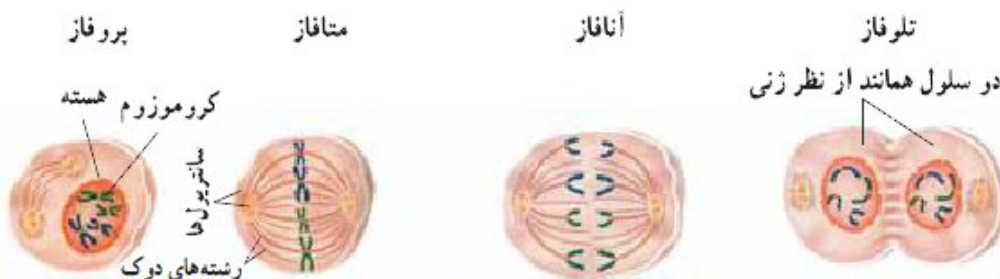
(د) هسته

(ج) ریبوزوم های شبکه آندوپلاسمی زبر

(ب) ریبوزوم های سیتوسل

(الف) سانتیریول

مراحل میتوز



پروفاز

اتفاقات مرحله پروفاز:

۱. کروموزوم های مضاعف شده کوتاه و ضخیم می شوند.
۲. کروموزوم های کوتاه و ضخیم شده قابل رویت می شوند.
۳. پوشش هسته ی سلول ناپدید می شود.
۴. همراه با دور شدن سانتیریول ها دوک تشکیل می شود.

نکات:

۱. در نتیجه ناپدید شدن پوشش هسته ، سیتوسل و شیره ی هسته ادغام می شوند.

۲. در تصاویر مربوط به تست ها ، غشای هسته را در این مرحله با نقطه چین نمایش می دهند.

تست: به ترتیب حداکثر فشردگی و حداقل فشردگی کروموزوم ها مربوط به کدام مراحل چرخه سلولی می باشد؟

(د) متافاز - G_2

(ج) متافاز - S

(ب) متافاز - تلفاز

(الف) پروفاز - تلفاز



اتفاقات مرحله متافاز:

۱. کروموزوم های مضاعف شده به سمت وسط سلول حرکت می کنند.
۲. کروموزوم ها در سطح استوایی ردیف می شوند.
۳. رشته های دوک از یک طرف به قطب سلول و از طرف دیگر به سانترومر کروموزوم متصل می شوند.

نکات

۱. در این مرحله کروموزوم ها حداکثر فشردگی خود را دارند.
۲. در این مرحله هر سانترومر به دو رشته ی دوک که از دو قطب متفاوت سلول آمده است، متصل می شود. (متفاوت با متافاز میوز)

آنافاز

اتفاقات مرحله ی آنافاز

۱. جدا شدن دو کروماتید خواهری هر کروموزوم از محل سانترومر
۲. کشیده شدن کروماتید ها به سمت قطبین سلول

نکات

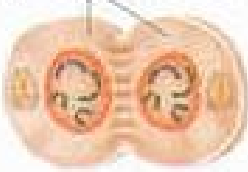
۱. کروماتید های خواهری وقتی از یکدیگر جدا می شوند ، کروموزوم تک کروماتیدی نام می گیرند.
۲. در این مرحله تعداد کروموزوم ها ۲ برابر تعداد کروموزوم های هسته ی مادر و تعداد کروموزوم های هر قطب برابر تعداد کروموزوم های هسته ی مادر می باشد.
۳. در این مرحله تعداد سانترومر ها دو برابر می شود...
۴. کروموزوم تک کروماتیدی در این مرحله فشرده ترین حالت را دارد.

تلفاز

اتفاقات مرحله تلفاز

۱. تشکیل مجدد پوشش هسته
۲. تبدیل کروموزوم های فشرده شده به شبکه ی کروماتینی
۳. از بین رفتن دوک تقسیم

دو سلول همانند از نظر ژنی

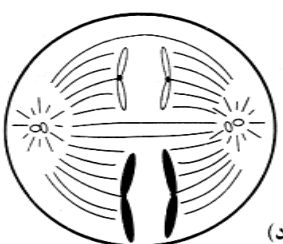


تست: در تقسیم میتوز از یک سلول $2n$ ، سلول از ... نوع که ی باشند ، تشکیل می شود.
الف) ۲-۲- دیپلوئید ب) ۱-۲- هاپلوئید ج) ۲-۲- هاپلوئید د) ۱-۲- دیپلوئید

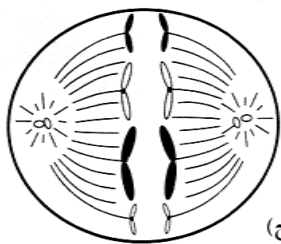
تست: پس از ۳ مرحله میتوز در سلولی ، مجموعه چند میتوز رخ داده است؟

الف) ۳ ب) ۸ ج) ۷ د) ۱۶

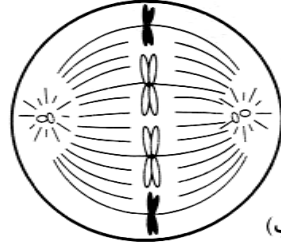
تست: سلولی $2n=4$ در مرحله ی آنافاز میتوز به کدام صورت زیر مشاهده می شود؟



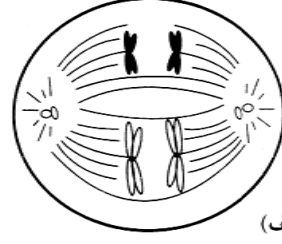
(د)



(ج)

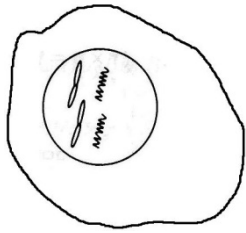


(ب)



(الف)





تست: شکل رو به رو مربوط به کدام مرحله از تقسیم سلولی می تواند باشد؟

الف) تلوفاز میتوز $2n=4$ (ب) تلوفاز میتوز $n=4$

ج) پروفاز میتوز $n=4$ (د) تلوفاز میوز $2n=4$

تست: در تقسیم میتوز، پس از آنکه کروماتیدهای هر کروموزوم دستخوش حداکثر فشردگی شدند، بلافاصله... رخ می دهد.

الف) جدا شدن کروموزوم های همتا (ب) ناپدید شدن پوشش هسته

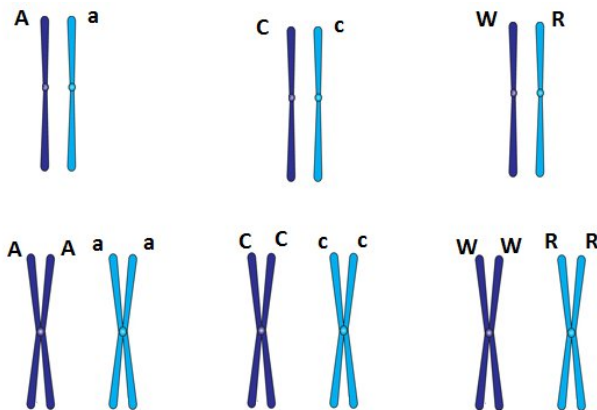
ج) کوتاه شدن رشته های دوک (د) دور شدن سانتیول ها از یکدیگر

تست: اگر مقدار DNA موجود در هر قطب یک سلول $2n$ در مرحله آنافاز X باشد، مقدار DNA در وقفه ی اول و دوم کدام است؟

الف) $X-2X$ (ب) $2X-X$ (ج) $2X-4X$ (د) $4X-2X$

تست: سلولی با ژنوتیپ AaCcRw در مرحله ی متافاز میتوز، حداقل چند مولکول DNA مشاهده می شود؟ (ال زن ها بر روی کروموزوم های متفاوت جای گرفته اند.)

الف) ۳ (ب) ۶ (ج) ۱۲ (د) معلوم نیست.



تست: در جاننداری دیپلوئید صفتی توسط ۳ ژن کنترل می شود، سلولی که در مرحله G_2 به سر می برد، چند ال برای این صفت دارد؟

الف) ۳ (ب) ۶ (ج) ۱۲ (د) ۲۴

تست: در کدام مرحله از تقسیم سلولی یک سلول دیپلوئید، عدد کروموزومی $4n$ می شود؟

الف) آنافاز میتوز (ب) آنافاز میوز (ج) آنافاز میوز (د) S

پاسخ: گزینه الف صحیح است.

در سلول انسان به عنوان مثال، در مرحله متافاز ۴۶ کروموزوم دو کروماتید و در آنافاز ۹۲ کروموزوم تک کروماتید داریم.

در میوز نیز ۴۶ کروموزوم ۲ کروماتید در آنافاز یک تبدیل به ۲۳ کروموزوم دو کروماتید و در آنافاز ۲ تبدیل به ۲۳ کروموزوم تک کروماتیدی شوند.



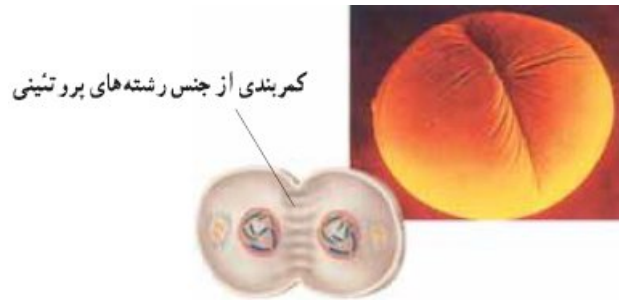


سیتو کینز

به فرآیند تقسیم سیتوپلاسم سلول سلول سیتوکینز می گویند که طی آن سیتوپلاسم و اندامک های سلول مادر بین دو سلول دختر تقسیم می شود .

سلول های دختر از نظر اندازه تقریباً یکسان اند و نیمی از اندامک ها و سیتوپلاسم سلول مادر را دریافت کرده اند.

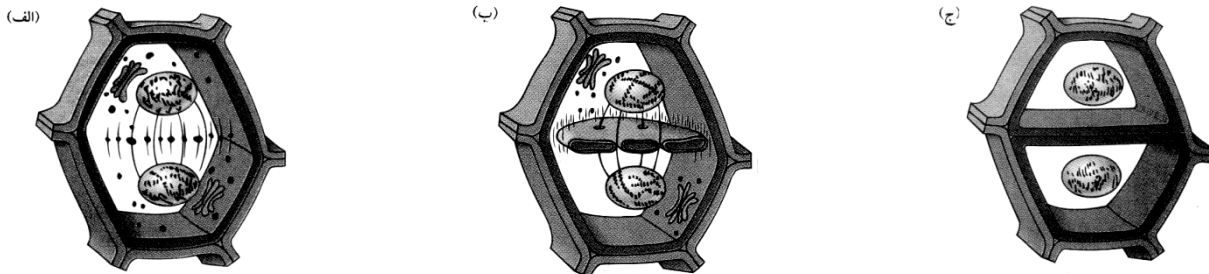
سیتو کینز در سلول های جانوری



مراحل انجام سیتوکینز در سلول جانوری:

۱. تشکیل کمر بندی از رشته های پروتئینی در میانه ی سلول
۲. تنگ شدن کمر بند میانی سلول
۳. جدا شدن دو سلول از یکدیگر

در شیار کمر بندی (کلیواژ) ، رشته های آکتین و میوزین وجود دارند و آنچه اتفاق می افتد مشابه انقباض ماهیچه می باشد.



سیتو کینز در سلول های گیاهی

مراحل انجام سیتوکینز در سلول های گیاهی

۱. ساخته شدن ویزیکول ها توسط دستگاه گلژی
۲. پیوند ویزیکول ها در میانه ی سلول
۳. ایجاد صفحه ای در میانه سلول

نکات :

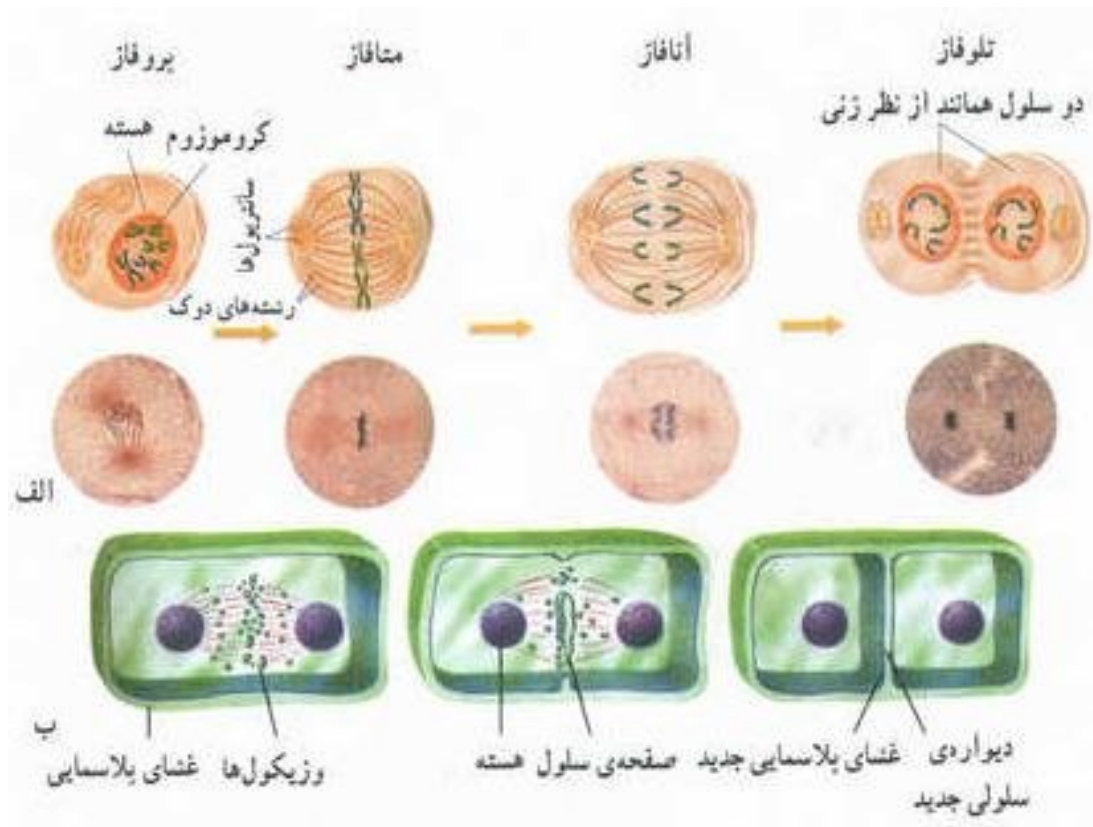
۱. در ساخته شدن ویزیکول ها علاوه بر دستگاه گلژی شبکه آندوپلاسمی نیز نقش دارد.
۲. صفحه میانی در واقع یک دیواره ی سلولی همراه با غشا می باشد.
۳. صفحه میانی از وسط به طرفین رشد می کند ، در حالی که در سیتوکینز سلول جانوری ، غشا از خارج به سمت داخل کشیده می شود.

سیتوکینز همواره سیتوپلاسم را به دو قسمت مساوی تقسیم نمی کند. (مثلاً در تخمک زایی جانوران ماده)





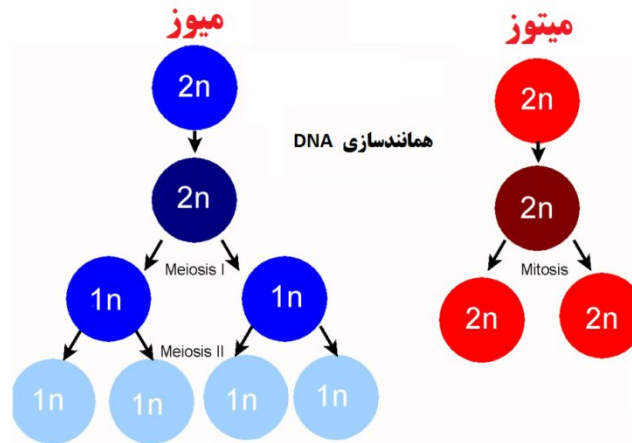
در تصویر زیر به همزمانی شروع سیتوکینز و مراحل انتهایی میتوز دقت شود....





میوز و تولید مثل جنسی

پیش از این تقسیم میوز و ویژگی های آن را بررسی نمودیم ، اما می دانیم در یوکاریوت ها نوعی دیگر از تقسیم سلولی وجود دارد که میوز نامیده می شود. این تقسیم نوعی تولید مثل جنسی می باشد که طی آن تعداد کروموزوم ها نصف می شود و هسته ی سلول تقسیم می شود.



کوناگونی جانداران مرون میوز و تولید مثل جنسی است .

حاصل میوز چیست؟

در پی میوز سلول های تخصص یافته ای ایجاد می شوند که مسئول تولید مثل هستند.

- ✓ دقت کنید در طی فرآیند میوز محتوای ژنتیکی به نصف کاهش می یابد. به عنوان مثال اگر یک سلول دیپلوئید با ۴۶ کروموزوم (۲۳ جفت) وارد میوز شود ، پس از طی مراحل میوز سلول های حاصل هاپلوئید بوده و دارای ۲۳ کروموزوم می باشند.
- ✓ حاصل هر میوز چهار سلول از دو نوع می باشد.(یعنی سلول های ایجاد شده دو به دو مشابه اند).

تست: میوز و میتوز به ترتیب در کدام سلول ها انجام می گیرند؟

- الف) دیپلوئید - دیپلوئید
- ب) دیپلوئید - (هاپلوئید - دیپلوئید)
- ج) (هاپلوئید - دیپلوئید) - (هاپلوئید - دیپلوئید)
- د) (هاپلوئید - دیپلوئید) - دیپلوئید

پاسخ : گزینه ب صحیح است.

مراحل میوز:

میوز از دو مرحله ی متوالی تقسیم سلولی تشکیل شده است که به ترتیب میوز و میوز نامیده می شوند. مرحله اینترفاز که قبل از شروع میتوز مشاهده می شد نیز قبل از آغاز میوز انجام می شود و در آن تمامی مراحل اینترفاز چرخه ی سلولی (سنتز ، G_1 و ...) را مشاهده می کنیم.

هر یک از دو مرحله ی میوز و میوز دارای مرحله مشابه پروفاز می باشند. یعنی در میوز یک ما شاهد پروفاز ، متافاز ، آنافاز و تلوفاز خواهیم بود. این مسئله در مورد میوز نیز صادق است. حال به بررسی وقایع اتفاق افتاده در هر یک از این مراحل می پردازیم...





پروفاز I

پروفاز :

۱. کروموزوم ها فشرده و قابل رویت می شوند.
۲. غشای هسته تجزیه می شود.
۳. کروموزوم های همتا که هریک دو کروماتید دارند از طول در کنار یکدیگر قرار می گیرند و ساختاری به نام تتراد را می سازند.

نکته : در میتوز هم کروموزوم های همتا دو کروماتیدی هستند اما ساختار تتراد تشکیل نمی شود.

به جدول زیر در مورد تتراد دقت کنید :

تعداد	ساختار مورد بررسی در هر تتراد
۲	کروموزوم همتا
۲	سانترومر
۴	کروماتید
۴	مولکول DNA
۸	نوار پلی نوکلئوتیدی

نکته : هر سلول $2n$ دارای n تتراد می باشد ، زیرا هر دو کروموزوم همتا با همدیگر یک تتراد می سازند. به عنوان مثال انسان ۲۳ جفت کروموزوم هومولوگ و یا به عبارتی ۴۶ کروموزوم دارد ، لذا تعداد تتراد تشکیل شده در مرحله پروفاز میوز آن برابر ۲۳ تا خواهد بود.

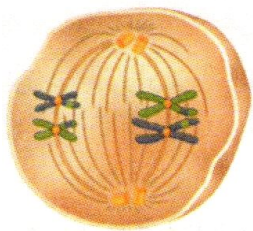
متافاز I

متافاز :

- ✓ شکل گیری تتراد قبل از ناپدید شدن غشای هسته انجام می گیرد..
- ✓ تتراد در شروع پروفاز تشکیل شده نیست بلکه در طی پروفاز تشکیل می شود . لذا در تمام طول زمان پروفاز نمی توانیم تتراد را ببینیم.

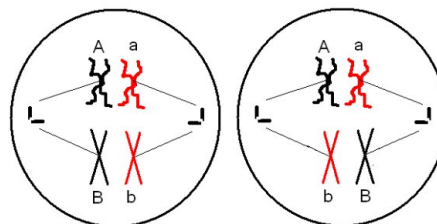
قرارگیری تتراد ها در سطح استوایی سلول به کمک رشته های دوک

✓ در این مرحله چگونگی آرایش کروموزومی مشخص می شود.



پرسش : آیا با فود اندیشیده اید که کروموزوم ها به چند حالت می توانند آرایش متافازی به فود بگیرند ؟

دقت کنید در مرحله متافاز دو کروموزوم همتا هر یک به رشته های دوک یکی از قطبین سلول متصل می شوند ، لذا متفاوت خواهد بود که هر یک کروموزوم های مضاعف شده ی تتراد ، در کدام سمت خط استوای سلول قرار گیرند. برای توضیح بهتر به شکل شماتیک زیر توجه کنید :



این شکل مربوط به یک سلول $2n=4$ می باشد ، همانطور که می بینید کروموزوم های دارای الل های B و b می توانند دو حالت متفاوت





جایگیری (اتصال به رشته های دوک) داشته باشند که هر یک از این حالات می تواند منجر به ایجاد نوعی جدید از گامت شود. لذا در مورد این مثال ما کلا می توانیم ۲ حالت متافازی مشخص در تصویر را در نظر بگیریم....

اما این تعداد حالت متافازی در موارد دیگر چگونه است؟

به عنوان مثال فرض کنید بخواهیم تعداد انواع حالت آرایش متافازی را برای سلولی $2n=X$ به دست آوریم ، برای این منظور از فرمول زیر استفاده می کنیم: (در این فرمول n تعداد جفت کروموزوم های همتا است که حداقل دارای یک ژن هتروزگوس هستند).

$$2^{n-1} = \text{تعداد انواع آرایش متافازی}$$

مثال : در سلولی با عدد کروموزومی $2n=18$ حداکثر چند حالت متافازی قرارگیری کروموزوم ها را شاهد خواهیم بود؟
با توجه به فرمول بالا داریم:

$$2^{n-1} = 2^8 = 256$$

✓ از آنجائیکه چگونگی آرایش کروموزوم ها در میوز در این مرحله مشخص می شود لذا **نوترکیبی** نیز که در فصل پتجم پیش دانشگاهی بررسی می شود ، مربوط به این مرحله می باشد.

آنافاز I



آنافاز :

۱. جدا شدن کروموزوم های همتا از یکدیگر

۲. به قطبین رفتن هر یک از کروموزوم های همتا

✓ در این مرحله کروموزوم ها از ناحیه ی سانترومر تنها به رشته های دوک آمده از یک قطب سلول متصل اند.

✓ با جدا شدن دو کروموزوم همتا ، **مقدمات** نصف شدن عدد کروموزومی فراهم می شود ، به عنوان مثال در

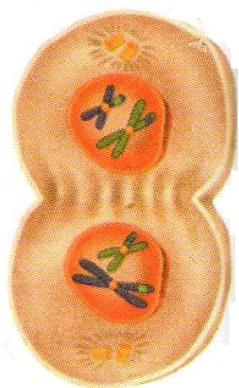
انسان در این مرحله ، ۴۶ کروموزوم دو کروماتید که در سطح متافازی قرار داشتند ، جدا شده و در هر قطب سلول ۲۳ کروموزوم دو کروماتیدی جای می گیرد.

✓ در این مرحله دو کروماتید هر کروموزوم همچنان در محل سانترومر به هم متصل اند. بنابراین کروموزوم ها همچنان مضاعف شده خواهند بود.

✓ **قانون اول مندل** (قانون تفکیک ژن) مربوط به این مرحله از میوز می باشد.

با توجه به این قانون الل های یک ژن در طی تقسیم میوز از یکدیگر جدا می شوند.

تلفاز I و سیتوکنیز



تلفاز :

۱. تجمع کروموزوم ها در دو قطب سلول

۲. از بین رفتن رشته های دوک

۳. تشکیل دوباره ی پوشش هسته

۴. تقسیم سلول به دو سلول جدید (در بیشتر جانداران در این مرحله سیتوکنیز رخ می دهد)

✓ دقت کنید که سیتوکنیز جزو مراحل میوز به حساب نمی آید.

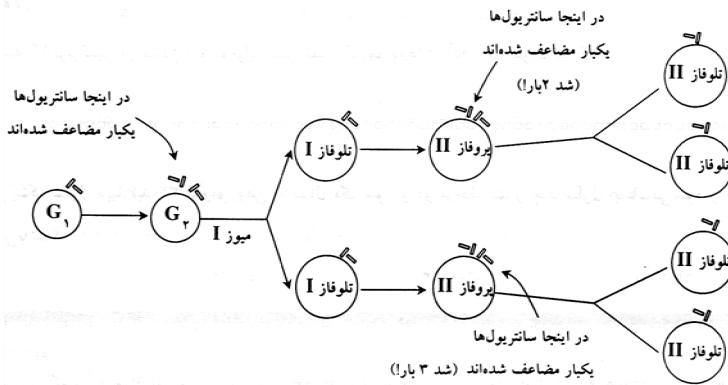
پس از پایان این مرحله سلول آماده ی ورود به میوز می شود ، اما دقت کنید :

در فاصله ی بین میوز و میوز همانندسازی DNA روی نمی دهد.



مضاعف شدن سانتیریول ها:

با اینکه همانندسازی در فاصله دو میوز روی نمی دهد اما سلول وارد نوعی فاز اینترفاز (که اینترکینز نامیده می شود) خواهد شد ، در واقع تفاوت اینترفاز میوز و میتوز در این است که اینترفاز میوز در مرحله دوم فاقد مرحله همانندسازی DNA می باشد. لذا تنها اندامک ها همانندسازی نموده و سلول رشد می کند.



یکی از اندامک های تست خیز این مرحله سانتیریول ها می باشند. با توجه به اینکه حاصل میوز ، ۲ سلول می باشد ، هر یک از سلول ها باید مجددا همانندسازی سانتیریول ها را انجام دهند ، در نتیجه مجموعاً سه بار همانندسازی سانتیریول ها انجام می گیرد. دو بار در فاصله ی میوز و میوز و یک بار قبل از شروع میوز .

و اما میوز

مراحل میوز مانند مراحل میتوز سپری خواهند شد.

پروفاز :

تشکیل رشته های دوک اطراف هر هسته ی جدید

✓ در این مرحله نیز غشای هسته در حال ناپدید شدن است.

✓ این مرحله همانند پروفاز میتوز است .

متافاز :

کروموزوم های دو کروماتیدی در سطح استوایی ردیف می شوند و هر سانترومر به دو رشته ی دوک که از دو قطب سلول آمده اند متصل می شود.

آنافاز :

جدا شدن کروماتید های خواهری از یکدیگر و رفتن به سوی قطبین سلول

✓ در این مرحله تعداد کروموزوم و سانترومر سلول دو برابر می شود.

✓ تعداد کروموزوم و تعداد سانترومر هر قطب سلول در آنافاز و برابر است.

تلفاز :

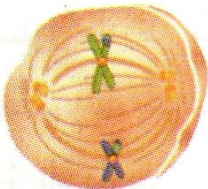
۱. تشکیل پوشش هسته

۲. از بین رفتن دوک تقسیم

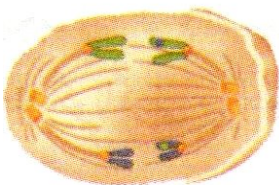
پروفاز II



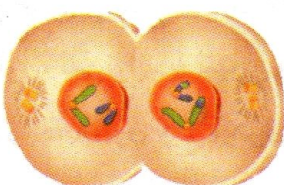
متافاز II



آنافاز II

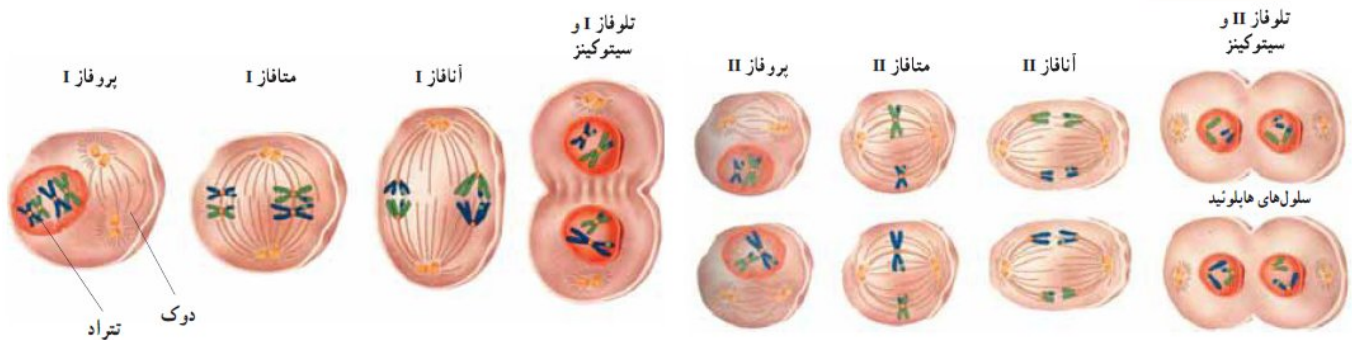


تلفاز II و سیتوکینز





نکات مربوط به مراحل مختلف میوز:



۱. تقسیم سانترومرها در آنافاز رخ می دهد و نه آنافاز .
۲. تعداد کروموزوم های هر سلول در آنافاز میوز برابر تعداد کروموزوم های سلول اولیه (سلول مادری) است. با این تفاوت که کروموزوم های سلول مادری در حین تقسیم مضاعف شده هستند.
۳. دو برابر شدن تعداد کروموزوم ها (یا همان تقسیم سانترومرها) در مرحله آنافاز رخ می دهد. (و همچنین آنافاز میتوز)
۴. همانطور که می دانیم در تقسیم میوز ۴ سلول حاصل می آید که از ۲ نوع متفاوت هستند. در واقع سلول های حاصل از میوز از لحاظ ژنتیکی مشابه هم هستند و این میوز می باشد که دو نوع سلول حاصل می کند.
۵. به ازای هر تقسیم میوز ۴ سلول ایجاد می شود ، لذا برای محاسبه ی تعداد سلول های حاصل از تقسیم ، به ازای هر تقسیم میوز تعداد سلول در ۴ ضرب و به ازای هر تقسیم میتوز ، تعداد سلول ها در ۲ ضرب می شود.
۶. یک سلول دیپلوئید تنها یک مرحله میوز می تواند داشته باشد.
۷. تعداد انواع گامت های تولید شده توسط میوز در یک سلول با عدد کروموزومی $2n=X$ به کمک فرمول 2^n محاسبه می شود.
۸. در صورت وقوع کراسینگ اور در هر میوز ، ۴ سلول حاصل می توانند متفاوت باشند. چرا؟



۹. به جدول زیر توجه کنید :

مرحله	پروفاز	متافاز	آنافاز	پس از تلوفاز	پروفاز	متافاز	آنافاز	پس از تلوفاز
وضعیت کروموزومی	۲n کروموزوم دو کروماتید	۲n کروموزوم دو کروماتید	۲n کروموزوم دو کروماتید	۲n کروموزوم دو کروماتید	۲n کروموزوم دو کروماتید	۲n کروموزوم دو کروماتید	۲n کروموزوم دو کروماتید	۲n کروموزوم تک کروماتید



به جدول و شکل زیر که به مقایسه ی میوز و میتوز می پردازد توجه کنید :

میتوز	میوز	واقعیه
فقط یک بار قبل از شروع میوز I رخ می دهد.	قبل از شروع میتوز رخ می دهد.	همانندسازی DNA
در پروفاز I تتراد تشکیل می شود.	تتراد تشکیل نمی شود.	تشکیل تتراد
در متافاز I، تترادها و در متافاز II، کروموزوم های مضاعف شده در استوای سلول قرار می گیرند.	در متافاز، کروموزوم های مضاعف شده در استوای سلول قرار می گیرند.	نحوه ی آرایش کروموزوم ها در استوای سلول
در آنافاز I، کروموزوم های همتا و در آنافاز II، کروماتیدهای خواهری از یکدیگر جدا می شوند.	در آنافاز، کروماتیدهای خواهری از یکدیگر جدا می شوند. کروموزوم های همتا جدا نمی شوند.	جدا شدن کروماتیدهای خواهری و کروموزوم های همتا
۴ سلول دختره ی ایجاد می شود که از نظر ژنتیکی مشابه سلول مادری نیستند.	دو سلول دختره ی که از نظر ژنتیکی مشابه سلول مادری هستند، ایجاد می شود.	تعداد سلول های دختره ی و ترکیب ژنتیکی آن ها

میتوز

پروفاز
همانندسازی کروموزوم ها
 $2n = 4$
کروموزوم مضاعف شده
متافاز
کروموزوم ها در استوای سلول قرار می گیرند.
کروماتیدهای خواهری طی آنافاز جدا می شوند.
۲n
سلول های دختره ی حاصل از میتوز

میوز

پروفاز I
متافاز I
تترادها در استوای سلول قرار می گیرند.
کروموزوم های همتا طی آنافاز I جدا می شوند.
سلول های دختره ی حاصل از میوز I
میوز II
۲n
n

تست: اگر عدد کروموزومی جاندار $2n=6$ باشد ، در تلوفاز میوز در هر هسته چند نوار پلی نوکلئوتیدی وجود دارد؟

الف) ۱۲ ب) ۶ ج) ۲۴ د) ۳

تست: در کدام مرحله عدد کروموزومی سلول موقتا دو برابر می شود؟

الف) آنافاز میتوز ب) آنافاز میوز ج) آنافاز میوز د) الف و ج

تست: اگر سلولی در تلوفاز ، دارای ۸ کروماتید باشد ، در G_1 چند کروماتید داشته است؟

الف) ۸ ب) ۱۶ ج) ۴ د) ۲۴



تست: اگر سلولی دیپلوئید در پروفاز ۱۰ تتراد داشته باشد، در آنافاز و به ترتیب چند سانترومر در هر قطب سلول دارد؟

۲۰-۲۰ (د)

۱۰-۲۰ (ج)

۵-۱۰ (ب)

۱۰-۱۰ (الف)

تست: اگر یک سلول تتراپلوئید (۴n) وارد تقسیم میوز شود، در پایان میوز، در هر سلول حاصل چند مولکول DNA داریم؟

۸n (د)

۲n (ج)

۶n (ب)

۴n (الف)

تست: اگر کروموزوم های سلولی بتوانند به ۸ حالت مختلف بر روی رشته های دوک در مرحله ی متافاز میوز ردیف شوند، در

سلول اولیه در G₁ و در هریک از سلول های حاصل از میوز چند مولکول DNA وجود دارد؟

۸-۱۶ (د)

۱۶-۱۶ (ج)

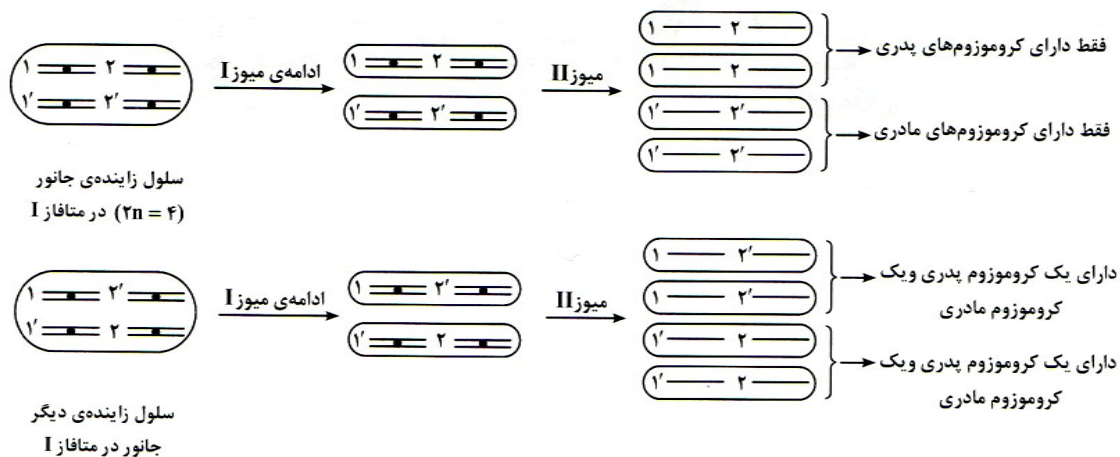
۴-۸ (ب)

۸-۸ (الف)

تمرین: چقدر احتمال دارد تا یکی از گامت های ساخته شده در انسان، فقط دارای کروموزوم های یکی از والدینش باشد؟

پاسخ: $\frac{1}{2^{22}}$

اما چگونه؟



همانطور که می بینید $\frac{1}{2^n}$ از گامت های تولید شده دارای فقط کروموزوم های پدری و $\frac{1}{2^n}$ دارای فقط کروموزوم های مادری هستند و باقی مانده دارای کروموزوم های پدری و مادری هستند. در واقع از 2^n نوع گامت تولید شده، فقط در یک حالت تمام کروموزوم های پدری می توانند در گامت حاضر باشند. خوب... پس در یک حالت تمام کروموزوم های مادری و در یک حالت تمام کروموزوم های پدری می توانند در گامت حضور یابند که مجموعاً می کنند در دو حالت. از طرفی می دانیم که یک فرد می تواند 2^{23} نوع گامت تولید کند. از تقسیم این دو بر هم داریم: $\frac{1}{2^{22}}$





نحوی محاسبه ی انواع گامت ها :

۱. انواع گامت های تولیدی توسط هر سلول (در طی یک میوز):

این سوال عموماً به این شکل پرسیده می شود که یک سلول فرد ماده یا نر ، در طی میوز چند نوع گامت تولید می کند؟
۱.۱ سلول زاینده ی نر : هر سلول زاینده ی نر حداکثر ۲ نوع گامت می تواند تولید می کند. (البته بدون وقوع کراسینگ اور) ✓
نکات مربوط به کراسینگ اور را در فصل ۸ و نیز فصل پنجم پیش دانشگاهی به طور کامل می آموزید.
۲.۱ سلول زاینده ی ماده : هر سلول زاینده ی ماده حداکثر ۱ نوع گامت می تواند تولید کند. زیرا از هر میوز ۳ گویچه ی قطبی حاصل می شود.

۳.۱ یک سلول (بدون در نظر گرفتن جنسیت) : در این حالت (بدون وقوع کراسینگ اور) حداکثر ۲ و حداقل ۱ نوع گامت تولید می کند.

تست: حاصل گامت زایی سلول زاینده ی ملخ ماده ای با فرمول کروموزومی $2n=24$ چند نوع گامت است؟

الف) 2^{24} (ب) 2^{12} (ج) ۱ (د) ۲

پاسخ: گزینه ج صحیح است.

۲. انواع گامت هایی که یک فرد یا یک سلول می تواند تولید کند :

این پرسش عموماً به این صورت پرسیده می شود که فردی با فرمول کروموزومی X توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟

۱.۲ فرمول کروموزومی را بدهند و حداکثر انواع گامت ها را بخواهند.

به عنوان مثال پرسیده می شود ، فردی با فرمول کروموزومی $2n=16$ حداکثر توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟

در این حالت از فرمول 2^n استفاده می کنیم . در مثال فوق به روش زیر عمل می شود :

$$2^n = 2^8 = 256$$

۲.۲ فرمول ژنتیکی را بدهند و حداکثر انواع گامت ها را بخواهند .

در این صورت باید با توجه به هر صفت ناخالص عدد ۲ و برای هر صفت خالص عدد ۱ را در نظر بگیریم و اعداد را در هم ضرب کنیم :

به عنوان مثال پرسیده می شود فردی با فرمول ژنتیکی AaBbCC توانایی تولید چند گامت را دارد؟

۳.۲ هم فرمول کروموزومی و هم فرمول ژنتیکی را بدهند و حداکثر انواع گامت را بخواهند.

در این صورت از هر دو راه مسئله را حل نموده و عدد کوچکتر را قبول می کنیم.

تست: سلولی با عدد کروموزومی $n=9$ توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟

الف) ۱۶ (ب) ۳۲ (ج) ۴ (د) ۸

تست: موجود زنده ای دارای ۵ جفت کروموزوم ، که ژن های سه جفت آن هتروزیگوت و ژن های دو جفت دیگر هموزیگوت است

، این جاندار چند نوع گامت می تواند تولید کند؟ (سراسری - ۷۲)

الف) ۴ (ب) ۸ (ج) ۱۶ (د) ۳۲





تمرین: چقدر احتمال دارد که سلولی با فرمول ژنتیکی $AaBbCcDdEe$ گامت $ABCdE$ را تولید کند؟

پاسخ: فرد به ازاء هر آرایش تترادی می تواند یک سری گامت تولید کند. در این نوع مسائل ابتدا انواع آرایش های متافازی را در نظر می گیریم که در این مورد می شود ۸ نوع. سپس اگر یکی از آرایش های متافازی برگزیده شود حتما گامت مورد نظر ایجاد می شود. پس جواب $\frac{1}{8}$ خواهد بود.

دقت کنید که فراوانی این گامت $\frac{1}{16}$ خواهد بود.

نکته: احتمال تولید یک گامت خاص دو برابر فراوانی یا نسبت آن گامت خواهد بود.

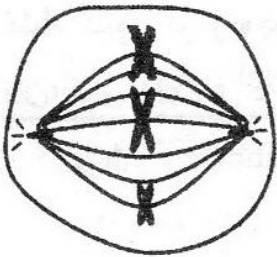
۳. شکل یکی از مراحل میوزی را بدهند و حداکثر انواع گامتی که ممکن است تولید شود را بخواهند.

۱.۳. شکل پروفاز داده شود: در این صورت باید انواع گامت هایی که یک سلول توانایی تولید آن را دارد محاسبه کنیم.

۲.۳. شکل متافاز و یا آنافاز داده شود: در این صورت سلول توانایی تولید حداکثر دو نوع گامت را دارد. (حداقل ۱ نوع)

توضیح: می دانیم به ازاء هر آرایش متافازی ۲ نوع گامت تولید می شود، لذا اگر شکل متافاز داده شود، دیگر نمی توان انواع حالات متافازی را در نظر گرفت و فقط همان حالت داده شده مورد نظر است.

۳.۳. اگر شکل مربوط به مراحل میوز باشد، سلول توانایی تولید یک نوع گامت را دارد.

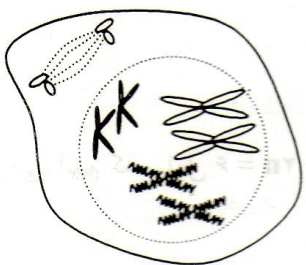


تست: سلول مقابل توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟

- الف) ۳ ب) ۴ ج) ۱ د) ۲

تست: شکل مقابل توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟

- الف) ۱ ب) ۲ ج) ۱۶ د) ۸



روش حل تست های تصویری مربوط به مراحل میوز:

در بعضی از تست ها شکل مرحله ای از تقسیم داده می شود و از ما خواسته می شود که مرحله و یا نوع سلول را مشخص کنیم، برای حل اینگونه تست ها به نکات زیر توجه کنید:

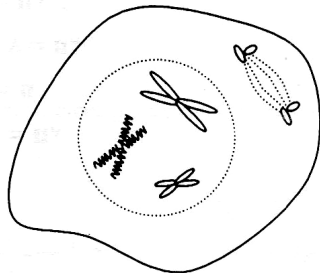
۱. اگر سلول سانتیریول داشت پس یا جانوری است و یا سلول گیاهی ابتدایی (سرخس و خزه).
۲. اگر غشا را با نقطه چین نمایش دادند یعنی غشا در حال ناپدید شدن است و مربوط به پروفاز است.
۳. اگر سلول ها در خط استوایی بودند شکل مربوط به متافاز است.
۴. اگر کروموزوم ها از هم دور شده باشند و به وسیله ی رشته های دوک در حال حرکت به قطبین سلول باشند شکل مربوط به آنافاز است.





۵. شکل یک سلول در هر یک از مراحل میتوز مشابه شکل سلولی در میوز می باشد که عدد کروموزومی آن دو برابر شده باشد. یعنی شکل یک سلول با عدد کروموزومی $n=4$ در مرحله ی متافاز میتوز کاملاً مشابه شکل سلولی با عدد کروموزومی $2n=8$ در متافاز میوز می باشد، پس ممکن است در بعضی از تست ها بتوان دو حالت برای جواب در نظر گرفت.
۶. اگر در آنافاز کروموزوم ها مضاعف باشند و یا ساختار تترادی را شاهد باشیم شکل مربوط به میوز است و نه میتوز...

تست: شکل مقابل..... را در سلول اولیه نشان می دهد.



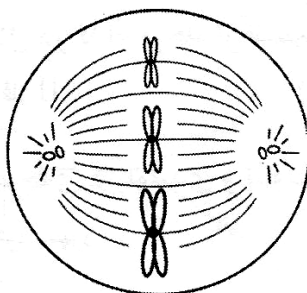
الف) پروفاز میوز $2n=6$

ب) تلوفاز میتوز $n=3$

ج) پروفاز میتوز $n=3$

د) پروفاز میتوز $2n=6$

تست: با توجه به شکل مقابل کدام گزینه صحیح است؟



الف) متافاز میوز یک سلول گیاهی $2n=6$ است.

ب) متافاز میتوز یک سلول جانوری $2n=6$ است.

ج) پس از این مرحله، کروماتیدهای خواهری یک سلول $n=3$ از هم جدا می شوند.

د) متافاز یک سلول با $2n=6$ است.

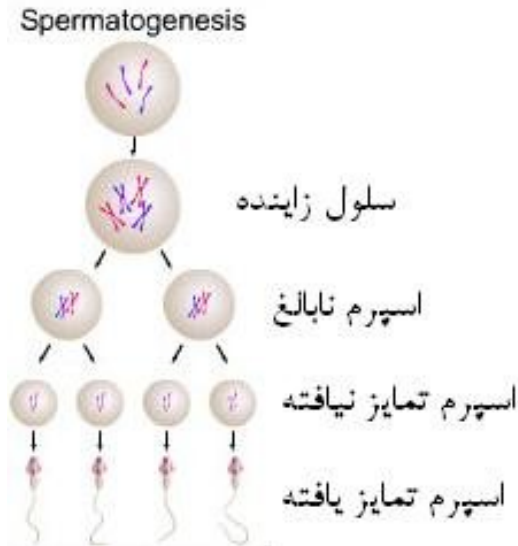




گامتوژنز

تولید گامت ها یکی از وظایف اندام های جنسی است . فرآیند تولید گامت را ، گامت زایی یا گامتوژنز می نامند که براساس تقسیم میوز انجام می گیرد.

گامتوژنز در جانور نر



- در جانوران نر گامت (اسپرم) زایی درون کیسه ی بیضه (اندام جنسی نر) صورت می گیرد. مراحل گامتوژنز در جانور نر به صورت زیر است :
۱. یک سلول دیپلوئید بزرگ می شود و به سلولی نابالغ به نام سلول زاینده تبدیل می شود.
۲. سلول زاینده تقسیم میوز را انجام می دهد و دو سلول هاپلوئید به نام اسپرم نابالغ ایجاد می کند.
۳. سلول اسپرم نابالغ میوز را انجام داده و اسپرم تمایز نیافته را تشکیل می دهد.
۴. اسپرم تمایز نیافته تغییر شکل ظاهری یافته و گامت نر یا اسپرم بالغ را می سازد.

اسپرم بالغ دارای ۳ بخش ، سر ، تنه و دم می باشد.

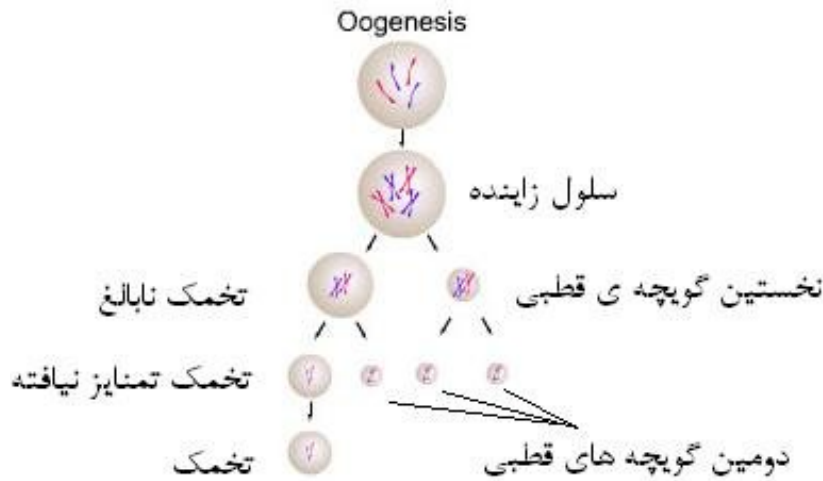
✓ از سن بلوغ به بعد هر روز میلیون ها اسپرم درون بیضه ها به وجود می آید.

گامتوژنز در جانور ماده

در جانوران ماده تخمک زایی در تخمدان ها (اندام های جنسی) صورت می گیرد. مراحل گامتوژنز در جانور ماده به صورت زیر است :

۱. یک سلول زاینده (دیپلوئید) تقسیم میوز را انجام داده و دو سلول حاصل می آورد. در این مرحله سیتوکینز نامساوی باعث تقسیم نامتعادل سیتوپلاسم بین دو سلول حاصل می شود . سلولی که تقریباً تمام سیتوپلاسم را دریافت می کند تخمک نابالغ نام می گیرد و سلول دیگر اولین گویچه ی قطبی خواهد بود.
- ✓ سلول های زاینده ی تخمک جنس ماده تقسیم میوز خود را در دوران جنینی شروع می کنند اما این تقسیم در مرحله ی دیپلوتن پروفاز میوز متوقف می شود و ادامه ی آن پس از سن بلوغ انجام می شود.
۲. سلول تخمک نابالغ تقسیم میوز خود را انجام داده و این بار نیز سیتوکینز نامساوی ، ۲ سلول متفاوت حاصل می کند. به سلولی که تقریباً تمام سیتوپلاسم را دریافت می کند تخمک تمایز نیافته می گویند. سلول دیگر دومین جسم قطبی خواهد بود.
- ✓ همزمان با این مرحله امکان دارد که نخستین گویچه ی قطبی نیز ممکن است تقسیم میوز را انجام داده و دومین گویچه های قطبی را تولید کند.
۳. تخمک تمایز نیافته تغییراتی پیدا کرده و تخمک (تمایز یافته) را می سازد.





نکته: گویچه های قطبی چه تقسیم شوند و چه تقسیم نشوند از بین می روند.

نکته: در گامتوژنز ماده حتما نخستین گویچه ی قطبی و یک گویچه ی دوم ایجاد می شود.

به جدول زیر که محتوای DNA هر یک از سلول های روند گامتوژنز را نشان می دهد دقت کنید.

نام سلول انسانی	زاینده ی اسپرم	اسپرم نابالغ	اسپرم تمایز نیافته	اسپرم بالغ
نام سلول انسانی	زاینده ی تخمک	تخمک نابالغ	تخمک تمایز نیافته	گامت بالغ
وضعیت کروموزومی	۴۶ کروموزوم ۲ کروماتید	۲۳ کروموزوم ۲ کروماتید	۲۳ کروموزوم تک کروماتید	۲۳ کروموزوم تک کروماتید

پرسش: چرا در تخمک (زای) تقسیمات سیتو کینزی، سیتوپلاسم را به صورت نامساوی بین سلول های فاصل تقسیم می کنند؟

تخمک سیتوپلاسم زیادی را دریافت می کند، در سیتوپلاسم مواد غذایی گوناگون وجود دارد. اگر تخمک بارور شود همین مواد غذایی، جنین را تغذیه می کنند تا اینکه سرانجام جنین بتواند غذای خود را از خون مادر بگیرد. (حدود ۶ روز بعد از لقاح)

تست: نخستین گویچه ی قطبی در انسان دارای چند نوار پلی نوکلئوتیدی است؟

الف) ۴۶ (ب) ۲۳ (ج) ۵۶ (د) ۹۲

پاسخ: گزینه د صحیح است.

تست: در انسان پس از میوز کامل، چه نسبتی از دومین گویچه های قطبی، از نظر ژنتیکی مشابه تخمک هستند؟

الف) $\frac{1}{4}$ (ب) $\frac{1}{3}$ (ج) $\frac{1}{2}$ (د) $\frac{1}{4}$

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است.

تست: در طی گامتوژنز غشای هسته چندبار ناپدید و چندبار تشکیل می شود؟

الف) ۳-۳ (ب) ۶-۳ (ج) ۴-۳ (د) ۶-۲



عوامل اختلال زا در گامتوژنز

مواد مخدر ، الکل ، تماس با پرتو های فرابنفش ، رادیواکتیو ، و اشعه X

✓ عواملی که موجب اختلال در گامتوژنز می شوند باعث تشکیل اسپرم و تخمک های غیر عادی و در نتیجه عقیمی خواهند شد

تغییر در تعداد کروموزوم ها

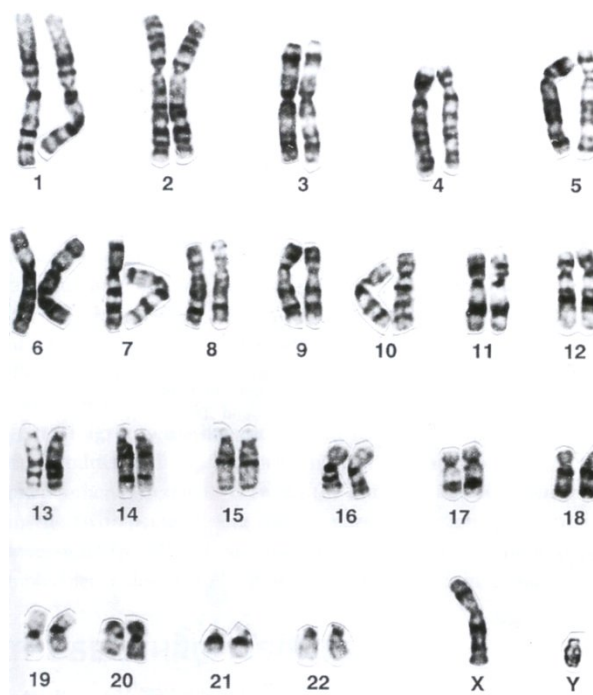
انسان دارای ۴۶ کروموزوم است و هر یک از کروموزوم های انسانی شامل هزاران ژن می باشند. فقدان حتی یکی از این کروموزوم ها در بیشتر موارد منجر به مرگ زیگوت تشکیل شده خواهد شد.

برای بررسی ناهنجاری های کروموزومی ، از تجزیه و تحلیل کاریوتیپ استفاده می شود.

کاریوتیپ :

کاریوتیپ تصویری از کروموزوم های در حال تقسیم است (در مرحله ی متافازی) که در آن کروموزوم ها بر اساس اندازه و شکل ردیف شده اند.

چگونگی قرارگیری کروموزوم ها در کاریوتیپ



همانطور که گفته شد در کاریوتیپ کروموزوم ها بر اساس اندازه و شکل مرتب می شوند ، بدین شکل که کروموزوم شماره ۱ انسان (کروموزوم اتوزوم) که بزرگترین کروموزوم نیز می باشد در بالا و سمت چپ تصویر جای می گیرد و بعد از آن کروموزوم ها بر اساس اندازه به ترتیب نزولی مرتب می شوند .

✓ دقت کنید کروموزوم های جنسی بدون در نظر گرفتن اندازه در پایین و سمت راست تصویر قرار می گیرند.

پرسش : آیا احتمال وقوع جهش نقطه ای در کروموزوم های انسانی برابر است؟

خیر ، همانطور که می دانیم هرچه طول کروموزوم بیشتر باشد امکان بیشتری برای وقوع حداقل یک جهش بر روی آن مطرح می باشد. لذا به عنوان مثال احتمال وقوع جهش در کروموزوم شماره ۱ بیشتر از کروموزوم شماره ۲۲ است.





✓ کروموزوم Y کوچکتر از کروموزوم X است.

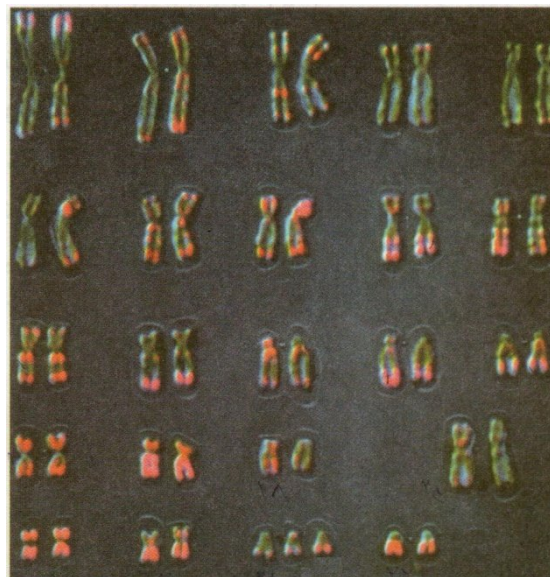
✓ تعیین کاریوتیپ نوزاد می تواند حتی در هنگام حاملگی مادر نیز انجام شود.

✓ تصویر کتاب درسی کاریوتیپ جنس مونث مبتلا به سندرم داون را مشخص می کند.

✓ سندرم داون از نمونه اختلالات کروموزومی مطرح در کتاب درسی است که در آن شخص به تری زومی ۲۱ مبتلا است. برای تشخیص این سندرم از بررسی کاریوتیپ استفاده می شود.

نشانگان داون

نشانگان داون یکی از موارد ناهنجاری مربوط به تعداد کروموزوم است که در آن شخص سه نسخه از کروموزوم ۲۱ خواهد داشت. به این حالت تریزومی ۲۱ می گویند.



تصویر فوق مربوط به دختری مبتلا به سندرم داون می باشد. همانطور که تصویر مشخص است این فرد از کروموزوم ۲۱ سه نسخه خواهد داشت که این پدیده به علت جدا نشدن کروموزوم ها در آنافاز میوز اتفاق می افتد. در واقع دو کروموزوم هومولوگ نمی توانند از هم جدا شوند و هر دو با هم به گامت انتقال می یابند. از لقاح این گامت ($23+X$) با گامت عادی ($22+X$) زیگوتی با ۴۷ کروموزوم ($45+X$) تشکیل می شود که مبتلا به نشانگان داون خواهد بود.

احتمال تولد نوزاد داون :

یک در هر ۱۵۰۰ تولد	در مادران جوانتر از ۳۰ سال
یک در هر ۷۵۰ تولد	مادران ۳۰ تا ۳۵ سال
یک در هر ۱۶ تولد	مادران بالای ۴۵ سال

پرسش : چرا مادرانی که سن بالا دارند در معرض فطر بیشتری برای تولد نوزاد مبتلا به نشانگان قرار دارند؟

چون برخلاف مردها که همیشه اسپرم تازه تولید می کنند ، همه ی تخمک های زن ها در هنگام تولد در تخمدان موجود است ، بنابراین هرچه سن زن افزایش می یابد ، مجموعه آسیب هایی که ممکن است که به DNA ی تخمک های آن ها وارد شود بیشتر می شود.

✓ مادران بالای ۳۵ سال باید نسبت به انجام آزمایش های تشخیص پیش از تولد که یکی از آنه ها تعیین کاریوتیپ جنین است آگاه شوند.





تست: احتمال آنکه مادری ۴۶ ساله پسری مبتلا به نشانگان داون به دنیا آورد چقدر است؟

- الف) $\frac{1}{4}$ ب) $\frac{1}{16}$ ج) $\frac{1}{32}$ د) هیچکدام

جدا نشدن کروموزومی

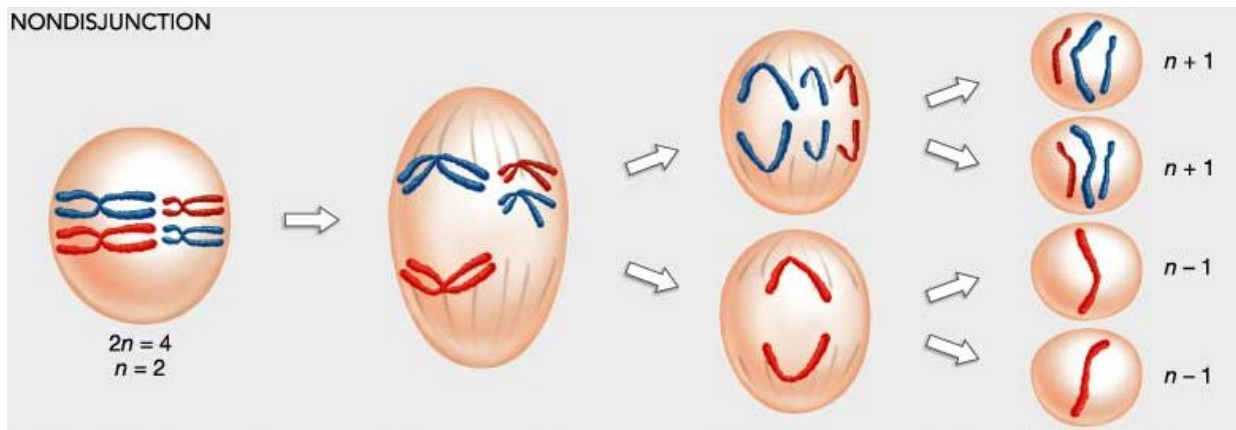
ابتدا باید به تعریف جدا شدن کروموزومی بپردازیم.

منظور از جدا شدن کروموزوم ها چیست؟

قبلا خواندیم که در آنافاز میوز کروموزوم های هومولوگ از یکدیگر جدا می شوند. این رویداد را جدا شدن کروموزوم ها می نامند.

حال منظور از جدا نشدن کروموزوم ها چیست؟

کاملا مشخص است که اگر یک کروموزوم نتواند به خوبی از کروموزوم هومولوگ خود جدا شود به این پدیده جدا نشدن کروموزوم یا باهم ماندن کروموزوم ها می گویند.



شکل بالا رویداد جدانشدن کروموزومی را نشان می دهد، گاهی کروموزوم های همتا نمی توانند به خوبی از هومولوگ های خود جدا شوند، لذا دو کروموزوم هومولوگ در آنافاز میوز با هم به یکی از دو گامت نابالغ منتقل می شوند. در این مرحله این کروموزوم های جدانشده ساختار تترادی دارند و هر کدام دو کروماتیدی هستند. در ادامه ی این روند، تقسیم میوز به طور صحیح انجام می شود و در نتیجه کروماتید های خواهری مربوط به هر کروموزوم از هم جدا می شوند. بدین طریق یک سلول هر دو کروموزوم هومولوگ را دریافت می کند و دیگری کروموزومی از آن شماره نخواهد داشت.

نکات:

- ✓ اگر جدا نشدن کروموزومی در آنافاز میوز رخ دهد گامت های حاصل از نظر تعداد کروموزوم ۲ نوع خواهند بود.
- ✓ در جدانشدن کروموزومی، سلول از یک یا چند کروموزوم، دو نسخه دارد که اطلاعات ژنی نابرابری دارند.
- ✓ به ازای هر جدانشدن کروموزومی، گامت ها در تعداد ۲ عدد کروموزوم اختلاف دارند.

مثال: در جدانشدن کروموزومی شماره ۲۱، دو گامت حاصل یکی ۲۲ کروموزوم و دیگری ۲۴ کروموزوم خواهد داشت.

- ✓ در مثال فوق اگر گامتی (گامت ۲۲ کروموزومی) که فاقد یکی از کروموزوم ها است (فاقد کروموزوم ۲۱)، با یک گامت عادی لقاح کند، زیگوت حاصل از یک کروموزوم تنها یک نسخه خواهد داشت، به این حالت مونوزومی می گویند و سلول حاصل زنده نمی ماند.





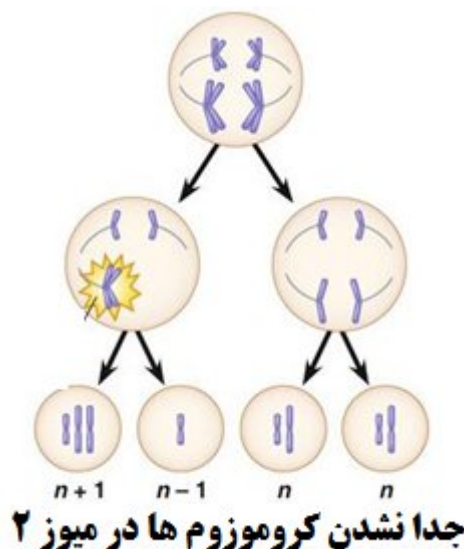
تست: اگر جدا نشدن کروموزومی در ۳ جفت کروموزوم انسان روی دهد ، اختلاف تعداد کروموزوم دومین گویچه ی قطبی و تخمک تمایز نیافته در چند کروموزوم خواهد بود؟

- الف) ۴ (ب) ۸ (ج) ۸ یا ۰ (د) هیچکدام

تست: از لقاح یک اسپرم شامپانزه با تخمکی که جفت کروموزوم های ۲۱ و ۱۳ آن به خوبی جدا نشده اند و یک سلول حاصل از میوز هر دو جفت کروموزوم همتا را دریافت کرده است و دیگری هیچ ، احتمال تولد فرزند با کدام عدد کروموزومی وجود ندارد؟

- الف) $2n=46$ (ب) $2n=50$ (ج) $2n=48$ (د) هر سه ایجاد می شوند.

سوالی که مطرح است این است که آیا تنها بداندن کروموزومی باعث تغییر در تعداد کروموزوم ها می شود؟
خیر اینگونه نیست. جدا نشدن کروماتید های خواهری در آنافاز نیز می تواند منجر به تغییر در تعداد کروموزوم ها شود.
در این حالت دو کروماتید خواهری مربوط به یک کروموزوم نمی توانند در مرحله آنافاز از هم جدا شوند.
جدا نشدن کروماتید های خواهری یک کروموزوم در آنافاز :



همانطور که در شکل بالا می بیند میوز به طور صحیح انجام می شود و سپس در آنافاز میوز کروماتید های خواهری مربوط به یک کروموزوم نمی توانند به خوبی از یکدیگر جدا شوند. لذا یکی از دوگامت هر دو کروماتید خواهری را خواهد داشت و دیگری فاقد نسخه ای از آن کروموزوم می شود.





- ✓ اطلاعات ژنی دو نسخه از کروموزوم مد نظر که جدانشدن کروماتیدهای خواهری برای آن رخ داده است ، مشابه هستند.
- ✓ در این نوع جدا نشدن ۳ نوع گامت از نظر تعداد حاصل می شود.
- ✓ در این نوع جدا نشدن ، نیمی از گامت ها طبیعی هستند.
- ✓ گامت های حاصل از سه نوع هستند که اگر جدانشدن تنها در یک نقطه روی داده باشد هریک با دیگری در یک عدد کروموزوم متفاوت خواهند بود.
- ✓ از آنجائیکه مراحل میوز مشابه مراحل میتوز می باشند ، لذا بد نیست بدانید که جدانشدن کروماتید های خواهری می تواند در آنافاز میتوز نیز رخ دهد. این مورد نادر می باشد اما موجب موزائیسیم در فرد می شود. یعنی نیمی از بدن دارای یک تعداد کروموزوم و نیمی دیگر دارای تعداد متفاوتی کروموزوم خواهد بود.

انواع تولید مثل (جنسی و غیر جنسی)

میزان شباهت فرزندان به والدین و دیگر اعضای خانواده به نوع تولید مثل بستگی دارد . تولید مثل ممکن است جنسی و یا غیر جنسی باشد.

تولید مثل غیر جنسی	تولید مثل جنسی
فقط یک والد در آن شرکت دارد.	اغلب دو والد در آن شرکت دارد.
والد یک نسخه از تمامی ژن های خود را به فرزند منتقل می کند.	هر دو والد ماده ی ژنتیک خود را به اشتراک می گذارند.
سلول های هاپلوئید مانند گامت ها با هم ادغام نمی شوند.	از ادغام گامت ها (سلول های جنسی) زیگوت تشکیل می شود.
فرد حاصل از این نوع تولید مثل یک کلون* است.	--
از آنجائیکه یک نسخه از تمامی ژن ها از مادر به فرزند منتقل می شود ، زاده ها مشابه هم و نیز مشابه مادر خواهند بود.	از آنجائیکه فرزندان ژن ها و نیز صفات خود را از دو والد می گیرند لذا هیچ زاده ها دقیقا مشابه یکی از والدین نیست.
در پروکاریوت ها* و نیز برخی یوکاریوت ها مشاهده می شود.	در یوکاریوت ها مشاهده می شود.

- *کلون جاننداری است که از نظر ژنتیکی کاملا مانند والد خود است.(نه جاننداری که از طریق تولید مثل غیر جنسی پدید می آید)
- *پروکاریوت ها از طریق تقسیم دوتایی (نوعی تولید مثل غیر جنسی) تکثیر می یابند.

انواع تولید مثل غیر جنسی در یوکاریوت ها

در یوکاریوت های تک سلولی ها :

- (میتوز : مثلا آمیب در نتیجه ی تقسیم شدن تولید مثل می کند. در این روش والد به دو زاده ی تقریبا مساوی تقسیم می شود.
- ✓ کلامیدوموناس می تواند در شرایط مساعد از این طریق تقسیم شود.
- ✓ بسیاری دیگر از یوکاریوت های تک سلولی مانند تارکداران چرخان ، اوگلنا ها و ... از این طریق تقسیم می شوند.
- ۲.جوانه زدن: مثلا مخمر نان (ساکارومیسز سرویزیه) از طریق جوانه زدن تقسیم می شود ، و یک سلول کوچک تر از والد مشتق می شود.

(فعالیت ۲-۷)

در یوکاریوت های پر سلولی ها :

- (قطعه قطعه شدن : در این روش بدن جاندار به چندین قطعه تقسیم می شود و بعدا بعضی از این قطعه ها یا همه ی آن ها به جانداران بالغ تبدیل می شوند.
- ✓ جلبک سبز اسپیروژیر در شرایط مساعد محیطی می تواند با قطعه قطعه شدن تولید مثل غیر جنسی انجام دهد.در این روش ، جلبک نواری اسپیروژیر به چندین قطعه تقسیم می شود. قطعات حاصل یا میتوز انجام می دهند و طویل می شوند و یا به همان اندازه باقی می مانند.
- ۲.جوانه زدن : به عنوان مثال هیدر می تواند از این طریق تکثیر پیدا کند . در این روش جوانه ای پر سلولی از والد مشتق می شود که می تواند متصل به والد باقی بماند یا زندگی مستقلی را آغاز کند.





نکته : اسپروژیر در شرایط نامساعد محیطی بوسیله تولید مثل جنسی تکثیر می یابد. هیدر نیز توانایی تولید مثل جنسی را داراست. ✓ شرایط پایدار و مساعد محیطی به نفع تولید مثل غیر جنسی است. در چنین حالتی انرژی کمتری صرف شده و از آنجائیکه جاندار حاصل مشابه والد است، لذا با محیط سازگاری دارد.

تست: تولید مثل غیر جنسی در..... مانند یکدیگر است. (سراسری ۸۵)

الف) اسپروژیر و هیدر (ب) آمیب و میکوباکتریوم توبرکلوسیز

ج) دیاتوم و کاندیدا آلبیکنز (د) هیدر و ساکارومیسز سرویزیه

پاسخ : گزینه د صحیح است.

اسپروژیر به روش قطعه قطعه شدن ولی هیدر به شیوه ی جوانه زدن تولید مثل غیر جنسی انجام می دهد.

آمیب از طریق تقسیم میتوز ولی میکوباکتریوم توبرکلوسیز (مولد سل) از طریق تقسیم دوتایی تولید مثل غیر جنسی انجام می دهد.

دیاتوم از طریق میتوز تولید مثل غیر جنسی و از طریق میوز تولید مثل جنسی انجام می دهد. کاندیدا آلبیکنز (مخمر) به شیوه ی جوانه زدن تولید مثل غیر جنسی انجام می دهد.

تست: در کدام جاندار زیر، تولید مثل سلول به منظور تولید مثل جاندار است؟

الف) پارامسی (ب) سینورا بدیتیس (ج) ملخ ماده (د) روباه

پاسخ: گزینه الف صحیح است.

در تک سلولی ها تولید مثل سلول مترادف با تولید مثل جاندار است.

بکرزایی :

بکرزایی نوعی تولید مثل است که در آن فرد از تخمک لقاح نیافته رشد و نمو می یابد. از آنجا که هیچ جاندار نری در این نوع تولید مثل شرکت ندارد تا ماده ی ژنتیک خود را به اشتراک بگذارد، فرزندان کاملاً شبیه مادر هستند و در واقع یک کلون هستند.

پیش از این خواندید که کلون ها در نتیجه ی تولید مثل غیر جنسی پدید می آیند اما، بکرزایی شکل ویژه ای از کلون کردن است که به انواع تولید مثل جنسی تعلق دارد.

دو فرضیه برای بکرزایی وجود دارد:

الف) خودباروری

بر مبنای این فرضیه مارهای ماده، به جای کروموزوم های پدری، از روی کروموزوم های خود یک نسخه می سازند و بدین طریق تخمک های خود را بارور می کنند.

ب) تقسیم خود به خود تخمک :

بعضی دانشمندان معتقدند که در غیبت نر ها، بعضی از پیام ها (مانند انواعی از هورمون ها) باعث می شوند تا تخمک تقسیم شود.

بکرزایی در جانوران زیر روی می دهد :

قاصدک ها، بعضی از گونه های ماهی ها، سوسمار ها و قورباغه ها. زنبور عسل ماده (ملکه)، مارها

✓ زنبور عسل ماده از طریق بکرزایی زنبور نر تولید می کند.

✓ قاصدک نوعی گل است و لذا گامت های آن از طریق میتوز تولید می شوند.





ژنتیک و خاستگاه آن

ژنتیک چیست؟

ژنتیک شاخه ای از علم زیست شناسی است که محققان آن پژوهش درباره ی وراثت را بر عهده دارند.

وراثت: انتقال صفات از والدین به فرزندان را وراثت گویند.

گروه خونی، قد و وزن مثال هایی از صفاتی هستند که از والدین ما، به ما، به ارث رسیده اند.

گرگور مندل اولین کسی بود که علاوه بر پژوهش هایی بر روی وراثت انجام داد توانست قواعد و قوانینی برای پیش بینی الگوهای وراثت کشف کند. البته قبل از وی نیز گروهی از کشاورزان انگلیسی (همچون نایت) این چنین آزمایش هایی را انجام داده بودند اما آنها نتوانسته بودند مانند مندل برای پژوهش های خود قواعد و قوانینی کشف کنند.

تست: علم ژنتیک توسط چه کسی پایه ریزی شد؟

الف) مندل ب) نایت ج) هاردی - واینبرگ د) داروین
پاسخ: گزینه الف صحیح است.

آزمایشات مندل در واقع تکرار آزمایشات نایت بود. به همین دلیل ابتدا به شرح آزمایشات نایت می پردازیم:

نایت آزمایشات خود را بر روی گیاه نخود فرنگی انجام داد. او گیاهان نخود فرنگی ای را که گلبرگ سفید داشتند با گیاهان نخود فرنگی دیگری که گلبرگ های ارغوانی داشتند آمیزش داد و دانه های حاصل را کاشت. نتیجه این بود که تمام گیاهان روئیده گل ارغوانی داشتند. سپس مجدداً این گیاهان گل ارغوانی را با هم آمیزش داد و نتایج به شرح زیر بود:

تعدادی گل ارغوانی و تعدادی گل سفید

مندل نیز مراحل فوق را انجام داد، با این تفاوت که او تعداد گیاهان گلبرگ سفید و گلبرگ ارغوانی هر یک از نسل ها را شمرد و اعدادی را به دست آورد و با تجزیه و تحلیل این اعداد توانست اولین قوانین ژنتیک را بنا نهد.

اما چرا مندل گیاه نخود فرنگی را انتخاب کرد؟

۱. گیاه نخود فرنگی چند صفت دارد که هر کدام فقط دو حالت دارند و حالت حدواسط ندارند. مثلاً یا گلبرگ آن ها ارغوانی است و یا سفید و حالت دیگری ندارد. (او ۷ صفت را مورد بررسی قرار داد)
۲. آمیزش آسان. نخودفرنگی گیاهی دوجنسی است. یعنی گل های آن هم مادگی دارند و هم پرچم. پس می توانند علاوه بر دگرلقاحی خود لقاحی نیز انجام دهند.

توضیح:

خودلقاحی در نخودفرنگی: یعنی زمانی که دانه ی گرده ی (گامت نر) پرچم یک گل، مادگی همان گل را بارور کند.

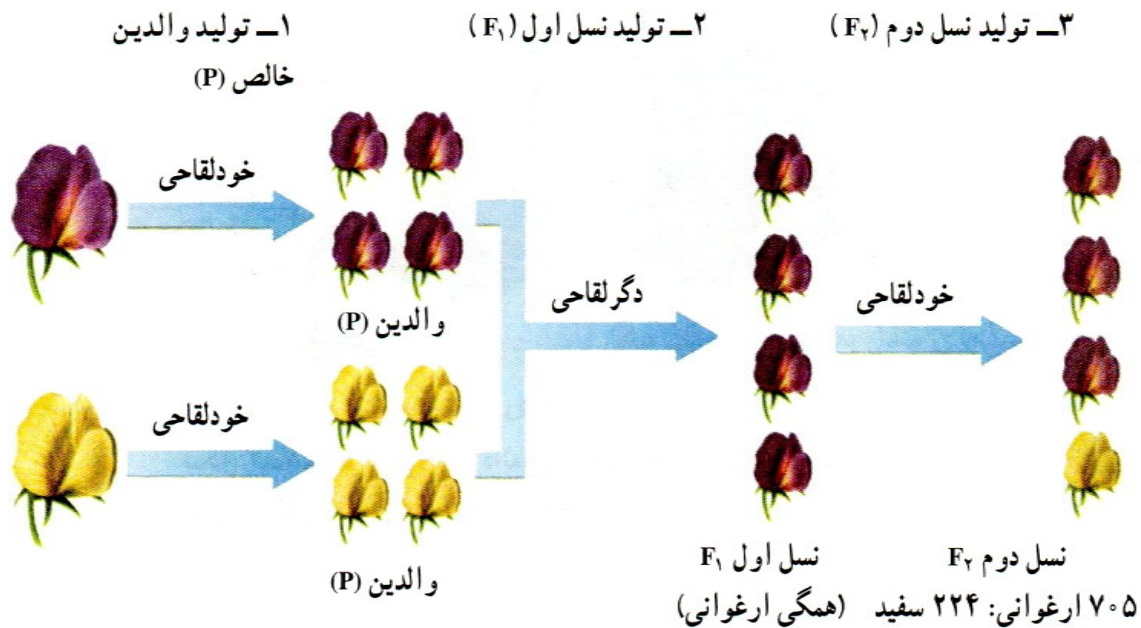
دگر لقاحی در نخودفرنگی: یعنی دانه ی گرده ی (گامت نر) پرچم یک گل، مادگی گلی دیگر را بارور کند.

۳. کوچک بودن. آسانی پرورش. گل دهی سریع. تولید دانه های بسیار.

ویژگی آخر سبب شد تا مندل نتایج را به مقدار زیاد و سریع به دست آورد.



خلاصه از آزمایشات مندل :



۱. تعدادی گیاه گل ارغوانی و تعدادی گیاه گل سفید را به حال خود گذاشت تا خودلقاحی انجام دهند. و بدین طریق تعدادی گیاه که مطمئن بود در صورت ادامه ی خود لقاحی فقط گیاهان هم رنگ ایجاد می کنند به دست آورد.

✓ پس از مراحل فوق او دو نوع گیاه از لحاظ رنگ گلبرگ به دست آورد. یک گروه گل ارغوانی و یک گروه گل سفید. او این گیاهان را والدین (P) نامید.

۲. او دو گیاه والد با رنگ گلبرگ متفاوت را آمیزش داد و زاده هایی حاصل شدند که نسل اول (F_1) نام گرفتند. این زاده ها تمام گل ارغوانی بودند.

۳. گیاهان F_1 به حال خود رها شدند و خودلقاحی انجام دادند و زاده هایی را به دست آورد که گروهی گل ارغوانی و گروهی گل سفید بودند. او این گروه را F_2 نامید.

نکته : گیاهان نخودفرنگی در سه مرحله ی فوق به ترتیب خودلقاحی، دگرلقاحی و خودلقاحی انجام دادند. یعنی گیاهان P از طریق خودلقاحی، گیاهان F_1 از طریق دگرلقاحی و گیاهان F_2 از طریق خودلقاحی حاصل شدند.

گیاهان F_2 صفتی را از خود بروز دادند که در والدینشان (یعنی F_1) وجود نداشت. یعنی در F_2 بعضی گل سفید بودند اما در F_1 همه گل ارغوانی بودند. در واقع این صفت در جدشان (P) وجود داشت.

تجزیه و تحلیل آماری:

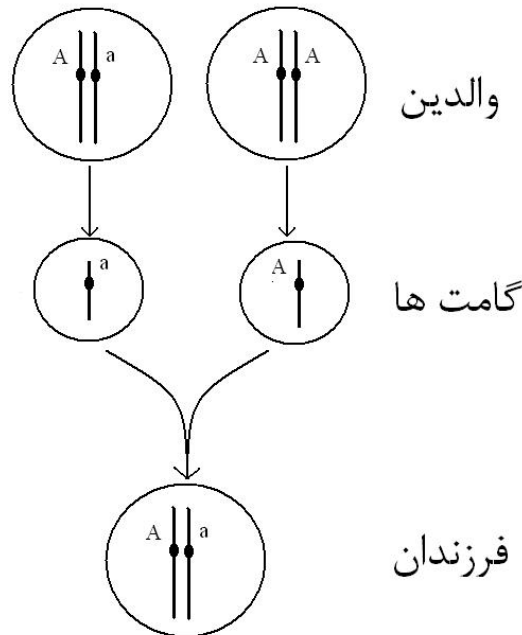
همانطور که گفتیم در میان گیاهان F_2 گروهی گل ارغوانی و گروهی گل سفید بودند. مندل تعداد گیاهان گل ارغوانی و تعداد گیاهان گل سفید را شمرد. او متوجه شد که ۷۰۵ گیاه گل ارغوانی و ۲۲۴ گیاه گل سفید داشتند. یعنی تعداد گیاهان گلبرگ ارغوانی تقریباً ۳ برابر تعداد گیاهان گلبرگ سفید بود. (۳:۱، سه در برابر یک)



مقدمه :

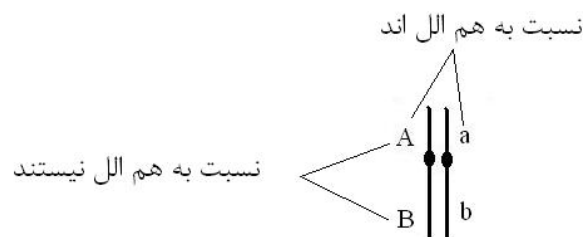
پیش از این خواندیم که هر صفت در انسان توسط دو آلل کنترل می شود ، که هر یک بر روی یکی از جفت کروموزوم های هومولوگ قرار دارد. در واقع آلل های یک ژن هستند که مشخص کننده ی ویژگی های یک فرد و یا صفات او می باشند. اگر می گوئیم گیاه نخود فرنگی دارای گلبرگ ارغوانی است ، در واقع آلل های مربوط به ژن رنگ گلبرگ هستند که باعث وجود این صفت می شوند. این آلل ها اگر مربوط به رنگ ارغوانی باشند ، در این صورت گلبرگ گیاه ، ارغوانی خواهد بود ، در غیر اینصورت گلبرگ سفید خواهد بود.

هر کدام از دو آلل یک ژن از والدین به ارث می رسد.



تعریف آلل :

صورت های مختلف یک نوع ژن در یک جمعیت را آلل های آن ژن گویند.



آلل های یک ژن بر روی کروموزوم های همتا قرار دارند و هر کدام از یکی از والدین می آیند.

آلل مغلوب : آلی است که نتواند در مقابل آلی دیگر اثر خود را بروز دهد و فقط زمانی خود را بروز می دهد که به صورت خالص باشد. آلل مغلوب را با حرف کوچک انگلیسی نشان می دهند. در طرح بالا آلل a ، آلل مغلوب است.

آلل غالب : آلی است که همواره خود را بروز می دهد و مانع از بروز آلل مغلوب می شود. آلل غالب را با حرف بزرگ انگلیسی نشان می دهند. در طرح بالا آلل A ، آلل غالب است.



ژنوتیپ:

نوع الل هایی که یک فرد دارد ، ژنوتیپ نامیده می شود. برای نشان دادن ژنوتیپ معمولا از دو حرف استفاده می شود .

به عنوان مثال ژنوتیپ فرزندان مشخص شده در طرح بالا Aa می شود.

ژنوتیپ خالص یا هموزیگوس : هرگاه دو الل مربوط به یک صفت یکسان باشند ، می گوئیم آن صفت ژنوتیپ خالص دارد.

ژنوتیپ ناخالص یا هتروزیگوت : هرگاه دو الل مربوط به یک صفت متفاوت باشند ، می گوئیم آن صفت ژنوتیپ ناخالص دارد.

به عنوان مثال در طرح بالا یک ژنوتیپ ناخالص را مشاهده می کنید.

BB	Cc	Aa
ژنوتیپ خالص	ژنوتیپ خالص	ژنوتیپ ناخالص

ژنوتیپ:

شکل ظاهری مربوط به هر صفت را فنوتیپ می نامند. برای نشان دادن فنوتیپ عموما از یک حرف استفاده می شود.

در نشان دادن فنوتیپ اگر الل غالب در ژنوتیپ وجود داشت ، پس فنوتیپ هم غالب است ، در غیر اینصورت فنوتیپ مغلوب خواهد بود.

تمرین : اگر در گیاه نخود فرنگی الل رنگ سفید گلبرگ مغلوب ، و الل رنگ گلبرگ ارغوانی غالب باشد ، آنگاه ژنوتیپ های AA-Aa-aa هر

یک چه رنگی از گلبرگ را نشان می دهند؟

از آنجائیکه الل سفیدی گلبرگ مغلوب است ، پس آن را با حرف کوچک a نشان می دهیم . الل ارغوانی بودن گلبرگ هم A خواهد بود زیرا

رنگ ارغوانی غالب است.

AA- ژنوتیپ غالب خالص- فنوتیپ غالب (A)

Aa-ژنوتیپ غالب ناخالص - فنوتیپ غالب (A)

aa- ژنوتیپ مغلوب خالص - فنوتیپ مغلوب (a)

تمرین : اگر الل های مربوط به صفات یک گیاه نخود فرنگی به صورت زیر باشد ، آنگاه جدول را کامل کنید :

دانه ی زرد A	غلاف صاف B	گلبرگ ارغوانی C
دانه ی سبز a	غلاف چروکیده b	گلبرگ سفید c

ژنوتیپ	فنوتیپ
AABbCc	
AabbCC	

تمرین : (الل غالب را A و الل مغلوب را a در نظر بگیرید).

الف) ژنوتیپ یک گیاه نخودفرنگی دانه زرد چگونه است؟ Aa-AA

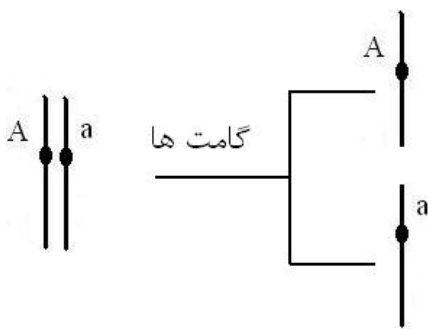
ب) ژنوتیپ یک گیاه نخودفرنگی غلاف چروکیده چگونه است؟ aa

ج) ژنوتیپ یک گیاه نخودفرنگی دانه صاف و غلاف چروکیده چگونه است؟ AAbb-Aabb

(الل A مربوط به شکل دانه و الل B مربوط به شکل غلاف)

نکته: با توجه به تمرین فوق مشخص است که صفت غالب می تواند ژنوتیپ خالص یا ناخالص داشته باشد.





تمرین: گیاه نخودفرنگی ای برای رنگ گلبرگ دارای ژنوتیپ Aa می باشد ، چگونگی آرایش این الل ها بر روی کروموزوم های والدی و نیز گامت های حاصل را بنویسید.
این فرد برای این صفت دو نوع گامت با نسبت ۱ به ۱ برای هر کدام تولید می کند.

تمرین: مندل ۷ صفت را بررسی کرد ، در جدول زیر این ۷ صفت را مشاهده می کنید ، با توجه به فنوتیپ ، ژنوتیپ های احتمالی را بنویسید:

بلندی گیاه	وضعیت گل	شکل غلاف	رنگ غلاف	شکل دانه	رنگ دانه	رنگ گل	فنوتیپ
							غالب
							مغلوب

آمیزش مونوهیبریدی

آمیزشی که در آن تنها یک صفت که دارای دو حالت است ، مورد پژوهش قرار می گیرد.
به عنوان مثال در آزمایشات مندل تنها یک صفت که همان رنگ گلبرگ بود مورد بررسی قرار گرفت. این صفت نیز تنها دارای دو حالت بود ، یا گلبرگ سفید و یا گلبرگ ارغوانی....

دانه چروکیده × دانه صاف

$$AA \times aa$$

گلبرگ سفید × گلبرگ ارغوانی

$$AA \times aa$$

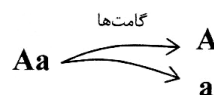
مثال:

مربع پانت:

مربع پانت جدولی است که در آن نتایج حاصل از آمیزشی دلخواه را با در نظر گرفتن همه ی حالت های ممکن نشان می دهد. در این جدول 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 جدول به صورت عمودی می نویسند . در هر خانه ی جدول دو حرف نوشته می شود . یکی از آنها اللی است که از پدر آمده است . دیگری اللی است که از مادر آمده است.

مثال: ژنوتیپ فرزندان حاصل از آمیزش $Aa \times Aa$ را بنویسید :

۱. ابتدا گامت های هریک از والدین را مشخص می کنیم :





۲. گامت های یکی از والدین را به صورت افقی در بالای جدول و گامت های والد دیگر را به صورت عمودی در سمت چپ جدول می نویسیم :

	A	a
A		
a		

۳. گامت ها را در هم ضرب می کنیم :

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

۴. دقت کنید ژنوتیپ های Aa و aa با هم فرقی ندارند. لذا در بین فرزندان نسبت های زیر برقرار است :

$$\frac{3}{4} A + \frac{1}{4} a$$

نسبت های فنوتیپی :

$$\frac{1}{4} AA + \frac{2}{4} Aa + \frac{1}{4} aa$$

نسبت های ژنوتیپی :

روش دوم :

استفاده از مربع پانت یک روش بسیار و وقت گیر و طولانی است ، لذا از این پس از روش زیر که بسیار سریعتر خواهد بود استفاده خواهیم کرد ، دقت کنید که شما می بایست نتایج حاصل از انواع آمیزش مونوهیبریدی را حفظ باشید.

نتایج حاصل از انواع آمیزش مونوهیبریدی :

$$AA \times aa \rightarrow \frac{1}{1} Aa$$

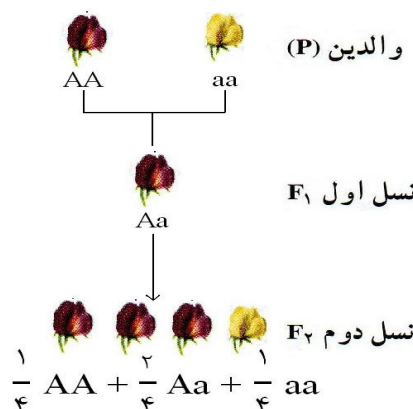
$$Aa \times Aa \rightarrow \frac{1}{4} AA + \frac{2}{4} Aa + \frac{1}{4} aa$$

$$Aa \times aa \rightarrow \frac{1}{2} Aa + \frac{1}{2} aa$$

$$Aa \times AA \rightarrow \frac{1}{2} Aa + \frac{1}{2} AA$$

بررسی آزمایشات مندل به زبان امروزی :

در بیانی که از آزمایشات مندل داشتیم ، تنها فنوتیپ گیاهان را مورد بررسی قرار دادیم ، حال به بررسی ژنوتیپی آزمایشات مندل می پردازیم.



همانطور که می بینید $\frac{3}{4}$ جمعیت دارای فنوتیپ A (غالب - ارغوانی) و $\frac{1}{4}$ دارای فنوتیپ a (مغلوب - زرد) می باشند. مندل نیز توانسته بود نسبت ۳:۱ را در میان زاده های F₂ بدست آورده بود.





تمرین : در هر مورد ژنوتیپ والدین را مشخص کنید :

الف) از آمیزش گیاه نخود فرنگی دانه زرد و دانه سبز در نسل اول همه ی گیاهان دانه زرد شده اند :

ب) از آمیزش گیاه گلبرگ ارغوانی و گیاه گلبرگ سفید ، در نسل اول تمام گیاهان گلبرگ ارغوانی بودند :

ج) از آمیزش گیاهان نخودفرنگی دانه صاف ، در نسل اول تعدادی گیاه دانه چروکیده حاصل شده است :

د) از آمیزش گیاهان نخودفرنگی ساقه بلند ، در نسل اول $\frac{3}{4}$ گیاهان ساقه بلند و $\frac{1}{4}$ ساقه کوتاه اند :

بررسی نتایج حاصل از پژوهش های مندل

نکته : قبل از مندل ، تصور بر این بود که صفات هر فرد برآیند یا میانگینی از صفات والدین است. به این نظریه آمیختگی صفات می گویند. مندل توانست با آزمایش های خود این نظریه را رد کند. مندل زمانی که از آمیزش گیاهان بنفش F_1 گیاهان سفید F_2 را بدست آورد فهمید که هر صفت را دو عامل کنترل می کند که یکی از مادر و دیگری از پدر به فرزند ارث می رسند. ✓ ما امروزه عامل های تعیین کننده ی صفات را ژن می نامیم.

فرضیه های مندل:

۱. هر جاندار برای هر صفت دو الل دارد که یکی از پدر و دیگری از مادرش به او به ارث رسیده است.
۲. ژن های هر صفت می توانند یکسان یا متفاوت باشند. الل های یک ژن هنگام تولید گامت از هم جدا می شوند.
۳. مندل اللی را که به طور کامل بروز می کند غالب و دیگری را که در نسل اول اثری از خود بروز نمی دهد ، اما در نسل دوم بروز می کند مغلوب نامید.
۴. الل های یک صفت در هنگام تولید مثل از هم جدا شده و در هر گامت یکی از آن ها مشاهده می شود.

نکته: مندل به جای واژه ی الل از کلمه ی (عامل) استفاده می کرد. و موارد بالا ، بیان امروزی فرضیات مندل اند.

قوانین مندل :

الف) قانون تفکیک ژن

دو الل هر صفت هنگام تشکیل گامت در مرحله ی آنافاز از یکدیگر جدا می شوند. در نتیجه هر گامت یکی از الل ها را خواهد داشت.

ب) قانون جورشدن مستقل ژن ها

به ارث رسیدن یک صفت هیچ تاثیری روی به ارث رسیدن یک صفت دیگر ندارد.

مندل در گیاهان نخود فرنگی توانست این قانون را اثبات کند ، زیرا هر یک از صفات روی یکی از جفت کروموزوم های هومولوگ قرار داشت و در نتیجه هیچ دو اللی با هم روی یک کروموزوم نبودند که بخواهند حتما با هم به گامت انتقال یابند.

✓ این قانون در مورد صفات پیوسته تحقق نمی یابد.

✓ جور شدن مستقل ژن ها مربوط به مرحله ی متافاز است.



آمیزش آزمون - تست کراس :

روشی که از طریق آن ژنوتیپ یک فرد غالب را بدست می آورند ، تست کراس (Test cross) نامیده می شود.

برای این منظور جاندار دارای فنوتیپ غالب را با جاننداری خالص مغلوب برای آن صفت آمیزش می دهند :

الف) اگر تمام فرزندان فنوتیپ غالب را نشان دادند ، پس والد غالب ، خالص است.

ب) اگر نیمی از فرزندان فنوتیپ غالب و نیمی دیگر مغلوب را نشان دهند ، پس والد غالب ، ناخالص است.

نکته : به محض تولد یک فرزند با فنوتیپ مغلوب می توان به وجود ناخالص بودن والد پی برد ، اما اگر تمام فرزندان فنوتیپ غالب را نشان

دهند ، نمی توان با حتمیت ۱۰۰٪ گفت که والد غالب، خالص بوده است ، زیرا باز هم امکان این وجود دارد که در آمیزش های بعدی فرزند

دارای فنوتیپ مغلوب به دنیا آید.

✓ همانطور که دیدید در آمیزش آزمون والد مورد آزمایش همیشه فنوتیپ غالب دارد ولی از نظر ژنوتیپ می تواند خالص یا ناخالص باشد.

✓ در آمیزش آزمون همواره حداقل یکی از والدین هموزیگوت است.

تمرین : در آمیزش آزمون موش نری با رنگ سیاه ، نیمی از فرزندان سیاه و نیمی قهوه ای شده اند. مطلوب است :

الف) ژنوتیپ و فنوتیپ موش ماده

ب) ژنوتیپ موش نر

ج) ژنوتیپ فرزندان

آمیزش دی هیبرید :

آمیزی است که در آن دو صفت که هر کدام دو حالت دارند در نظر گرفته می شود. به عنوان مثال اگر در یک آمیزش هم به رنگ غلاف و هم

به نوع غلاف گیاه نخودفرنگی توجه کنیم ، نوع آمیزش دی هیبریدی است.

گیاه نخود فرنگی دانه زرد و صاف × گیاه نخود فرنگی دانه زرد و چروکیده

$Aabb \times AABb$

(الل A مربوط به رنگ زرد دانه - الل B مربوط به صافی دانه)

آمیزش فوق نمونه ای از انواع آمیزش دی هیبریدی است.

اگر بخواهیم مسائل دی هیبریدی را حل کنیم می توانیم از دو روش استفاده کنیم :

الف) مربع پانت

ب) گامت نویسی پرائنتزی

به عنوان مثال می خواهیم نتایج حاصل از آمیزش $AaBb \times AaBb$ را از دو طریق فوق بدست آوریم.



مربع پانت :

در این روش ابتدا گامت های والدین را می نویسیم : دو والد فوق گامت های $Ab-AB-aB-ab$ را تولید می کنند. سپس همچون مراحل آمیزش مونو هیبریدی مربع پانت را پر می کنیم :

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

با توجه به جدول فوق:

۱. $\frac{1}{16}$ فرزندان برای هر دو صفت غالب اند. $aabb$

۲. $\frac{3}{16}$ فرزندان برای صفت اول مغلوب و برای صفت دوم غالب اند. $aaBb-aaBB$

۳. $\frac{3}{16}$ فرزندان برای صفت اول غالب و برای صفت دوم مغلوب اند. $AAbb-Aabb-Aabb$

۴. $\frac{6}{16}$ فرزندان در یک صفت غالب و در دیگری مغلوب اند.

۵. $\frac{9}{16}$ در هر دو صفت غالب اند. $AaBb-AaBb-AaBB-AaBb-AaBb-AaBB-AaBb-AaBB$

۶. ۴ نوع فنوتیپ به وجود می آید $(ab-Ab-aB-AB)$ ، که یکی از آنها (AB) در والدین وجود داشته و ۳ تای دیگر (نوترکیب) است.

۷. ۹ نوع ژنوتیپ به وجود می آید که ۸ نوع آن جدید (نوترکیب) است.

روش دوم گامت نویسی پرائتزی:

$Aa \times Aa$	نسبت های ژنوتیپی : $\frac{1}{4}AA + \frac{2}{4}Aa + \frac{1}{4}aa$
	نسبت های فنوتیپی : $\frac{3}{4}A + \frac{1}{4}a$
$Bb \times Bb$	نسبت های ژنوتیپی : $\frac{1}{4}BB + \frac{2}{4}Bb + \frac{1}{4}bb$
	نسبت های فنوتیپی : $\frac{3}{4}B + \frac{1}{4}b$

$$AaBb \times AaBb = (Aa \times Aa)(Bb \times Bb)$$

$$= \left(\frac{1}{4}AA + \frac{2}{4}Aa + \frac{1}{4}aa\right)\left(\frac{1}{4}BB + \frac{2}{4}Bb + \frac{1}{4}bb\right)$$

$$= \left(\frac{3}{4}A + \frac{1}{4}a\right)\left(\frac{3}{4}B + \frac{1}{4}b\right)$$

حال فرض کنید بخواهیم فراوانی ژنوتیپ $AABb$ را بدست آوریم . کافیست اعداد مربوطه را در هم ضرب کنیم : $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$

در واقع ما آمیزش دی هیبریدی را به دو آمیزش مونو هیبریدی تقسیم کرده ایم. هر یک از این آمیزش ها ۳ نوع ژنوتیپ و ۲ نوع فنوتیپ به وجود می آورند. لذا مشخص است که برای بدست آوردن تعداد انواع ژنوتیپ کل باید ۳ را در ۳ ضرب نمائیم و برای تعداد کل فنوتیپ ۲ را در ۲ ضرب کنیم. از این روش نیز تعداد انواع ژنوتیپ ۹ تا و تعداد انواع فنوتیپ ۴ تا بدست می آید.



گامت نویسی و محاسبه ی انواع گامت ها :

نکات مربوط به محاسبه ی انواع تعداد گامت های ایجاد شده را در فصل قبل مورد بررسی قرار دادیم . در اینجا ابتدا به روش صحیح گامت نویسی پرداخته و سپس با چند تمرین ، مباحث گذشته را یادآوری می کنیم.
گامت نویسی:

انواع گامت های تولیدی توسط سلولی با ژنوتیپ aaBbCcDd را بنویسید :

مرحله ی اول : تمامی صفات هموزیگوت را به انتها انتقال می دهیم. BbCcDdaa

مرحله ی دوم : تعداد انواع گامت ها را محاسبه می کنیم. $2 \times 2 \times 2 = 8$

مرحله ی سوم : تعداد کل را نصف نموده و به همان تعداد B می نویسیم و سپس مجدداً به تعداد نصف گامت ها b می نویسیم.
یعنی ۴ بار B نوشته و ۴ بار b می نویسیم.

مرحله ی چهارم : برای صفت بعدی نیز مراحل را تکرار می کنیم اما این بار دوباره تعداد را نصف می کنیم.

یعنی ۲ بار C نوشته و دو بار c می نویسیم و الی آخر....

در پایان : الل مربوط به صفت هموزیگوت را در پایان همه اضافه می کنیم :

BCDa- Bcda- BCDa- Bcda- bCDa- bcda- bCDa- bcda

تمرین: سلولی با فرمول ژنتیکی Aa—ddEe— توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟

تمرین : سلولی با عدد کروموزومی $m=6$ و فرمول ژنتیکی AaBb به دنبال میوز چند نوع گامت تولید می کند؟

تمرین: سلولی با عدد کروموزومی $m=6$ و فرمول ژنتیکی AaBb توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟

تمرین : دو فرد با فرمول های ژنتیکی زیر توانایی تولید چند نوع گامت را دارند؟

AaBBRw-AABbRW

فرد ۱	Aa	BB	RW	
	۲	۱	۲	= ۴
فرد ۲	AA	Bb	RW	+
	۱	۲	۲	= ۴
تعداد انواع گامت مشترک	۱	۱	۲	= ۲
	۱ × ۱ × ۲ = ۲			۶

گامت های W و R گامت B گامت A

تمرین : دو فرد با فرمول ژنتیکی زیر توانایی تولید چند نوع گامت را دارند ؟

AabbCcDD-AabbCCdd



مسائل مربوط به آمیزش دی هیبریدی :

تمرین : اگر از آمیزش نخودفرنگی ساقه بلند غلاف صاف با نخودفرنگی ساقه کوتاه غلاف چروکیده ، نخودفرنگی های ساقه کوتاه غلاف چروکیده حاصل شود ، نسبت های فنوتیپی و ژنوتیپی زادگان را محاسبه کنید.

تمرین: در آمیزش زیر چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ در فرزندان مشاهده می شود؟

$$AaBbCc \times aaBbcc$$

تمرین : هر یک از فنوتیپ های زیر چند نوع ژنوتیپ می توانند داشته باشند؟

الف) نخودفرنگی دانه صاف و زرد

ب) نخود فرنگی دانه سبز ، غلاف چروکیده

ج) نخود فرنگی دانه زرد ، گل جانبی ساقه بلند

نکته : در اینگونه سوالات در نظر بگیرید که هر فنوتیپ غالب می تواند ۲ ژنوتیپ داشته باشد و هر فنوتیپ مغلوب یک ژنوتیپ.

تمرین : در آمیزش $AaBbCc \times AaBbCc$ مطلوبست :

الف) تعداد انواع گامت و فراوانی هر گامت

ب) تعداد انواع فنوتیپ

ج) تعداد انواع ژنوتیپ

نکته : هرگاه آمیزش بین دو والد با ژنوتیپ یکسان صورت گیرد یا خود لقاحی انجام شده باشد و نیز رابطه ی بین الل ها غالب و مغلوب باشد ،

فرمول های زیر صادق اند :

$$2^n = \text{تعداد انواع گامت}$$

$$2^n = \text{تعداد انواع فنوتیپ}$$

$$3^n = \text{تعداد انواع ژنوتیپ}$$



فنوتیپ و ژنوتیپ نو ترکیب :

فنوتیپ و ژنوتیپ نو ترکیب به فنوتیپ یا ژنوتیپی گفته می شود که در فرزندان مشاهده می شود اما در والدین وجود نداشت. به مثال زیر دقت کنید :

از آمیزش $AABB \times aabb$ تمام فرزندان ژنوتیپ $AaBb$ خواهند داشت. این ژنوتیپ نو ترکیب یا به عبارتی جدید است ، زیرا در والدین آنها وجود نداشته است. اما فنوتیپ این فرزند برای هر دو صفت غالب است و مشابه فنوتیپ یکی از والدین خود است ، لذا فنوتیپ نو ترکیبی ایجاد نشده است و فنوتیپ ، همان فنوتیپ قبلی والدین می باشد.

نکات محاسبه ی انواع فنوتیپ و ژنوتیپ نو ترکیب :

برای محاسبه ابتدا تعداد کل فنوتیپ و ژنوتیپ نو ترکیب را بدست می آوریم و سپس باید فنوتیپ ها و یا ژنوتیپ هایی که هم در فرزندان و هم در والدین وجود دارد را از تعداد کل کم کنیم تا تعداد فنوتیپ و ژنوتیپ نو ترکیب بدست آید.
نکته: در خود لقاحی از فرمول زیر استفاده می کنیم :

$$2^n - 1 = \text{تعداد فنوتیپ نو ترکیب}$$

$$3^n - 1 = \text{تعداد ژنوتیپ نو ترکیب}$$

تمرین: از آمیزش $AaBBDd \times AaBbdd$ چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ نو ترکیب ایجاد می شود؟

تمرین: از آمیزش $AaBbCcDd \times AaBbCcDd$ چند نوع فنوتیپ و ژنوتیپ نو ترکیب حاصل می شود؟

تمرین: از آمیزش $AaBBDd \times AabbDd$ چند نوع فنوتیپ و ژنوتیپ جدید حاصل می شود؟





نسبت فنوتیپ و ژنوتیپ نو ترکیب :

برای این منظور ابتدا طبق روش های گفته شده ، کل ژنوتیپ ها و فنوتیپ ها را بدست می آوریم و سپس احتمال تشکیل ژنوتیپ یا فنوتیپ والدین را از ۱ کم می کنیم.

به مثال زیر دقت کنید :

نسبت ژنوتیپ و فنوتیپ نو ترکیب حاصل از آمیزش $AaBbDd \times AABBDd$ را در فرزندان محاسبه کنید :
تعداد کل ژنوتیپ ها برابر ۸ تا و تعداد کل فنوتیپ ها برابر ۱ است.

$$\begin{array}{lcl} \text{احتمال ژنوتیپ } AaBbDd : & \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8} & \\ \text{احتمال ژنوتیپ } AABBDd : & \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8} & \\ \text{احتمال فنوتیپ } ABD : & 1 \times 1 \times 1 = 1 & \end{array} \quad \rightarrow \quad \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{4}$$

$$\text{احتمال ژنوتیپ نو ترکیب} : 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\text{صفر} = 1 - 1 : \text{احتمال فنوتیپ نو ترکیب}$$

تمرین : از آمیزش نخودفرنگی صاف و زرد با نخودفرنگی پیروکیده و سبز، تعدادی نخود فرنگی دانه پیروکیده و سبز حاصل شده است.

الف) چه نسبتی از افراد F_1 نسبت به هر دو صفت مغلوب اند؟

ب) چه نسبتی از فرزندان ژنوتیپ جدید (نو ترکیب دارند)؟

تمرین: از آمیزش $AaBBDd \times AabbDd$ چه نسبتی از افراد فنوتیپ و ژنوتیپ نو ترکیب دارند؟





چه صفاتی از الگوهای مندلی پیروی نمی کنند؟

۱. صفاتی که بین آنها رابطه ی غالب و مغلوبی برقرار نیست. مثل رنگ گلبرگ گیاه گل میمونی..
۲. صفاتی که بیش از دو الل دارند. مثل گروه های خونی...
۳. صفاتی که تحت تاثیر چند ژن قرار دارند. مثل رنگ مو ، رنگ پوست ، قد و وزن
۴. صفاتی که تحت تاثیر محیط قرار دارند.

صفات دارای رابطه ی غالبیت ناقص:

صفاتی هستند که الل های آنها از رابطه ی غالب و مغلوب پیروی نمی کنند. در اینصورت از کنار هم قرار گرفتن دو الل ، دیگر این الل غالب نیست که بروز می کند ، بلکه صفتی حدواسط و ترکیبی از دو صفت بروز می کند.

✚ در مورد این صفات ، صفت جدید ایجاد شده که هتروزیگوت نیز می باشد ، با صفات اولیه متفاوت خواهد بود. این طور نیست که هر

دو صفت با هم بخواهند بروز کنند ، بلکه یک صفت جدید که حدواسط دو صفت است بروز می کند.

مثال: از پدیری با موهای صاف و مادری با موهای فر فری ، دختری با موهای مجعد به دنیا می آید.

مثال: از آمیزش گیاه گل میمونی قرمز با گاه گل میمونی صورتی ، گیاهان گلبرگ صورتی به دنیا می آید.

مثال: از آمیزش تربچه ی گرد و تربچه ی دراز ، تربچه ی بیضی ایجاد می شود.

✚ در مورد صفاتی که از رابطه ی غالب و مغلوبی پیروی نمی کنند تعداد فنوتیپ و ژنوتیپ برابر است.

✚ در مورد این صفات می توان از روی فنوتیپ ، ژنوتیپ را به صورت صد درصد صحیح تشخیص داد.

✚ از نسبت های مندلی پیروی نمی کند.

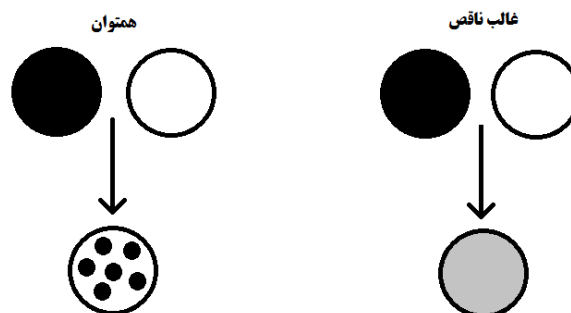
صفات دارای رابطه ی هم توانی:

در این نوع صفات ، هر دو الل با هم بروز می کنند .

مثال: زاده های اسب مو سفید و مو قرمز ، دارای موهای قرمز و سفید هستند.

تفاوت هم توانی و غالبیت ناقص:

در هم توانی هر دو صفت با هم بروز می کنند ، اما در غالبیت ناقص یک فنوتیپ جدید که در هیچ یک از والدین وجود نداشته است بروز می کند.





تمرین: از آمیزش گیاه لاله عباسی ساقه بلند و گل قرمز با گیاه لاله عباسی ساقه کوتاه و گل سفید ، در F_2 چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ انتظار می رود؟

تمرین: از خودلقاحی گیاهی که در دو صفت هتروزیگوس است و آلل های هر صفت نسبت به هم رابطه ی غالب و مغلوبی ندارند ، چه نسبتی از فنوتیپ های نسل حاصل نوترکیب خواهند بود؟

تمرین: از آمیزش $AabbRW \times aaBbRW$ چه نسبتی از افراد ژنوتیپ نوترکیب و چه نسبتی فنوتیپ نوترکیب دارند؟

الل های چندگانه (صفات چند اللی):

می دانیم ژنوتیپ هر صفت در یک جاندار دیپلوئید توسط دو ژن تعیین می شود . اگر این دو ژن از یک مجموعه ی دوتایی مانند A و a انتخاب شوند ، این صفت دو اللی یا معمولی (مندلی) خواهد بود.
اما اگر این دو ژن از یک مجموعه ی چندتایی (چند اللی) مانند A و a و A' انتخاب شوند ، این صفت چند اللی خواهد بود. در این حالت نیز ژنوتیپ های ممکنه به صورت زیر خواهند بود :

$A'A-A'A'-A'a-aa-Aa-AA$

حتی اگر صفت ما هزار اللی باشد ، ژنوتیپ این صفت در یک جاندار دیپلوئید همواره دو الل دارد.

مثال: گروه های خونی...

الل A و B هم توان اند و نسبت به O غالب اند.

نحوه ی نمایش : $O < A=B$

انواع فنوتیپ ها : ۴ تا

انواع الل : A, B, O ($I^A - I^B - i$)

به بیانی دیگر الل O نسبت به دو الل دیگر مغلوب است.

انواع ژنوتیپ : ۶ تا $AB - BO - AO - OO - BB - AA$

ژنوتیپ	فنوتیپ
AO, AA	گروه خونی A
BO, BB	گروه خونی B
AB	گروه خونی AB
OO	گروه خونی O



فرمول های الل های چندگانه :

تعداد الل $n =$

$$\text{تعداد انواع ژنوتیپ} = \frac{n(n+1)}{2}$$

$$n = \text{تعداد انواع ژنوتیپ هموزیگوت}$$

$$\text{تعداد انواع ژنوتیپ هتروزیگوت} = \frac{n(n-1)}{2}$$

تعداد رابطه ی غالب و مغلوبی (تعداد فلش ها) - تعداد انواع ژنوتیپ = تعداد انواع فنوتیپ

تعداد صفت حد واسط + تعداد الل = تعداد انواع فنوتیپ

$$\text{دوبار از فرمول} \frac{n(n+1)}{2} \text{ استفاده می کنیم} = \text{تعداد انواع آمیزش}$$

تمرین: صفتی با سه الل a, b, c وجود دارد. انواع ژنوتیپ ها، ژنوتیپ های هموزیگوت و نیز هتروزیگوت را محاسبه کنید. انواع آمیزش ها را نیز محاسبه کنید. (همه ی الل ها هم توان اند)

تمرین: برای صفتی چهار الل a, b, c, d وجود دارد. تعداد انواع فنوتیپ را در هر مورد مشخص کنید:
الف) بین a و b رابطه ی هم توانی و بین b و c رابطه ی غالب ناقصی وجود دارد.

ب) الل a بر سایر الل ها و الل b بر الل c غالب است.

ج) الل a بر سایرین غالب است، اما بین بقیه الل ها رابطه ی هم توانی وجود دارد.

د) بین الل ها رابطه ی غالبیت کامل وجود دارد.

نکته: اگر بین تمام الل ها رابطه ی غالبیت باشد، تعداد فنوتیپ برابر تعداد الل است، در غیر این صورت تعداد فنوتیپ همواره بیشتر از تعداد الل خواهد بود.

نکته: هرگاه بین تمام الل ها رابطه ی هم توانی یا غالبیت ناقص برقرار باشد، تعداد فنوتیپ برابر تعداد ژنوتیپ است. لذا داریم :

$$\text{تعداد الل} \geq \text{تعداد فنوتیپ} \geq \text{تعداد ژنوتیپ}$$





تمرین : در بررسی صفتی دو ژنی که ژن های آن به ترتیب ۴ و ۵ الل برای آن صفت دارند ، مطلوبست:
الف) تعداد انواع ژنوتیپ هموزیگوت

ب) تعداد انواع ژنوتیپ که در یک صفت هموزیگوت و در دیگری هتروزیگوت اند.

تمرین : صفتی دارای ۵ الل است ، این صفت حداقل و حداکثر چند نوع فنوتیپ می تواند داشته باشد؟

تمرین: اگر تعداد فنوتیپ برای صفتی که در آن یک الل بر ۴ الل غالب است ، ۱۷ نوع باشد ، تعداد الل کدام است؟

تمرین: در بررسی همزمان گروه خونی و Rh چند نوع ژنوتیپ و فنوتیپ در جامعه مشاهده می کنیم؟

تمرین : در هر مورد ژنوتیپ ها را مشخص کنید :

الف) فردی با گروه خونی O^-

ب) فردی با گروه خونی A^+

تمرین: هر فرد فوق حداقل و حداکثر چند نوع گامت تولید می کند؟

الف)

ب)

تمرین: در هر مورد ژنوتیپ والدین را مشخص کنید :

الف) مردی با گروه خونی AB با زنی با گروه خونی B ازدواج می کند و فرزندی با گروه خونی A به دنیا می آید.

ب) مردی با گروه خونی A با زنی با گروه خونی O ازدواج می کند و فرزندی با گروه خونی O به دنیا می آید.

ج) مادری با گروه خونی A با پدری با گروه خونی B ازدواج می کند و فرزندی با گروه خونی O به دنیا می آید.

د) مردی با گروه خونی B^+ با زنی با گروه خونی O^+ ازدواج می کند و فرزندی با گروه خونی O^- به دنیا می آید.

و) فرزندی به دنیا آیند که گروه خونی متفاوتی (نسبت به والدین) دارند.

ه) هر چهار نوع ژنوتیپ در فرزندان مشاهده شود.





تمرین : در هر مورد احتمال تولد فرزند با کدام گروه خونی هرگز امکان پذیر نیست؟

الف) یکی از والدین گروه خونی O داشته باشد.

ب) یکی از والدین گروه خونی AB داشته باشد.

تمرین : بیشترین و کمترین انواع ژنوتیپ احتمالی به ترتیب مربوط به کدام گروه های خونی (با در نظر گرفتن Rh) است؟

تمرین : در ازدواج زنی با گروه خونی A^+ با مردی با گروه خونی B^+ ، حداکثر چند نوع ژنوتیپ و فنوتیپ در فرزندان وجود خواهد داشت؟

تمرین: در هر مورد نسبت گروه های خونی در فرزندان داده شده است ، ژنوتیپ گروه خونی والدین را بدست آورید:

الف) $0.25AB + 0.5A + 0.25B$

ب) $0.25A + 0.5B + 0.25AB$

تفاوت صفت چند ژنی و صفت چند الی

صفت چند الی : صفتی است که در بدن فرد توسط دو ال ، از چند ال ممکن در جامعه کنترل می شود.

صفت چند ژنی : صفتی که به طور همزمان توسط چند ژن کنترل می شود.

اگر صفتی با چند فنوتیپ متفاوت در جامعه مشاهده شود ، هم می تواند مربوط به صفتی چند ژنی باشد و هم مربوط به صفتی چند الی.

مثال: صفتی با ۶ فنوتیپ در جامعه مشاهده می شود.

الف) می تواند مربوط به صفتی دو ژنی باشد که ال های یک ژن نسبت به هم ، هم توان اند و دیگری رابطه ی غالب و مغلوبی دارد/

ب) می تواند مربوط به صفتی سه الی باشد که تمامی ال های آن هم توان اند.

ج) می تواند مربوط به صفتی چهار الی باشد که در آن ال های a بر ال های b,c,d و ال b بر ال c غالب است.

و....

هرگاه حداقل و حداکثر تعداد ال هایی که می تواند باعث بروز یک فنوتیپ شود در سوال پرسیده شود ، از روش زیر استفاده می کنید.

الف) حداکثر : می تواند به تعداد فنوتیپ باشد.

ب) حداقل: باید در فرمول زیر صدق کند : $\frac{n(n+1)}{2} > \text{تعداد انواع فنوتیپ}$

تمرین: صفتی که به ۱۰ شکل در جامعه دیده می شود ، حداقل و حداکثر چه تعداد ال دارد؟



پیوستگی

وقتی می گوئیم دو یا چند ژن پیوسته هستند ، یعنی روی یک کروموزوم قرار گرفته اند. در نتیجه در هنگام تشکیل گامت نمی توانند مستقل از هم به فرزندان انتقال یابند و وراثت آن ها همراه هم می باشد. این مسئله برخلاف قانون دوم مندل است.

- ✓ تمامی صفات وابسته به X که در دبیرستان و پیش دانشگاهی می خوانید (هموفیلی ، دوشن) پیوسته اند.
- ✓ کراسینگ اور که در پیش دانشگاهی می خوانید ، می تواند پیوستگی ژنی را از بین ببرد.

تمرین: اگر فردی با فرمول ژنتیکی AaBBCcRW ، در ژن های ACW پیوسته باشد ، چگونگی قرار گیری این ژن ها بر روی کروموزوم هایش و نیز انواع گامت هایی که می تواند تولید کند را بنویسید.

تمرین: فردی با ژنوتیپ Aa—Dd—ee چند نوع گامت می تواند تولید کند؟

تمرین: فردی با ژنوتیپ AaBbCc که تنها دارای یک جفت کروموزوم است ، چند حالت پیوستگی برای ژن هایش می توان در نظر گرفت؟

تمرین : از آمیزش AaBbdd×aaBbDd به شرط پیوستگی بین a و b چند نوع فنوتیپ و چند نوع ژنوتیپ پدید می آید؟

تمرین: از خود لقاحی افرادی با ژنوتیپ AaBbCc در صورت پیوسته نبودن ژن ها چند نوع ژنوتیپ نو ترکیب و در صورت پیوسته بودن همه ی ژن های غالب چند نوع ژنوتیپ نو ترکیب می توان انتظار داشت؟

تمرین : از آمیزش AAbb×aaBB به شرط پیوستگی ، نسبت های ژنوتیپی و فنوتیپی نسل دوم کدام اند؟



صفات وابسته به جنس

صفاتی که ژن های ، آن ها بر روی کروموزوم های جنسی قرار دارد. آنچه ما به بررسی آن می پردازیم ، آن دسته از صفاتی هستند که ژن های آن ها بر روی کروموزوم جنسی X قرار دارند. در اینصورت فرد نر که تنها یک X دارد برای آن صفت تنها یک الل خواهد داشت ، اما فرد ماده که دارای دو کروموزوم X است ، برای این صفت دو الل دارد.

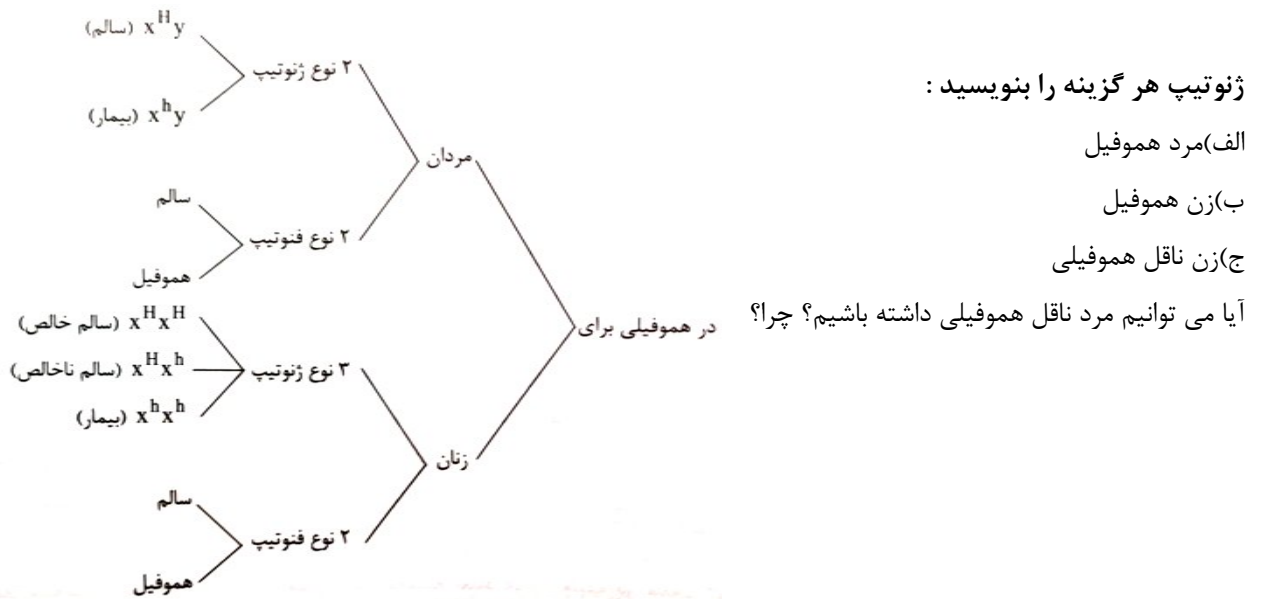
از جمله صفات وابسته به جنسی که ما به بررسی آن ها می پردازیم بیماری های هموفیلی ، کورنگی ، تحلیل عضلانی دوشن ، زالی - ناشنوایی - کام شکاف دار وابسته به X و هستند.

این صفات نیز می توانند مانند صفات اتوزومی بررسی شوند.

به عنوان مثال هموفیلی یک بیماری وابسته به جنس مغلوب می باشد. یعنی افرادی دارای این بیماری خواهند بود که فاقد الل غالب باشند و تنها الل مغلوب را داشته باشند. حال با توجه به این مسئله ، اگر الل های غالب و مغلوب این بیماری را با A و a نمایش دهیم ، ژنوتیپ فرد بیمار به چه صورت خواهد بود؟

نکات :

افرادی که یک کروموزوم X دارند ، برای صفات وابسته به X ، یک آلل بیشتر ندارند. پس هرگز نمی توانند برای این صفت ناخالص باشند. افرادی که دارای یک کروموزوم X هستند نمی توانند فنوتیپ حد واسط را در مورد صفات وابسته به جنس نشان دهند.



تمرین : زنی سالم نسبت به بیماری کوررنگی هتروزیگوت است ، و با مردی کوررنگ ازدواج می کند . احتمال متولد شدن پسر و دختر کوررنگ کدام است؟





صفات چند الی وابسته به X

انواع ژنوتیپ:

جنس دارای XX: همچون صفات اتوزومی عمل می کنیم.

جنس دارای یک کروموزوم X: به تعداد الل

کل: مجموعه دو عدد بدست آمده در فوق

انواع فنوتیپ:

جنس دارای XX: همچون صفات اتوزومی عمل می کنیم.

جنس دارای یک کروموزوم X: به تعداد الل

کل: عدد بزرگتر را مد نظر قرار می دهیم و نه مجموعه دو عدد فوق را

انواع آمیزش: تعداد انواع ژنوتیپ جنس نر $\times$ تعداد انواع ژنوتیپ جنس ماده

تمرین: صفی ۴ الی وابسته به X، که در آن بین تمامی صفات رابطه ی غالب و مغلوبی برقرار است، برای این صفت در جامعه چند نوع ژنوتیپ، چند نوع فنوتیپ و چند نوع آمیزش امکان پذیر است؟

صفات وابسته به X چند ژنی

انواع ژنوتیپ:

جنس دارای XX: همچون صفات اتوزومی عمل می کنیم.

جنس دارای یک کروموزوم X: 2^n (n = تعداد جفت ژن های وابسته به X)

کل: مجموعه دو عدد بدست آمده در فوق

انواع فنوتیپ:

جنس دارای XX: همچون صفات اتوزومی عمل می کنیم.

جنس دارای یک کروموزوم X: 2^n (n = تعداد جفت ژن های وابسته به X)

کل: عدد بزرگتر را مد نظر قرار می دهیم و نه مجموعه دو عدد فوق را

تمرین: صفی تحت کنترل ۳ جفت ژن وابسته به X می باشد که الل های دو جفت از ژن ها رابطه ی غالب و مغلوبی دارند. برای این صفت چند نوع ژنوتیپ و فنوتیپ در جامعه خواهیم داشت؟



بیماری های وراثتی در انسان

به بیماری هایی گفته می شود که به علت تغییر در توالی نوکلئوتید ها و ایجاد اختلال در عملکرد ژن ها و محصولات آن ها شکل می گیرند و از والدین به فرزندان انتقال می یابند.

انواع شیوه های توارث بیماری :

۱. اتوزومی مغلوب : در این نوع بیماری ها الل مربوط به بیماری مغلوب می باشد و لذا تا زمانی که الل غالب (الل مربوط به سلامت) در جامعه باشد ، الل مغلوب نمی تواند بروز کند. یعنی ژنوتیپ aa بیمار بوده ، اما ژنوتیپ های Aa و AA سالم اند.
 - تالاسمی - سیستیک فیبروزیس - کم خونی داسی شکل - زالی - فنیل کتونوریا - آلکاپتونوریا
۲. اتوزومی غالب : در این نوع بیماری الل مربوط به بیماری غالب است ، لذا در صورت وجود حتی یک الل غالب ، فرد بیمار می باشد. یعنی ژنوتیپ های Aa و AA بیمارند ولی ژنوتیپ aa سالم است.
 - هانتینگتون
۳. وابسته به جنس مغلوب : در این جا نیز الل بیماری مغلوب می باشد لذا افراد X^aY - X^aX^a بیمار و افراد X^AY - X^AX^a سالم اند.
 - هموفیلی - کوررنگی - دیستروفی عضلانی دوشن
۴. وابسته به جنس غالب : در این جا نیز الل بیماری غالب است ، لذا افراد X^AY - X^AX^a - X^AX^A بیمار و افراد X^aY - X^aX^a سالم اند.
 - در کتاب به هیچ موردی اشاره نشده است.(سندرم رت از این نمونه است).

صفت مغلوب	صفت غالب
نبود گودی روی چانه	وجود گودی روی چانه
نبود مو روی بند میانی انگشتان	وجود مو روی بند میانی انگشتان
لاله ی گوش چسبیده	لاله ی گوش آزاد
عدم توانایی لوله کردن زبان	توانایی لوله کردن زبان

- نکته: بیماری های وابسته به جنس مغلوب در مردان فراوان تر از زنان اند.
- نکته: بیماری های وابسته به جنس غالب در زنان فراوان تر از مردان اند.
- نکته: ژن حامل بیماری وابسته به X مغلوب هرگز از پدر به پسر نمی رسد. (زیرا پدر به پسرش تنها کروموزوم جنسی Y را می دهد).
- نکته: وراثت می تواند وابسته به Y هم باشد. مثل گوش مودار ، انگشتان پره دار پا ...

بیماری	الگوی وراثتی	علت	علامت
تالاسمی	اتوزومی مغلوب	کم ساخته شدن هموگلوبین	ناکافی بودن اکسیژن رسانی به بافت ها
زالی	اتوزومی مغلوب	نداشتن آنزیم سازنده ی رنگ سیاه (ملانین)	موها، پوست و چشم بدون رنگیزه است
کم خونی وابسته به گلبول های قرمز داسی شکل	اتوزومی مغلوب	هموگلوبین غیرطبیعی (جهش نقطه ای)	اکسیژن رسانی ناقص به بافت ها
هموفیلی A	وابسته به جنس مغلوب	کمبود فاکتور انعقادی VIII	عدم توانایی انعقاد خون
هانتینگتون	اتوزومی غالب	(در کتاب درسی نیست)	کاهش توان کنترل ماهیچه ها، فراموشی، گرفتگی ماهیچه ها
فنیل کتونوریا	اتوزومی مغلوب	نداشتن آنزیم تبدیل کننده ی فنیل آلانین به تیروزین	عقب ماندگی ذهنی
آلکاپتونوریا	اتوزومی مغلوب	نداشتن آنزیم تجزیه کننده ی هموجنتیسیک اسید	سیاه شدن ادرار در مجاورت هوا
سیستیک فیبروزیس	اتوزومی مغلوب	کمبود پروتئین های انتقال دهنده ی کلر	موکوز، بعضی اندام ها، از جمله شش ها، کبد و پانکراس را پر می کند.



نکات کلیدی حل مسائل بیماری های وراثتی :

نکته ۱: در بیماری اتوزوم مغلوب اگر والد یا والدین سالم ، صاحب فرزند بیمار شوند ، لزوماً والد یا والدین ناقل بیماری اند.

$Aa \times Aa$

aa

نکته ۲: اگر در مسئله ای بیماری اتوزومی مغلوبی در فرزندان بود اما در والدین مشاهده نشد پس والدین برای آن ناخالص اند. همچنین اگر در مورد یک بیماری هیچ نشانه ای از بیماری برای فهمیدن ژنوتیپ داده نشد ، فرد را سالم خالص در نظر می گیریم.

نکته ۳: اگر در مسئله ای احتمال را در بین دختران یا پسران مورد سوال قرار داد در صورت عدم وجود صفت وابسته به جنس ، نیازی به ضرب $\frac{1}{2}$ نیست. اگر هم صفتی وابسته به جنس در سوال باشد ، احتمال را در جامعه XX ها یا XY ها بررسی می کنیم.

نکته ۴: اگر برای دو بیماری وابسته به X . زن سالم ناقل هر دو بیماری باشد . دو حالت پیش می آید :

الف) نیمی از فرزندان از جهت هر دو بیماری سالم و نیمی دیگر مبتلا به هر دو بیماری باشند.

• در این صورت هر دو زن بیماری روی یک کروموزوم است. ($X_c^h X$)

ب) نیمی از فرزندان دارای یک بیماری وابسته به X و نیمی دیگر دارای بیماری وابسته به X دیگر باشند.

• در این صورت زن های بیماری هر یک روی یکی از کروموزوم ها است. ($X^c X^h$)

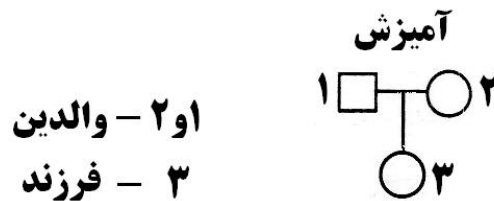


شجره نامه :

ابزاری است برای بررسی رفتار یک صفت ژنتیکی در طی یک یا چند نسل
در نشان دادن یک شجره نامه از اصولی پیروی می کنیم که در زیر می بینید :

مرد سالم □ ، زن بیمار ■ ، مرد ناقل □⊗□

زن سالم ○ ، مرد بیمار ● ، زن ناقل ○⊗○



شجره نامه ها دو نوع فنوتیپی و یا ژنوتیپی می باشند. در شجره نامه های ژنوتیپی افراد ناقل مشخص شده اند .

برای تشخیص اینکه یک شجره نامه از چه الگوی وراثتی ای پیروی می کند ، نکات بسیاری وجود دارد. اما حفظ تمامی نکات از توانایی ما خارج است. لذا تنها به نکات اساسی که با آنها می توانیم همه ی شجره نامه ها را شناسایی کنیم ، می پردازیم.

اولین نکته اساسی شجره نامه : پدر و مادر سالم فرزند بیمار داشته باشند. ژن بیماری مغلوب است.

دومین نکته اساسی شجره نامه : پدر و مادر بیمار فرزند سالم داشته باشند . ژن بیماری غالب است.

سومین نکته ی اساسی شجره نامه :

در شجرنامه ی وابسته به X غالب : مرد بیمار حتما مادر بیمار دارد و تمام دخترانش بیمارند.

در شجرنامه ی وابسته به X مغلوب : زن بیمار حتما پدر بیمار دارد و تمام پسرانش بیمارند.

تذکر : هر شجره نامه ی فنوتیپی که با الگوی وراثت وابسته به X غالب و مغلوب سازگار باشد ، به ترتیب با الگوهای اتوزومی غالب و مغلوب نیز سازگار است.

شجره نامه ژنوتیپی : اگر شجره نامه ژنوتیپی داشته باشیم ، حتما الگوی وراثتی مغلوب است.

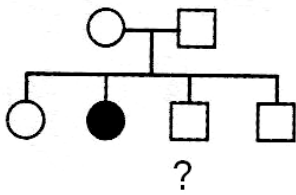
اگر فرد مذکر ناقل باشد قطعا اتوزومی مغلوب است.

اگر فرد مذکر ناقل نداشته باشیم باید شجره نامه را بررسی کنیم.

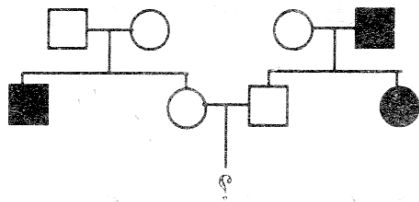


مسائل ویژه

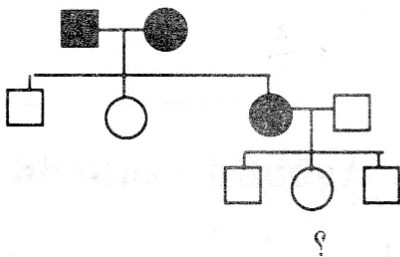
تمرین: در دودمانه ی زیر احتمال ناقل بودن فردی که با علامت سوال مشخص شده است کدام است؟



تمرین: در شجره نامه زیر ، چه نسبیتی از فرزندان سالم خانواده ی ۳ ناقل خواهند شد؟



تمرین: با توجه به شجره نامه ی زیر ، احتمال ایجاد فرد مشخص شده چقدر است؟



مسائل دو نسلی :

با توجه به طرح زیر در بیستون بتولاریا ، نحوه ی وراثت طول بال و رنگ نوک چگونه است؟

$$\begin{array}{l} \boxed{\text{بال بلند و نوک قرمز}}^{\sigma} \times \boxed{\text{بال کوتاه و نوک زرد}}^{\text{♀}} \\ \frac{1}{2} \boxed{\text{بال کوتاه و نوک زرد}}^{\sigma} + \frac{1}{2} \boxed{\text{بال کوتاه و نوک قرمز}}^{\text{♀}} \end{array}$$

نکته: در این گونه مسائل همواره:

الف) والدین را برای صفات اتوزومی خالص در نظر می گیریم.

ب) صفتی که در نسل اول دو حالت دارد ، وابسته به جنس است و فنوتیپ فرد XX غالب است.

ج) صفتی که در نسل اول یک حالت دارد ، اتوزومی است و آن فنویپ غالب است.

نکته: البته اگر صفتی بیش از یک حالت داشت حتما وابسته به جنس است ، اما اگر یک حالت داشت هم می تواند وابسته به جنس باشد و هم

می تواند اتوزومی باشد و در مسائل کنکور ما اتوزومی در نظر می گیریم مگر اینکه خلاف آن گفته شود.

