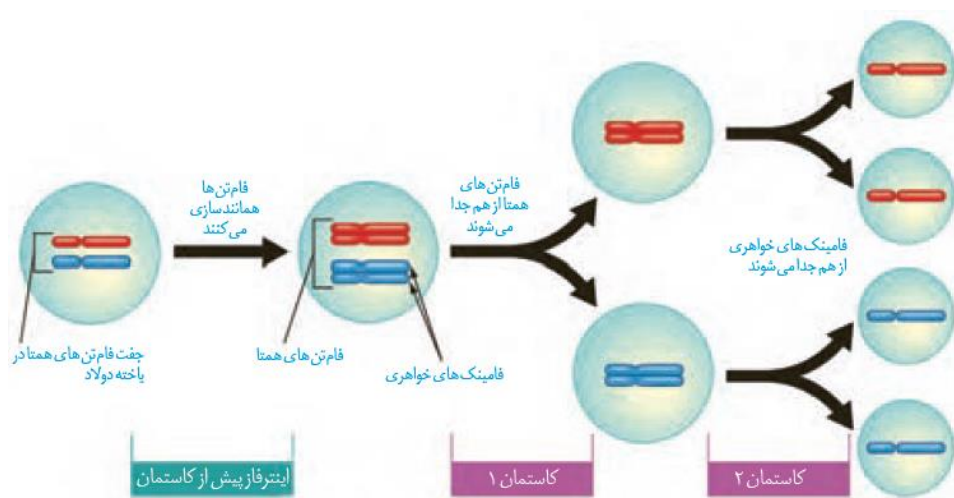


## کاستمان، کاهش تعداد فامتن‌ها

یاخته‌های مؤثر در تولید مثل جنسی با نوعی تقسیم کاهش‌ی به نام کاستمان ایجاد می‌شوند. چرا باید میوز رخ دهد؟ در تولید مثل جنسی، دو یاخته جنسی (گامت) با هم ترکیب و هسته‌های آن‌ها با هم ادغام می‌شوند. حال اگر هر کدام از این هسته‌ها  $n \times 2$  باشند، در هر نسل تعداد مجموعه‌های کروموزومی یاخته‌ها دوبرابر می‌شود. میوز (کاستمان) مانع این امر می‌شود.

## مراحل کاستمان

کاستمان از دو مرحله کلی کاستمان ۱ و ۲ تشکیل شده است؛ پس از تقسیم هسته نیز، تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود. پیش از این تقسیم نیز، مانند رشتمان، اینترفاز رخ می‌دهد.



## پروفاز I:

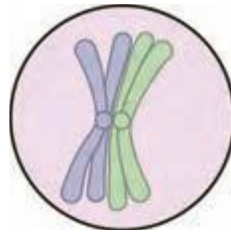
- فامتن‌های هم‌تازهم از طول کنار هم قرار گرفته، فشرده شده و ساختار چهارتاییه (تراد) را به وجود می‌آورند.
- جفت سانتیریول‌ها از هم دور می‌شوند و به قطبین می‌روند و در بینشان دوک‌های تقسیم تشکیل می‌شود.
- ترادها از ناحیه‌ی سانترومر به دوک‌های تقسیم متصل می‌شوند.

- غشای دولایه‌ی هسته شروع به تجزیه شدن می‌کند.

نکته: فرایند کراسینگ‌اور (جابجایی قطعات کروموزومی بین فام‌تن‌های هم‌تا) در این مرحله رخ می‌دهد.



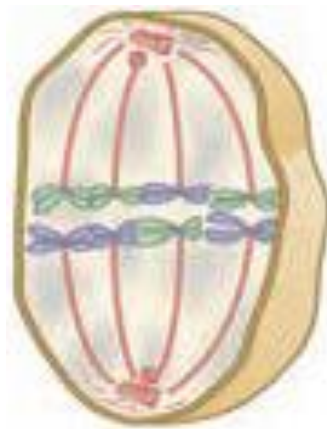
پروفاز ۱



تتراد

### متافاز I:

- ردیف شدن تترادها در سطح استوایی سلول به وسیله رشته‌های دوک در این مرحله رخ می‌دهد.
- فام‌تن‌ها حداکثر فشردگی را پیدا می‌کنند.



### آنافاز I:

- فام‌تن‌های هم‌تا که مضاعف شده‌اند، از هم جدا می‌شوند و به سمت قطبین یاخته حرکت می‌کنند.
- نحوه کوتاه شدن رشته‌های دوک، شبیه فرایند رشتمان (میتوز) است.

- فامتن‌های دو کروماتیدی در دو قطب سلول تجمع می‌ابند.



### تلوفاز I:

- تشکیل غشا هسته در اطراف فامتن‌های دو کروماتیدی رخ داده و به تدریج از بین رفتن رشته‌های دوک اتفاق می‌افتد.



نکته: معمولاً در پایان کاستمان ۱، تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود.

نکته: پس از پایان میوز I، به سرعت مرحله اینترفاز بعدی بدون وجود مرحله S بینابینی انجام می‌شود و سلول‌های دخترى هاپلوئید وارد مرحله میوز II می‌شوند. میوز II تقسیمی مشابه میتوز می‌باشد.

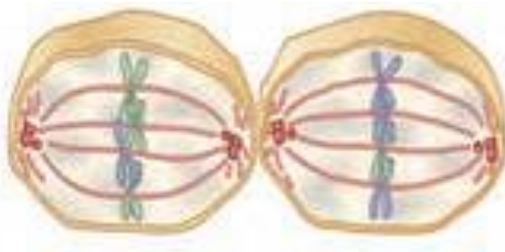
## پروفاز II

- تشکیل رشته‌های دوک در هر سلول دختری  $n$  کروموزومی (هاپلوئید) به وسیله سانتیریول‌ها اتفاق می‌افتد.
- غشا هسته تشکیل شده در مرحله تلوفاز میوز I، بار دیگر تجزیه می‌شود.
- نکته: قرار گرفتن کروموزوم‌های دو کروماتیدی در سطح استوایی یاخته در این مرحله رخ می‌دهد.



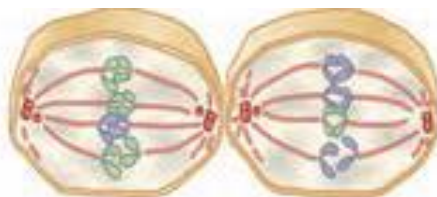
## متافاز II

- اتصال کروموزوم‌ها از ناحیه سانترومر به دورشته دوک که در قطبین سلول واقع شده‌اند.



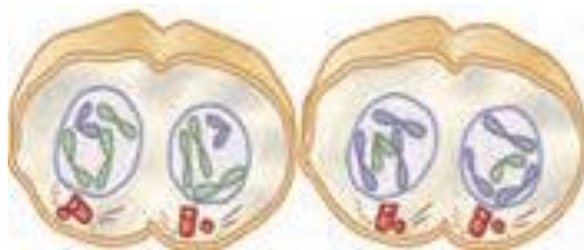
## آنافاز II

- جدا شدن کروماتیدهای خواهری کروموزوم از یکدیگر و در ادامه حرکت کروماتیدها به سمت قطب سلول همانند آنافاز تفسیم میتوز، اتفاق می‌افتد.



## تلوفاز II

- تشکیل پوشش هسته در اطراف کروموزوم‌های تک کروماتییدی و از بین رفتن رشته‌های دوک انجام می‌شود.
- کروماتیدها تبدیل به کروماتین می‌شوند و کروموزوم‌ها ناپدید می‌شوند و به این ترتیب بار دیگر غیرقابل رویت شده و در انتها از هر سلول دختری هاپلوئید، دو سلول دیگر ایجاد می‌شود.
- نکته: در پایان میوز از یک سلول دیپلوئید، چهار سلول هاپلوئید تشکیل می‌شود.



## تغییر در تعداد فامتن‌ها:

گرچه تقسیم یاختهای با دقت زیاد انجام می‌شود، ولی به ندرت ممکن است اشتباهاتی در روند تقسیم رخ دهد.

## انواع خطاهای کاستمانی:

### ۱. چند لادی شدن:

- یعنی سلول به حالت پلی‌پلوئیدی درآید.
- **علت وقوع:** اگر در مرحله‌ی آنافاز همه فامتن‌ها بدون این‌که از هم جدا شوند به یک یاخته بروند، آن یاخته دو برابر فامتن خواهد داشت و یاخته‌ی دیگر فاقد فامتن خواهد بود.
- در آزمایشگاه می‌توان با تخریب رشته‌های دوک تقسیم این وضعیت را ایجاد کرد و سلول چندلادی ایجاد کرد.

- به یاخته یا جاننداری که یاخته‌های آن بیش از دو مجموعه فام‌تن داشته‌باشد، چندلاد گفته می‌شود.

مثال: گندم زراعی  $n=6$  و موز  $n=3$  است که چندلاد محسوب می‌شوند.

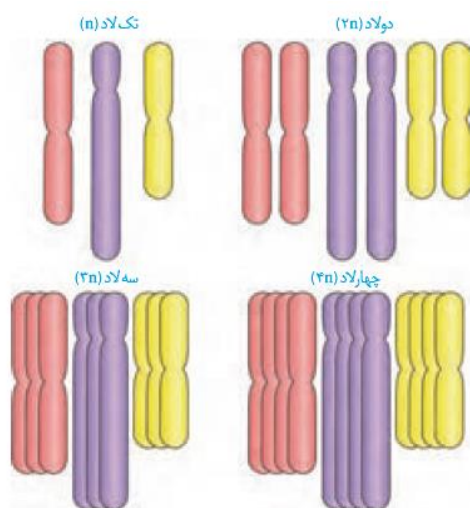
## ۲. با هم ماندن فام‌تن‌ها:

علت وقوع: در این حالت، یک یا چند فام‌تن در مرحله آنافاز تقسیم می‌توز یا میوز از هم جدا نمی‌شوند.

نتیجه وقوع: در یاخته‌های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند فام‌تن مشاهده می‌شود.

داون

مثال: سندرم (نشانگان)



## سندرم داون:

- افراد مبتلا به داون، در یاخته‌های پیکری خود ۴۷ فام‌تن دارند.
- فام‌تن اضافی مربوط به شماره ۲۱ است.
- یاخته‌های پیکری این افراد به‌جای دو عدد کروموزوم ۲۱، سه عدد از آن را دارند.
- علت وقوع: یکی از یاخته‌های جنسی (گامت) به‌وجود آورنده‌ی فرد داون، به‌جای یک عدد کروموزوم ۲۱، دو عدد از آن را دارا بوده و به سلول تخم (زیگوت) منتقل کرده‌است. از

طرفی گامت دیگر حاوی یک کروموزوم ۲۱ بوده بنابراین سلول تخم دارای سه عدد کروموزوم ۲۱ می‌شود.

\*عوامل به وجود آورنده:

- بالا بودن سنّ مادران در هنگام بارداری از عوامل مهم بروز این بیماری است.
  - عوامل محیطی نیز می‌توانند موجب اختلال در تقسیم کاستمان شوند. مثل: دخانیات، الکل، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی‌ها نیز می‌توانند در روند جدا شدن فام‌تن‌ها در هر دو جنس، اختلال ایجاد کنند.
- نکته:** احتمال تولد فرزند مبتلا به سندرم داون در یک مادر ۵۰ ساله، ۸ درصد و در یک مادر ۴۵ ساله، ۳ درصد می‌باشد.

### کاریوتیپ:

- تصویری است از کروموزوم‌های در حال تقسیم که برحسب اندازه و شکل ردیف شده‌اند و به ترتیب طول، از بزرگ‌ترین به سمت کوچک‌ترین نام‌گذاری می‌شوند.
- کاربرد: تجزیه و تحلیل ناهنجاری در تعداد کروموزوم به وسیله مطالعه این کروموزوم‌ها، توسط میکروسکوپ انجام می‌شود.
- نکته: از طریق کاریوتایپ می‌توان جهش‌های جابجایی و مضاعف شدن و حذف را نیز شناسایی کرد. چون شکل کروموزوم تغییر
- می‌کند. در اصل می‌توان گفت جهش‌های کروموزومی قابلیت بررسی دارند.
- نکته: بهترین زمان برای تهیه کاریوتیپ، مرحله متافاز میتوز می‌باشد. چون حداکثر فشردگی کروموزوم‌ها در این مرحله رخ می‌دهد.

