

પ્રકરણ 10

કોષયક અને કોષવિભાજન (Cell cycle and Cell division)

- 10.1 કોષયક**
- 10.2 M-તબક્કો**
- 10.3 સમભાજનનું
મહાવ**
- 10.4 અધીકરણ**
- 10.5 અધીકરણનું
મહાવ**

શું તમે જાણો છો કે બધા સજ્જવો પદ્ધી સૌથી મોટા કેમ ન હોય, તેઓના જીવનની શરૂઆત એક જ કોષથી થાય છે? તમને આશ્ર્ય થશે કે એક કોષમાંથી આટલા મોટા સજ્જવનું નિર્માણ કેવી રીતે થાય છે. વૃદ્ધિ અને પ્રજનન બધા કોષોની લાક્ષણિકતા છે. તથા બધા જ સજ્જવોની જરૂરિયાત છે. બધા જ કોષો બે કોષોમાં વિભાજન પામીને પ્રજનન કરે છે, દરેક માતૃકોષ પ્રત્યેક વિભાજન દરમિયાન બે બાળકોષોનું નિર્માણ કરે છે. આ નવા નિર્માણ પામેલ બાળકોષો આપમેળે વૃદ્ધિ અને વિભાજન પામે છે. એક જ માતૃકોષ તથા તેની સંતતિની વૃદ્ધિ તથા વિભાજનથી નિર્માણ પામતા નવનિર્ભિત કોષોની સંખ્યા વધે છે. બીજા અર્થમાં વૃદ્ધિ અને વિભાજનના આવા ચકો પૂર્ણ થયા બાદ એક જ કોષ લાખો કોષો ધરાવતી બંધારણીય સંરચના બનાવે છે.

10.1 કોષયક (Cell Cycle)

કોષવિભાજન બધા જ સજ્જવોમાં એક ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે. કોષવિભાજન દરમિયાન DNAનું સ્વયંજનન અને કોષવૃદ્ધિ થાય છે. આ બધી પ્રક્રિયાઓ જેમ કે કોષવિભાજન, DNA સ્વયંજનન અને કોષવૃદ્ધિ એક બીજા સાથે સંકલિત રીતે યોગ્ય કોષવિભાજન અને બાળકોષોનું માતૃકોષ જેવું જનીનસંકૂલ ધરાવતા સંતતિ કોષોના નિર્માણને સૂચવે છે, કોષ તેના દ્વારા જનીનદ્રવ્યનું દ્વિગુણન, અન્ય ઘટકોનું સંશ્લેષણ અને ત્યાર પદ્ધી બે બાળકોષમાં તેનું વિભાજન પામવાના ઘટના કરું જરૂરી હૈ. ઇતાં પણ કોષવૃદ્ધિ (કોષરસના જથ્થામાં થતા વધારાના સંદર્ભ) એક સંગંગ પ્રક્રિયા છે જેમાં DNAનું સંશ્લેષણ કોષયકના કોઈ એક વિશિષ્ટ તબક્કે થાય છે. કોષવિભાજન દરમિયાન દ્વિગુણિત રંગસૂનો (DNA) જટિલ ઘટનાક્રમ દ્વારા બાળ કોષકેન્દ્રોમાં વિતરણ પામે છે. આ બધી જ ઘટનાઓ જનીનિક નિયંત્રણ હેઠળ થાય છે.

10.1.1 કોષચકના તબક્કાઓ (Phases of Cell cycle)

લાક્ષણિક સુકોષકેન્દ્રી કોષચક મનુષ્યના કોષને સંવર્ધન કરી સમજાવી શકાય. આ કોષો લગભગ પ્રત્યેક 24 કલાકમાં એક વાર વિભાજન પામે છે. (આકૃતિ 10.1). આ કોષચકનો સમયગાળો વિવિધ સજ્જો અને વિવિધ પ્રકારના કોષોમાં જુદો જુદો હોય છે. દા. ત., થીસ્ટ કોષમાં એક કોષચક માત્ર 90 મિનિટમાં પૂર્ણ થાય છે. કોષચકને બે મુખ્ય તબક્કાઓમાં વહેંચી શકાય.

1. આંતરાવસ્થા (Interphase)

2. M - તબક્કો (Mitosis phase)

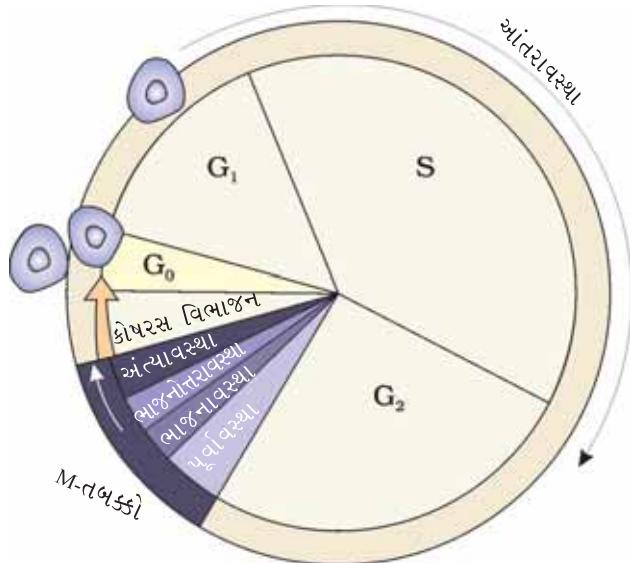
વિભાજન તબક્કો (M અવસ્થા) એ અવસ્થાઓને રજૂ કરે છે કે જેમાં વાસ્તવમાં કોષવિભાજન કે સમસ્કૃતીભાજન થાય છે અને આંતરાવસ્થા બે ક્રમિક M અવસ્થાઓની વચ્ચેની સ્થિતિને રજૂ કરે છે. ધ્યાનમાં રાખવા જેવી મહત્વની વાત એ છે કે મનુષ્યમાં સરેરાશ કોષચકનો સમયગાળો 24 કલાકનો હોય છે. જેમાં કોષવિભાજન માત્ર લગભગ એક કલાકમાં પૂર્ણ થાય છે. જ્યારે કોષચકના ફુલ સમયગાળાના 95 %થી વધારે સમય કોષ આંતરાવસ્થામાં જ પસાર કરે છે.

M-તબક્કાની શરૂઆત કોષકેન્દ્ર વિભાજન(કેરિયોકાઈનેસીસ)થી થાય છે, જે બાળ રંગસૂત્રનું નિર્માણ અને કોષરસ વિભાજન(સાયટોકાઈનેસીસ)થી અંત પામે છે. આંતરાવસ્થાને વિશ્રામી અવસ્થા પણ કહે છે, આ સમય દરમિયાન કોષ એ કમબદ્ધ રીતે કોષવૃદ્ધિ અને DNA સ્વયંજનન બંનેમાંથી પસાર થઈ વિભાજન માટે તૈયાર થાય છે. આંતરાવસ્થાને બીજા ત્રણ ઉપ તબક્કાઓમાં વહેંચી શકાય છે.

- **G₁ તબક્કો (Gap₁ Phase)**
- **S-તબક્કો (Synthesis Phase)**
- **G₂ તબક્કો (Gap₂ Phase)**

G₁ તબક્કો સમભાજન અને DNA સ્વયંજનની શરૂઆત વચ્ચેના મધ્યસ્થી તબક્કાને અનુસરે છે. G₁ અવસ્થામાં કોષ ચયાપચયિક રીતે સક્રિય હોય છે, અને સતત વૃદ્ધિ કરે છે પરંતુ DNAનું સ્વયંજનન કરતો નથી. S-તબક્કો અથવા સંશ્લેષણ તબક્કો આ તબક્કા દરમિયાન DNAનું સંશ્લેષણ તેમજ તેનું સ્વયંજનન થાય છે તથા આ સમય દરમિયાન પ્રત્યેક કોષમાં DNAની માત્રા બમણી થઈ જાય છે. જો DNAની શરૂઆતની માત્રા 2C હોય તો તે વધીને 4C થઈ જાય છે. છતાં પણ રંગસૂત્રોની સંખ્યામાં કોઈ પણ વધારો થતો નથી જો G₁ અવસ્થામાં કોષ દ્વિકીય અથવા 2n રંગસૂત્રો ધરાવતો હોય તો પણ S અવસ્થાના અંતમાં પણ તેની સંખ્યા એટલી જ રહે છે, એટલે કે 2n.

પ્રાણી કોષમાં S અવસ્થા દરમિયાન કોષકેન્દ્રમાં DNAના સ્વયંજનની શરૂઆત થવાની સાથે તારાકેન્દ્રના કોષરસમાં દ્વિગુણની શરૂઆત થવા લાગે છે.



આકૃતિ 10.1 : કોષચકની આકૃતિ કે જે એક કોષમાંથી બે કોષના નિર્માણનું સૂચન કરે છે.

વનસ્પતિ અને પ્રાણી તેમના જીવનકાળમાં કેવી રીતે વૃદ્ધિ કરે છે ? શું વનસ્પતિમાં જીવનભર બધા જ કોષો વિભાજન પામે છે ? શું તમે વિચારી શકો છો કે કેટલાક કોષો વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓના જીવનમાં સતત વિભાજિત થતા રહેતા હોય છે ? શું તમે ઉચ્ચકક્ષાની વનસ્પતિમાં એવા કોષો ધરાવતી પેશીનું નામ અને સ્થાન બતાવી શકો છો કે જે જીવનભર વિભાજન પામ્યા કરે છે ? શું પ્રાણીઓમાં વનસ્પતિ જેવી વર્ધનશીલ પેશી આવેલી હોય છે ?

તમે કુગળીના મૂલાગ્રમાં જોવા મળતા કોષોમાં સમભાજનનો અભ્યાસ કરી ચૂક્યા હોય. તેના પ્રત્યેક કોષોમાં 24 રંગસૂત્રો આવેલા હોય છે. શું તમે કહી શકો છો કે G_1 અવસ્થા, S અને M અવસ્થા પછી કોષમાં કેટલા રંગસૂત્રો હોય? જો કોષમાં M અવસ્થા પછી DNAની માત્રા 2C હોય તો G_1 , S અને G_2 અવસ્થા પછી DNAની માત્રા કેટલી હોય?

G_2 અવસ્થા દરમિયાન સમભાજનની તૈયારી સ્વરૂપે પ્રોટીનનું સંશ્લેષણ થાય છે અને કોષની વૃદ્ધિ સતત ચાલુ રહે છે.

પુષ્ટ પ્રાણીઓમાં કેટલાક કોષો વિભાજન પામતા નથી (જેમ કે હદ્યના કોષો) અને બીજા અનેક કોષો ક્યારેક જ વિભાજન પામે છે એવું તારે જ થાય છે જ્યારે ક્ષતિગ્રસ્થ કે મૃતકોષોના નુકસાનને કારણે બદલવાના હોય. આ કોષો કે જે ફરીથી વિભાજન પામતા નથી પરંતુ G_1 અવસ્થામાંથી નિકળીને નિષ્ઠિય અવસ્થામાં પહોંચે છે. જેને કોષચક્ની વિરામી અવસ્થા (G_0) કહે છે. આ અવસ્થામાં કોષો ચયાપચયની દાઢ્યાએ સક્રિય હોય છે પરંતુ વિભાજન પામતા નથી તેનું વિભાજન સંજીવની આવશ્યકતા પ્રમાણે થાય છે.

પ્રાણીઓમાં સમવિભાજન માત્ર દ્વિકીય દ્વિકોષોમાં જ થાય છે. તેનાથી વિપરિત વનસ્પતિમાં સમભાજન એકડીય અને દ્વિકીય બંને પ્રકારના કોષોમાં થાય છે. વનસ્પતિમાં સંતતિનું એકાંતરજનન(પ્રકરણ-3)ના ઉદાહરણને યાદ કરતા એવી વનસ્પતિ જાતિ અને અવસ્થાઓની ઓળખ કરો જેમાં એકડીય કોષોમાં સમભાજન જોવા મળે છે.

10.2 M - તબક્કો

આ કોષચક્નો નાટકીય તબક્કો છે. જેમાં કોષના બધા ઘટકોનું મુખ્યત્વે પુનઃગાંન થાય છે. માતૃ અને બાળકોષોમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા સરખી રહે તો તેને સમવિભાજન કહે છે. સરખતા માટે સમભાજનને કોષકેન્દ્ર વિભાજનની ચાર અવસ્થાઓમાં વિભાજીત કરવામાં આવ્યું છે. અહીંયાં એ સમજ લેવું જરૂરી છે કે કોષવિભાજન એક સંણગ પ્રક્રિયા છે અને તેની જુદી જુદી અવસ્થાઓ સ્પષ્ટ રીતે અલગ કરવી મુશ્કેલ છે. સમભાજનને નીચેની ચાર અવસ્થામાં વિભાજીત કરવામાં આવેલ છે.

- પૂર્વાવસ્થા
- ભાજનાવસ્થા (મધ્યાવસ્થા)
- ભાજનોતારાવસ્થા (પશ્ચાવસ્થા)
- ભાજનાન્તિમાવસ્થા (અંત્યાવસ્થા)

10.2.1 પૂર્વાવસ્થા (Prophase)

પૂર્વાવસ્થા કે જે, આંતરાવસ્થાના S અને G_2 તબક્કાને અનુસરતી સમભાજનની પ્રથમ અવસ્થા છે. S અને G_2 અવસ્થામાં બનતા નવા DNAના આણુઓ એકબીજાથી જુદા હોતા નથી પરંતુ એકબીજા સાથે વીટાળાયેલા હોય છે. રંગસૂત્રીય દ્રવ્યોનાં ઘનીકરણની શરૂઆત એ જ પૂર્વાવસ્થાની ઓળખ છે. રંગસૂત્રીય ઘનીકરણની પ્રક્રિયા દરમિયાન રંગસૂત્રીય દ્રવ્યો સ્પષ્ટ થવા લાગે છે. (આકૃતિ 10.2 (a)). તારાકેન્દ્ર કે જેનું દ્વિગુણન આંતરાવસ્થાના S-તબક્કામાં થયેલ હતું તે હવે કોષના વિરુદ્ધ ધ્રુવો તરફ ખસવાની શરૂઆત કરે છે. પૂર્વાવસ્થાના અંતમાં જે મહત્વપૂર્ણ ઘટનાઓ થાય છે તેની વિશેષતાઓ નીચે મુજબ છે :

- રંગસૂત્ર દ્રવ્ય ઘનીકરણ પામીને રંગસૂત્ર બનાવે છે. રંગસૂત્રો બે એકલસૂત્રો અને તેમને સાંકળતા એક સેન્ટ્રોમિયરનું બનેલ હોય છે.
- દિધ્રુવિયત્રાક, સૂક્ષ્મનલિકાનું બેગા થવું જેવી પ્રક્રિયાની શરૂઆત થાય છે. કોષનાં કોષરસમાં આવેલ આવી પ્રોટીનયુક્ત સંરચના આ પ્રક્રિયામાં મદદ કરે છે.

- પૂર્વાવસ્થાના અંતમાં જો કોષને માઈકોસ્કોપમાં જોવામાં આવે તો તેમાં ગોળી પ્રસાધન, અંત: કોષરસજાળ, કોષકેન્દ્રપટલ જોવા મળતાં નથી.

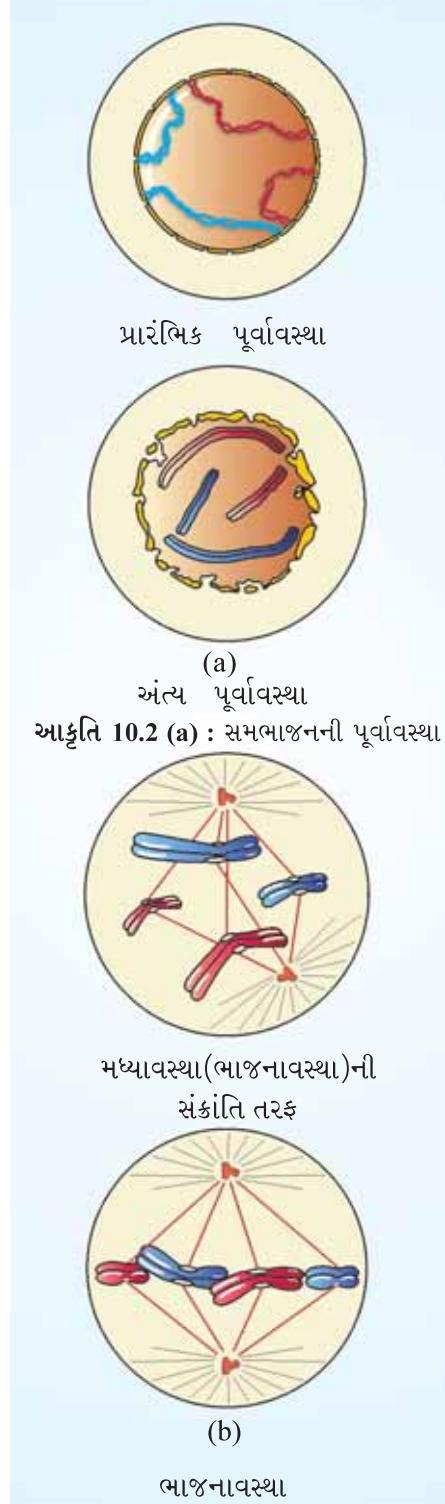
10.2.2 ભાજનાવસ્થા (Metaphase)

કોષકેન્દ્રપટલના સંપૂર્ણ વિઘટન થયા બાદ સમવિભાજનની બીજી અવસ્થાની શરૂઆત થાય છે. આ અવસ્થામાં રંગસૂત્રો કોષનાં કોષરસમાં ફેલાઈ જાય છે. આ અવસ્થા સુધી રંગસૂત્રોની ઘનીકરણ પ્રક્રિયા પૂર્ણ થઈ જાય છે અને માઈકોસ્કોપમાં તેનું સ્પષ્ટ નિરીક્ષણ કરી શકાય છે. આ એજ અવસ્થા છે કે જેમાં રંગસૂત્રોની બાબ્ય રચનાઓનો સરળતાથી અભ્યાસ કરી શકાય છે. આ તબક્કામાં રંગસૂત્રો બે એકલસૂત્રોના બનેલા હોય છે કે જે સેન્ટ્રોમિયરથી જોડાયેલ હોય છે. (આકૃતિ 10.2 (b)). સેન્ટ્રોમિયરની સપાટી પર કાઈનેટોકોર્સ નામની બિંબ જેવી રચના જોઈ શકાય છે. આ રચના સૂક્ષ્મનલિકાઓ દ્વારા બનેલ ગ્રાકંતંતુઓને જોડાવા માટેનું સ્થાન આ રચના (કાઈનેટોકોર્સ) છે. ગ્રાકંતંતુઓ રંગસૂત્રોના સેન્ટ્રોમિયર સાથે જોડાઈને રંગસૂત્રોને કોષના મધ્ય વિસ્તારમાં ગોઠવે છે. પ્રત્યેક રંગસૂત્રનું એક એકલસૂત્ર એક ધ્રુવ તરફ ગ્રાકંતંતુ દ્વારા પોતાના કાઈનેટોકોર્સ વડે જોડાઈ જાય છે. જ્યારે તેનું બીજું એકલસૂત્ર ગ્રાકંતંતુ વડે પોતાના કાઈનેટોકોર્સ સાથે વિરુદ્ધ ધ્રુવથી જોડાયેલ હોય છે. જે મધ્યાવસ્થાની ઓળખ છે. (આકૃતિ 10.2 (b)). મધ્યાવસ્થામાં જે તલ પર રંગસૂત્રો ગોઠવાય છે તેને મધ્યાવસ્થા પહૂંકા અથવા ભાજનતલ કહે છે.

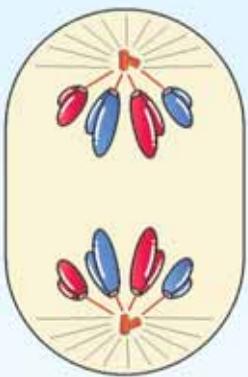
- આ અવસ્થાની મુખ્ય વિશેષતા :
- ગ્રાકંતંતુઓ રંગસૂત્રના કાઈનેટોકોર્સ વડે જોડાયેલ હોય છે.
- રંગસૂત્રો બંને ધ્રુવો પર રહેલા ગ્રાકંતંતુઓ દ્વારા મધ્યાવસ્થા પહૂંકા (વિષુવૃત્તિય તલ) તરફ આગળ વધીને મધ્યાવસ્થા પહૂંકા પર ગોઠવાય છે.

10.2.3 ભાજનોત્તરાવસ્થા (Anaphase)

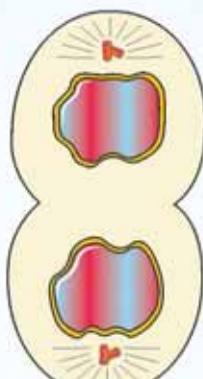
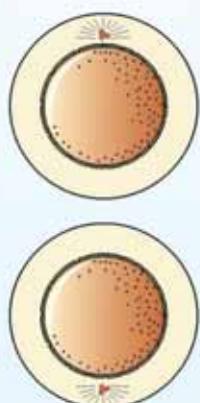
ભાજનોત્તરાવસ્થાની શરૂઆતમાં મધ્યાવસ્થા પહૂંકા પર ગોઠવાયેલ દરેક રંગસૂત્રોના સેન્ટ્રોમિયર કમશા: વિભાજિત થતાં રંગસૂત્રિકાઓ સ્વરૂપે છૂટા પડે છે જે કોષવિભાજન બાદ નવા બાળકોષકેન્દ્રનું રંગસૂત્ર બનશે. આ છૂટી પડેલ રંગસૂત્રિકાઓ વિરુદ્ધ ધ્રુવ તરફ સ્થાનાંતરિત થવાની શરૂઆત કરે છે. જ્યારે પ્રત્યેક રંગસૂત્ર મધ્યાવસ્થા પહૂંકાથી ઘણા દૂર જવા લાગે છે ત્યારે પ્રત્યેક રંગસૂત્રના સેન્ટ્રોમિયર પોતાના ધ્રુવોની બાજુ તરફ હોય છે અને તેથી રંગસૂત્રોને ધ્રુવો તરફ દોરે લઈ જાય છે અને સાથે-સાથે રંગસૂત્રોની ભૂજાઓ પડા તેની પાછળ આવે છે. (આકૃતિ 10.2 (c)).



આકૃતિ 10.2 (b) : સમભાજનની ભાજનાવસ્થા

(c)
ભાજનોત્તરાવસ્થા

આકૃતિ 10.2 (c) : ભાજનોત્તરાવસ્થા

(d)
અંત્યાવસ્થા(e)
આંતરાવસ્થા

આકૃતિ 10.2 (c) થી (e) : સમભાજનની અવસ્થાઓની ચિત્રાત્મક રજૂઆત

- ભાજનોત્તરાવસ્થાની વિશિષ્ટતાઓ :
- સેન્ટ્રોમિયરનું વિભાજન અને રંગસૂત્રિકાનું અલગીકરણ.
- રંગસૂત્રિકાઓનું વિરુદ્ધ ધ્રુવ તરફ ખસવું.

10.2.4 અંત્યાવસ્થા (Telophase)

સમભાજનની અંતિમ અવસ્થાની શરૂઆતમાં એટલે કે અંત્યાવસ્થામાં રંગસૂત્રો કે જે અનુકૂળ પોતાના ધ્રુવો પર પહોંચી ગયા છે, તે વિસ્તરણ પામે છે અને પોતાની સ્વતંત્રતા ગુમાવી દે છે અને હવે તે સ્વતંત્ર રંગસૂત્ર સ્વરૂપે જોવા મળતા નથી તેના રંગસૂત્ર દ્વય બંને ધ્રુવ બાજુ એક સમૂહની જેમ એકત્રિત થઈ જાય છે. (આકૃતિ 10.2 (d)).

- અંત્યાવસ્થાની મુખ્ય વિશિષ્ટતાઓ :
- રંગસૂત્ર વિરુદ્ધ ધ્રુવો તરફ એકત્રિત થઈ જાય છે અને તે તેઓની સ્વતંત્ર ઓળખાણ ગુમાવી દે છે.
- રંગસૂત્ર સમૂહોની આજુબાજુ કોષકેન્દ્રપટલનું નિર્માણ થાય છે.
- કોષકેન્દ્રિકા, ગોળી પ્રસાધન અને ERનું પુનઃ નિર્માણ થાય છે.

10.2.5 કોષરસ વિભાજન (Cytokinesis)

દ્વિગુણન પામેલ રંગસૂત્રોની બાળ કોષકેન્દ્રોમાં વહેંચણી (કેરિયોકાઈનેસીસ) માત્ર દ્વારા સમભાજન પ્રક્રિયા પૂર્ણ થતી નથી, પરંતુ કોષ પોતાની જાતે કોષરસ વિભાજનથી ઓળખાતી એક બીજી પ્રક્રિયા દ્વારા બે બાળ કોષોમાં વિભાજન પામે છે, ત્યારે જ કોષવિભાજન પૂર્ણ થાય છે. (આકૃતિ 10.2 (e)).

- પ્રાણી કોષોમાં વિભાજન કોષરસપટલમાં એક ઉપસંકોથન ખાંચ બને છે. જે પરિધિથી કેન્દ્ર તરફ સતત ઊડી બનતી જાય છે અને બંને તરફની ખાંચો જ્યારે કેન્દ્રમાં એકબીજા સાથે જોડાઈ જાય છે ત્યારે કોષનો કોષરસ બે ભાગોમાં વહેંચાઈ જાય છે.
- વનસ્પતિ કોષો જે લગભગ સ્થિતિસ્થાપક કોષદીવાલથી વેરાયેલા હોય છે એટલે તેમાં કોષરસ વિભાજન બીજી બિન્ન પ્રક્રિયાઓ દ્વારા પૂર્ણ થાય છે. વનસ્પતિ કોષોમાં કોષરસ વિભાજન કેન્દ્રસ્થ વિસ્તારથી શરૂ થઈને બહારની (પરિધિ) તરફ પૂર્વ સ્થિત પાર્શ્વ કોષદીવાલ સાથે જોડાઈ જાય છે. નવી કોષદીવાલનું નિર્માણ એક સાધારણ પૂર્વગામી રચનાથી પ્રારંભ થાય છે જેને કોષપણી કહે છે. જે બે અંતંત નજીદીક રહેલા કોષોની કોષદીવાલની વચ્ચેના મધ્યપટલને દર્શાવે છે. કોષરસ વિભાજન સમયે કોષીય અંગ્઱િકાઓ જેવી કે કણાભસૂત્ર અને રંજકકણનું બંને બાળકોષોમાં સમાન વિતરણ થઈ જાય છે. કેટલાક સજીવોમાં કોષકેન્દ્ર વિભાજન પછી કોષરસ વિભાજન થતું નથી. જેને પરિણામે એક જ કોષમાં અનેક કોષકેન્દ્રોનું સર્જન થાય છે. આવા બહુકોષકેન્દ્ર ધરાવતા કોષોને બહુકોષકેન્દ્રી કહે છે. (ઉદા., તરીકે નાળિયેરનો પ્રવાહી ભૂણપોષ).

10.3 સમભાજનનું મહત્વ (Significance of Mitosis)

સમભાજન અથવા સમસૂત્રણ માત્ર દ્વિકીય કોષો પૂર્તું મર્યાદિત છે. ઇતાં પણ કેટલીક નિભન કક્ષાની વનસ્પતિઓ અને કેટલાક વસાહતી કીટકોમાં એકકીય કોષો પણ સમભાજન દ્વારા વિભાજન પામે છે. સમભાજનનું સજ્વનમાં મહત્વ શું છે તેને સમજવું ખૂબ જ આવશ્યક છે. શું તમે એવા દસ્તાવેજી પરિચિત છો જ્યાં તમે એકકીય અને દ્વિકીય કીટકો વિશે અભ્યાસ કર્યો હોય ?

- સમભાજન દ્વારા નિર્માણ પામેલ દ્વિકીય બાળકોષોમાં સમાન આનુવંશિક દ્વય હોય છે.
- બહુકોષી સજ્વનોની વૃદ્ધિ સમભાજન દ્વારા થાય છે.
- કોષીય વૃદ્ધિના પરિણામ સ્વરૂપે કોષકેન્દ્ર અને કોષરસની વચ્ચેનું પ્રમાણ અસંતુલિત થઈ જાય છે. એટલા માટે એ જરૂરી થઈ જાય છે કે કોષ, વિભાજન પામીને કોષકેન્દ્ર-કોષરસ પ્રમાણને જાળવી રાખે.
- સમવિભાજનો સૌથી મહત્વનો ફાળો કોષના સમારકામનો છે. અધિચ્છદનું સૌથી બહારનું પડ, અન્નમાર્ગનું અસ્તર રચતા કોષો અને રૂધિરકોષો સતત બદલાતા રહેવા જરૂરી છે.
- અગ્રસ્થ અને પાર્શ્વસ્થ એધા જેવી વર્ધનશીલ પેશીઓમાં સમભાજન દ્વારા વનસ્પતિમાં જીવન પર્યત વૃદ્ધિ થયા કરે છે.

10.4 અર્ધીકરણ (Meiosis)

- લિંગી પ્રજનન દ્વારા સંતતિના નિર્માણમાં બે જન્યુઓનું સંયોજન થાય છે. દરેકમાં સંપૂર્ણતા: એકકીય રંગસૂત્રોનું જૂથ હોય છે. વિશિષ્ટ દ્વિકીય કોષોમાંથી જન્યુઓનું નિર્માણ થાય છે. આ ખાસ પ્રકારના કોષ વિભાજનને પરિણામે રંગસૂત્રોની સંખ્યા બાળકોષોમાં અડધી થતા એકકીય બાળકોષનું નિર્માણ થાય છે. આવા પ્રકારના વિભાજનને અર્ધીકરણ કહે છે.
- લિંગી પ્રજનન કરતાં સજ્વનોનાં જીવનચક્રમાં અર્ધીકરણ દ્વારા એકકીય અવસ્થા ઉત્પન્ન થાય છે જ્યારે ફલન દ્વારા દ્વિકીય અવસ્થા પુનઃપ્રાપ્ત થાય છે. વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓમાં જન્યુજનન દરમિયાન અર્ધીકરણ થાય છે. જેના ફળસ્વરૂપે એકકીય જન્યુ સર્જન થાય છે.
- અર્ધીકરણની મુખ્ય વિશિષ્ટતાઓ :
- અર્ધીકરણમાં કોષકેન્દ્ર તેમજ કોષવિભાજનના બે કંબિક ચકો સંકળાયેલા છે. જેમ કે અર્ધીકરણ-I અને અર્ધીકરણ-II પરંતુ DNAનું સ્વયંજનન એક જ વખત થાય છે.
- S તબક્કામાં માત્ર રંગસૂત્રના સ્વયંજનનથી ઉદ્ભવતી બે સમરૂપ લાક્ષણિક રંગસૂત્રિકાઓના નિર્માણ સાથે અર્ધીકરણ-Iની શરૂઆત થાય છે.
- અર્ધીકરણ દરમિયાન સમજાત રંગસૂત્રોની જોડાઓ બને છે અને તેઓની વચ્ચે પુનઃ સંયોજન થાય છે.
- અર્ધીકરણ-IIના અંતમાં ચાર એકકીય કોષોનું સર્જન થાય છે.
- અર્ધીકરણને નીચેની અવસ્થાઓમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવેલ છે :

અર્ધીકરણ - I	અર્ધીકરણ - II
પૂર્વાવસ્થા - I	પૂર્વાવસ્થા - II
ભાજનાવસ્થા - I	ભાજનાવસ્થા - II
ભાજનોત્તરાવસ્થા - I	ભાજનોત્તરાવસ્થા - II
ભાજનાન્તિમાવસ્થા - I	ભાજનાન્તિમાવસ્થા - II

10.4.1 અર્ધીકરણ - I (Meiosis I)

પૂર્વાવસ્થા - I (Prophase I) :

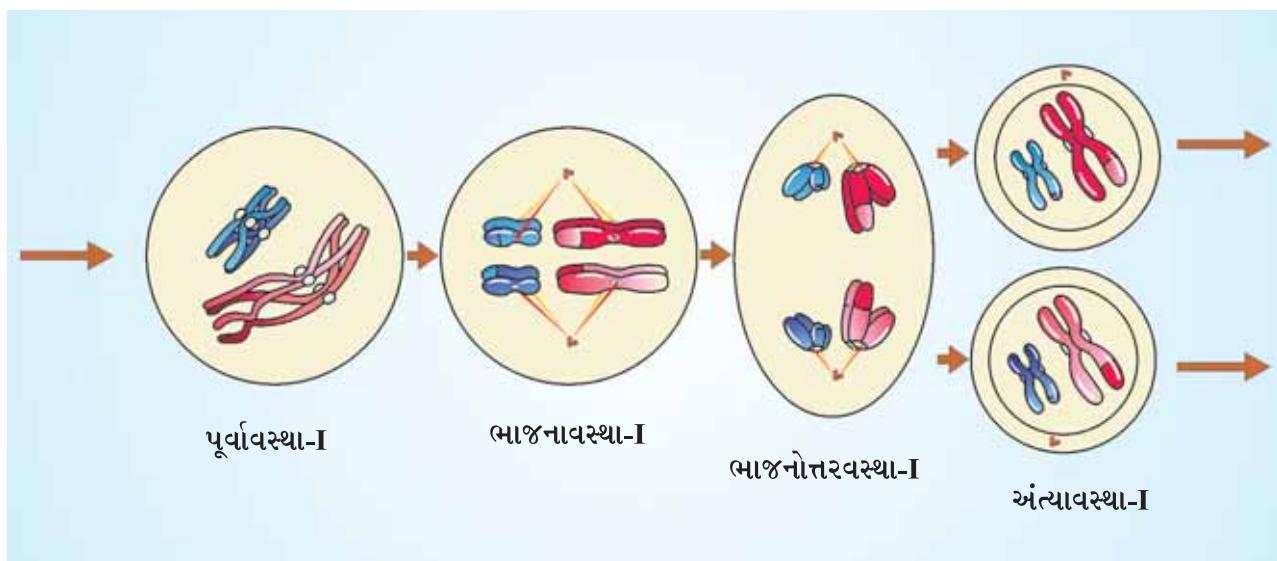
સમવિભાજનની પૂર્વાવસ્થાની સરખામણીએ અર્ધીકરણ - Iની પૂર્વાવસ્થા સ્પષ્ટ રીતે લાંબી અને વધુ જટિલ છે. રંગસૂત્રોની વર્તણૂકના આધારે તેને ફરીથી પાંચ ઉપ અવસ્થાઓમાં વિભાજીત કરવામાં આવેલ છે જેમ કે, લેપ્ટોટીન, જાયગોટીન, પેક્ટિટિન, ડિલ્ફોટીન અને ડાયકાઈનેસિસ.

લેપ્ટોટીન અવસ્થા દરમિયાન રંગસૂત્રો ધીરે-ધીરે સ્પષ્ટ બનતા માઈકોસ્કોપ દ્વારા જોઈ શકાય છે. રંગસૂત્રોનું ઘનીકરણ સમગ્ર લેપ્ટોટીન અવસ્થા દરમિયાન ચાલુ જ રહે છે. આ દરમિયાન હવે પૂર્વાવસ્થા - Iની બીજી પેટા અવસ્થાની શરૂઆત થાય છે જેને આપણે જાયગોટીન કહીએ છીએ. આ અવસ્થા દરમિયાન રંગસૂત્રોની લંબાઈને અનુરૂપ જોડીઓ બનવા માર્ગ છે, જેને સાયનેસ્સિસ પણ કહે છે. આવા પ્રકારની રંગસૂત્રોની જોડીઓને સમજાત રંગસૂત્રો કહે છે. આ અવસ્થાનો ઈલેક્ટ્રોનમાઈકોગ્રાફ એ બતાવે છે કે રંગસૂત્રીય સાયનેસ્સિસ એક જટિલ સંરચનાનું નિર્માણ કરે છે જેને સિનેપ્ટોનિમલ સંકુલ કહે છે. આ સંકુલનું નિર્માણ જોડમાં રહેલા સમજાત રંગસૂત્રો દ્વારા થાય છે. જેને દ્વિસૂત્રી કે ચતુઃસૂત્રી કહે છે. જો કે તે આગળની અવસ્થામાં વધુ સ્પષ્ટ જોઈ શકાય છે. પૂર્વાવસ્થા - Iની ઉપર વર્ઝવેલ બંને અવસ્થાઓ પેક્ટિટિન અવસ્થા કરતાં સરેરાશ ટૂંકા સમય સુધી ચાલે છે. આ અવસ્થા દરમિયાન દ્વિસૂત્રી રંગસૂત્રો સ્પષ્ટપણે ચતુઃસૂત્રી દેખાય છે. પુનઃ સંયોજિત ઘંઠિકાઓનું દશ્યમાન થવું તે આ અવસ્થાની લાક્ષણિકતા છે. સમજાત રંગસૂત્રોના બિન્ન બે એકલસૂત્રો વચ્ચે વ્યતિકરણ થાય છે. વ્યતિકરણ એટલે બે સમજાત રંગસૂત્રો વચ્ચે જનીન દ્રવ્યની અદલાબદલી. વ્યતિકરણ ઉત્સેચક દ્વારા નિયંત્રિત પ્રક્રિયા પણ છે અને ઉત્સેચક આ પ્રક્રિયામાં ભાગ લે છે તેને રિકોમ્બિનેજ કહે છે. વ્યતિકરણ દ્વારા બે રંગસૂત્રોની પર જનીનોનું પુનઃ સંયોજન થાય છે. સમજાત રંગસૂત્રો વચ્ચે પુનઃ સંયોજન પેક્ટિટિન અવસ્થાના અંત સુધીમાં પૂર્ણ થઈ જાય છે. જેના ફળસ્વરૂપે વ્યતિકરણના સ્થાને રંગસૂત્રો જોડાયેલા દેખાય છે.

ડિલ્ફોટીનની શરૂઆતમાં સિનેપ્ટોનિમલ સંકુલનું વિઘટન થઈ જાય છે અને દ્વિસૂત્રી સમજાત રંગસૂત્ર એકમેકથી દૂર ખસવાની શરૂઆત થાય છે પરંતુ જે સ્થળે વ્યતિકરણ થયું હોય તે-તે સ્થળે હજુ પણ જોડાડી જળવાઈ રહે છે. વ્યતિકરણ સ્થળે X આકારની રચનાને સ્વસ્તિક ચોકી કહે છે. કેટલાક પૃષ્ઠવંશી પ્રાણીઓના અંડકોમાં ડિલ્ફોટીન અવસ્થા મહિનાઓ કે વર્ષો સુધી ચાલે છે.

અર્ધીકરણ પૂર્વાવસ્થા - Iની અંતિમ અવસ્થા ડાયકાઈનેસિસ તરીકે ઓળખાય છે. જેમાં સ્વસ્તિક ચોકીઓ દૂર થઈ જાય છે. આ અવસ્થામાં રંગસૂત્રનું ઘનીકરણ પૂર્ણ કક્ષાએ પહોંચે છે અને સમજાત રંગસૂત્રોને છૂટા પાડતા દ્વિધૂવીયતાકનું નિર્માણ થાય છે. ડાયકાઈનેસિસના અંતમાં કોષ્ટકેન્દ્રિકા લુપ્ત થાય છે અને કોષ્ટકેન્દ્રપટલનું પણ વિઘટન થાય છે. ડાયકાઈનેસિસ એ ભાજનાવસ્થા - Iની શરૂઆત કરે છે.

ભાજનાવસ્થા - I (Metaphase I) : દ્વિસૂત્રી રંગસૂત્રો કોષના વિષુવવૃતીય તલમાં જોડીઓ સ્વરૂપે ગોઠવાય છે. (આકૃતિ 10.3) વિરુદ્ધ ધ્રુવોનાં ગ્રાકતંતુની સૂક્ષ્મનાલિકાઓ પ્રતેક સમજાત રંગસૂત્રોની જોડ સાથે સ્વતંત્ર પણે જોડાઈ જાય છે.



આકૃતિ 10.3 : અર્ધીકરણ - Iના વિવિધ તબક્કાઓ

ભાજનોત્તરવસ્થા - I (Anaphase I) : ભાજનોત્તરવસ્થા - I દરમિયાન સમજાત રંગસૂત્રો છૂટા પડે છે જ્યારે દોહિત્ર રંગસૂત્રિકાઓ તેના સેન્ટ્રોમિયરથી જોડાયેલ રહે છે. (આકૃતિ 10.3).

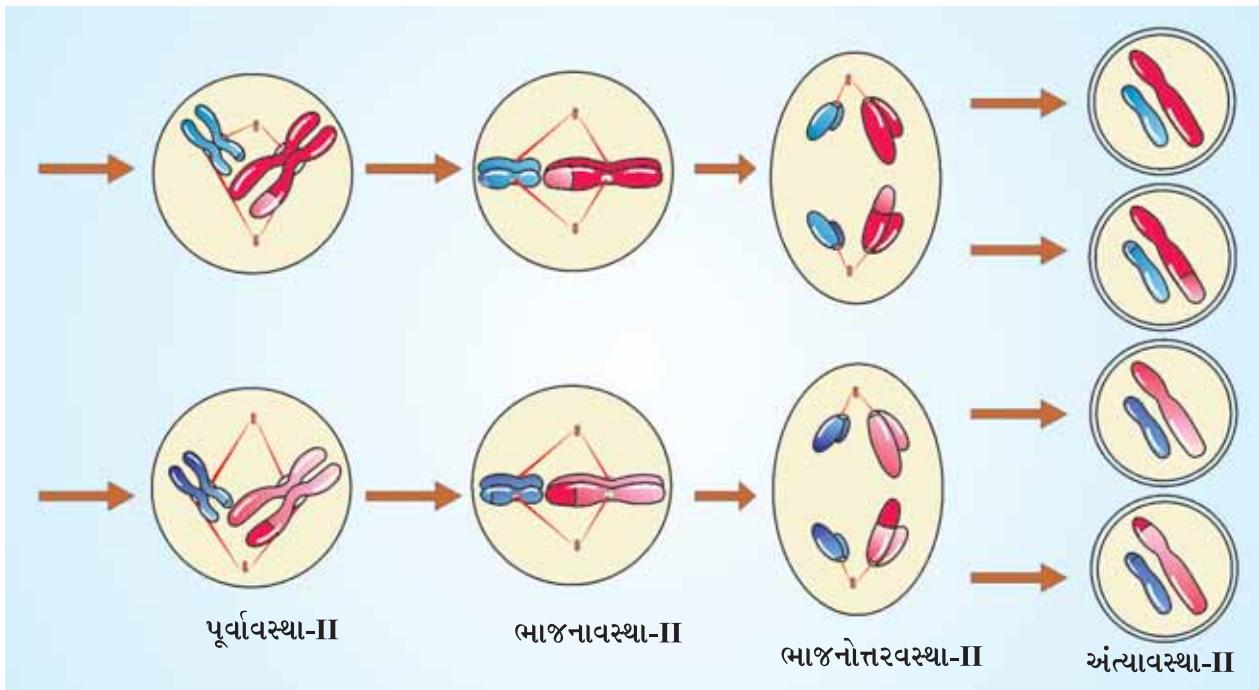
અંત્યાવસ્થા - I (Telophase I) : આ અવસ્થામાં કોષકેન્દ્રપટલ તેમજ કોષકેન્દ્રિકા પુનઃ નિર્માણ પામે છે. કોષરસવિભાજનની શરૂઆત થઈ જાય છે અને કોષની આ અવસ્થાને કોષદ્વિક (Dyad) કહે છે. (આકૃતિ 10.3). કેટલાક કિસ્સામાં રંગસૂત્રનો થોડો વિક્ષેપ પડે છે આથી તે આંતરવસ્થાના કોષકેન્દ્રમાં સંપૂર્ણપણે ફેલાયેલા જોવા મળતા નથી. બે કમિક અર્ધીકરણની અવસ્થા વચ્ચેના ગાળાને (તબક્કાને) ઈન્ટરકાઈનેસિસ કે આંતરકોષવિભાજન કહે છે અને તે સામાન્ય રીતે ખૂબ જ ટૂંકા ગાળાની હોય છે. આંતર કોષ વિભાજન પૂર્વાવસ્થા - IIને અનુસરે છે જે પૂર્વાવસ્થા - I કરતાં ખૂબ જ સરળ તબક્કો છે.

10.4.2 અર્ધીકરણ - II (Meiosis II)

પૂર્વાવસ્થા - II (Prophase II) : કોષરસ વિભાજન પછી તરત જ અર્ધીકરણ - IIની શરૂઆત થાય છે, કે જે પહેલાં રંગસૂત્રો પૂર્ણ લંબાયેલા હોતા નથી. અર્ધીકરણ - Iથી વિપરિત અર્ધીકરણ - II સામાન્ય રીતે સમભાજન જેવું જ હોય છે.

ભાજનાવસ્થા - II (Metaphase II) : આ અવસ્થામાં રંગસૂત્રો વિષુવવૃત્તીય તલ પર ગોઠવાય છે અને વિરુદ્ધ ધ્રુવોના ત્રાકતંતુની સૂક્ષ્મનલિકાઓ રંગસૂત્રિકાઓના કાઈનેટોકોર્સ સાથે જોડાઈ જાય છે. (આકૃતિ 10.4).

ભાજનોત્તરવસ્થા - II (Anaphase II) : દરેક રંગસૂત્રના સેન્ટ્રોમિયરનાં કમશા: વિભાજનથી ભાજનોત્તરવસ્થા - IIની શરૂઆત થાય છે. રંગસૂત્રના છૂટા પડેલ બે એકલસૂત્રો કે જે સેન્ટ્રોમિયરયુક્ત હોય છે. તે પરસ્પર વિરુદ્ધ ધ્રુવો તરફ ખસે છે (આકૃતિ 10.4).



આકૃતિ 10.4 : અધીકરણ - IIની વિવિધ અવસ્થાઓ

અંત્યાવસ્થા - II (Telophase II) : આ અવસ્થા અધીકરણની અંતિમ અવસ્થા છે. જેમાં રંગસૂત્રના બે સમૂહ ફરીથી કોષકેન્દ્રપટલ દ્વારા વિંટળાય છે. કોષરસ વિભાજન પછી ચાર એકકીય બાળકોષોનું સર્જન થાય છે. (આકૃતિ 10.4).

10.5 અધીકરણનું મહત્વ (Significance of Meiosis)

રંગસૂત્રની સંખ્યા અડધી થઈ જતી હોવા છતાં, અધીકરણ એ એવી વિશિષ્ટ પ્રક્રિયા છે કે જેમાં લિંગી પ્રજનન કરતાં સજીવોની દરેક જાતિમાં રંગસૂત્રોની નિશ્ચિત સંખ્યા જે તે જાતિ પ્રમાણે જળવાઈ રહે છે. અધીકરણ દ્વારા સજીવોની વસ્તુઓની પેઢી દર પેઢી જનીનિક ભિન્નતામાં પણ વધારો થાય છે. ઉદ્ભવિકાસની પ્રક્રિયા માટે આવી ભિન્નતાઓ ખૂબ જ મહત્વની છે.

સારાંશ

કોષવાદ મુજબ પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતા કોષમાંથી નવા કોષોનું સર્જન થાય છે. આ પ્રક્રિયાને કોષવિભાજન કહે છે. લિંગી પ્રજનન કરતાં કોઈ પણ સજીવના જીવનની શરૂઆત એક કોષીય યુગ્મનજમાંથી થાય છે. કોષવિભાજન સજીવોનાં પુખ્ત થયા પછી પણ અટકતું નથી. પરંતુ તે જીવનભર

ચાલ્યા કરે છે. એ અવસ્થાઓ જેના અંતર્ગત કોષ એક વિભાજનથી બીજા વિભાજન તરફ પસાર થાય છે તેને કોષયક કહે છે. કોષયકમાં બે અવસ્થાઓ હોય છે. (1) આંતરાવસ્થા - કોષવિભાજનની તૈયારી માટેની અવસ્થા તથા (2) રંગસૂત્રીય વિભાજન : કોષીયવિભાજનનો વાસ્તવિક સમયગાળો.

આંતરાવસ્થા પદ્ધિથી G_1 , S અને G_2 જેવી પેટા અવસ્થાઓમાં વિભાજિત થાય છે. G_1 અવસ્થામાં કોષ સામાન્ય ચયાપચયી કિયાઓને પૂર્ણ કરીને વૃદ્ધિ કરે છે. આ અવસ્થામાં મુખ્યત્વે અંગિકાઓનું દ્વિગુણન થાય છે. S અવસ્થામાં DNAનું સ્વચ્છજનન અને રંગસૂત્રોનું દ્વિગુણન થાય છે. G_2 અવસ્થામાં કોષરસીય વૃદ્ધિ થાય છે. સમભાજનને ચાર અવસ્થાઓમાં વિભાજિત કરવામાં આવેલ છે. જેમ કે પૂર્વાવસ્થા, ભાજનાવસ્થા, ભાજનોતરાવસ્થા અને અંત્યાવસ્થા. પૂર્વાવસ્થામાં રંગસૂત્રોનું સંકોચન થવા લાગે છે. સાથે-સાથે તારાંડેન્ન વિરુદ્ધ ધૂવો તરફ ગતિ કરે છે. કોષકેન્દ્રિકા તેમજ કોષકેન્દ્રપટલ અદશ્ય થાય છે. ત્રાકંતુઓનું નિર્માણ શરૂ થઈ જાય છે. ભાજનાવસ્થામાં રંગસૂત્ર મધ્યપહૂંકા પર ગોડવાઈ જાય છે. ભાજનોતરાવસ્થા દરમિયાન સેન્ટ્રોમિયર વિભાજિત થઈ જાય છે અને એકલ સૂત્રો વિરુદ્ધ ધૂવો તરફ સેન્ટ્રોમિયર સહિત ખસવાનું શરૂ કરે છે. એક વાર એકલસૂત્રોના વિરુદ્ધ ધૂવો તરફ પહોંચ્યા પદ્ધી રંગસૂત્રોની લંબાઈમાં વધારો થવાનું શરૂ થાય છે. જે અવસ્થામાં કોષકેન્દ્રિકા તેમજ કોષકેન્દ્રપટલનું પુનઃ નિર્માણ થાય છે. તેને અંત્યાવસ્થા કહેવાય છે. કોષકેન્દ્ર વિભાજન પૂર્ણ થયા બાદ કોષરસ વિભાજનની શરૂઆત થાય છે. તેને કોષરસ વિભાજન કહે છે. સમભાજન દ્વારા બાળ કોષોમાં પિતૃકોષો જેટલી જ રંગસૂત્રોની સંઝ્યા સરખી રહે છે.

સમભાજનથી વિપરીત, અર્ધિકરણ એવા દ્વિકીયકોષોમાં થાય છે, કે જે જન્યુના નિર્માણ સાથે સંકળાપેલા હોય છે. આ વિભાજનને અર્ધસૂત્રાણ પણ કહે છે, કારણ કે આ વિભાજન દ્વારા નિર્માણ પામતા જન્યુમાં રંગસૂત્રોની સંઝ્યા અડવી થઈ જાય છે. લિંગી પ્રજનનમાં જન્યુઓના જોડાણ દ્વારા રંગસૂત્રોની સંઝ્યા માતૃ જેટલી જ જળવાય છે. અર્ધિકરણને બે અવસ્થાઓમાં વિભાજિત કરવામાં આવેલ છે, અર્ધિકરણ - I અને અર્ધિકરણ - II પ્રથમ અર્ધિકરણમાં સમજાત રંગસૂત્રો જોડી બનાવી દ્વિયુંમી બને છે અને બ્યતિકરણમાંથી પસાર થાય છે. અર્ધિકરણ - Iની પૂર્વાવસ્થા લાંબી હોય છે. તે પાંચ પેટા અવસ્થાઓમાં વિભાજિત કરવામાં આવેલ છે. જેમ કે, લોએટીન, જાયગોટીન, પેકિટિન, ડિલ્ફોટીન અને ડાયકાઈનેસિસ. ભાજનાવસ્થા - I દરમિયાન રંગસૂત્રોના જોડકા મધ્યાવસ્થા પહૂંકા પર ગોડવાઈ જાય છે. ત્યારબાદ ભાજનોતરાવસ્થા - Iમાં સમજાત રંગસૂત્રો પોતાના બંને એકલસૂત્રો સાથે વિરુદ્ધ ધૂવ તરફ ગતિ કરે છે. પ્રત્યેક ધૂવ માતૃકોષની સરખામણીમાં અડધા રંગસૂત્રો મેળવે છે. અંત્યાવસ્થા - I દરમિયાન કોષકેન્દ્રિકા તેમજ કોષકેન્દ્રપટલ પુનઃ દશ્યમાન થાય છે. અર્ધિકરણ - II એ સમભાજન જેવું જ હોય છે. ભાજનોતરાવસ્થા - II દરમિયાન એકલસૂત્રો પરસ્પર અલગ થઈ જાય છે. આ પ્રકારે અર્ધિકરણને અંતે ચાર એકકીય કોષોનું સર્જન થાય છે.

સ્વાધ્યાય

- સસ્તનના કોષનો સરેરાશ કોષયક સમયગાળો કેટલો હોય છે ?
- કોષરસ વિભાજન અને કોષકેન્દ્ર વિભાજનમાં શું બેદ હોય છે ?
- આંતરાવસ્થામાં થતી ઘટનાઓનું વર્ણન કરો.
- કોષયકની G_0 (શાંત અવસ્થા) શું છે ?

5. સમભાજનને સમસૂત્રીભાજન શા માટે કહે છે ?
6. કોષયકની અવસ્થાઓના નામ જણાવો કે જેમાં નીચેની ઘટનાઓ થાય છે :
 - (i) રંગસૂત્રો ગ્રાક મધ્યરેખા તરફ ગતિ કરે છે.
 - (ii) સેન્ટ્રોમિયરનું વિભાજન અને રંગસૂત્રિકાનું છૂટા પડવું.
 - (iii) સમજાત રંગસૂત્રોની એકબીજા સાથે જોડી રચાવી.
 - (iv) સમજાત રંગસૂત્રોની વચ્ચે વત્તિકરણ થવું.
7. નીચે આપેલાનું વર્ણન કરો :
 - (a) સાયનેપ્સિસ (b) ડિયુંમી (c) સ્વસ્તિક ચોક્કીઓ તમારો જવાબ સમજાવવા માટે આકૃતિ દોરો.
8. વનસ્પતિ કોષમાં થતું કોષરસ વિભાજન પ્રાણી કોષમાં થતા કોષરસ વિભાજનથી કઈ રીતે અલગ પડે છે ?
9. અધીકરણના અંતે નિર્માણ પામતા ચાર બાળકોએ શેમાં સમાન કદનાં અને શેમાં અસમાન (ભિન્ન) કદનાં હોય છે ? ઉદાહરણ શોખો.
10. સમભાજનની ભાજનાવસ્થા અને અધીકરણની ભાજનાવસ્થા - I માં બેદ જણાવો.
11. સમભાજન અને અધીકરણમાં જોવા મળતાં મુખ્ય બેદની સૂચી બનાવો.
12. અધીકરણનું મહત્વ શું છે ?
13. તમારા શિક્ષક સાથે નીચેના મુદ્દાની ચર્ચા કરો :
 - (i) એકદીય કીટકો અને નિભન્ન વનસ્પતિમાં જ્યાં કોષવિભાજન થાય છે અને
 - (ii) ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિનાં કેટલાક એકદીય કોષો કે જેમાં કોષવિભાજન થતું નથી.
14. શું S અવસ્થામાં DNAના સ્વયંજનન વગર સમભાજન થઈ શકે છે ?
15. શું કોષવિભાજન વગર DNAનું સ્વયંજનન થઈ શકે છે ?
16. કોષવિભાજનની પ્રત્યેક અવસ્થાઓ દરમિયાન થતી ઘટનાઓનું વિશ્લેષણ કરો અને ધ્યાન રાખો કે નીચે આપેલા બે પરિમાણો કેવી રીતે બદલાય છે :
 - (i) પ્રત્યેક કોષમાં રંગસૂત્ર સંખ્યા (N)
 - (ii) પ્રત્યેક કોષમાં DNAની માત્રા (C)