પ્રકરણ 6

સપુષ્પી વનસ્પતિઓની અંતઃસ્થરચના (Anatomy of Flowering Plants)

6.1 પેશી

6.2 પેશીતંત્ર

6.3 દ્વિદળી અને એકદળી વનસ્પતિઓની અંતઃસ્થરચના

6.4 દ્વિતીય વૃદ્ધિ

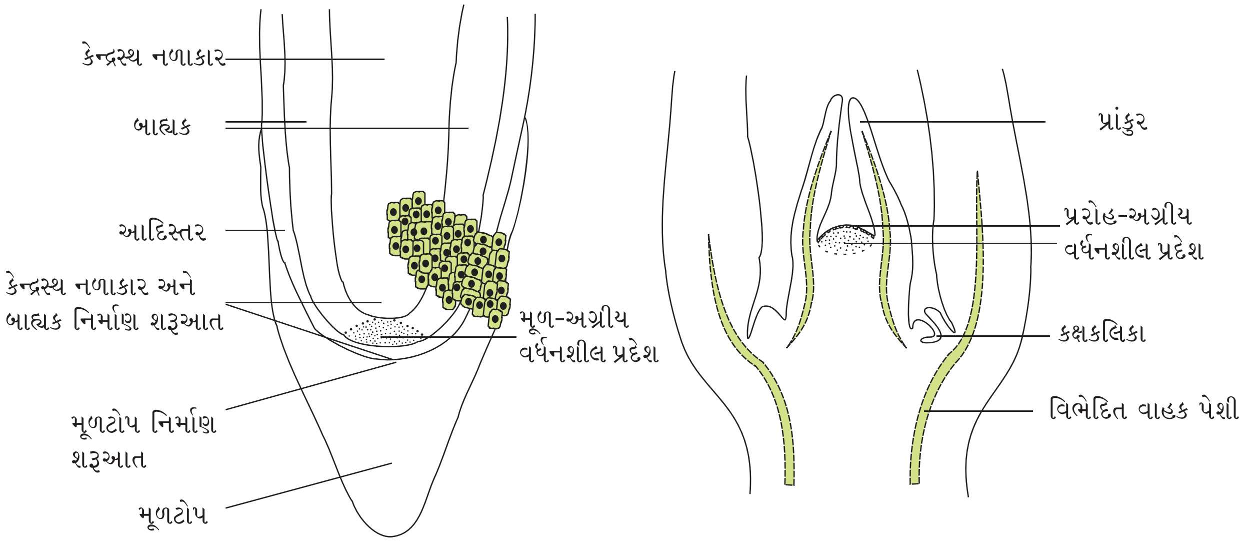
વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ બંને પૈકી મોટા ભાગના સજીવોની બાહ્ય રચનામાં તેમની રચનાકીય સમાનતાઓ (similarities) અને ભિન્નતાઓ (જુદાપણું - variations) તમે સરળતાથી જોઈ શકો છો. એ જ રીતે, આપણે આંતરિક રચનાઓ અભ્યાસ કરીએ તો આપણને ઘણી સમાનતાઓ જોવા મળે છે અને જુદાપણું પણ જોવા મળે છે. આ પ્રકરણ તમને ઉચ્ચ વનસ્પતિઓની આંતરિક રચના અને અંગજનન ક્રિયાવિધિથી માહિતગાર કરે છે. વનસ્પતિઓની આંતરિક રચનાના અભ્યાસને અંતઃસ્થ રચનાશાસ્ત્ર કહે છે. વનસ્પતિઓ પાયાના એકમ તરીકે કોષો ધરાવે છે. કોષો પેશીઓમાં આયોજિત થાય છે અને ફરીથી પેશીઓ પણ અંગોમાં આયોજિત થાય છે. વનસ્પતિઓમાં વિવિધ અંગો તેમની આંતરિક રચનામાં જુદાપણું દર્શાવે છે. આવૃત્ત બીજધારી વનસ્પતિઓમાં, દ્વિદળીઓ અને એકદળીઓ પણ અંતઃસ્થ રચનાની દૃષ્ટિએ જુદી દેખાય છે. આંતરિક રચનાઓ તેમના વિભિન્ન પર્યાવરણ પ્રત્યેના અનુકૂલનો (adaptations) પણ દર્શાવે છે.

6.1 પેશી (The Tissues)

પેશી સમાન ઉત્પત્તિ ધરાવતા અને સામાન્યતઃ સમાન કાર્ય દર્શાવતા કોષોનો સમૂહ છે. વનસ્પતિ વિવિધ પ્રકારની પેશીઓની બનેલી છે. રચાયેલા (નવા બનેલા) કોષો વિભાજનની ક્ષમતા ધરાવે છે કે નહીં, તેના આધારે પેશીઓ વર્ધનશીલ અને સ્થાયી એમ બે મુખ્ય જૂથોમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે.

6.1.1 વર્ધનશીલ પેશી (Meristematic Tissues)

વનસ્પતિઓમાં વૃદ્ધિ મોટે ભાગે ક્રિયાશીલ (સક્રિય) કોષવિભાજનના ચોક્કસ વિસ્તારો પૂરતી મર્યાદિત છે. સક્રિય રીત વિભાજન પામતા કોષોના સમૂહને **વર્ધનશીલ પેશીઓ** કહે છે. **(meristos : divided- વિભાજન પામવું)**. વનસ્પતિઓ વિવિધ પ્રકારની વર્ધનશીલ પેશીઓ ધરાવે છે. મૂળ તથા

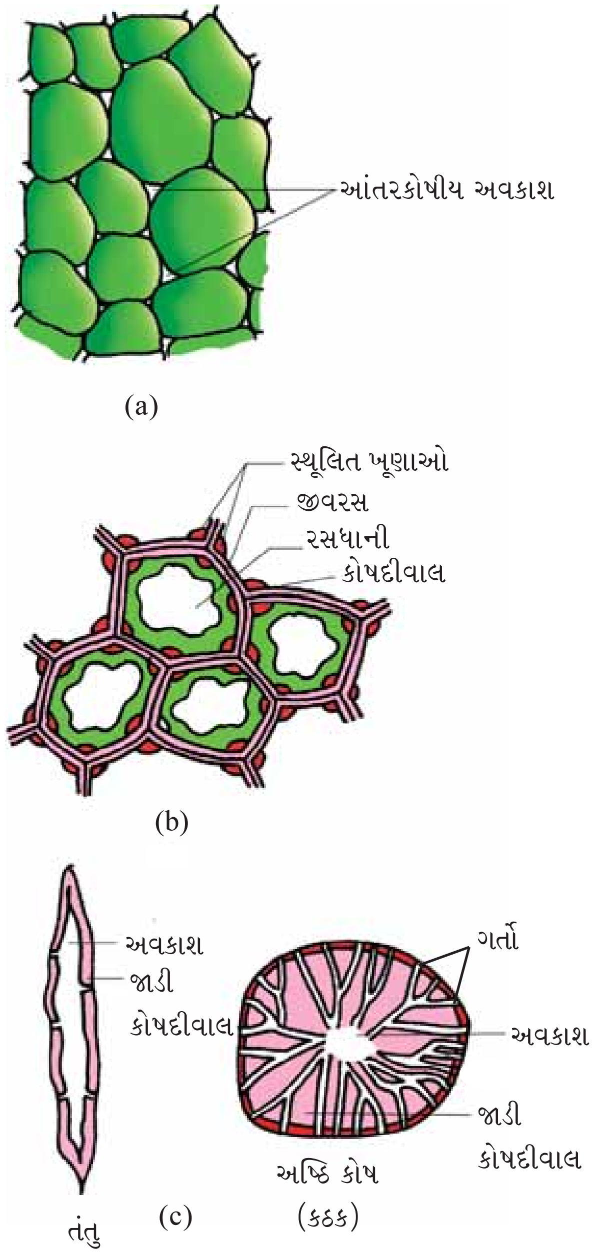


આકૃતિ 6.1 : અગ્રીય વર્ધનશીલ પેશી (a) મૂળ (b) પ્રરોહ

પ્રરોહના અગ્રસ્થ ભાગમાં રહેલી અને પ્રાથમિક પેશીઓનું નિર્માણ કરતી વર્ધનશીલ પેશીઓને **અગ્રીય વર્ધનશીલ પેશીઓ (apical meristems)** કહે છે (આકૃતિ 6.1). મૂળની અગ્રીય વર્ધનશીલ પેશીઓ મૂળની ટોચના ભાગે રહેલી છે જ્યારે પ્રરોહની અગ્રીય વર્ધનશીલ પેશીઓ પ્રકાંડ અક્ષના મોટા ભાગના પ્રદેશમાં અમુક અમુક અંતરે રહેલી છે. પર્ણોના નિર્માણ અને પ્રકાંડના વિસ્તરણ દરમિયાન, પ્રરોહની અગ્રીય વર્ધનશીલ પેશીના કેટલાક કોષો નીચેની તરફ ગોઠવાઈ **કક્ષકલિકા**નું નિર્માણ કરે છે. આવી કલિકાઓ પર્ણોની કક્ષમાં પણ હાજર હોય છે અને શાખા કે પુષ્પ ધારણ કરવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. પરિપક્વ પેશીઓ(સ્થાયી પેશીઓ)ની વચ્ચે આવેલી વર્ધનશીલ પેશીને **આંતરવિષ્ટ વર્ધનશીલ પેશી (intercalary meristem)** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ પેશીઓ ઘાસમાં અને શાકાહારી (તૃણાહારી) ચરતા પ્રાણીઓ દ્વારા ખવાઈને દૂર થયેલા વનસ્પતિના ભાગોની જગાએ પુનઃનિર્માણ પામતા ભાગોમાં રહેલી છે. અગ્રીય વર્ધનશીલ પેશી અને આંતરવિષ્ટ વર્ધનશીલ બંને **પ્રાથમિક વર્ધનશીલ પેશીઓ** છે કારણ કે તેઓ વનસ્પતિ જીવનની શરૂઆતમાં દેખાય છે અને પ્રાથમિક વનસ્પતિ દેહના નિર્માણમાં ભાગ લે છે.

ઘણી વનસ્પતિઓના મૂળ અને પ્રકાંડના પરિપક્વ ભાગોમાં આવેલી વર્ધનશીલ પેશીઓ કે જે ચોક્કસ રીતે કાષ્ઠીય અક્ષ ઉત્પન્ન કરે છે અને પ્રાથમિક વર્ધનશીલ પેશીના નિર્માણ પછી દેખાય છે તેને દ્વિતીય અથવા **પાર્શ્વીય વર્ધનશીલ (secondary or lateral meristem)** કહે છે. તેઓ નળાકાર વર્ધનશીલ પેશીઓ છે. પુલીય (fascicular) વાહિ એધા, આંતરપુલીય (interfascicular) એધા અને ત્વક્ષૈધા (cork cambium) પાર્શ્વીય વર્ધનશીલ પેશીઓનાં ઉદાહરણો છે. તેઓ દ્વિતીયક પેશીઓના નિર્માણ માટે જવાબદાર છે.

પ્રાથમિક અને દ્વિતીય વર્ધનશીલ પેશી એમ બંનેના કોષો વિભાજનોને અનુસરી બનતા નવા કોષો રચના અને કાર્યની દૃષ્ટિએ વિશિષ્ટીકરણ પામી વિભાજન પામવાની ક્ષમતા ગુમાવે છે. આવા કોષો **સ્થાયી કે પરિપક્વ (mature) કોષો** તરીકે ઓળખાય છે અને સ્થાયી પેશીઓની રચના કરે છે. પ્રાથમિક વનસ્પતિ દેહના નિર્માણ દરમિયાન, અગ્રીય વર્ધનશીલ પેશી એ અધિસ્તરીય પેશીઓ (epidermal tissues), આધાર પેશીઓ (ground tissues) અને વાહક પેશીઓ (vascular tissues) ઉત્પન્ન કરે છે.



આકૃતિ 6.2 : સરળ પેશીઓ (a) મૃદુત્તક (b) સ્થૂલકોણક (c) દઢોત્તક

6.1.2 સ્થાયી પેશીઓ (Permanent Tissues)

સ્થાયી પેશીઓના કોષો સામાન્ય રીતે ફરીથી વિભાજન પામતા નથી. સ્થાયી પેશીઓના બધા જ કોષો રચના (structure) અને કાર્ય(function)માં એકસરખા છે તેને સરળ પેશીઓ કહે છે. **સ્થાયી પેશીઓ** કે જે ઘણા વિવિધ પ્રકારના કોષો ધરાવે છે તેને **જટિલ પેશીઓ** કહે છે.

6.1.2.1 સરળ પેશી (Simple Tissues)

સરળ પેશીઓ ફક્ત એક જ પ્રકારના કોષોની બનેલી છે. મૃદુત્તક (parenchyma), સ્થૂલકોણક (collenchyma) અને દઢોત્તક (sclerenchyma). વનસ્પતિઓમાં વિવિધ સરળ પેશીઓ છે (આકૃતિ 6.2). **મૃદુત્તક પેશી** અંગોની અંદર વિવિધ ઘટકો બનાવે છે. મૃદુત્તક પેશીના કોષો સામાન્ય રીતે સમવ્યાસી (isodiametric) છે. તેઓ આકારમાં ગોળાકાર (spherical), અંડાકાર (oval), વર્તુળાકાર (round), બહુકોણીય (polygonal) છે. તેઓની દીવાલ પાતળી અને સેલ્યુલોઝની બનેલી છે. તેઓ ગાઢ રીતે સંકળાયેલા કે ઓછો આંતરકોષીય અવકાશ ધરાવે છે. મૃદુત્તક પેશી એ પ્રકાશસંશ્લેષણ, સંગ્રહ અને સ્ત્રાવ (secretion) જેવા વિવિધ કાર્યો કરે છે.

સ્થૂલકોણક પેશી એ દ્વિદળી વનસ્પતિઓમાં અધિસ્તરની નીચેના સ્તરોમાં આવેલી છે. તે એકસરખા સ્તરો કે ટુકડાઓ(patches)માં જોવા મળે છે. તે ખૂણાઓ પર ખૂબ જ સ્થૂલન (thickening) ધરાવતા કોષોની બનેલી છે જે સેલ્યુલોઝ, હેમીસેલ્યુલોઝ અને પેક્ટિનની જમાવટ(deposition)ને કારણે હોય છે. સ્થૂલકોણક કોષો અંડાકાર, વર્તુળાકાર કે બહુકોણીય હોય છે અને ઘણીવાર હરિતકણો ધરાવે છે. આ કોષો હરિતકણો ધરાવતા હોય ત્યારે તેઓ ખોરાક સંચય કરે છે. આંતરકોષીય અવકાશ ગેરહાજર છે. કુમળા (તરુણ - young) પ્રકાંડ અને પર્ણના પર્ણદંડ જેવા વનસ્પતિના વિકાસ પામતા ભાગોને યાંત્રિક આધાર (mechanical support) પૂરો પાડે છે.

દઢોત્તક પેશી એ લાંબા, પાતળી અને લિગ્નીનથી સ્થૂલન પામેલી કોષદીવાલ યુક્ત, સાંકડા (narrow) કોષોની બનેલી છે જે થોડા કે ઘણા ગર્તો (નાના ખાડા - pits) ધરાવે છે. તેઓ સામાન્યતઃ મૃત અને જીવરસ વગરના છે. રચના, ઉત્પત્તિ અને વિકાસની વિવિધતાને આધારે દઢોત્તક પેશી એ બે પ્રકારની હોય છે- **તંતુઓ (fibres)** કે **અષ્ઠિકોષો (કઠકો - sclereids)**. તંતુઓ એ પાતળી દીવાલવાળા, લંબાયેલા અને અણીવાળા (pointed) કોષો છે અને સામાન્ય રીતે વનસ્પતિના વિવિધ

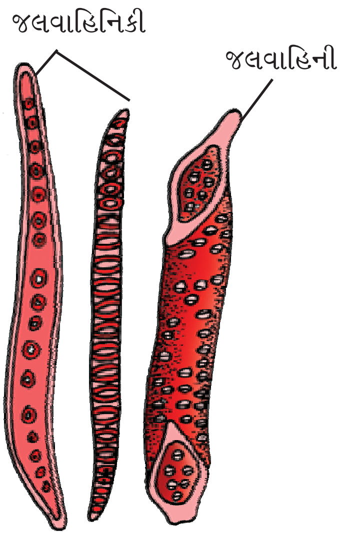
ભાગોમાં સમૂહોમાં આવેલા છે. અષ્ઠીકોષો ગોળાકાર, અંડાકાર કે નળાકાર છે અને ખૂબ જ સાંકડા અવકાશ (cavity-lumen) ધરાવતા અતિશય સ્થૂલિત મૃત કોષો છે. તેઓ સામાન્યતઃ કાચલ(કવચયુક્ત ફળ - nuts)ના ફલાવરણમાં; જામફળ (guava), નાસપતિ (pear) અને ચીકુ (sapota) જેવા ફળોના ગર પ્રદેશમાં; શિમ્બી (legumes) વનસ્પતિઓના બીજાવરણમાં અને ચાના પર્ણોમાં જોવા મળે છે. દૃઢોત્તક પેશી અંગોને યાંત્રિક આધાર પૂરો પાડે છે.

6.1.2.2 જટિલ પેશીઓ (Complex Tissues)

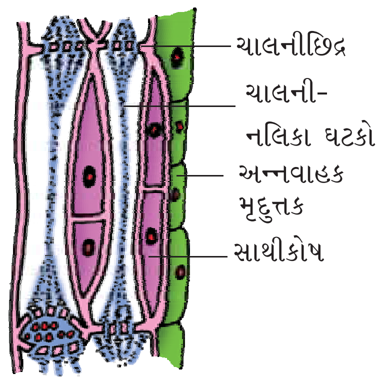
જટિલ પેશીઓ એક કરતાં વધુ પ્રકારના કોષોની બનેલી છે અને ભેગા મળીને એક એકમ (unit) તરીકે કાર્ય કરે છે. જલવાહક અને અન્નવાહક વનસ્પતિઓમાં જટિલ પેશીઓ બનાવે છે (આકૃતિ 6.3).

જલવાહક પેશી એ વહન પેશી (conducting tissue) તરીકે પાણી અને ખનીજ દ્રવ્યોનું વહન મૂળથી પ્રકાંડ અને પર્ણો તરફ કરે છે. તે વનસ્પતિઓને યાંત્રિક મજબૂતાઈ પણ પૂરી પાડે છે. તે ચાર જુદા જુદા પ્રકારના ઘટકોની બનેલી છે : જલવાહિનિકી (tracheids), જલવાહિની (vessels), જલવાહક તંતુઓ (xylem fibres) અને જલવાહક મૃદુત્તક (xylem parenchyma). અનાવૃત્ત બીજધારી વનસ્પતિઓની જલવાહક પેશીમાં જલવાહિનીનો અભાવ હોય છે. **જલવાહિનિકી** સાંકડા છેડાવાળા, લાંબા નળાકાર કોષની બનેલ છે જેમની દીવાલ જાડી અને લિગ્નીનથી સ્થૂલિત હોય છે. તેઓ મૃત અને જીવરસવિહીન છે. કોષદીવાલના અંદરના સ્તરો જુદા જુદા સ્વરૂપમાં સ્થૂલન ધરાવે છે. સપુષ્પ વનસ્પતિઓમાં, જલવાહિનિકી અને જલવાહિની, પાણીનું વહન કરતા મુખ્ય ઘટકો છે. **જલવાહિની** એ લાંબી નળાકાર નલિકામય રચના છે જે જલવાહક ઘટકો કહેવાતા ઘણા એકમોની બનેલી છે તથા દરેક ઘટક લિગ્નીનયુક્ત દીવાલો અને મધ્યમાં (large central cavity) વિશાળ અવકાશ ધરાવે છે. જલવાહિની કોષો પણ જીવરસ (protoplast) વિહીન છે. જલવાહક ઘટકો તેમની સામાન્ય દીવાલોમાં આવેલા છિદ્રો દ્વારા આંતરિક રીતે એકબીજા સાથે જોડાયેલા છે. જલવાહિનીની હાજરી એ આવૃત્ત બીજધારી વનસ્પતિઓની દેખીતી લાક્ષણિકતા છે. **જલવાહક તંતુઓ** ખૂબ જ સ્થૂલિત દીવાલો ધરાવતા અને નહિવત્ કેન્દ્રીય અવકાશયુક્ત તંતુઓ છે. તેઓ પડદાયુક્ત (septate) કે પડદાવિહીન હોઈ શકે છે. **જલવાહક મૃદુત્તક** કોષો એ જીવંત અને પાતળી દીવાલયુક્ત કોષો છે અને તેમની કોષદીવાલો સેલ્યુલોઝની બનેલી છે. તેઓ સ્ટાર્ચ કે ચરબી અને ટેનિન જેવા બીજા પદાર્થો સ્વરૂપે ખોરાક દ્રવ્યોનો સંગ્રહ કરે છે. પાણીનું અરીય વહન મજ્જાંશુના મૃદુત્તક કોષોને આભારી છે.

પ્રાથમિક જલવાહક એ બે પ્રકારની છે - **આદિદારુ (protoxylem)** અને **અનુદારુ (metaxylem)**. પહેલાં નિર્માણ પામતા પ્રાથમિક જલવાહક ઘટકોને આદિદારુ અને પછીથી નિર્માણ પામતા પ્રાથમિક જલવાહક ઘટકોને અનુદારુ કહે છે. પ્રકાંડમાં, **આદિદારુ** કેન્દ્ર તરફ (મજ્જાકીય) અને **અનુદારુ** અંગોની પરિઘવર્તી દિશામાં સ્થિત છે. આ પ્રકારની પ્રાથમિક જલવાહકને **અંતરારંભી (edarch)** કહે છે. મૂળમાં, આદિદારુ પરિઘવર્તી દિશામાં અને અનુદારુ કેન્દ્ર તરફ (મજ્જાકીય) સ્થિત છે. આવા પ્રકારની પ્રાથમિક જલવાહકની ગોઠવણીને **બહિરારંભી (exarch)** કહે છે.



(a)



(b)

આકૃતિ 6.3 : (a) જલવાહક
(b) અન્નવાહક

અન્નવાહક પેશી ખોરાકનું વહન સામાન્ય રીત પર્ણોથી વનસ્પતિના અન્ય ભાગો તરફ કરે છે. આવૃત બીજધારી વનસ્પતિઓમાં અન્નવાહક પેશી એ ચાલની નલિકાઓ (sieve tubes), સાથીકોષો (companion cells), અન્નવાહક મૃદુત્તક (phloem parenchyma) અને અન્નવાહક તંતુઓ(phloem fibres)ની બનેલી છે. અનાવૃત્ત બીજધારી વનસ્પતિઓ આલ્બ્યુમિનયુક્ત કોષો અને ચાલની કોષો ધરાવે છે. તેઓમાં ચાલનીનલિકાઓ અને સાથીકોષોનો અભાવ હોય છે. **ચાલનીનલિકાના** ઘટકો પણ લાંબા, નલિકામય, આયામ રીતે ગોઠવાયેલા અને સાથીકોષો સાથે સંકળાયેલા છે. કોષોની અંત્ય દીવાલો ચાળણી જેવી છિદ્રાળુ બની ચાલનીપટ્ટિકાઓ(sieve plates)નું નિર્માણ કરે છે. પુખ્ત ચાલની ઘટક એ પરિઘવર્તી કોષરસ અને મોટી રસધાની (vacuole) ધરાવે છે પરંતુ તેમાં કોષકેન્દ્રનો અભાવ હોય છે. એ સાથીકોષોના કોષકેન્દ્ર દ્વારા ચાલનીનલિકાના કાર્યોનું નિયંત્રણ થાય છે. **સાથીકોષો** વિશિષ્ટીકરણ પામેલા મૃદુત્તક કોષો છે કે જેઓ ચાલનીનલિકાના ઘટકો સાથે ગાઢ રીતે સંકળાયેલ છે. ચાલની નલિકા ઘટકો અને સાથીકોષો તેમની સામાન્ય આયામ દીવાલો (longitudinal walls) વચ્ચે રહેલા ગર્તીક્ષેત્રો (pit fields) દ્વારા એકબીજા સાથે જોડાયેલ છે. સાથીકોષો એ ચાલનીનલિકાઓમાં દાબ/દબાણ ઢોળાંશ(pressure gradient)ની જાળવણીમાં મદદરૂપ છે. અન્નવાહક મૃદુત્તક લાંબા, સાંકડા છેડાવાળા નળાકાર કોષો(tapering cyindrical cells) કે જે ઘટ્ટ કોષરસ અને કોષકેન્દ્ર ધરાવે છે. તેઓની કોષદીવાલ સેલ્યુલોઝની બનેલી છે અને તેમાં (કોષદીવાલમાં) આવેલા ગર્તોમાંથી પસાર થતા કોષરસતંતુ દ્વારા કોષ વચ્ચે સંપર્ક જળવાય છે. અન્નવાહક મૃદુત્તક એ પોષક પદાર્થો તેમજ રાળ (resins), ક્ષીર (latex) અને શ્લેષ્મ (mucilage) જેવા અન્ય પદાર્થોનો સંગ્રહ કરે છે. **અન્નવાહક મૃદુત્તક** મોટા ભાગની એકદળી વનસ્પતિઓમાં ગેરહાજર હોય છે. **અન્નવાહક તંતુઓ** (રસવાહિની તંતુઓ) દૃઢોત્તક કોષોના બનેલા છે. તેઓ સામાન્ય રીતે પ્રાથમિક અન્નવાહકમાં ગેરહાજર પરંતુ દ્વિતીયક અન્નવાહકમાં જોવા મળે છે. તેઓ ખૂબ જ લાંબા, અશાખિત અને સોય જેવી અણીદાર ટોચ (needle like apices) ધરાવે છે. અન્નવાહક તંતુઓની કોષદીવાલ તદ્દન જાડી છે. પુખ્તાવસ્થાએ આ તંતુઓ તેમનો જીવરસ ગુમાવી અને મૃત બને છે. શણ (jute), અળસી (flax) અને ભાંગ(hemp)ના અન્નવાહક તંતુઓ વ્યવસાયિક રીતે ઉપયોગી છે. પ્રથમ નિર્માણ પામતી પ્રાથમિક અન્નવાહક એ સાંકડી ચાલનીનલિકાઓની બનેલી છે અને તે **આદિઅન્નવાહક (આદિરસવાહિની - protophloem)** તરીકે ઓળખાય છે તથા પછીથી નિર્માણ પામતી પ્રાથમિક અન્નવાહક એ મોટી ચાલનીનલિકાઓ ધરાવે છે અને તે **અનુઅન્નવાહક (અનુરસવાહિની - metaphloem)** તરીકે ઓળખાય છે.

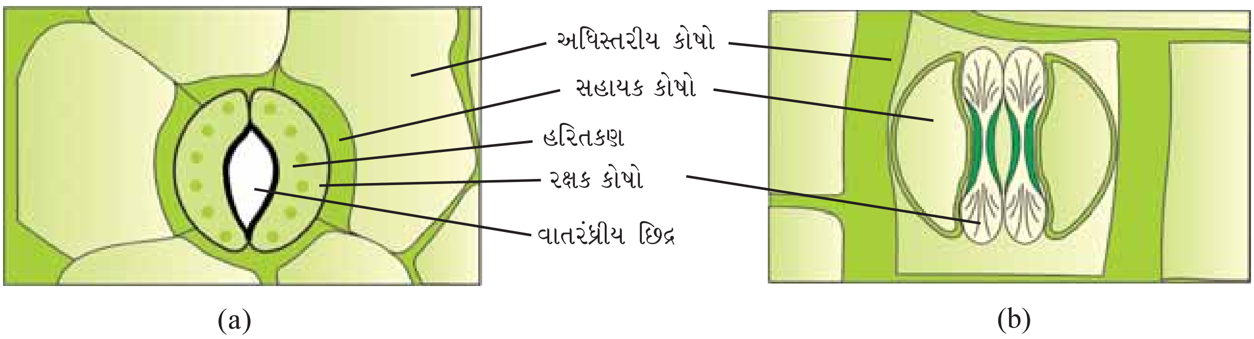
6.2 પેશીતંત્ર (The Tissue System)

આપણે હમણાં કોષોના પ્રકારોને આધારે પેશીઓના પ્રકારોની ચર્ચા કરી રહ્યાં હતાં. ચાલો, હવે આપણે જોઈએ કે વનસ્પતિ દેહમાં તેમના સ્થાનને આધારે વનસ્પતિમાં પેશીઓમાં કેવી રીતે વૈવિધ્ય જોવા મળે છે ? તેમની રચના અને કાર્ય પણ તેમના સ્થાન પર આધારિત હોઈ શકે છે. તેમની રચના અને સ્થાનને આધારે પેશીતંત્રોના ત્રણ પ્રકારો છે. તેઓ અધિસ્તરીય પેશીતંત્ર, આધાર પેશીતંત્ર કે માળખાગત પેશીતંત્ર અને વાહક કે સંવહન પેશીતંત્ર.

6.2.1 અધિસ્તરીય પેશીતંત્ર (Epidermal Tissue System)

અધિસ્તરીય પેશીતંત્ર એ સંપૂર્ણ વનસ્પતિ દેહને આવરતી રચના છે જેમાં અધિસ્તરીય કોષો (epidermal cells), વાયુરંધ્રો (stomata) અને પ્રકાંડરોમ (trichomes) તથા મૂળરોમ (root hairs) જેવા બહિરુદભેદો (appendages)નો સમાવેશ થાય છે. **અધિસ્તર** એ પ્રાથમિક વનસ્પતિ દેહનું સૌથી

બહારનું સ્તર છે. તે લાંબા, ચુસ્ત રીતે ગોઠવાયેલા કોષોનું બનેલું સળંગ સ્તર છે. અધિસ્તર સામાન્યતઃ એકસ્તરીય હોય છે. અધિસ્તરીય કોષો એ ઓછા પ્રમાણમાં કોષરસ તથા તેની ફરતે કોષદીવાલનું અસ્તર અને મોટી રસધાનીયુક્ત મૃદુત્તક કોષો છે. અધિસ્તરની બહારની બાજુ ઘણીવાર મીણયુક્ત જાડા સ્તર(waxy thick layer)થી આવૃત્ત હોય છે તેને **ક્યુટિકલ** કહે છે કે જે પાણીનો વ્યય અટકાવે છે. મૂળમાં ક્યુટિકલ ગેરહાજર હોય છે. વાયુરંધ્રો એવી રચનાઓ છે કે જે પર્ણોના અધિસ્તરમાં હાજર હોય છે. **વાયુરંધ્ર** બાષ્પોત્સર્જન(transpiration) અને વાયુઓની આપ-લે (વાતવિનિમય) જેવી ક્રિયાઓનું નિયમન કરે છે. દ્વિદળી વનસ્પતિઓમાં દરેક વાયુરંધ્ર એ બે વાલ આકારના (beans shaped) કોષોનું બનેલું છે જેને **રક્ષકકોષો (guard cells)** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે કે જેઓ વાતરંધ્રીય છિદ્રની ફરતે હોય છે. એકદળી વનસ્પતિઓમાં (ઘાસ વગેરેમાં) રક્ષક કોષો ડમ્બેલ આકારના (dumb-bell shaped) હોય છે. રક્ષકકોષોની બહારની દીવાલો (પર્ણરંધ્રીય છિદ્રોથી દૂર) પાતળી છે તથા અંદરની દીવાલો (પર્ણરંધ્રીય છિદ્રો તરફની) ખૂબ જ જાડી છે. રક્ષકકોષો હરિતકણો ધરાવે છે અને પર્ણરંધ્રની ઉઘાડ-બંધ થવાની ક્રિયાનું નિયમન કરે છે. ક્યારેક, રક્ષકકોષોના સાનિધ્યમાં રહેલા કેટલાક અધિસ્તરીય કોષો તેમના આકાર અને કદમાં વિશિષ્ટ બને છે અને તેમને **સહાયક કોષો (subsidiary cells)** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. વાયુરંધ્ર છિદ્ર, રક્ષકકોષો અને તેમની આસપાસ સહાયક કોષો ભેગા મળીને બનતી રચનાને **વાયુરંધ્ર પ્રસાધન (stomatal apparatus)** કહે છે (આકૃતિ 6.4).

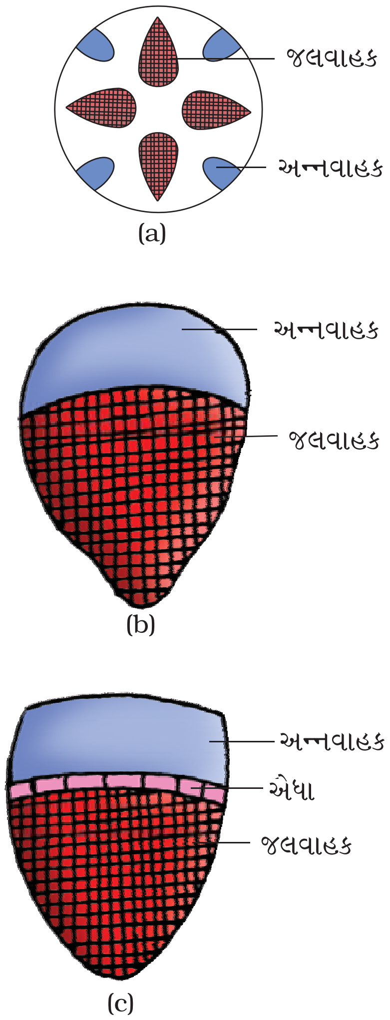


આકૃતિ 6.4 : રેખાકૃતિય નિરુપણ (a) વાલ આકારના રક્ષકકોષો સહિત વાયુરંધ્ર (b) ડમ્બેલ આકારના રક્ષકકોષો સહિત વાયુરંધ્ર

અધિસ્તરના કોષો ઘણા રોમ ધરાવે છે. **મૂળરોમ (root hairs)** એ એકકોષીય લંબાયેલા અધિસ્તરીય કોષો છે અને જમીનમાંથી પાણી અને ખનીજ દ્રવ્યોના શોષણમાં મદદ કરે છે. પ્રકાંડ પર રહેલા અધિસ્તરીય રોમ એ **પ્રકાંડરોમ (trichomes)** કહેવાય છે. પ્રરોહતંત્રમાં આવેલા પ્રકાંડરોમ સામાન્યતઃ બહુકોષીય છે. તેઓ શાખિત કે અશાખિત તથા કોમળ કે સખત હોઈ શકે છે. તેઓ સ્ત્રાવી પણ હોઈ શકે છે. પ્રકાંડરોમ બાષ્પોત્સર્જનના કારણે થતો પાણીનો વ્યય અટકાવવામાં મદદરૂપ છે.

6.2.2 આધાર (આધારોતક) પેશીતંત્ર (The Ground Tissue System)

અધિસ્તર અને વાહિપુલો (vascular bundles) સિવાયની બધી પેશીઓ **આધાર પેશીતંત્ર**ની રચના કરે છે. તે મૃદુત્તક, સ્થૂલકોણક અને દૃઢોત્તક જેવી સરળ પેશીઓનું બનેલું છે. મૃદુત્તક કોષો સામાન્યતઃ બાહ્યક (cortex), પરિચક્ર (pericycle), મજ્જા (pith) અને મજ્જા કિરણો (medullary rays) સ્વરૂપે પ્રાથમિક પ્રકાંડ અને પ્રાથમિક મૂળમાં હાજર હોય છે. પર્ણોમાં, આધારોત્તક પેશી પાતળી દીવાલયુક્ત કોષોની બનેલી છે અને કોષો હરિતકણો ધરાવે છે જેને **મધ્યપર્ણપેશી (mesophyll)** કહે છે.



આકૃતિ 6.5 : વિવિધ પ્રકારના વાહિપુલો : (a) અરીય (b) સહસ્થ-અવર્ધમાન (c) સહસ્થ-વર્ધમાન

6.2.3 વાહક (સંવહન) પેશીતંત્ર (Vascular Tissue System)

વાહક પેશીતંત્ર જટિલ પેશીઓ : જલવાહક અને અન્નવાહકનું બનેલું છે. જલવાહક અને અન્નવાહક ભેગી મળીને વાહિપુલો બનાવે છે (આકૃતિ 6.5) દ્વિદળી વનસ્પતિઓના પ્રકાંડમાં, જલવાહક અને અન્નવાહક પેશીઓની વચ્ચે **એધા(cambium)** હાજર હોય છે. એધાની હાજરીને કારણે આવા વાહિપુલો એ દ્વિતીયક જલવાહક અને દ્વિતીયક અન્નવાહક પેશીઓનું નિર્માણ કરવાની ક્ષમતા ધરાવે છે અને આથી **વર્ધમાન (open) વાહિપુલો** કહેવાય છે. એકદળી વનસ્પતિઓમાં, તેમના વાહિપુલો એધાની હાજરી ધરાવતા નથી. આથી તેઓ દ્વિતીયક પેશીઓનું નિર્માણ કરતા નથી. તેથી તેઓને **અવર્ધમાન (closed) વાહિપુલો** કહે છે. જ્યારે વાહિપુલમાં જલવાહક અને અન્નવાહક જુદી જુદી ત્રિજ્યા પર એકાંતરિક રીતે ગોઠવાયેલી હોય તેને **અરીય (radial)** વાહિપુલ કહે છે. આવા વાહિપુલો મૂળમાં હોય છે. **સહસ્થ (conjoint)** પ્રકારના વાહિપુલમાં જલવાહક અને અન્નવાહક પેશીઓ વાહિપુલોની એક જ ત્રિજ્યા (radius) પર ગોઠવાયેલી હોય છે. આવા વાહિપુલો પ્રકાંડ અને પર્ણમાં સામાન્ય છે. સહસ્થ વાહિપુલો સામાન્યતઃ ફક્ત જલવાહકની બહારની બાજુએ ગોઠવાયેલી અન્નવાહક ધરાવે છે.

6.3 દ્વિદળી અને એકદળી વનસ્પતિઓની અંતઃસ્થરચના (Anatomy of Dicotyledonous and Monocotyledonous Plants)

મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણોના પેશીય આયોજનને સારી રીતે સમજવા માટે આ અંગોના પરિપક્વ પ્રદેશોનો અનુપ્રસ્થ છેદ લઈ અભ્યાસ કરવો અનુકૂળ છે.

6.3.1 દ્વિદળી મૂળ (Dicotyledonous Root)

આકૃતિ 6.6 (a), સૂર્યમુખી મૂળનો અનુપ્રસ્થ છેદ દર્શાવે છે. તેનું આંતરિક પેશીય આયોજન નીચે પ્રમાણે છે.

સૌથી બહારનું સ્તર **અધિસ્તર** છે. ઘણાં અધિસ્તરીય કોષો એકકોષીય મૂળરોમના સ્વરૂપમાં બહાર નીકળે છે. **બાહ્યક** એ આંતરકોષીય અવકાશયુક્ત પાતળી દીવાલવાળા મૃદુત્તક કોષોના ઘણા સ્તરો(બહુસ્તરીય)નું બનેલું છે. બાહ્યકના સૌથી અંદરના સ્તરને **અંતઃસ્તર** કહે છે. તે કોઈ પણ આંતરકોષીય અવકાશવિહીન પીપ

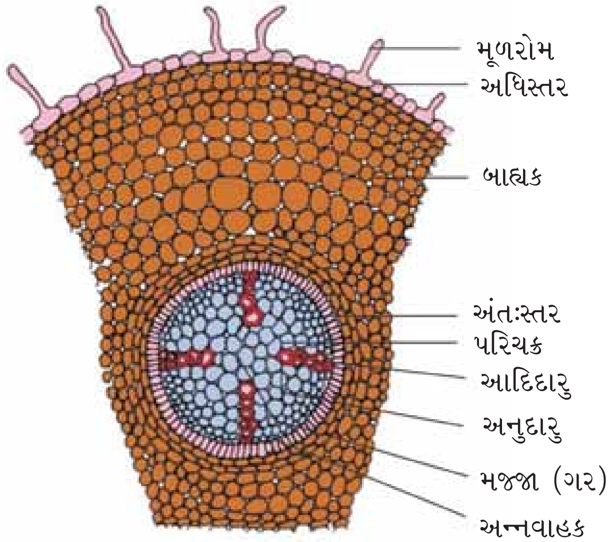
આકારના (barrel shaped) કોષોનું એક જ સ્તર ધરાવે છે. અંતઃસ્તરના કોષોની સ્પર્શનીય તથા અરીય દીવાલો **કાસ્પેરિયન પટ્ટિકા(casparian strips)**ના સ્વરૂપમાં, પાણી માટે અપ્રવેશશીલ મીણ જેવા પદાર્થો-સુબેરિનની જમાવટ ધરાવે છે. અંતઃસ્તર પછી જાડી દીવાલવાળા મૃદુત્તક કોષોના કેટલાક સ્તરો આવેલા છે જે **પરિચક્ર** તરીકે ઓળખાય છે. પરિચક્રના આ કોષોમાંથી દ્વિતીયક વૃદ્ધિ દરમિયાન પાર્શ્વીય મૂળ અને વાહિ એધાની ઉત્પત્તિ થાય છે. મજ્જા નાની અને અસ્પષ્ટ (inconspicuous) છે. જલવાહક અને અન્નવાહક પેશી વચ્ચે આવેલા મૃદુત્તક કોષોને **સંયોગી પેશી** કહે છે. સામાન્યતઃ બે કે ચાર જલવાહક અને અન્નવાહક સમૂહો હોય છે. પછી, જલવાહક અને અન્નવાહકની વચ્ચે એધાવલય (cambial ring) વિકાસ પામે છે. પરિચક્ર, વાહિપુલો અને મજ્જા જેવી અંતઃસ્તરની અંદરની બાજુએ આવેલી બધી જ પેશીઓ **મધ્યરંભ(stele)**નું નિર્માણ કરે છે.

6.3.2 એકદળી મૂળ (Monocotyledonous Root)

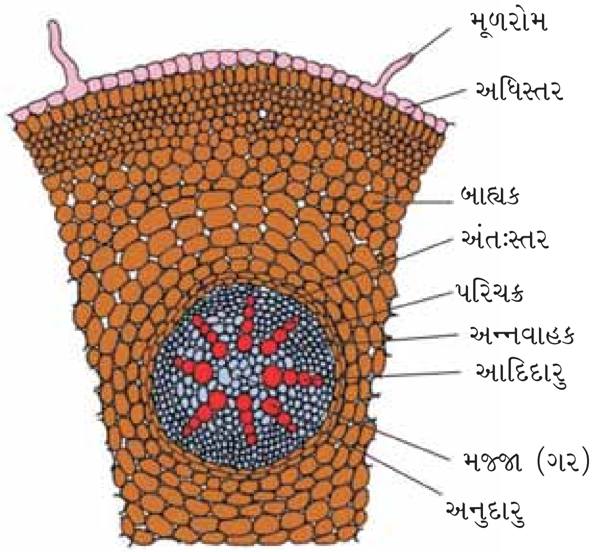
એકદળી મૂળની અંતઃસ્થ રચના ઘણી બાબતોમાં દ્વિદળી મૂળ સાથે સમાનતા દર્શાવે છે (આકૃતિ 6.6 b) તે અધિસ્તર (epidermis), બાહ્યક (cortex), અંતઃસ્તર (endodermis), પરિચક્ર (pericycle), વાહિપુલો (vascula bundles) અને મજ્જા (pith) ધરાવે છે. દ્વિદળી મૂળ કે જે ઓછા જલવાહક સમૂહ ધરાવે છે તેની સરખામણીએ એકદળી મૂળમાં જલવાહક પેશીના સમૂહો (bundles) વધુ હોય છે. જેની સંખ્યા છ કરતાં વધારે (બહુસૂત્રી - polyarch) હોય છે. મજ્જા મોટી અને સારી રીતે વિકાસ પામેલી છે. એકદળીના મૂળ કોઈ પણ દ્વિતીય વૃદ્ધિ દર્શાવતા નથી.

6.3.3 દ્વિદળી પ્રકાંડ (Dicotyledonous Stem)

લાક્ષણિક (typical) દ્વિદળી વનસ્પતિ તરુણ પ્રકાંડનો અનુપ્રસ્થ છેદ દર્શાવે છે કે **અધિસ્તર** એ પ્રકાંડનું સૌથી બહારનું રક્ષણાત્મક સ્તર છે (આકૃતિ 6.7 a) તે ક્યુટિકલના પાતળા આવરણથી આવરિત હોય છે અને પ્રકાંડરોમ તથા કેટલાક વાયુરંધ્રો ધરાવે છે. અધિસ્તર અને પરિચક્ર વચ્ચે વધારે સ્તરોમાં ગોઠવાયેલા કોષો બાહ્યકનું નિર્માણ કરે છે. તે ત્રણ ઉપપ્રદેશો (sub zones) ધરાવે છે. અધિસ્તરની તરત જ



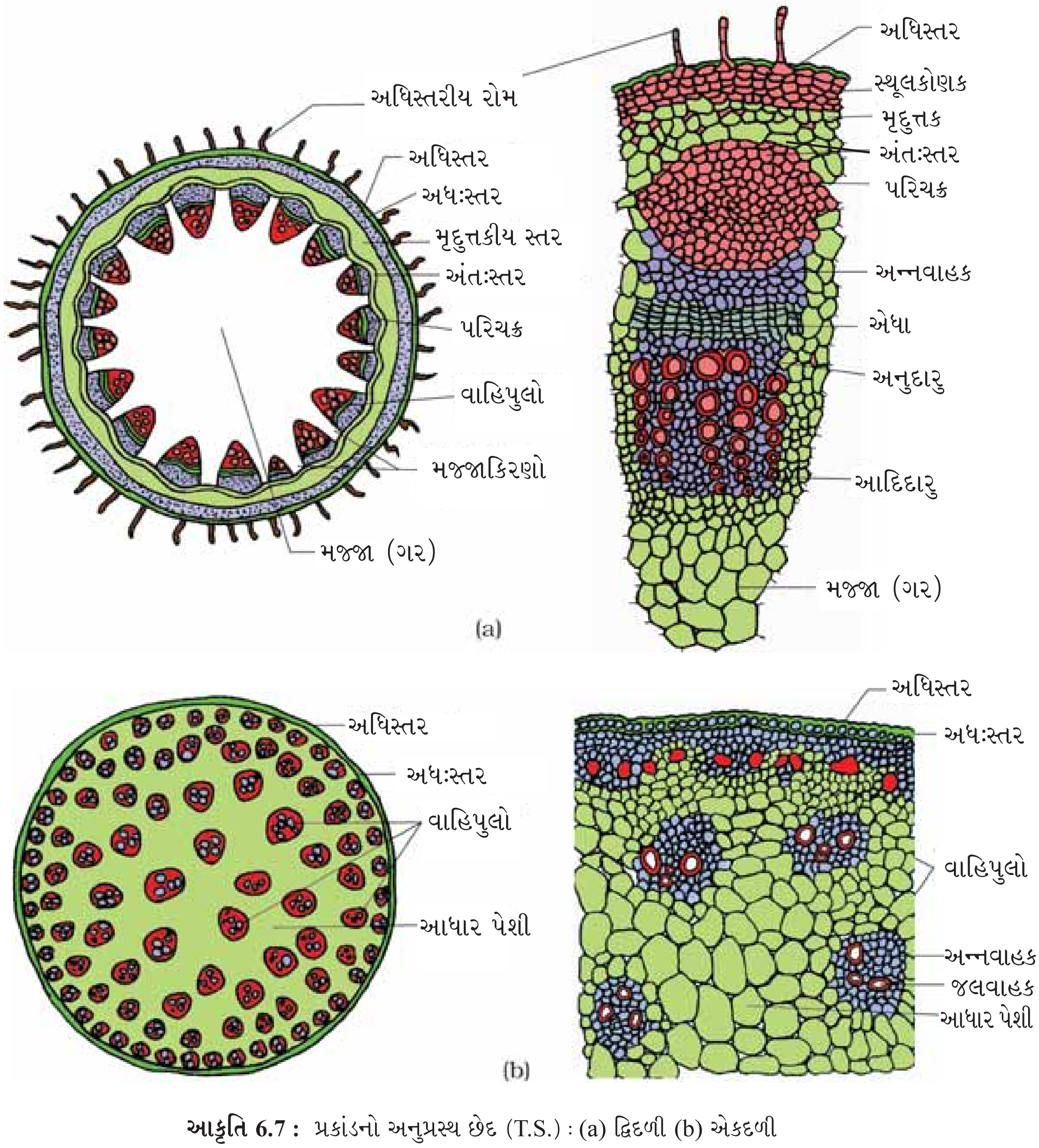
(a)



(b)

આકૃતિ 6.6 : T.S. : (a) દ્વિદળી મૂળ (પ્રાથમિક) (b) એકદળી મૂળ

નીચે સ્થૂલકોણક કોષોના કેટલાક સ્તરોનું બનેલું **અધઃસ્તર** (hypodermis) છે કે જે તરુણ પ્રકાંડને યાંત્રિક મજબૂતાઈ પૂરી પાડે છે. અધઃસ્તરની નીચે આવેલા **બાહ્યકના સ્તરો** એ ગોળાકાર પાતળી દીવાલવાળા મૃદુત્તક કોષોના બનેલા છે જે સ્પષ્ટ રીતે જોઈ શકાય એવા આંતરકોષીય અવકાશો (intercellular spaces) યુક્ત હોય છે. બાહ્યકનું સૌથી અંદરનું સ્તર **અંતઃસ્તર** કહેવાય છે. અંતઃસ્તરના કોષો સ્ટાર્ચકણો (કાંજીકણો - starch grains) સભર છે અને આ સ્તરને **કાંજીસ્તર** (starch sheath) પણ કહે છે. **પરિચક્ર** એ અંતઃસ્તરની નીચેની બાજુએ અને અન્નવાહકની ઉપર દૃઢોત્તક પેશીના અર્ધચંદ્રાકાર સમૂહો(semi-lunar patches)ના સ્વરૂપમાં આવેલું છે. વાહિપુલોની વચ્ચે અરીય રીતે ગોઠવાયેલા મૃદુત્તક કોષોના કેટલાક સ્તરો આવેલા છે જે મજ્જા કિરણો રચે છે. વાહિપુલો



આકૃતિ 6.7 : પ્રકાંડનો અનુપ્રસ્થ છેદ (T.S.) : (a) દ્વિદળી (b) એકદળી

મોટી સંખ્યામાં વલયમાં ગોઠવાયેલા છે. **વાહિપુલોની** વલયમાં ગોઠવણી એ દ્વિદળી પ્રકાંડની લાક્ષણિકતા છે. દરેક વાહિપુલ એ સહસ્થ (conjoint), વર્ધમાન (open) અને અંતરારંભી (endarch) આદિદારુયુક્ત છે. પ્રકાંડના કેન્દ્રસ્થ ભાગમાં વધુ આંતરકોષીય અવકાશયુક્ત ગોળાકાર મૃદુત્તક કોષો વિપુલ પ્રમાણમાં આવેલા હોય છે. જે **મજ્જાનું** નિર્માણ કરે છે.

6.3.4 એકદળી પ્રકાંડ (Monocotyledonous Stem)

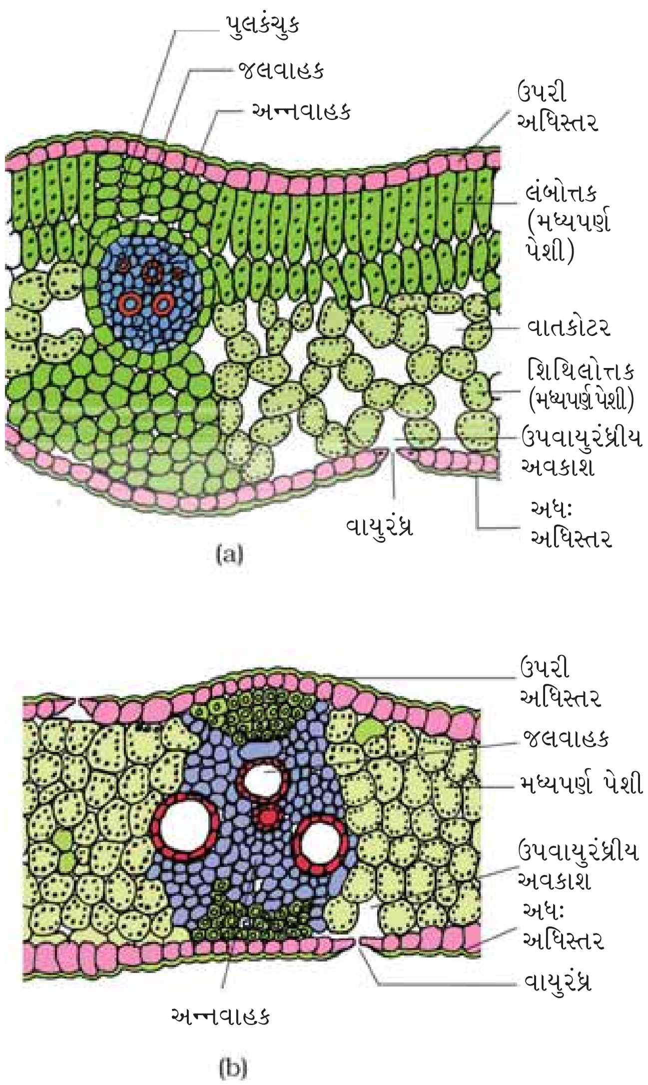
એકદળી પ્રકાંડ એ દઢોત્તકીય અધઃસ્તર, મોટી સંખ્યામાં દઢોત્તકીય પુલકંચુક (sclerenchymatous bundle sheath)થી આવૃત્ત, છુટાછવાયાં વાહિપુલો અને મોટી તથા સ્પષ્ટ મૃદુત્તકીય આધાર પેશી ધરાવે છે (આકૃતિ 6.7 b). વાહિપુલો સહસ્થ અને અવર્ધમાન છે. સામાન્ય રીતે પરિઘવર્તી વાહિપુલો કેન્દ્રમાં સ્થિત વાહિપુલો કરતાં નાના હોય છે. અન્નવાહક મૃદુત્તક ગેરહાજર હોય છે અને વાહિપુલોમાં પાણી ભરેલા ભંગજાત વિવરો આવેલા હોય છે.

6.3.5 પૃષ્ઠવક્ષીય (દ્વિદળી) પર્ણ [Dorsiventral (Dicotyledonous) Leaf]

પૃષ્ઠવક્ષીય પર્ણનો અનુપ્રસ્થ છેદ તેના પર્ણફલક(lamina)માં મુખ્યત્વે અધિસ્તર, મધ્યપર્ણ પેશી અને વાહકતંત્ર જેવા ત્રણ મુખ્ય ભાગો દર્શાવે છે. **અધિસ્તર** કે જે બંને એટલે કે ઉપરની સપાટી (ઉપરી અધિસ્તર - adaxial epidermis) અને પર્ણની નીચેની સપાટી(અધઃ અધિસ્તર - abaxial epidermis)ને ઢાંકે છે અને સ્પષ્ટ (conspicuous) ક્યુટિકલ ધરાવે છે. સામાન્ય રીતે અધઃ અધિસ્તર (અપાક્ષીય) અધિસ્તર એ ઉપરી અધિસ્તર (અભ્યક્ષીય) અધિસ્તર કરતાં વધારે પર્ણરંધ્રો ધરાવે છે, એટલે કે અધઃ અધિસ્તરમાં ઉપરી અધિસ્તરની સાપેક્ષે પર્ણરંધ્રોની સંખ્યા વધારે હોય છે. પછીથી કદાચ વાયુરંધ્રોનો અભાવ પણ હોઈ શકે છે. ઉપરી અધિસ્તર અને અધઃઅધિસ્તર વચ્ચેની પેશીને **મધ્યપર્ણ પેશી (mesophyll tissue)** કહે છે. મધ્યપર્ણ પેશી, કે જે હરિતકણો ધરાવે છે તથા મૃદુત્તક કોષોથી બનેલી છે અને પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે જવાબદાર છે તે બે પ્રકારના કોષો ધરાવે છે : **મૃદુત્તકીય લંબોત્તક (palisade parenchyma)** અને **મૃદુત્તકીય શિથિલોત્તક (spongy parenchyma)**. ઉપરી અધિસ્તર તરફ મૃદુત્તકીય લંબોતક એ લંબાયેલા કોષોની બનેલી છે કે જેઓ અનુલંબ રીતે અને એકબીજાને સમાંતરે ગોઠવાયેલા છે. અંડાકાર કે ગોળ અને શિથિલ રીતે ગોઠવાયેલી મૃદુત્તકીય શિથિલોત્તક એ લંબોત્તક કોષોની નીચે સ્થાન પામેલી છે અને અધઃઅધિસ્તર (lower epidermis) સુધી વિસ્તરિત છે. આ કોષોની વચ્ચે ઘણી સંખ્યામાં મોટી જગ્યાઓ અને વાત-અવકાશો આવેલા છે. **વાહકતંત્ર**માં વાહિપુલો સમાવિષ્ટ છે કે જે શિરાઓ (veins) અને મધ્યશિરા(midrib)માં જોઈ શકાય છે. વાહિપુલોનું કદ એ શિરાઓના કદ પર આધારિત છે. દ્વિદળી પર્ણોના જાલાકાર શિરાવિન્યાસ(reticulate venation)માં શિરાઓની જાડાઈમાં વિવિધતા છે. વાહિપુલો જાડી દીવાલોવાળા **પુલકંચુક કોષો (bundle sheath cells)**ના સ્તરોથી આવૃત્ત (ઘેરાયેલા) હોય છે. આકૃતિ 6.8 (a) જોઈએ અને વાહિપુલમાં જલવાહક પેશીનું સ્થાન શોધીએ.

6.3.6 સમદ્વિપાર્શ્વ (એકદળી) પર્ણ [Isobilateral (Monocotyledonous) Leaf]

સમદ્વિપાર્શ્વ પર્ણની અંતઃસ્થ રચના એ પૃષ્ઠવક્ષીય પર્ણની અંતઃસ્થ રચનાની સરખામણીએ ઘણી રીતે સમાનતા ધરાવે છે. તે નીચે મુજબના લાક્ષણિક તફાવતો પણ દર્શાવે છે. સમદ્વિપાર્શ્વ પર્ણમાં પર્ણરંધ્રો એ અધિસ્તરની બંને સપાટી પર આવેલા હોય છે (લગભગ સરખા વાયુરંધ્રો). મધ્યપર્ણ પેશી એ મૃદુત્તકીય



આકૃતિ 6.8 : પર્ણનો અનુપ્રસ્થ છેદ : (a) દ્વિદળી (b) એકદળી

લંબોત્તક (palisade) અને શિથિલોત્તક (spongy)માં વિભાજિત નથી (આકૃતિ 6.8 b).

તૃણ (ઘાસ)માં ઉપરી અધિસ્તરમાં શિરાઓથી ઘેરાયેલ અધિસ્તર સહિતના પ્રદેશોમાં કેટલાક કોષો મોટા, ખાલી અને રંગવિહીન કોષોમાં આપમેળે રૂપાંતરિત થાય છે જેમને **ભેજગ્રાહી કોષો (bulliform cells)** કહે છે. જ્યારે પર્ણો ભેજગ્રાહી કોષો ધરાવે ત્યારે ભેજયુક્ત વાતાવરણમાં તેઓ પાણીનું શોષણ કરીને આશૂન (turgid) બને છે અને પર્ણ સપાટી વિસ્તૃત (ખુલ્લી) થાય છે. જ્યારે શુષ્ક વાતાવરણ (જલતાણ)માં તેઓ પાણી ગુમાવી ઢીલા (નરમ - flaccid) થાય છે ત્યારે તેઓ પાણીનો વ્યય અટકાવવા પર્ણને અંદરની બાજુએ વીંટાળવામાં (curl inwards) સહાયક બને છે.

એકદળી પર્ણોમાં સમાંતર શિરાવિન્યાસ (parallel venation) એકસરખા કદના વાહિપુલો (મુખ્ય શિરાઓ સિવાય) પ્રતિબિંબિત કરે છે જે પર્ણોના લંબરૂપ છેદ(vertical section)માં જોઈ શકાય છે.

6.4 દ્વિતીય વૃદ્ધિ (Secondary Growth)

અગ્રીય વર્ધનશીલ પેશીની મદદથી મૂળ અને પ્રકાંડની લંબાઈમાં વૃદ્ધિ થાય છ જેને પ્રાથમિક વૃદ્ધિ (primary growth) કહે છે. પ્રાથમિક વૃદ્ધિ પૂર્ણ થયા બાદ, મુખ્યત્વે દ્વિદળી વનસ્પતિઓ ઘેરાવ(girth)માં વધારો દર્શાવે છે. ઘેરાવામાં થતા આ વધારાને **દ્વિતીય વૃદ્ધિ** કહે છે. દ્વિતીય વૃદ્ધિમાં બે પ્રકારની **પાર્શ્વીય વર્ધનશીલ પેશીઓ (lateral maristems)** ભાગ લે છે. **વાહિએધા (vascular cambium)** અને **ત્વક્ષૈધા (cork cambium).**

6.4.1 વાહિએધા (Vascular Cambium)

વર્ધનશીલ સ્તર કે જે વાહકપેશીઓ-જલવાહક (xylem) અને અન્નવાહક(phloem)ના નિર્માણ માટે જવાબદાર છે તેને વાહિએધા કહે છે. તરુણ પ્રકાંડમાં જલવાહક અને અન્નવાહકની વચ્ચે એક સ્તર સ્વરૂપે ટુકડાઓ(patches)માં તેની હાજરી હોય છે. ત્યારબાદ તે સંપૂર્ણ વલય(ring)માં પરિણમે છે.

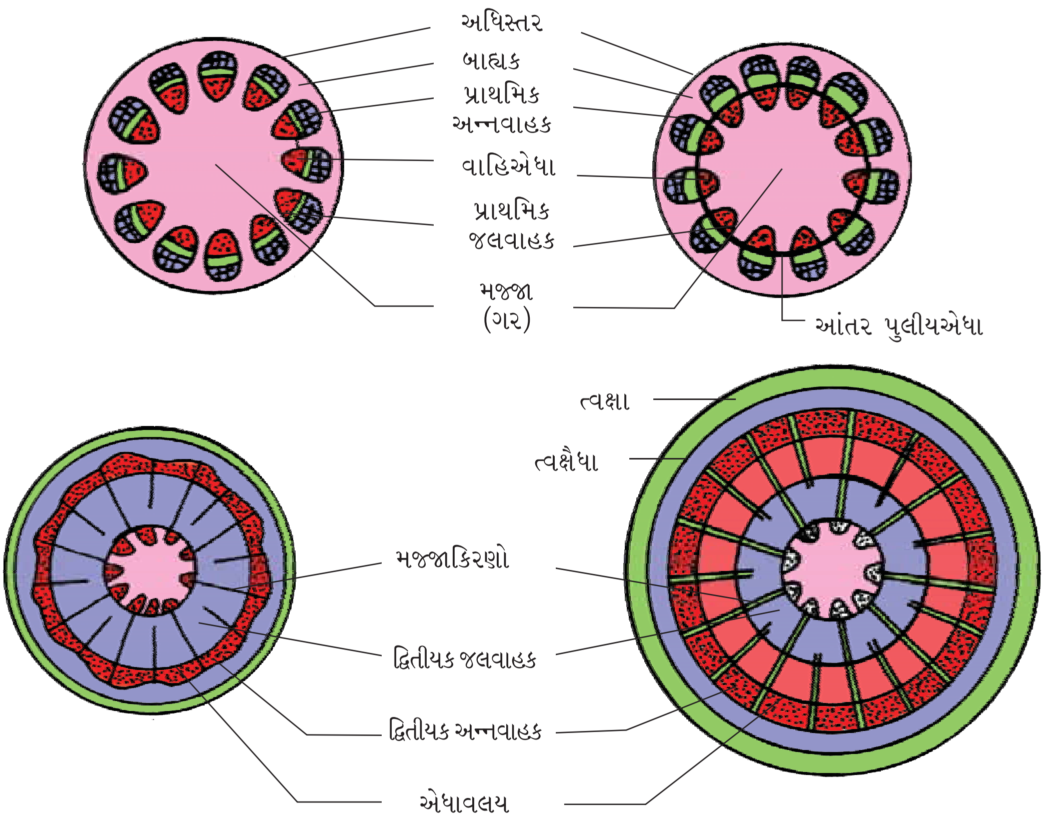
6.4.1.1 એધાવલયનું નિર્માણ (Formation of cambial ring)

દ્વિદળી પ્રકાંડમાં, પ્રાથમિક જલવાહક અને પ્રાથમિક

અન્નવાહકની વચ્ચે એધાના કોષો આવેલા હોય છે તેને **અંતઃપુલીય (intrafascicular cambium)** એધા કહે છે. મજ્જાંશુ કે મજ્જાકિરણોના કોષો અંતઃ પુલીય એધાના સંપર્કમાં રહીને વર્ધમાન બને છે અને **આંતરપુલીય એધા (interfascicular cambium)**નું નિર્માણ કરે છે. આથી, અંતઃપુલીયએધા અને આંતરપુલીય એધા/એધાવલયની ક્રિયાશીલતા જોડાઈ સળંગ એધાવલય(cambium ring)નું નિર્માણ કરે છે.

6.4.1.2 એધાવલયની ક્રિયાશીલતા (Activity of cambial ring)

એધાવલય ક્રિયાશીલ (સક્રિય - activity) બનતાં અંદરની અને બહારની એમ બંને બાજુએ વિભાજન પામી નવા કોષો ઉત્પન્ન થવાની શરૂઆત કરે છે. મજ્જા તરફ વિભાજન પામતી એધાના કોષો **દ્વિતીયક જલવાહક**માં પરિવક્વન પામે છે અને પરિઘવર્તી એધાના કોષો **દ્વિતીયક અન્નવાહક**માં પરિપક્વન પામે છે. સામાન્ય રીતે એધા એ બહારની બાજુ કરતાં અંદરની બાજુએ વધુ ક્રિયાશીલ હોય છે. જેને પરિણામે, દ્વિતીય અન્નવાહકની સાપેક્ષે વધુ પ્રમાણમાં દ્વિતીયક જલવાહક ઉત્પન્ન કરે છે અને તેનો સંઘટિત જથ્થો (compact mass) બને છે. આ સ્થિતિએ દ્વિતીયક જલવાહક પ્રકાંડનો મુખ્ય ભાગ બને છે. દ્વિતીયક જલવાહકના સતત નિર્માણ અને સંચયને લીધે દબાણ સર્જાય છે અને આ દબાણને કારણે પ્રાથમિક અન્નવાહક અને દ્વિતીયક અન્નવાહક ધીમે ધીમે કચડાઈ (gradually crushed) જાય છે. પ્રાથમિક જલવાહક લાંબા સમય સુધી અને કેન્દ્રમાં કે કેન્દ્રની આસપાસ અકબંધ (યથાવત્) રહે છે. એધા કેટલીક જગ્યાએ, દ્વિતીયક જલવાહક અને દ્વિતીય અન્નવાહકમાંથી પસાર થતી અરીય દિશામાં લંબાયેલી મૃદુત્તક કોષોની સાંકડી પટ્ટીઓ (narrow bands) બનાવે છે. આ પટ્ટીઓ **દ્વિતીયક મજ્જાકિરણો** છે (આકૃતિ 6.9).



આકૃતિ 6.9 : દ્વિદળી પ્રકાંડમાં દ્વિતીય વૃદ્ધિ (રેખાકૃતીય નિરુપણ) - અનુપ્રસ્થ દેખાવમાં તબક્કાઓ

6.4.1.3 વસંતકાષ્ઠ અને શરદકાષ્ઠ (Spring wood and autumn wood)

એધાની સક્રિયતા એ ઘણા દેહધાર્મિક કે પર્યાવરણીય પરિબળોના નિયમન હેઠળ થાય છે. સમશીતોષ્ણ(temperate region) વિસ્તારોમાં વર્ષ દરમિયાન આબોહવાકીય પરિસ્થિતિ (climatic condition) એકસરખી હોતી નથી. વસંતઋતુમાં એધા ખૂબ જ ક્રિયાશીલ હોય છે અને વધુ પ્રમાણમાં વિશાળ અવકાશયુક્ત જલવાહિનીઓ ધરાવતા જલવાહક ઘટકો ઉત્પન્ન કરે છે. આ ઋતુ દરમિયાન બનતા કાષ્ઠને **વસંતકાષ્ઠ (spring wood)** કે **પૂર્વકાષ્ઠ (early wood)** કહે છે. શિયાળામાં એધા ઓછી ક્રિયાશીલ હોય છે અને સાંકડી જલવાહિનીઓ ધરાવતા થોડાક પ્રમાણમાં જલવાહક ઘટકો ઉત્પન્ન કરે છે અને આ કાષ્ઠને **શરદકાષ્ઠ (autumn wood)** કે **માજીકાષ્ઠ (late wood)** કહે છે.

વસંતકાષ્ઠ આછા રંગનું હોય છે તથા ઓછી ઘનતા (lower density) ધરાવે છે જ્યારે શરદકાષ્ઠ ઘેરા રંગનું તથા વધુ ઘનતા (higher density) ધરાવે છે. બે પ્રકારના કાષ્ઠો કે જે એકાંતરે (alternate) કેન્દ્રાનુવર્તી (concentric) વલયોમાં દેખાય છે જે **વાર્ષિક વલયો (annual rings)** બનાવે છે. કાપેલા પ્રકાંડમાં જોવા મળતા વાર્ષિક વલયો વૃક્ષની ઉંમરનો અંદાજ આપે છે.

6.4.1.4 મધ્યકાષ્ઠ અને રસકાષ્ઠ (Heartwood and sapwood)

જૂના (ઘરડાં- old) વૃક્ષમાં, દ્વિતીય જલવાહકનો મોટો ભાગ એ પ્રકાંડના કેન્દ્રમાં કે અંદરના સ્તરોમાં ટેનિન (tannins), રાળ (resins), તેલ (oils), ગુંદર (gums), સુગંધીદાર પદાર્થો (aromatic substances) અને આવશ્યક તેલ (essential oils) જેવા કાર્બનિક પદાર્થો(organic compound)ની જમાવટને કારણે ઘેરા બદામી રંગનો દેખાય છે. આ પદાર્થો કાષ્ઠને સખત (hard), ટકાઉ (durable) અને સૂક્ષ્મ જીવાણુઓ કે કીટકોના આક્રમણ સામે પ્રતિરોધક (resistant) બનાવે છે. આ પ્રદેશ વધુ પ્રમાણમાં લિગ્નીનયુક્ત દીવાલો સાથેના મૃત ઘટકો ધરાવે છે, તેને **મધ્યકાષ્ઠ (heartwood)** કહે છે. મધ્યકાષ્ઠ પાણીનું વહન કરતું નથી પરંતુ પ્રકાંડને યાંત્રિક આધાર આપે છે. દ્વિતીયક જલવાહકનો પરિઘવર્તી પ્રદેશ આછા રંગનો છે જેને **રસકાષ્ઠ (sapwood)** કહે છે. તે મૂળથી પર્ણ તરફ પાણી અને ખનીજ દ્રવ્યોના વહનમાં ભાગ લે છે.

6.4.2 ત્વક્ષૈધા (Cork Cambium)

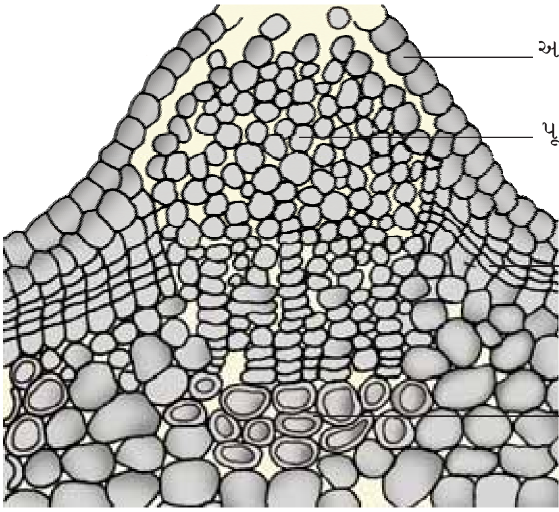
વાહિએધાની સક્રિયતાને કારણે પ્રકાંડના ઘેરાવામાં સતત વધારો થવાથી બાહ્યબાહ્યકીય (outer cortical) અને અધિસ્તરીય સ્તરો પણ દબાણ વધવાને પરિણામે આ સ્તરો તૂટી જાય છે અને તેને બદલે નવા રક્ષણ કરતા કોષીય સ્તરો પુરા પાડવાની જરૂરિયાત ઊભી થાય છે. તેથી વહેલા કે પછી સામાન્ય રીતે બાહ્યકના અન્ય પ્રદેશમાં વર્ધનશીલ પેશી બને છે જેને **ત્વક્ષીયએધા કે ત્વક્ષૈધા (cork cambium or phellogen)** કહે છે. ત્વક્ષૈધા હંમેશાં બાહ્યક પ્રદેશમાં વિકાસ પામે છે. ત્વક્ષૈધા એ બે જાડા સ્તરો ધરાવે છે. તે સાંકડા, પાતળી દીવાલયુક્ત અને લગભગ લંબચોરસ કોષોની બનેલી છે. ત્વક્ષૈધા બંને બાજુએ કોષો ઉમેરે છે. બહારના કોષો **છાલ કે ત્વક્ષા(cork or phellem)**માં વિભેદિત થાય છે જ્યારે અંદરના કોષો **દ્વિતીય બાહ્યક** કે **ઉપત્વક્ષા**(secondary cortex or phelloderm)માં વિભેદન પામે છે. કોષદીવાલમાં સુબેરિનની જમાવટને કારણે ત્વક્ષાના કોષો પાણી માટે અપ્રવેશશીલ છે. **દ્વિતીય બાહ્યક**ના કોષો મૃદુત્તકીય છે. ત્વક્ષૈધા (phellogen), ત્વક્ષા (phellem) અને ઉપત્વક્ષા (phelloderm) એકત્રિત થઈને બનતી રચના **બાહ્યવલ્ક (periderm)**

તરીકે ઓળખાય છે. ત્વક્ષૈધાની ક્રિયાશીલતાને કારણે, ત્વક્ષૈધાથી પરિઘવર્તી પ્રદેશ તરફ આવેલા બાકીના સ્તરો પર દબાણ ઉત્પન્ન થાય છે અને આખરે આ સ્તરો મૃત બની ધીમે ધીમે નાશ પામે છે. **છાલ (bark)** એ અપ્રવિધિય (non-technical) શબ્દ છે કે જે દ્વિતીયક અન્નવાહક સહિત વાહિએધાથી બહારની બધી પેશીઓ માટે ઉલ્લેખાય છે, તેથી છાલ એ બાહ્યવલ્ક અને દ્વિતીયક અન્નવાહક જેવી પેશીઓના પ્રકારોની સંખ્યા સૂચવે છે. છાલ કે જે ઋતુની શરૂઆતમાં નિર્માણ પામે છે તેને **પૂર્વછાલ (early bark)** કે **નરમ છાલ (soft bark)** કહે છે. ઋતુની અંતમાં તે **માજી છાલ (late bark)** કે **સખત છાલ(hard bark)**માં પરિણમે છે. (છાલ બનાવતા વિવિધ પ્રકારના કોષીય સ્તરોના નામ આપો).

ત્વક્ષૈધા નિયત જગ્યાએ (certain regions) વિભાજન પામી ત્વક્ષાના કોષોને બદલે ગાઢ રીતે ગોઠવાયેલા મૃદુત્તક કોષો ઉત્પન્ન કરે છે. આ મૃદુત્તકીય કોષો ત્વરિત રીતે ભંગાણ (rupture) પામી બહિર્ગોળ આકાર(lens shaped)ની ખુલ્લી રચના બનાવે છે જેને **વાતછિદ્રો (lenticels)** કહે છે. વાતછિદ્રો દ્વારા બહારના વાતાવરણ અને પ્રકાંડની આંતરિક પેશી વચ્ચે વાયુઓની આપ-લે થાય છે. તેઓ મુખ્યત્વે કાષ્ઠીય વૃક્ષો(woody trees)માં હોય છે (આકૃતિ 6.10).

6.4.3 મૂળમાં દ્વિતીય વૃદ્ધિ (Secondary Growth in Roots)

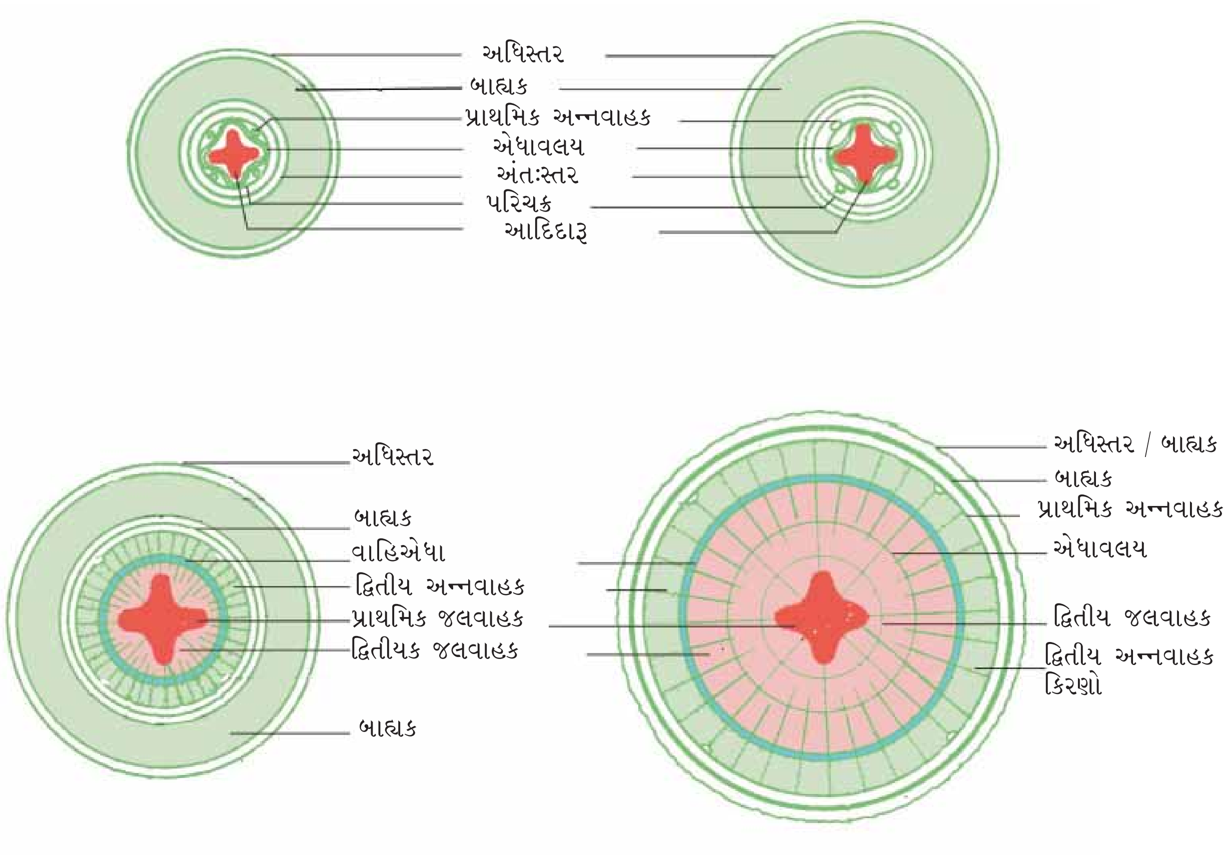
દ્વિદળી વનસ્પતિઓના મૂળમાં, વાહિએધા એ ઉત્પત્તિની દૃષ્ટિએ સંપૂર્ણ રીતે દ્વિતીય (secondary) છે. તે અન્નવાહક સમૂહો(phloem bundles)ની લગોલગ નીચે રહેલી પેશીઓમાંથી ઉદ્‌ભવ પામે છે અને પરિચક્રકીય પેશીના ભાગરૂપ, આદિદારુ(protoxylem)ની ઉપર, સળંગ અને સતત તરંગિત (wavy) વલયનું નિર્માણ કરે છે, કે જે પાછળથી વર્તુળાકાર બને છે (આકૃતિ 6.11). ત્યાર પછીની ઘટના દ્વિદળી પ્રકાંડમાં ઉપર વર્ણવ્યા પ્રમાણે એકસરખી જ છે.



(a)

(b)

આકૃતિ 6.10 : (a) વાતછિદ્ર (b) છાલ



આકૃતિ 6.11 : લાક્ષણિક દ્વિદળી મૂળમાં દ્વિતીય વૃદ્ધિના વિવિધ તબક્કાઓ

અનાવૃત્ત બીજધારી વનસ્પતિઓના પ્રકાંડ અને મૂળમાં પણ દ્વિતીય વૃદ્ધિ થાય છે. જોકે એકદળી વનસ્પતિઓમાં દ્વિતીય વૃદ્ધિ થતી નથી.

સારાંશ

અંતઃસ્થરચનાકીય (anatomically) રીતે વનસ્પતિ વિવિધ પ્રકારની પેશીઓની બનેલી છે. વનસ્પતિ પેશીઓ એ વર્ધનશીલ પેશીઓ (meristematic tissues) (અગ્રીય - પાર્શ્વીય અને આંતરવિષ્ટ) તથા સ્થાયી પેશીઓ (સરળ - અને જટિલ)માં વિસ્તૃત રીતે વર્ગીકૃત છે. ખોરાકનું પરિપાચન (assimilation) અને તેનો સંગ્રહ (storage), પાણી, ખનીજદ્રવ્યો અને પ્રકાશસંશ્લેષણ કરતા પદાર્થો (photosynthates) તથા યાંત્રિક આધાર એ પેશીઓના મુખ્ય કાર્યો છે. ત્રણ પ્રકારના પેશીતંત્રો છે : અધિસ્તરીય (epidermal), આધારક (ground) અને વાહક (vascular). અધિસ્તરીય પેશીતંત્ર અધિસ્તરીય કોષ, વાયુરંધ્રો અને અધિસ્તરીય બહિરુદભેદોની બનેલી છે. આધારોતક પેશીતંત્ર વનસ્પતિનો મુખ્ય જથ્થો બનાવે છે. તે ત્રણ પ્રદેશોમાં વિભાજિત છે : બાહ્યક, પરિચક્ર અને મજ્જા. વાહક પેશીતંત્ર જલવાહક અને અન્નવાહકથી બનેલું છે. એધાની હાજરી, જલવાહક (xylem) અને અન્નવાહક(phloem)ના સ્થાનને આધારે વાહિપુલો જુદા જુદા પ્રકારના છે. વાહિપુલો વહનપેશી રચે છે અને

પાણી, ખનીજ દ્રવ્યો અને ખોરાક સભર પદાર્થો સ્થાનાંતરિત (translocate) કરે છે.

એકદળી અને દ્વિદળી વનસ્પતિઓ તેમની આંતરિક રચનામાં ધ્યાન ખેંચે તેવી વિવિધતા દર્શાવે છે. તેઓ પ્રકાર, સંખ્યા અને વાહિપુલોના સ્થાનમાં જુદા છે. મુખ્યત્વે દ્વિદળી વનસ્પતિઓના મૂળ અને પ્રકાંડમાં દ્વિતીય વૃદ્ધિ થાય છે અને વાહિએધા તથા ત્વક્ષૈધાની સક્રિયતાથી અંગોના ઘેરાવા(વ્યાસ - diameter)માં વધારો થાય છે. કાષ્ઠ એ ખરેખર દ્વિતીય જલવાહક છે. બંધારણ (composition) અને ઉત્પત્તિના સમયને આધારે કાષ્ઠના વિવિધ પ્રકારો છે.

સ્વાધ્યાય

1. વિવિધ પ્રકારની વર્ધનશીલ પેશીઓનાં સ્થાન અને કાર્ય જણાવો.
2. ત્વક્ષૈધા પેશીઓ બનાવે છે જે ત્વક્ષાનું નિર્માણ કરે છે. શું તમે આ વાક્ય સાથે સહમત છો ? સમજાવો.
3. પદ્ધતિસરની રૂપરેખાઓ સહિત કાષ્ઠીય આવૃત્ત બીજધારી વનસ્પતિઓના પ્રકાંડમાં થતી દ્વિતીય વૃદ્ધિની ક્રિયાવિધિ સમજાવો. તેની લાક્ષણિકતાઓ શું છે ?
4. નીચેનાના અંતઃસ્થ રચનાકીય તફાવતો સ્પષ્ટ કરતી નામનિર્દેશિત આકૃતિ દોરો :
   (a) એકદળી મૂળ અને દ્વિદળી મૂળ
   (b) એકદળી પ્રકાંડ અને દ્વિદળી પ્રકાંડ
5. તમારી શાળાના બગીચામાંથી લાવેલ વનસ્પતિના તરુણ પ્રકાંડનો અનુપ્રસ્થ છેદ લો અને સૂક્ષ્મદર્શક-યંત્રની મદદથી તેનું નિરીક્ષણ કરો. તમે કેવી રીતે નક્કી કરશો કે તે એકદળી પ્રકાંડ છે કે દ્વિદળી ? કારણો આપો.
6. વનસ્પતિનો અનુપ્રસ્થ છેદ નીચેના અંતઃસ્થરચનાકીય લક્ષણો દર્શાવે છે : (a) સહસ્થ, છૂટાછવાયા અને દૃઢોત્તકીય પુલકંચુકથી ઘેરાયેલા વાહિપુલો. (b) અન્નવાહક મૃદુત્તક ગેરહાજર છે. તમે તેને શું ઓળખાવશો ?
7. શા માટે જલવાહક અને અન્નવાહકને જટિલ પેશીઓ કહે છે ?
8. વાયુરંધ્ર પ્રસાધન શું છે ? નામનિર્દેશિત આકૃતિ સહિત વાયુરંધ્રોની રચના સમજાવો.
9. સપુષ્પ વનસ્પતિઓમાં ત્રણ મુખ્ય પેશીતંત્રોનાં નામ આપો. દરેક તંત્રમાં પેશીનાં નામ આપો.
10. વનસ્પતિ અંતઃસ્થરચનાનો અભ્યાસ આપણને કેવી રીતે ઉપયોગી છે ?
11. બાહ્યવલ્ક શું છે ? દ્વિદળી પ્રકાંડમાં બાહ્યવલ્કનું નિર્માણ કેવી રીતે થાય છે ?
12. નામનિર્દેશિત આકૃતિની મદદથી પૃષ્ઠવક્ષીય પર્ણની આંતરિક રચના વર્ણવો.