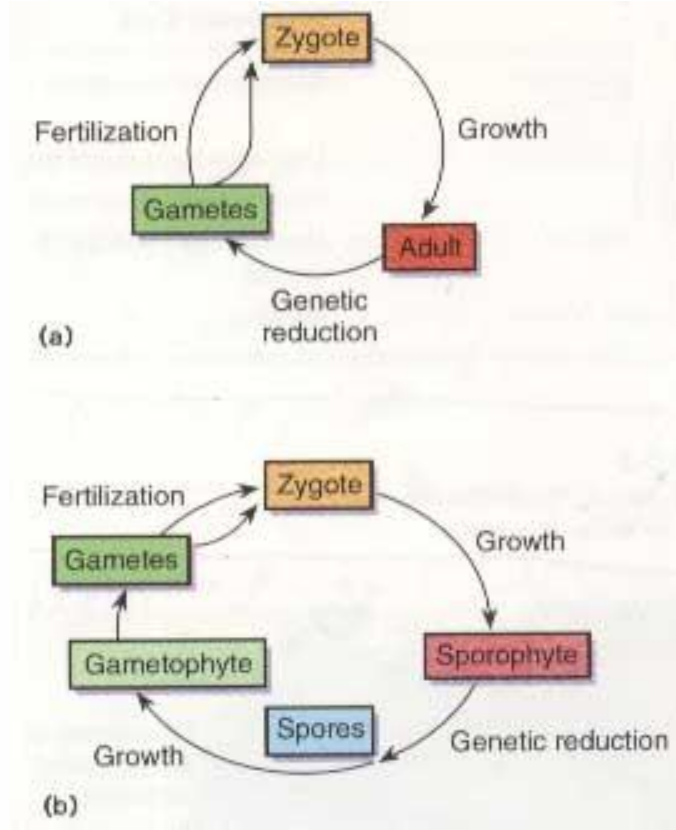


کروموزومها

زیگوت، یا تخمک لقاح یافته، در موجودات عالی نقطه آغاز بیشتر چرخه های زندگی می باشد. این زیگوت به دفعات تقسیم می شود تا یک موجود بالغ را بسازد. در جانوران، موجود بالغ گامتها را تولید می کند تا از ترکیب آنها یک زیگوت بوجود آید و چرخه زندگی مجدداً آغاز شود. در گیاهان، موجود بالغ همان اسپوروفیت می باشد که هاگ ها را طی فرایند تقسیم میوز که همراه با کاهش تعداد کروموزومها می باشد تولید می کند. سپس این هاگها گامتوفیت را بوجود می آورند که این گامتوفیت ممکن است وابسته به اسپوروفیت یا مستقل از آن باشد. گامتوفیت طی تقسیم میتوز (همراه با حفظ تعداد کروموزومها) گامت ها را بوجود می آورد که از ترکیب آنها زیگوت ساخته می شود شکل ۱





چرخه زندگی معمول در جانوران (a) و گیاهان (b)

فرایند تقسیم سلول شامل دو بخش است: تقسیم هسته و تقسیم سیتوپلاسم. تقسیم هسته (*karyokinesis*) خود دو نوع است: میتوز و میوز. در تقسیم میتوز، سلولهای مادر و دختر دارای کروموزومهای یکسان هستند. ولی در تقسیم میوز، تعداد کروموزومی در سلولهای دختر (گامتها در جانوران و هاگ ها در گیاهان) تقریباً نصف تعداد کروموزومهای سلول مادر. که این امر برای حفظ تعداد کروموزومها از یک نسل به نسل دیگر است. در تقسیم سیتوپلاسم (*cytokinesis*)، سیتوپلاسم سلول مادر به دو قسمت که الزاماً با هم برابر نیستند تقسیم می شود و دو سلول جدید بوجود می آورد. در این فصل فرایندهایی را که در میتوز و میوز اتفاق می افتد و باعث توزیع مناسب کروموزومی بین سلولهای دختر می شوند را بررسی می کنیم. در ضمن به رابطه بین

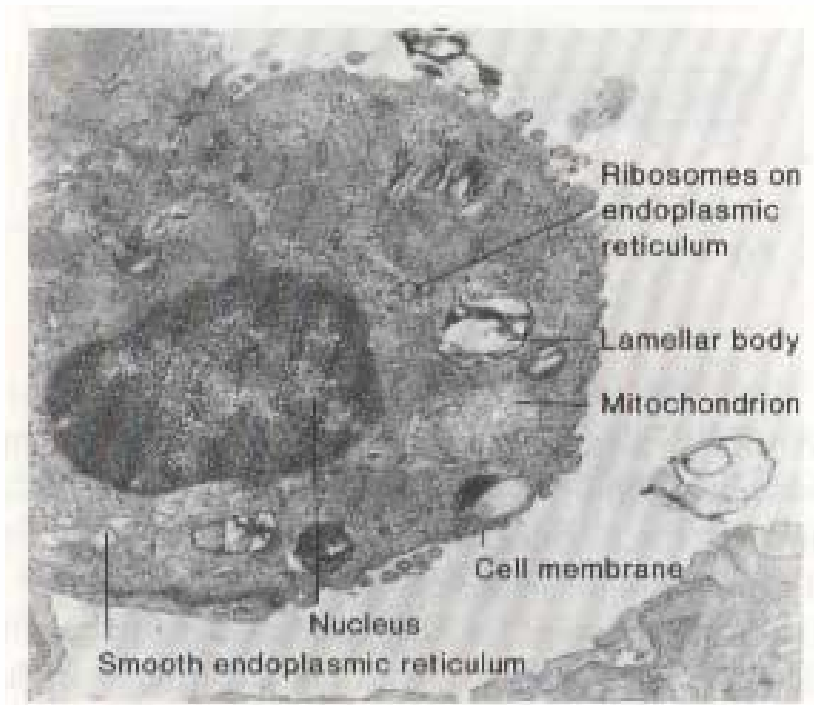
فرایند های میوز و قوانین مندل توجه کنید. در واقع قوانین مندل پس از اینکه به مدت ۳۴ سال نادیده گرفته شده بودند دوباره کشف شدند. یکی از دلایل عمده این امر، این بود که در سال ۱۹۰۰، بسیاری از فرایندهایی که کروموزومها از آنها پیروی می کنند توضیح داده شد. با این کشف، یک اساسی فیزیکی برای ژنها پیدا شده بود. در واقع رفتار کروموزومها در فرایند تشکیل گامت، با رفتاری که مندل برای ژنها در فرآیند تشکیل گامت پیش بینی کرده بود تطابق کامل داشت. در این فصل، شکل و ویژگی های ظاهری کروموزومها و رفتار آنها در طی تقسیم سلولهای پیکری (*somatic*) و تشکیل گامت و هاگ مورد بررسی قرار می گیرند. زیست شناسان جدید موجودات زنده را در دو دسته بزرگ طبقه بندی کرده اند: یوکاریوتها که در سلولهای خود هسته واقعی دارند و پروکاریوتها که فاقد هسته واقعی اند. جدول ۲

	Prokaryotic Cells	Eukaryotic Cells
<i>Taxonomic Groups</i>	Bacteria and blue-green algae (monera)	All plants, fungi, animals, protists (according to Whittaker's five-kingdom classification scheme)
<i>Size</i>	Less than 5 μm in greatest dimension	Greater than 5 μm in smallest dimension
<i>Nucleus</i>	No true nucleus, no nuclear membrane	Nuclear membrane
<i>Genetic Material</i>	One circular molecule of DNA, little protein	Linear histone-containing nucleoproteins
<i>Mitosis and Meiosis</i>	Absent	Present

تفاوتهای سلولهای یوکاریوتی و پروکاریوتی

باکتریها و جلبکهای سبز-آبی پروکاریوت هستند تمام موجودات زنده عالی تر یوکاریوت هستند. در پروکاریوتها ماده ژنتیکی یک حلقه از جنس *DNA* (و اکسی ریبونوکلیک اسید) می باشد. اگر چه حلقه های فرعی دیگری از *DNA* که پلازمید نامیده می شوند هم غالباً در سلولهای پروکاریوتی یافت می شوند. در یوکاریوتها، ماده ژنتیکی که درون هسته قرار دارد، عمدتاً با دسته ای از پروتئین به نام *nucleoprotein* مخلوط

شده است. شکل 3.



(سلولهای ریه موش با بزرگنمایی ۴۲۷۰)

در این فصل به به فرایندهای تقسیم هسته در یوکاریوتها دقت می کنیم.

کروموزومها:

کروموزومها توسط *C.nageli* در سال ۱۸۴۲ کشف شدند. کلمه کروموزوم توسط *W.Waldeyer* در سال

۱۸۸۸ ابداع شد و این کلمه به معنی (جسم رنگ شده) می باشد. علت این نامگذاری آنست که کروموزومها بوسیله

فرایندهایی در *histology* بصورت رنگی از سایر اجزای سلول متمایز می شوند. بخش نوکلئوپروتئینی کروموزوم

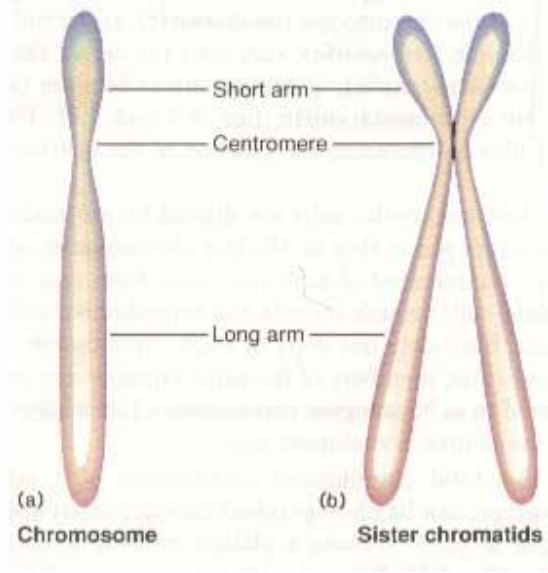
کروماتین (*chromatin*) نامیده می شود.

هر چند همه یوکاریوتی کروموزوم دارند، اما در اینترفاز (زمانی که سلول هنوز به مرحله تقسیم وارد نشده است)، کروموزومها به صورت رشته هایی بسیار نازک و دراز و غیر قابل شناسایی در هسته پراکنده اند. هر کروموزوم، به جز در مواردی معدود و استثنایی، دارای یک نقطه اتصال مشخص به رشته هایی است که دوک تقسیم را می سازند (در تقسیم میتوز و یا میوز). در موارد استثنای مذکور، کروموزومی در طول خود دارای چند نقطه اتصال به رشته های سازنده دوک تقسیم می باشند. نقاط اتصال، *kinetochore* نامیده می شوند و به ناحیه فشرده ای از کروموزوم که اتصال در آن رخ می دهد، *centromer* گویند.

به نظر می رسد *kinetochore* ها از پروتئین و RNA تشکیل شده باشند. کروموزومی را می توان با توجه به محل *centromer* آنها به ۴ دسته تقسیم کرد: در کروموزومهای *metacentric*، *centromer* در وسط کروموزوم قرار دارد. اگر *centromer* در انتهای کروموزوم باشد آن کروموزوم از نوع *telocentric* می باشد. در کروموزومهای *centromer*، *acrocentric* بسیار نزدیک به انتها قرار دارد. اگر *centromer* در محلی مابین محل های ذکر شده قرار داشته باشد کروموزوم از نوع *subtelocentric* یا *sabmetacentric* خواهد بود شکل های ۴ و ۵.

(شکل ۴)

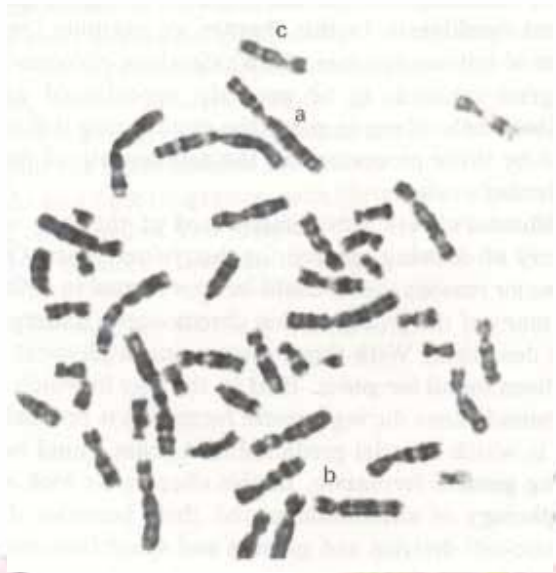




(کروموزوم *subtelocentric* (a) کروموزوم *sabmetacentric* در ابتدای میتوز. بهترین زمان برای دیدن کروموزوم، هنگامی

است که کروموزوم مضاعف شده است ولی کروماتیدهای خواهری آن از یکدیگر جدا نشده اند.)

(شکل ۵)

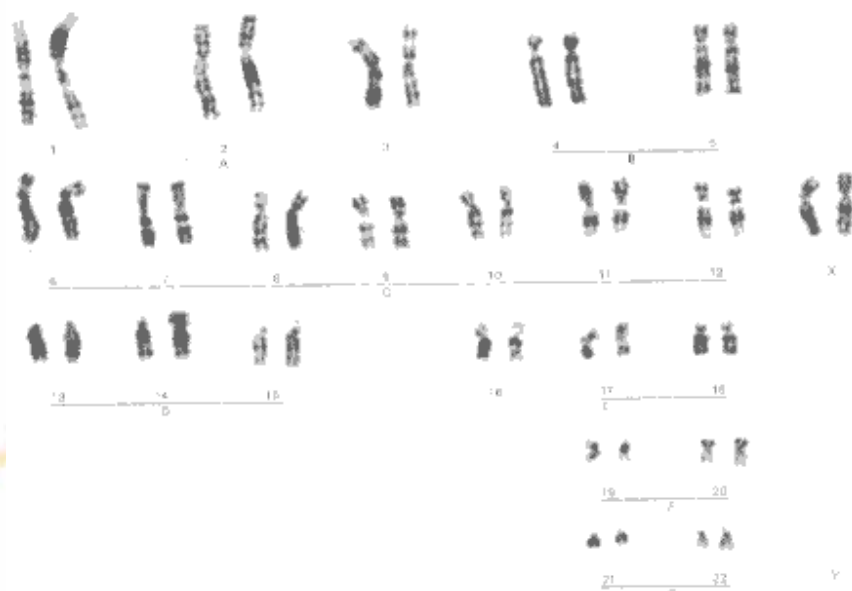


(کروموزومهای *metacentric* (a) و *sabmetacentric* (b) و *acrocentric* (c) در انسان. به استثنای

کروموزومهای *telocentric*، *centromer* کروموزوم را به دو بازو تقسیم می کند.)

برای هر کروموزوم معین، محل قرار گیری *centromer* ثابت می باشد.

بیشتر یوکاریوت ها قبل از تقسیم هسته دیپلوئید هستند. یعنی همه کروموزومهای آنها بصورت جفتی یا دو تایی هستند که در هر جفت کروموزوم، یکی از یک والد و دیگر از والد دیگری آمده است. سلولهای پلوئید مثل سلولهای تولید مثلی (گامتها) از هر کروموزوم فقط یک نسخه دارند در حالت دیپلوئیدی به کروموزوم هایی که با هم جفت هستند کروموزومهای همتا یا همولوگ گفته می شود. به هر جفت کروموزوم همتا یک جفت همولوگ (*homologous pair*) نیز گفته می شود. مجموعه کروموزومهای یک سلول *karyotype* نامیده می شود. می توان در طی میتوز از *karyotype* سلول عکسبرداری کرد و سپس تصویر هر کروموزوم را جدا کرده و کروموزومهای همتا را در کنار یکدیگر قرار دارد. به تصویر حاصل *idiogram* گویند (شکل ۶)



(*idiogram* تهیه شده از *karyotype* یک انسان مونث (دارای دو کروموزوم X و فاقد کروموزوم Y)

انسان مذکر دارای یک کروموزوم X و یک کروموزوم Y است. کروموزوم ها با توجه به طول آنها و محل قرار

گیری *centromer* آنها ($Y, X, A-G$) طبقه بندی شده اند.)

با دیدن *idiogram* می توان برخی ناهنجاری های کروموزومی از قبیل تعداد غیر عادی کروموزومها را

تشخیص داد. همچنین از روی *idiogram* می توان به جنسیت موجود مورد نظر پی برد. همانگونه که در شکل ۶

مشاهد می کنید، همه جفت کروموزومهای همولوگ، از کروموزومهای مشابه تشکیل شده اند که به آنها

homomorphic chromosomes گویند. یک استثنا برای این قاعده کروموزومهای جنسی می باشند که در برخی

گونه ها اندازه یکتا و متفاوتی از بقیه کروموزومی دارند و بنابراین *heteromorphice chromosomes* نامیده می

شوند.

تعداد کروموزومهای افراد یک گونه معین، ثابت می باشد. بعضی گونه ها بیشتر در حالت هاپلوئیدی وجود

دارند و یا بازه های زمانی بزرگی از چرخه زندگی خود را در حالت هاپلوئیدی سپری می کنند. مثلاً کپک ارغوانی

نان (*Neurospora crassa*) که نوعی قارچ می باشد، در حالت هاپلوئیدی دارای کروموزومی ۷ می باشد

($n = 7$). بنابراین عدد دیپلوئیدی برابر ۱۴ خواهد بود. ($2n = 14$). عدد دیپلوئیدی چند گونه در جدول ۷ آورده

شده است. (جدول ۷)



TABLE 3.2 Chromosome Number for Selected Species ($2n$ Is the Diploid Complement)

Species	$2n$
Human being (<i>Homo sapiens</i>)	46
Garden pea (<i>Pisum sativum</i>)	14
Fruit fly (<i>Drosophila melanogaster</i>)	8
House mouse (<i>Mus musculus</i>)	40
Roundworm (<i>Ascaris sp.</i>)	2
Pigeon (<i>Columba livia</i>)	80
Boa constrictor (<i>Constrictor constrictor</i>)	36
Cricket (<i>Gryllus domesticus</i>)	22
Lily (<i>Lilium longiflorum</i>)	24
Indian fern (<i>Ophioglossum reticulatum</i>)	1,260

(عدد دیپلوئیدی برای گونه های انتخاب شده. توجه کنید که عدد آورده شده برای سرخس (*fern*) بیشترین عدد مشاهده شده

می باشد)

در سلولهای یوکاریوتی، ماده ژنتیکی به دو طریق بین سلولهای دختر توزیع می شود، روش اول تقسیم ساده یک سلول و به دو سلول می باشد. در این فرایند دو سلول دختری باید تعداد دقیقاً برابری از کروموزمها را از سلول مادری دریافت کنند. فرایند سلولی متناظر، تقسیم ساده سلول و فرایند هسته ای متناظر که همراه با فرایند سلولی رخ می دهد میتوز است. در روش دیگر، ماده ژنتیکی که به هر سلول دختری می رسد باید دقیقاً نصف ماده ژنتیکی سلول مادر باشد تا با لقاح گامتها: سلول زیگوت تشکیل شده دارای همان عدد دیپلوئیدی سلول مادری باشد. فرایند سلولی متناظر با این روش در جانوران تولید گامت و در گیاهان تولید هاگ می باشد. فرایند هسته ای متناظر، میوز است. کلمه میتوز (*mitosis*) که توسط Flemming در دهه ۱۸۸۰ ابداع شد، از معادل یونانی رمسیان گرفته شده است که منظور از آن همان کروموزوم می باشد. کلمه میوز (*meiosis*) از معادل یونانی کاهش یافتن ساخته شده است.

کروموزومی در هر دو فرایند تقسیم هسته از هم جدا می شوند. تقسیم سیتوپلاسم سلول در مقایسه با تقسیم هسته، کمتر سازمان یافته است. در سلولهای جانوری غشای سلول با انقباض و تنگ شدن در یک نقطه سیتوپلاسم را کم و بیش به دو قسمت مساوی تقسیم می کند. در سلولهای گیاهی، تقسیم سیتوپلاسم را تشکیل یک دیواره سلولی انجام می شود.

ابتدا فرایند میتوز را بررسی می کنیم و در آن بیشتر تاکید روی رفتار کروموزومی خواهد بود زیرا این رفتار

کروموزومی است که بر روش قوانین ژنتیکی دلالت می کند. در این کتاب چندان به جزئیات سلولی نمی پردازیم.

