باب 10

# خلوی دور اور خلوی تقسیم

# (Cell Cycle and Cell Division)


10.1 خلوی دور
9.2 ایم فیز
9.3 مائی ٹوسس کی اھمیت
9.4 میوسس
9.5 میوسس کی اھمیت


کیا آپ جانتے ہے کہ سارے جاندار یہاں تک کہ ان میں سب سے بڑے، اپنی زندگی کی ابتداء ایک اکیلے خلیہ سے کرتے ہیں۔ آپ کو تعجب ہوگا کہ کیسے ایک اکیلا خلیہ بڑا جسم بناتا ہے۔ نمو اور تولید خلیے کی، حقیقت میں ہر جاندار کی خاصیت ہے۔ سبھی خلیوں کی پیدائش مادری خلیوں کے دو حصوں میں تقسیم ہونے سے ہوتی ہے۔ یہ سارے نئے خلیے کی نمو اور تقسیم سے خلیوں کی آبادی بڑھتی ہے۔ خلیہ کی نمو اور تقسیم کا یہ دور کروڑوں خلیوں کو پیدا کرتا ہے۔

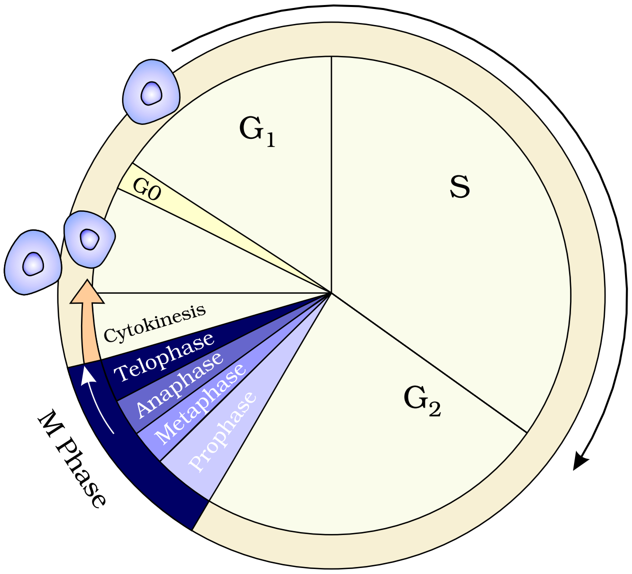
## 10.1 خلوی دور (Cell Cycle)

سارے جاندار چیزوں میں خلوی تقسیم ایک بہت اہم عمل ہے۔ خلیہ کے تقسیم کے دوران DNA کی نقش ثانی (Replication) اور خلیہ کی بڑھوتری ہوتی ہے۔ یہ سارے عمل یعنی خلیہ کی تقسیم، DNA کی نقش ثانی اور خلیہ کی بڑھوتری کو باہمی ربط کے ساتھ ہونا ہوتا ہے تاکہ صحیح تقسیم ہو اور نئے خلیوں میں وہ ساری جینی خوبیاں موجود ہوں جو ان کے مادری خلیہ کو بتاتا ہے۔ وہ ترتیب جس سے ایک خلیہ کا جینوم (Genome) دوگنا ہو جاتا ہے، خلیہ کے لیے اور دوسری چیزیں بنتی ہیں اور خلیہ تقسیم ہوکر دو دختر خلیے بناتا ہے، خلوی دور (Cell Cycle) کہلاتا ہے۔ جب کہ نمو خلیہ (Cell Growth) ایک (Cytoplasmic Increase کے حساب سے) مسلسل عمل ہے۔ DNA کی تالیف (Synthesis) ایک خاص مرحلہ (Stage) میں ہی ہوتی ہے۔ نقش شدہ کروموزوم (DNA) پھر دختر خلیے کے درمیان تقسیم کر دیے جاتے ہیں جو بہت ہی مشکل طریقے سے ہوتا ہے۔ یہ سارے عمل جینی کنٹرول میں ہوتے ہیں۔

### 10.1.1 خلوی دور کے مرحلے
### (Phases of Cell Cycle)

ایک عام یوکیریوٹی خلوی دور کا مظاہرہ انسانی خلیہ کے کلچر (Culture) کے ذریعہ بخوبی ہوتا ہے۔
ان سبھی خلیوں کی تقسیم لگ بھگ ہر 24 گھنٹے میں ایک بار ہوتی ہے (شکل 10.1)۔ حالانکہ خلوی دور کی الگ الگ جانداروں اور الگ الگ قسم کے خلیے میں الگ الگ ہوتی ہے۔ جیسے Yeast میں خلوی دور کا وقفہ تقریباً 90 منٹ ہوتا ہے۔ خلوی دور دو ابتدائی حصوں میں بٹا ہوتا ہے۔

- میٹوسس فیز (Mitosis Phase)
- انٹر فیز (Inter Phase)




**شکل 10.1** خلوی دور کا خاکہ جس میں ایک خلیہ سے دو خلیے کو بنتے دکھایا جا رہا ہے

ایم فیز (M Phase) دراصل خلیہ کی صحیح تقسیم یا خیطی تقسیم (Mitosis) کو بناتا ہے اور انٹر فیز دولگاتار ایم فیز کے بیچ کے حصہ کو بتاتا ہے۔ یہ بہت اہم ہے کہ 24 گھنٹے میں جو کہ انسان کے خلوی دور کا وقفہ اوسط وقفہ ہے، خلیے کا تقسیم صرف ایک گھنٹہ میں ختم ہو جاتا ہے۔ انٹر فیز (Inter Phase) خلوی دور کے مکمل اوقات کا 95 فی صدی سے زیادہ وقت لیتا ہے۔
ایم فیز مرکزہ تقسیم کے ساتھ شروع ہوتا ہے جس میں دختر کروموزوم الگ ہوتے ہیں (Karyokinesis) اور سائٹوپلازم کے تقسیم سائٹوکائینس کے ساتھ ہی ختم ہوتا ہے۔ اسی لیے انٹر فیز (Inter Phase) کو مرحلہ سکون (Resting phase) کہا جاتا ہے۔ یعنی یہ وہ وقت ہے جس کے دوران خلیہ تقسیم کے لیے تیار ہوتا ہے۔ جس میں دونوں خلیہ کی بڑھوتری اور DNA کی نقش ثانی ہوتی ہے۔
Inter Phase کو پھر تین حصے میں تقسیم کیا جاتا ہے۔

- جی ون فیز **G1 Phase (Gap I)**
- ایس فیز **S Phase (Synthesis)**
- جی ٹو فیز **G2 Phase (Gap 2)**

G1 Phase - Mitosis اور DNA کی نقش ثانی کے بیچ کے درمیان کو کہتے ہیں، جی ون فیز (G1 Phase) کے دوران خلیہ Metaboli Cally Active ہوتا ہے اور لگا تار اس کی بڑھوتری ہوتی ہے لیکن DNA کی نقش ثانی نہیں ہوتی ہے۔ ایس فیز (Synthesis Phase) کے دوران DNA کی نقش ثانی ہوتی ہے۔ اس وقت میں ایک خلیہ کے DNA کی مقدار دوگنی ہو جاتی ہے۔ اگر شروع میں DNA کی مقدار 2C ہو تو یہ بڑھ کر 4C ہو جاتی ہے۔ لیکن کروموزوم کی تعداد (Chromosome Number) میں کوئی تبدیلی نہیں ہوئی ہے۔ اگر خلیہ کے اندر G1 Phase میں کروموسوم (Chromosmes) کا عدد 2n ہو تو ایس فیز (S Phase) کے بعد بھی 2nChromosomes ہی ہوتا ہے۔

پودے اور جانور کس طرح زندگی بھر نمو پاتے ہیں؟ کیا پودوں میں تمام خلیے ہر وقت تقسیم ہوتے ہیں؟ کیا آپ سمجھتے ہیں کہ پودوں اور جانوروں کے تمام خلیوں کی تقسیم کا سلسلہ جاری رہتا ہے۔ کیا آپ اعلیٰ پودوں میں ان خطوں کا نام اور بافت کی جگہ بتا سکتے ہیں جہاں خلیے زندگی بھر تقسیم ہوتے رہتے ہیں؟ کیا جانوروں میں بھی اسی طرح کی میریسٹمیٹک بافت ہوتے ہیں؟

آپ نے پیاز کی جڑ کے سرے کے خلیوں میں خلوی تقسیم کا مطالعہ کیا ہے۔ اس کے ہر خلیے میں 14 کروموزوم ہوتے ہیں۔ کیا آپ بتا سکتے ہیں کہ خلیے میں $G_1$ فیز، S فیز اور M فیز کے بعد کتنے کروموزوم ہوں گے؟ اور یہ بھی بتایئے کہ خلیے میں $G_1$، $G_2$ کے وقت ڈی این اے کی مقدار کیا ہوگی اگر M فیز کے بعد ڈی این اے کی مقدار 2C ہے؟

خلیہ حیوانات میں ایس فیز کے دوران جیسے ہی DNA کی نقش ثانی مرکزہ میں شروع ہوتی ہے ویسے ہی Cytoplasm, Centrioles میں نقش ثانی شروع کرتا ہے۔ $G_2$ فیز کے دوران Mitosis شروع ہونے کے لیے Proteins بنتا ہے جبکہ خلیہ کی بڑھوتری جاری رہتی ہے۔

کچھ بالغ حیوانات کے خلیے میں تقسیم ظاہر نہیں ہوتا ہے، جیسے خلیہ دل (Heart Cells) میں اور بہت سارے خلیے جس میں تقسیم اتفاقاً ہوتا ہے جیسے کی خلیے کے خاتمہ یا زخمی ہونے کی وجہ سے غائب خلیہ کو تبدیل کرنے کے لیے ضرورت پڑتی ہے۔ اس طرح کا خلیہ جس میں تقسیم نہیں ہوتی ہو وہ G1 Phase کو چھوڑ کر ایک Incetive Stage میں داخل ہوتا ہے جسے Quiescent Stage (Go) کہتے ہیں۔ خلیہ اس مرحلہ میں Metoboli cally Active ہوتا ہے لیکن اس کی بڑھوتری تب تک نہیں ہوتی ہے جب تک کہ جاندار چیزوں کی ضرورت نہ ہو۔ حیوانات میں Mitotic خلوی تقسیم صرف Diploid Somatic Cells میں ہوتا ہے۔ جب کی نباتات میں Haploid, Mitotic Divisions اور Diploid دونوں میں ہوتا ہے۔

## 10.2 ایم فیز (M Phase)

یہ خلوی دور کا بہت ہی اہم حصہ ہے جس کے دوران خلیہ میں سبھی Components اچھی طرح سے Reorganise ہو جاتا ہے۔ چونکہ Parent اور پروگینسی (Progency) خلیے میں کروموزومس کی تعداد برابر ہوتی ہے۔ اس لیے اسے تقسیم مساواتی بھی کہتے ہیں۔ پھر بھی آسانی کے لیے Mitosis کو چار حصوں میں بانٹا گیا ہے۔ یہ سمجھنا بہت ضروری ہے کہ خلیوں کی تقسیم ایک Progressive Process ہے۔ Mitosis کو چار مندرجہ ذیل حصوں میں بانٹا گیا ہے۔

- **پروفیز (Prophase)**
- **میٹافیز (Metaphase)**
- **اِنافیز (Anaphase)**
- **ٹیلوفیز (Telophase)**

### 10.2.1 پروفیز (Prophase)

پروفیز جو Mitosis کا پہلا لمبا مرحلہ ہے، انٹر فیز کے S اور G2 فیز کے درمیان آتا ہے۔ S اور G2 مرحلہ میں بنے نئے DNA مولیکیولس بالکل صاف نہیں ہوتے مگر گتھے ہوتے ہیں۔ پروفیز (Prophase) کی شروعات کروموزومس کے تکثیف (Condensation) سے ہوتا ہے۔ کرومیٹن کے تکثیف کے عمل کے دوران کروموزومل اشیاء سلجھ کر سیدھی ہوتی ہے (شکل 10.2a)۔ Centriole جس کا انٹر فیز کے ایس فیز (S Phase) کے دوران نقش ثانی ہوتا ہے، اب خلیہ کے الٹے قطب (Opposite Poles) کی طرف جانا شروع ہوتا ہے۔ پروفیز کے مکمل ہونے کو مندرجہ ذیل خوبیوں سے سمجھا جاسکتا ہے۔

- کروموزوم دو کرومیٹڈ (Chromatids) کا بنا ہوتا ہے جو سینٹرومیر (Centromere) سے جڑا ہوتا ہے۔
- اس عمل میں Mitotic Spindle کے ملنے کی شروعات، Microtubules اور خلیے کے سائٹوپلازم کا پروٹینی عوامل مدد کرتا ہے۔ پروفیز کے خاتمہ کے دوران اگر خلیہ کو خوردبین میں دیکھا جائے تو اس میں اینڈوپلازمک Nucleolus, Reticulum, Golgi Complexses اور Nuclear Envelope نہیں ہوتا ہے۔

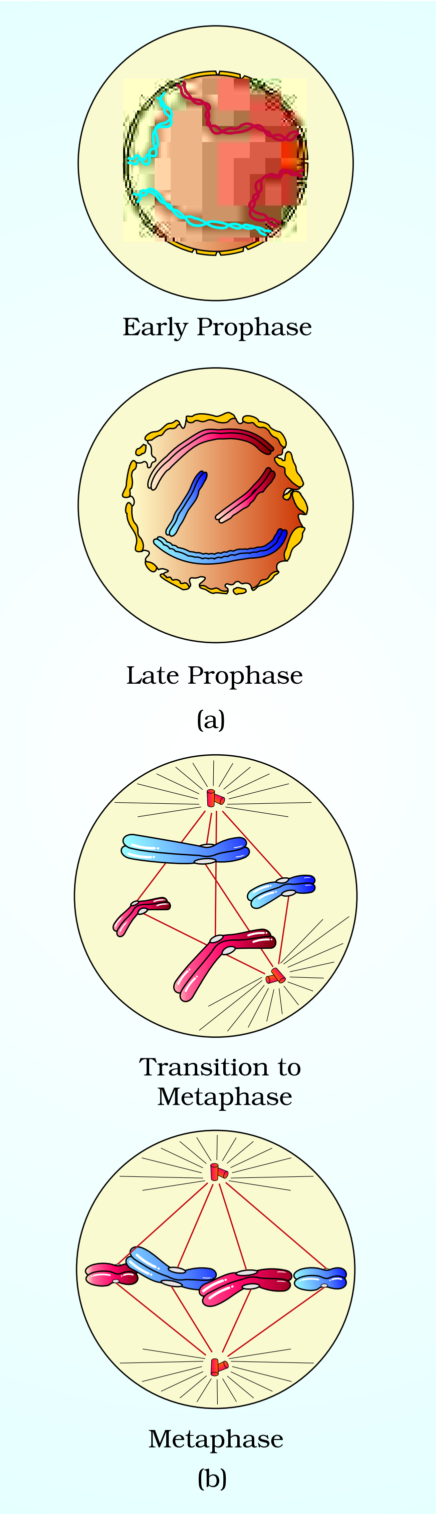
### 10.2.2 میٹا فیز (Metaphase)

نیوکلیئر اینولپ (Nuclear Envelope) کا پوری طرح خاتمہ ہونے کا مطلب مائٹوسس کا دوسرا فیز شروع ہونا ہے۔ اس دوران خلیہ کے سائٹوپلازم میں کروموزوم بکھرا ہوتا ہے۔ اس اسٹیج کے دوران کروموزوم پوری طرح کنڈینس ہو جاتا ہے اور اس دوران مائکرواسکوپ کے ذریعے اسے اچھی طرح دیکھ سکتے ہیں۔ اس وقت کروموزوم کی باہری بناوٹ کو آسانی سے پڑھ سکتے ہیں۔ اس دوران میٹا فیز کروموزوم دو Sister Chromatids کا بنا ہوتا ہے جو سینٹرومیر کے ذریعے ایک دوسرے سے جڑا ہوتا ہے (شکل 10.2,b)۔ سینٹرومیر کی سطح پر جو چھوٹی ڈسک کی شکل کی بناوٹ ہوتی ہے اسے کائنیٹو کور (Kineto chores) کہتے ہیں۔ یہ وہ جگہ ہے جہاں کروموزوم اسپنڈل فائبرس سے جڑا ہوتا ہے (جو Microtubules کا بنا ہوتا ہے)۔ میٹا فیز (Metaphase) کے دوران کروموزوم خط استواء پر سج جاتا ہے۔ دراصل ہر ایک کروموزوم کا ایک Chromatid جو اپنے کائنیٹو کور کے ذریعہ ایک قطب سے اور دوسرا کرومیٹڈ دوسرے قطب سے جڑا ہوتا ہے (شکل 10.2b)۔ میٹا فیز میں کروموزوم کا پلین میں سجنا میٹا فیز پلیٹ کہلاتا ہے۔ میٹا فیز کی خصوصیت مندرجہ ذیل ہے:

- مائکروٹیوبل (Microtubules)، کروموزومس کے کائنیٹو کور سے جڑا ہوتا ہے۔
- Spindle Equator کروموزومس کی طرف جاتا ہے اور میٹا فیز پلیٹ پر اس طرح سج جاتا ہے کہ اس کا مائیکروٹیوبل اس کے دوران دونوں قطب (Poles) کی طرف ہوتا ہے۔

### 10.2.3 اینا فیز (Anaphase)

اینا فیز کے آغاز ہوتے ہی ہر ایک کروموزوم جو میٹا فیز پلیٹ پر سجا ہوتا ہے ایک ساتھ ٹوٹتا ہے اور یہ دو دختر کرومیٹڈ (Daughter Chromoatids) جو مستقبل کے دختر مرکزہ (Daughter Nuclei) کا کروموزوم ہے دو Opposite Poles کی طرف چلنا شروع کرتا ہے۔ اس میں ہر




شکل (a, b) 10.2 مائٹوسس کے مختلف مرحلے کا ڈائیگرامیٹک نظارہ

ایک کروموزوم Equatorial Plate سے دور ہوتا ہے اور ہر کروموزوم کا سینٹرومیر قطب کی جانب ہوتا ہے جبکہ کروموزوم کا بازو (Arm) دوسری جانب 10.2c)۔ اینا فیز کو اس طرح اچھے سے سمجھا جاسکتا ہے۔

- Centromers کا ٹوٹنا اور Chromatids کا الگ ہونا۔
- Chromatids کا Opposite Poles کی طرف جانا۔

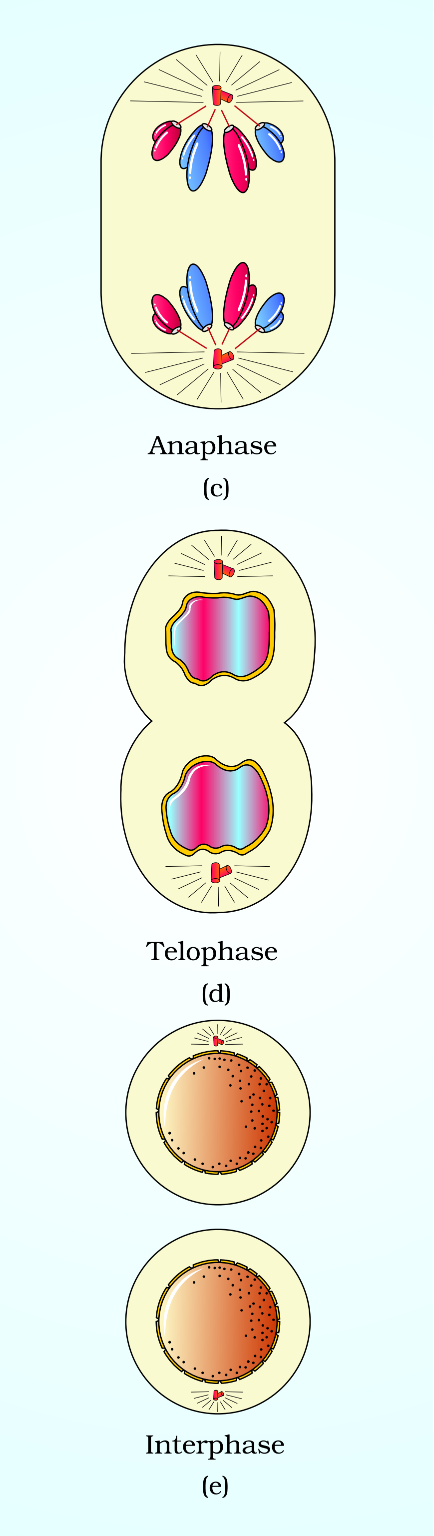
### 10.2.4 ٹیلوفیز (Telophase)

مائٹوسس کے آخری اسٹیج یعنی ٹیلوفیز (Telophase) کے شروعات میں کروموزوم جو اپنے اپنے قطب پر ہوتا ہے وہ ڈکنڈینس ہو جاتا ہے اور اپنی انفرادیت ختم کر دیتا ہے۔ انفرادی کروموزوم بہت زیادہ دیر تک نہیں دیکھائی دیتا ہے اور Chromatin Material دونوں پول پر مجتمع ہو جاتا ہے (شکل 10.2d)۔ اس اسٹیج کی مندرجہ ذیل خوبیاں ہیں:

- کروموزوم دو مخالف قطب پر جمع ہو جاتا ہے اور اس کی انفرادیت یا پہچان ختم ہو جاتی ہے۔
- کروموزوم کے گچھوں (Cluster) کے چاروں طرف Envelope کا بننا شروع ہو جاتا ہے۔
- نیوکلیولس، گولجی کمپلیکس اور ER پھر سے بنتے ہیں۔

### 10.2.5 سائٹوکائنیسس (Cytokinesis)

مائٹوسس نہ صرف نقش شدہ کروموزوم (Duplicated Chromosomes) کو خلیہ دختر مرکزہ (Daughter Nuclei) میں الگ کرتا ہے بلکہ خود ہی اپنے آپ کو دو دختر خلیہ میں تقسیم کرلیتا ہے جسے سائٹوکائنیسس کہتے ہیں جس کے ختم ہوتے ہی سیل ڈویژن پورا ہو جاتا ہے (شکل 10.2e)۔ حیوانات کے خلیہ میں Plasma Membrane میں Furrow کے بننے کے ذریعہ یہ عمل ہو رہا ہوتا ہے۔ یہ Furrow دھیرے دھیرے گہرا ہوتا جاتا ہے اور آخر میں مرکز میں ایک دوسرے سے مل کر سیل سائٹوپلازم کو دو حصوں میں تقسیم کر دیتا ہے۔ پودوں کے خلیے سخت سیل وال سے گھرے ہوتے ہیں اس لیے اس میں ایک الگ طریقہ کار کے ذریعہ سائٹوکائنیسس ہوتا ہے۔ نبتی خلیہ میں دیوارا کا بننا خلیہ کے مرکز سے شروع ہوکر دھیرے دھیرے باہر کی طرف بڑھ کر کنارے والی دیوار (Lateral Walls) سے مل جاتا ہے۔ Simple Precursor کے بننے کے ساتھ ساتھ نئے خلوی دیوار کا بننا بھی شروع ہوتا ہے جسے خلوی پلیٹ کہتے ہیں جو دو متصل خلیہ کے دیوار کے درمیان Middle Lamella کو ظاہر کرتا ہے۔




شکل (c-e) 10.2 مائٹوسس کے مختلف مرحلے کا خاکہ

پلازمک ڈویژن کے وقت عضویچہ (Organelles) جیسے مائٹوکونڈریا اور پلاسٹڈ کا بٹوارا دو دختر خلیہ کے درمیان ہوتا ہے۔ کچھ جانداروں میں صرف سائیٹوکائینیسس ہوتا ہے پر Karyokinesis نہیں جس کی وجہ سے کثیر مرکزہ حالت (Multinucleate Condition) پیدا ہوتی ہے جو سن سائٹیم (Syncytium) کی تشکیل کرتا ہے (مثال: ناریل میں رقیق اینڈواسپرم)۔

## 10.3 مائی ٹوسس کی اہمیت (Significance of Mitosis)

مائی ٹوسس یا Equational Division صرف Diploid Cells میں ہی ہوتا ہے۔ کچھ Lower Plants اور Social Insects کے Haploid Cells میں بھی مائی ٹوسس ہوتا ہے۔ جاندار چیزوں کی زندگی میں اس تقسیم کی خوبیوں کو سمجھنا بہت ضروری ہے۔ مائی ٹوسس کے عمل میں آنے سے دو ڈپلائڈ دختر خلیہ وجود میں آتے ہیں جس کے ہر ایک خلیہ میں Genetic Complement برابر ہوتا ہے۔ کثیر خلوی جاندار کی بڑھوتری مائی ٹوسس کی وجہ سے ہوتی ہے۔

سیل گروتھ کی وجہ سے نیوکلیس اور سائٹوپلازم کے درمیان کی نسبت درہم برہم ہو جاتی ہے۔ اس وجہ سے خلیہ کے لیے یہ لازمی ہے کہ وہ اپنے آپ کو تقسیم کرے تاکہ وہ نیوکلیس سائٹوپلازم کی نسبت کو بحال کر سکے۔ مائی ٹوسس کی ایک بہت ہی اہم حصہ داری خلیہ کے ٹوٹ پھوٹ کی مرمت میں ہے۔ اپی ڈرمس کے اوپری سطح کی خلیہ، گٹ کی لائننگ اور خون کا خلیہ ہمیشہ نئے خلیہ سے تبدیل ہوتا رہتا ہے۔

## 10.4 میوسس (Meiosis)

صنفی تولید (Sexual Reproduction) کے ذریعہ بچوں کی پیدائش میں دو زواجہ (Gametes) آپس میں ملتے ہیں جن میں سے ہر ایک زواجہ میں کروموزوم کے مکمل Haploid Set ہوتے ہیں۔ زواجہ کی تشکیل ایک خاص Diploid Cell سے ہوتی ہے۔ یہ خاص طرح کا خلوی تقسیم ہے جو کروموزوم کی تعداد کو آدھا کر دیتا ہے۔ اس کی وجہ سے یک گونہ دختر خلیہ (Haploid Duaghter Cells) بنتے ہیں۔ اس قسم کے خلوی تقسیم کو میوسس کہتے ہیں۔ صنفی تولید کرنے والے جاندار کے دورحیات میں میوسس Haploid فیز کی پیدا کاری کا تعین کرتا ہے جب کہ بارآور (Fertilisation) Diploid Phase کو دوبارہ کرتا ہے۔ نباتات اور حیوانات میں Gametogenesis کے دوران Meiosis ہوتا ہے۔ جس کی وجہ سے Haploid Gamete بنتا ہے۔

میوسس کی خوبیاں مندرجہ ذیل ہے۔

- میوسس کے اندر نیوکلیر اور خلوی تقسیم کا دو سلسلہ وار دور ہوتا ہے جسے I میوسس اور II میوسس کہتے ہیں لیکن DNA Replication کا صرف ایک دور ہوتا ہے۔
- I میوسس کی شروعات S فیز میں Parental Chromosomes سے ایک جیسا Sister Chromatids کے بننے کے بعد ہوتا ہے۔

- میوسس کے دوران Homologous Chromosomes کے بیچ Pairing اور ان کے بیچ Recombination ہوتا ہے۔
- میوسس II کے ختم ہونے پر چار Haploid Cells بنتے ہیں۔ میوسس کو مندرجہ ذیل فیز میں باٹا گیا ہے۔

| میوسس I (Meiosis I) | میوسس II (Meiosis II) |
|---|---|
| پروفیز I | پروفیز II |
| میٹا فیز I | میٹا فیز II |
| اینا فیز I | اینا فیز II |
| ٹیلو فیز I | ٹیلو فیز II |

### 10.4.1 میوسس I (Meiosis I)

**پروفیز I :** پہلی میوٹک تقسیم (Meiotic Division) کا پروفیز میوسس کے پروفیز کے بہ نسبت لمبا اور مشکل ہوتا ہے۔ اس کو کروموزوم کے برتاؤ کے مدح نظر سے پانچ حصوں میں باٹا گیا ہے۔ وہ یہ ہے: لیپوٹین (Leptotene)، ذاگوٹین (Zygotene)، پیکیٹین (Pachytene)، ڈپلوٹین (Diplotene)، ڈائکانیسس (Diakinesis)۔

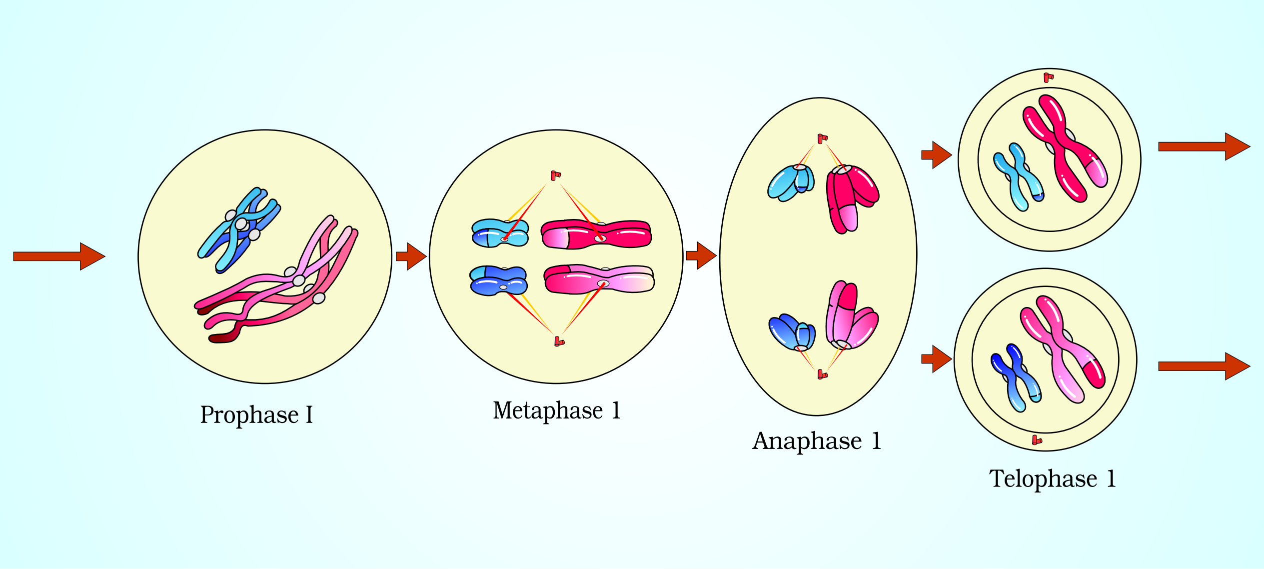
Leptotene Stage کے دوران کروموزوم Light Microscope میں رفتہ رفتہ دکھائی دیتا ہے۔ پورے Leptotene کے دوران کروموزوم گھٹا ہوا ہوتا ہے۔ اس کے بعد پروفیز I کا دوسرا اسٹیج شروع ہے جسے Zygotene کہتے ہیں۔ اس اسٹیج کے دوران کروموزوم ایک دوسرے کے ساتھ جوڑے بنانا شروع کرتا ہے اور اس طرح جڑنے کے عمل کو Synapsis کہتے ہیں۔ یہ ایک ساتھ جڑا ہوا Homologous Chromosomes کہلاتا ہے۔ اس اسٹیج کو جب Electron Microscope میں پڑھا گیا تو یہ معلوم ہوا کہ یہ Chromosomes Synapsis ایک پیچیدہ ساخت کے بننے کے ساتھ ساتھ ہی ہوتا ہے۔ جسے Synaptonemal Complex کہتے ہیں۔ ایک جوڑا Synapsed Homologous Chromosomes کے ملنے سے بنا ساخت ٹیٹراڈ یا Bivalent کہلاتا ہے۔ اس کو اور بھی اچھی طرح دوسرے اسٹیج میں دیکھا جاسکتا ہے۔ میوسس کے دو پہلے اسٹیج تیسرے اسٹیج جسے Pachytene کہتے ہیں کہ مقابلہ کم وقفہ کا ہوتا ہے اس اسٹیج کے دوران Bivalent، ٹیٹراڈ (Tetrads) کروموزوم کی طرح ظاہر ہوتا ہے۔ اس اسٹیج کی پہچان Recombination Nodules کے ظاہر ہونے سے ہوتی ہے۔ یہ وہ جگہ ہے جہاں پر Homologous Chromosomes کے Non-sister Chromatids کے بیچ Crossing Over ہوتا ہے۔ Crossing Over کے دوران Homologous Chromosomes کے بیچ Genetic Material کا ردو بدل ہوتا ہے۔ Crossing Over بھی ایک

Enzyme Mediated Process ہے اور جو Enzyme کام کرتا ہے اسے Recombinase کہتے ہیں۔ Crossing Over دو Chromosomes پر Genetic Material کے Recombination کی نمائندگی کرتا ہے۔ Pachytene کے ختم ہوتے ہی Homologous Chromosomes کے بیچ کا Recombination پورا ہو جاتا ہے جہاں Crossing Over کے جگہ پر Linked Chromosomes ہوتا ہے۔ Cross Over کو چھوڑ کر Bivalents کے Recombined Homologous Chromosomes کا ایک دوسرے الگ ہونا اور Synaptonemal Complex کے Dissolution سے Diplotene کی شروعات کو پہچانا جاسکتا ہے۔ اس X شکل کی بناوٹ کو Chiasmata کہتے ہیں۔ کچھ Vertebrates کے Oocytes میں Diplotene کو ختم ہونے میں کئی مہینے اور سال لگتے ہیں۔

Chiasmata کے ختم ہوتے ہی Meiotic Prophase I کا آخری اسٹیج شروع ہوتا ہے جسے Diakinesis کہتے ہیں۔ اس فیز کے دوران کروموزوم پوری طرح کنڈینس ہو جاتا ہے اور Homologous Chromosomes کے الگ ہونے کے لیے Meiotic Spindle جمع ہو جاتا ہے۔ Diakinesis کے ختم ہوتے ہی نیوکلیس غائب ہو جاتا ہے اور Nuclear Envelope بھی ٹوٹ جاتا ہے۔ Diakinesis کے ختم ہوتے ہی میٹا فیز شروع ہو جاتا ہے۔

**میٹا فیز I (Mataphase I):** اس فیز میں ,Equatorial Plate کروموزوم Bivalent پر سج جاتا ہے (شکل 10.3)۔ اسپنڈل کے Opposite Poles سے مائکروٹیوبیولس ہومولوگس کروموزوم کے جوڑے سے جڑ جاتا ہے۔

**اینا فیز I (Anaphase I):** اس فیز میں Homologous Chromosomes الگ ہو جاتا ہے جب کی Sister Chromatids اپنے Centromers سے ہی جڑا ہوتا ہے (شکل 10.3)۔




شکل **10.3** میوسس I کے مراحل

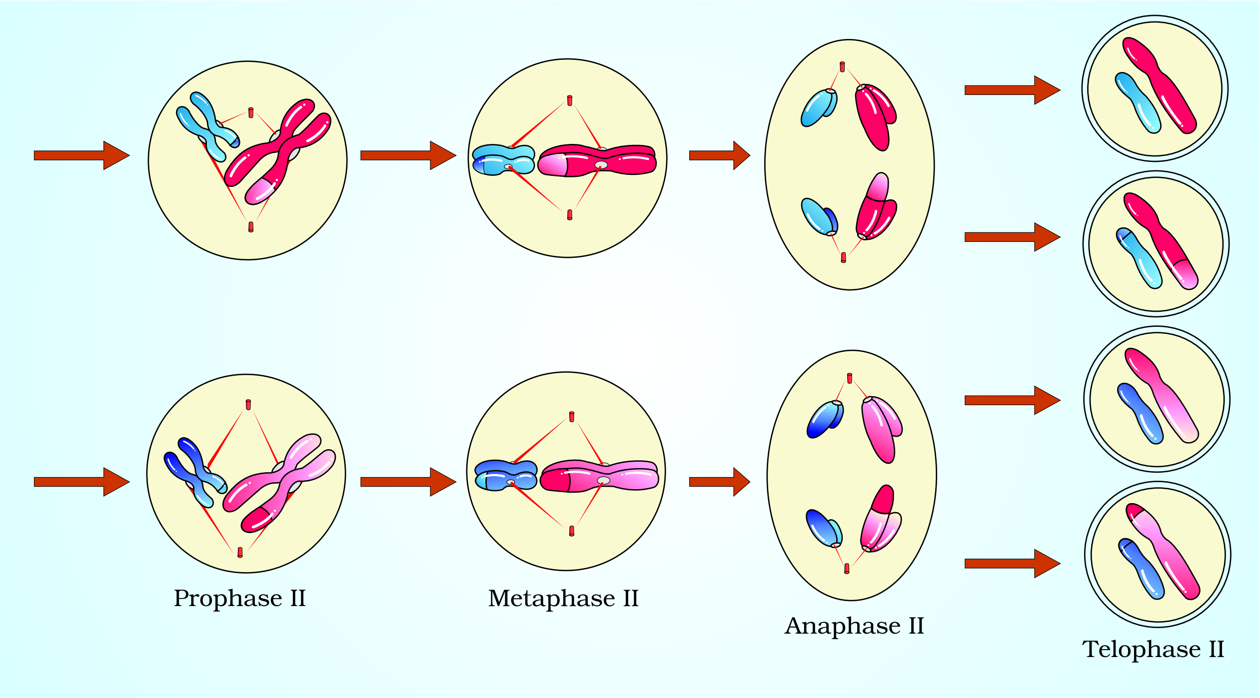
**ٹیلو فیز I (Telophase I):** Nuclear Membrane اور Nucleolus پھر سے موجود ہو جاتا ہے۔ Cytokinesis جاری ہوتا ہے اور اسے Diad of Cells کہتے ہیں (شکل 10.3)۔ یہاں تک کہ بہت سارے موقع پر کروموزوم ادھر ادھر بکھر جاتا ہے اور انٹر فیز مرکزہ جو بہت ہی زیادہ پھیلا ہوتا ہے وہاں تک بھی نہیں پہنچ پاتا ہے۔ دو Meiotic Division کے درمیان کے وقفہ کو Interkinesis کہتے ہیں اور اس کی زندگی زیادہ تر کم ہوتی ہے۔ Interkinesis کے فوراً بعد پروفیز II شروع ہوتا ہے I پروفیز کے مقابلہ بہت ہی آسان ہوتا ہے۔

## 10.4.2 میوسس II (Meiosis II)

**پروفیز II (Prophase II):** Cytokinesis کے ختم ہوتے ہی فوراً میوسس II شروع ہوتا ہے جو زیادہ تر کروموزوم کے پوری طرح بڑھنے سے پہلے ہوتا ہے۔ میوسس II عام مائٹوسس کی ہی طرح ہوتا ہے۔ پروفیز II کے ختم ہوتے ہی (شکل 10.4) Nuclear Membrane غائب ہو جاتا ہے۔ کروموزوم پھر سے گھٹے کی شکل میں (Compact) ہو جاتے ہیں۔

**میٹا فیز II (Metaphase II):** اس مرحلہ میں کروموزوم خط استواء (Equator) پر سج جاتا ہے اور Spindle کے Opposite Poles سے Microtubules Sister Chromatids کے Kinetochores سے جڑ جاتا ہے (شکل 10.4)۔

**اینا فیز II (Anaphase II):** یہ ہر ایک Chromosome کے Centromere کے ایک ساتھ ٹوٹنے کے ساتھ ہی شروع ہوتا ہے جو Sister Chromatids کو ایک ساتھ بنائے رکھتا ہے اور خلیہ کے Opposite Poles کی طرف جانے کی اجازت دیتا ہے (شکل 10.4)۔




شکل 10.4 میوسس II کے مراحل

**ٹیلوفیز Telophase II) II)**: ٹیلوفیز II کے ساتھ ہی میوسس ختم ہو جاتا ہے جس میں نیوکلیئر اینولپس کے ذریعہ کروموزوم کا دوجھنڈ ایک ساتھ بند ہو جاتے ہیں۔ Cytokinesis جاری ہوتا ہے جس کی وجہ سے خلیہ کا ٹیٹرڈ بنتا ہے جو کہ چار ہپلائڈ دختر خلیہ بنتا ہے (شکل 10.4)۔

## 10.5 میوسس کی اہمیت (Significance of Meiosis)

میوسس ایک ایسا عمل ہے جس کے ذریعہ ہر ایک اسپیسس کے ہر صنفی تولید کرنے والے جاندار میں ہوتا ہے میوسس میں کروموزوم کی تعداد گھٹ کر آدھی ہو جاتی ہے جو صنفی تولید کو مکمل کرنے کے لیے ضروری ہے۔ یہ ایک نسل سے دوسرے نسل میں جانداروں کی آبادی کے جینیاتی تغیر (Genetic Vreability) کو بڑھاتا ہے۔ ارتقاء کے عمل کے لیے تغیر (Variatia) کی بہت اہمیت ہے۔

## خلاصہ

خلوی نظریہ کے مطابق ہر خلیہ پہلے سے موجود خلیہ سے ہی بنتا ہے۔ جس عمل سے ایسا ہوتا ہے اسے خلوی تقسیم کہتے ہیں۔ کوئی بھی صنفی تولید کرنے والے جاندار اپنی زندگی کی شروعات ایک اکیلا خلیہ ذائی گوٹ سے ہی کرتا ہے۔ خلوی تقسیم کسی جاندار کے پختہ ہو جانے کے ساتھ ہی ختم نہیں ہوتا ہے بلکہ یہ پوری زندگی بھر چلتا رہتا ہے۔ وہ مراحل جس کے ذریعہ خلیہ ایک ڈویزن (Division) سے دوسرے ڈویزن میں جاتا ہے اسے خلوی دور کہتے ہیں۔ خلوی دور کو دو فیز میں بانٹا گیا ہے جسے (i) انٹر فیز۔ وہ وقت جب خلیہ تقسیم کے لیے تیار ہوتا ہے۔ (ii) مائٹوسس جو خلوی تقسیم کا صحیح وقت ہے کہتے ہیں۔ انٹر فیز کو پھر G1، S اور G2 میں بانٹا گیا ہے۔ G1 فیز وہ وقت ہے جب خلیہ بڑھتا ہے اور اس میں Normal Metabolism ہوتا ہے۔ اس فیز میں زیادہ تر عضویچے کی نقل ہوتی ہے۔ S فیز میں DNA کروموزوم کی نقش ثانی ہوتی ہے۔ G2 فیز سائٹوپلازم کے نمو کا وقفہ ہے۔ میٹوسس کو بھی چار حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے: (i) پروفیز (ii) مٹافیز (iii) انافیز اور (iv) ٹیلوفیز ہے۔ پروفیز کے دوران کروموزوم کی تکثیف ہوتی ہے۔ اس کے ساتھ ہی سینٹریولس برعکس قطب کی طرف جاتا ہے۔ نیوکلیئر اینولپس اور مرکزہ غائب ہو جاتا ہے اور اسپنڈل فائبر دھیرے دھیرے ظاہر ہونے لگتا ہے۔ میٹا فیز میں Equational Plate کروموزوم پر سج جاتا ہے۔ انافیز کے دوران سینٹرومر کا تقسیم ہوتا ہے اور Chromatide دو Opposite Poles کی طرف جانا شروع کرتا ہے۔ جب Chromatids دو پولس پر پہنچتا ہے تب کروموزوم کا Elongation شروع ہوتا ہے اور Nucleolus اور Nuclear Membrane پھر سے ظاہر ہوتا ہے۔ اس اسٹیج کو ٹیلی فیز کہتے ہیں۔ Nuclear Division کے بعد Cytoplasmic Division سے شروع ہوتا ہے اور اسے Cytolinesis کہتے ہیں۔ اس لیے مائٹوسیس کو Equational Division کہتے ہیں جس میں پیرینٹ کا کروموزوم نمبر، دختر خلیہ میں برقرار رہتا ہے۔

مائٹو کے برعکس Meiosis دوگنا خلیہ (Diploid Cells) میں ہوتا ہے جس کا مقصد Gametes بنانا ہے۔ اسے Reduction Division کہتے ہیں چونکہ اس میں کروموزوم نمبر گھٹ کر آدھا ہو جاتا ہے جب کہ یہ Gamete بناتا ہے۔ صنفی تولید میں جب دو زواجہ (Gamete) جڑتے ہیں تو اس کے کروموزوم کی تعداد Parent Cell کے برابر ہی برقرار رہتی ہے۔ میوسیس کو دو حصوں میں بانٹا گیا ہے۔ میوسس I اور میوسس II پہلے Meiosis Division میں Homologous Chromosomes جڑ کر Bivalent بناتے ہیں اور Crossing Over ہوتا ہے۔ میوسس I میں پروفیز لمبا ہوتا ہے جسے پھر پانچ حصوں میں بانٹا گیا ہے۔ وہ یہ ہے Leptotene، Zygotene، Diplotene، Pachytene اور Metaphase Diakinesis میٹافیز I کے دوران Bivalents Equatorial پلیٹ پر سج جاتا ہے۔ اس کے بعد اینافیز I شروع ہوتا ہے جس میں کروموزوم اپنے دونوں Chromatids کے ساتھ Opposite Poles کی طرف جاتا ہے۔ ہر ایک قطب (Pole) Parent cell کا آدھا کروموزوم نمبر حاصل کرتا ہے۔ ٹیلی فیز I میں Nuclear Membrane اور Nucleolus پھر سے ظاہر ہوتا ہے۔ میوسس II، مائٹوسس کی طرح ہوتا ہے۔ اینافیز II کے دوران Sister Chromatids الگ ہو جاتا ہے۔ میوسس کے ختم ہونے پر چار Haploid Cells بنتے ہیں۔

## مشق

1۔ پستان دار خلیہ کے خلوی دور میں اوسط کتنا وقت لگتا ہے؟

2۔ سائٹوکائینسس (Cytokinesis) اور کیریوکائنوسس (Karyokinesis) میں فرق بتایئے۔

3۔ انٹرفیز کے دوران ہونے والے واقعات کی وضاحت کریں۔

4۔ خلوی دور کے $G_0$ کوئی سینٹ فیز (quiescent phase) سے کیا سمجھتے ہیں؟

5۔ مائٹوسس کو مساوی تقسیم (Equational Division) کیوں کہا جاتا ہے؟

6۔ خلوی دور کہ اس مرحلہ کا نام بتائیں جن میں مندرجہ ذیل واقعہ ہوتے ہیں:

(i) کروموزوم برعکس قطب کے جانب جانے لگتے ہیں۔

(ii) سینٹرومیر ٹوٹتے ہیں اور کرومیٹڈ الگ ہوتے ہیں۔

(iii) ہومولوگس کروموزوم کے درمیان جوڑا بنتے ہیں۔

(iv) ہومولوگس کروموزوم کے درمیان کراسنگ اوور (Crossing over) ہوتا ہے۔

7۔ مندرجہ ذیل کو دو سطروں میں بتائیں:

(i) سائی نیپسس (Synapsis) (ii) بائی ویلنٹ (Bivalent) (iii) کیاسماٹا (Chiasmata)

8۔ نباتی خلیہ کا سائٹوکائینسس حیوانی خلیہ سے کس طرح الگ ہوتا ہے؟

9۔ پتہ لگائیں کہ میوسس کے کن کن مراحل میں چاروں دختر خلیے سائز میں برابر اور سائز میں الگ الگ ہوتے ہیں؟

10۔ مائٹوسس کے انافیز اور میوسس کے انافیز I میں فرق بتائیں؟

11۔ مائٹوسس اور میوسس کے درمیان خاص فرق بتائیں؟

12۔ میوسس کی کیا اہمیت ہے؟

13۔ اپنے استاد کے ساتھ ان پر بحث کریں:

(i) یک گونہ (Haploid) کیڑے اور لوور پودے (Lower Plants) جن میں خلوی تقسیم ہوتا ہے۔

(ii) اونچے پودے (Higher Plants) کے چند یگ گونہ خلیہ جن میں خلوی تقسیم نہیں ہوتی ہے۔

14۔ کیا 'S' فیز میں DNA کے نقش ثانی کے بغیر مائٹوسس ہوسکتا ہے۔

15۔ کیا خلوی تقسیم کے بغیر DNA کی ری پلیکیشن (Replication) ممکن ہے۔

16۔ خلوی دور کے ہر مراحل کا تجزیہ کریں اور بتائیں کہ مندرجہ ذیل کس طرح بدلتے ہیں یا متاثر ہوتے ہیں۔

(i) کروموزوم کی فی خلیہ تعداد (N)

(ii) DNA کی فی خلیہ مقدار (C)