13 தாவர சூழ்நிலை (Plant Ecology)

U3-1. சூழ்முறைமையின் கோட்பாடு (Concept of Ecosystem)

சுற்றுச் சூழல் (Environment)

சூழ்நிலை (Ecology) என்றால் என்ன?

இ.பி. ஓடம் (E.P Odum) என்பவரது ஆங்கிலப்படி சூழ்நிலை என்பது இயற்கையின் (Nature) கட்டமைப்பையும் (structure) அதன் பணியையும் (function) பற்றி விளக்குவதாகும்.

இயர்னெஸ்ட் ஹீக்கல் (Earnest Haeckel) என்பவர் சூழ்நிலை என்பது வாழும் உயிரினங்களுக்கும் அவற்றின் பௌதீக உருவிய சுற்றுச் சூழலுக்கும் இடையே நிகழும் பரஸ்பரமான உறவு முறை (reciprocal relationship) எனக்கூறுகிறார்.

சுற்றுச்சூழல் (environment) என்றால் என்ன?

இலக்கிய சீதியில் சுற்றுச்சூழல் என்பது சுற்றுப்புறத்தைக் (surrounding) குறிக்கிறது. இதில் சுற்றுச்சூழலும் உயிரினங்களும் இணைபிரியாக் காரணிகளாக உள்ளன.

சூழ்முறைமையின் (ecosystem) கோட்பாட்டை எ.ஜி.டான்ஸ்லி என்ற லண்டனைச் முதன் முதலாக வரையறுத்த பெருமைக்கு உரியவராவர். இச்சொல் இருவித வார்த்தைகளிலிருந்து இயற்றப்பட்டது. ECO என்பது சுற்றுச்சூழல் என்ற பொருளையும் System என்பது முறைமை என்ற பொருளையும் தருகின்றன. எனவே, இச்சொல் பல்கூட்டு ஒருங்கிணைந்த அலகு (complex coordinated unit) ஆகும். ஒரு சூழல் முறைமை என்பது சூழலிய அலகின் ஒருமத்தின் அடிப்படைப் பணி என அறியப்படுகிறது.

சூழல் முறைமை என்றால் என்ன?

தனித்தனி தாவரங்கள் அல்லது தாவர வகைகளின் மொத்தத் தொகைகள் (populations) இயற்கையில் தனிமையாகக் காணப்படுவதில்லை. இவை விலங்கின வகைகளுடன் என்றென்றும் மிக நெருங்கிய உறவினைக் கொண்டுள்ளன.

ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்பளவு கொண்ட புல்வெளி (grassland) காடு/குட்டையின் விளிம்பு (edge of a pond)/புலம் அலை (tide of pool)/இயற்கைத் தாவரங்களின் பெரும்பரப்பளவு முதலியவற்றில் வாழும் உயிரினங்களும் (living) வாழா பொருட்களும் (non living substance) ஒன்றுடன் ஒன்று வினை புரிந்துகொள்வதுடன் இவைகளுக்கிடையே பருபொருட்களின் பரிமாற்றம் (exchange of matters) ஏற்படுவதே சூழல் முறைமை (ecosystem) என அழைக்கப்படுகிறது.

எனவே, ஒரு சூழ்முறை என்பது குட்டையின் ஒரு துளி நீராகவும் இருக்கலாம். இதனை நுண்மச் சூழ்முறைமை (microecosystem) என்பர். இதுபோலவே ஒரு கிராம் மண் துகளும் நுண்மச் சூழ்முறையாகக் கருதப்படுகிறது. எனவே, சூழல் முறைமை என்பது சமுத்திரம் அல்லது

கடலாகவும் இருக்கலாம். தனிப் பனை (pool), சதுப்பு நிலம் ஆகியன சூழல் முறைமையின் தற்காலிக இயல்பாக (temporary nature) இருக்கலாம். கடல், சமுத்திரம் (ocean), காடுகள் (forests) ஆகியன நிரந்தர இயல்பான சூழல் முறைமையாக (permanent nature of ecosystem) இருக்கலாம்.

கிளார்க் (clarke) (1954) என்ற லண்டனைச் உயிரியலாளரும் அவை வாழும் உருவிய பண்புகளும் (physical features) சூழல் முறைமையை ஏற்படுத்துகிறது என விளக்கியுள்ளார்.

2. சூழல் முறைமையின் கட்டமைப்பும் பணியும்

(Structure and function of Ecosystem)

பொதுவாக, ஒரு சூழல் முறைமையானது வாழும் உயிரினங்களையும் உயிரிய காரணிகளையும் (Biotic factors) வாழாஉயிரற்ற காரணிகளையும் (abiotic factors) உள்ளடக்கியுள்ளது. இது ஒரு செயலெதிர் செயல் (interaction) முறைமை எனலாம். இவ்விரு வகை காரணிகளும் செயலெதிர்செயல்பட்டு பொருட்களைப் பரிமாற்றம் கொள்கின்றன. எந்தவொரு சூழல் முறைமையாக இருந்தாலும் அதில் இவ்விருவித காரணிகளின் செயல்பாடு முக்கியத்துவமிக்கது.

உயிரற்றக் காரணி/உயிரற்ற அங்கங்கள்

(Abiotic factors / Abiotic components)

சூழல் முறைமையின் உயிரற்ற அங்கம் என்பது மண், நீர், கனிமங்கள் Ca, O_2, Co_2, Po_4, No_3 காற்று, வெப்பநிலை, தட்பவெப்பம், அழுத்தம் காற்றுமீக்க போன்ற கூட்டுப் பொருட்களையும் அனங்கத் தனிமங்களையும் சூரியக் கதிர்வீச்சை உள்ளடக்குகிறது. எந்தவொரு சூழ்முறையாக இருந்தாலும் சேத்தியோலான ஆற்றல் மூலம் சூரியனின் கதிர்வீச்சு ஆற்றலாகவே (radien energy) இருக்கிறது.

உயிர் அங்கங்கள் (Biotic Components)

சுற்றுச்சூழலிலுள்ள உயிரினங்களை உயிர் அங்கங்கள் உள்ளடக்குகின்றன. ஊட்டமுறையை அடிப்படையாகக் கொண்டு நோக்கும் பொழுது இவ்வங்கங்கள் இருபெரும் குழுமங்களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

அ. தற்சார்பிய அங்கங்கள் (Autotrophic Components)

சகலவித பசுந்தாவரங்களும் கதிர்வீச்சு ஆற்றலை நிலைப்படுத்தக்கூடியன. இதன் காரணமாக அனங்கப் பொருட்களிலிருந்து உணவுக் கூறுகளை இவை உற்பத்தி செய்கின்றன. எனவே இவை உணவுத்தொழிலகம் (food factory) என அழைக்கப்படுகிறன.

ஆ. பரஜீவிய அங்கங்கள்

(Heterotrophic Component)

இக்குழுமம் பசுமையற்ற தாவரங்களையும் சகலவித விலங்கினங்களையும் உள்ளடக்குகிறது. இவை தற்சார்பிகளிலிருந்து ஊட்டப் பொருட்களை ஈட்டுக் கொள்கின்றன. பாக்டீரியங்கள், பூஞ்சைகள், வைரஸ் முதலியன பசுமையற்றத் தாவரவகையாகும்.

3. வினைவிப்பன, உள்ளன/புசிப்பன, குறைப்பன/சிதைப்பன/மாற்றியமைப்பன (Producers, consumers and decomposers)

ஒரு சூழல் முறைமையிலுள்ள உயிரியக் காரணிகள் மூன்று குழுமங்களாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவைகளாவன, 1. வினைவிப்பன

[illegible]

[illegible] (Heterotrophs)

[illegible] மாறுபடுகின்றன. விலங்கினங்களில் [illegible] பொருட்களையே [illegible] செரிமானிக்கப்படுகின்றன. விலங்கினங்களில் செரிமானம் [illegible] கூறுகள் கார்போஹைட்ரேட், புரதம், கொழுப்பு முதலியனவாக மாறுபடுகின்றன. புரதம், கொழுப்பு போன்றவற்றின் உறுப்பாக்கத்தில் விலங்கினங்களே பெரும் பங்கேற்றுகின்றன. எனவே, தாவரங்களை முதன்மை விலங்கினங்கள் (primary producers) எனவும் விலங்கினங்களை இரண்டாம்நிலை விலங்கினங்கள் (secondary producers) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.

[illegible]

[illegible] (Tertiary consumers)

[illegible] (consumers) [illegible] (Herbivores) [illegible] (carnivores) [illegible] (Omnivores) [illegible]

கழுகு (eagle), பினத்தின்னும் கழுகு (vulture), சிறுத்தைப்புலி (leopard), கரடி (bear) முதலியன புலால் உண்ணிகளில் மேம்பட்ட புசிப்பனங்கள் ஆகும்.

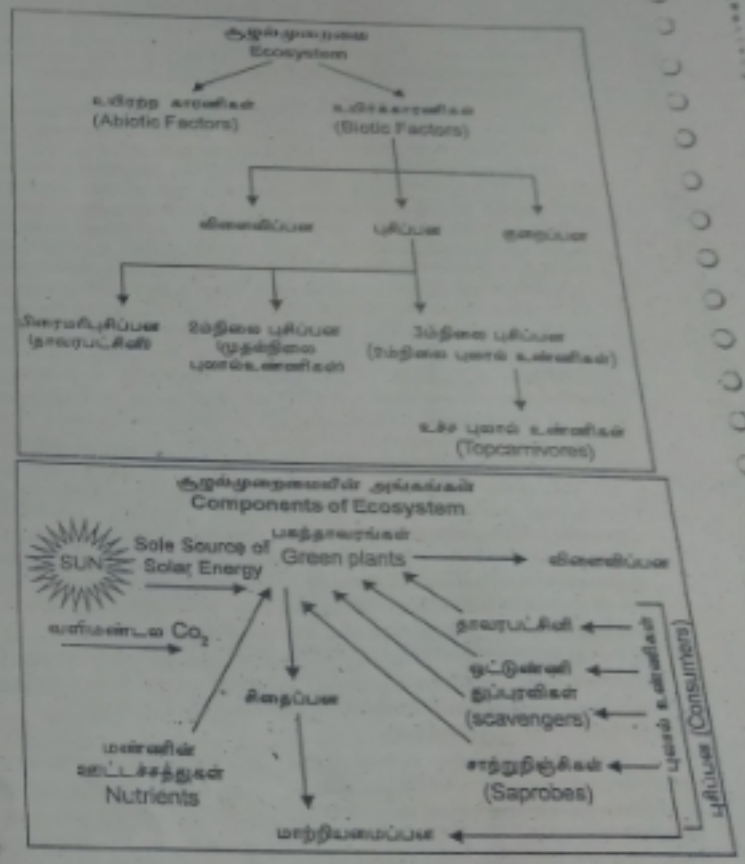
இம்மூன்று நிலைகளில் நாம் அறிந்துகொள்வது யாதெனில் பல்வேறு கூட்டுப் பொருட்களை சேர்க்க ஒரு ஊட்டவள மட்டத்திலிருந்து (trophic level) மற்றொரு ஊட்டவள மட்டத்திற்கு சூரிய ஆற்றல் (solar energy) மாற்றப்படுகிறது என்பது அறியமுடிகிறது. பொதுவாக, உச்ச புலால் உண்ணிகள் (top carnivores) பிற விலங்கினங்களை நேரடியாகத் தாக்கி கொன்று உண்ணுவதில்லை.

சிதைப்பனங்கள் (Decomposers)

இயற்றிற்கு நுண்ணப் புசிப்பனங்கள் (microconsumer) என்ற மற்றொரு பெயரும் உண்டு. இறந்த விலங்கினங்களையும் தாவரங்களையும் இவை சிதைக்கின்றன. இதுமட்டுமின்றி, மலங்கள் (faeces), சாணங்கள் (dungs), மூத்திரம் (urine), சிதைகூளங்கள் (debries), செத்தைகள் (trashes) முதலிய கழிவுப் பொருட்களையும் இவை சிதைத்து வருகின்றன. எனவே, பற்கூட்டுக் கரிமக்கூறுகளை (complex organic substances) எளிய கூட்டுப் பொருட்களாக (simpler compounds) இவை மாற்றியமைக்கின்றன. மாண்ட விலங்கினங்களையும் தாவரங்களையும் சிதைக்கக்கூடிய வல்லமை பெற்ற உயிரினவகை, நுண்ணுயிர்கள் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இவ்வெளிய கூட்டுப் பொருட்களை ஒரு சில மாற்றியமைப்பனங்கள் (transformers) கரிமப் பொருட்களாகவும் பின்பு அனங்கக்கூட்டுப் பொருட்களாகவும் மாற்றியமைக்கின்றன. வினைவிப்பனங்கள் தம் ஊட்டப் பொருளுக்காக அனங்க உருவத்திலுள்ள மூலக்கூறுகளையே மண்ணிலிருந்து ஈர்த்துக் கொள்கின்றன. சூழ்முறைமையின் இயல்பை (nature) இயக்கவல்லதாகத் திகழும் நுண்ணுயிர்களாவன; பூஞ்சை, பாக்டீரியம், பூசணங்கள் (moulds), ஆக்டினோமைசிட்டல் ஆகியவாகும். இத்தகு நுண்ணுயிர்கள் தமது செயல்திறனால் இறந்த உயிரினங்களை சிதைத்து கூட்டுப் பொருட்களாக (compounds) மண்ணிலும், வாயுக்களாக வளிமண்டலத்திலும் (atmosphere) சேர்த்துவிடுகின்றன. பொதுவாக, சிதைமானத்தின் பல்வேறு மட்டங்களில் இவை ஈடுபடுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, குறிப்பிட்ட பூஞ்சை, வேறுவகை பூஞ்சையின் உடலத்தில் வாழக்கூடும். அதுபோல, குறிப்பிட்ட ஒருவகைப் பாக்டீரியம் மற்றொருவகை பாக்டீரியத்தில் வாழ்க்கை நடத்துகிறது. எனவே, நுண்ணுயிரின மட்டத்திலும்கூட சிதைமானம் (decomposition) என்பது செம்மையாக நடைபெறுகிறது. எனவே, உயிர்ப்பிண்டங்களின் (biomasses) சிதைமானத்தில் இறுதியாக செயல்படக்கூடிய நுண்ணுயிரினக் குழுமமே வளிமண்டலத்திலுள் ஆற்றலை சேர்க்கும் வல்லமை பெற்றுள்ளது. சிதைப்பனங்கள் (decomposers) சுரக்கும் (secretes) ஒருவித நொதி, மாண்ட உயிரினங்களையும் கூளங்களையும் சிதைத்து செரிமானித்து எளியக்கூட்டுப் பொருட்களாக (மூலக்கூறுகளாக) மாற்றியமைக்கிறது.

4. ஆற்றல் ஒழுக்கு/பாய்வு (Energy flow)

ஒரு ஊட்டவள மட்டத்திலிருந்து இன்னொரு ஊட்டவளமட்டத்திற்கு ஆற்றல் மாறியமைவது, ஆற்றல் ஒழுக்கு எனப்படும். ஆற்றல் பாய்வு (ஒழுக்கு) என்பது எப்பொழுதும் ஒரு போக்காகவே (unidirectional) அமைகிறது. அதாவது, வினைவிப்பன மட்டத்திலிருந்து புசிப்பன மட்டத்திற்கு



ஆற்றல் பாய்வுமே தனிர ஒருபோதும் எதிர்மறையாக இவ்வாற்றல் பாய்வதில்லை. எனவே, சூழ்முறைமையில் ஒரே ஒரு நடவை மட்டும் ஆற்றல் பயன்பட முடியும். ஆனால் இச்சூழ்முறைமையில் உள்ள கனிமங்கள் (minerals) பல நடவை திரும்பத் திரும்ப சூழ்முறைமையில் சுற்றிச் சுழன்று கொண்டே இருக்கும்.

ஒவ்வொரு ஊட்டவள மட்டத்திலும் பெருமளவு ஆற்றல் வீணாகப் போய்விடுகிறது. ஒரு ஊட்டவள மட்டத்திலிருந்து அடுத்த ஊட்டவள மட்டத்திற்கு ஆக்கவாற்றல் மாறியமையும் பொழுது சுமார் 85-90% ஆற்றல் இழக்கப்படுகிறது. எனவே, கிடைக்கக்கூடிய ஆற்றல் அளவு ஒருமட்டத்திலிருந்து இன்னொரு மட்டத்திற்கு பரவும் பொழுது படிப்படியாகக் குறைக்கப்படுகிறது. உணவுச் சங்கிலி குறுகியதாக இருக்கும் இறுதிநிலை புசிப்பவங்கள் பெருமளவு ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. நெடிய உணவுச் சங்கிலியாக இருந்தால் இறுதிநிலை புசிப்பவங்களுக்கு குறைந்தளவு ஆற்றலே கிடைக்கிறது.

படத்தில் காட்டியவாறு, சுமார் 3000 kcal ஒளி பசுந்தாவரங்களின் மீது விழுகிறது (falls). இதில் 50% (1,500 kcal) (1,500 கிலோ உயிர் மெய்ம்மங்கள் ஒளியளவு ஈர்க்கப்படுகிறது. இந்த 50%ல் 1% (15 kcal)S மட்டும் முதலாம் ஊட்டவள மட்டத்திற்கு மாறிக்கொள்கிறது. இவ்விதமாக, திசு பிளாஸ்மி உற்பத்தி குறைவான அளவாக (merely) 15 kcalஆக இருக்கிறது. P_2 மற்றும் P_3 ஆகிய செகண்டரி உற்பத்தி நிறன், தாவரபட்சினி மற்றும் புசிப்பன மட்டங்களில் 10% ஆக இருக்கிறது. அதாவது 1.5 kcal மற்றும் 0.3 kcal ஆக இருக்கின்றன.

இ.பி. ஓடம் (E.P. Odum) எனும் சூழியல் வல்லுநர் ஆற்றலின் ஒழுக்கின் முறைமையை விளக்கிய பெருமைக்குரியவராவர். இதிலுள்ள ஒவ்வொரு பேழையும் (box) உயிர் பிண்டங்களின் மொத்தத் தொகையினைக் குறிக்கிறது. அதாவது, ஊட்டவள மட்டத்தை (Trophic level) காட்டுகிறது. இரு ஊட்டவள மட்டத்தினை இணைக்கும் குழாய்கள் (pipes) ஆற்றல் பாய்வினை (flow energy) குறிக்கின்றன. ஆற்றல் பாய்வு என்பது ஒரு சூழல் முறைமையில் தற்சீவியங்களில் (Autotrophs) தொடங்கி புசிப்பன மட்டங்களுக்கு கடத்தப்படுவதாகும்.

ஒரு ஊட்டவள மட்டத்தின் வழியே பாயும் ஆற்றல் அம்மட்டத்திலுள்ள மொத்த நன்மயமாக்கத்திற்கு (Total assimilation) சமமாகிறது. இதற்கு மாறாக, உயிர் பிண்டத்தின் (P) உற்பத்திக்கும் கூடுதலளவான சுவாசிப்பிற்கும் (R) இத்தன்மய மாக்கம் சமமாக இருக்கிறது. எனவே, $A = P+R$.

தற்சீவியங்கள் மாண்டபின் கரிமப் பிண்டங்களாக மாறுகின்றன. மேலும், இவற்றில் கூளங்கள் (Debris), சருகுகள் (Trashes), செத்தை (litters) முதலியன அடங்கும். இவற்றில் சேமித்த ஆற்றல், இயங்கா ஆற்றலாக இருக்கமுடியும்.

தாவர பட்சினிகள் மற்றும் முதலாம் புசிப்பன முதல் உச்சநிலை புசிப்பன மட்டம்வரை பாய்ந்த ஆற்றல், பலவிதமாகப் பயன்பட்டு விரயமாகிறது. சுவாசிப்பு மூலம் கனிசமான ஆற்றல் தீர்ந்துபோகிறது. மலமும் கழிவுகள் (excreta) பெருமளவு ஆற்றல் விரயமாக வெளியேறுகிறது. மயிர், நகங்கள், கொம்புகள் மூலம் ஓரளவு ஆற்றல் பயன்பட்டுவிடுகிறது. மொத்தத்தில் மாண்ட சடலங்கள் மற்றும் எலும்புகளில் சேகரமாகிய ஆற்றல், நுண்ணுயிர்கள் மற்றும் சிதை கூள உண்ணிகள் (Detritivores) போன்றவற்றின் செயல்பாட்டால் அவ்வாற்றல் இயங்கு ஆற்றலாக (kinetic energy) மாற்றப்படுகிறது.

L = மொத்த ஒளி, LA = ஈர்க்கப்பட்ட ஒளி, PG = மொத்த உற்பத்தி (Gross production), PN = நிகர உற்பத்தி (Net production).
I ஆற்றல் உள்ளீட்டு (intake), A = நன்மயமாக்கப்பட்ட ஆற்றல், NA = நன்மயமாகா ஆற்றல், NV = பயன்படுத்தாத ஆற்றல், R = கலை ஆற்றல் இரு படிவட்ட வரிகள் ஆற்றல் இழப்புகளின் பெருக்கத்தைக் குறிக்கின்றன. நான் ஒன்றுக்கு ஒரு சதுர மீட்டரில் 3000 kcal சூரிய ஆற்றல் உள்ளெடுப்புடன் முதன்மையான மாற்றமடை இக்குகளின் தொடக்கம். எதிர்பார்க்கப்பட்ட ஆற்றல் இழப்பைக் குறிக்கிறது.

சூழ்முறைமையின் வகைகள் (Biomes) (Types of Ecosystem)

அகிலத்திலுள்ள சூழ்முறைமைகளை எடுத்து எடுப்பதெனே இருவித சூழ்முறைமைகள் என இயம்பலாம் 1. நன்னீர் சூழல் முறைமை (Aquatic) 2. நிலச் சூழ்முறைமை (Terrestrial ecosystem). 1. நிலவழிச்சூழல் முறைமை கீழ் காணும் வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

I. காட்டுச் சூழ்முறைமை (Forest ecosystem), II. மேய்ச்சல்வெளி பகுதியின் சூழ்முறைமை (Grassland ecosystem), III. பாலைவன சூழ்முறைமை (Deseest ecosystem), IV. மனிதனால் உண்டு பண்ணப்பட்ட செயற்கை சூழ்முறைமை (Artificial ecosystem : man made). எ.கா. பயிர்வயல் (crop field), தோட்டங்கள் (Gardens) பூங்காக்கள் (Parks)

I. நன்னீர் சூழல் முறைமை (Aqiatic ecosystem)

இம்முறைமை மேலும் இருவகையாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. 1. நன்னீர் சூழல் முறைமை - எ.கா. ஆறு, குளம், குட்டை ஏரி, வற்றுநீர் முதலியன. இவைகளைப் பருவகால சூழ்முறைமைகளாக (Seasonal ecosystem) கருதப்படுகின்றன.

II. கடல்நீர் அல்லது கழிநீர்ச் சூழல் முறைமை (Marine or oceanic ecosystem)

இவை நிரந்தர சூழ்முறைமைகள். அகிலம் உள்ள வரை அழியாதவை. மனிதனால் உண்டுபண்ணக்கூடிய நன்னீர் செயலகம் (Aquarium) மீன் மற்றும் இறால் பண்ணைகள் (Fish and prawn farms) செயற்கை நன்னீர் சூழல் முறைகளாகும்.

குட்டைச் சூழல் முறைமை (Pond ecosystem)

இது ஒரு லெண்டிக் (lentic) நன்னீர் சூழ்முறைமையாகும். சூழ்முறைமைய நற்சுமாக (Typical) விளக்குவதற்கு இது ஒருசிறந்த எடுத்துக்காட்டு ஆகும். இது ஆழமற்ற நீர் நிலையை கொண்டது. இது இருவித முக்கிய அங்கங்களால் உருவெடுத்துள்ளது. 1. உயிரற்ற அங்கங்கள் 2. உயிர் அங்கங்கள்.

1. உயிரற்ற அங்கங்கள்

நீர், கரைவுற்ற கனிமங்கள், ஆக்ஸிஜன், CO_2போன்ற வாயுக்கள் சூரிய ஒளி, வெப்பநிலை, அழுத்தம், pH, சூரியகதிர்வீச்சு முதலியன.

2. உயிர் அங்கங்கள்

இது கீழ்கண்ட நீவராசிகளை (Biota) உள்ளடக்கியது. 1. வினைவிப்பன, 2. புசிப்பன 3. சிதைப்பன.

ஆழத்தைபொறுத்து குட்டை 3 மண்டலமாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

கரையோரமண்டலம் (littoral zone) குளவிய (limnetic zone) 3. ஆழ்மண்

மண்டலம் (Profundal zone). இவ்வொவ்வொரு மண்டலத்திலும் காணும் விலங்கின வகைகளும் தாவரவகைகளும் வேறுபடுகின்றன.

1. கரையோர மண்டலம்

இது ஆழமற்ற (shallow) நீர் நிலையைக் குறிக்கிறது. எனவே வேரூன்றும் தாவரங்கள் (Rooted plants) இம்மண்டலத்தில் காணப்படுகின்றன. எ.கா. நிம்பயா, நெலும்பியம், கொல்கேசியா, லைப்பா, பாலிகோனம் முதலியன.

2. குளவிய மண்டலம்

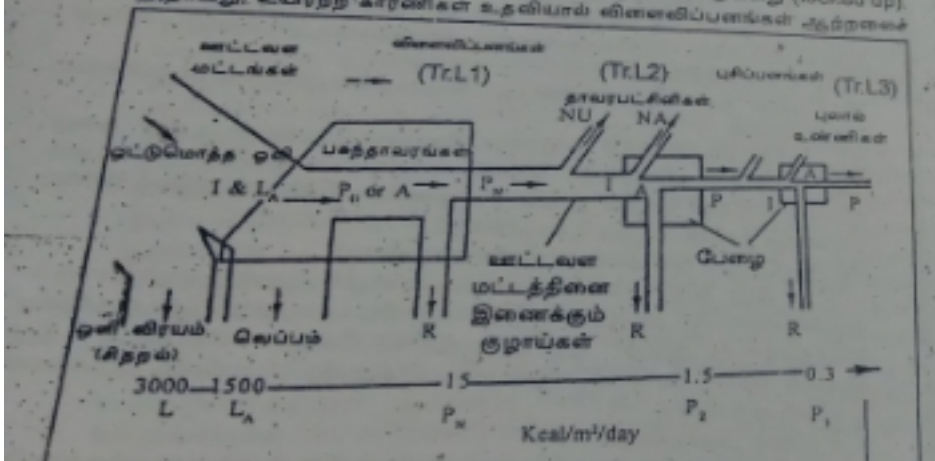
குளவுமிகுந்த மண்டலத்தின் எல்லைகள் (Ranges) ஆழமற்ற பகுதியிலிருந்து ஆழமிகு பகுதிவரை அமைகின்றன. இம்மண்டலம் வெகுவளவு ஒளி ஊடுருவல் (light penetration) பெறுகிறது. ஓட்டுடலிகள் (crustaceans), வட்டுடலிகள் (rotifers), பூச்சிகள் இவற்றின் லார்வாக்கள் மற்றும் பல்வேறு பாசிவினங்கள் இம்மண்டலத்தில் காணப்படுகின்றன.

3. ஆழ்மிகு மண்டலம்

நீர் நிலையின் ஆழ்ந்த அடிமட்டத்தை இம்மண்டலம் குறிக்கிறது. இங்கு ஒளியின் ஊடுருவல் இருப்பதில்லை. நத்தை, சிப்பிவினங்கள் (mussels), நண்டினங்கள் (crabs), புழுவினங்கள் (worms) ஆகியன இம்மண்டலத்தில் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன.

விளைவிப்பனங்கள் (Producers)

விளைவிப்பனங்களிலுள்ளே சூரிய ஆற்றலானது ஆற்றல் செறிந்த கரிமக் கூட்டுப் பொருட்களின் உருவங்களில் பூட்டப்பட்டுள்ளது (locked up). அதாவது, உயிரற்ற காரணிகள் உதவியால் விளைவிப்பனங்கள் ஆற்றலைச்



P1= முதல்நிலை உற்பத்திதிறன் (Primary Productivity) . இவ்வுற்பத்திக்கு தாவரங்களே பொறுப்பாகின்றன.

P2 & P3 = இரண்டாம்நிலை உற்பத்திதிறன்கள் (Secondary Productivities) இவ்வுற்பத்திக்கு தாவரபட்சிணிகள் மற்றும் புலால் உண்ணிகள் பொறுப்பாகின்றன.

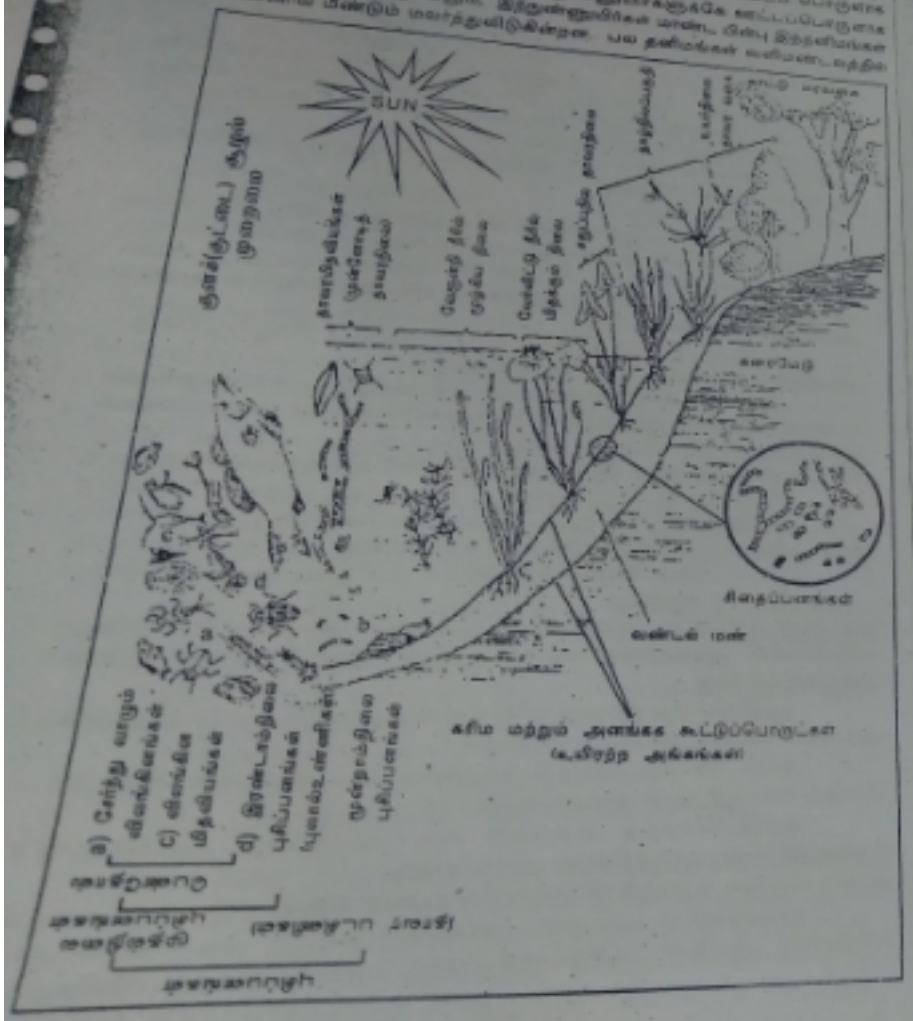
செல்கின்றன. ஒரு ஒழுங்குள்ள முக்கிய விளைவிப்பனங்கள் பாசிகளும் (Algae) நன்னீர் தாவரங்களும் (Aquatic plants) ஆகும். லைப்பா, லாக்கோ, கொல்கேரியா, லாக்கேசியா, லாக்கேசியா, பாலிகோனம் போன்ற தாவர இதழிகள் (phytoplanktons), ஆசிலட்டோரியா, நாஸ்டாக் போன்ற நீலப்பாசிகள், தொற்றுத் தாவரங்களான லாக்கேசியா, லைமோனியா போன்ற பல்பாசிகள் (Green algae) ஆகியன கரையோர மண்டலங்களிலும் உயிர்ம பகுப்பாக்கத்தில் அதிகமாக காணப்படுகின்றன.

நக்காஸியா, பீக்கியா, அல்லோஸ்ட, கொக்கா, லாக்கியா, உல்ப்பியா முதலிய தனித்த மிதவைத் தாவரங்கள் (Free floating plants) நீரின் பரப்பில் மிதந்தே காணப்படுகின்றன. நிம்பயா ஒழுங்குபெறா போன்ற நீர்வாழ் தாவரங்கள் வேரூன்றி வளர்ந்தாலும் இவற்றின் இலைகள் நீரின் பரப்பில் மிதந்தே காணப்படுகின்றன (Floating but rooted hydrophytes). லைமோனியா, லாக்கேரியா, பொட்டோமெஜிட்டன், செராடோஃபில்லம் முதலிய தாவரங்கள் நீரில் மூழ்கியவாக வாழ்கின்றன (submerged plants). மிரியாஸ்கம்

பிற உயிரினங்களை உண்டு வாழ்பவை புலிப்பனங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. உணவிற்காக விளைவிப்பனங்களைச் சார்ந்து வாழும் உயிரினங்கள் முதல்நிலை புலிப்பனங்கள் (Primary consumers) அல்லது தாவர பட்சிணிகள் (Herbivores) என அழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக புரோட்டோசோவன்கள், பூச்சிகள், லார்வாக்கள், சைக்ளாப்ஸ் (cyclops), டாப்னியா (Daphnia), கைரோனாமஸ் லார்வாக்கள் (Larvae of chironomous) முதலிய விலங்கின மிதவிலங்குகளும் (Zooplanktons), தலைப்பிரட்டை (Tadpole), மீன்கள், காப்போட்கள் (copepods), ஓட்டுடலிகள் (crustaceans) நத்தைகள் (snails), புழுக்கள் (worms) முதலிய நீர்வாழ் உயிரினங்கள் பல்வகை தாவரங்களையும் (Green plants), பாசிகளையும் உணவாக உண்டு வாழ்கின்றன. இந்த உயிரினங்கள் முதல்நிலை புலிப்பனங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. டிஸ்டிகஸ் (Dysticus) முழுக்குவண்டுகள் (Diving beetlis) மற்றும் இவற்றின் லார்வாக்கள், நிம்ஃபுகள் (nymphs) ஆகியன இரண்டாம் நிலை புலிப்பனங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவை தாவர பட்சிணிகளையும் முதல்நிலை புலிப்பனங்களையும் உண்டு வாழ்கின்றன. இந்த இரண்டாம் நிலை புலிப்பனங்கள் மூன்றாம் நிலை புலிப்பனங்களை உண்டு வாழ்கின்றன. பெருவகை மீன்கள், வண்ணமீன்கள் (cray fishes) நண்டுகள், ஆமைகள் (turtles), நீர்ப்பாம்புகள் (water snakes), நீர் பறவை (water bird) முதலியன மூன்றாம்நிலை புலிப்பனங்களில் அடங்கும்.

3. சிதைப்பனங்கள்/மாற்றியமைப்பனங்கள்/ (Decomposers/Transformers/Converters)

நன்னீர்த் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்கினங்கள் மடியும் பொழுது அவற்றைப் பெருமளவு பூஞ்சைகளும் பாக்டீரியங்களும் ஆக்டினோமைசிட்டுகளும் தாக்குகின்றன. இதன் காரணமாக மாண்ட உடலங்கள் மட்கிப்போகின்றன (decayed). உடலில் உள்ள பல்கூட்டு கரிமப் பொருட்களை இவை தமது செயல்திறத்தால் சிதைத்து எளிய அணுக்கக் கூட்டுப்பொருளாக (inorganic matters) மாற்றியமைக்கின்றன.



வாயுக்களாக மாறிவருகின்றன.

5) வாழும் தாவரவேர்களுடன் கலந்தும் விலங்குகள் (Animals associated with living roots of plants), b. சிதைவுக் உண்ணிகள் (Detritivores), c. விலங்கின மிதவிலங்கள் (Zooplankton), d. இரண்டாம் நிலை பரிப்பவர்கள் (Secondary consumer (carnivores)). சூழல் முறைமையின் இயக்கவியல் அல்லது சூழல் முறைமையின் பணிகள் (Dynamics or functions of Ecosystem)

வாழும் தாவரங்களைப் விலங்கினங்களையும் சூழல் முறைமையில் இயக்கவியல் சுற்றிக்கொண்டு (revolves round) கொண்டே இருக்கிறது. இவற்றின் நடத்தையும் செயல்பாடுகளும் (behaviours and interactions) ஒன்றுடன் ஒன்று மிக நெருங்கிய தொடர்புகளைக் கொண்டுள்ளன. ஒரு சூழல்முறைமையின் பணியில் தாவரங்கள் இன்றியமையாத பங்கு வகிக்கிறது. இவற்றின் பங்கினை மூன்று தலைப்புகளுக்குள் அறியலாம். 1. ஒரு குறிப்பிட்ட சூழல் முறைமையில் நடுநிலையாற்ற விலங்கினம் வாழுவதற்கான வசதியை தாவரங்களே நிச்சயிக்கின்றன. எனவே, தாவரங்களின் இயக்கவியல் சுற்றுச்சூழலை மாற்றியமைக்கிறது எனலாம். 2. எவ்வெளி, சூரிய ஆற்றலை பெறுவதற்கு (Trapping) ஈர்ப்பதற்கான பிரதான மூலம் தாவரங்கள் எனலாம். 3. மாட்டாடுகள், கால்நடைகள், எலிகள், பறவைகள் போன்ற அமைப்பைக் தனிமங்களை தாவரங்கள் உதிரி அமற்ற உணவாக விலங்கினங்களுக்கு மாற்றும் நிலை பெற்றுள்ளன. தாவரங்களின் ஒளிச்சேர்க்கை என்ற சிறந்த நிகழ்வின் காரணமாகவே வளிமண்டலத்தில் O_2 மற்றும் CO_2 வாயுக்கள் சமநிலை பெறுகின்றன.

சூழல் முறைமையின் பணி சிக்கல்கள் தலைப்புகளை உள்ளடக்குகிறது. 1. ஆற்றல் (Energy) 2. முதன்மை விளைவிப்பு (Primary Production), 3. இரண்டாம்நிலை விளைவிப்பு (Secondary Production), 4. உணவுச் சங்கிலி (Food chain), 5. உணவு வலை (Food web), 6. ஊட்டமை மட்டங்கள் (Trophic levels), 7. ஆற்றல் பாய்வுமுறை (Energy flow), 8. சூழியல் பிரமிடுகள் (Ecological pyramids), 9. உயிர்புவி வேதியியல் சுழற்சி (Biogeo chemical cycle).

ஆற்றல் (Energy)

ஆற்றல் என்பது வேலை செய்வதற்கான திறன் (ability) ஆகும். ஆற்றல் எப்பொழுதும் இரு நிலைகளில் இருக்கிறது. 1. இயங்கா ஆற்றல் (potential energy), 2. இயங்கும் ஆற்றல் (kinetic energy)

1. இயங்கா ஆற்றல்

இது எல்லென்றும் ஓய்வு நிலையில் இருக்கக்கூடிய ஆற்றல். இதற்கு சேமிப்பு ஆற்றல் (stored energy) என்ற மற்றொரு பெயரும் உண்டு. பணியை நிகழ்த்துவதற்கான திறன் (capable) இவ்வாற்றலுக்கு மட்டுமே உள்ளது.

2. இயங்கு ஆற்றல்

இது சமன் சக்தியாக (energy of motion) இருக்கிறது. இதற்கு சார்பற்ற மதிப்பீட்டு ஆற்றல் (Free energy) என்ற பெயரும் உண்டு. இயங்கா ஆற்றலானது இயங்கும் ஆற்றலாக மாறுவது என்பது சமனத்தின் பகுதேற்பில் உட்படுவதைக் காட்டுகிறது. ஒரு சூழல்முறைமைக்கு மிக முக்கிய ஆற்றல்

ஆதாரமாக கதிரியக்க ஆற்றல்/ஒளி ஆற்றல் (Radiant energy/light energy) அமைகிறது. இவ்வொளி ஆற்றலின் மூலாதாரமான பகலவன் (sun) என அறியும் பொழுது அது நம்மைப் பாதுகாப்பு படுத்துகிறது.

கதிரியக்க ஆற்றல் என்பது பிரகாசித்த அலைகளின் உருவாக இருக்கிறது. அதாவதுஅது நீரியமாக எதிரொளிக்கப்பட்டு (Transmutation) பொழுது சூரியனிலிருந்து இவ்வலைகள் வெளியாகின்றன.

ஆற்றலின் பாய்வு எப்பொழுதும் ஒரு திசைப்போக்காகவே (unidirectional way) இருக்கிறது. இவ்வாற்றல் பாய்வானது அனைத்து இயக்கவியலின் இரு முக்கிய விதிகளைத் (laws of thermodynamics) தழுவியதாக உள்ளது. அவையாவன:

1. அனல் இயக்கவியலின் முதல் விதி (The first law of thermodynamics)

பிரபஞ்சத்தில் உள்ள ஆற்றலின் அளவு எப்பொழுதும் நிலையானதாக (constant) இருக்கிறது என்பதை இவ்விதி குறிக்கிறது. இந்த ஆற்றல் ஒரு உருவத்திலிருந்து இன்னொரு உருவமாக (form) மாறக்கூடியது. ஆனால், இவ்வாற்றலை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாதென்பது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒளியாற்றலை வெப்ப ஆற்றலாக (heat energy) வேதி ஆற்றலாக (chemical energy) மாற்றியமைக்க முடியும். இது போன்ற ஆற்றல் உருவங்கள் (energy forms) பின்வரும் கதிர்வீச்சாக (electro magnetic radiation) மாற்றியமைக்க முடியும்.

2. அனல் இயக்கவியலின் இரண்டாம்விதி (The second law of thermodynamics)

தாறுமாறான ஆற்றலானது (Non random energy) இயந்திரவியல், வேதியியல், கதிர் ஆற்றல் (radiant energy) நிலை படிமுறைக்கம் (degradation) இல்லாமல் வெப்பஆற்றலாக (heat energy) மாற்றமுடியாதென்பது. ஒரு உருவத்திலுள்ள (form) ஆற்றல் இன்னொரு உருவமாக மாறும் பொழுது ஆற்றலின் ஒரு பாகம் வெப்ப ஆற்றலாக விரயமாக்கப்படுகிறது. இவ்வழியே ஆற்றலின் திறன் (capacity) படிப்படியாகக் குறைக்கப்படுகிறது. அதாவது, மேன்மட்டத்திலிருந்து கீழ்மட்டத்திற்கு ஆற்றல் பாய்கிறது.

தெளிவான வளிமண்டலம் இருக்கும் நாளில் பூமியின் புறப்பரப்பின் மீது அடையும் கதிர்வீச்சு (Radiant) ஆற்றலில் சுமார் 10% புறஊதா கதிர்கள், 45% கட்புலக் கதிர்கள் (visible rays) 45% அகச்சிவப்பு கதிர்கள் ஆகிய அளவில் இருக்கிறது. தாவரமயங்கள் (vegetations) நீல நிற ஒளியையும் (blue light) (400-500 mμ) செந்நிற ஒளியையும் (Red light) (600-700 mμ) ஒளிவரிப்பட்டைகளிலிருந்து (bands) வலுவுடன் ஈர்க்கின்றன. எனவே பூமியின் புறப்பரப்பை அடையும் கதிர்வீச்சுகள் மிகக் குறைந்த அளவு ஆகும். அதாவது 1/50 மில்லியன் சூரிய ஆற்றலே புவிப்பரப்பை அடைகிறது. எஞ்சிய கதிர் வீச்சு விண்ணிலேயே இழக்கப்படுகிறது. வளிமண்டலத்தை அடையும் கதிர்வீச்சு 100% எனக் கொண்டால் இதில் 34% கதிர்வீச்சானது வளிமண்டலத்திலுள்ள தூசித் துணுக்குகள், அந்தரமய துகள்கள், மேகங்கள் ஆகியவற்றால் பிரதிபலிக்கப்பட்டு திரும்பவும் விண்ணுலகத்திற்கே அனுப்பிவிடப்படுகிறது. வளிமண்டலத்திலுள்ள ஓசோன், பிறவாயு மற்றும் [illegible] ஆக கதிர்வீச்சு பிடிப்படுகிறது. எஞ்சிய 47% கதிர்வீச்சு

பூமியின் புறப்பரப்பை அடைகிறது. உண்மையிலேயே 1-5% கதிர்வீச்சு பூமியின் உள்ள பகுதிகளாக வேதி ஆற்றலாக மாற்றியமைக்கப்படுகிறது. இதில் 40-45% பூமியின் நிலப்பரப்பு தாவரமயங்கள் மற்றும் நீரால் வெப்ப ஆற்றலாக ஈர்க்கப்பட்டுவிடுகிறது. நுண்ணிய ஆவி முறைமையிலும், நிலப்பரப்பு குறுக்குமுறையிலும் வெகுவாக ஆற்றல் சிதறடிக்கப்படுகிறது. இதன் காரணமாக நீரலியும் வெப்பமாக ஏற்படுகிறது. பூமியின் புறப்பரப்பை அடையும் கதிரவனின் கதிர்வீச்சு அளவு 2 cal/sq cm/min (உயிர்வெப்பமண்டலங்களாகிய வெப்பநிலையில்) எனக் கணிப்பிடப்பட்டுள்ளது. கிட்டத்தட்ட இவ்வளவு நிலையானவே இருந்துவருகிறது. எனவே, இது கதிரவ மாறிலி (solar constant) அல்லது கதிரவ இலக்கி (solar flux) என அழைக்கப்படுகிறது. சுமார் 95-99% ஆற்றல் பிரதிபலிப்பாக இழக்கப்படுகிறது.

ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலம் ஒளி ஆற்றலானது சர்க்கரை உருவத்தில் வேதி ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது.

$$6\,H_2O + 6\,CO_2 \qquad\qquad 6\,CH_{12}O_6 + 6\,O_2$$

இவ்வாறு தோன்றும் சர்க்கரை பிற சர்க்கரைகளுடன் சேர்ந்து கூட்டுக்கூறாக செறிக்கப்படுகிறது அல்லது செல்லுலோஸ் (cellulose) ஆக செறிக்கப்படுகிறது. அமைப்புக்குத் தனிமங்களுடன் (NPS etc) சர்க்கரை விகிதமாற்று அமிலங்கள், பாதங்கள், நியுக்ளிக் அமிலம், நிறமிகள், ஹார்மோன்கள், தொகுதிகள் ஆகியவற்றை விளைவிக்கிறது.

$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 + 6\,H_2O \qquad\qquad 6\,CO_2 + 6\,H_2O + \text{Energy}$$

முதன்மை உற்பத்தி (Primary Production)

குறிப்பிட்ட காலத்தில் குறிப்பிட்ட பருவத்தில் தாவரங்கள் தருவிக்கும் கொள்ளும் சர்க்கரை மற்றும் பிற கரிமக்கூறுகளின் மொத்த அளவு பிரைமரி உற்பத்தி எனப்படும்.

நிகர பிரைமரி உற்பத்தி = ஒட்டுமொத்த பிரைமரி உற்பத்தி - சுவாசித்தல்

$$P_n = Pg - R$$

$$\therefore Pg = P_n + R$$

இங்கு Pg = ஒட்டு மொத்த பிரைமரி உற்பத்தி

Pn = நிகர பிரைமரி உற்பத்தி

R = சுவாசிப்பு

ஒரு வருடத்தில்/ஒரு நாளில் ஒரு சதுர மீட்டரில் தோன்றும் கிலோ கலோரிகளில் அளவுமுறை (term), உற்பத்தி திறன் (productivity) என அழைக்கப்படுகிறது.

ஒட்டு மொத்த உற்பத்தி (Pg) சுவாசிப்புக்கு (R) சமமாக இருந்தால் ஆற்றலின் சேமிப்பு இல்லை என்பதாகும்.

ஒட்டு மொத்த உற்பத்தி சுவாசிப்பைவிட குறைவாக இருக்கும் பொழுது உற்பத்தி திறன் குறைவாகிறது.

ஒட்டு மொத்த உற்பத்தி சுவாசிப்பைவிட அதிகமாக இருக்கும்பொழுது உற்பத்திதிறன் அதிகரிக்கிறது.

இரண்டாம்நிலை உற்பத்தி (Secondary production)

தாவரங்களால் விளைவிப்பனங்களால் பெறப்பட்டு சேர்க்கப்பட்ட (trapped) ஆற்றல் புரிப்பனங்களால் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

[illegible]

Nutrient [illegible] → Microbes → Decomposition of [illegible]

தாவரங்களின் மாறுபாடுகள் (Adaptations of Plants)

நீர்த்தாவரங்கள் (Hydrophytes)

நீர் அல்லது நீரை அடையாளப் [illegible] தாவரங்களுக்கு [illegible] நீர் (Fresh water) [illegible] (Salt water) [illegible] water) [illegible] (Halophytes) [illegible] தாவரங்கள் (Water plants) [illegible] (Phyto plankton) [illegible] அழைக்கப்படுகின்றன.

[illegible] (water bodies) [illegible] (Aquatic plants) [illegible]

தாவரங்கள் வாழிடங்கள் (Aquatic habitats) [illegible] தாவரங்கள் மிதந்து வாழக் [illegible]

1. நீரழுந்தித் தாவரங்கள் (Submerged Plants)
2. மிதப்பத்தாவரங்கள் (Floating Plants)
3. நீர் - நிலத்தாவரங்கள் (Amphibious plants)

1. நீரழுந்தித் தாவரங்கள்

நிலவகைத் தாவரங்கள் முழுதும் தனியே [illegible] காணப்படும். இத்தாவரங்களில் [illegible] பெரும்பகுதி நீரை [illegible] ஆழமற்ற மதிநீரில் காணப்படுகின்ற [illegible] வெளிக் இத்தாவரங்களுக்கு [illegible] தாவரங்கள் இரு வகைகளாக [illegible]

(a) [illegible]
[illegible] Lemna
[illegible]
(b) [illegible]
(Plants with [illegible])
[illegible]

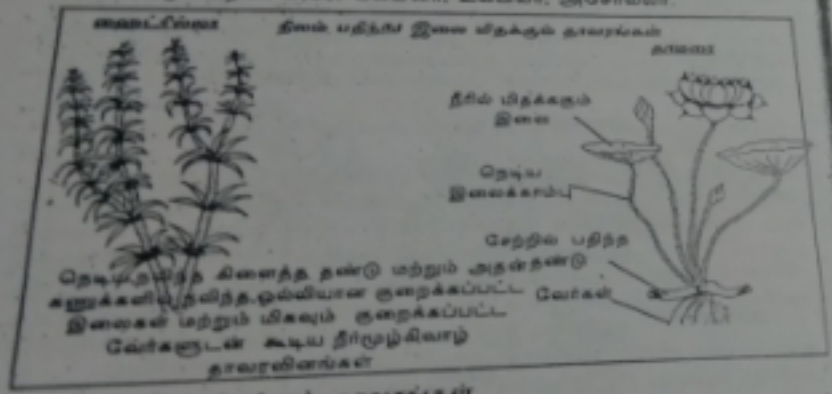
2. மிதப்புத்தாவரங்கள்

இவையும் இரண்டாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

அ) சுதந்திரமாக மிதக்கும் தாவரங்கள் (Free floating plants) ஆ) வேருன்றி மிதக்கும் தாவரங்கள் (Floating but rooted forms)

அ) சுதந்திரமாக மிதக்கும் தாவரங்கள்

இப்பிரிவைச் சார்ந்த தாவரங்கள் மண்ணில் வேரூன்றக் காணப்படுவதில்லை. நீரின் புறப்பரப்பில் இவை தன்னிச்சையாக மிதந்து வாழ்கின்றன. குளம் குட்டைகளில் இவ்வகைத்தாவரங்கள் அபரிமிதமாக வளர்வதைக் காணமுடியும். இத்தாவரங்கள் பெருமளவில் வளர்வதால் அவை ஒன்றுடன் ஒன்று நெருங்கி அமைகின்றன. எனவே, நீர்ப்பரப்பை கண்ணால் காண முடிவதில்லை. சில இனங்கள் பெரிய இலைகளைத் தாங்கிக் கொண்டு நிமிர்வாக வளர்வதைக் காண முடியும். எ.கா. ஆகாயத்தாமரை (Eichhornia crasipes), மற்றும் ட்ரேபா பைஸ்பைனோசா (Trapa bispinosa). பல இனங்கள் சிறிய இலைகளைத் தாங்கி சிறுசெடியாகக் காணப்படுகின்றன.எ.கா. ஜுல்லியா, பிஸ்டியா, சால்வினியா. இன்னும் சில இனங்கள் மிகவும் சிறிய உருவத்தில் காணப்படுகின்றன. எ.கா. லெம்னா, உல்பியா, அசோல்லா.

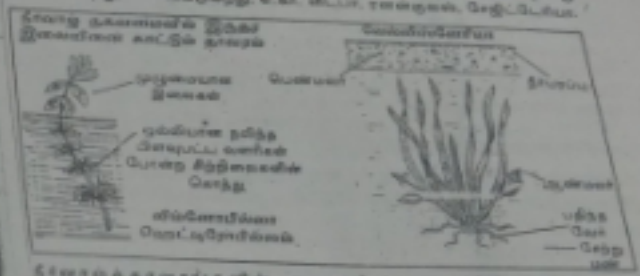


ஆ) வேருன்றி மிதக்கும் தாவரங்கள்

இவ்வகைத் தாவரங்கள் நிலத்தடி தண்டு (Rhizome) விழுதண்டு (Stolon) தண்டுகிழங்கு (Tubers) போன்ற மாற்று அடைந்த வேர்கள் உதவியால் மண்ணில் நிலை நிறுத்தப்படுகின்றன (Anchored). இத்தாவரங்களின் இலைகள் பெல்டேட் (Peltate) வடிவம் கொண்டவை. இலைக்காம்பு மிகவும் நீண்டு காணப்படும். இவ்விலைகள் நீரின் புறப்பரப்பில் மிதந்து காணப்படும். இனப்பெருக்க நிலையில் நீண்ட பூக்காம்பு மூலம் பூக்கள் நீர்பரப்பிற்கு மேலாக காணப்படுகின்றன. இப்பிரிவைச் சார்ந்த தாவரங்களும் ஆழம் குறைந்த (Shallow) பகுதிகளில் வளர்ச்சி அடைகின்றன. எ.கா. விலி (நிம்பயா ஸ்டெல்லேட்டா) தாமரை (நெலும்பியம் ஸ்பிசியோசம்) மற்றும் விக்டோரியா ரிஜியா.

இ) நீர் - நிலத்தாவரங்கள்

இத்தாவரங்கள் ஆழமற்ற நீர்நிலையில் காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் இவை சதுப்பு (Swamp) நிலம் நிறைந்த தாவரங்களாக இருக்கின்றன. தாவரத்தின் அடிப்பகுதி நீரில் மூழ்கிக் காணப்படுகிறது. மேலே தளிர் தொகுதி (Shoot system) நீர்மட்டத்திற்கு மேலாக தன்னை நிட்சியமைத்து காணப்படுகிறது. எ.கா. ஸாகிட்டேரியா, ரனங்குலஸ், செஜிட்டேரியா.



நீர்வாழ்த்தாவரங்களின் தகவமைப்புகள் (Adoptations of Hydrophytes)

1. நீர்மூழ்கிய தாவரங்கள் (Submerged plants)

1. இத்தாவரங்களில் வேர்கள் வெகுவாகவே குறைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் இவை கிளைத்தவற்றுக் காணப்படுகின்றன. வேர்த்தூவிகள் வேரில் காணப்படுவதில்லை.

2. தண்டு ஒல்லியானது (Thin), மென்மையானது (Delicate), வாயு லாகுனாக்கள் எனும் இயந்திரவிய திசு (mechanical tissue) காணப்படுவதில்லை.

3. இலைகளின் உருவளவும் (Size) நன்றாகவே குறைக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே இலை ஒல்லியாக ரிப்பன் வடிவத்தில் காணப்படுகின்றன. இந்தத் தகவமைப்பு மூலம் இவ்விலைகள் வலுவான நீர் ஓட்டத்திலிருந்து (Strong water currents) தப்பித்துக் கொள்கின்றன (escarped).

4. பெரும்பாலும் உடல் இனப்பெருக்கம் (Vegetative reproduction) காணப்படுகிறது.

5. தண்டு மற்றும் இலைகளில் கியூடிகிள் அல்லது குயின் படலம் இருப்பதில்லை. எனவே, இவை நேரடியாக நீர் மற்றும் கனிமங்களை தமது உடலத்தின் புறப்பரப்பால் உறிஞ்சி கொள்கின்றன.

6. வாஸ்குலர் கற்றைகள் முழு வளர்ச்சி அடைவதில்லை. எனவே புறவி பெரும்பகுதியாகக் காணப்படுகிறது.

7. நீர் வாழ்த்தாவரமாக இருப்பதால் கடத்தும் தனிமங்களை (Conducting elements) கலம் மற்றும் புளோயம் திசுக்கள் குறைந்த காணப்படுகின்றன

8. வாயு பரிமாற்றம் (Gaseous exchange) மற்றும் சேமிப்பு (Store

நீர்-நிலத்தாவரங்கள் (Amphibious plants)

இப்பிரிவில் வரும் தாவரங்கள் நீரிலும் நிலத்திலும் வாழும் தன்மைகளைப் பெற்றுள்ளன.

1. வேர்த்தொகுதி நன்கு வளர்ச்சி அடைந்து, 2. தண்டுப்பகுதி நிலத்தில் (ஈரம்) புதைந்து காணப்படுகிறது. 3. புல்லிவட்டமும் மெல்லிய மேல்பட்டையை அமிழ்ந்திருக்கும் வகையில் திண்ணை போன்றவை 4. காற்றுவழிகள் மற்றும் பைப்புகளைக் (Stomata) இலையில் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. 5. எளிமையான தடித்த வலை காணப்படுகிறது. 6. சாதகமான சூழலில் நீராவிப்போக்கினை கட்டுப்படுத்துகிறது. 7. மிகு நீர்நிலை வாழுமான ஒன்றாகத் தோற்றம் தரும் இலை அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன.

1. எபிடெர்மிஸ்

இது ஒற்றையடுக்கால் (single layered) ஆனது. செல்கள் திடமனதும் காணப்படுகிறது. செல்கள் பீப்பாய் வடிவத்தில் (Barrel shaped) காணப்படுகின்றன. கியூடிகிள் படலம் காணப்படுவதில்லை. செல்களின் பகங்களிலிருந்து காணப்படலாம். இல்லாமலிருக்க புறப்பரப்பில் பல செல்களாலான கிளையா நூலிகள் (Unbranched hairs) காணப்படுகின்றன.

2. ஹைப்போடெர்மிஸ்

இது கோலன்கைமா செல்களால் ஆனது. இரண்டு அல்லது மூன்று அடுக்குகளில் செல்கள் காணப்படுகின்றன. செல்கள் நெருக்கமாக அமைந்திருப்பதால் செல்லிடைவெளிப்பகுதிகள் காணப்படுவதில்லை.

3. தரைத்திசு (Ground tissue)

ஹைப்போடெர்மிஸ் அடுக்கினைத் தொடர்ந்து தரைத்திசு அமைந்துள்ளது. இத்திசுக்களில் பெரிய காற்றறைகள் (Air chambers) காணப்படுகின்றன. இக்காற்றறை விரிவினைக் கவர்களால் பல சிறு அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. தரைத்திசுவின் முக்கியப் பண்பு லிகினினாலுடன் பெற்றிருப்பதாகும். இவை காற்றறையினுள் நீருந்திக் கொண்டுள்ளன (protruded). இவை கால்சியம் ஆக்ஸலேட் படிகங்களால் (crystals) ஆனவை. இவை கிளைவுற்றோ அல்லது கிளைத்தலற்றோ காணப்படலாம்.

வாஸ்குலர் முறைமை
(Vascular system)

பல வாஸ்குலர் கற்றைகள் ஒழுங்கற்ற சிதறிக் காணப்படுகின்றன. மையப்பகுதியை விட புறப்பகுதியில் வாஸ்குலர் கற்றைகள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இரு காற்றறைகளுக்கிடையே அமைந்த வாஸ்குலர் கற்றையினை பாரன்கைமா செல்கள் சூழ்ந்துள்ளன. புளோயம் இயல்பான வளர்ச்சியைக் காட்டிய போதிலும் சைலம் முழுவளர்ச்சி அடைவதில்லை. சைலத்தில் ஒரு வெற்றகம் (Lacuna) மட்டும் காணப்படுகிறது.

வறள் நிலத்தாவரங்கள்
(Xerophytes)

பாலைவனம், ஆல்பின் மலைகள் (Alpine peaks), மணற்குன்றுகள் (Sandy hills) போன்ற பகுதிகளில் மழைப்பொழிவு குறைவாக இருப்பதால் தாவரங்களுக்கு தண்ணீர் பற்றாக்குறையாகி விடுகிறது. மேலும், வாழும் தாவரங்களிலிருந்து வெகுவேலை நீராவிப்போக்கு (transpiration) ஏற்படுகிறது. இது போன்ற வறண்ட பகுதிகள் வறள் வாழிடங்கள் (Xeric habitats) என அழைக்கப்படுகின்றன. இவ்வறள் சூழலில் வாழும் தாவரங்கள் வறள் நிலத்தாவரங்கள் (Xerophytes) என அழைக்கப்படுகின்றன. வறள்வாழ்விடமாவதற்கு முக்கியக் காரணிகளாவன 1. தண்ணீர் பற்றாக்குறை 2. வெகுவெப்ப நிலை 3. வலுமிகு ஒளித்தீவிரம் 4. காற்றின் விசைவேகம் 5. மணலான மண் (Sandy soil) 6. அமில மண் 7. பாறை மண் 8. மிகக் குறைந்த மழைப் பொழிவு

வறள் நிலத் தாவரங்களின் வகைபாடு (Classification of xerophytes)

வறட்சியை சகித்துக் கொள்ளும் திறனை அடிப்படையாகக் கொண்டு வறள் நிலத்தாவரங்கள் நான்கு குழுமங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

1. வறட்சியிலிருந்து தப்பிக்கொள்ளுதல் அல்லது பருவம் நிலைக்கிறக்கம் (Drought escaping / Ephemerals)

இக்குழுமத்தில் வரும் தாவரங்கள் ஒரு பருவத்தாவரங்கள் (Annuals) ஆகும். இவை குட்டையாக வளர்ந்து ஒரு பருவத்தில் மத்துகொள்கின்றன. சாதகமற்ற பருவம் தொடங்குவதற்கு முன் [illegible] இவற்றின் வாழ்க்கைச் சுழற்சி முற்றுப் பெறுகிறது. இவ்வகைத்தாவரங்கள் பாலைவன மழை பொழியும் அறைகுறையான உலர்ந்த பகுதிகளில் (Semi arid regions) வளர்வதைக் காண முடிகின்றன.

2. வறட்சியைத் தாங்கிக் கொள்ளும் தாவரங்கள்

இவ்வகைத்தாவரங்களும் மிகச்சிறியதாகக் காணப்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட இடங்களில் மட்டுமே இத்தாவரங்கள் வளர்கின்றன. இவற்றின் வளர்ச்சிக்கு குறைந்தளவு நீர் போதுமானது. சிறிய தாவரமாக இருப்பதால் குறைந்தளவு சாதகத்தை தக்கவைத்துக் கொண்டு வறட்சியிலிருந்து தப்பித்துக் கொள்கிறது.

3. வறட்சியைப்பொறுத்துக் கொள்ளும் சதைப்பற்றற்ற உட்டிகள் (Drought enduring Non-succulents)

இப்பிரிவில் வரும் குறுஞ்செடிகள் (Shrubs) மற்றும் மரக்கூடியன. வறண்ட நிலங்களில் அடர்த்தி குறைவாக (sparsely) இவை வளர்ந்து வருகின்றன. இவற்றின் வளர்ச்சி குன்றிப்போனதாகக் காணப்படும். கடுமையான தண்ணீர் பற்றாக்குறை (scarcity) ஏற்படுகையில் வெகுநாட்கள் பிழைக்கக்கூடியனவாகும். வறட்சியின் பொழுது இலைகள் வாடி (wilt) விழுந்து விடுகிறது. மீண்டும் மழை பொழிவுக்குப் பின்னர் வேரானது நீரினை உறிஞ்சி தாவரம் தளிர்க்கச்செய்கிறது.

4. வறட்சியைத்தடுக்கும்திறனுக்கு சதைப்பற்றுடலிகள் (Drought resisting succulents)

நன்கு சதைப்பற்றுடைய தண்டு அல்லது இலைகளைக் கொண்ட தாவரங்கள் சதைப்பற்றுடலிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவைகத் தாவரங்கள் பெருமளவு நீரினை உடலில் சேமித்து வைப்பதால் வறட்சியை எதிர்த்து சமாளிக்கும் திறன் பெற்றுள்ளன. இத்தாவரங்களின் வேர்கள் நன்கு வளர்ச்சி அடைந்துள்ளன. எனவே நீர் கிடைக்கும் பொழுது பெருமளவு நீரினை சேர்த்துக்கொள்கிறது. வறட்சி ஏற்படும் பொழுது சேமிக்கப்பட்ட நீர் பயன்படுகிறது. எனவே, தாவரம் தொடர்ந்து வளர்ந்து முந்துக் காய்க்கிறது. எகா. சோற்றுக்கற்றாழை, அலோ (Aloe), கற்றாழை (Agave), கள்ளி (Cactus), சப்பாத்திக்கள்ளி (opuntia), முலைவெக்கியா முதலியன.

வறள்நிலத்தாவரங்களின் புறவமைப்பு தகவமைப்புகள் (Morphological adaptations of xerophytes)

சதைப்பற்றுடலிகள் நீரினை ஈர்த்து தக்கவைத்துக்கொள்ளும் திறன் பெற்றிருப்பதால் வறட்சி நிலைமையைப் பொறுத்துக் கொள்கிறது. ஆனால், உண்மையான வறள்நிலத்தாவரங்கள் (True xerophytes) சதைப்பற்றற்ற உட்டிகள் (Non Succulents) வறட்சியைத் தாக்குப்பிடித்து வளர்வதற்காக அவைகளாகவே தக அமைப்பை ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றன. இத்தகவமைப்பு மூலம் இரு முக்கிய தேவைப்பாடுகள் பூர்த்தியாகின்றன.

வேர் உறிஞ்சுதல் (increased root absorption)

குறைவான விதத்தில் நீராவிப்போக்கு (Reduced rate of transpiration)

பல்வேறு தகவமைப்புகள் இதே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. சதைப்பற்றற்ற வறள்நிலத்தாவரங்கள் ஆழ்ந்த வேர்த்தொகுதியினைக் கொண்டுள்ளன. நன்கு நடுமனையைவிட வேரின் நீளம் 125 அடிகட்கு இருக்கக்கூடும். எனவே மண்ணின் ஈரம் மேற்பரப்பில் இல்லாமல் போனாலும் அடிப்பரப்பில் இருப்பதால் தாவரம் பிழைத்துக் கொள்கிறது. நன்கு வளர்ச்சி குறுகி குட்டையாகக் காணப்படுவதாலும் இளைகள் நெருக்கமாக இருப்பதாலும் இவ்வகைத்தாவரங்கள் புதர் போன்ற (Bushy like) பண்பினைக் காட்டுகிறது. அகேசியா, புரசமில்.. சிரியல் போன்ற தாவரங்கள் கடினமாகக் கட்டைத் தண்டுகளை (woody stems) கொண்டுள்ளன. இத்தண்டின் புறப்பகுதியில் நடித்த பட்டை (thick bark) காணப்படுகிறது. கப்பாசில் எபிலா என்ற இனத்தில் இலைகள் இல்லாமல் போனதால் நீராவிப் போக்கு நடைபெறுவிடுகிறது. ரல்கஸ், அல்பாரகஸ், கேகவினா, முகிலன்பெக்கியா போன்ற தாவரங்களில் இலைகளானது செதில்களாக (scales) அல்லது கிளை முட்களாக (spine) மாற்றுரு அடைந்துள்ளது. சில வறள் தாவரங்கள் வறட்சி காலத்தில் இலைகளை உதிர்த்து விடுகின்றன. நீரியம் ஒலியாண்டர் என்ற தாவரத்தின் இலையானது கியுடிகிள் படலத்தால் பிரகாசம் (Shining) அடைவதால் ஒளியை பிரதிபலித்து விடுகிறது. வெப்பம் ஈர்க்கப்படுவதில்லை. கலோட்ரோபிஸ் ப்ரோசிரா (எருக்கு) போன்ற தாவர இலைகள் நடுத்த தோல்போன்ற தன்மையில் இருப்பதால் நீராவிப்போக்கு குறைக்கப்படுகிறது. பல வறள் நிலத்தாவர இலைகளின் மேற்புறப் பரப்பில் மெழுகுப்படலம் (waxy coating) காணப்படுகிறது. மேலும் இவ்வினைகளில் அடர்ந்த ரோமங்கள் போர்த்தியுள்ளன. இவ்வமைப்பைக் கொண்ட பற்களின் இலைகள் மடிவுற்றுக் கொள்வதால் பைம்புழைகள் (Stomata) உள்ளாக அமைந்து விடுகின்றன. இதனிமித்தமாக நீராவிப்போக்கு குறைக்கப்படுகிறது.

உள்ளமைப்புப்பண்புகள் (Anatomical characters)

1. வறள் தாவரங்களின் இலையின் மேற்புறப்பரப்பிலும் அடிப்புறப்பரப்பிலும் நடித்த கியுடிகிள் காணப்படுகிறது. எனவே, நீராவிப் போக்கு தடைபடுகிறது.

2. நீராவிப்போக்கை குறைப்பதற்காக எபிடெர்மல் செல்களின் சுவர்கள் நடித்துள்ளன (thickened). நீரியம் எனும் தாவரத்தில் பலடுக்காவான எபிடெர்மிஸ் (Multible epitermis) காணப்படுகிறது. இதனால் நீராவிப் போக்கு கடுமையாகக் குறைக்கப்படுகிறது.

3. பைம்புழைகள் இலையின் அடிப்புறப்பரப்பில் மட்டும் இருப்பதால் நேரடி ஒளியினை தவிர்த்துக்கொள்கிறது.

4. இப்பைம்புழைகள் ஆழ்ந்த குழிகளாக (deep pits) அமைந்துள்ளன. இக்குழியினுள் பெருமளவு தூவிகள் நிரப்பப்பட்டுள்ளன. இத்தகு பைம்புழை ஆழ்ந்த பைம்புழை (Sunken stomata) என அழைக்கப்படுகிறது. எ.கா. நீரியம்

5. ஹைப்போடெர்மிஸ் என்ற பகுதி ஸ்கிளிரன்கைமா செல்களால் ஆனது. இச்செல்களில் சுவர்கள் மிகவும் நடித்தவை. எனவே, நீராவிப்போக்கு தடைபடுத்தப்படுகிறது. எ.கா. பைனஸ் ஊசியிலை (needle)

6. வைன்கி பேரங்கைமா பகுதியில் செல்கள் குறைவாக இருப்பதுடன் செல்லிடைவெளிப் பகுதிகளும் மிகச் சிறியனவாக உள்ளன.

7. பாலிசேடு பேரங்கைமா நன்கு வேறுபட்டுள்ளது. இலையின் மேற்பகுதியிலும் அடிப்பகுதியிலும் இது இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

8. வறள்நிலத்தாவரங்களில் காணப்படும் செல்கள் சிறியதாக உள்ளன. புழைகளும் (Vacuoles) சிறியதாகவே காணப்படுகின்றன. புரோட்டோபிளாசத்தில் நீர்ம இழக்கம் (Dehydration) நிகழும் பொழுது புரோட்டோபிளாசம் பாதிக்கப்படாமல் இருக்க இச்சிறிய அமைப்பு உதவுகிறது.

9. வடிதுளை மிகவும் மேம்பட்டுள்ளது.

3. செயலியல் தகவமைவு
(Physiological adoptation)

வறண்ட நிலைமையை சகித்துக் (Tolerate) கொள்வதற்கு வறள்நிலத் தாவரங்கள் கீழ்கண்ட செயலியல் தகவமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

1. ஆழ்ந்த பைம்புழை (Sunken stomata) வறள் வாழ்தாவர இலைகளில் இருப்பதால் ஆவியாட்டிக் அழுத்தம் காரணமாக நீராவிப்போக்கு ஏற்படுவதை அவ்வழுத்தம் தடுத்துவிடுகிறது.

2. சதைப்பற்றுடலிகளின் செல்களில் பாலிசாக்கரைடு மற்றும் அமிலோ அமிலங்கள் உள்ளன. இவை எரிபொருள் கட்டுப்பொருட்களுடன் இணைந்து கொள்வதால் சைட்டோபிளாசம் அதிகளவு நீர் சேமித்துக் கொள்கிறது. எனவே, இத்தாவரம் சதைப்பற்றுடலியாக உருவெடுக்கிறது.

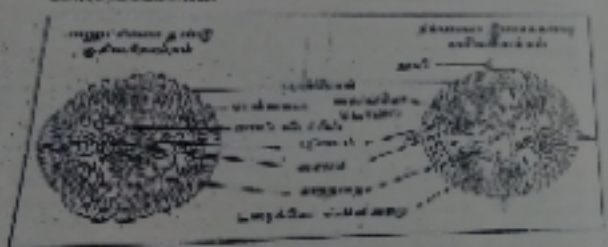
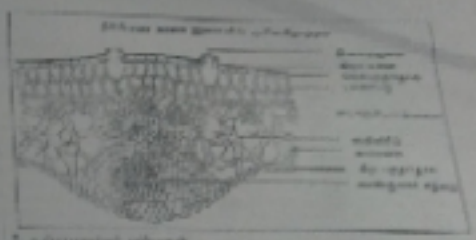
3. சதைப்பற்றுடலிகளின் காப்செல்களில் ஆவியாட்டிக் அழுத்தம் இரவு நேரத்தில் அதிகமாவதும் ஒளிவெளிச்சத்தில் குறைந்து போவதும் காணமுடிகின்றன. எனவே, இரவில் பைம்புழை திறந்து கொள்வதும் பகல் வேளையில் அடைத்துக்கொள்வதையும் அறியமுடிகின்றன. இந்தத் இயல்புக்கு மாறான பைம்புழையின் செயலியக்கம் (Stomatal mechanism), பகல் பொழுதின் பொழுது தாவரத்தின் நீர் இழப்பிலிருந்து பாதுகாப்புத் தருகிறது.

4. புரோட்டோபிளாசத்தின் 25% நீர்மம் இழந்து போனாலும் தாவரம் பிழைக்கும் திறன் பெற்றுள்ளது.

5. புரோட்டோபிளாசத்தில் உட்புகுந்திறன் (permeability) மற்றும் குழைமநிலை (Viscosity) அதிகளவில் இருந்தாலும் இத்தாவரம் போதுமான நீரினை செல்களில் சேமித்துக் கொள்கிறது.

6. செல்லுள்ள பாலிசாக்கரைடு செல்களின் ஆக்கக்கூறாக மற்றமடைவதால் செல்களுக்கு நடுமன் பெறுவிடுகிறது.

7. செல்லின் புரோட்டோபிளாசத்திலுள்ள ஆஸ்மாட்டிக் அழுத்தம் அதிகமாக இருப்பதால் செல் அதிகளவு நீரினை ஈர்க்கிறது.

8. நிலவாழ்த் தாவரங்களைவிட வறள்நிலத் தாவரங்களில் கேட்டலேஸ், பெராக்ஸிடேஸ் போன்ற நொதிகள் அதிக செயலூக்கம் பெற்றுள்ளன.

9. வெப்பம் மற்றும் உலர்விப்புக்கு எதிரான எதிர்ப்பாற்றல் (Resistance) அதிகளவில் புரோட்டோபிளாசத்தில் உள்ளது.