

दीर्घ उत्तरीय प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1:- पानी का महत्व और पौधों में जल सम्बंध: पौधों में जल की भूमिका और उसकी आवश्यकता पर विस्तार से चर्चा करें। जल विभव (Water Potential) और उसके विभिन्न घटकों को समझाइए। जल सम्बंधित प्रक्रियाओं जैसे जड़ दबाव (Root Pressure) और गटेशन (Guttation) के सिद्धांत और महत्त्व को स्पष्ट कीजिए

उत्तर:- पानी का महत्व और पौधों में जल सम्बंध

पानी पौधों के जीवन का मूल आधार है। यह पौधों के विभिन्न जैविक और शारीरिक प्रक्रियाओं को बनाए रखने में अहम भूमिका निभाता है। पौधों में जल की आवश्यकता और उसकी भूमिका पर चर्चा करना न केवल उनके विकास को समझने में सहायक है, बल्कि इससे हमें पर्यावरण और कृषि की संरचनाओं को भी समझने में मदद मिलती है।

पौधों में जल की भूमिका

1. भौतिक संरचना का आधार:

पानी पौधों के टर्गिडिटी (Turgidity) को बनाए रखता है। कोशिका के अंदर पानी का दबाव कोशिका को कठोर बनाए रखता है, जिससे पौधे की पत्तियां और तने सीधा खड़े रहते हैं। पानी की कमी से टर्गिडिटी घटती है और पौधा मुरझा जाता है।

2. पोषक तत्वों का परिवहन:

मिट्टी से खनिज और पोषक तत्व पानी के साथ जड़ों द्वारा अवशोषित किए जाते हैं और जाइलम के माध्यम से पौधे के अन्य हिस्सों में पहुंचते हैं।

3. जैव रासायनिक प्रतिक्रियाओं में भागीदारी:



पानी प्रकाश संश्लेषण (Photosynthesis) में एक मुख्य भूमिका निभाता है। यह हाइड्रोलिसिस (Hydrolysis) प्रतिक्रियाओं में भी हिस्सा लेता है, जहां जटिल अणु छोटे अणुओं में टूटते हैं।

4. तापमान नियंत्रण:

वाष्पोत्सर्जन (Transpiration) के माध्यम से पानी पौधों का तापमान नियंत्रित करता है। यह प्रक्रिया पौधे की पत्तियों से पानी के वाष्पीकरण के माध्यम से होती है, जिससे गर्मी का उत्सर्जन होता है।

5. जैविक उत्प्रेरक का कार्य:

पानी विभिन्न एंजाइम और रासायनिक प्रक्रियाओं के लिए आवश्यक माध्यम है। यह पौधों की कोशिकाओं में पदार्थों को घोलने और उनके स्थानांतरण को सक्षम करता है।

पौधों में जल की आवश्यकता

पौधों को पानी की आवश्यकता मुख्यतः निम्नलिखित प्रक्रियाओं के लिए होती है:

- **विकास और प्रजनन:**

कोशिकाओं के विभाजन और विस्तार के लिए पानी आवश्यक है। यह बीज के अंकुरण और फूलों के निर्माण में भी सहायक होता है।

- **आवश्यक चयापचय प्रक्रियाएं:**

पानी चयापचय क्रियाओं को सही ढंग से संचालित करने में मदद करता है, जैसे कि प्रकाश संश्लेषण, श्वसन और प्रोटीन संश्लेषण।

- **रक्षा तंत्र:**

पानी पौधों को रोगजनकों और पर्यावरणीय तनावों से लड़ने में मदद करता है।

जल विभव (Water Potential) और उसके घटक

जल विभव (ψ) जल के प्रवाह की दिशा और उसकी क्षमता को मापने का एक उपाय है। यह पौधों में जल परिवहन को समझने में अत्यंत महत्वपूर्ण है।

जल विभव की परिभाषा:



जल विभव वह ऊर्जा होती है, जो जल अणु को किसी विशिष्ट दिशा में प्रवाहित करने के लिए आवश्यक होती है। इसका मान शुद्ध जल के लिए शून्य (0) होता है और यह विलयन में नकारात्मक होता है। इसे निम्नलिखित सूत्र से व्यक्त किया जाता है:

$$\Psi = \Psi_s + \Psi_p + \Psi_g$$

जहां:

- Ψ_s : विलवट विभव (Solute Potential)
- Ψ_p : दाब विभव (Pressure Potential)
- Ψ_g : गुरुत्व विभव (Gravity Potential)

जल विभव के घटक:

1. विलवट विभव (Ψ_s):

यह जल में घुले हुए पदार्थों की सांद्रता से प्रभावित होता है। जैसे-जैसे घुले पदार्थों की मात्रा बढ़ती है, Ψ_s अधिक नकारात्मक हो जाता है।

2. दाब विभव (Ψ_p):

यह कोशिका की दीवार द्वारा उत्पन्न यांत्रिक दबाव है। टर्गिड कोशिकाओं में Ψ_p सकारात्मक होता है, जबकि मुरझाई कोशिकाओं में यह शून्य या नकारात्मक हो सकता है।

3. गुरुत्व विभव (Ψ_g):

यह जल की ऊँचाई पर निर्भर करता है। यह घटक ऊँचे पेड़ों में जल प्रवाह को प्रभावित करता है।

4. मैट्रिक्स विभव (Ψ_m):

यह जल के ठोस सतहों, जैसे कोशिका भित्ति और मिट्टी के कणों से चिपकने की प्रवृत्ति को मापता है।

जल सम्बंधित प्रक्रियाएं

1. जड़ दबाव (Root Pressure)

सिद्धांत:

जड़ दबाव वह दबाव है, जो जड़ों के जाइलम में जल को ऊपर की ओर धकेलता है। यह तब उत्पन्न होता है, जब मिट्टी से जल का अवशोषण सक्रिय परिवहन द्वारा होता है और जाइलम में खनिजों का जमाव होता है। यह दबाव अक्सर रात में या कम वाष्पोत्सर्जन के समय देखा जाता है।

महत्व:

- जड़ दबाव पौधों में पानी और खनिजों के वितरण को बनाए रखने में मदद करता है।
- यह गटेशन प्रक्रिया में योगदान देता है।

2. गटेशन (Guttation)

सिद्धांत:

गटेशन वह प्रक्रिया है, जिसमें पानी पौधे की पत्तियों या तनों की हाइडैथोड्स (Hydathodes) से बाहर आता है। यह तब होता है, जब वाष्पोत्सर्जन कम होता है और जड़ दबाव अधिक होता है।

महत्व:

- गटेशन पौधे की जड़ों में बने अतिरिक्त जल को बाहर निकालने में मदद करता है।
- यह पौधे में जल संतुलन बनाए रखने का एक महत्वपूर्ण तरीका है।

जल विभव और जल सम्बंधित प्रक्रियाओं का महत्व

पर्यावरणीय दृष्टिकोण:

- जल विभव पौधों और मिट्टी के बीच जल प्रवाह की दिशा को समझने में मदद करता है।
- यह सूखा सहिष्णुता (Drought Resistance) और जल उपयोग क्षमता (Water Use Efficiency) को बेहतर बनाने के लिए महत्वपूर्ण है।

कृषि में महत्व:

- जड़ दबाव और गटेशन जैसे सिद्धांत किसानों को यह समझने में मदद करते हैं कि पौधों में जल आपूर्ति को कैसे बेहतर बनाया जाए।

- जल प्रबंधन तकनीकों को विकसित करने में जल विभव का ज्ञान सहायक है।

शोध और विकास में योगदान:

- पौधों के जल सम्बंध और जल विभव के सिद्धांत आनुवंशिक रूप से संशोधित फसलों के विकास में मदद करते हैं, जो जल की कमी का सामना कर सकें।

निष्कर्ष

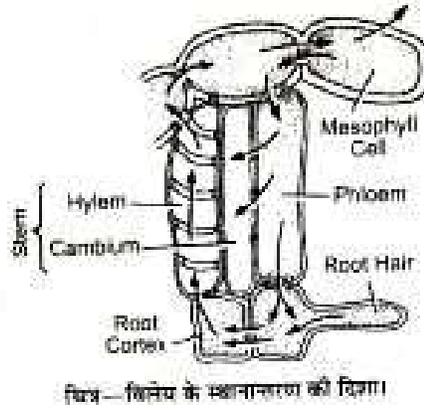
पानी पौधों के लिए जीवन का मूल स्रोत है। यह न केवल उनके शारीरिक विकास और जैविक प्रक्रियाओं को संचालित करता है, बल्कि उनके पर्यावरणीय अनुकूलन में भी सहायक है। जल विभव और उससे संबंधित प्रक्रियाएं जैसे जड़ दबाव और गटेशन, पौधों में जल संचरण की जटिलताओं को समझने में मदद करती हैं। इन सिद्धांतों का उपयोग कृषि और पर्यावरणीय प्रबंधन में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। पौधों में जल सम्बंध को समझना न केवल वैज्ञानिक दृष्टिकोण से बल्कि व्यावहारिक दृष्टिकोण से भी आवश्यक है।

प्रश्न 2- विलेयों के स्थानान्तरण से आप क्या समझते हैं? उच्च श्रेणी के पौधों में विलेयों (कार्बनिक पदार्थों) के स्थानान्तरण की क्रियाविधि के विभिन्न वादों का विस्तृत वर्णन कीजिए।

उत्तर:- विलेयों के स्थानान्तरण (translocation of solutes) से तात्पर्य है विलेयों का एक स्थान से दूसरे स्थान पर परिवहन। पौधों में, यह स्थानान्तरण मुख्य रूप से जल और पोषक तत्वों के संचालन के माध्यम से होता है, जिसमें विलेय पदार्थ जैसे कि खनिज, कार्बोहाइड्रेट, अमीनो एसिड, और अन्य जैविक यौगिकों को पत्तियों, तनों, और जड़ों के बीच ले जाया जाता है। यह प्रक्रिया पौधों के सामान्य विकास और कार्यशीलता के लिए अनिवार्य है। उच्च श्रेणी के पौधों में विलेयों के स्थानान्तरण की प्रक्रिया के लिए विभिन्न वाद (theories) विकसित की गई हैं, जो इसे समझने में सहायता करती

हैं।

विलेयों के स्थानान्तरण की प्रमुख क्रियाविधियां और वाद:



1. दाब प्रवणता का सिद्धांत (Pressure Flow Hypothesis):

यह सिद्धांत फोहन द्वारा 1930 में प्रस्तावित किया गया था। यह बताता है कि पोषक पदार्थ (मुख्यतः सुक्रोज) स्रोत (जैसे पत्तियां) से सिंक (जैसे जड़ें या फलों) तक फ्लोएम के माध्यम से दाब प्रवणता के कारण स्थानांतरित होते हैं। प्रक्रिया इस प्रकार होती है:

पत्तियों में फोटोसिंथेसिस के दौरान निर्मित सुक्रोज को फ्लोएम टिशू में स्थानांतरित किया जाता है।

यह सुक्रोज स्रोत स्थल पर जल को आकर्षित करता है, जिससे हाइड्रोस्टैटिक दाब बढ़ जाती है।

यह दाब विलेयों को सिंक की ओर प्रवाहित करती है, जहां इसे उपयोग या संग्रहण के लिए स्थानांतरित किया जाता है।

2. गुच्छिक प्रवाह वाद (Mass Flow Theory):

यह वाद भी बताता है कि विलेयों का स्थानांतरण दाब प्रवणता के कारण होता है। इसमें स्रोत से सिंक तक पानी और विलेयों का एक साथ प्रवाह होता है। यह थ्योरी पौधों के अंदर सजीव कोशिकाओं की भागीदारी पर जोर देती है।

3. सक्रिय स्थानान्तरण (Active Transport):

इस प्रक्रिया में विलेयों को स्थानांतरित करने के लिए ऊर्जा का उपयोग किया जाता है। यह तब होता है जब विलेय को उच्च सांद्रता वाले क्षेत्र में स्थानांतरित करना हो। सक्रिय स्थानांतरण में विशेष प्रोटीन चैनल्स और पंप का उपयोग होता है, जैसे:

प्रोटॉन पंप

सह-परिवहन तंत्र

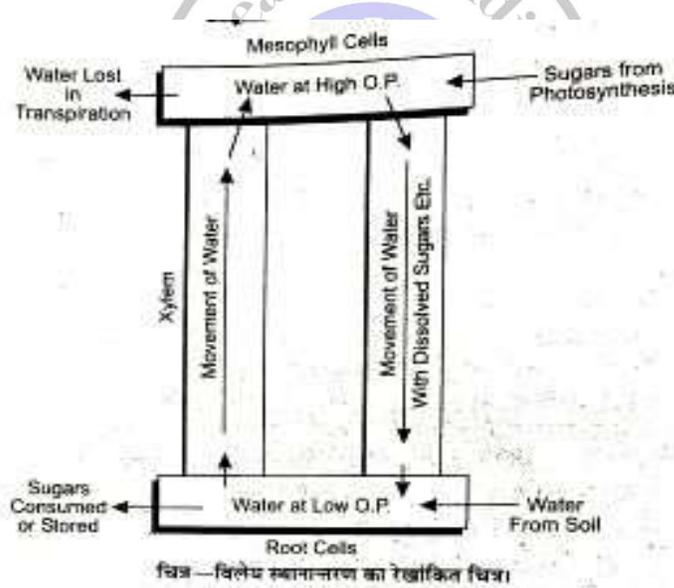
4. पार्सिंग पाइप मॉडल (Protoplasmic Streaming Theory):

यह मॉडल बताता है कि विलेयों का स्थानांतरण प्रोटोप्लाज्मा के प्रवाह द्वारा संचालित होता है। इसमें कोशिकाओं के बीच प्लास्मोडेस्माटा के माध्यम से विलेय सामग्री का आदान-प्रदान शामिल है।

5. संपर्क स्थानांतरण सिद्धांत (Contact Exchange Hypothesis):

इस सिद्धांत के अनुसार विलेयों का स्थानांतरण कोशिकाओं की प्लाज्मा झिल्ली के माध्यम से होता है, जहां विलेय अणु झिल्ली में स्थित प्रोटीन के साथ संपर्क करके एक स्थान से दूसरे स्थान पर जाते हैं।

उच्च श्रेणी के पौधों में विलेयों के स्थानान्तरण की प्रक्रिया:



1. फ्लोएम में स्थानांतरण (Translocation in Phloem):

फ्लोएम के माध्यम से विलेयों का स्थानांतरण मुख्य रूप से सुक्रोज और अन्य पोषक तत्वों का होता है। यह प्रक्रिया तीन चरणों में होती है:

- **लोडिंग (Loading):** स्रोत पर पोषक तत्व फ्लोएम सिव ट्यूब्स में लोड किए जाते हैं।
- **स्थानांतरण (Transport):** जल और पोषक तत्वों का दाब प्रवणता के कारण स्थानांतरण होता है।

- **अनलोडिंग (Unloading):** सिंक पर पोषक तत्वों को फ़्लोएम से बाहर निकाल दिया जाता है।

2. ज़ाइलम में स्थानांतरण (Transport in Xylem):

ज़ाइलम के माध्यम से मुख्यतः जल और खनिजों का स्थानांतरण होता है। यह प्रक्रिया निम्नलिखित कारकों पर आधारित है:

- **जड़ दाब (Root Pressure):** जड़ों से पानी और विलेय को ऊपर की ओर धकेलने वाली दाब।
- **कैपिलरी क्रिया (Capillary Action):** ज़ाइलम के पतले ट्यूब्स में पानी का ऊपर की ओर बढ़ना।
- **ट्रांसपाइरेशन खिंचाव (Transpiration Pull):** पत्तियों से जल वाष्पीकरण के कारण उत्पन्न खिंचाव।

3. कोशिकाओं के बीच स्थानांतरण:

- **सिंप्लास्टिक मार्ग (Symplastic Pathway):** इसमें विलेय प्लास्मोडेस्माटा के माध्यम से एक कोशिका से दूसरी कोशिका में स्थानांतरित होता है।
- **अपोप्लास्टिक मार्ग (Apoplastic Pathway):** इसमें विलेय कोशिका भित्ति और अंतरकोशिकीय स्थानों के माध्यम से स्थानांतरित होते हैं।

विलेयों के स्थानांतरण की भूमिका:

1. पौधे के विकास और वृद्धि में योगदान:

विलेयों के स्थानांतरण से पौधों को आवश्यक पोषक तत्व मिलते हैं, जिससे उनका विकास और वृद्धि होती है।

2. फोटोसिंथेसिस के उत्पादों का वितरण:

पत्तियों में निर्मित सुक्रोज को जड़ों और अन्य भागों में ले जाया जाता है, जहां यह ऊर्जा के स्रोत के रूप में काम करता है।

3. पानी और खनिज का संचलन:

ज़ाइलम द्वारा पानी और खनिजों का संचालन पौधे की जीवन प्रक्रियाओं के लिए अनिवार्य है।

4. संग्रहण और उपयोग:

पोषक तत्वों का संग्रहण (जैसे कि बीजों में स्टार्च) और आवश्यकता अनुसार उनका उपयोग पौधों की जीवित रहने की क्षमता को बढ़ाता है।

निष्कर्ष:

विलेयों का स्थानांतरण एक जटिल और आवश्यक प्रक्रिया है जो पौधों के जीवन को बनाए रखने में मदद करती है। उच्च श्रेणी के पौधों में, विलेयों के स्थानांतरण के विभिन्न वाद हमें इस प्रक्रिया को गहराई से समझने का अवसर देते हैं। इन सिद्धांतों और प्रक्रियाओं का अध्ययन हमें पौधों की क्रियाविधि को समझने और उनकी कृषि और जैव प्रौद्योगिकी में उपयोगिता को बढ़ाने में सहायता करता है।

प्रश्न 3:- संवहन और ट्रांसपोर्ट प्रक्रियाएँ: कोशिका झिल्ली (Cell Membrane) के माध्यम से आयनों के सक्रिय (Active Transport) और निष्क्रिय परिवहन (Passive Transport) के बीच अंतर को समझाइए। पादप पोषण में फ्लोएम (Phloem) के साप का संघटन (Composition of Phloem Sap) और गिर्डलिंग प्रयोग (Girdling Experiment) का महत्व वर्णन करें।

उत्तर:- संवहन और ट्रांसपोर्ट प्रक्रियाएँ: कोशिका झिल्ली के माध्यम से आयनों के सक्रिय और निष्क्रिय परिवहन के बीच अंतर

पादपों में संवहन और ट्रांसपोर्ट प्रक्रियाएँ अत्यंत महत्वपूर्ण हैं, क्योंकि ये प्रक्रियाएँ विभिन्न पोषक तत्वों और आयनों को एक स्थान से दूसरे स्थान तक पहुँचाने का कार्य करती हैं। यह संवहन मुख्यतः कोशिका झिल्ली (Cell Membrane) के माध्यम से सक्रिय (Active Transport) और निष्क्रिय (Passive Transport) परिवहन प्रक्रियाओं द्वारा संचालित होता है। इन दोनों प्रक्रियाओं में महत्वपूर्ण अंतर है, जिसे नीचे विस्तृत रूप से समझाया गया है:

1. निष्क्रिय परिवहन (Passive Transport):

निष्क्रिय परिवहन वह प्रक्रिया है जिसमें अणु या आयन उनके सांद्रता ग्रेडिएंट (Concentration Gradient) के अनुसार उच्च सांद्रता से निम्न सांद्रता की ओर बिना ऊर्जा (ATP) के प्रवाहित होते हैं। यह प्रक्रिया सरल और ऊर्जा रहित होती है।

मुख्य विशेषताएँ:

- सांद्रता ग्रेडिएंट के साथ प्रवाह: अणु उच्च सांद्रता से निम्न सांद्रता की ओर स्वतः प्रवाहित होते हैं।
- ऊर्जा की आवश्यकता नहीं: इस प्रक्रिया में ATP या किसी अन्य ऊर्जा स्रोत की आवश्यकता नहीं होती।

प्रकार:

1. सरल प्रसरण (Simple Diffusion): छोटे और गैर-ध्रुवीय अणु जैसे ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड बिना किसी सहायता के झिल्ली के माध्यम से प्रवाहित होते हैं।

2. सुविधाजनक प्रसरण (Facilitated Diffusion): बड़े या ध्रुवीय अणु, जैसे ग्लूकोज और अमीनो एसिड, झिल्ली में प्रोटीन चैनल या कैरियर प्रोटीन की सहायता से प्रवाहित होते हैं।

उदाहरण: जल का ऑस्मोसिस (Osmosis) और गैसों का प्रसरण।

महत्व:

- यह कोशिका के अंदर और बाहर गैसों और पानी का संतुलन बनाए रखने में मदद करता है।
- कोशिकीय परिवहन में सरल और स्वाभाविक माध्यम प्रदान करता है।

2. सक्रिय परिवहन (Active Transport):

सक्रिय परिवहन वह प्रक्रिया है जिसमें अणु या आयन उनके सांद्रता ग्रेडिएंट के विपरीत, अर्थात् निम्न सांद्रता से उच्च सांद्रता की ओर, ऊर्जा (ATP) के उपयोग के साथ प्रवाहित होते हैं।

मुख्य विशेषताएँ:

- सांद्रता ग्रेडिएंट के विपरीत प्रवाह: आयन और अणु ऊर्जा का उपयोग करके उनके ग्रेडिएंट के विपरीत प्रवाहित होते हैं।
- ऊर्जा की आवश्यकता: इस प्रक्रिया में ATP का उपयोग होता है।
- कैरियर प्रोटीन की आवश्यकता: सक्रिय परिवहन के लिए झिल्ली में विशेष प्रकार के प्रोटीन, जैसे पंप (जैसे, सोडियम-पोटेशियम पंप), की आवश्यकता होती है।

उदाहरण:

1. सोडियम और पोटेशियम का पंपिंग।
2. पौधों में मिनरल आयनों का अवशोषण।

प्रकार:

1. प्राथमिक सक्रिय परिवहन: ATP का प्रत्यक्ष उपयोग।
2. द्वितीयक सक्रिय परिवहन: आयन ग्रेडिएंट का उपयोग।

महत्व:

- यह कोशिका के अंदर आवश्यक पोषक तत्वों और आयनों की उच्च सांद्रता बनाए रखता है।
- विषैले पदार्थों को कोशिका से बाहर निकालने में मदद करता है।

निष्क्रिय और सक्रिय परिवहन के बीच अंतर:

विशेषता	निष्क्रिय परिवहन	सक्रिय परिवहन
ऊर्जा की आवश्यकता	ऊर्जा की आवश्यकता नहीं होती	ऊर्जा (ATP) की आवश्यकता होती है
दिशा	उच्च से निम्न सांद्रता की ओर	निम्न से उच्च सांद्रता की ओर
तेजी	अपेक्षाकृत धीमी	अपेक्षाकृत तेज
उदाहरण	ऑस्मोसिस, प्रसरण	सोडियम-पोटेशियम पंप, आयन अवशोषण

पादप पोषण में फ्लोएम के साप का संघटन (Composition of Phloem Sap):

फ्लोएम साप (Phloem Sap) पौधों में एक महत्वपूर्ण माध्यम है जिसके द्वारा फोटोसिंथेटिक उत्पाद (जैसे, सुक्रोज), हार्मोन, और अन्य पोषक तत्वों का संवहन होता है। यह मुख्यतः सोर्स से सिंक (Source to Sink) तक पोषक तत्वों का परिवहन करता है।

संघटन:

1. **सुक्रोज और अन्य कार्बोहाइड्रेट:** फ्लोएम साप का प्रमुख घटक सुक्रोज है, जो पौधों में ऊर्जा का मुख्य स्रोत है।
2. **अमीनो एसिड:** पौधों के प्रोटीन संश्लेषण के लिए आवश्यक।
3. **कार्बनिक अम्ल और हार्मोन:** वृद्धि और विकास को नियंत्रित करने वाले।
4. **मिनरल आयन:** जैसे पोटेशियम और मैग्नीशियम।
5. **गैसों और पानी:** फ्लोएम साप में पानी एक माध्यम के रूप में कार्य करता है।

फ्लोएम ट्रांसपोर्ट की प्रक्रिया:

1. **लोडिंग (Loading):** फ्लोएम के सोर्स (जैसे, पत्तियाँ) में सुक्रोज का लोडिंग।
2. **मास फ्लो (Mass Flow):** सुक्रोज और पानी का दबाव ग्रेडिएंट के माध्यम से ट्रांसपोर्ट।
3. **अनलोडिंग (Unloading):** सिंक (जैसे, जड़ या फल) में पोषक तत्वों का उतारना।

गिर्डलिंग प्रयोग (Girdling Experiment) का महत्व:

गिर्डलिंग प्रयोग पादप संवहन में फ्लोएम की भूमिका को समझाने के लिए किया जाता है। इसमें तने की छाल (Bark) को घेरकर हटाया जाता है ताकि फ्लोएम परिवहन अवरुद्ध हो जाए।

प्रयोग की प्रक्रिया:

1. तने के चारों ओर छाल को छीलकर हटाया जाता है, जिससे फ्लोएम टूट जाता है लेकिन जाइलम (Xylem) बरकरार रहता है।
2. समय के साथ, छाल के ऊपर पोषक तत्व जमा हो जाते हैं क्योंकि फ्लोएम के माध्यम से संवहन बाधित होता है।

परिणाम:

- छाल के ऊपर फूलापन या सूजन दिखाई देती है।
- छाल के नीचे का हिस्सा पोषक तत्वों की कमी के कारण मरने लगता है।

महत्व:

- यह सिद्ध करता है कि फ्लोएम का उपयोग पत्तियों से अन्य भागों तक सुक्रोज और अन्य पोषक तत्वों को ले जाने के लिए होता है।
- यह पौधों में सोर्स और सिंक के सिद्धांत को स्पष्ट करता है।
- यह व्यावहारिक कृषि में उपयोगी है, जैसे फलों को बड़ा करने या रोग प्रबंधन में।

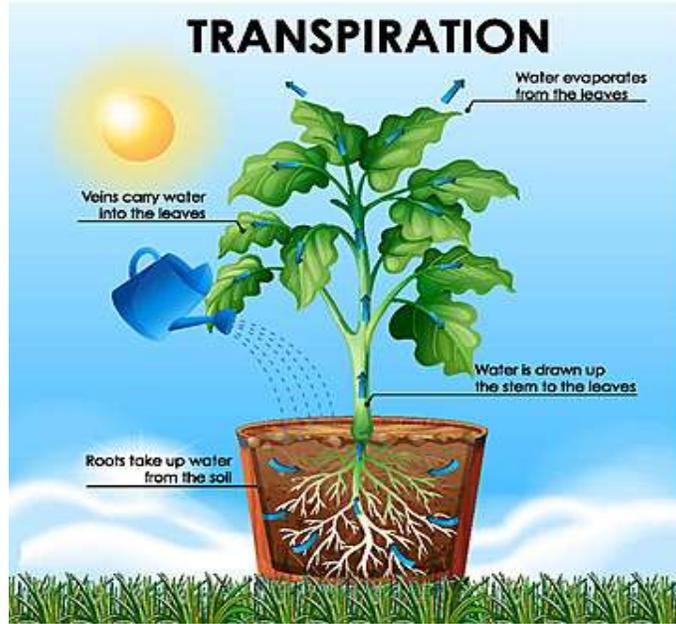
निष्कर्ष:

कोशिका झिल्ली के माध्यम से सक्रिय और निष्क्रिय परिवहन प्रक्रियाएँ पौधों में पोषण और संवहन को नियंत्रित करती हैं। सक्रिय परिवहन के माध्यम से आवश्यक पोषक तत्व और आयन कोशिकाओं के अंदर खींचे जाते हैं, जबकि निष्क्रिय परिवहन कोशिकाओं में जल और गैसों का संतुलन बनाए रखता है। फ्लोएम साप का संघटन और गिर्डलिंग प्रयोग पौधों में फ्लोएम संवहन की गहराई से समझ प्रदान करता है। इन प्रक्रियाओं का अध्ययन पादप विज्ञान और कृषि में अत्यंत उपयोगी है।

प्रश्न 4:- वाष्पोत्सर्जन (Transpiration) प्रक्रिया के सिद्धांत और पौधों में इसका महत्व विस्तार से समझाइए। वाष्पोत्सर्जन को प्रभावित करने वाले कारकों की विवेचना करें। प्रेशर फ्लो मॉडल (Pressure Flow Model) के सिद्धांत को स्पष्ट कीजिए।

उत्तर:- परिचय

वाष्पोत्सर्जन (Transpiration) पौधों में जल की हानि की प्रक्रिया है, जिसमें जल वाष्प के रूप में पौधों के सतह से वायुमंडल में निकलता है। यह प्रक्रिया मुख्यतः पत्तियों के स्टोमेटा (Stomata) के माध्यम से होती है। वाष्पोत्सर्जन न केवल पौधों की जल धारण और संतुलन बनाए रखने में सहायक है, बल्कि यह पर्यावरण और पौधे के बीच कई भौतिक और जैविक प्रक्रियाओं में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।



वाष्पोत्सर्जन का सिद्धांत

वाष्पोत्सर्जन एक भौतिक प्रक्रिया है जो वाष्पीकरण (Evaporation) और जल की निरंतर परिवहन प्रणाली पर आधारित होती है। यह मुख्यतः दो चरणों में विभाजित है:

1. पत्तियों की सतह पर जल का वाष्पीकरण

पत्तियों के मेसोफिल कोशिकाओं से जल का वाष्पीकरण होता है। यह वाष्पीकरण पत्तियों के आंतरिक वायवीय स्थलों में जल वाष्प की सघनता को बढ़ाता है।

2. जल वाष्प का स्टोमेटा से बाहर निकलना

पत्तियों के स्टोमेटा जल वाष्प के बाहरी वातावरण में निकलने के लिए मार्ग प्रदान करते हैं। इस प्रक्रिया को बाहरी वायुमंडल के जल वाष्प दबाव में अंतर द्वारा नियंत्रित किया जाता है।

पौधों में वाष्पोत्सर्जन का महत्व

1. जल परिवहन में सहायता

पौधों की जड़ें मिट्टी से जल का अवशोषण करती हैं और वाष्पोत्सर्जन की प्रक्रिया के माध्यम से इसे ऊपर की ओर पत्तियों तक ले जाती हैं। इसे वाष्पोत्सर्जन पुल (Transpiration Pull) कहते हैं, जो जाइलम (Xylem) में नेगेटिव प्रेशर पैदा करता है।

2. पोषक तत्वों का वितरण

मिट्टी में घुले हुए खनिज और पोषक तत्व जल के साथ ऊपर पत्तियों तक पहुँचते हैं। वाष्पोत्सर्जन इस जल परिवहन को नियमित बनाए रखता है।

3. तापमान नियंत्रण

पत्तियों से जल वाष्प बनकर निकलने से शीतलन प्रभाव पैदा होता है, जो पौधे को अधिक गर्मी से बचाता है। यह तापमान नियंत्रण पौधों की वृद्धि के लिए महत्वपूर्ण है।

4. गैस विनिमय

स्टोमेटा, जो वाष्पोत्सर्जन का मुख्य माध्यम है, पौधे के लिए गैस विनिमय का मार्ग भी प्रदान करता है। कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) का प्रवेश और ऑक्सीजन (O_2) का निष्कासन वाष्पोत्सर्जन प्रक्रिया के दौरान ही होता है।

5. जल चक्र में योगदान

वाष्पोत्सर्जन पृथ्वी के जल चक्र में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। यह वायुमंडल में नमी का योगदान करता है, जो वर्षा को प्रभावित करती है।



वाष्पोत्सर्जन को प्रभावित करने वाले कारक

1. आंतरिक कारक

- **स्टोमेटा की संख्या और वितरण**

पत्तियों में स्टोमेटा की संख्या, आकार, और उनकी खुलने-बंद होने की क्षमता वाष्पोत्सर्जन की दर को नियंत्रित करती है।

- **पत्तियों की संरचना**

पत्तियों की सतह क्षेत्र, मोटाई, और मोम के स्तर वाष्पोत्सर्जन की तीव्रता पर प्रभाव डालते हैं।

- **पौधों की जड़ प्रणाली**

जड़ों की गहराई और फैलाव मिट्टी से जल अवशोषण को प्रभावित करते हैं, जो वाष्पोत्सर्जन की प्रक्रिया से जुड़ा है।

2. बाहरी कारक

तापमान

उच्च तापमान वाष्पोत्सर्जन को बढ़ाता है क्योंकि यह जल वाष्पीकरण की दर को तेज करता है।

सापेक्ष आर्द्रता

वायुमंडलीय आर्द्रता कम होने पर वाष्पोत्सर्जन अधिक होता है, क्योंकि वायुमंडल और पत्तियों के बीच जल वाष्प दबाव में अंतर बढ़ जाता है।

हवा की गति

तेज हवा पत्तियों के आसपास जल वाष्प को हटा देती है, जिससे वाष्पोत्सर्जन दर बढ़ जाती है।

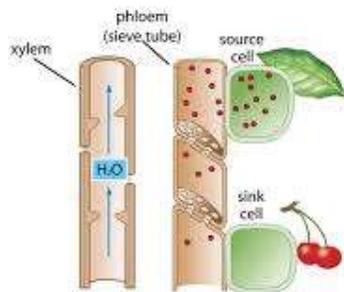
प्रकाश की तीव्रता

अधिक प्रकाश से स्टोमेटा खुल जाते हैं, जो वाष्पोत्सर्जन दर को बढ़ाते हैं।

मिट्टी की नमी

मिट्टी में पर्याप्त नमी उपलब्ध न होने पर वाष्पोत्सर्जन दर कम हो जाती है।

प्रेषर फ्लो मॉडल (Pressure Flow Model)



प्रेषर फ्लो मॉडल

परिचय

प्रेशर फ्लो मॉडल पौधों में पोषक तत्वों और कार्बोहाइड्रेट के परिवहन को समझाने के लिए एक व्यापक रूप से स्वीकृत सिद्धांत है। यह प्रक्रिया मुख्यतः फ्लोएम (Phloem) में होती है, जो सॉर्स (Source) से सिंक (Sink) तक पोषक तत्वों को ले जाती है।

मुख्य सिद्धांत

प्रेशर फ्लो मॉडल का आधार उच्च दबाव से निम्न दबाव की दिशा में पोषक तत्वों का प्रवाह है। इसे तीन मुख्य चरणों में समझा जा सकता है:

1. लोडिंग (Loading)

- **स्रोत क्षेत्र (Source):** पत्तियों जैसे स्रोत स्थानों पर प्रकाश संश्लेषण द्वारा उत्पादित शर्करा (सुक्रोज) फ्लोएम में लोड होती है।
- यह प्रक्रिया सक्रिय परिवहन (Active Transport) द्वारा होती है, जिससे फ्लोएम में घुलनशीलता बढ़ जाती है।

2. दबाव भिन्नता का निर्माण

- फ्लोएम में शर्करा की बढ़ी हुई सघनता जल को जाइलम से फ्लोएम की ओर आकर्षित करती है।
- जल का प्रवाह फ्लोएम में दबाव को बढ़ाता है, जिससे घोल प्रवाहित होता है।

3. अनलोडिंग (Unloading)

- **सिंक क्षेत्र (Sink):** जड़ें, फल, बीज जैसे स्थानों पर शर्करा का उपभोग या संग्रह होता है।
- सिंक क्षेत्र में शर्करा की सघनता कम होने से जल फ्लोएम से जाइलम की ओर वापस चला जाता है।

महत्व

- यह पौधों में शर्करा और अन्य पोषक तत्वों को कुशलता से वितरित करता है।
- सिंक क्षेत्रों की वृद्धि और विकास को सुनिश्चित करता है।

निष्कर्ष

वाष्पोत्सर्जन पौधों में जल परिवहन और पर्यावरण के साथ संतुलन बनाए रखने की एक अद्भुत प्रक्रिया है। यह न केवल पौधों की शारीरिक आवश्यकताओं को पूरा करता है बल्कि पर्यावरणीय चक्रों को भी प्रभावित करता है। वाष्पोत्सर्जन के अध्ययन से पौधों के विभिन्न जैव रासायनिक और शारीरिक प्रक्रियाओं को बेहतर तरीके से समझने में सहायता मिलती है। प्रेशर फ्लो मॉडल पौधों में पोषक तत्वों के परिवहन की जटिलता को स्पष्ट करता है, जो पौधों की संपूर्ण वृद्धि और विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

प्रश्न 5:- पौधों में जल और खनिज परिवहन: जल और खनिज लवणों के पौधे में संवहन (Translocation) के तरीकों और उसकी प्रक्रिया का विवरण दें। फ्लोएम संवहन के लिए प्रेशर फ्लो मॉडल का महत्व और उपयोगिता पर प्रकाश डालें।

उत्तर:- पौधों में जल और खनिज परिवहन

पौधों के लिए जल और खनिज लवणों का परिवहन जीवन प्रक्रिया के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। पौधों में जल और खनिज तत्व जड़ों द्वारा अवशोषित किए जाते हैं और विभिन्न भागों में पहुंचाए जाते हैं। यह परिवहन जाइलम और फ्लोएम नामक दो प्रकार के ऊतकों के माध्यम से होता है। जाइलम मुख्य रूप से जल और खनिज लवणों के परिवहन का कार्य करता है, जबकि फ्लोएम कार्बोहाइड्रेट जैसे पोषक तत्वों का संवहन करता है। इस उत्तर में हम जल और खनिज लवणों के संवहन की प्रक्रिया, उनके तरीकों, और फ्लोएम संवहन के लिए प्रेशर फ्लो मॉडल पर चर्चा करेंगे।

जल और खनिजों के संवहन की प्रक्रिया

1. जल का संवहन (Translocation of Water)

पौधों में जल का परिवहन जड़, तना और पत्तियों के बीच होता है। यह प्रक्रिया निम्नलिखित चरणों में पूरी होती है:

(क) जल का अवशोषण (Absorption of Water):

- जड़ों के रोम (root hairs) मिट्टी से जल को अवशोषित करते हैं।

- यह अवशोषण ऑस्मोसिस के माध्यम से होता है, जहाँ जल का प्रवाह उच्च जल क्षमता वाले क्षेत्र (soil) से निम्न जल क्षमता वाले क्षेत्र (root cells) की ओर होता है।

(ख) जाइलम के माध्यम से जल का परिवहन:

- जाइलम में जल का संवहन ऊर्ध्वधर रूप से होता है।
- यह संवहन तीन मुख्य बलों के कारण संभव होता है:

1. कोहेजन और एडहेजन बल (Cohesion and Adhesion Forces):

- जल के अणुओं के बीच आपस में जुड़ने की प्रवृत्ति (cohesion) और जाइलम की दीवारों से चिपकने की प्रवृत्ति (adhesion) जल को ऊपर खींचने में सहायक होती है।

2. जड़ का दबाव (Root Pressure):

- जड़ों में बनने वाला दबाव जल को जाइलम में ऊपर की ओर ले जाता है।

3. वाष्पोत्सर्जन खिंचाव (Transpirational Pull):

- पत्तियों में वाष्पोत्सर्जन (transpiration) के कारण नकारात्मक दाब उत्पन्न होता है, जिससे जल का प्रवाह ऊपर की ओर होता है।



2. खनिज लवणों का संवहन (Transport of Mineral Salts)

खनिज लवण मिट्टी से अवशोषित होते हैं और जाइलम के माध्यम से पौधे के विभिन्न भागों में पहुँचाए जाते हैं। इस प्रक्रिया के मुख्य चरण निम्नलिखित हैं:

(क) सक्रिय अवशोषण (Active Absorption):

- खनिज लवण जड़ों में प्रोटीन ट्रांसपोर्टर्स की सहायता से सक्रिय रूप से अवशोषित होते हैं। इस प्रक्रिया में ऊर्जा (ATP) की आवश्यकता होती है।

(ख) जाइलम के माध्यम से संवहन:

- खनिज लवण जाइलम में जल के साथ घुल जाते हैं और संवहन के दौरान पौधे के ऊपर तक पहुँचते हैं।

(ग) पत्तियों तक खनिज लवण का परिवहन:

- खनिज लवण पत्तियों तक पहुँचने पर प्रोटीन संश्लेषण, एंजाइम निर्माण, और अन्य जैव रासायनिक क्रियाओं में उपयोग किए जाते हैं।

फ्लोएम संवहन और प्रेशर फ्लो मॉडल

फ्लोएम संवहन का परिचय

फ्लोएम संवहन (Phloem Translocation) वह प्रक्रिया है जिसके द्वारा पौधे में उत्पादित कार्बोहाइड्रेट, मुख्य रूप से सुक्रोज, स्रोत (source, जैसे पत्तियाँ) से सिंक (sink, जैसे जड़ें, फल और बीज) तक पहुँचाए जाते हैं। यह प्रक्रिया जीवित कोशिकाओं के माध्यम से होती है और सक्रिय परिवहन पर आधारित होती है।

प्रेशर फ्लो मॉडल (Pressure Flow Model)

प्रेशर फ्लो मॉडल फ्लोएम में पोषक तत्वों के संवहन को समझाने वाला एक स्वीकृत मॉडल है। इस मॉडल को मंच (Münch) सिद्धांत के नाम से भी जाना जाता है। इसके प्रमुख चरण निम्नलिखित हैं:

(क) स्रोत पर लोडिंग (Loading at Source):

- पत्तियों में प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से बनने वाला सुक्रोज फ्लोएम की कोशिकाओं में सक्रिय रूप से लोड किया जाता है।
- इस प्रक्रिया में ऊर्जा की आवश्यकता होती है, और यह प्रोटोन पंप और कोट्रांसपोर्टर्स की मदद से होती है।

(ख) दाब प्रवण का निर्माण (Pressure Gradient Formation):

- सुक्रोज के फ्लोएम में लोड होने से आसमाटिक दबाव बढ़ता है, जिससे जल जाइलम से फ्लोएम में प्रवेश करता है।
- यह जल का प्रवाह फ्लोएम में उच्च दाब क्षेत्र (source) से निम्न दाब क्षेत्र (sink) की ओर पोषक तत्वों के साथ होता है।

(ग) सिंक पर अनलोडिंग (Unloading at Sink):

- सिंक (जैसे जड़ें या फल) पर सूक्रोज फ्लोएम से बाहर निकालकर उपयोग या भंडारण के लिए सक्रिय रूप से स्थानांतरित किया जाता है।
- जल फ्लोएम से वापस जाइलम में चला जाता है, जिससे दाब प्रवण बनाए रखने में मदद मिलती है।

प्रेशर फ्लो मॉडल का महत्व और उपयोगिता

1. लचीला और प्रभावी संवहन:

- यह मॉडल फ्लोएम संवहन को तेज, लचीला और दिशात्मक बनाता है।
- स्रोत और सिंक के बीच की दूरी को पार करते हुए पोषक तत्व सही समय पर पहुँचते हैं।

2. ऊर्जा दक्षता:

- इस प्रक्रिया में केवल लोडिंग और अनलोडिंग के लिए सक्रिय ऊर्जा की आवश्यकता होती है। संवहन के दौरान जल प्रवाह दाब प्रवण द्वारा होता है, जिससे ऊर्जा की बचत होती है।

3. पौधे की वृद्धि में योगदान:

- फल, बीज और जड़ों को आवश्यक पोषक तत्वों की आपूर्ति के माध्यम से यह मॉडल पौधे की वृद्धि और विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

4. कृषि में उपयोगिता:

- इस मॉडल को समझने से फसलों की उत्पादकता बढ़ाने और पोषक तत्वों के परिवहन में समस्याओं को हल करने में मदद मिलती है।

जल और खनिज परिवहन की प्रक्रिया के विभिन्न पहलू

(क) परिवहन के मार्ग (Pathways of Transport):

1. अपोप्लास्टिक मार्ग (Apoplastic Pathway):

- इसमें जल और खनिज लवण कोशिका भित्ति और इंटरसेलुलर स्पेस के माध्यम से परिवहन करते हैं।

- यह मार्ग तेज होता है, लेकिन कैस्पेरियन पट्टी (Casparian Strip) इसे जड़ के एंडोडर्मिस पर रोक देती है।

2. सिंप्लास्टिक मार्ग (Symplastic Pathway):

- इस मार्ग में जल और खनिज लवण कोशिका प्रोटोप्लास्ट के माध्यम से प्लास्मोडेस्माटा द्वारा प्रवाहित होते हैं।
- यह प्रक्रिया धीमी लेकिन नियंत्रित होती है।

3. वैक्युलर मार्ग (Vacuolar Pathway):

- इसमें जल और खनिज लवण कोशिकाओं के वैक्यूओल के माध्यम से स्थानांतरित होते हैं।

(ख) वाष्पोत्सर्जन का प्रभाव:

- वाष्पोत्सर्जन जल के संवहन को प्रेरित करता है और खनिज लवणों को जाइलम में ऊपर की ओर खींचने में मदद करता है।
- यह पौधे के तापमान को नियंत्रित करने और जल चक्र में योगदान देने का कार्य करता है।

निष्कर्ष

पौधों में जल और खनिज लवणों का संवहन उनके विकास, वृद्धि और जैविक प्रक्रियाओं को बनाए रखने के लिए अत्यंत आवश्यक है। जाइलम और फ्लोएम इन प्रक्रियाओं के प्रमुख ऊतक हैं। जाइलम में जल और खनिज लवणों का परिवहन वाष्पोत्सर्जन खिंचाव और कोहेशन-एडहेशन बलों पर आधारित होता है। वहीं, फ्लोएम में पोषक तत्वों का संवहन प्रेशर फ्लो मॉडल के माध्यम से होता है, जो पौधे की ऊर्जा खपत को न्यूनतम रखते हुए स्रोत और सिंक के बीच प्रभावी संवहन सुनिश्चित करता है। इस ज्ञान को कृषि और बागवानी में लागू करके पौधों की उत्पादकता और पोषण में सुधार किया जा सकता है।

लघु उत्तरीय प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1:- पौधों के लिए जल का महत्त्व क्या है?

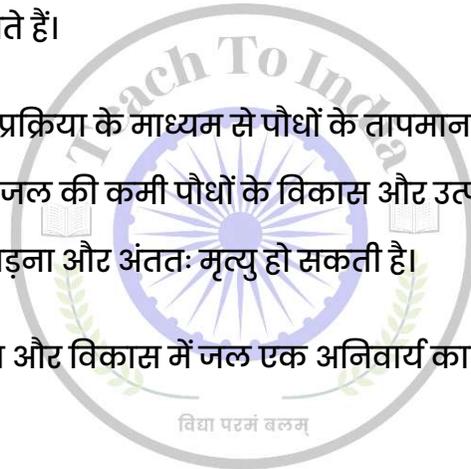
उत्तर:- पौधों के जीवन में जल का महत्त्व अपार है। यह पौधों की संरचना, कार्यों और जीवंतता के लिए अत्यावश्यक तत्व है। जल पौधों के भीतर विभिन्न प्रक्रियाओं को सुचारु रूप से संचालित करता है।

सबसे पहले, जल पौधों में प्रोटोप्लाज्म के निर्माण के लिए आवश्यक है, जो कोशिकाओं की संरचना और उनके कार्य करने की क्षमता सुनिश्चित करता है। जल, प्रकाश-संश्लेषण (फोटोसिंथेसिस) प्रक्रिया में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है। यह कार्बन डाइऑक्साइड को परिवहन करके शर्करा के निर्माण में सहायता करता है, जो पौधों के लिए ऊर्जा का मुख्य स्रोत है।

जल पौधों में खनिजों और पोषक तत्वों के परिवहन में भी सहायक होता है। जड़ से लेकर पत्तियों तक पोषक तत्वों का पहुंचना जल के बिना संभव नहीं है। इसके अलावा, यह पौधों की कोशिकाओं में तurgidity बनाए रखता है, जिससे वे सीधे खड़े रह पाते हैं।

जल वाष्पोत्सर्जन (वाष्पोत्सर्जन) प्रक्रिया के माध्यम से पौधों के तापमान को संतुलित रखता है और पर्यावरण में नमी बनाए रखता है। जल की कमी पौधों के विकास और उत्पादन को प्रतिकूल रूप से प्रभावित करती है, जिससे उनका सूखना, झड़ना और अंततः मृत्यु हो सकती है।

इस प्रकार, पौधों के समग्र स्वास्थ्य और विकास में जल एक अनिवार्य कारक है।



प्रश्न 2:- जल विभव (Water Potential) क्या है, और इसके मुख्य घटक कौन-कौन से हैं

उत्तर:- जल विभव (Water Potential) पौधों में जल परिवहन का एक महत्त्वपूर्ण भौतिक गुण है। इसे जल की क्षमता के रूप में परिभाषित किया जाता है, जो किसी विशिष्ट स्थिति में जल को प्रवाहित करने की प्रवृत्ति को दर्शाता है। इसे ψ (साय) प्रतीक से दर्शाया जाता है और इसे पास्कल (Pa) में मापा जाता है।

जल विभव का मान शुद्ध जल के लिए अधिकतम होता है, जो शून्य होता है। किसी भी घोल या अन्य स्थितियों में यह शून्य से कम होता है। पौधों में जल विभव के माध्यम से जल का प्रवाह उच्च विभव से निम्न विभव की ओर होता है। जल विभव को प्रभावित करने वाले तीन मुख्य घटक निम्नलिखित हैं:

1. **घुलनशीलता विभव (Solute Potential):** इसे ψ_s से दर्शाया जाता है। यह जल में घुले हुए पदार्थों की मात्रा पर निर्भर करता है। जैसे-जैसे घुलनशील पदार्थ बढ़ते हैं, जल विभव का मान नकारात्मक हो जाता है।
2. **दाब विभव (Pressure Potential):** इसे ψ_p से दर्शाया जाता है। यह कोशिकाओं की दीवारों पर लागू होने वाले दबाव को दर्शाता है। यह आमतौर पर सकारात्मक होता है।
3. **गुरुत्वाकर्षण विभव (Gravitational Potential):** इसे ψ_g से दर्शाया जाता है। यह जल के ऊंचाई पर होने से संबंधित है, विशेषकर बड़े पौधों में।

इन तीन घटकों का योग पौधे में कुल जल विभव को दर्शाता है। जल विभव पौधों में जल संतुलन और परिवहन को नियंत्रित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

प्रश्न 3:- वाष्पोत्सर्जन (Transpiration) की परिभाषा दीजिए और इसके पौधों में महत्त्व का वर्णन कीजिए।

उत्तर:- वाष्पोत्सर्जन (Transpiration) वह प्रक्रिया है जिसमें पौधे की पत्तियों और अन्य हरे भागों से जल वाष्प के रूप में वायुमंडल में निकलता है। यह प्रक्रिया मुख्य रूप से स्टोमेटा (stomata) के माध्यम से होती है, जो पत्तियों की बाहरी सतह पर मौजूद छोटे-छोटे छिद्र होते हैं। वाष्पोत्सर्जन तीन प्रकार का होता है: स्टोमेटल वाष्पोत्सर्जन, क्यूटिकलर वाष्पोत्सर्जन और लेन्टीसेलर वाष्पोत्सर्जन।

वाष्पोत्सर्जन पौधों के लिए कई महत्वपूर्ण भूमिकाएँ निभाता है:

1. **जल की गति:** यह जड़ से पत्तियों तक जल के परिवहन में सहायता करता है, जिसे वाष्पोत्सर्जन पुल के रूप में जाना जाता है।
2. **पोषक तत्वों का परिवहन:** मिट्टी से खनिज तत्व जल के साथ मिलकर पत्तियों तक पहुँचते हैं।
3. **तापमान नियंत्रण:** वाष्पोत्सर्जन के माध्यम से पौधा अपने शरीर के तापमान को नियंत्रित करता है, जिससे अत्यधिक गर्मी से बचाव होता है।
4. **गैसों का विनिमय:** वाष्पोत्सर्जन के दौरान स्टोमेटा खुलते हैं, जिससे कार्बन डाइऑक्साइड का ग्रहण और ऑक्सीजन का निष्कासन होता है।
5. **पानी के संतुलन का बनाए रखना:** यह प्रक्रिया पौधे के जल संतुलन को बनाए रखने में मदद करती है।

इस प्रकार, वाष्पोत्सर्जन पौधों के जीवन में अत्यधिक आवश्यक है और उनके जैविक कार्यों में सहायक है।

प्रश्न 4:- जड़ दबाव (Root Pressure) और गटेशन (Guttation) किसे कहते हैं?

उत्तर:- जड़ दबाव: जड़ दबाव वह दाब है जो जड़ों के जीवित कोशिकाओं द्वारा उत्पन्न किया जाता है। यह तब होता है जब जड़ों द्वारा सक्रिय परिवहन (active transport) के माध्यम से मिट्टी से खनिज और पानी को अवशोषित किया जाता है। जड़ कोशिकाओं में खनिजों की उच्च सांद्रता के कारण, जल परासरण (osmosis) के माध्यम से कोशिकाओं में प्रवेश करता है। यह दबाव वाहिकाओं (xylem) के माध्यम से जल को ऊपर की ओर धकेलता है। जड़ दबाव मुख्य रूप से रात के समय अधिक होता है, जब पत्ती के वाष्पोत्सर्जन (transpiration) की प्रक्रिया धीमी होती है।

गटेशन: गटेशन वह प्रक्रिया है जिसमें पौधों की पत्तियों के किनारों और सिरे पर जल की बूंदों का रिसाव होता है। यह आमतौर पर उन पौधों में देखा जाता है, जहां जड़ दबाव अधिक होता है और वाष्पोत्सर्जन कम होता है। गटेशन हाइडैथोड्स (hydathodes) नामक विशेष संरचनाओं के माध्यम से होता है। यह प्रक्रिया मुख्य रूप से सुबह या रात के समय देखी जाती है, जब मिट्टी में जल की प्रचुर मात्रा होती है और वातावरण की नमी अधिक होती है।

जड़ दबाव और गटेशन पौधों के जल परिवहन और जल संतुलन बनाए रखने में सहायक होते हैं।

प्रश्न 5:- आवश्यक खनिज तत्व (Essential Elements) की भूमिका क्या होती है?

उत्तर:- आवश्यक खनिज तत्व (Essential Elements) पौधों के समुचित विकास, वृद्धि और चयापचय (Metabolism) में अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इन्हें पौधे अपने पर्यावरण से, विशेषकर मिट्टी और जल से, प्राप्त करते हैं। इन खनिज तत्वों को दो वर्गों में विभाजित किया जा सकता है: मैक्रोएलीमेंट्स (Macronutrients) और माइक्रोएलीमेंट्स (Micronutrients)।

मैक्रोएलीमेंट्स जैसे नाइट्रोजन (N), फॉस्फोरस (P), पोटैशियम (K), कैल्शियम (Ca), मैग्नीशियम (Mg) और सल्फर (S) की आवश्यकता पौधों को अधिक मात्रा में होती है। नाइट्रोजन प्रोटीन और न्यूक्लिक एसिड

(DNA, RNA) के निर्माण में सहायक होता है। फॉस्फोरस ऊर्जा स्थानांतरण (ATP) और कोशिका विभाजन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। पोटेशियम एंजाइम सक्रियता और जल संतुलन को बनाए रखने में मदद करता है।

माइक्रोएलीमेंट्स जैसे आयरन (Fe), मैंगनीज (Mn), जिंक (Zn), कॉपर (Cu), मोलिब्डेनम (Mo) और बोरॉन (B) की आवश्यकता कम होती है, लेकिन ये एंजाइम क्रियाओं और हार्मोन उत्पादन में महत्वपूर्ण होते हैं।

खनिज तत्व कोशिका झिल्ली (Cell Membrane) की स्थिरता बनाए रखने, क्लोरोफिल संश्लेषण, और पौधे के रोग प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाने में भी सहायक होते हैं। इनकी कमी से पौधों में वृद्धि रुक जाती है, पत्तियाँ पीली पड़ जाती हैं (क्लोरोसिस), और फसल उत्पादन घट जाता है। अतः आवश्यक खनिज तत्व पौधों के चयापचय और विकास के लिए अनिवार्य होते हैं।

प्रश्न 6:- खनिज तत्वों की कमी के कारण फसलों में उत्पन्न होने वाले प्रमुख लक्षण कौन-कौन से हैं?

उत्तर:- खनिज तत्वों की कमी फसलों के सामान्य विकास और उपज पर गहरा प्रभाव डालती है। पौधों में खनिज तत्वों की कमी के कारण विभिन्न प्रकार के लक्षण प्रकट होते हैं, जो उनकी पोषण संबंधी आवश्यकताओं और कार्यों पर निर्भर करते हैं। प्रमुख लक्षण निम्नलिखित हैं:

- क्लोरोसिस (Chlorosis):** यह हरे रंग के पिगमेंट क्लोरोफिल की कमी के कारण होता है, जिससे पत्तियाँ पीली पड़ जाती हैं। यह आमतौर पर नाइट्रोजन, मैंगनीशियम और सल्फर की कमी के कारण होता है।
- नेक्रोसिस (Necrosis):** पत्तियों और तनों के कुछ हिस्से मर जाते हैं। यह कैल्शियम, पोटेशियम और मैंगनीशियम की कमी के कारण हो सकता है।
- रूधिर शिराओं का विकास (Stunted Growth):** पौधे का विकास रुक जाता है और छोटे आकार के रह जाते हैं। यह फॉस्फोरस और पोटेशियम की कमी के कारण होता है।
- पत्तियों का मुरझाना (Wilting of Leaves):** पानी का अवशोषण कम हो जाता है, जिससे पत्तियाँ मुरझा जाती हैं। यह पोटेशियम की कमी के लक्षण हैं।

5. **विषम रंगता (Interveinal Chlorosis):** यह लक्षण मैग्नीशियम या आयरन की कमी से होता है, जिसमें पत्तियों की शिराओं के बीच का हिस्सा पीला हो जाता है।
6. **फलों और फूलों का झड़ना (Flower and Fruit Drop):** बोरॉन और पोटेशियम की कमी से फूल और फल समय से पहले झड़ सकते हैं।
7. **जड़ों का कमजोर होना (Weak Root System):** फॉस्फोरस की कमी से जड़ें कमजोर और अल्पविकसित हो जाती हैं।

खनिज तत्वों की कमी को पहचानकर सही पोषण प्रदान करने से इन समस्याओं का समाधान किया जा सकता है। फसल उत्पादन और गुणवत्ता को बनाए रखने के लिए संतुलित उर्वरकों का उपयोग आवश्यक है।

प्रश्न 7:- सक्रिय (Active) और निष्क्रिय परिवहन (Passive Transport) में क्या अंतर है?

उत्तर:- पौधों में पदार्थों का परिवहन उनकी कोशिकाओं में सक्रिय और निष्क्रिय परिवहन प्रक्रियाओं के माध्यम से होता है। इन दोनों में मुख्य अंतर उनके ऊर्जा की आवश्यकता और कार्य प्रणाली में है।

1. सक्रिय परिवहन (Active Transport):

सक्रिय परिवहन एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें अणु या आयन कम सघनता (low concentration) से उच्च सघनता (high concentration) की ओर स्थानांतरित होते हैं। इस प्रक्रिया के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है, जो एटीपी (ATP) के रूप में उपलब्ध होती है। यह परिवहन प्रोटीन पंप या कैरियर प्रोटीन की सहायता से होता है। उदाहरण के लिए, सोडियम-पोटेशियम पंप (Na^+/K^+ Pump) सक्रिय परिवहन का एक उदाहरण है। यह प्रक्रिया कोशिका के पोषण और आयन संतुलन को बनाए रखने में मदद करती है।

2. निष्क्रिय परिवहन (Passive Transport):

निष्क्रिय परिवहन में अणु या आयन उच्च सघनता से कम सघनता की ओर बिना ऊर्जा खर्च किए स्थानांतरित होते हैं। यह प्रक्रिया द्रव्यमान प्रवाह (Diffusion), प्रसार (Osmosis), और सवगामी प्रसार (Facilitated Diffusion) के माध्यम से होती है। इसमें केवल सांद्रता के अंतर की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए, पानी का प्रसार अर्धपारगम्य झिल्ली (semi-permeable membrane) के माध्यम से निष्क्रिय परिवहन का उदाहरण है।

सारांश: सक्रिय परिवहन ऊर्जा-आधारित होता है और सघनता के खिलाफ कार्य करता है, जबकि निष्क्रिय परिवहन ऊर्जा की आवश्यकता के बिना सघनता के अनुसार काम करता है।

प्रश्न 8:- फ्लोएम साप (Phloem Sap) की संरचना और इसका महत्त्व क्या है?

उत्तर:- फ्लोएम साप की संरचना और इसका महत्त्व

फ्लोएम साप पौधों में पोषक तत्वों और अन्य पदार्थों के परिवहन के लिए जिम्मेदार फ्लोएम ऊतक में पाया जाने वाला द्रव है। इसकी संरचना मुख्य रूप से पानी, कार्बोहाइड्रेट (मुख्यतः सुक्रोज), अमीनो एसिड, हॉर्मोन्स, खनिज आयन, और अन्य कार्बनिक यौगिकों से मिलकर बनी होती है। फ्लोएम साप में सुक्रोज की अधिकता होती है, क्योंकि यह पौधों में फोटोसिंथेसिस प्रक्रिया द्वारा उत्पादित प्रमुख कार्बोहाइड्रेट है। इसके अतिरिक्त, फ्लोएम साप में कुछ हॉर्मोन जैसे ऑक्सिन, साइटोकाइनिन और एब्सिसिक एसिड भी होते हैं जो पौधे की वृद्धि और विकास को नियंत्रित करते हैं।

फ्लोएम साप का महत्त्व कई कारणों से है। सबसे पहले, यह पौधों में स्रोत से सिंक (source to sink) तक पोषक तत्वों का वितरण करता है, यानी पत्तियों (जहां फोटोसिंथेसिस होता है) से उन भागों तक जहां ऊर्जा की आवश्यकता होती है, जैसे जड़ें, फल और बीज। यह पौधों की समुचित वृद्धि और विकास सुनिश्चित करता है। इसके अलावा, फ्लोएम साप का अध्ययन वैज्ञानिक दृष्टिकोण से महत्वपूर्ण है क्योंकि यह पौधों की पोषण स्थिति और स्वास्थ्य का सूचक है। फ्लोएम साप की संरचना में परिवर्तन पौधों में तनाव या रोग के संकेत हो सकते हैं।

इस प्रकार, फ्लोएम साप पौधों के लिए जीवन रेखा की तरह कार्य करता है, जो पोषण और संचार का महत्वपूर्ण माध्यम है।

प्रश्न 9:- गिर्दलिंग प्रयोग (Girdling Experiment) क्या है, और यह किस सिद्धांत को समझाने में मदद करता है?

उत्तर:- गिर्डीलिंग प्रयोग (Girdling Experiment) पौधों के शारीरिक और जैव रासायनिक प्रक्रियाओं को समझने के लिए एक महत्वपूर्ण प्रयोग है। यह प्रयोग मुख्य रूप से यह सिद्ध करने के लिए उपयोग किया जाता है कि पोषक तत्व और शर्करा का स्थानांतरण फाइलम (Phloem) के माध्यम से होता है।

इस प्रयोग में, पौधे की तना या शाखा पर फाइलम को छीलकर हटा दिया जाता है, जबकि जाइलम (Xylem) को यथावत छोड़ दिया जाता है। यह प्रक्रिया "गिर्डीलिंग" कहलाती है। गिर्डीलिंग के बाद, पौधे में शर्करा और अन्य पोषक तत्वों का संचय उस स्थान के ठीक ऊपर होता है जहां से फाइलम को हटाया गया है। यह इस बात का प्रमाण है कि फाइलम शर्करा के स्थानांतरण का मुख्य माध्यम है।

इस प्रयोग से एक महत्वपूर्ण सिद्धांत को समझाया जा सकता है, जिसे "सोर्स-टू-सिंक" सिद्धांत कहा जाता है। इसके अनुसार, शर्करा का निर्माण मुख्य रूप से पत्तियों (सोर्स) में होता है और इसे पौधे के उन हिस्सों (सिंक) तक स्थानांतरित किया जाता है जहां इसकी आवश्यकता होती है, जैसे जड़ें, तना, और फूल।

गिर्डीलिंग प्रयोग के माध्यम से, यह भी प्रमाणित किया गया है कि जाइलम केवल पानी और खनिजों के स्थानांतरण में भाग लेता है, जबकि फाइलम पोषक तत्वों और शर्करा के परिवहन के लिए उत्तरदायी है। इस प्रकार, गिर्डीलिंग प्रयोग ने पौधों के पोषण और परिवहन तंत्र की गहरी समझ में योगदान दिया है।

प्रश्न 10:- प्रेशर फ्लो मॉडल (Pressure Flow Model) किसे कहते हैं, और यह फ्लोएम में पदार्थों के संवहन को कैसे समझाता है?

उत्तर:- प्रेशर फ्लो मॉडल (Pressure Flow Model) और फ्लोएम में पदार्थों का संवहन

प्रेशर फ्लो मॉडल, जिसे मास फ्लो हाइपोथीसिस भी कहते हैं, पौधों में फ्लोएम के माध्यम से पदार्थों के संवहन को समझाने के लिए एक व्यापक रूप से स्वीकृत मॉडल है। इस मॉडल को सबसे पहले म्यून्च (Münch) ने 1930 में प्रस्तावित किया था। यह मॉडल सूक्रोज और अन्य कार्बोनिनिक पदार्थों के स्रोत (source) से सिंक (sink) तक के प्रवाह को स्पष्ट करता है।

फ्लोएम संवहन में, स्रोत उन स्थानों को कहते हैं जहां सूक्रोज का निर्माण या संग्रह होता है, जैसे पत्तियां, और सिंक वे स्थान हैं जहां इन पदार्थों की आवश्यकता होती है, जैसे जड़ें, फल या बीज। प्रेशर फ्लो मॉडल के अनुसार, फ्लोएम में उच्च सॉल्यूट सांद्रता के कारण स्रोत क्षेत्र में ऑस्मोसिस द्वारा पानी प्रवेश करता है,

जिससे वहां टर्गर प्रेशर बढ़ता है। यह बढ़ा हुआ प्रेशर सूक्रोज और पानी को फ्लोएम टिशू में आगे की ओर धकेलता है।

सिंक क्षेत्र में, सूक्रोज का उपयोग या संग्रह होता है, जिससे सॉल्यूट सांद्रता कम हो जाती है और पानी एक्साइलम में वापस लौटता है। इस प्रकार, स्रोत और सिंक के बीच एक दबाव प्रवणता (pressure gradient) उत्पन्न होती है, जो फ्लोएम में पदार्थों के सक्रिय और निष्क्रिय संवहन को सक्षम बनाती है। यह प्रक्रिया ऊर्जा-कुशल है और पौधे के विभिन्न भागों में पोषण और ऊर्जा के वितरण को सुनिश्चित करती है।

अति लघु उत्तरीय प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1: पौधों के जल संबंध का क्या महत्व है?

उत्तर: पौधों के जल संबंध जीवन-प्रक्रियाओं जैसे प्रकाश-संश्लेषण, पोषक तत्व परिवहन, कोशिका टर्गिडिटी और वाष्पोत्सर्जन के लिए आवश्यक हैं। जल संतुलन पौधे की वृद्धि, विकास और पर्यावरणीय तनाव सहने की क्षमता को सुनिश्चित करता है।

प्रश्न 2: जल विभव (Water Potential) और उसके घटक कौन-कौन से हैं?

उत्तर: जल विभव पानी की गति को निर्धारित करने वाला ऊर्जा घटक है। इसके प्रमुख घटक हैं - द्रव्य विभव (solute potential), दाब विभव (pressure potential), और मैट्रिक विभव (matric potential)। यह पौधों में जल परिवहन का आधार है।

प्रश्न 3: वाष्पोत्सर्जन (Transpiration) क्या है और यह पौधों के लिए क्यों महत्वपूर्ण है?

उत्तर: वाष्पोत्सर्जन पानी का पत्तियों से वाष्प के रूप में निष्कासन है। यह पौधों में जल और पोषक तत्व परिवहन, ठंडक बनाए रखने और टर्गर प्रेशर संतुलन के लिए आवश्यक है।

प्रश्न 4: वाष्पोत्सर्जन को प्रभावित करने वाले प्रमुख कारक क्या हैं?

उत्तर: वाष्पोत्सर्जन पर प्रकाश, तापमान, हवा की गति, वायुमंडलीय आर्द्रता और पत्तियों की संरचना जैसे कारकों का प्रभाव पड़ता है। ये कारक वाष्पोत्सर्जन की दर को नियंत्रित करते हैं।

प्रश्न 5: मूल दाब (Root Pressure) और गुटेशन (Guttation) में क्या अंतर है?

उत्तर: मूल दाब जड़ों में उत्पन्न दाब है जो जल और घुले हुए पदार्थों को ऊपर की ओर धकेलता है। गुटेशन पानी का निष्कासन विशेष छिद्रों (हाइडैथोड्स) से होता है। गुटेशन स्थिर स्थिति में होता है जबकि मूल दाब सक्रिय रूप से जल संवहन करता है।

प्रश्न 6: आवश्यक पोषक तत्वों की पहचान के मानदंड (Criteria of Essentiality) क्या हैं?

उत्तर: आवश्यक पोषक तत्वों की पहचान के लिए मानदंड हैं - पौधे के विकास के लिए अनिवार्यता, किसी अन्य तत्व से प्रतिस्थापन न होना, और उनके अभाव में विशिष्ट लक्षण प्रकट होना।

प्रश्न 7: पौधों के लिए आवश्यक तत्वों की भूमिकाएं क्या हैं?

उत्तर: आवश्यक तत्व जैसे नाइट्रोजन, फॉस्फोरस और पोटैशियम, प्रोटीन संश्लेषण, ऊर्जा भंडारण, एंजाइम सक्रियता और कोशिका संरचना में सहायक होते हैं। ये तत्व पौधों की समग्र वृद्धि और उत्पादन में योगदान करते हैं।

प्रश्न 8: किसी प्रमुख फसल में खनिज तत्वों की कमी के लक्षण क्या हो सकते हैं?

उत्तर: खनिज तत्वों की कमी से पत्तियों का पीला पड़ना (क्लोरोसिस), पत्तियों का झड़ना, विकास में रुकावट, और फलों व बीजों का खराब विकास जैसे लक्षण दिख सकते हैं। उदाहरण: नाइट्रोजन की कमी से पत्तियां पीली हो जाती हैं।

प्रश्न 9: कोशिका झिल्ली (Cell Membrane) में आयनों का सक्रिय और निष्क्रिय परिवहन क्या है?

उत्तर: सक्रिय परिवहन ऊर्जा के उपयोग से आयनों को कम सांद्रता से अधिक सांद्रता की ओर ले जाता है। निष्क्रिय परिवहन ऊर्जा रहित प्रक्रिया है जिसमें आयन अधिक सांद्रता से कम सांद्रता की ओर जाते हैं।

प्रश्न 10: फ्लोएम रस (Phloem Sap) की संरचना क्या होती है?

उत्तर: फ्लोएम रस में मुख्यतः सूक्रोज, अमीनो एसिड, कार्बनिक एसिड और कुछ हार्मोन होते हैं। यह पौधों में पोषण और सिग्नलिंग के लिए महत्वपूर्ण है।

प्रश्न 11: गर्डीलिंग प्रयोग (Girdling Experiment) से क्या सिद्ध होता है?

उत्तर: गर्डीलिंग प्रयोग से यह सिद्ध होता है कि फ्लोएम में ही खाद्य पदार्थों का संवहन होता है। छाल को हटाने से खाद्य पदार्थ जड़ों तक नहीं पहुंचते, जिससे जड़ें सूखने लगती हैं।

प्रश्न 12: दबाव प्रवाह मॉडल (Pressure Flow Model) किसे कहते हैं और इसका पौधों में क्या महत्व है?

उत्तर: दबाव प्रवाह मॉडल पौधों में फ्लोएम के माध्यम से सूक्रोज के संवहन को स्पष्ट करता है। यह स्रोत और सिंक के बीच दाब प्रवणता पर आधारित है, जो पोषण के वितरण में सहायक होता है।

