

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

فصل ششم - تقسیم یاخته

- ✓ ژن چیست؟ بخشی از DNA دو رشته ای که اطلاعات مربوط به ساخته شدن یک مولکول RNA در آنجا ذخیره شده است.
- ✓ RNA چیست؟ کپی بخش کوچکی از DNA (کپی یک رشته از ژن).
(RNA تک رشته ای است و DNA دو رشته ای)
- ✓ انواع RNA: mRNA (پیگ) - rRNA (ریبوزومی) - tRNA (ناقل) - sRNA (کوپیگ).
- ✓ ریبوزوم ها فقط mRNA را ترجمه می کنند و پروتئین می سازند.
- ✓ فنوتیپ (شکل ظاهری) هر یاخته، توسط انواع پروتئین هایش تعیین می شود.
- ✓ عملکرد هر یاخته توسط انواع پروتئین هایش تعیین می شود.
- ✳️ آغاز زندگی انسان = تشکیل سلول تفرم یا زیگوت
- سپس تقسیمات پیاپی یافته ای در مراحل جنینی و سپس بعد از تولد ← تولید صدها میلیارد یاخته.
- ✓ تولید مثل در همه موجودات زنده (پروکاریوت و یوکاریوت) منوط به تقسیم یاخته است.
- ✓ دو اصطلاح میتوز و میوز فقط برای تقسیم هسته یوکاریوت ها به کار می روند.
- ✓ اهداف میتوز: رشد - ترمیم - تولید مثل غیرجنسی.
- هدف میوز: تولید مثل جنسی.

✓ پگونگی استفاده از اطلاعات ژنتیکی:

- 1- اطلاعات ژنتیکی در DNA ذخیره شده اند.
- 2- با عمل رونویسی از روی DNA یک RNA کپی برداری می شود.
- 3- mRNA توسط ریبوزوم ترجمه شده و پروتئین ساخته می شود.
- 4- پروتئین ها، فنوتیپ یافته را تعیین می کنند.

✓ رابطه ژن و DNA:

→ مولکول DNA 2 رشته ای است.

ژن 1	ژن 2	ژن 3	ژن 4	...
------	------	------	------	-----

- ✓ به هر یک از واحدهای تشکیل دهنده DNA و RNA، نوکلئوتید می گویند.
- ✓ سلول انسان حدود 3 کیلومتر DNA دارد.
- طول DNA کل یافته های یک انسان بالغ 140 برابر فاصله زمین تا فورشید است.
- ✓ در طول اینترفاز و سیتوکینز، ماده ژنتیک به شکل کروماتین است و با میکروسکوپ نوری قابل دیدن نیست.
- ✓ در طول میتوز و میوز، ماده ژنتیک به شکل کروموزوم است و با میکروسکوپ نوری قابل دیدن است.

گفتار یکم - کروموزوم

✓ جنس کروموزوم^۴ = DNA + پروتئین

جنس کروماتین = DNA + پروتئین

جنس نوکلئوزوم^۴ = DNA + پروتئین

جنس کروماتید = DNA + پروتئین

✓ مونومرهای موجود در کروموزوم^۴: آمینو اسیدها + نوکلئوتیدها .

✓ مقایسه کروموزوم^۴ (فام تن) با کروماتین (فامینه): هنگامی که یافته در حال تقسیم نیست رشته های نازک و درازی به صورت رشته های درهم، درون هسته وجود دارند که به آنها فامینه (کروماتین) می گویند. اگر یافته بتواند تقسیم شود، رشته های فامینه فشرده شده و در نتیجه کوتاه تر و ضمیم تر می شوند که در این حالت به آنها فام تن (کروموزوم^۴) می گویند.

اما معمولاً برای همه حالت ها اصطلاح کروموزوم^۴ به کار می رود.

✳ ماده وراثتی درون هسته در همه مراحل زندگی سلول به جز تقسیم به شکل فامینه (کروماتین) است .

✳ هسته تن (نوکلئوزوم): واحدهای تکراری در رشته کروماتین شامل 8 مولکول هستیون + حدود 2 دور DNA

✓ انواع کروموزوم^۴: 1- حلقوی ← درون باکتری (پروکاریوت) ،

2- قطبی ← درون هسته یوکاریوت ها .

✓ انواع کروموزوم^۴ قطبی: 1- تک کروماتیدی: فقط یک کروماتید و یک سانترومر دارد.

2- دو کروماتیدی: 2 کروماتید و یک سانترومر دارد.

✓ کروموزوم^۴ مضاعف = کروموزوم^۴ قطبی 2 کروماتیدی .

✓ هر کروموزوم^۴ قطبی متما و فقط یک عدد سانترومر دارد اما ممکن است، یک یا 2 کروماتید داشته باشد .

- ✓ کروموزوم‌های حلقوی فاقد سانترومر و کروماتید هستند.
 - ✓ در هر کروماتید، یک مولکول DNA دو رشته ای وجود دارد.
 - ✓ یک کروموزوم مضاعف شده، دارای 2 مولکول DNA.
 - ✓ یک کروموزوم مضاعف شده دارای 4 رشته DNA است.
 - ✓ هر کروموزوم حلقوی یک مولکول DNA دو رشته ای دارد.
 - ✓ درون دیسه (پلاست)، DNA حلقوی وجود دارد.
- ✓ کروماتیدهای فواهری: یعنی دو کروماتید یک کروموزوم مضاعف شده که در محل سانترومر به هم متصل هستند. در حالت طبیعی مفتوای ژنتیکی کروماتیدهای فواهری، یکسان است.
- ✓ کروموزوم‌های همتا، از نظر شکل- اندازه- محل سانترومر- نوع ژن ها و ترتیب قرارگیری ژن ها یکسان هستند.
- ✓ تنها تفاوت احتمالی کروموزوم‌های همتا، نوع دگره ها (آلل‌ها)ی آنهاست.
 - ✓ در حالت طبیعی، نوع آلل‌های کروماتیدهای فواهری یکسان است.
 - ✓ تعداد کروموزوم‌ها در افراد متعلق به یک گونه، تعداد معینی است که به آن عدد کروموزومی می‌گویند.
 - ✓ ممکن است عدد کروموزومی گونه‌های مختلف یکسان باشد اما قطعاً ژن‌های آنها متفاوت است مثل در انسان و زیتون $2n = 46$ است.
 - ✓ آنچه که سبب ایبار تنوع و تفاوت بین افراد گونه‌های مختلف می‌شود ← مفتوای ژنتیکی آنهاست.

✓ یافته پیکری = یافته غیرجنسی .

✓ گامت = یافته جنسی .

✓ معمولاً تعداد کروموزوم ها در جنس نر و ماده یک گونه برابر است به استثناء:

1- ملخ نر 23 و ملخ ماده 24 کروموزومی هستند .

2- زنبور نر یک مجموعه کروموزوم دارد اما زنبور ماده دو مجموعه کروموزوم .

✱ اسامی دیگر کروموزوم های هم سافت = همتا = همولوگ .

✱ **کاریوتیپ:** تصویری از کروموزوم ها (با حداکثر فشرده‌گی) که بر اساس اندازه - شکل - محتوای ژنی و محل سانترومر مرتب و شماره گذاری شده اند.

✱ هدف از تهیه کاریوتیپ ← **1- تعیین تعداد کروموزوم** **2- تشفیص بعضی ناهنجاری های کروموزومی.**

✓ تشفیص محتوای ژنتیکی با کاریوتیپ امکان پذیر نیست.

✱ **دولاد (دیپلوید):**

یافته یا جاندار که 2 مجموعه کروموزوم دارد، یعنی از هر نوع کروموزوم 2 عدد دارد .

✓ به استثناء کروموزوم های X و Y در مردان .

✱ هر جاندار دولاد، یک مجموعه کروموزوم را از پدر و یک مجموعه را از مادر دریافت می کند.

✓ به استثناء فرزند حاصل از بکرزایی مار، هر دو مجموعه کروموزومی فقط از مادر دریافت می شود .

✓ شکل 3 ص 81: اندازه کروموزوم X تقریباً 3 برابر کروموزوم Y است. X و Y همتا نیستند.

✓ هر سری (مجموعه) کروموزوم را با نماد n نشان میدهند.

✓ کروموزوم های تشکیل دهنده هر مجموعه نسبت به هم، غیرهمتا هستند. اما کروموزوم های دو مجموعه، یک به یک با همدیگر همتا هستند.

- ✳️ کروموزوم‌های جنسی: کروموزوم‌هایی که در تعیین جنسیت نقش دارند.
- ✓ کروموزوم‌های جنسی را با حروف انگلیسی X و Y نشان می‌دهند.
- ✓ کروموزوم‌های غیرجنسی را با اعداد نشان می‌دهند.
- ✓ آنچه که سبب نر شدن انسان می‌شود وجود Y است و آنچه که سبب ماده شدن انسان می‌شود نبودن Y است.
- ✓ مردان 22 جفت کروموزوم همتا دارند. شامل XY (جنسی) + 44 عدد غیرجنسی.
- این 44 عدد از 22 نوع هستند (از هر نوع 2 عدد)
- ✓ زنان 23 جفت کروموزوم همتا دارند. XX (جنسی) + 44 غیرجنسی.
- این 44 عدد کروموزوم غیرجنسی از 22 نوع هستند (از هر نوع 2 عدد)
- ✳️ کروموزوم‌های جنسی در بعضی جانداران وجود دارند.
- ✳️ تک‌لاد (هاپلوئید): یافته یا جاندارانی که یافته هایش یک مجموعه کروموزوم دارد.
- ✓ گامت‌های انسان، هاپلوئید هستند یعنی یک مجموعه 23 تایی کروموزوم دارند.
- ✓ اسپرم‌های انسان (گامت نر انسان) هاپلوئیدند و دو نوعند: $22 + X$ و $22 + Y$.
- ✓ تخمک‌های انسان (گامت ماده انسان) هاپلوئیدند و یک نوع است: $22 + X$.
- ✓ سلول‌های غیرپیکری انسان دو نوعند:
- 1- آن‌ها که هاپلوئید هستند (گامت‌ها): تقسیم نمی‌شوند.
- 2- آن‌ها که دیپلوئیدند، شامل a. سلول‌های بنیادی که تمایز نیافته‌اند و تقسیم میتوز انجام می‌دهند.
- b. سلول‌های زاینده که با میوز گامت‌ها را ایجاد می‌کنند.

✓ روش های تعیین جنسیت در گیاهان:

- 1- فنوتیپی: بر اساس شرایط محیطی و غلظت هورمون ها.
- 2- ژنوتیپی: الف- توسط کروموزوم های X و Y (همانند جانوران).
ب- بدون کروموزومهای جنسی: توسط ژن های ضد تشکیل پرپیم و ضد تشکیل مادگی.

✱ چرخه یاخته ای: مراعلی که یک یافته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی طی می کند.

✱ مراحل پرفه یافته ای:

- الف- میان پهر (اینترفاز): شامل $G_1 - S - G_2$ ← در اینترفاز سه مورد انجام می شود (رشد یافته - سافته شدن مواد مورد نیاز - کارهای معمول یافته)
- ب- تقسیم: 1. تقسیم هسته (میتوز یا میوز) 2. تقسیم میان یافته (سیتوکینز) .

✱ شکل 4 ص 82: بیشتر عمر یافته در مرحله اینترفاز می گذرد.

✱ زمان هر یک از مراحل در یافته های مختلف ، متفاوت است.

✱ وقایع G_1 (وقفه اول):

- 1- رشد یافته .
- 2- مدت زمان طولانی است .
- 3- یافته ای که به صورت دائم یا موقت نفوادر تقسیم شود، معمولاً به مرحله ای از G_1 به نام G_0 وارد می شود .

✱ وقایع S (سنتز): دو برابر شدن DNA هسته با عمل همانندسازی .

همانندسازی دنا: از یک مولکول DNA ، دو مولکول کاملاً شبیه به وجود می آید .

✱ وقایع G_2 (وقفه دوم):

- 1- کوتاه ترین مرحله اینترفاز .
- 2- آماده شدن یافته برای تقسیم .
- 3- سافته شدن پروتئین ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم .

- ✓ در طول اینترفاز و سیتوکینز، ماده ژنتیک به شکل کروماتین است.
- ✓ در طول تقسیم (میتوز و میوز)، ماده ژنتیک به شکل کروموزوم است (دقت شود که در ابتدای پروفاز و انتهای تلوفاز نیز ماده ژنتیک به شکل کروماتین است.)
- ✓ **خرم فعال ماده ژنتیک، کروماتین است**، اعمال همانندسازی DNA و رونویسی از ژن ها در شکل کروماتین امکان پذیر است چون فشردگی بسیار کم است و آنزیم ها به DNA و ژن ها دسترسی دارند.
- ✓ در مرحله S تعداد مولکول های DNA درون هسته 2 برابر می شود اما تعداد کروموزوم ها ثابت است.
- ✓ در مرحله C_2 تعداد مولکول های DNA دو برابر C_1 است اما تعداد کروموزوم ها برابر است.
- ✓ علاوه بر C_2 ، سافته شدن پروتئین در C_1 و S هم انجام می شود (پون کتاب گفته که در C_2 افزایش می یابد)
- ✓ **زمان زندگی یافته:** فقط اینترفاز (از ابتدای C_1 تا پایان C_2 که یافته می تواند به وظایفش عمل کند.
- ✓ تعداد سانتیول ها در C_2 دو برابر می شود (از 2 عدد به 4 عدد) (همانندسازی سانتیول ها در C_2)
- ✓ همواره تعداد کروموزوم فطی با تعداد سانترومر برابر است، چون بدون توجه به یک یا دو کروماتیدی بودن، هر کروموزوم یک سانترومر دارد.
- ✓ در مرحله S، تعداد مولکول های DNA فطی و تعداد کروماتیدها 2 برابر می شود ← به دلیل همانند سازی DNA - تعداد کروموزوم ها ثابت است).
- ✓ در مرحله آنافاز (تعداد مولکول های DNA و تعداد کروماتیدها ثابت است. تعداد کروموزوم های فطی 2 برابر می شود ← به دلیل جدا شدن کروماتیدی فواهری).

- ✓ ورود و خروج به C_{10} فقط از C_{11} امکان پذیر است.
- ✓ در مرحله C_{12} تعداد میتوکندری ها و کلروپلاست ها افزایش می یابد. با توجه به اینکه این دو اندامک DNA ملقوی دارند، پس همانندسازی DNA ملقوی میتوکندری و کلروپلاست در C_{12} انجام می شود.
- ✓ زمان همانند سازی: 1. DNA فطری: در مرحله S - درون هسته .
2. DNA ملقوی: در مرحله C_{12} - در سیتوپلاسم (درون اندامک).
- ✓ یافته های زیر برای همیشه در C_{10} متوقف می مانند:
- الف- اغلب نوروں ها (طبق گفته کتاب نوروں ها معمولاً تقسیم نمی شوند).
- ب- اغلب گامت ها (مثلاً در بکرزایی زنبورها، گامت ماده با تقسیمات پی در پی میتوز و سیتوکینز، زنبور نر ایبار می کند).
- ✓ فشرده ترین، کوتاه ترین و ضعیف ترین حالت کروموزوم مربوط به متافاز و آنافاز است. (اما شروع این وضعیت متافاز است)
- ✓ مفتوای DNA هسته بیشتر از DNA سیتوپلاسم است.
- ✓ هستک یا هستک ها در اینترفاز دیده می شوند اما در سایر مراحل ناپدید می شوند.



مهم نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس مضموری یا مجازی):

مهمی سبجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓*

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهدی سینجری

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

گفتار دوم - میتوز (رشتمان)

- ✓ میتوز (رشتمان): تقسیم هسته یافته به دو هسته همانند .
- ✿ در رشتمان (میتوز)، DNA درون هسته بین دو هسته پدید به صورت مساوی تقسیم می شود و به یافته های پدید می رسد .
- ✿ هدف از ایجاد دوک تقسیم: حرکت صحیح و پرا شدن صحیح کروموزوم ها هنگام تقسیم .
- ✿ دوک تقسیم: مجموعه ای از ریزلوله های پروتئینی که هنگام تقسیم پدیدار شده و سانترومر کروموزوم ها به آن متصل می شوند.
- ✓ شکل 5 ص 84: فقط بعضی رشته های دوک به سانترومر کروموزوم ها متصل هستند (رنگ قرمز) . بیشتر رشته های دوک به سانترومرها وصل نیستند (به رنگ آبی و سبز) .
- ✓ تعدادی از رشته های دوک که کوتاه هستند فقط در مجاورت سانتریول ها دیده می شوند. (رنگ سبز)

- ✓ میانک (سانتریول): (شکل 5 ص 84)
- سافتاری استوانه ای شکل که از 9 دسته 3 تایی ریزلوله (میکروتوبول) ساخته شده است. $9 \times 3 = 27$
- ✓ همیشه دو عدد سانتریول کنار هم قرار دارند و بر هم عمودند.
- ✓ (شکل 5 ص 84) : این سلول $2n = 4$ است، یعنی 4 عدد کروموزوم دارد (2 مجموعه 2 کروموزومی)، یک مجموعه 2 کروموزومی را از پدر و مجموعه دیگر را از مادر گرفته است.
- ✿ دو سانتریول کنار هم ، بر یکدیگر عمودند (زاویه 90 درجه) .
- ✓ هر ریزلوله، یک لوله توفالی از جنس پروتئین است.
- ✓ اغلب یافته هایی که میتوز انجام میدهند، دارای سانتریول هستند (به جز گیاهان پیشرفته) .
- ✓ همه یافته هایی که میتوز انجام می دهند، دوک تقسیم تشکیل می دهند .

- ✱ وظیفه میانگ (سانتریول): سازماندهی سافته شدن رشته های دوک .
- ✓ تعداد سانتریول در یک سلول: حداقل یک جفت و حداکثر 2 جفت .
- ✓ سانتریول ها فارچ و کنار هسته قرار دارند .
- ✓ تعداد سانتریول، یا 2 عدد است یا 4 عدد (فرد نیست) :
(در C_1 و S دو عدد و در C_2 و میتوز 4 عدد)

✱ مراحل میتوز: 1. پروفاز 2. پرومتافاز 3. متافاز 4. آنافاز 5. تلوفاز .

✱ وقایع پروفاز (پیش چهر):

- 1- فشرده شدن کروماتین ← پس کوتاه تر و ضمیم تر می شود .
- 2- حرکت 2 جفت سانتریول به سمت 2 قطب .
- 3- تشکیل رشته های دوک بین سانتریول ها .
- 4- قابل رویت شدن کروموزومها با میکروسکوپ نوری .

✱ وقایع پرومتافاز:

- 1- شروع بلافاصله پس از تشکیل دوک .
 - 2- تجزیه شبکه آنروپلاسمی و پوشش هسته به قطعات کوچکتر (تا رشته های دوک به کروموزومها برسند) .
 - 3- اتصال سانترومر کروموزومها به رشته های دوک .
- ✓ دلیل تجزیه شبکه آنروپلاسمی در پرومتافاز: چون شبکه آنروپلاسمی دور هسته را فرا گرفته است، پس باید تجزیه شود تا رشته های دوک به کروموزومها دسترسی داشته باشند.
- ✓ پوشش هسته نیز به دلیل مشابه تجزیه می شود.

✱ وقایع متافاز (پس چهر):

- 1- کروموزومها دارای بیشترین فشردگی (کوتاهترین و ضمیم ترین): بهترین زمان تشکیل کاریوتیپ .
- 2- ردیف شدن کروموزومها در استوای (وسط) سلول .

❁ وقایع آنافاز (پسین چهر):

- 1- تمیزه پروتئین اتصال در محل سانترومر و در نتیجه جدا شدن کروماتیدهای فوآهری از هم.
 - 2- طویل شدن گروهی از رشته های دوک که در استوای سلول هم پوشانی دارند و به سانترومر وصل نیستند.
 - 3- حرکت کروموزوم های تک کروماتیدی به سمت دو قطب.
- ✓ در آنافاز، فقط رشته هایی از دوک کوتاه می شوند که به سانترومرها وصلند.
- ❁ در مرحله آنافاز میتوز، کروماتیدهای فوآهری از هم جدا می شوند و هر کدام یک کروموزوم دختر نامیده میشوند.
- ✓ در مرحله آنافاز، تعداد کروموزوم های قطبی و تعداد سانترومرها به 2 برابر افزایش می یابد چون هر کروموزوم 2 کروماتیدی به 2 کروموزوم تک کروماتیدی تبدیل می شود.
- ✓ در واقع تا قبل از آنافاز، 2 کروماتید فوآهری با هم یک کروموزوم به شمار می آیند اما در آنافاز از یکدیگر جدا شده و هر کدام به تنهایی یک کروموزوم به حساب می آیند.
- ✓ شکل 7 ص 85: حداکثر فاصله بین سانتریول های یک یافته: آنافاز و تلوفاز.
- ✓ در آنافاز: (به طور همزمان)
- الف- رشته های دوک که بین دو قطب کشیده شده اند، طویل تر می شوند (این رشته ها در استوای یافته همپوشانی دارند)
- ب- رشته های دوک که بین قطب و استوا کشیده شده اند، کوتاه تر می شوند (این رشته ها به سانترومر کروموزوم ها وصلند)
- ✓ با طویل شدن رشته های دوک (آنهايي که در استوای سلول همپوشانی دارند) سانتریول ها به جهات مخالف رانده می شوند. همچنین با کوتاه شدن طول سایر رشته های دوک متصل به سانترومر، کروماتیدهای فوآهری از هم جدا می شوند.

✓ 3 نوع رشته دوک: شکل 5 ص 84

الف- متصل به سانترومرها (رنگ قرمز) .

ب- جدا از سانترومرها : 1- در وسط سلول با یکدیگر هم پوشانی دارند (رنگ آبی) .

2- کوتاه و شعاعی به سمت های دیگر، مجاور سانتریول ها (رنگ سبز) .

✓ هر 3 نوع رشته دوک از میاورت سانتریول شروع شده اند.

✳️ **وقایع تلوفاز (واپسین چهر):**

1- تفریب رشته های دوک .

2- کروموزوم ها فشرده گی شان را از دست می دهند و به صورت کروماتین در می آیند .

3- تشکیل پوشش هسته ← ظهور 2 هسته همانند .

✓ در مراحل آنافاز - تلوفاز و سیتوکینز هر کروموزوم فطی تک کروماتیدی است.

✓ در مراحل پروفاز - پرومتافاز و متافاز هر کروموزوم فطی 2 کروماتیدی است.

✓ در مرحله S تعداد کروماتیدها و مولکول های DNA فطی دو برابر می شود.

✓ در مرحله آنافاز تعداد کروموزوم های فطی و سانترومرها 2 برابر می شود.

✓ هر رشته دوک از یک عدد میکروتوبول تشکیل شده (ریز لوله) .

✓ شکل ص 84 و 85:

در محل همپوشانی رشته های دوک (رنگ آبی)، پروتئین های حرکتی از نوع لغزشی وجود دارند.

✓ در آنافاز، طول رشته های دوک که به سانترومرها وصلند، کوتاه تر می شوند پس کروماتیدهای فواهری از هم جدا می شوند.

✓ در پرومتافاز و متافاز به هر کروموزوم فطی 2 رشته دوک وصل است، اما در آنافاز به هر کروموزوم فطی ، یک رشته .

- ✓ در انسان مجموعاً 92 رشته دوک به 46 کروموزوم فطی در مراحل پرومتافاز و متافاز وصلند اما تعداد کل رشته های دوک بیشتر از 92 است.
- ✓ در آنافاز یافته انسان: $4n = 92$ است، چون کروماتیدهای فوآهری از هم جدا شده اند.

✿ **سیتوکینز:** تقسیم سیتوپلاسم = سیتوکینز = تقسیم اجزای یافته بین دو سلول.

✿ **سیتوکینز یافته جانوری:** ایبار فرورفتگی در وسط یافته توسط حلقه انقباضی (آکتین و میوزین) و به تدریج با تنگ شدن این کمربند انقباضی دو یافته ایبار می شود.

✿ **سیتوکینز یافته گیاهی:**

1- تجمع و ادغام ریزکیسه هایی که از جسم گلژی آمده اند ← تشکیل صفحه یافته ای در محلی که قرار است دیواره یافته های جدید تشکیل شود.

(ریزکیسه های حاوی پیش سازهای تیغه میانی و دیواره یافته هستند).

2- صفحه یافته ای در مرکز تشکیل شده و به سمت کناره ها ادامه می یابد.

3- با رسیدن صفحه یافته ای به دیواره یافته مادری، دو یافته از هم جدا می شوند.

4- پایه گذاری پلاسمودسم و لان هنگام سیتوکینز انجام می شود.

✓ جهت سیتوکینز در یافته جانوری: از بیرون به سمت مرکز.

جهت سیتوکینز در یافته گیاهی از مرکز به سمت بیرون .

✓ در تیغه میانی گیاهان، پکتین وجود دارد (نوع پلی ساکارید).

✓ غشاء پلاسمایی جدید در محل سیتوکینز یافته گیاهی، حاصل ادغام غشاء ریزکیسه هاست .

✓ زمان شروع سیتوکینز قبل از پایان تلوفاز است. زمان پایان سیتوکینز پس از پایان تلوفاز و میتوز است.

✓ در سیتوکینز موارد زیر در هر سلول نصف می شود (هون یک سلول به 2 سلول تقسیم می شود):

1. تعداد رشته و مولکول DNA فطی
2. تعداد کروماتیدها و تعداد کروموزوم ها
3. تعداد مجموعه های کروموزومی
4. تعداد هسته و سانتیریول های هر یافته

✓ دو روش پند هسته ای شدن یافته:

- الف- ادغام سلول های تک هسته ای: مثل ادغام سلول های ماهیچه اسکلتی در دوران جنینی.
- ب- میتوز بدون سیتوکینز: مثل بعضی قارچ ها و آغازیان.

✿ تقسیم یافته، فرآیندی تنظیم شده است.

✿ تقسیم دائمی یافته ها:

بعضی یافته ها تقریباً دائماً تقسیم می شوند مثل سرلادی گیاهان و بنیادی مغز استخوان. همین یافته ها در شرایط خاص، تقسیم را کاهش می دهند یا متوقف می کنند: مثلاً افزایش بیش از حد تعداد یافته ها و یا وجود شرایط نامساعد محیطی.

✿ نوروں ها به ندرت تقسیم می شوند.

✓ عوامل تنظیم تقسیم یافته:

در پاسخ به (بعضی عوامل محیطی و مواد شیمیایی)، یافته سرعت تقسیم خود را تنظیم می کند: این عوامل عبارتند از:

- 1- پروتئین های محرک تقسیم یافته
- 2- پروتئین های مهار تقسیم یافته
- 3- نوعی عامل رشد در ممل آسیب دیده گیاهان (تقسیم سریع یافته ها ← تشکیل توده یافته ای برای ممانعت از ورود میکروپ)
- 4- نوعی عامل رشد در ممل زخم در پوست انسان (افزایش سرعت تقسیم یافته ← بهبود سریع زخم)
- 5- اریتروپویتین: ترشح از کبد و کلیه ها-تأثیر بر مغز قرمز استخوان-زایش گلبول های قرمز بیشتر.

عوامل افزایشنده ترشح اریتروپوئین: 1- کم فونی 2- دقانیات 3- زندگی در ارتفاعات .
4- فعالیت بدنی زیاد(ورزش) 5- بیماری های قلبی و تنفسی

✓ ممل های قرارگیری یافته های سرلار نفستین در گیاهان:
1- نوک ساقه 2- نزدیک نوک ریشه 3- جوانه جانبی 4- میان گره

✱ **نقاط واریسی:** مراملی از پرفه یافته، برای اطمینان یافته از دو موضوع:
1- کامل شدن مرحله قبل 2- آماده بودن عوامل لازم برای مرحله بعد

✱ در هر پرفه، چند نقطه واریسی وجود دارد:
1- در **انتهای C_1** : اطمینان از سلامت DNA
(اگر DNA آسیب دیده باشد و اصلاح نشود، فرآیندهای مرگ یافته شروع می شود)
2- در **انتهای C_2** : اگر عوامل لازم برای میتوز مثل دوک آماده نباشد، اجازه عبور به مرحله بعد داده نمیشود.
3- در **متافاز**: اطمینان از 2 موضوع:
الف- اتصال دقیق رشته های دوک به سانترومرها .
ب- آرایش دقیق کروموزوم ها در استوای یافته .

✓ **تعداد نقاط واریسی از سه تا بیشتر است** که در شکل 10 ص 88 فقط سه تا از آنها نشان داده شده است.
✓ در نقاط واریسی C_1 و متافاز: هر کروموزوم 2 کروماتیدی و در نقطه واریسی C_1 ، تک کروماتیدی است .
✓ تعداد مولکول های DNA فطی هر یافته در نقاط واریسی C_2 و متافاز دو برابر نقطه واریسی C_1 است
چون در مرحله S، همانندسازی DNA فطی انجام شده و تعداد مولکول فطی DNA دو برابر شده است .
✓ نوروں ها در C_0 متوقف هستند (تعداد کمی از آنها میتوانند از C_0 خارج شوند).

❁ **تومور:** توده ای از یافته ها که در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می شود .

❁ دلیل تومور: به هم خوردن تعادل بین تقسیم یافته ها و مرگ یافته ها .

❁ انواع تومور :

الف- **فوش فییم:**

1- رشد کمی دارد (رشد کندتر) .

2- در جای خود می ماند (منتشر نمی شود) .

3- به بافت های مجاور آسیب نمی زند چون معمولاً زیاد بزرگ نمی شود .

4- در مواردی تومور بیش از اندازه بزرگ می شود و در عمل طبیعی اندام افتلال ایجاد می کند
مثل تومور فوش فییم روده که مسیر روده را می بندد.

❁ لیپوما:

1- نوعی تومور فوش فییم متداول در افراد بالغ .

2- تکثیر یافته های چربی ← ایجاد توده یافته ای .

✓ لیپوما در افراد نابالغ هم دیده می شود اما با شیوع کمتر .

✓ لیپوما، نوعی تومور در بافت پیوندی است (پون بافت چربی نوعی بافت پیوندی است) .

ب- **تومور بر فییم:** یعنی سرطان

❁ **متاستاز (دگر نشینی):** حمله تومور بر فییم (سرطان) به بافت های مجاور ← مراحل:

1- جرا شدن یافته های سرطانی از تومور

2- جا به جایی همراه خون و به ویژه لنف

3- استقرار در محل های دیگر

4- رشد

5- تومور های چرید .

❁ **ملانوما** = نوعی تومور بر فییم: سرطانی شدن سلول های رنگدانه پوست ایجاد قال های سرطانی .

❁ علت اصلی سرطان: عدم کنترل یافته به دلیل بعضی تغییرات در ماده ژنتیکی یافته .

❁ روش های تشفیص سرطان: 1- آزمایش فون 2- بیوپسی (باخت برداری).

❁ بیوپسی (باخت برداری): برداشتن تمام یا بخشی از (باخت سرطانی و یا باخت مشکوک به سرطان).

✓ تشفیص قطعی سرطان با بیوپسی امکان پذیر است.

✓ در آزمایش فون، سعی می کنند آنتی ژن های اختصاصی یافته های سرطانی را شناسایی کنند.

✓ شکل 12 ص 89: سرطان روده باریک:

1. به تدریج با بزرگ تر شدن اندازه تومور، رگ های فونی بزرگ سافته می شوند
2. به سرعت متاستاز میدهد ← چون در مفاط روده باریک، مویرگ های لنفی فراوانی وجود دارند.
3. ورود به دستگاه لنفی پس از آن رخ میدهد که لایه های بیشتری درگیر شدند.

❁ روش های درمان: جراحی - شیمی درمانی - پرتودرمانی

❁ پرتودرمانی: تاباندن پرتوهای پرانرژی به یافته هایی که به سرعت تقسیم می شوند.

❁ شیمی درمانی: سرکوب تقسیم یافته ها در سراسر بدن با استفاده از داروها.

❁ بعضی افرادی که تحت پرتودرمانی شدید یا شیمی درمانی قوی قرار می گیرند مجبور به پیوند مغز استخوان هستند (برای سافته شدن یافته های فونی به تعداد کافی)

❁ عوارض شیمی درمانی: آسیب به :

1. یافته های مغز استخوان ← فستگی .
2. یافته های پیاز مو ← ریزش مو .
3. یافته های پوشش دستگاه گوارش ← تهوع .

✓ عوارض دیگر شیمی درمانی:

- 4- کاهش هماتوکریت (کاهش سلول های فون) .
- 5- کاهش توان دفاعی به دلیل کاهش تعداد گلبول های سفید .
- 6- عدم انعقاد فون به دلیل کاهش تعداد پلاکت ها (گرده ها) .
- 7- افزایش عفونت ها .

- ❖ دو عامل موثر در ایبار سرطان : 1. وراثت 2. محیط
- ❖ پروتئین های ذفیل در بروز سرطان :

 - 1- با کمک اطلاعات زفیره شده در ژن ها ساخته می شوند .
 - 2- تنظیم کننده پرفه یافته و مرگ یافته .
 - 3- ژن ها و در نتیجه پروتئین ها در بروز سرطان موثرند .

- ❖ علت شیوع بیشتر بعضی سرطان ها: ژن ها و پروتئین ها .
- ✓ عوامل محیطی یا مستقیماً و یا با تاثیر بر DNA و ایبار جهش سبب سرطان می شوند.
- ❖ عوامل محیطی موثر در سرطان: (با آسیب به DNA):

 - 1- فرابنفش 2- سایر پرتوهای پرانرژی 3- بعضی آلاینده های محیطی مثل دود خودروها
 - 4- مواد شیمیایی سرطان زا 5- مواد غذایی دودی شده (گوشت و ماهی دودی)
 - 6- بعضی ویروس ها 7- قرص های ضدبارداری 8- نوشیدنی الکلی 9- دانیات

- ✓ ژن ها به دو روش در بروز سرطان موثرند:

 - 1- افزایش سافت پروتئین های مرگ تقسیم یافته
 - 2- کاهش سافت پروتئین های بازدارنده تقسیم یافته

- ❖ نکروزیس (بافت مردگی) : مرگ تصادفی یافته ها به علت آسیب مثلاً ناشی از بریدگی و سوختگی .
- ❖ آپوپتوزیس (مرگ برنامه ریزی شده یافته) :

 - فرآیندهای دقیق و برنامه ریزی شده در شرایط خاص در بعضی یافته ها .

- ❖ پلگونگی آپوپتوزیس:

 - 1- رسیدن علائم به یافته
 - 2- شروع فرآیند
 - 3- پس از چند ثانیه: پروتئین های تفریب کننده، شروع به تجزیه اجزای یافته کرده و آنها را می کشند .

✳️ **مثال 1 آپوتوزیس:** هزف یافته های پیر یا آسیب دیده، مثلاً در آفتاب سوختگی

1. فرابنفش سبب آفتاب سوختگی می شود .

2. تابش UV ← آسیب به DNA ← ایثار سرطان .

3. فایده آپوتوزیس: با هزف این یافته ها، از سرطان پیشگیری می شود .

✳️ **مثال 2 آپوتوزیس:** هزف پرده میان انگشتان در دوران جنینی بعضی پرندهگان:

یافته های اضافی لای انگشتان هزف می شوند.

✓ **شکل 13 ص 91:**

1. در هر پا 4 انگشت وجود دارد که یکی از آنها کوچک تر از بقیه بوده و کمی عقب تر از 3 تای دیگر قرار گرفته است.

2. در دوران جنینی انسان و مرغ، با آپوتوزیس پرده های بین انگشتان از بین می رود اما در اردک باقی میماند.

✓ **مثال های دیگر از آپوتوزیس:**

1- مقابله یافته کشنده طبیعی و لنفوسیت T کشنده با سلول های سرطانی و آلوده به ویروس با سیستم (پرفورین - آنزیم القاء) .

2- آپوتوزیس یافته در مرحله G₁ در حالتی که DNA که سلامت کافی را ندارد . صفحه 88

✓ **انواع عوامل آپوتوزیس:**

1- **قارچی:** عوامل محیطی مثل آفتاب سوختگی

2- **درونی:** عوامل داخلی بدن مثل از بین رفتن پرده لای انگشتان در انسان و مرغ

(از بین رفتن د^۳ و آبخش)



مهم نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس مضموری یا مجازی):

مهمی سبجری

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓*

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

❁ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سنجاری

❄️ محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓*

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی):

مهمی سبجری

گفتار سوم - میوز و تولیدمثل جنسی

❖ تعریف میوز (کاستمان) : نوعی تقسیم هسته که در آن تعداد کروموزوم ها به نصف کاسته می شود و یک هسته به 4 هسته تقسیم می شود.

❖ با انجام میوز، از 2 برابر شدن تعداد کروموزوم ها در نسل بعد جلوگیری می شود.

❖ برای میوز همانند میتوز ←

1- قبل از تقسیم، مرحله اینترفاز وجود دارد.

2- پس از تقسیم، سیتوکینز انجام می شود.

❖ مراحل میوز ← میوز I و II که هر کدام از مراحل (پروفاز-متافاز-آنافاز-تلوفاز) تشکیل شده اند.

✓ برای تشکیل 4 سلول با میوز، 3 بار سیتوکینز انجام می شود (شکل 14 ص 92) :

یک بار پس از میوز I و 2 بار پس از میوز II.

✓ حاصل میوز در گیاهان، هاگ است و در جانوران، گامت.

❖ مراحل میوز I :

1- پروفاز یک : علاوه بر تکرار وقایع مشابه پروفاز و پرومتافاز میتوز، تتراد هم تشکیل می شود (کروموزوم های همتا در طول کنار یکدیگر قرار می گیرند و سافتاری 4 کروماتیدی به وجود می آورند - سانترومرها به رشته های دوک وصلند).

2- متافاز یک : ردیف شدن تترادها در استوای سلول با کمک رشته های دوک.

3- آنافاز یک : جدا شدن کروموزوم های همتا از یکدیگر و حرکت به سمت دو قطب.

4- تلوفاز یک : رسیدن کروموزوم ها به 2 قطب و تشکیل پوشش هسته.

❖ معمولاً در پایان میوز I، سیتوکینز رخ می دهد.

✓ در پایان میوز و سیتوکینز در انسان، چهار سلول ایجاد می شود:

هر سلول: $n=23$ - دارای 23 عدد کروموزوم فطی - دارای 23 کروماتید - 23 ماکول DNA

فطی - 46، رشته DNA فطی.

- ✓ هسته های حاصل از میوز I و میوز II ، هاپلوئید (n) هستند پس کروموزوم های درون آنها نسبت به یکدیگر غیر همتا هستند.
- ✓ در میوز I: به ازاء هر هسته، تعداد مجموعه های کروموزومی، تعداد کروماتیدها و تعداد کروموزوم های فطری نصف می شود.
- ✓ در میوز II: تعداد سری های کروموزومی و تعداد کروموزوم ها ثابت است، ولی تعداد کروماتیدها نصف می شود.
- ✓ دو کروموزوم X و Y همتا نیستند اما تتراد تشکیل می دهند.

- ✓ در یک تتراد موارد زیر وجود دارد:
- 2 عدد کروموزوم - 2 عدد سانترومر - 4 عدد کروماتید - 4 مولکول DNA - 8 رشته DNA - 4 عدد آلل از هر نوع ژن (به استثناء ژن های روی کروموزوم های X و Y).

✓ در سلولی که عدد دیپلوئید آن عددی زوج است (مثلاً انسان $2n = 46$):
تعداد تترادها برابر نصف تعداد کروموزوم هاست، مثلاً تعداد تتراد در سلول انسان 23 است.
عدد ها پلوئید برابر تعداد تتراد است در انسان عدد هاپلوئید $n = 23$ است.

✓ در سلولی که عدد دیپلوئید آن عددی فرد است (مثل ملخ $2n = 23$):
عدد هاپلوئید یک عدد از تعداد تتراد بیشتر است.
در ملخ نر، تعداد تتراد برابر 11 و عدد هاپلوئید برابر 12 است.

✓ زمان تشکیل تتراد: پروفاز یک و زمان نابودی تتراد: آنافاز یک.

✓ مقایسه:

1- در متافاز میتوز و متافاز II میوز، کروموزوم ها در یک قطب رریف می شوند اما در متافاز I در 2 رریف قرار می گیرند.

2- در متافاز II میوز و در متافاز میتوز به هر کروموزوم 2 رشته دوک وصل است اما در متافاز I به هر کروموزوم 4 رشته دوک وصل است.

3- در آنافاز II میوز و آنافاز میتوز، تعداد کروموزوم ها 2 برابر می شود اما در آنافاز I ثابت است.

4- در آنافاز II و تلوفاز II میوز و در تلوفاز و آنافاز میتوز، هر کروموزوم تک کروماتیدی است اما در تلوفاز I و آنافاز I میوز، هر کروموزوم 2 کروماتیدی است.

✓ میوز 2: شامل مراحل پروفاز - متافاز - آنافاز و تلوفاز است - وقایع شبیه به مراحل میتوز است. هر یافته حاصل از میوز I به دو یافته در پایان میوز II تقسیم می شود (پس از سیتوکینز).

2ⁿ⁻¹

✓ فرمول مناسبه انواع آرایش های تترادی در متافاز I :

(n عدد هاپلوئید است)

✓ در طی آنافاز I، تعداد کروموزوم ها و تعداد سانترومرها ثابت است. (چون کروموزوم های همتا از یکدیگر جدا می شوند)

✓ در طی آنافاز II، تعداد کروموزوم ها و تعداد سانترومرها به 2 برابر افزایش می یابد. (چون کروماتیدهای فواهری از همدیگر جدا می شوند ← هر کروموزوم 2 کروماتیدی به 2 کروموزوم تک کروماتیدی تبدیل می شود).

✓ اینترکینز: اینترفاز کوتاهی بین میوز I و میوز II که در آن تعداد سانتریول ها 2 برابر می شود اما همانندسازی DNA انجام نمی شود.

✓ تعداد سانتریول ها در 2 مرحله افزایش می یابد: الف- 2C₂ و ب- اینترکینز.

✓ نمی توان گفت ((هر نوع تغییر در تعداد کروموزوم ها حتماً غیر طبیعی و جهش است))
چون در میوز، تعداد کروموزوم ها به نصف کاهش می یابد، اما میوز یک رفتار غیر طبیعی نیست.

✱ تغییر (ناهنجاری) در تعداد کروموزوم، هم در میوز و هم در میتوز رخ می دهد، اما اهمیت آن در میوز بیشتر است؛ چون ممکن است به فرزند منتقل می شود.

✱ تغییر در تعداد کروموزوم ها به ندرت رخ می دهد (هم در میوز و هم در میتوز)
مثلاً: الف- پلی پلویدی شدن ب- باهم ماندن کروموزوم ها

الف- پلی پلویدی شدن: همه کروموزوم ها در مرحله آنافاز از یکدیگر جدا نمی شوند و با هم به یک یافته می روند نتیجه: یک یافته فاقد کروموزوم فطی و یک یافته 2 برابر کروموزوم دارد.
آزمایش: با تفریب رشته های دوک هم می توان پلی پلویدی شدن را ایجاد کرد.

✱ چند لاد (پلی پلوید):

یافته یا جاننداری که بیش از 2 سری کروموزوم دارد مثلاً موز که 3N و گندم زراعی که 6N هستند.

✓ جدا نشدن کروموزوم ها در آنافاز میتوز سبب می شود که یک سلول 2 برابر حالت عادی کروموزوم داشته باشد (4N) و سلول دیگر فاقد کروموزوم باشد

✓ جدا نشدن همه کروموزوم ها در آنافاز I میوز:

در نتیجه میوز I، 2 سلول به وجود می آید. سلول 2N و سلول فاقد کروموزوم.
سلول 2N طی میوز II به 2 یافته 2N تبدیل می شود. سلول فاقد کروموزوم تقسیم نمی شود.
*نتیجه: اگر این گامت 2N با یک گامت طبیعی N ترکیب شود، فرزند 3N فواید بود که عقیم است.

✓ اگر جدا نشدن همه کروموزوم ها در مرحله آنافاز II یکی از 2 سلول رخ دهد:
از 4 سلول حاصل؛ دو تا طبیعی (N) - یکی فاقد کروموزوم و یکی 2N فواید شد (2 تا غیر طبیعی).

✓ اگر جدا نشدن همه کروموزوم ها در مرحله آنافاز II هر دو سلول رخ دهد:
از 4 سلول حاصل، 2 تا فاقد کروموزوم هستند و 2 تا 2N هستند (هر 4 سلول غیر طبیعی هستند).

✓ جدا نشدن همه کروموزوم ها در هر دو آنافاز I و II رخ دهد: فقط یک سلول 4N کروموزوم دارد و بقیه سلول ها فاقد کروموزوم (همه سلول ها غیر طبیعی هستند).

ب- باهم ماندن کروموزوم ها:

- 1- یک یا چند کروموزوم در آنفاز (میوز و میتوز) از هم جدا نمی شوند.
- 2- نتیجه: کاهش یا افزایش یک یا چند کروموزوم.
- 3- مثال: نشانگان داون.

- ✓ با هم ماندن فقط یک جفت کروموزوم در آنفاز I:
- در پایان کل میوز: 2 سلول $n+1$ و 2 سلول $n-1$ فوهند بود.
- ✓ با هم ماندن فقط یک جفت کروموزوم در آنفاز II یکی از سلول ها:
- در پایان کل میوز: 2 سلول طبیعی و یک سلول $n+1$ و یک سلول $n-1$ فوهند بود.
- ✓ با هم ماندن یک جفت کروموزوم در آنفاز II هر دو سلول:
- در پایان کل میوز: 2 سلول $n+1$ و 2 سلول $n-1$ - هر چهار سلول، غیرطبیعی هستند.
- ✓ با هم ماندن یک کروموزوم در آنفاز میتوز:
- هر 2 سلول حاصل غیرطبیعی هستند: یکی $2n+1$ و دیگری $2n-1$.

* نشانگان داون:

1. یکی از گامت های پدر یا مادر به جای یک کروموزوم 21، 2 عدد داشته است.
 2. از عوامل مهم: سن بالای مادر هنگام بارداری (هر چه سن مادر بیشتر باشد احتمال فضای میوز هنگام تشکیل یافته های جنینی مادر بیشتر است).
 3. عوامل محیطی نیز سبب افتلال در میوز می شوند مثل:
 - 1- آلودگی 2- پرتوهای مضر 3- دقانیات 4- نوشیدنی های الکلی.
 4. مونگولیسیم = تریزومی 21 = نشانگان داون.
- وجود یک کروموزوم 21 اضافی (فرد به جای 2 عدد، 3 عدد کروموزوم 21 دارد) - این افراد $2n = 47$ هستند یعنی به جای 46، 47 عدد کروموزوم دارند.

✓ پسر داون: $45 + XY$ و دختر داون: $45 + XX$.

✓ احتمال باهم ماندن کروموزوم در زنان بیشتر از مردان است چون همه اووسیت های اولیه در همان دوره جنینی در پروفاز I متوقف هستند اما در مردان اسپرم ها همیشه تازه تولید می شوند.

✓ فعالیت 8 ص 96:

1. میزان افزایش درصد مبتلایان:

الف- در فاصله 35 تا 40 سالگی: 5 برابر می شود (از 1/2 % به 1%).

ب- در فاصله 40 تا 45 سالگی: 3 برابر می شود (از 1 به 3 درصد).

ج- در فاصله 45 تا 50 سالگی: 2/67 برابر می شود (از 3 به 8 درصد).

2. تا سن 35 سالگی میزان مبتلایان افزایش چندانی ندارد.

3. در هرود 50 سالگی نمودار متوقف می شود، چون زنان یائسه می شوند.

✓ یک سلول با میوز حداقل 4 عدد یافته ایبار می کند.

✓ یک سلول اسپرماتوسیت اولیه مرد با میوز حداقل 4 عدد یافته ایبار می کند که همه گامت (اسپرم) هستند و توانایی لقاح دارند.

✓ یک سلول اووسیت اولیه زن با میوز حداقل 3 عدد یافته ایبار می کند که فقط یکی گامت (تفمک) است و توانایی لقاح دارد - سایرین گویچه های قطبی هستند که از بین می روند.

✓ 4 عدد یافته ای که با میوز یک سلول اسپرماتوسیت اولیه مرد تولید می شوند از 2 نوع هستند (2 عدد آنها X دارند و 2 عدد آنها Y).

✓ 3 عدد یافته ای که با میوز یک اووسیت اولیه زن تولید می شوند:

ممکن است از یک نوع باشند (اگر آن زن از نظر همه ژن ها، ژنوتیپ فالص داشته باشد و

ممکن است از 2 نوع باشند (اگر آن زن حداقل از نظر یک ژن ژنوتیپ نافالص داشته باشد).

2ⁿ

✓ فرمول مناسبه حداقل انواع گامت هایی که یک فرد می تواند تولید کند:

که n یا تعداد صفات نافالص است و یا عددها پلوئید ← هر کدام را که کمتر بود در توان قرار می دهیم.