উপক্রমণিকা

মহান দেশনায়ক সুভাষচন্দ্র বসুর নামাঙ্কিত নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের উন্মুক্ত শিক্ষাঙ্গনে আপনাকে স্বাগত। ২০১১-এ এই প্রতিষ্ঠান দেশের সর্বপ্রথম রাজ্য সরকারি মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয় হিসাবে ন্যাক (NAAC) মূল্যায়নে 'এ' গ্রেড প্রাপ্ত হয়েছে এবং ২০২৪-এ সমগ্র দেশের মুক্ত শিক্ষাব্যবস্থা ক্ষেত্রে NIRF মূল্যায়নে দ্বিতীয় স্থান অধিকার করেছে। পাশাপাশি, ২০২৪-এই 12B-র অনুমোদন প্রাপ্তি ঘটেছে।

বিশ্ববিদ্যালয় মঞ্জুরি কমিশন প্রকাশিত জাতীয় শিক্ষানীতি (NEP, ২০২০)-র নির্দেশনামায় সিবিসিএস পাঠক্রম পদ্ধতির পরিমার্জন ঘটানো হয়েছে। জাতীয় শিক্ষানীতি অনুযায়ী Curriculum and Credit Framework for Undergraduate Programmes (CCFUP)-এ চার বছরের স্নাতক শিক্ষাক্রমকে ছ'টি পৃথক প্রকরণে বিন্যস্ত করার কথা বলা হয়েছে। এগুলি হল—'কোরকোর্স', 'ইলেকটিভ কোর্স', 'মাল্টি ডিসিপ্লিনারি কোর্স', 'স্কিল এনহান্সমেন্ট কোর্স', 'এবিলিটি এনহ্যান্সমেন্ট কোর্স' এবং ভ্যালু অ্যাডেড কোর্স। ক্রেডিট পদ্ধতির ভিত্তিতে বিন্যস্ত এই পাঠক্রম শিক্ষার্থীর কাছে নির্বাচনাত্মক পাঠক্রমে পাঠ গ্রহণের সুবিধা এনে দেবে। এরই সঙ্গে যুক্ত হয়েছে যান্মাসিক মূল্যায়ন ব্যবস্থা এবং ক্রেডিট ট্রান্সফারের সুযোগ। জাতীয় শিক্ষানীতি পরিমাণগত মানোন্নয়নের পাশাপাশি গুণগতমানের বিকাশ ঘটানোর লক্ষ্যে National Higher Education Qualifications Frmework (NHEQF), National Credit Framework (NCrF) এবং National Skills Qualification Framework (NSQF)-এর সঙ্গে সাযুজ্য রেখে চার বছরের স্নাতক পাঠক্রম প্রস্তুতির দিশা দেখিয়েছে। শিক্ষার্থী-কেন্দ্রিক এই ব্যবস্থা মূলত গ্রেড-ভিত্তিক, যা অবিচ্ছিন্ন ও অভ্যন্তরীণ মূল্যায়ণের মাধ্যমে সার্বিক মূল্যায়ণের দিকে অগ্রসর হবে এবং শিক্ষার্থীকে বিষয় নির্বাচনের ক্ষেত্রে যথোপযুক্ত সুবিধা দেবে। শিক্ষাক্রমের প্রসারিত পরিসরে বিবিধ বিষয় চয়নের সক্ষমতা শিক্ষার্থীকে দেশের অন্যান্য উচ্চশিক্ষা প্রতিষ্ঠানের আন্তঃব্যবস্থায় অর্জিত ক্রেডিট স্থানান্তরে সাহায্য করবে। শিক্ষার্থীর অভিযোজন ও পরিগ্রহণ ক্ষমতা অনুযায়ী পাঠক্রমের বিন্যাস এই জাতীয় শিক্ষানীতির লক্ষ্য। উচ্চশিক্ষার পরিসরে এই পদ্ধতি এক বৈকল্পিক পরিবর্তনের সূচনা করেছে। আগামী ২০২৫-২৬ শিক্ষাবর্ষ থেকে স্নাতক স্তরে এই নির্বাচনভিত্তিক পাঠক্রম কার্যকরী করা হবে, এই মর্মে নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয় সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেছে। বর্তমান পাঠক্রমগুলি উচ্চশিক্ষাক্ষেত্রে নির্ণায়ক কৃত্যকের যথাবিহিত প্রস্তাবনা ও নির্দেশাবলী অনুসারে রচিত ও বিন্যস্ত হয়েছে। বিশেষ গুরুত্বারোপ করা হয়েছে সেইসব দিকগুলির প্রতি যা ইউ.জি.সি-র জাতীয় শিক্ষানীতি, ২০২০ কর্তৃক চিহ্নিত ও নির্দেশিত।

মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের ক্ষেত্রে সব শিক্ষা পাঠ-উপকরণ শিক্ষার্থী-সহায়ক পরিষেবার একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। সি.বি.সি.এস পাঠক্রমের এই পাঠ-উপকরণ মূলত বাংলা ও ইরেজিতে লিখিত হয়েছে। শিক্ষার্থীদের সুবিধের কথা মাথায় রেখে আমরা ইংরেজি পাঠ-উপকরণের বাংলা অনুবাদের কাজেও এগিয়েছি। বিশ্ববিদ্যালয়ের আভ্যন্তরীণ শিক্ষকরাই মূলত পাঠ-উপকরণ প্রস্তুতির ক্ষেত্রে অগ্রণী ভূমিকা নিয়েছেন, যদিও পূর্বের মতোই অন্যান্য বিদ্যায়তনিক প্রতিষ্ঠানের সঙ্গে সংযুক্ত অভিজ্ঞ বিশেষজ্ঞ শিক্ষকদের সাহায্য আমরা অকুণ্ঠচিত্তে গ্রহণ করেছি। তাঁদের এই সাহায্য পাঠ-উপকরণের মানোন্নয়নে সহায়ক হবে বলেই বিশ্বাস। নির্ভরযোগ্য ও মূল্যবান বিদ্যায়তনিক সাহায্যের জন্য আমি তাঁদের আন্তরিক অভিনন্দন জানাই। এই পাঠ-উপকরণ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের শিক্ষণ পদ্ধতি প্রকরণে নিঃসন্দেহে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা নেবে। উন্মুক্ত শিক্ষাঙ্গনের পঠন প্রক্রিয়ায় সংযুক্ত সকল শিক্ষকের সদর্থক ও গঠনমূলক মতামত আমাদের আরও সমৃদ্ধ করবে। মুক্ত শিক্ষাক্রমে উৎকর্ষের প্রশ্নে আমরা প্রতিশ্রুতিবদ্ধ।

পাঠ-উপকরণ প্রস্তুতি সঙ্গে সংশ্লিষ্ট সকল শিক্ষক, আধিকারিক ও কর্মীদের আমি আন্তরিক অভিনন্দন জানাই এবং ছাত্রদের সর্বাঙ্গীণ সাফল্য কামনা করি।

অধ্যাপক (ড.) ইন্দ্রজিৎ লাহিড়ি
উপাচার্য

Netaji Subhas Open University

Four Year Undergraduate Degree Programme
Under National Higher Education Qualification Framework (NHEQF) &
Curriculum and Credit Framework for Undergraduate Programmes
Bachelor of Science (Honours) (Botany) [NBT]
Course Type : Discipline Specific Core (DSC)
Course Title : Plant Ecology and Phytogeography (Practical)
Course Code : 5CC-BT-01

প্রথম মুদ্রণ : মার্চ, 2025
Memo No. SC/DTP/357
Date : 28. 11. 2024

বিশ্ববিদ্যালয় মঞ্জুরি কমিশনের দূরশিক্ষা ব্যুরোর বিধি অনুযায়ী মুদ্রিত।
Printed in accordance with the regulations of the University
Grants Commission–Distance Education Bureau

Netaji Subhas Open University

Four Year Undergraduate Degree Programme
Under National Higher Education Qualification Framework (NHEQF) &
Curriculum and Credit Framework for Undergraduate Programmes
Bachelor of Science (Honours) (Botany) [NBT]
Course Type : Discipline Specific Core (DSC)
Course Title : Plant Ecology and Phytogeography (Practical)
Course Code : 5CC-BT-01

: বিষয় সমিতি :

: সদস্যবৃন্দ :

প্র. বিভাস গুহ
(Chariperson), Director
School of Sciences, NSOU

প্র. আলোক ভট্টাচার্য
Prof. (Retd.), Department of Botany
University of Burdwan

প্র. সঞ্জয় গুহ রায়
Professor, Department of Botany
West Bengal State University

ড. শ্যামল কুমার চক্রবর্তী
Professor, Department of Botany
Bidhannagar College, Kolkata

ড. সুভাশিষ পান্ডা
Principal, Govt. General Degree College
Chatra, Nadia

ড. সুশোভন বেরা
Associate Professor, Department of Botany
Jogamaya Devi College, Kolkata

মি. সন্দীপ দাস
Assistant Professor, Department of Botany
School of Sciences, NSOU

ড. স্বপন ভট্টাচার্য
Associate Professor, Department of Botany
School of Sciences, NSOU

ড. সঞ্জীব কুমার চট্টোপাধ্যায়
Assistant Professor, Department of Botany
School of Sciences, NSOU

: রচনা :
ড. নারায়ণ চন্দ্র কর্মকার
Associate Professor, Department of Botany
Barasat Govt. College

: সম্পাদনা :
প্র. সমিত রায়
Department of Environmental Science,
School of Science, NSOU

: বিন্যাস সম্পাদনা :
ড. সঞ্জীব কুমার চট্টোপাধ্যায়
Assistant Professor, Department of Botany
School of Sciences, NSOU

প্রজ্ঞাপন

এই পাঠ-সংকলনের সমুদয় স্বত্ব নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের দ্বারা সংরক্ষিত। বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃপক্ষের লিখিত অনুমতি ছাড়া এর কোনোও অংশের পুনর্মুদ্রণ বা কোনোভাবে উদ্ধৃতি সম্পূর্ণ নিষিদ্ধ।

অনন্যা মিত্র
নিবন্ধক (অতিরিক্ত ভারপ্রাপ্ত)

নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়

(নির্বাচন ভিত্তিক মূল্যমান ব্যাবস্থা)

সাম্মানিক উদ্ভিদ বিদ্যা
Course Code : 5CC-BT-01

একক – 1 ❒ মাইক্রোক্লাইমেটের চলকসমূহের পরিমাপে ব্যবহৃত বিভিন্ন যন্ত্রের অধ্যয়ন : মৃত্তিকা থার্মোমিটার, সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন থার্মোমিটার, অ্যানিমোনিটার/বায়ুমান যন্ত্র, সাইক্রোমিটার/ আর্দ্রতামাপক যন্ত্র, বৃষ্টিপরিমাপক যন্ত্র এবং দীপনমাত্রা পরিমাপক যন্ত্র (Study of instruments used to measure microclimatic variables : Soil thermometer, maximum and minimum therometer, anemometer, psychrometer/hygrometer, rain gauge and lux meter) 7 – 21

একক – 2 ❒ বিভিন্ন প্রকার মৃত্তিকা এবং জলের নমুনা থেকে নির্ণয়। (pH মিটার, ইউনির্ভার্সাল নির্দেশক বা লোভিবন্ড-এর সাহায্যে) [Determination of pH of various soil and water samples. (Using pH-meter, universal indicator or Lovibond comparator)] 22 – 27

একক – 3 ❒ জলের নমুনা থেকে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয় (Determination of dissolved Oxygen in Samples of Water) 28 – 34

একক – 4 ❒ প্রজাতি এলাকা বক্ররেখা পদ্ধতি দ্বারা প্রতিষ্ঠান প্রাঙ্গাণে বীরুৎ উদ্ভিদের অধ্যয়নের জন্য ন্যূনতম আকারের চতুষ্কোণ নির্ধারণ (Determination of minium quadrat size For the study of herbaceous vegetation in the institute campus, by species area curve method) 35 – 40

একক – 5 ❒ ফ্রিকোয়েন্সি (পুনরাবৃত্তি) নির্ণয়ের দ্বারা প্রতিষ্ঠান প্রাঙ্গানের বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদের পরিমাণগত বিশ্লেষণ এবং রাউঙ্কিয়ারের ফ্রিকোয়েন্সি বিতরণ তত্ত্বের সাথে প্রাপ্ত ফ্রিকোয়েন্সির তুলনা (Quantitative analysis of herbaceous vegetation in the institute campus for frequency and comparison with Raunkiaer’s frequency distribution law) 41 – 50

একক – 6 ❐ জলজ উদ্ভিদের অঙ্গসংস্থানগত অভিযোজন ফটোগ্রাফের মাধ্যমে অধ্যয়ন (Study of morphological adaptations of hydrophytes though photographs) 51 – 54

একক – 7 ❐ লবণাম্বু উদ্ভিদ এবং জাঙ্গাল উদ্ভিদের অঙ্গা সংস্থানগত অভিযোজন ফটোগ্রাফের মাধ্যমে অধ্যয়ন (Study of morphological adaptations of halophytes and xerophytes though photographs) 55 – 58

একক – 8 ❐ ইকোলজিক্যাল শারীরস্থান—হাইড্রিলা কান্ড, নিমফিয়া পত্রবৃন্ত (জলজ উদ্ভিদ), নেরিয়াম পাতা (জঙ্গাল উদ্ভিদ) এবং ভ্যান্ডা মূল (পরাশ্রয়ী অর্কিড)-এর শারীরস্থানিক বৈশিষ্টগুলির অধ্যয়ন (Ecological Anatomy—Study of anatomical features of *Hydrilla* stem, *Nymphaea* petiole (aquatic plant), *Nerium* leaf (xerophytes) and *Vanda* root (epiphytes) 59 – 62

একক – 9 ❐ ফটোগ্রাফের মাধ্যমে উল্লিখিত উদ্ভিদ মিথস্ক্রিয়ার অধ্যয়ন: কাণ্ড পরজীবী (কাসকিউটা), মূল পরজীবী (ওরোব্যাঞ্চি), এপিফাইটস (ভ্যান্ডা), শিকারী সম্পর্কে (পতঙ্গাভুক উদ্ভিদ) (Study of the mentioned stem parasite (Cuscuta), Root parasite (Orobanche), Epiphytes (Vanda), Ptrdation (Insectivorous plants) throough photographs 63 – 66

একক – 10 ❐ একটি গার্হস্থ্য সিস্টেম দ্বারা উৎপন্ন বায়োডিগ্রেডেবল এবং নন-বায়োডিগ্রেডেবল কঠিন বর্জ্য পদার্থের অনুমান এবং জমির অবক্ষয়ের উপর এর প্রভাব (Estimation of biodegradable and non-biodegradable solid waste generated by a domestic system and its impact on land degradation) 67 – 71

একক – 11 ❐ ডি. বি. এইচ. (ডায়ামিটার এট ব্রেস্ট হাইট) পদ্ধতি দ্বারা কাষ্ঠল প্রজাতির বৃক্ষের আধিপত্যের পরিমাপ (Measurement of dominance of woody species by DBH of Diameter at Breast Height method) 72 – 79

একক – 12 ❐ পশ্চিমবঙ্গের মুখ্য জলবায়ু অঞ্চলের গাছপালা দেখিয়ে মানচিত্রে প্রস্তুত করা এবং তাতে মন্তব্য করা (To prepare map showing vegetation of major climatic zones of West Bengal and to comment on it) 80 – 84

একক – 13 ❐ উদ্ভিদ সম্প্রদায় নির্দেশ করে ভারতের জীব-ভৌগোলিক অঞ্চলের মানচিত্র তৈরি এবং তার ওপর মন্তব্য করা (Preparation of map showing vegetation of biogeographical regions of India and to comment to it) 85 – 93

একক – 14 ❐ কৃষি জলবায়ু অঞ্চলে উদ্ভিদ পরিদর্শনী ভ্রমণ (Botanical excursion to an agroclimatic region) 94 – 99

একক — 1 ❑ মাইক্রোক্লাইমেটের চলকসমূহের পরিমাপে ব্যবহৃত বিভিন্ন যন্ত্রের অধ্যয়ন : মৃত্তিকা থার্মোমিটার, সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন থার্মোমিটার, অ্যানিমোনিটার/বায়ুমান যন্ত্র, সাইক্রোমিটার/আর্দ্রতামাপক যন্ত্র, বৃষ্টি পরিমাপক যন্ত্র এবং দীপনমাত্রা পরিমাপক যন্ত্র (Study of instruments used to measure microclimatic variables : Soil thermometer, maximum and minimum therometer, anemometer, psychrometer/hygrometer, rain gauge and lux meter)

গঠন

1.0 উদ্দেশ্য **(Objectives)**

1.1 ভূমিকা **(Introduction)**

1.2 মৃত্তিকা থার্মোমিটার **(Soil thermometer)**

1.3 সিক্সের সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন থার্মোমিটার **(Maximum and minimum thermometer of Six)**

1.4 অ্যানিমোমিটার/বায়ুমান যন্ত্র **(Anemometer)**

1.5 সাইক্রোমিটার/আর্দ্রতামাপক যন্ত্র **(Psychrometer/hygrometer)**

1.6 বৃষ্টি পরিমাপক যন্ত্র **(Rain gauge)**

1.7 দীপনমাত্রা পরিমাপক যন্ত্র **(Lux meter)**

1.8 সারাংশ **(Summary)**

1.9 মডেল প্রশ্ন **(Model Questions)**

1.10 উত্তরমালা **(Answers)**

1.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককে আমরা মাইক্রোক্লাইমেট ও ইহার বিভিন্ন অজৈব উপাদান যথা—বায়ু, মৃত্তিকা, জল আলোক ও তাপমাত্রার পরিমাণগত চরিত্র সম্বন্ধে জানতে পারবো।

- পরিবেশের মুখ্য উপাদানগুলির বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য পরিমাপ করতে ব্যবহৃত যন্ত্রগুলি সম্বন্ধে জানতে পারবো।
- যন্ত্রগুলি ব্যবহার করে কোনো অঞ্চলের পরিবেশ সম্বন্ধে একটি সাধারণ ধারণা লাভ করা যাবে। প্রকারান্তরে সেখানকার পরিবেশের সামগ্রিক প্রকৃতির ওপর সেখানকার উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের বৈশিষ্ট্য ও বিস্তার সম্বন্ধে জানতে পারবো।

1.1 ভূমিকা (Introduction)

পরিবেশ হল বহুসংখ্যক পরস্পর মিথস্ক্রিয়াকারী উপাদানসমূহের একটি জটিল সিস্টেম যা প্রতিটি জীবকে প্রত্যক্ষ ও পরোক্ষভাবে প্রভাবিত করে। কোনো একটি জীবগোষ্ঠীকে ঘিরে থাকে তার পারিপার্শ্বিক অজৈব ও জৈব পরিবেশ। জীবের বৃদ্ধি, আচরণ এবং নানা জৈবনিক প্রক্রিয়াসমূহ পরিবেশের নানা উপাদান বা ফ্যাক্টর দ্বারা প্রভাবিত। প্রতিটি জীবন প্রক্রিয়ার এক একটি পরিবেশগত কারণের জন্য একটি সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন স্তরের সহনশীলতা সীমা আছে। এই উপাদানগুলির সামান্য পরিবর্তনও বিভিন্ন জীবগোষ্ঠীর জৈবনিক ক্রিয়াকলাপ প্রভাবিত করে। একটি বৃহৎ ভৌগলিক অঞ্চলের সামগ্রিক জলবায়ুর অন্তর্গত কোনো স্থানীয় এলাকার স্বতন্ত্র জলবায়ু হল সেই এলাকার অনুজলবায়ু বা মাইক্রোক্লাইমেট। ইহা কোনো অঞ্চলের ভূগোল, মাটি, গাছপালা এবং নানা প্রকারের কৃত্রিম পরিকাঠামোর দ্বারা প্রভাবিত হয়। আবার কোনো অঞ্চলের জীবসম্প্রদায়ের গঠন, প্রকৃতি ও বৈচিত্র্য সেখানকার মাইক্রোক্লাইমেট দ্বারা প্রভাবিত হয়।

1.2 মৃত্তিকা থার্মোমিটার (Soil thermometer)

মৃত্তিকা থার্মোমিটার, লোহার সরু রড এবং স্কেল।

তত্ত্ব : মাটির তাপমাত্রা মাটির আর্দ্রতা, রঙ, উদ্ভিদের আবরণ, মাটির প্রকৃতি এবং ঢালের দিক পরিবর্তনের সাথে সম্পর্কিত। এটি বীজের অঙ্কুরোদগম, শিকড়ের গঠনকে প্রভাবিত করে যা সেখানকার উদ্ভিদের গঠন ও প্রকৃতি প্রভাবিত করে। এঁটেল মাটির চেয়ে বেলে মাটি অধিকতর গরম ও শীতল হয়। সাধারণত ভূ-পৃষ্ঠের মাটির তাপমাত্রা সর্বোচ্চ এবং মাটির বিভিন্ন গভীরতায় তাপমাত্রা ভিন্ন প্রকারের হয়ে থাকে। কোনো অঞ্চলের উদ্ভিদের প্রকৃতি ও নানা বৈশিষ্ট্যের সাথে মাটির তাপমাত্রার নিবিড় সম্পর্ক থাকে। এ ছাড়াও জমি চাষে ও উদ্যান গড়ার ক্ষেত্রে রোপণ পরিকল্পনায় মাটির তাপমাত্রা নির্ণয়ের প্রয়োজন হয়। এক্ষেত্রে মৃত্তিকা ও থার্মোমিটারই ব্যবহার করা হয়।

গঠন : মৃত্তিকা থার্মোমিটার সাধারণ থার্মোমিটারের মতন একটি অংশাঙ্কিত কাঁচের স্তম্ভের অভ্যন্তরে কৈশিকনলের মধ্যে দিয়ে পারদ ওঠা নামা করে। ইহার সংবেদনশীল বাল্ব বা সেন্সরটি একটি ভেদন অগ্রাংশ যুক্ত স্টিলের আবরণীর মধ্যে আবৃত থাকে। ইহার অনুপ্রবেশ গভীরতা 300 মিমি পর্যন্ত হয়।

আর এক প্রকার মৃত্তিকা থার্মোমিটার একটি রড আকৃতির ধাতব সেন্সর, ইহার অগ্রভাগ একটি ডায়ালের সাথে সংযুক্ত থাকে যার তাপমাত্রা সেন্টিগ্রেড স্কেলে চিহ্নিত করা হয়। তাপের প্রভাবে ধাতব সেন্সর প্রসারিত বা সংকুচিত হয় এবং সেই অনুযায়ী ডায়ালে তাপমাত্রা প্রতিফলিত করে।

চিত্র 1.1 : মৃত্তিকা থার্মোমিটার

পরীক্ষা পদ্ধতি : লোহার রডের সাহায্যে মাটিতে কাঙ্খিত গভীরতা পর্যন্ত গর্ত তৈরি করা হয়। থার্মোমিটারের সংবেদী বাল্বটি গর্ত পর্যন্ত প্রবেশ করিয়ে ফাঁকা অংশটি মাটি দিয়ে ভরাট করা হয়। তাপমাত্রা স্থির (ধ্রুবক) না হওয়া পর্যন্ত সময় অপেক্ষা করা হয় এবং পর্যবেক্ষণগুলি নিম্নরূপ রেকর্ড করা হয় :

ফলাফল : বিভিন্ন স্থানের মাটির তাপমাত্রা দিনের বিভিন্ন সময়ে নিচের টেবিলে সেন্ট্রিগ্রেডে (C°) লিপিবদ্ধ করা হলো :

তারিখ : dd.mm.yyyy

স্থান	পাঠ সংখ্যা তাপমাত্রা	সকালের তাপমাত্রা (TmC°)	দুপুরের তাপমাত্রা (TnC°)	সন্ধ্যার তাপমাত্রা (TeC°)	গড় তাপমাত্রা (TC°)
ফাঁকামাঠ	(i)	Tm1	Tn1	Te1	T
	(ii)	Tm2	Tn2	Te2	
	(iii)	Tm3	Tn3	Te3	
পুকুরপাড়ের ভেজা মাটি	(i)	Tm1	Tn1	Te1	T
	(ii)	Tm2	Tn2	Te2	
	(iii)	Tm3	Tn3	Te3	
গাছপালার তলদেশ	(i)	Tm1	Tn1	Te1	T
	(ii)	Tm2	Tn2	Te2	
	(iii)	Tm3	Tn3	Te3	
রাস্তার ধার	(i)	Tm1	Tn1	Te1	T
	(ii)	Tm2	Tn2	Te2	
	(iii)	Tm3	Tn3	Te3	

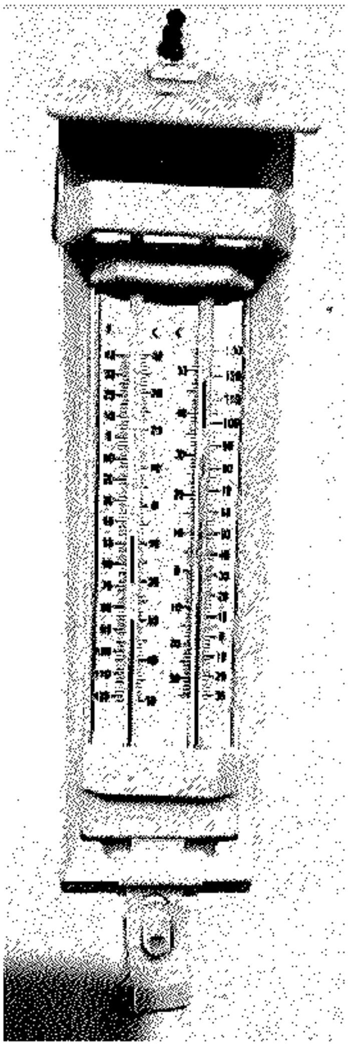
উপসংহার : উপরিউক্ত টেবিল থেকে বিভিন্ন বাস্তব্যস্থানের (Habitat) পারস্পরিক তাপমাত্রা কেমন হয় তা জানতে পেরেছি। পুকুর পাড়ের ভেজামাটির এবং গাছপালার তলদেশের তাপমাত্রা ফাঁকা মাঠ কিংবা রাস্তার ধারের মাটির তাপমাত্রা থেকে কম পাওয়া যায়। কারণ হিসেবে ভিজে মাটির বাষ্পীভবনে লীন তাপ শোষণের কারণে মাটির তাপমাত্রা কম। আবার গাছতলায় সরাসরি সূর্যালোক না পড়ায় তাপমাত্রা কম হয়ে থাকে। খোলা মাঠ এবং রাস্তার ধারে সরাসরি সূর্যলোক পড়ায় তাপমাত্রা বেশী হয়। তাপমাত্রার তারতম্য সেখানকার মাটির আর্দ্রতা এবং সেখানকার বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদ এবং মাটির অনুজীব উপাদান নির্ধারণ করে।

1.3 সিক্সের সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন তাপমাত্রা পরিমাপক থার্মোমিটার (Maximum and minimum thermometer of Six)

তত্ত্ব : মাইক্রোক্লাইমেটের চালকসমূহের মধ্যে তাপমাত্রা একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। তাপমাত্রার পরিবর্তনশীলতার প্রভাব পরিবেশগতভাবে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। ইহা উদ্ভিদের বৃদ্ধি এবং বিতরণকে প্রভাবিত করে। তাপমাত্রার পরিবর্তনশীলতায় স্থলভূমি ও জলজ পরিবেশ উভয় ক্ষেত্রেই উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের বিভিন্ন জোনেশন এবং স্তরবিন্যাস ঘটে। অন্যান্য পরিবেশগত উপাদানগুলিও তাপমাত্রার দ্বারা পরোক্ষভাবে প্রভাবিত হয়।

পরিবেশের অধ্যয়নে দিন এবং রাতের পুরো দৈর্ঘ্যের সময়কালে তাপমাত্রার উর্ধতন ও নিম্নতন সীমা নির্ধারণ করতে সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন থার্মোমিটার অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। ব্রিটিশ বিজ্ঞানী জেমস সিক্স (James Six) 1780 খ্রিস্টাব্দে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন তাপমাত্রা পরিমাপক থার্মোমিটার আবিষ্কার করেন।

গঠন : এটি একটি ফ্রেমে লাগানো বিশেষ ধরনের U আকৃতির থার্মোমিটার। এর প্রতিটি বাহু সেন্টিগ্রেড এবং ফারেনহাইট উভয় ডিগ্রিতে অংশাংকিত এবং একটি শীর্ষ বাল্ব যুক্ত। (চিত্র 1.1) বামদিকের বাহু সর্বনিম্ন এবং ডানদিকের বাহু সর্বোচ্চ তাপমাত্রা রেকর্ড করে। U টিউবের অনুভূমিক অংশ এবং উভয় বাহুর অর্ধেক অংশ পারদে ভরা। বামবাহুর উপরের অংশ এবং এর শীর্ষ বাল্ব সম্পর্ণরূপে অ্যালকোহলে ভরা। ডানবাহু এবং ইহার শীর্ষ বাল্বের নীচের অংশ অ্যালকোহলে ভরা থাকে, উপরের অংশটি কেবল অ্যালকোহল বাষ্পে পূর্ণ থাকে। পারদের গতিবিধি অ্যালকোহলের প্রসারণ বা সংকোচন নির্দেশ করে। টিউবের ভিতরে প্রতিটি বাহুতে পারদ শীর্ষে একটি স্প্রিং লাগানো স্টিলের পিন বা সূচক বসানো থাকে। এটি পারদ কলামের ধাক্কায় কেবল উপরের দিকে সরে যেতে পারে কিন্তু এই পিনগুলি নিজে থেকে নিচের দিকে পিছলে যেতে পারে না। তবে যে কোনো দিনের সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন তাপমাত্রা নথিভুক্ত করতে প্রথমেই টিউবের বাইরে থেকে চুম্বক ব্যবহার করে সূচক পিন দুটিকে পারদস্পর্শে নামিয়ে আনা হয়। দিনেরবেলায় তাপমাত্রা সর্বোচ্চ হয়। যখন তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়, তখন বামদিকের বাহু ও বাল্বের অ্যালকোহল প্রসারিত হয় এবং সেই দিকের পারদ স্তম্ভকে নীচের দিকে এবং ডান বাহুর পারদস্তম্ভ ও সূচক পিনটিকে উপর দিকে ঠেলে দেয়। ডানদিকের শীর্ষ বাল্বটি কিছুটা খালি থাকায় প্রসারিত অ্যালকোহল সেইদিকে ধাবিত হয়। ডানদিকের সূচক পিনের নীচের প্রান্তটি সর্বাধিক তাপমাত্রা নির্দেশ করে। রাতের তাপমাত্রা সর্বনিম্নে পৌঁছায়। যখন তাপমাত্রা কমে আসে, তখন বাম বাহু ও শীর্ষ বাল্বের অ্যালকোহল সংকুচিত হয় এবং এই বাহুর পারদ স্তম্ভ সূচক পিনটিকে অ্যালকোহলের সর্বনিম্ন সংকোচনের সীমা পর্যন্ত উপরের দিকে ঠেলে দেয়। এই বাম দিকের সূচক পিনের নীচের প্রান্তটি সর্বনিম্ন তাপমাত্রা নির্দেশ করে। পরের দিনের জন্য থার্মোমিটার রিসেট বা পুনঃব্যবহার করতে চুম্বকের সাহায্যে প্রতিটি বাহুর সূচক পিনগুলিকে পারদ কলামের স্পর্শ তলে টেনে আনা হয়।



চিত্র 1.2 : সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন থার্মোমিটার

পরীক্ষা পদ্ধতি : থার্মোমিটারটিকে পরীক্ষাধীন স্থানে কোনো দেওয়ালের সঙ্গে উল্লম্ব ভাবে একটি পেরেকের সাহায্যে ঝুলিয়ে রাখতে হয়। ব্যবহারের শুরুতে চুম্বকের সাহায্যে প্রতিটি বাহুর সূচক পিনগুলিকে পারদ কলামের স্পর্শ তলে টেনে এনে থার্মোমিটারটিকে রিসেট করতে হবে। খাতায় এঁকে নেওয়া নির্দিষ্ট টেবিলে প্রাথমিক সময়, তারিখ সহ স্থানের নাম লিপিবদ্ধ করে নেওয়া হয়।

এরপরে প্রতি ২৪ ঘণ্টায় পরপর প্রতিদিন একই সময়ে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন তাপমাত্রা টেবিলটিতে নথিভুক্ত করা হয়। পরে চুম্বকের সাহায্যে পিন দুটিকে U টিউবের দুই বাহুতে পারদ স্পর্শে আবার নামিয়ে এনে রিসেট করা হয়।

ফলাফল : নির্দিষ্ট কোন স্থানে বিশেষ কোনো ঋতুতে ও তারিখে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন তাপমাত্রা নিম্নলিখিত টেবিলে লিপিবদ্ধ করা হলো :

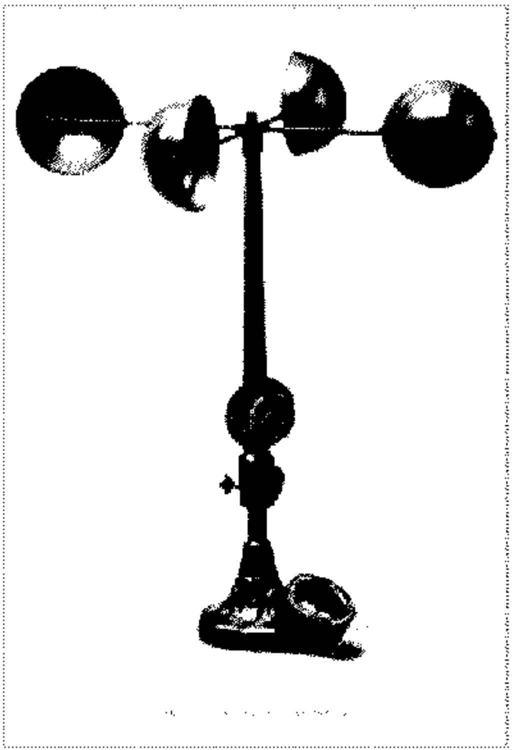
স্থান	ঋতু	তারিখ	গড় সর্বোচ্চ তাপমাত্রা (C°)	গড় সর্বনিম্ন তাপমাত্রা (C°)
Xxxx	S	D1, D2, D3	T1a	T1b
	S	D4, D5, D6	T2a	T2b
	S	D7, D8, D9	T3a	T3b

উপসংহার : সর্বোচ্চ এবং সর্বোনিম্ন তাপমাত্রা পরিমাপ করে আমরা বিভিন্ন ঋতুর তাপমাত্রা বিস্তার ও গড় তাপমাত্রা জানতে পারবো। দিন ও রাতের দৈর্ঘ্যর সঙ্গে সর্বোচ্চ ও সর্বোনিম্ন তাপমাত্রার একটা আনুপাতিক সম্পর্ক স্থাপন করতে পারবো। কোন অঞ্চলের পুষ্পায়ন, বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদের প্রজাতীর সঙ্গে ঋতুগত তাপমাত্রার সম্পর্ক স্থাপন করে একটা ক্যালেন্ডার স্থাপন করাও সম্ভব হবে।

1.4 বায়ুমান যন্ত্র বা বাতাসের বেগ পরিমাপক যন্ত্র (Anemometer)

তত্ত্ব : বায়ু উন্মুক্ত এলাকায়, সমুদ্র উপকূল বরাবর এবং পাহাড়ের উচ্চতায় উদ্ভিদের বৃদ্ধিকে প্রভাবিত করে। পরিবেশে পরিবর্তনশীল তাপমাত্রা, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ এবং নানা ভৌগোলিক বৈচিত্র্য প্রভৃতি বায়ু প্রবাহ ও বায়ু বেগের অন্যতম কারণ। অনেক অণুজীব, পরাগরেনু, বীজ এবং ফল মাঝারি বাতাসেও দীর্ঘ দূরত্বে ছড়িয়ে পড়ে। এটি গাছের আকার এবং আকৃতিকেও প্রভাবিত করে। বাতাসের ক্রিয়া বাষ্পীভবনের হারকে সহজ করে। কোনো স্থানের বৃষ্টিপাত বায়ু চলাচল দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। অ্যানিমোমিটার নামক যন্ত্রের সাহায্যে বাতাসের বেগ পরিমাপ করা হয়। এটি কিমি/ঘণ্টায় প্রকাশ করা হয়।

গঠন : এই যন্ত্রটিতে (চিত্র 1.5) অনেকগুলি ব্লেড একটি বৃত্তাকার চাকার সাথে সংযুক্ত থাকে। বাতাসের প্রবাহের কারণে চাকাটি তার পিভটের উপর ঘোরে। যন্ত্রটি একটি নির্দিষ্ট জায়গায় সেট করা হয় এবং এর অন্য প্রান্ত একটি গিয়ারে সংযোগ করা হয় যার একটি বিন্দু সূচক নির্দেশ করে। ইহা সমান্তরালে একটি রেখাঙ্কিত ফলক থাকে। গিয়ারের সূচক বিন্দুটি নির্দিষ্ট সংখ্যক রেখা অতিক্রম করলে ব্লেড বা কাপ সংযুক্ত বৃত্তাকার চাকাটি কতবার ঘোরে তা নির্ণয় করে নেওয়া হয়। এইভাবে সূচক এর সরণ থেকে বাতাসের গতিবেগ নির্ণয় করা হয়। বর্তমানে এই যন্ত্রের নিচে একটি চিপস ও ডিজিটাল ডিভাইস লাগানো থাকে যার সাহায্যে বায়ুর গতিবেগ আক্ষরিক মানে দেখতে পাওয়া যায়। বিজ্ঞানী এল. বি. আলবের্তি এই যন্ত্রটি আবিষ্কার করেন। পরবর্তী কালে অন্যান্য বিজ্ঞানীরা ইহার উন্নতি সাধন করেন।



চিত্র 1.3 : বায়মান যন্ত্র

পরীক্ষা পদ্ধতি : যন্ত্রটি একটি নির্দিষ্ট পরীক্ষণীয় জায়গায় স্থাপন করা হয়। নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে অ্যানিমোমিটার ব্লেড বা কাপ কতবার ঘুরেছে তা গিয়ারে সংযুক্ত সূচক নির্দেশিত দাগ সংখ্যা গণনা করে মিটার/সেকেণ্ড এ বাতাসের গতিবেগ লিপিবদ্ধ করা হয়। আধুনিক আনামমেটরের ডিজিটাল ডিসপ্লে থেকেও বাতাসের গতিবেগ সহজে নির্ণয় ও লিপিবদ্ধ করা হয়। এই ভাবে কোনো নির্দিষ্ট দিনের বিভিন্ন সময়ের বিভিন্ন স্থানের বাতাসের গতিবেগ লিপিবদ্ধ করা হয়।

ফলাফল : বিভিন্ন স্থান ও তারিখে বাতাসের গতিবেগ নিম্নের টেবিলে লিপিবদ্ধ করা হলো :

স্থান	তারিখ	বায়ুর গতিবেগ (km/h)
নির্দিষ্ট উচ্চতার ছাদের ওপর	dd.mm.yyyy	VI
খোলা মাঠ	dd.mm.yyyy	V2
সমুদ্রের ধার	dd.mm.yyyy	V3
নদীর ধার	dd.mm.yyyy	V4

উপসংহার : বিভিন্ন স্থানের বাতাসের গতিবেগ নির্ণয় করে দেখা যায় যে সমুদ্রের ধারের গতিবেগ সবচাইতে বেশী। তারপরে নদীর ধারে। এই সকল অঞ্চলে আমরা সাধারণত দৃঢ় প্রকৃতির, কম শাখা প্রশাখা যুক্ত কিংবা সরু শাখা প্রশাখা যুক্ত গাছ দেখা যায়। এদের সাধারণত খুব ছোট বা সরু পাতা বা যৌগপত্র ইত্যাদি দেখা যায়। এই সকল বৈশিষ্ট্য উচ্চ বায়ুচাপ থেকে উদ্ভিদকে রক্ষা করে। ক্যাসুয়ারিনা, নারকেল, সুপারি, শিরিশ, দেবদারু, বকুল ইত্যাদি উল্লেখযোগ্য। খোলা মাঠে বায়ু প্রবাহ বসতি অঞ্চলের চাইতে সামান্য বেশী হয়। বসতি অঞ্চলে ছাদের ওপর বায়ু প্রবাহের মান কম হয়। সমুদ্র এবং নদী তীরে অধিক বায়ু প্রবাহ বাতাসের আর্দ্রতা বৃদ্ধি করে।

1.5 সাইক্রোমিটার/আর্দ্রতামাপক যন্ত্র (Psychrometer/hygrometer)

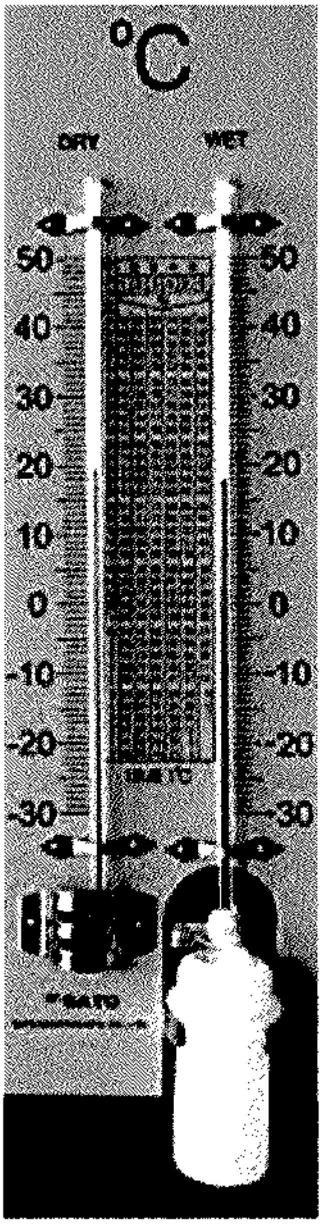
তত্ত্ব : আর্দ্রতা একটি গুরুত্বপূর্ণ পরিবেশগত ফ্যাক্টর, যেহেতু এটি জীবের কার্যকলাপকে প্রভাবিত করে এবং তাদের প্রতিদিনের উল্লম্ব এবং অনুভূমিক পরিবর্তনের দ্বারা বিভিন্ন জীবের বিতরণকে সীমিত করে। বায়ুতে থাকা জলীয় বাষ্পের পরিমাণকে আর্দ্রতা বলে। বায়ুর একক ওজনে উপস্থিত আর্দ্রতার প্রকৃত ওজনকে পরম আর্দ্রতা বলা হয়। বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা হল বায়ুর যেকোন আয়তনে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের পরিমাণের সাথে সেই আয়তন বায়ু সম্পূর্ণরূপে পরিপূর্ণ হতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের পরিমাণের অনুপাত। এটি শতাংশে প্রকাশ করা হয়।

পরম আর্দ্রতা = নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে জলীয়বাষ্পের ওজন/সম আয়তন শুষ্ক বায়ুর ওজন

আপেক্ষিক আর্দ্রতা = পরম আর্দ্রতা/ওই তাপমাত্রায় সর্বোচ্চ আর্দ্রতা

এটি সাইক্রোমিটার ব্যবহার করে পরিমাপ করা হয় এবং তাৎক্ষণিক মান পাওয়া যায়।

গঠন : এটি একটি বোর্ডে আটকানো দুটি সাধারণ থার্মোমিটার নিয়ে গঠিত। তাদের একটির বাল্ব বাতাসের জন্য উন্মুক্ত কিন্তু অন্যটির বাল্ব ভেজানোর উদ্দেশ্যে এক টুকরো তুলো দিয়ে মোড়ানো হয়। তাই, যন্ত্রটিকে সিক্ত এবং শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটারও বলা হয় (চিত্র 1.6)। সিক্ত আস্তরণ থেকে জল বাষ্পীভূত হওয়ার সাথে সাথে এটি বাল্বটিকে ঠাণ্ডা করে, এইভাবে সিক্ত বাল্বের থার্মোমিটারের রিডিং কমিয়ে দেয়। বাষ্পীভবনের হার বাতাসের শুষ্কতার উপর নির্ভর করে। অতএব, সিক্ত বাল্বের থার্মোমিটারে তাপমাত্রা যত বেশি পতন হবে, বাতাস তত শুষ্ক হবে। যদি উভয় থার্মোমিটার একই রিডিং দেখায়, তাহলে এর মানে কোন বাষ্পীভবন নেই এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 100%। যদি সিক্ত বাল্ব থার্মোমিটারের শুকনো বাল্বের চেয়ে কম রিডিং রেকর্ড করে, আপেক্ষিক আর্দ্রতা 100% এর কম। শুকনো বাল্ব থার্মোমিটার এবং সিক্ত বাল্ব থার্মোমিটার রিডিংয়ের মধ্যে পার্থক্য তাপমাত্রার পতন নির্দেশ করে।



চিত্র 1.4 : আর্দ্রতা মাপক যন্ত্র

পরীক্ষা পদ্ধতি : যন্ত্রটি বিভিন্ন পরীক্ষণীয় জায়গায় স্থাপন করা হয়। নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে প্রদত্ত একটি বিশেষ আপেক্ষিক আর্দ্রতা রূপান্তর সারণী (সারণী 1.1) থেকে যে কোনো বায়ুমণ্ডলীয় তাপমাত্রায় শুষ্ক এবং সিক্ত থার্মোমিটার দুটিতে প্রাপ্ত তাপমাত্রার পার্থক্য (শু.বা.তা.-সি.বা.তা.) থেকে বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতার মান পাওয়া যায়। আপেক্ষিক আর্দ্রতা তারিখ, সময় ও স্থান অনুযায়ী নির্দিষ্ট টেবিলে লিপিবদ্ধ করা হয়।

সারণী 1.1 আপেক্ষিক আর্দ্রতা তালিকা

শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটার প্রাপ্ত তাপমাত্রা (C°)	শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটার এবং শিষ্ট বাল্ব থার্মোমিটার দ্বয়ের তাপমাত্রার পার্থক্য (C°)																						
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	18.0	20.0	22.0
2	92	83	75	67	59	52	43	36	27	20														
4	93	85	77	70	63	56	48	41	34	28	15													
6	94	87	80	73	66	60	54	47	41	35	23	11												
8	94	87	81	74	68	62	56	50	45	39	28	17												
10	94	88	82	76	71	65	60	54	49	44	34	23	14											
12	94	89	84	78	73	68	63	58	53	48	38	30	21	12	4									
14	95	90	84	79	74	69	65	60	55	51	41	33	24	16	10									
16	95	90	85	81	76	71	67	62	58	54	45	37	29	21	14									
18	95	90	86	82	78	73	69	65	61	57	49	42	35	27	20									
20	96	91	87	82	78	74	70	66	62	58	51	44	36	30	23	17	11							
22	96	92	87	83	79	75	72	68	64	60	53	46	40	34	27	21	16	11						
24	96	92	88	85	81	77	74	70	66	63	56	49	43	37	31	26	21	14	10					
26	96	92	89	85	81	77	74	71	67	64	57	51	45	39	34	28	23	18	13					
28	96	92	89	85	82	78	75	72	68	65	59	53	47	42	37	31	24	21	17	13				
30	96	93	90	86	83	80	77	74	71	68	62	56	51	46	41	36	32	27	23	19	15			
32	96	93	90	86	83	80	77	74	71	68	62	56	51	46	41	36	32	27	23	19	15			
34	97	93	90	87	84	81	77	74	71	69	63	58	53	48	43	38	34	30	26	22	18	10		
36	97	93	90	87	84	81	78	75	72	70	64	59	54	50	45	41	36	32	28	24	21	13		
38	97	94	90	87	85	82	79	76	73	70	65	60	56	51	46	42	38	34	30	26	23	16	10	
40	97	94	91	88	85	82	79	76	74	71	66	61	57	52	48	44	40	36	32	29	25	19	13	
42	97	94	91	88	85	82	80	77	74	72	67	62	58	53	49	45	41	38	34	31	27	21	15	
44	97	94	91	88	86	83	80	77	75	73	68	63	59	54	50	47	43	39	36	32	29	23	17	12
46	97	94	91	89	86	83	81	78	76	73	68	64	60	55	52	48	44	41	37	34	31	25	19	14
48	97	94	92	89	86	84	81	78	76	74	69	65	61	56	53	49	45	42	39	35	33	27	21	16
50	97	94	92	89	87	84	82	79	77	75	70	65	62	57	54	50	47	43	40	37	34	28	23	18

ফলাফল : বিভিন্ন স্থান থেকে বিভিন্ন তারিখ ও সময়ে প্রাপ্ত আপেক্ষিক আর্দ্রতা নীচের টেবিলে লিপিবদ্ধ করা হল।

স্থান	তারিখ ও	সময়	আপেক্ষিক আর্দ্রতা (%)
শীতকালের খোলা মাঠ	dd.mm.yyyy	T1	HI
গ্রীষ্মকালের খোলা মাঠ	dd.mm.yyyy	T2	H2
বর্ষাকালের খোলা মাঠ	dd.mm.yyyy	T3	H3
শীতকালের ঘর	dd.mm.yyyy	T4	H4
গ্রীষ্মকালের ঘর	dd.mm.yyyy	T5	H5
বর্ষাকালের ঘর	dd.mm.yyyy	T6	H6

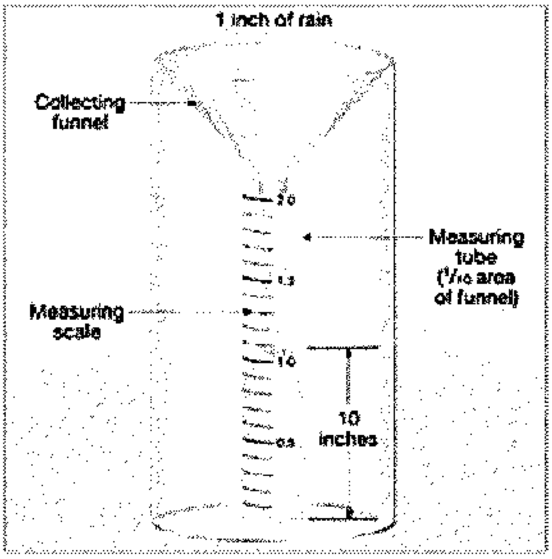
উপসংহার : ঘরের ভেতর অপেক্ষা খোলা মাঠে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশী পাওয়া যায়। ঘরের ভেতর জলীয় বাষ্পের উৎস সীমিত। খোলা মাঠে আপেক্ষিক আর্দ্রতা সাধারণত বেশী হওয়ার কারণ সূর্যালোক ও তাপের প্রভাবে মাটির জলের বাষ্পীভবন, চারিপার্শ্বস্থ গাছপালার এবং মাঠের ওপর পৃষ্ঠের ঘাসের প্রস্বেদনে নির্গত জলীয় বাষ্প। এছাড়াও কাছাকাছি পুকুর, নদী নালার জলীয় বাষ্প ইত্যাদি খোলা মাঠের আপেক্ষিক আর্দ্রতার উৎস। কোন অঞ্চলের বৃষ্টিপাত আপেক্ষিক আর্দ্রতা প্রভাবিত করে। সেই কারণে ঘর কিংবা খোলা মাঠে শীতকালে আপেক্ষিক আর্দ্রতা সবচাইতে কম। গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা বেশী থাকার কারণে আপেক্ষিক আর্দ্রতা অনেকটাই বেশী। বর্ষাকালে তাপমাত্রা এবং বৃষ্টিপাত দুটোই বেশী থাকায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা সবচাইতে বেশী। আপেক্ষিক আর্দ্রতা উদ্ভিদের প্রস্বেদন প্রক্রিয়ার হার প্রভাবিত করে।

1.6 রেইন গেজ (Rain gauge)

তত্ত্ব : বৃষ্টিপাত মাটির আর্দ্রতার উৎস হিসেবে উদ্ভিদের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। স্থলভাগে যে বৃষ্টিপাত হয় তার বেশিরভাগই সমুদ্রের পৃষ্ঠ থেকে প্রাপ্ত বাষ্পের ঘনীভবনের ফলে। ফলস্বরূপ, একটি এলাকায় বৃষ্টিপাতের পরিমাণ তার ভূগোল এবং বায়ু চলাচলের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। বৃষ্টিপাতের জন্য বাতাসে সর্বদা পর্যাপ্ত জলীয় বাষ্প থাকে। বৃষ্টিপাতের পরিমাণ বাৎসরিক হিসেবে মিলিমিটার (মিমি) কিংবা সেন্টিমিটার (সেমি) প্রকাশ করা হয় এবং ইহা রেইন গেজ দিয়ে পরিমাপ করা হয়।

গঠন : এটি একটি ঢাকনা যুক্ত একটি ড্রাম কিংবা সিলিন্ডার, ঢাকনার সঙ্গে সংযুক্ত একটি নির্দিষ্ট আকৃতির ফানেলের (15–20 সেমি ব্যাস) এবং ফানেলের নলের নিচে বসানো একটি অংশাঙ্কিত পরিমাপকারী সিলিন্ডার (চিত্র 1.2) নিয়ে গঠিত। এটি মাটি থেকে 50 সেন্টিমিটার উপরে একটি খোলা

জায়গায় স্থায়ীভাবে বসানো হয় যেখানে প্রতিদিন সাধারণত সকালে 8 : 00 টায় ক্যাপটি সরানো হয় এবং পূর্ববর্তী 24 ঘণ্টার মধ্যে পতিত অংশাঙ্কিত সিলিন্ডারে বৃষ্টির জলের পরিমাপ নথিভুক্ত করা হয়। প্রতি বর্গ সেন্টিমিটার এলাকায় বৃষ্টিপাতের মান নির্ণয়ের জন্য এই পরিমাণকে ফানেলের উন্মুক্ত প্রান্তের ক্ষেত্রফল দিয়ে ভাগ করা হয়।



চিত্র 1.5 : রেইন গেজ

পরীক্ষা পদ্ধতি : সকালবেলায় নির্দিষ্ট সময়ে এই যন্ত্রটি শুষ্ক অবস্থায় পরীক্ষণীয় স্থানে খোলা জায়গায় রেখে যেতে হয়। চব্বিশ ঘণ্টা পর ঠিক একই সময়ে অংশাঙ্কিত পরিমাপকারী সিলিন্ডারটি বের করে জমা হওয়া জলের আয়তন নির্ণয় করা হয় এবং ইহাকে ফানেলের উন্মুক্ত প্রান্তের ক্ষেত্রফল দিয়ে ভাগ প্রতি বর্গসেমি অঞ্চলে প্রতিদিনের বৃষ্টিপাতের পরিমাণ সেন্টিমিটার এ নির্ণয় করা হয়। এই ভাবে টানা একমাসের কিংবা নির্দিষ্ট ঋতুর প্রতিদিনের পরিসংখ্যান থেকে কোনো অঞ্চলের গড় বৃষ্টিপাতের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

দ্রষ্টব্য—প্রতিবার নথিভুক্ত করার পরে অংশাঙ্কিত সিলিন্ডারটি শুকিয়ে পরবর্তী সংগ্রহের জন্য রাখতে হয়।

ফলাফল :

স্থান	**ঋতু**	**তারিখ**	**গড় বৃষ্টিপাতের পরিমাণ (mm)**
স্থান-1	ঋতুর নাম	D1, D2, D3	R1
স্থান-2	ঋতুর নাম	D4, D5, D6	R2

উপসংহার : স্থান-1-এর গড় বৃষ্টিপাত স্থান-2 অপেক্ষা বেশী। এই কারণে স্থান-1-এর আপেক্ষিক আর্দ্রতা অপেক্ষাকৃত বেশী। স্থান-1-এর গাছপালার ঘনত্ব, ঝড় জঙ্গালের বৃদ্ধি, মাটির আর্দ্রতা, বাতাসের বিশুদ্ধতা স্থান-2 অপেক্ষা বেশী হবে।

1.7 দীপন যন্ত্র বা লাক্সমিটার (Lux meter)

তত্ত্ব : পৃথিবীর সর্বত্র আলোকের তীব্রতা কখনো সমান হয় না। সূর্যের আলোক বস্তুতন্ত্রের প্রধান শক্তির উৎস। ইহার ভিন্ন ভিন্ন তীব্রতা ভিন্ন ভিন্ন উদ্ভিদের প্রাথমিক উৎপাদন প্রভাবিত করে সমগ্র বাস্তুতন্ত্রকে নিয়ন্ত্রণ করে। আলোর তীব্রতার তারতম্য উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের বিস্তারকেও নিয়ন্ত্রণ করে। উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের "ছায়া-প্রেমী" (sciophytes) ও "রোদ্দুর-প্রেমী" (helipphytes) উদ্ভিদেরা পরিবেশের আলোর তীব্রতার সাথে অভিযোজিত হয়ে বিস্তার লাভ করে।

আলোর তীব্রতা বা উজ্জ্বলতা সাধারণত লাক্সমিটার বা দীপন যন্ত্র দ্বারা পরিমাপ করা হয় এবং লাক্স (ফুট/ক্যান্ডেল) এককে প্রকাশ করা হয়।

এক মিটার দূরত্বে একটি আদর্শ মোমবাতি থেকে প্রাপ্ত আলোর তীব্রতা বা উজ্জ্বলতাকে লাক্সকে হিসাবে সংজ্ঞায়িত করা হয়।

1 ফুট ক্যান্ডেল = 10.764 লাক্স

গঠন : যন্ত্রটি (চিত্র 1.4) দুটি অংশ নিয়ে গঠিত : একটি ফটোইলেকট্রিক সেল এবং একটি অ্যাম্পেরোমিটার।

চিত্র 1.6 : লাক্স থার্মোমিটার

ফটোসেলটি সেলেনিয়াম নির্মিত এবং ইহা একটি ধাতব প্লেটের মধ্যে লাগানো থাকে। যার উপর আলো পড়লে সমানুপাতে বৈদ্যুতিক প্রবাহ উৎপন্ন হয়।

ফটোসেলের উৎপাদিত কারেন্ট অ্যাম্পেরোমিটারের নির্দেশক সূচককে আলোর পরিমাণের সমানুপাতে বিচ্যুত করে। যে স্কেলে সূচক চলে তা লাক্স ইউনিটে ক্যালিব্রেট করা হয়। বর্তমানে অ্যাম্পেরোমিটারে লাক্স ইউনিট ডিজিটাল ডিসপ্লেতে দেখা যায়। আলোকের তীব্রতার নিরিখে এই ইউনিটের ডিসপ্লেতে × 1, × 10 ও × 100 এর গুণিতক সংখ্যায় লাক্স এর মান দেখা যায়।

পরীক্ষা পদ্ধতি : পরীক্ষিণীও বিভিন্ন স্থানে লাক্স মিটার অন করে ফটোইলেকট্রিক সেলটিকে আপতিত আলোর সমকোণে স্থাপন করে অ্যাম্পেরোমিটারের ডিজিটাল ডিসপ্লে থেকে আলোর তীব্রতার মান লিপিবদ্ধ করা হয়। ফটোসেলটি যাতে কোনো কিছু দ্বারা আবৃত না হয় সেই দিকে নজর রাখা হয়। আলোর তীব্রতা অনুযায়ী বাটন টিকে চাপ দিয়ে আলোক তীব্রতার গুণিতক মান স্থির করে নেওয়া হয়। বিভিন্ন তারিখ, সময় ও স্থানের সাপেক্ষে আলোকের তীব্রতা নির্দিষ্ট টেবিলে লিপিবদ্ধ করা হয়।

দ্রষ্টব্য—পরিচিত মানগুলির পর্যাপ্ত ফিল্টার ছাড়া ফটোসেলের সংবেদনশীল পৃষ্ঠটি সরাসরি সূর্যালোকের সংস্পর্শে আসা উচিত নয়।

ফলাফল : পরিবেশের বিভিন্ন স্থান নির্দিষ্ট দিনে ও নির্দিষ্ট সময়ে নির্ণিত আলোকের তীব্রতা (লাক্স মিটার রিডিং) নিচের টেবিলে লিপিবদ্ধ করা হল :

স্থান	তারিখ	আলোর তীব্রতা (km/h)	আলোকের গড় তীব্রতা (Lux)
খোলা রোদ্দুরে জায়গায়	dd/mm/yyyy	(i) সকাল 8 : 00 AM (ii) দুপুর 12 : 00 NOON (iii) বিকেল 4 : 00 PM	X
বড় গাছের ছায়ায়	dd/mm/yyyy	(i) সকাল 8 : 00 AM (ii) দুপুর 12 : 00 NOON (iii) বিকেল 4 : 00 PM	Y
গুল্ম জাতীয় উদ্ভিদের ছায়ায়	dd/mm/yyyy	(i) সকাল 8 : 00 AM (ii) দুপুর 12 : 00 NOON (iii) বিকেল 4 : 00 PM	Z

উপসংহার : খোলা রোদ্দুরে জায়গায় সরাসরি সূর্যালোক পতিত হয় বলে ইহার মান সবচাইতে বেশী। এখানে সাধারণত আলোকপ্রেমী উদ্ভিদ জন্মাতে দেখা যায়। বড়গাছের ক্যানোপি বড় হওয়ার কারণে এখানে ছায়ার পরিমাণ গুল্ম জাতীয় গাছের তুলনায় বেশী। তাই গুল্মজাতীয় গাছের নীচে গড় আলোর তীব্রতা বৃক্ষ জাতীয় গাছের তুলনায় বেশী। বড় গাছের নীচে গড় আলোর তীব্রতা কম হওয়ার কারণে এখানে অনেক আলোক বিদ্বেষি বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদ জন্মাতে দেখা যায়। এখানে মাটির আপেক্ষিক আর্দ্রতাও বেশী হয়।

1.8 সারাংশ (Summary)

এই অনুচ্ছেদে কোন অঞ্চলের অনুজলবায়ু বিভিন্ন চলকসমূহ—মৃত্তিকা, তাপমাত্রা, বাতাসের সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন তাপমাত্রা, বায়ু প্রবাহের গতি, বায়ুর আর্দ্রতা এবং বৃষ্টিপাতের পরিমাণ পরিমাপক যন্ত্রগুলির গঠন, ব্যবহার পদ্ধতি, পরীক্ষা পদ্ধতি সম্বন্ধে ব্যবহারিক জ্ঞান অর্জন সম্ভব হবে। প্রাপ্ত ফলাফল থেকে উপসংহার কি হতে পারে তা সংক্ষেপে আলোচনা করা হয়েছে।

1.9 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

1. মাইক্রোক্লাইমেটের গুরুত্বপূর্ণ চলকগুলির নাম বলুন।
2. মাটির থার্মোমিটার কীভাবে ব্যবহার করা হয়?
3. কোন ধরণের আবাসস্থলের মাটি দিনেরবেলায় খুব বেশি এবং খুব কম তাপমাত্রা দেখায়? একটি করে উদাহরণ দিন।
4. সিক্সের থার্মোমিটার কী?
5. সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন থার্মোমিটারের গঠন বর্ণনা করুন।
6. বাতাসের বেগ পরিমাপ করতে ব্যবহৃত যন্ত্রের নাম বলুন।
7. অ্যানিমোমিটার কে আবিষ্কার করেন?
8. হাইগ্রোমিটার কীভাবে আপেক্ষিক আর্দ্রতা পরিমাপ করে?
9. হাইগ্রোমিটার তৈরিতে দুটি থার্মোমিটার কীভাবে ব্যবহার করা হয়?
10. একটি নির্দিষ্ট এলাকার আর্দ্রতা নির্ধারণকারী উপাদানগুলি নাম বলুন।
11. বৃষ্টি পরিমাপক যন্ত্রের গঠন বর্ণনা করুন।

12. বৃষ্টি পরিমাপ যন্ত্রে কি উপায়ে ব্যবহার করা হয়?
13. লাক্সমিটার কী?
14. সায়োফাইট এবং হেলিওফাইট কী? একটি করে উদাহরণ দিন।
15. লাক্স এবং ফুটকান্ডেলের মধ্যে সম্পর্ক কী?

1.10 উত্তরমালা (Answers)

1. 1.1
2. 1.2
3. 1.2
4. 1.3
5. 1.3
6. 1.4
7. 1.4
8. 1.5
9. 1.5
10. 1.5
11. 1.6
12. 1.6
13. 1.7
14. 1.7
15. 1.7

একক – 2 ❑ বিভিন্ন প্রকার মৃত্তিকা এবং জলের নমুনা থেকে নির্ণয়। (pH মিটার, ইউনির্ভার্সাল নির্দেশক বা লোভিবন্ড-এর সাহায্যে) [Determination of pH of various soil and water samples. (Using pH-meter, universal indicator or Lovibond comparator)]

গঠন

2.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

2.1 ভূমিকা (Introduction)

2.2 তত্ত্ব (Theory)

2.3 উপকরণ (Requirements)

2.4 পদ্ধতি (Procedure)

2.5 পর্যবেক্ষণ ও ফলাফল (Observation and results)

2.6 উপসংহার (Conclusion)

2.7 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

2.8 উত্তরমালা (Answers)

2.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

কোনো দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের মোলার ঘনত্বকে তার হাইড্রোজেন আয়ন ঘনত্ব বা পোটেনসিয়াল অব হাইড্রোজেন সংক্ষেপে pH বলে। আমরা নানা উপায়ে দ্রবণের pH নির্ধারণ করতে পারি এবং জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়ার স্থিতিশীলতা এবং চ্যুতি নির্ণয়ের জন্য তা অত্যন্ত আবশ্যক। এই এককে আমরা সে সম্পর্কে সম্যক ধারণা লাভ করবে।

2.1 ভূমিকা (Introduction)

দ্রবণের অম্লত্ব ও ক্ষারত্ব নির্ধারণের জন্য pH মাপক দরকার। pH স্কেলের মান 0–14 এর মধ্যে থাকে। pH 7.0 হল আদর্শ প্রশম দ্রবণের pH। মান 7.0-এর কম হলে তাকে বলে আম্লিক দ্রবণ এবং 7.0-এর উর্ধ্বে হলে তাকে বলে ক্ষারীয় দ্রবণ। pH দ্বারা দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়ন ঘনত্বকে লগারিদম এককে প্রকাশ করা হয়।

2.2 তত্ত্ব (Theory)

কোনো দ্রবণের pH বলতে হাইড্রোজেন আয়নের সোলার ঘনত্ব বোঝায়। ইহা দ্রবণের অম্লত্ব বা ক্ষারত্ব নির্দেশ করে। pH-এর আক্ষরিক অর্থ " পোটেনসিয়াল অব হাইড্রোজেন"। pH-এর সাংখ্যিক মান বলতে কোনো দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের মোলার ঘনত্বের ঋণাত্মক লগারিদম মান বোঝায়। অর্থাৎ $pH = -\log_{10}[H^+]$ pH-মানের সাধারণ সীমা '0' থেকে (1M HCl) 14 (1M NaOH) পর্যন্ত হতে পারে। দ্রবণে H^+-এর মোলার ঘনত্ব বৃদ্ধির সাথে সাথে দ্রবণের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় এবং pH-এর মান 6.9 থেকে নিম্নমুখী হয়। অম্লত্ব ও ক্ষারত্বের মাঝামাঝি প্রশম দশার দ্রবণের pH-এর মান 7 [বিশুদ্ধ আয়নমুক্ত জল]। pH-এর মাত্রা 7.0-এর থেকে বৃদ্ধির সাথে সাথে দ্রবণের ক্ষারত্ব বৃদ্ধি পেতে থাকে।

দ্রবণে কিছু কিছু পদার্থের বর্ণ pH-এর মান পরিবর্তনের সঙ্গে প্রতিপরিবর্তিত হয় (reversible change)। ইহাদের হলোক্রোমাটিক পদার্থ বলে। জ্ঞাত ভিন্ন ভিন্ন pH-যুক্ত দ্রবণে প্রকাশিত এদের বর্ণের সঙ্গে তুলনা করে পরীক্ষণীয় দ্রবণের pH নির্ণয় করা যায়। তাই বিভিন্ন হলোক্রোমাটিক পদার্থ pH নির্দেশক (pH indicator) হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

সার্বিক pH নির্দেশক (Universal pH indicator) : এটি একাধিক যৌগের সংমিশ্রণে তৈরি দ্রবণ যা pH-মানের সাপেক্ষে (wide range of pH) বিভিন্ন দ্রবণের উপস্থিতিতে বিভিন্ন বর্ণ প্রদান করে এবং তাহাদের অম্লত্ব ও ক্ষারত্বের মাত্রা নির্দেশ করে।

উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও নানা শারীরবৃত্তিয় ক্রিয়ার সঙ্গে মাটি এবং জলের pH-এর মাত্রা বিশেষ সম্পর্কযুক্ত। তাই মাটি ও জলের pH-নির্ণয় করা ভীষণ প্রয়োজন।

2.3 উপকরণ (Requirements)

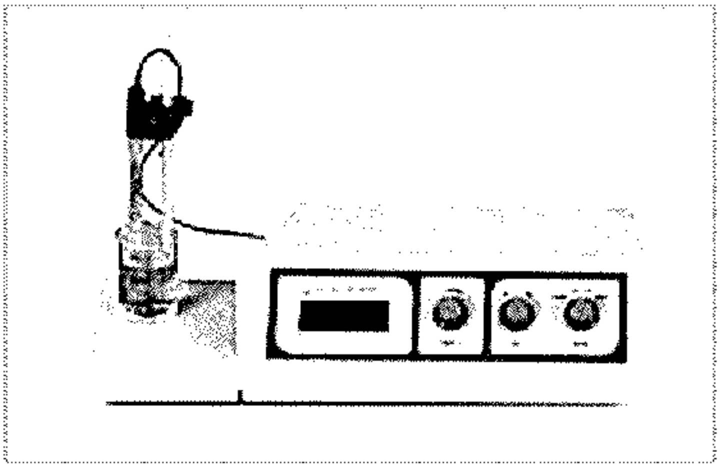
পরীক্ষাগারে জলের pH নিম্নে বর্ণিত যে কোনো একটি পদ্ধতিতে সরাসরি নির্ণয় করা যায়। মাটির ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট পরিমাণ মাটির দ্রাব্য অংশ আয়ন মুক্ত জলে দ্রবীভূত করে সেই দ্রবণের pH নির্ণয় করা হয়।

মৃত্তিকা, বিকার, কাচের দণ্ড, আয়নমুক্ত জল, তুলাযন্ত্র এবং pH পরিমাপের জন্য pH-পেপার বা BDH-ইউনিভার্সাল ইন্ডিকেটর ও লোভিবন্ড তুলনামাপক যন্ত্র।

2.4 পদ্ধতি (Procedure)

উপযুক্ত আকারের কনিক্যাল ফ্লাস্কে 1g চুর্ন করা ও চালনী করা শুকনো মাটি নিয়ে তাতে 5 ml. আয়নমুক্ত বা দ্বিপাতিত জল মিশিয়ে বেশ কিছুক্ষণ ধরে ঝাঁকাতে হবে। এতে মাটির কণার সঙ্গে মিশ্রিত সমস্ত যৌগ এবং আয়নগুলি জলে দ্রবীভুত হয়। এর পর মৃত্তিকা দ্রবণটিকে 1 ঘণ্টা স্থির ভাবে রেখে দেওয়া হয়। পরে উপরিভাগ থেকে মাটির কণাবিহীন দ্রবণ ধীরে ধীরে অন্য একটি বীকারে পরিশ্রুত করে ঢেলে নেওয়া হয়। এটাই হল pH নির্ণয়ের জন্য মৃত্তিকা দ্রবণ (Soil solution)। pH-মিটার দিয়ে pH নির্ণয়ের জন্য 20 g মাটি 100 ml. জলে মেশানো হয়। সাধারণত মাটি ও জলের অনুপাত 1 : 5 নেওয়া হয়।

পদ্ধতি 1 (pH-মিটার ব্যবহার করে) : এটি একটি ইলেকট্রোমেট্রিক পদ্ধতি এবং এর সাহায্যে কোনো দ্রবণের pH-এর মান সঠিকভাবে এক দশমিক মাত্রায় নির্ণয় করা যায়।



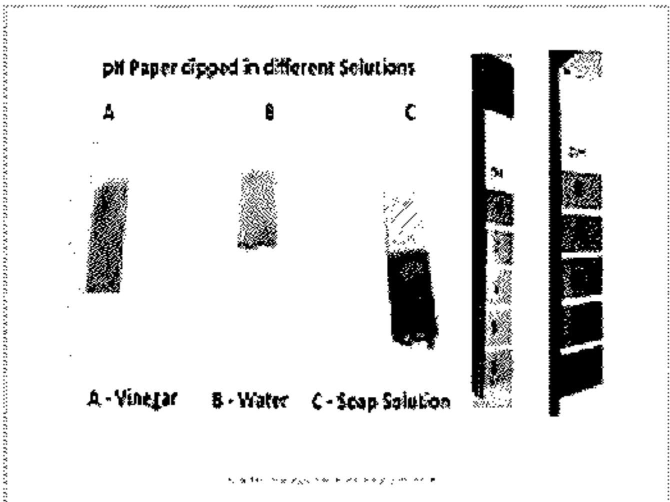
চিত্র 2.1 : pH মিটার

পদ্ধতি 2 (ইউনিভার্সাল ইন্ডিকেটর দ্রবণ ব্যবহার করে) : একটি টেস্টটিউবে সামান্য পরিমাণ মৃত্তিকা দ্রবণ নিয়ে তাতে 3–4 ফোঁটা BDH- ইউনিভার্সাল ইন্ডিকেটর দ্রবণ মোশানো হয়। এতে মৃত্তিকা দ্রবণটি নিজস্ব pH অনুযায়ী নির্দিষ্ট বর্ণ ধারণ করে। ইহা বোতলের দেওয়ালে প্রদত্ত বর্ণ তালিকার সঙ্গে তুলনা করে pH নির্ধারণ করা হয়।

পদ্ধতি 3 (লোভিবন্ড তুলনামাপক বা কমপেরটর যন্ত্রের সাহায্যে) : এখানেও মৃত্তিকা দ্রবণে BDH ইউনিভার্সাল pH ইন্ডিকেটর দ্রবণ মিশিয়ে pH অনুযায়ী বর্ণের সৃষ্টি ঘটানো হয়। সেই বর্ণ লোভিবন্ড তুলনামাপকের সাহায্যে মিলিয়ে pH নির্ধারণ করা হয়।

মৃত্তিকা দ্রবণটি দুইটি চৌকো টিউবে নির্দিষ্ট লেভেল পর্যন্ত নেওয়া হয়। যন্ত্রের সঙ্গে প্রদত্ত নির্দেশক অনুযায়ী কালো প্লেটটি সমন্বায়িত (adjust) করে নেওয়া হয়। একটি চৌকো টিউবের মৃত্তিকা দ্রবণে BDH ইউনিভার্সাল ইন্ডিকেটর-এর দ্রবণ 2–3 ফোঁটা মিশিয়ে নেওয়া হয়। এটিকে ডানদিকের কূপে (chamber) রাখা হয়। নির্দেশকবিহীন বর্ণহীন টিউবটিকে বাঁদিকের কূপে বসানো হয়। বর্ণ-নির্দেশক চাকতিটি ঘুরিয়ে-ঘুরিয়ে ডানদিকের টিউবের দ্রবণে উদ্ভূত বর্ণের সঙ্গে মিলে যায় অনুরূপ বর্ণটি যথাস্থানে এনে স্থির করা হয়। চাকতিটির সেই বর্ণ নির্দেশিত pH-ই মৃত্তিকা দ্রবণের pH হিসেবে নথিভুক্ত করা হয়।

পদ্ধতি 4 (pH পেপার ব্যবহার করে) : এক টুকরো pH-পেপার শুকনো, আয়নমুক্ত লম্বা চিমটে দিয়ে ধরে একটি টেস্টটিউবে নেওয়া মৃত্তিকা দ্রবণে ভেজালে তার বর্ণ পরিবর্তন হয়। pH-পেপারের সঙ্গে প্রদত্ত বর্ণতালিকা (Colour chart) বা pH-স্কেলের সঙ্গে তুলনা করে পরীক্ষণীয় মৃত্তিকা দ্রবণের pH নির্ণয় করা হয়।



চিত্র 2.2 : pH পেপার দ্বারা pH নির্ণয়

এই পদ্ধতিতে pH নির্ণয়ের জন্য পরপর নিম্নলিখিত পর্যায়গুলি অনুসরণ করা হয়।

1. pH মিটার ব্যবহারের প্রায় 30 মিনিট পূর্বে তাতে বিদ্যুৎ সংযোগ করে ব্যবহার উপযোগী উত্তপ্ত (warmup) করে নেওয়া হয়।

2. 'Temp'-নবটি ঘুরিয়ে pH মিটারটি ঘরের তাপমাত্রায় সমন্বায়িত (adjust) করা হয়।
3. ইলেকট্রোড দণ্ডটির সংবেদনশীল কাঁচ আবরণী (glass membrane) যুক্ত অগ্রভাগ ভাল করে আয়নমুক্ত জলে (ওয়াশ বোতল ব্যবহার করে) ধুয়ে নেওয়া হয়।
4. ঘরের তাপমাত্রায় pH 4.0 এবং pH 9.0 স্ট্যান্ডার্ড বাফার ব্যবহার করে যন্ত্রটিকে সুবেদিত করে নেওয়া হয় (Calibration)। শেষে আবার আয়নমুক্ত বা দ্বিপাতিত জলে ইলেকট্রোডের অগ্রভাগটি ভাল করে ধুয়ে বীকারের দ্বিপাতিত জলে ডুবিয়ে রাখতে হবে।
5. পরিষ্কার বা পরিশ্রুত মৃত্তিকা দ্রবণটি একটি ছোট বীকারে (50 ml/100 ml) নির্দিষ্ট পরিমাণে নিয়ে তাতে ইলেকট্রোডের সংবেদনশীল গ্লাস মেমব্রেন-বাল্বটি সম্পূর্ণ ডুবিয়ে দিতে হবে আর লক্ষ্য রাখতে হবে যাতে বীকারের মৃত্তিকা দ্রবণটি উপচে না পড়ে। এবার pH মিটার-এর pH-নবটি রিডিং পজিশনে এনে ডিজিটাল ডিস্‌প্লে থেকে pH-এর মান নথিভুক্ত করতে হবে।

2.5 পর্যবেক্ষণ ও ফলাফল (Observation and Results)

একটি বা একাধিক নমুনার মৃত্তিকা—ধরা যাক পুকুরপাড়ের মাটি (P), খোলা জমির মাটি (F) এবং বড় গাছতলার মাটি (T) নিয়ে উপরিউক্ত যে কোনো পদ্ধতিতে নির্ণিত pH নিম্নোক্ত টেবিলে লিপিবদ্ধ করা হয়।

মৃত্তিকা নমুনা	pH-এর মান	pH-এর গড় মান
A	(i) ______	
	(ii) ______	______
	(iii) ______	
B	(i) ______	
	(ii) ______	______
	(iii) ______	
C	(i) ______	
	(ii) ______	______
	(iii) ______	

A, B এবং C নমুনা মৃত্তিকা গড় pH-এর মান গ্রাফ পেপারে বার গ্রাফের সাহায্যে তুলনা করা হয়।

2.6 উপসংহার (Conclusion)

কোনো অঞ্চলের মৃত্তিকার pH-মান থেকে তাহার অম্লত্ব বা ক্ষারত্বের মাত্রা জানা যায়। কোনো মৃত্তিকার pH-7.0-এর সামান্য বেশি হলে তাহাকে স্বাদু মৃত্তিকা (Sweet soil) বলে। মৃত্তিকার pH-এর মান থেকে সেই মৃত্তিকায় খনিজ লবন, জৈব পদার্থ এবং জৈব কার্বন (organic carbon)-এর পরিমাণ, মৃত্তিকা জীবাণু (soil microbes) এবং তাদের ক্রিয়াশীলতা মাত্রা বোঝা যায়। মৃত্তিকা pH-এর মাত্রার ওপর সেখানে বিশেষ বিশেষ উদ্ভিদ প্রজাতির উপস্থিতি বা অনুপস্থিতির কারণ বিশ্লেষণ করা যায়। ক্ষারীয় মৃত্তিকায় নানা খনিজ লবনের ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। বিভিন্ন উদ্ভিদের বৃদ্ধি প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ ভাবে মৃত্তিকা pH-এর ওপর নির্ভরশীল। বর্তমান অনুশীলনে প্রাপ্ত মৃত্তিকার pH-এর মান থেকে সেই মৃত্তিকার নানা বৈশিষ্ট্য সহজেই অনুমান করা যেতে পারে।

2.7 মডেল প্রশ্নাবলী (Model Questions)

1. মৃত্তিকার pH বলতে কি বোঝায়?
2. সার্বিক pH নির্দেশক (universal pH indicator) কি?
3. pH নির্ণয়ের জন্য মৃত্তিকা দ্রবণ কি ভাবে তৈরি করা হয়?
4. pH নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত দুইটি যন্ত্রের (instruments) নাম করুন।
5. ক্ষারীয় মৃত্তিকা এবং আম্লিক মৃত্তিকার pH-কি প্রকারের হয়?
6. স্টান্ডার্ড বাফার (standard buffer) কি জন্য ব্যবহার করা হয়?
7. অধিক জৈব পদার্থযুক্ত মৃত্তিকার pH কেমন হয়?
8. অধিক খনিজ লবণযুক্ত মৃত্তিকার pH কেমন হয়?

2.8 উত্তরমালা (Answers)

1. 2.2 অংশ দেখুন
2. 2.2 অংশ দেখুন
3. 2.4 অংশ দেখুন

4. 2.2 অংশ বর্ণিত pH মিটার ও লোভিবন্ড ইন্ডিকেটর যন্ত্র
5. প্রস্তাবনা অংশ দেখুন
6. 2.4 অংশের পদ্ধতি 4 পর্যায়টি দেখুন
7. 2.6 অংশ দেখুন
8. 2.6 অংশ দেখুন

একক — 3 ❑ জলের নমুনা থেকে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয় (Determination of dissolved Oxygen in Samples of Water)

গঠন

3.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

3.1 ভূমিকা (Introduction)

3.2 তত্ত্ব (Theory)

3.3 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Requirements)

3.4 পদ্ধতি (Procedure)

3.4.1 উইঙ্কলারের পদ্ধতি অনুসারে (Following Winkler's method)

3.4.2 দ্রবীভূত O_2 কিট ব্যবহার করে (Using Dissolved O_2 Kit)

3.5 ফলাফল ও গণনা (Results and Calculation)

3.6 উপসংহার (Conslusions)

3.7 মডেল প্রশ্নাবলী (Model Questions)

3.8 উত্তরমালা (Answers)

3.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে আমরা

- জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয় করিতে পারবো।
- বিভিন্ন স্থান হইতে সংগৃহীত জলের নমুনার দ্রবীভূত অক্সিজেন পরিমাপ করিয়া জলের দূষণ সম্বন্ধে ধারণা করিতে পারবো।

3.1 ভূমিকা (Introduction)

জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ধারণ করে যে কোন স্থান হইতে সংগৃহীত জলের নমুনা কতটা শুদ্ধ অথবা দূষিত সেই সম্বন্ধে সম্যক জ্ঞান লাভ করা যায়। জলজ প্রাণীরা জলে দ্রবীভূত অক্সিজেন গ্রহণ করে জীবনধারণ করে। কোন স্থান হইতে সংগৃহীত জলের নমুনায় অক্সিজেনের পরিমাণ কম থাকলে সেই স্থানের জলে দূষিত বলে গণ্য করা হয়। পরীক্ষাগারে টাইট্রেশন পদ্ধতিতে সংগৃহীত জলের নমুনায় দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা নির্ণয় করা যায়। এই পদ্ধতিটি 'Winkler' পদ্ধতি বলা হয়।

3.2 তত্ত্ব (Theory)

জলজ প্রাণী ও উদ্ভিদের জলে দ্রবীভূত অক্সিজেন (O_2) গ্রহণ করে সবাত ক্রিয়া সম্পন্ন করে। পরিস্রুত বা দূষণবিহীন জলে অক্সিজেনের মাত্রা সর্বাধিক থাকে কিন্তু জল জীবাণু দ্বারা দূষিত হলে জলজ বায়ুজীবী অণুজীবেরা প্রচুর পরিমাণ জলে দ্রবীভূত অক্সিজেন গ্রহণ করায় জলে অক্সিজেনের পরিমাণ কমে যায়। অপরদিকে, জলজ উদ্ভিদেরা সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়ায় জলে অক্সিজেন সরবরাহ করে। জলের তাপমাত্রা, লবণাক্ততা, খনিজ লবণের উপস্থিতি এবং অপরদিকে অণুজীব, সালোকসংশ্লেষকারী উদ্ভিদ ও জলজ প্রাণীর সংখ্যা জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে। সাধারণভাবে জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনকে mg/লিটার বা ppm (parts per million) ঘনত্বে প্রকাশ করা হয়।

উইঙ্কলার (Winkler) পদ্ধতিতে জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা নির্ণয় করা যায়। ম্যাঙ্গানাস আয়ন (Mn^{2+}) জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের দ্বারা জারিত হয়ে ম্যাঙ্গানিজ (Mn^{3+}) গঠন করে। ক্ষারীয় মাধ্যমে এই জারিত আয়নগুলি, ম্যাঙ্গানিজের হাইড্রক্সাইডরূপে Mn(OH) এবং $Mn(OH)_2$ অধঃক্ষিপ্ত হয়। লঘু H_2SO_4 এর উপস্থিতিতে আয়োডাইড আয়ন ম্যাঙ্গানিজের হাইড্রক্সাইডকে ম্যাঙ্গানাস সালফেটে রূপান্তরিত করে এবং আয়োডাইড আয়ন জারিত হয়ে মুক্ত আয়োডিন (I_2) উৎপন্ন করে। জলে অক্সিজেনের পরিমাণ যত বেশী হয় ম্যাঙ্গানিজ হাইড্রক্সাইডেরও পরবর্তী পর্যায়ে ম্যাঙ্গানাস সালফেটের পরিমাণ তত বেশী হয়। এই কারণে ম্যাঙ্গানাস সালফেটের ($MnSO_4$) পরিমাণ বেশী হলে অধিক পরিমাণে মুক্ত আয়োডিন (I_2) নির্গত হয়। থায়োসালফেটের সাহায্যে আয়োডিনের পরিমাণ নির্ধারণ করা হয়। এক্ষেত্রে স্টার্চকে ট্রাইট্রেশনের নির্দেশক হিসাবে ব্যবহার করা হয়। স্টার্চ অণু, আয়োডিনের সাথে বিক্রিয়া করে গাঢ় নীল বর্ণ ধারণ করে। ব্যুরেটের থায়োসালফেট আয়োডিনের সাথে বিক্রিয়া করার ফলে স্টার্চ-আয়োডিন কমপ্লেক্স থেকে আয়োডিনের অণুগুলি অপসারিত হতে থাকে এবং দ্রবণটি নীলাভ বর্ণ হারিয়ে ফেলা অবধি যে পরিমাণ থায়োসালফেট ব্যবহৃত হয় তাকেই ট্রাইট্রেশনের পরিমাপক আয়তন

বলা হয়। তাই বলা যায়, ব্যুরেটের থায়োসালফেট অধিক ব্যবহৃত হওয়ার অর্থ হল অধিক আয়োডিন উপস্থিত ছিল এই আয়োডিনের পরিমাণ আবার জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের সমানুপাতিক।

(i) Mn^{2+} (ম্যাঙ্গানাস আয়ন) $\xrightarrow{\text{জলে দ্রবীভূত } O^{2+}}$ Mn^{3+} (ম্যাঙ্গানীজ আয়ন)

(ii) Mn^{3+} $\xrightarrow[\text{ক্ষারীয় মাধ্যম}]{\text{অ্যালকালি বা}}$ $MnO(OH)_2 + Mn(OH)_2$ (ম্যাঙ্গানিজের হাইড্রক্সাইড)

(iii) ম্যাঙ্গানিজ হাইড্রক্সাইড $\xrightarrow[H_2SO_4]{\text{আয়োডিন লবণ}}$ ম্যাঙ্গানিজ সালফেট

(iv) থায়োসালফেট ট্রাইট্রেশনের মাধ্যমে আয়োডিনের পরিমাণ নির্ণয়।

3.3 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Requirements)

(A) কাঁচের উপকরণ ও অন্যান্য যন্ত্রপাতি

বীকার, পিপেট (2 ml), ছিপি যুক্ত রিয়েজেন্ট বোতল (300 ml.), কনিক্যাল ফ্লাস্ক (250 ml), পরিমাপক চোঙ, বুরেট, ব্যুরেট স্ট্যান্ড, পিপেট ডিজিটাল তুলাযন্ত্র।

(B) রাসায়নিক উপাদান

1. $MnSO_4$ দ্রবণ 36.49 $MnSO_4$. H_2O
2. উইঙ্কলারের দ্রবণ (50 g NaOH ও 13.5 g NaI 100 ml পাতিত জলে দ্রবীভূত করে তাতে মিশ্রিত করা 25% NaN_3 দ্রবণ 4 ml মেশানো হয়)
3. ঘন H_2SO_4
4. স্টার্চ ইন্ডিকেটর 1% দ্রবণ।
5. সোডিয়াম থায়োসালফেট (0.025N) দ্রবণ।
6. পুকুর বা অন্য জলের উৎস থেকে সংগৃহিত জলের নমুনা।

(C) ফিল্ড-এ গিয়ে জলের নমুনায় D.O. নির্ধারণের জন্য দ্রবীভূত O_2 টেস্ট কিটও ব্যবহার করা যেতে পারে।

3.4 পদ্ধতি (Procedure)

3.4.1 উইঙ্কলারের পদ্ধতি অনুসারে (Following Winkler's method)

1. দুটি 300 ml রিয়েজেন্ট বোতলকে জলাশয়ের নীচে ডুবিয়ে জলে ভর্তি করতে হবে। লক্ষ্য রাখতে হবে যেন বোতলে বাতাস প্রবেশ না করে এবং সাথে সাথে বোতল দু'টির ছিপি বন্ধ করতে হবে। বোতল দু'টিকে A ও B রূপে চিহ্নিত করা দরকার।

2. প্রতিটি রিয়েজেন্ট বোতলে 2 ml $MnSO_4$ দ্রবণ এবং 2 ml ক্ষারীয় আয়োডিন দ্রবণ (D) পিপেটের সাহায্যে মিশ্রিত করতে হবে। পিপেটের মুখ জলের মধ্যে ডুবিয়ে দ্রবণ দুটি ঢালা প্রয়োজন।

3. বোতলটির মুখ বন্ধ করে ভালোভাবে ঝাঁকিয়ে দ্রবণ দু'টিকে মিশ্রিত করতে হবে। এই সময়ে বাদামী হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ [$Mn(OH_2)$ এবং $MnO(OH)_2$] তৈরী হবে। বোতলটিকে খানিকক্ষণ স্থির অবস্থায় অধঃক্ষেপণ প্রক্রিয়াকে সম্পূর্ণ হতে দিতে হবে।

4. পুনরায় বোতলটিকে ঝাঁকিয়ে বোতলের মুখ খুলে বোতলের দ্রবণে পিপেটের সাহায্যে একই পদ্ধতিতে 2 ml ঘন H_2SO_4 মেশাতে হবে।

5. বোতলের ছিপি বন্ধ করে ভালোভাবে ঝাঁকাবার পর দেখা যাবে যে জল বাদামী বর্ণের (মুক্ত I_2) হয়েছে এবং আগের অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়ে গেছে।

6. এরপর চারটি 250 ml এর কনিকাল ফ্লাস্ক নিতে হবে। A বোতল থেকে 50 ml করে দ্রবণ দু'টি কনিকাল ফ্লাস্কে ঢালতে হবে এবং কনিকাল ফ্লাস্ক দুটিকে A_1 ও A_2 রূপে চিহ্নিত করতে হবে। একইভাবে অপর ফ্লাস্ক দুটি কনিকাল ফ্লাস্কে B বোতল থেকে 50 ml করে দ্রবণ ঢালতে হবে এবং ফ্লাস্ক দুটিকে B_1 ও B_2 রূপে চিহ্নিত করতে হবে।

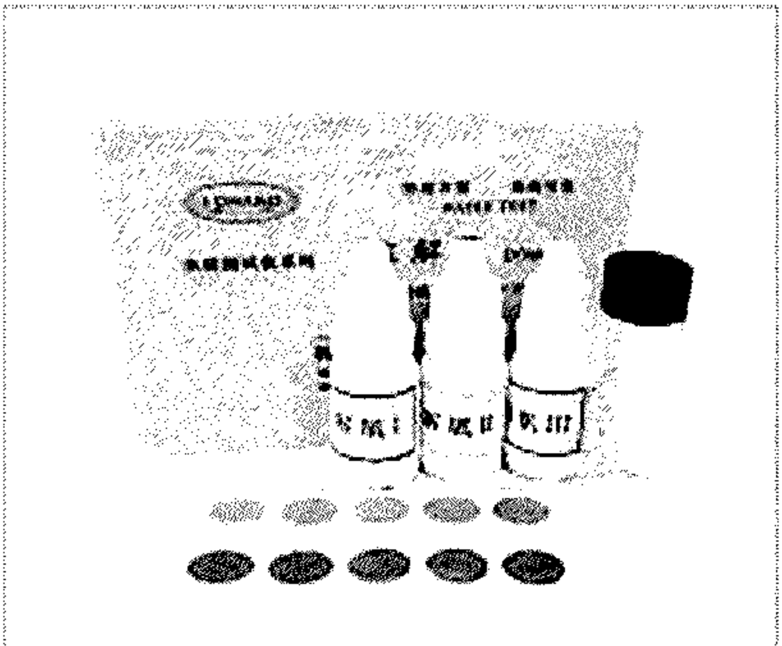
7. প্রতিটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে 1 ml করে স্টার্চ দ্রবণ (ট্রাইট্রেশনের নির্দেশক) ঢালা হবে। এর ফলে ফ্লাস্কের তরল গাঢ় নীল বর্ণ ধারণ করবে।

8. এরপর ব্যুরেটে 0.025 (N) থায়োসালফেট দ্রবণ ঢালা হবে। লক্ষ্য করতে হবে যেন ব্যুরেটের '0' দাগটিকে দ্রবণের নিম্নতল স্পর্শ করে। এরপর থায়োসালফেট দিয়ে কণিক্যাল ফ্লাস্কে উৎপন্ন আয়োডিনের ট্রাইট্রেশন করতে হবে। ফ্লাস্কের দ্রবণের নীল বর্ণ অদৃশ্য হওয়াকেই ট্রাইট্রেশনের প্রান্ত বিন্দু (end point) রূপে চিহ্নিত করা হয়। ব্যুরেটের প্রাথমিক ও চূড়ান্ত পাঠ লিপিবদ্ধ করতে হবে।

3.4.2 ডিজল্ভড O_2 কিট ব্যবহার করে (Using Dissolved O_2 Kit)

বিভিন্ন কেমিক্যাল কোম্পানি ডিজল্ভড অক্সিজেন কিট পাওয়া যায়। যেখানে ডিজল্ভড অক্সিজেন রিএজেন্টে 1 (DO-1) এবং ডিজল্ভড অক্সিজেন রিএজেন্ট 2 (DO-2)-এর দুইটি বোতল, একটি স্ক্রু ক্যাপ যুক্ত 10 ml পরিমাণের কাঁচের টিউব এবং ডিজল্ভড অক্সিজেন কালার চার্ট থাকে।

কাঁচের টিউবটিতে জল দিয়ে ঢাকনা অংশটি বাদে পূর্ণ করে তাতে DO-1 এবং DO-2 দ্রবণ দুইটি 4 ফোঁটা করে খুব কাছ থেকে যোগ করে ঢাকনাটি টাইট করে লাগানো হয়। টিউবটি বার কয়েক ঝাকিয়ে 5 মিনিট অপেক্ষা করা হয়। এই সময়ে দ্রবণে একটি অধঃক্ষেপণ পরে। ইহা ধীরে ধীরে হালকা থেকে গাঢ় বাদামী রং ধারণ করে। এই অধঃক্ষেপণ শুদ্ধ নমুনা জলের টিউবটিকে শেষ একবার ঝাঁকিয়ে কালার চার্ট-এর প্রদত্ত রংগুলির সঙ্গে তুলনা করা হয়। এখান থেকেই D.O. জানা যায়।



চিত্র 3.1 : ডিজলভ্ড অক্সিজেন কিট

3.5 ফলাফল ও গণনা (Results and Calculation)

জল নমুনা A-এর সাপেক্ষে টাইট্রেশনে ব্যবহৃত $Na_2S_2O_3$ দ্রবণের পরিমাণ (ব্যুরেট-এর পাঠ)

নমুনা	ক্রমিক সংখ্যা	দ্রবণের পরিমাণ (ml)	প্রাথমিক পাঠ (ml)	চূড়ান্ত পাঠ (ml)	ব্যবহৃত $Na_2S_2O_3$র পরিমাণ (ml)	গড় পরিমাণ (ml)
A.	1.	50	0.0	4.6	4.6	4.5
	2.	50	4.6	9.0	4.4	
	3.	50	9.0	13.5	4.5	

কাল্পনিক পাঠ

একটি জটিল গাণিতিক সমীকরণের মাধ্যমে জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। প্রতি লিটার জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ

$$= \frac{K \times 200 \times \text{ব্যবহৃত সোডিয়াম থায়োসালফেট এর আয়তন} \times 0.698}{\text{ট্রাইট্রেশনের জন্য গৃহীত তরলের আয়তন}}$$

$$K = \frac{\text{বোতলের আয়তন}}{\text{বোতলের আয়তন} - \text{বোতলের বিকারকের পরিমাণ}}$$

এক্ষেত্রে বিকারকের পরিমাণ = 4 ml (2 ml $MnSO_4$ + 2 ml ক্ষারীয় আয়োডিন)

$$\therefore K = \frac{300}{300-4} = \frac{300}{294} = 1.014$$

পরীক্ষাটিতে ট্রাইট্রেশনের সময় গড়ে 4.5 ml $Na_2S_2O_3$ ব্যবহৃত হয়েছিল।

এইক্ষেত্রে প্রতি লিটার জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ $= \frac{1.014 \times 200 \times 4.5 \times 0.698}{50}$

= 12.74 mg/ লিটার

B_1 ও B_2 কনিকাল ফ্লাস্ক থেকে অনুরূপভাবে টাইট্রেশন পদ্ধতিতে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয় করে পূর্ববর্তী পরীক্ষায় (নমুনা A) মাধ্যমে নির্ণীত অক্সিজেনের পরিমাণের সাথে যোগ করে তার গড় নির্ণয় করলে আরও নির্ভুল ফল পাওয়া যাবে।

ডিজল্‌ভড অক্সিজেন কীট ব্যবহার করে কালার চার্ট থেকে সরাসরি D.O.-এর মান নির্ণয় করা যায়।

3.6 উপসংহার (Conclusion)

পরিস্কার পুকুর, যেখানে জলে জৈব দুষণের মাত্রা কম সেখানকার জলে, প্রবাহিত নদীর জলে সাধারণত দ্রবীভূত অক্সিজেন বেশী থাকে। আবার আবর্জনা পূর্ণ ময়লা পুকুরের জলে যেখানে ইউট্রোফিকেশন বা অতিপুষ্টি উপাদান জমা হয় সেখানে দ্রবীভূত যুক্ত অক্সিজেনের মাত্রা কম হয়। জলে অক্সিজেনের মাত্রা নির্ণয় করে সেই জলাধারে নিমজ্জিত উদ্ভিদ, শৈবাল ইত্যাদির উপস্থিতি, জল দুষণের মাত্রা এবং যেখানে মাছের উপস্থিতির পরিমান অনুমান করা যায়। যে পুকুরে মাছ চাষ হয় সেখানে মাঝে মাঝে D.O. নির্ণয় করা প্রয়োজন। এছাড়াও যে পুকুরঘাটে মানুষ স্নান করে D.O. নির্ণয়ের মাধ্যমে সেখানকার জলে দূষণের একটি প্রাথমিক ধারণা পাওয়া যায়।

3.7 মডেল প্রশ্নাবলী (Model Questions)

1. আয়োডিন মাত্রা নির্ধারণ করার জন্য স্টার্চকে সূচক হিসাবে ব্যবহার করা হয় কেন?
2. জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা নির্ণয়ের সময়ে কি সতর্কতা অবলম্বন করা আবশ্যক?
3. অক্সিজেন পরিমাণ নির্ণয়ের সময়ে ব্যুরেটে কোন দ্রবণ ভরতে হবে?
4. উইঙ্কলার টাইট্রেশন পদ্ধতিতে ম্যাঙ্গানিজ ব্যবহৃত হয় কেন?
5. দ্রবীভূত অক্সিজেন মাপার জন্য কি একক ব্যবহৃত হয়?
6. ডিজল্‌ভড O_2 নির্ণয়ের সময় যে অধঃক্ষেপণ পড়ে তার রাসায়নিক প্রকৃতি কি?

3.8 উত্তরমালা (Answers)

1. স্টার্চ অণু, আয়োডিনের সাথে বিক্রিয়া করে গাঢ় নীল বর্ণ ধারণ করে। ব্যুরেটের থায়াসালফেট আয়োডিনের সাথে বিক্রিয়া করার ফলে স্টার্চ আয়োডিন কমপ্লেক্স থেকে আয়োডিনের অণুগুলি অপসারিত হতে থাকে এবং দ্রবণটি নীলাভ বর্ণ হারিয়ে ফেলা অবধি যে পরিমাণ থায়োসালফেট ব্যবহৃত হয় তাকেই ট্রাইট্রেশনের পরিমাপক আয়তন বলা হয়। স্টার্চ এইক্ষেত্রে সূচক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

2. যে রিয়েজেন্ট বোতলে জল ভরা হবে তাতে যেন বাতাস প্রবেশ না করে।

3. 0.025(N) সোডিয়াম থায়োসালফেট।

4. জলের প্রভাবে Mn^{2+} আয়ন Mn^{3+} আয়নে জারিত হয়ে যায় এবং ক্ষারীয় মাধ্যমে ম্যাঙ্গানীজ হাইড্রক্সাইডরূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়।

5. mg/ লিটার একক ব্যবহৃত হয়।

6. এই অধঃক্ষেপন ম্যাঙ্গানিজের হাইড্রক্সাইড $MnO(OH)_2$ এবং $Mn(OH)_2$।

একক — 4 ❑ প্রজাতি ক্ষেত্রফল বক্ররেখা পদ্ধতি দ্বারা প্রতিষ্ঠান প্রাঙ্গণে বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদ সম্প্রদায় অধ্যয়নের জন্য ন্যূনতম আকারের চতুষ্কোণ নির্ধারণ (Determination of minium quadrat size for the study of herbaceous vegetation in the institute campus, by species area curve method)

গঠন

4.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

4.1 ভূমিকা (Introduction)

4.2 চতুষ্কোণ-এর ন্যূনতম আকার নির্ণয় এবং প্রজাতি-ক্ষেত্রফল বক্ররেখা দ্বারা উপস্থাপন (Determination of minimum quadrat size and expressing it with species-area curve)

- **4.2.1 তত্ত্ব (Theory)**
- **4.2.2 উপকরণ (Requirements)**
- **4.2.3 পদ্ধতি (Procedure)**
- **4.2.4 পর্যবেক্ষণ ও ফলাফল (Observation and results)**
- **4.2.5 উপসংহার (Conclusion)**

4.3 মডেল প্রশ্নাবলী (Model Questions)

4.4 উত্তরমালা (Answers)

4.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই অংশে উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের মাত্রিক গঠন (quantiative structure) বিশ্লেষণে চতুষ্কোণ বা কোয়ড্রেট পদ্ধতি ব্যবহারিকভাবে আলোচনা করা। বিভিন্ন অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের গঠন চর্চা ও বিশ্লেষণ করা। চতুষ্কোণ-এর আকার কি হবে তা নির্ণয়ের পদ্ধতি আলোচনা করা।

4.1 ভূমিকা (Introduction)

ভূপ্রকৃতি, জলবায়ু ও অণুজলবায়ুর (microclimate) প্রভাবে বিভিন্ন অঞ্চলে বিভিন্ন প্রকারের উদ্ভিদ সম্প্রদায় (Plant community) গড়ে ওঠে।

উদ্ভিদ বাস্তব্যবিদ্যায় উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের **মাত্রিক গঠন (quantitative structure)** বিষয়ে আলোচনা বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। এটি উদ্ভিদ **বৈচিত্র্য (plant diversity), প্রজাতি প্রাচুর্য (species richness)** কিংবা তাহাদের **বিপন্নতার মাত্রা (threat level)** নির্ণয়ে সাহায্য করে। এই প্রকার অধ্যয়নের একটি সহজ এবং সাধারণ পদ্ধতি হল চতুষ্কোণ নমুনা পদ্ধতি। ইহার প্রথম ধাপ নিম্নে বর্ণিত হল।

4.2 প্রজাতি ক্ষেত্রফল বক্ররেখার সহায়তায় চতুষ্কোণের ন্যূনতম আকার নির্ণয় (Preparation of species area curve to determine minimum size of the quadrat)

4.2.1 তত্ত্ব (Theory)

কোনো একটি অঞ্চল বা আবাসস্থলের (habitat) আকার যাই হোক না কেন সেখানকার সকল উদ্ভিদ প্রজাতি এবং তাদের সদস্য সংখ্যা (individuals) পুঙ্খানুপুঙ্খ ভাবে গণনা করে উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের মাত্রিক গঠন (quantitative structure of plant community) বিশ্লেষণ কখনোই সম্পূর্ণ করা যায় না। সহজসাধ্য বিকল্প উপায় হিসেবে তাই পরিশীলন অঞ্চলের যত্রতত্র নমুনা সংগ্রহ (random sampling) অর্থাৎ উপস্থিত উদ্ভিদ প্রজাতি এবং সদস্য সংখ্যা নথিভুক্ত করে সেখানকার উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের মাত্রিক গঠন নির্ণয় করা হয়।

উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের নমুনা সংগ্রহে বহুল ব্যবহৃত চতুষ্কোণ বা কোয়াড্রেট বলতে বোঝায় নির্বাচিত আকারের একটি বর্গাকার ক্ষেত্র। কোনো অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের প্রকার (community type) এবং প্রজাতি সমষ্টির আকার (population size)-এর ওপর ভিত্তি করে চতুষ্কোণের ন্যূনতম আকার নির্ধারণ করা হয়।

চতুষ্কোণের ন্যূনতম আকার এমন নেওয়া হয় যা বেশ কিছু সংখ্যক উদ্ভিদ প্রজাতি অন্তর্ভুক্ত করে এবং যাদের সদস্য সংখ্যা নির্ভুল ভাবে নথিভুক্ত করা যায়। এটাই হল কোনো অঞ্চলের নমুনা সংগ্রহের উপযোগী ন্যূনতম আকরের চতুষ্কোণ (minimum size of quadrat)।

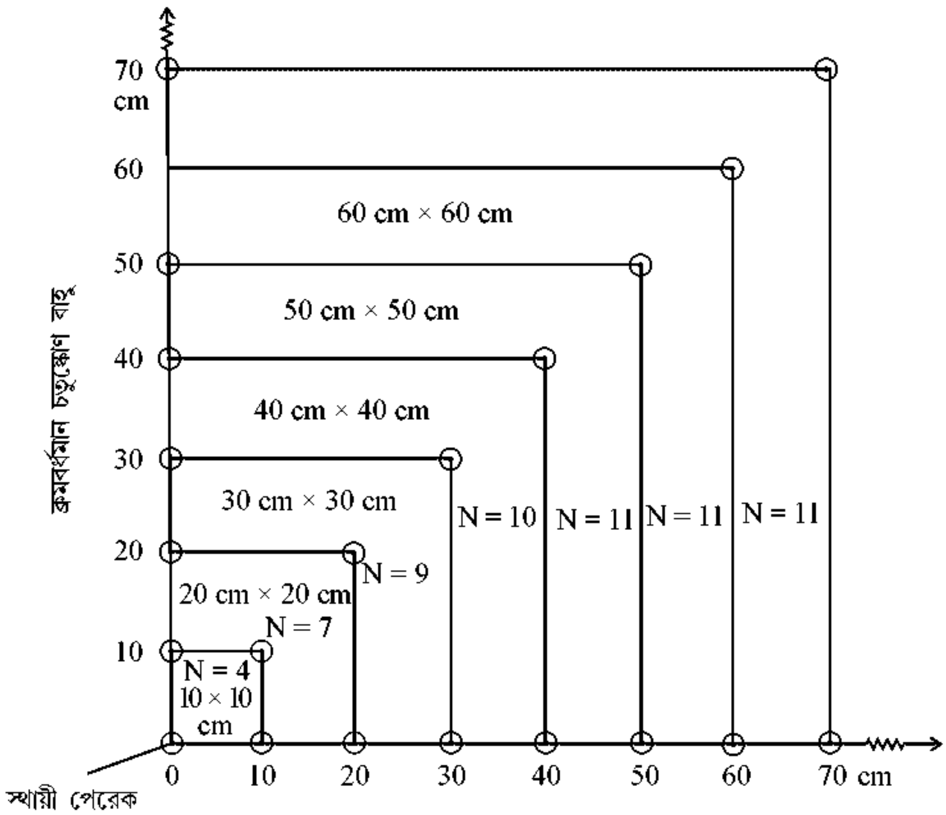
4.2.2 উপকরণ (Requirements)

মোটা সুতো বা দড়ি, স্কেল বা মাপক ফিতে (measuring tape), কয়েকটি লম্বা পেরেক, হাতুড়ি, নোটবুক, পেন ও পেন্সিল ইত্যাদি।

4.2.3 পদ্ধতি (Procedure)

বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের জন্য (For herbaceous vegetation)

এই পদ্ধতিতে চারটি পেরেক এবং দড়ির সাহায্যে একটি 10 cm × 10 cm বর্গাকার চতুষ্কোণ উদ্ভিদ বাসস্থানের (habitat) যেকোনো একটি জায়গায় বসানো হয়। চতুষ্কোণে আবদ্ধ উদ্ভিদ প্রজাতি সমূহের সংখ্যা লিপিবদ্ধ করা হয়। একটি পেরেক এবং পেরেক-সমকোণটিকে অপরিবর্তিত রেখে অপর পেরেক তিনটি তুলে দড়িটিকে চতুর্দিকে প্রসারিত করে 20 cm × 20 cm আকারের চতুষ্কোণ স্থাপন করা হয়। ইহার ভেতরকার উদ্ভিদগুলির প্রজাতির নাম আবার লিপিবদ্ধ করা হয়। অর্থাৎ পূর্ববর্তী চতুষ্কোণের উদ্ভিদ প্রজাতির সঙ্গে বর্ধিত চতুষ্কোণে প্রাপ্ত নতুন উদ্ভিদ প্রজাতিগুলির নাম সংযুক্ত করা হয় এবং মোট প্রজাতি সংখ্যা লিপিবদ্ধ করা হয়। একই ভাবে প্রথম পেরেক এবং সেই সমকোণটিকে অপরিবর্তিত রেখে বাকী পেরেক তিনটিকে তুলে ক্রমান্বয়ে বর্ধিত আকারের (যথা—30 cm × 30 cm × 40 cm × 40 cm × 50 cm × 50 cm.....) চতুষ্কোণ স্থাপন করা হয়। প্রতিক্ষেত্রেই অন্তর্ভুক্ত নতুন প্রজাতিসমূহের নাম ও মোট প্রজাতির সংখ্যা লিপিবদ্ধ করা হয়। (চিত্র 4.1) দেখানো হল।



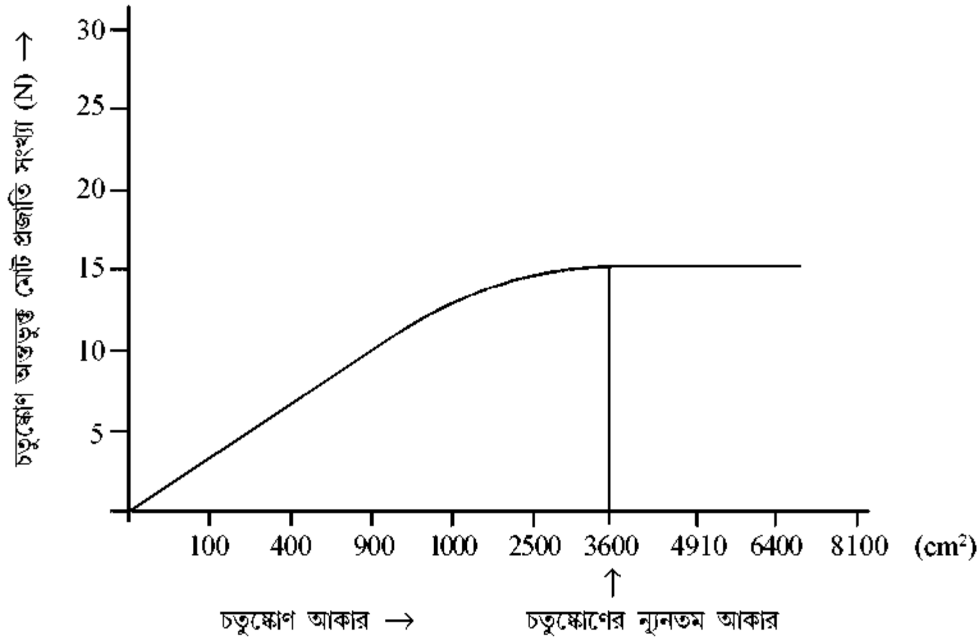
চিত্র 4.1 ক্রমবর্ধমান বাহুর চতুষ্কোণ এবং অন্তর্ভুক্ত মোট প্রজাতি সংখ্যা N দ্বারা নির্দেশিত

4.2.4 পর্যবেক্ষণ ও ফলাফল (Observation and results)

উপরিউক্ত পদ্ধতিতে ক্রমবর্ধমান আকারে স্থাপিত চতুষ্কোণে পর্যায়ক্রমে অন্তর্ভুক্ত নতুন এবং মোট প্রজাতির সংখ্যা নিম্নলিখিত টেবিলে (উদাহরণ হিসেবে) প্রদত্ত হল :

চতুষ্কোণ আকার (cm^2)	নতুন প্রজাতির নাম অথবা ট্যাগ নম্বর	নতুন প্রজাতি সংখ্যা	মোট প্রজাতি সংখ্যা
10 × 10	1. *Commelina benghalensis* (কমেলিনা বেঙ্ঘালেনসিস) 2. *Rumex dentatus* (রুমেক্স ডেন্টটাস) 3. *Acalypha indica* (অ্যাক্যালাইফা ইন্ডিকা) 4. *Alternanthea sessilis* (অল্টারন্যানথেরা সেসিলিস)	4	4
20 × 20	5. *Leonurus sibiricus* (লিওনিউরাস সিরিরিকাস) 6. *Chaenopodium album* (চিনোপোডিয়াম অ্যালবাম) 7. *Cyperus rotundus* (সাইপেরাস রোটান্ডাস)	3	4 + 3 = 7
30 × 30	8. *Boerhaavia repens* (বোয়েরহেভিয়া রিপেন্স) 9. *Ruellia tuberosa* (রুয়েলিয়া টিউবেরোসা)	2	7 + 2 = 9
40 × 40	10. *Amaranthus viridis* (অ্যামার‍্যান্থাস ভিরিডিস)	1	9 + 1 = 10
50 × 50	11. *Croton bonplandianum* (ক্রোটন বনপ্ল্যানডিয়ানাম)	1	10 + 1 = 11
60 × 60		0	11 + 0 = 11
70 × 70		0	11 + 0 = 11
80 × 80		0	11 + 0 = 11

ক্রমবর্ধমান চতুষ্কোণ ক্ষেত্রের আকার (size of quadrat) x-অক্ষ বরাবর এবং ক্রমবর্ধমান চতুষ্কোণ অন্তর্ভুক্ত মোট প্রজাতি সংখ্যা (total number of species) y-অক্ষ বরাবর নির্দেশ করে একটি রেখাচিত্র অঙ্কন করা হয়। ইহাকে প্রজাতি-ক্ষেত্রফল বক্ররেখা (species - area curve) বলা হয়। (চিত্র 4.2)



চিত্র 4.2 প্রজাতি এলাকা বক্ররেখ চিত্র

রেখাটি x এবং y অক্ষের সংযোগস্থল (0, 0) বিন্দু থেকে তীর্যকভাবে বর্ধিত হয়ে যে বিন্দুতে এসে x-অক্ষের সমান্তরালে বাঁক নেয় সেই বিন্দু নির্দেশিত চতুষ্কোণ-এর আকারই ন্যূনতম হিসেবে গণ্য হয়।

উপরিউক্ত টেবিল প্রাপ্ত অনুযায়ী প্রজাতি-ক্ষেত্রফল বক্ররেখা থেকে নির্ণিত ন্যূনতম চতুষ্কোণের আকার হল 60 cm × 60 cm = 3600 cm^2। ইহাই নমুনা সংগ্রহের উপযুক্ত ন্যূনতম আকারের চতুষ্কোণ।

4.2.5 উপসংহার (Conclusion)

স্পিসিস-এরিয়া কার্ভ অনুযায়ী পরিক্ষীত অঞ্চলে প্রাপ্ত ন্যূনতম চতুষ্কোণের আকার 60 cm × 60 cm অর্থাৎ = 3600 cm^2। এটি বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের (herbaceous plant community) মাত্রিক গঠন বিশ্লেষণের জন্য বিশেষ উপযোগী। এর মান অঞ্চল বিশেষে ভিন্ন ভিন্ন হয়ে থাকে। চতুষ্কোণের ন্যূনতম আকার খুব বড় না হলে নমুনা সংগ্রহের কাজ সহজসাধ্য এবং অধিকতর নির্ভুল হয়। পরিশীলনের জন্য পাতিত চতুষ্কোণে অনেক উদ্ভিদই ক্ষুদ্রাকৃতির এবং ফুলবিহীন অবস্থায় পাওয়া যায়। সেগুলি

অপরিচিত হলে সনাক্তকরণের জন্য নির্দিষ্ট ট্যাগ লাগিয়ে ভাউচার নমুনা (voucher specimen) হিসেবে সংগ্রহ করা হয়। পরবর্তী সময়ে ফুলসমেত উদ্ভিদ সংগ্রহ করে সনাক্তকরণ করা হয়।

4.3 মডেল প্রশ্নাবলী (Model Questions)

1. একটি উদ্ভিদ সম্প্রদায় বা ভেজেটেশন সংজ্ঞায়িত করুন।
2. এমন একটি পদ্ধতির নাম বলুন যার মাধ্যমে একটি সম্প্রদায়ের পরিমাণগত চরিত্র পরিমাপ করা হয়।
3. একটি কোয়াড্রাট-এর সর্বনিম্ন আকার কীভাবে নির্ধারণ করা হয়?
4. প্রজাতির ক্ষেত্রফল বক্ররেখা কী এবং এই বক্ররেখা থেকে একটি কোয়াড্রাটের সর্বনিম্ন আকার কীভাবে নির্ধারণ করা হয়?

4.4 উত্তরমালা (Answers)

1. 4.1
2. 4.2
3. 4.2.3
4. 4.2.4

একক – 5 ❑ ফ্রিকোয়েন্সি (পুনরাবৃত্তি) নির্ণয়ের দ্বারা প্রতিষ্ঠান প্রাঙ্গনের বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদের পরিমাণগত বিশ্লেষণ এবং রাউঙ্কিয়ারের ফ্রিকোয়েন্সি বিতরণ তত্ত্বের সাথে প্রাপ্ত ফিকোয়েন্সির তুলনা (Quantitative analysis of herbaceous vegetation in the institute campus for frequency and comparison with Raunkiaer's frequency distribution law)

গঠন

5.0 উদ্দেশ্য **(Objectives)**

5.1 ভূমিকা **(Introduction)**

5.2 প্রতিষ্ঠান প্রাঙ্গনের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ে বিভিন্ন বীরুৎ জাতীয় প্রজাতির পুনরাবৃত্তি এবং পুনরাবৃত্তি শ্রেণী নির্ণয় **(Determination of frequency and frequency classes of different herbaceous species within a vegetation at institution campus)**

- **5.2.1** তত্ত্ব **(Theory)**
- **5.2.2** উপকরণ **(Requirements)**
- **5.2.3** পদ্ধতি **(Procedure)**
- **5.2.4** পর্যবেক্ষণ ও ফলাফল **(Observation and results)**
- **5.2.5** উপসংহার **(Conclusion)**

5.3 রাউনকীয়ার প্রদত্ত পুনরাবৃত্তি শ্রেণীসমূহের স্বাভাবিক শতাংশ বিস্তারের সঙ্গে পরিশীলনে প্রাপ্ত বিভিন্ন প্রজাতির পুনরাবৃত্তি শ্রেণীসমূহের বিস্তারের তুলনা **(Comparison of percentage distribution of different frequency classes obtained from the present study with that of Raunkiaer's normal distribution of frequency classes)**

- **5.3.1** তত্ত্ব **(Theory)**

5.3.2 উপকরণ (Requirements)

5.3.3 পদ্ধতি (Procedure)

5.3.4 পর্যবেক্ষণ ও ফলাফল (Observation and results)

5.3.5 উপসংহার (Conclusion)

5.4 মডেল প্রশ্নাবলী (Model Questions)

5.5 উত্তরমালা (Answers)

5.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি অনুশীলনের মাধ্যমে আমরা আমাদের প্রতিষ্ঠান প্রাঙ্গানের বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদ সম্প্রদায় সম্বন্ধে একটি সাধারণ জ্ঞান লাভ করতে পারবো। উদ্ভিদের পরিমাণগত বিশ্লেষণ বিশেষত বিভিন্ন উদ্ভিদের পুনরাবৃত্তি নির্ণয় পদ্ধতি জানতে পারবো। এই অনুশীলন দ্বারা কোনো উদ্ভিদ প্রজাতি কতটা দুর্লভ বা সহজ প্রাপ্য তা এই পদ্ধতির মাধ্যমে জানতে পারবো। এই জ্ঞান আমাদের প্রয়োজনীয় নানা ভেষজ উদ্ভিদ অনুসন্ধানে সাহায্য করবে। কোনো অঞ্চলের উদ্ভিদ প্রজাতির বিস্তার স্বাভাবিক কিংবা ক্ষতিগ্রস্ত তা রাউঙ্কিয়ারের ফ্রিকোয়েন্সি বিতরণ তত্ত্বের সাথে প্রাপ্ত ফ্রিকোয়েন্সির তুলনা করে পাওয়া যাবে। ইহা পরিবেশ সংরক্ষণের সহায়ক হবে।

5.1 ভূমিকা (Introduction)

কোনো অঞ্চলের ভেজিটেশন বা উদ্ভিদ সম্প্রদায় বিভিন্ন উদ্ভিদ প্রজাতি বা পপুলেশন নিয়ে গঠিত। আমাদের পারিপার্শ্বিক উদ্ভিদ সম্বন্ধে পরিচিতি আমাদের সবাইকার প্রয়োজন। কোনো অঞ্চলের বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদ বা জংলি উদ্ভিদের সংখ্যা সেখানকার বড়গাছ বা বৃক্ষের অনুপাতে অনেক বেশি ও প্রাচুর্য পূর্ণ। এদের বেশিরভাগ উদ্ভিদই নানা ভেষজ গুণসম্পন্ন। কিন্তু আমরা আগাছা হিসাবে এদের গুরুত্ব দিই না বা আমরা এদের নাম বা পরিচয় জানি না। এই অধ্যায় অনুশীলনের মাধ্যমে আমরা আমাদের প্রতিষ্ঠানের বীরুৎ উদ্ভিদদের সাথে পরিচিত হতে পারবো। পুনরাবৃত্তি নির্ণয়ের পদ্ধতির মাধ্যমে কোনো প্রজাতির পরিমাণগত প্রাচুর্য বা অপ্রতুলতা জানতে পারা যায়। সেইমতো আমরা আমাদের পরিবেশের বিরলত্বে বা বিপন্ন প্রজাতি সংরক্ষণে উপযুক্ত ব্যবস্থা নিতে সমর্থ হব। কোনো অঞ্চলের উদ্ভিদ প্রজাতির বিস্তার স্বাভাবিক কিংবা ক্ষতিগ্রস্ত তা রাউঙ্কিয়ারের ফ্রিকোয়েন্সি বিতরণ তত্ত্বের সাথে প্রাপ্ত ফ্রিকোয়েন্সির তুলনা করে পাওয়া যায়। প্রতিষ্ঠান প্রাঙ্গান থেকে প্রাপ্ত ব্যবহারিক জ্ঞান সর্বত্রই প্রয়োগ করতে পারা যাবে।

5.2 প্রতিষ্ঠান প্রাঙ্গানের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ে বিভিন্ন বীরুৎ জাতীয় প্রজাতির পুনরাবৃত্তি এবং পুনরাবৃত্তি শ্রেণী নির্ণয় (Determination of frequency and frequency classes of different herbaceous species within a vegetation at institution campus)

5.2.1 তত্ত্ব (Theory)

কোনো অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ে সকল উদ্ভিদ প্রজাতির এক প্রকার হয় না। বিভিন্ন প্রজাতির বিস্তার ক্ষমতা সেই অঞ্চলের অজৈব উপাদানসমূহর সঙ্গো অভিযোজনগত সাম্য (adaptive equilibrium), আন্তঃপ্রজাতি মিথক্রিয়া (interspecitic interactions) ইত্যাদির ওপর নির্ভর করে। কোনো অঞ্চলের বিভিন্ন প্রজাতি গোষ্ঠীর ঘনত্ব, বিস্তার ও প্রাচুর্যের সাথে বিভিন্ন প্রজাতির পুনরাবৃত্তি (frequency) বিভিন্ন হয়ে থাকে।

প্রজাতি পুনরাবৃত্তি (population frequency)

$$= \frac{\text{কোনো নির্দিষ্ট প্রজাতি যত সংখ্যক চতুষ্কোণে উপস্থিত}}{\text{পরিশীলন অঞ্চলে স্থাপিত মোট চতুষ্কোণের সংখ্যা}} \times 100$$

ফ্রিকোয়েন্সি বা পুনরাবৃত্তি কোনো উদ্ভিদ প্রজাতি সমষ্টির অভিযোজনগত বিস্তার ক্ষমতা নির্দেশ করে। যাদের পুনরাবৃত্তি বেশি তাদের সেই অঞ্চলে বিস্তার ক্ষমতাও বেশি। কোনো একটি অঞ্চলে ভিন্ন ভিন্ন প্রজাতির পুনরাবৃত্তি ভিন্ন ভিন্ন হয়ে থাকে। এই বিভিন্নতা বোঝাতে পুনরাবৃত্তিকে শতকরা হিসাবে 5টি শ্রেণিতে ভাগ করেছেন প্রখ্যাত ইকোলজিস্ট রাউনকিয়ার (1934)।

রাউনকিয়ার প্রদত্ত পুনরাবৃত্তি শ্রেণিসমূহের শতকরা মান নিম্নরূপ :

পুনরাবৃত্তি শ্রেণি	পুনরাবৃত্তি মান (Frequency value)
A	1 – 20%
B	21 – 40%
C	41 – 60%
D	61 – 80%
E	81 – 100%

রাউনকিয়ার-এর অনুশীলন অনুযায়ী কোনো বিস্তীর্ণ অঞ্চলের স্থায়ী উদ্ভিদ সম্প্রদায়ে বিভিন্ন পুনরাবৃত্তি-শ্রেণির যে স্বাভাবিক শতকরা অনুপাত দেখা যায় তা নিম্নরূপ : A–53%, B–14%, C–9%, D–8% এবং E–16%। এই শতকরা অনুপাত 'স্বাভাবিক পুনরাবৃত্তি বিস্তার' (normal frequency distribution) হিসেবে পরিচিত। কোনো অঞ্চলের প্রজাতি পুনরাবৃত্তি বৃদ্ধির সঙ্গে কোনো উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের সমসত্ত্বতা (homogenity) বৃদ্ধি পায় যাহা সেখানকার প্রজাতি বৈচিত্র্য বৃদ্ধি করে।

5.2.2 উপকরণ (Requirements)

মোটা সুতো ও চারটি পেরেক বাঁধা ন্যূনতম আকারের চতুষ্কোণ (60 cm × 60 cm), হাতুড়ি, নোটবুক, পেন বা পেন্সিল, ক্যালকুলেটর ইত্যাদি।

5.2.3 পদ্ধতি (Procedure)

পরিশীলন অঞ্চল জুড়ে কোনো পছন্দ ব্যতিরেকে যত্রতত্র (randomly) ন্যূনতম আকারের চতুষ্কোণ পরপর (serially) ন্যূনতম সংখ্যায় স্থাপন করা হয়। প্রতি ক্ষেত্রেই চতুষ্কোণ আবদ্ধ উদ্ভিদ প্রজাতিগুলির নাম নথিভুক্ত করা হয়। সীমিত সময়ের পাঠক্রমে সীমিত পরিশীলন এলাকায় ন্যূনতম 5টি কমবেশী সুসম দূরত্বে স্থাপন করে। উদ্ভিদ জনসংখ্যার পুনরাবৃত্তি নির্ণয় করা হয়।

নিম্নলিখিত ছকের মাধ্যমে কোনো সীমিত পরিশীলিত অঞ্চলে ন্যূনতম আকারের 5টি চতুষ্কোণ বিভিন্ন স্থান স্থাপন করে অন্তর্ভুক্ত বিভিন্ন প্রজাতির নমুনা সংগ্রহ এবং নথিভুক্ত করা হয়। উপরের উল্লিখিত সমীকরণসমূহ ব্যবহার করে পরিশীলিত অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের বিভিন্ন প্রজাতির পুনরাবৃত্তির মান নিম্নলিখিত ছকে লিপিবদ্ধ করা হয়।

5.2.4 পর্যবেক্ষণ ও ফলাফল (Observation and results)

ক্রমিক সংখ্যা	চতুষ্কোণ অন্তর্ভুক্ত উদ্ভিদ প্রজাতির নাম [উদাহরণ স্বরূপ]	প্রজাতি অন্তর্ভুক্তকারী নমুনা চতুষ্কোণ					প্রজাতি প্রতি মোট চতুষ্কোণ সংখ্যা Q/sp)	প্রজাতি পুনরাবৃত্তি $Fr = \frac{Q/sp}{Q} \times 100$	প্রজাতি পুনরাবৃত্তি শ্রেণি
		স্থাপিত মোট চতুষ্কোণ (Q = 5)							
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5			
1	*Commelina benghalensis* **(কমেলিনা বেঙ্গালেনসিস)**	+	+	+	+	+	5	100%	E
2	*Rumex dentatus* *(রুমেক্স ডেন্টটাস)*	+					1	20%	A
3	*Acalypha indica* *(অ্যাক্যালাইফা ইন্ডিকা)*	+		+			2	40%	B
4	*Alternanthera sessilis* *(অল্টারন্যানথেরা সেসিলিস)*	+	+	+	+	+	5	100%	E
5	*Cyperus rotundus* *(সাইপেরাস রোটান্ডাস)*		+		+	+	3	60%	C
6	*Leonurus sibiricus* *(লিওনিউরাস সিবিরিকাস)*		+				1	20%	A
7	*Chenopodium album* *(চিনোপোডিয়াম অ্যালবাম)*		+	+	+	+	4	80%	D
8	*Boerhaavia repens* *(বোয়েরহেভিয়া রিপেন্স)*			+		+	2	40%	B
9	*Ruellia tuberosa* *(রুয়েলিয়া টিউবেরোসা)*			+			1	20%	A
10	*Amaranthus viridis* *(অ্যামার‍্যানথাস ভিরিডিস)*			+	+	+	3	60%	C
11	*Croton bonplandianum* *(ক্রোটন বনপ্ল্যানডিয়ানাম)*				+	+	2	40%	B
12	*Centella assiatica* *(সেন্টেলা এসিয়াটিকা)*				+		1	20%	A
13	*Xanthium strumarium* *(জ্যান্থিয়াম স্ট্রমেরিয়াম)*					+	1	20%	A

বিভিন্ন পুনরাবৃত্তি শ্রেণিভুক্ত মোট প্রজাতি সংখ্যা যথাক্রমে — A = 5, B = 3, C = 2, D = 1 এবং E = 2।

5.2.5 উপসংহার (Conclusion)

পরিশীলনে প্রাপ্ত ফলাফল থেকে প্রতীয়মান যে বিভিন্ন প্রজাতির পুনরাবৃত্তির মান এখানে ন্যূনতম 20% থেকে সর্বোচ্চ 100% হয়ে থাকে। পুনরাবৃত্তি বেশী হলে কোথাও কোন প্রজাতির উদ্ভিদের যত্রতত্র পাওয়ার সম্ভাবনা বেশী হয়। কিন্তু ইহার সাথে বেশি সংখ্যায় পাওয়া বা না পাওয়া অর্থাৎ ঘনত্ব নির্ভর করে না। পুনরাবৃত্তির মান কম হলে সেই প্রজাতির উদ্ভিদ সর্বত্র সহজে চোখে পড়ে না অর্থাৎ সেই অঞ্চলে ইহারা বিরল। পুনরাবৃত্তি শ্রেণী E সর্বোচ্চ পুনরাবৃত্তির এবং A সর্বোনিম্ন পুনরাবৃত্তি শ্রেণীর উদ্ভিদ নিয়ে গঠিত। পুনরাবৃত্তি শ্রেণী B, C এবং D ক্রমান্বয়ে অধিকতর পুনরাবৃত্তি নির্দেশ করে। উপরিউক্ত পরিশীলনে কমেলিনা বেঙ্গালেনসিস এবং অল্টারন্যানথেরা সেসিলিস সর্বোচ্চ পৌনপুনিকতা নির্দেশ করে। রুমেক্স ডেন্টেটাস, বোয়েরহেভিয়া রিপেন্স সর্বনিম্ন পৌনপুনিকতা অর্থাৎ তাদের বিরল প্রাপ্তি নির্দেশ করে।

5.3 রাউনকীয়ার প্রদত্ত পুনরাবৃত্তি শ্রেণীসমূহের স্বাভাবিক শতাংশ বিস্তারের সঙ্গে পরিশীলনে প্রাপ্ত বিভিন্ন প্রজাতির পুনরাবৃত্তি শ্রেণীসমূহের বিস্তারের তুলনা (Comparison of percentage distribution of different frequency classes obtained from the present study with that of Raunkiaer's normal distribution of frequency classes)

5.3.1 তত্ত্ব (Theory)

কোনো পরিশীলন অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ভুক্ত (plant community) ভিন্ন-ভিন্ন প্রজাতিগোষ্ঠির (population) ভিন্ন ভিন্ন ফ্রিকোয়েন্সি বা পুনরাবৃত্তি দেখা যায়। রাউনকিয়ার বিভিন্ন প্রজাতিগোষ্ঠীর পুনরাবৃত্তির মান শতকরা অনুপাতে মোট 5টি শ্রেণিতে ভাগ করেছেন (যথা A, B, C, D এবং E)।

কোনো অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ভুক্ত মোট প্রজাতি সংখ্যার নিরিখে প্রতিটি পুনরাবৃত্তি শ্রেণির মোট সংখ্যার শতকরা অনুপাত বা শতানুপাত নির্ণয় করা হয়।

$$\text{যেমন, A-এর শতানুপাত} = \frac{\text{A-পুনরাবৃত্তি শ্রেণির মোট প্রজাতির সংখ্যা}}{\text{সেই পরিশীলিত অঞ্চলের মোট প্রজাতির সংখ্যা}} \times 100$$

অনুরূপে পুনরাবৃত্তি শ্রেণি—B, C, D এবং E-এর শতানুপাত নির্ণয় করা হয়।

কোনো অঞ্চলের প্রজাতি গোষ্ঠীর পুনরাবৃত্তি শ্রেণি—C এবং D-এর শতানুপাতিক মান A এবং B অপেক্ষা অনেক কম হয়। ইহাদের অধিকতর মান সেই অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের অসমসত্ত্বতা (heterogenity) এবং পুনরাবৃত্তি শ্রেণি E-এর অধিকতর মান সেই সমসত্ত্বতা (homogenity) নির্দেশ করে।

প্রচুর সংখ্যক চতুষ্কোণ নমুনা সংগ্রহের মাধ্যমে রাউনকিয়ার প্রাপ্ত বিভিন্ন পুনরাবৃত্তি শ্রেণির গড় শতানুপাত হল : A–53%, B–14%, C–9%, D–8% এবং E–16% একেই রাউনকীয়ারের পুনরাবৃত্তি শ্রেণির স্বাভাবিক বিস্তার (Raunkiaer's normal frequency distribution) বলা হয়। এর সঙ্গে তুলনা করলে কোনো পরিশীলন অঞ্চলে উদ্ভিদ প্রজাতিসমূহের পুনরাবৃত্তির বিস্তার কতটা স্বাভাবিক তা অনুধাবন করা যায়।

5.3.2 উপকরণ (Requirements)

উদ্ভিদ প্রজাতির পুনরাবৃত্তি শ্রেণি নির্ণয়ের পরবর্তী সংযোজন হিসেবে নতুন করে আর কোনো উপকরণ প্রয়োজন হয় না। কেবলমাত্র ডাটা সীট, ক্যালকুলেটর, পেন-পেনসিল, স্কেল এবং গ্রাফপেপার প্রয়োজন হয়।

5.3.3 পদ্ধতি (Procedure)

উদ্ভিদ প্রজাতি গোষ্ঠীর পুনরাবৃত্তি এবং পুনরাবৃত্তি শ্রেণি নির্ণয়ের পূর্ব উল্লেখিত পদ্ধতি অনুসরণের পর এখানে বিভিন্ন পুনরাবৃত্তি শ্রেণির শতানুপাত হিসাব করা হয় এবং একটি গ্রাফ পেপারে সেই মান-অনুযায়ী রেখচিত্র অঙ্কন করা হয়। একই সঙ্গে রাউনকিয়ারের পুনরাবৃত্তি শ্রেণিসমূহের স্বাভাবিক বিস্তারের শতকরা মান রেখাচিত্রাকারে তুলনা করা হয়।

5.3.4 পর্যবেক্ষণ ও ফলাফল (Observation and results)

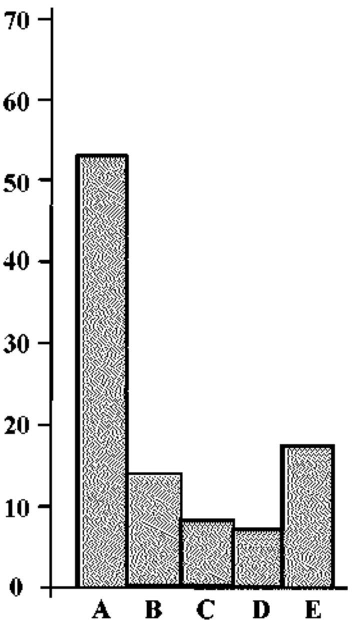
পরিশীলিত অঞ্চলে রাউনকিয়ার প্রদত্ত পুনরাবৃত্তি শ্রেণিভুক্ত প্রজাতি সমষ্টির (population) সংখ্যা এবং মোট প্রজাতির সাপেক্ষে প্রাপ্ত পুনরাবৃত্তি শ্রেণিসমূহের শতানুপাতিক মান নিম্নরূপ :

পুরাবৃত্তি শ্রেণি (Frequency Classes)	প্রতি শ্রেণিভুক্ত মোট প্রজাতি সংখ্যা	মোট পরিশীলিত প্রজাতি সংখ্যা	পুনরাবৃত্তি শ্রেণির শতানুপাত
A	5		$5/13 \times 100 = 38.5$
B	3		$3/13 \times 100 = 23.1$
C	2	13	$2/13 \times 100 = 15.4$
D	1		$1/13 \times 100 = 7.7$
E	2		$2/13 \times 100 = 15.4$

পরিশীলিত অঞ্চলে প্রাপ্ত পুনরাবৃত্ত শ্রেণিসমূহের শতানুপাতিক বিস্তার রাউনকিয়ার প্রদত্ত পুনরাবৃত্তি শ্রেণিসমূহের স্বাভাবিক শতানুপাতিক বিস্তারের তুলনা নিম্নে প্রদত্ত হল :

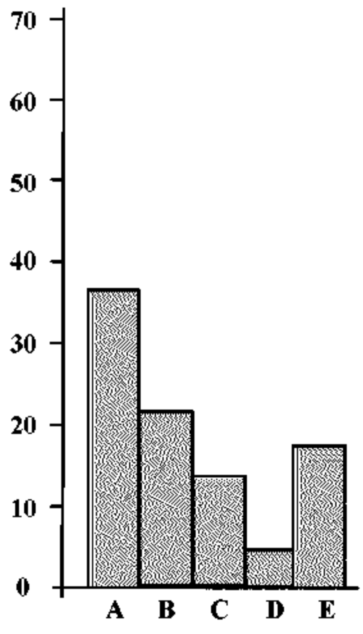
পুনরাবৃত্তি শ্রেণি	পরিশীলন প্রাপ্ত পুনরাবৃত্ত শ্রেণীসমূহের শতানুপাতিক বিস্তার	রাউনকিয়ার প্রদত্ত পুনরাবৃত্ত শ্রেণিসমূহের স্বাভাবিক শতানুপাতিক বিস্তার
A	38.5	54
B	23.1	14
C	15.4	9
D	7.7	8
E	15.4	16

পুনরাবৃত্তি শ্রেণিসমূহের তুলনামূলক বিস্তার চিত্র নিম্নরূপ :



পুনরাবৃত্ত শ্রেণি

পুনরাবৃত্তি শ্রেণিসমূহের রাউনকিয়ার প্রদত্ত স্বাভাবিক বিস্তার চিত্র (Normal frequency distribution diagram)



পুনরাবৃত্ত শ্রেণি

পুনরাবৃত্তি শ্রেণিসমূহের পরিশীলন প্রাপ্ত বিস্তার চিত্র Frequency class distribution diagram obtained from the present study.

5.3.5 উপসংহার (Conclusion)

রাউনকিয়ার প্রদত্ত শতানুপাতে উদ্ভিদের বিভিন্ন পুনরাবৃত্তি শ্রেণির স্বাভাবিক বিস্তারের বারচিত্র (Bar graph) বিপরীত 'J' আকারের হয়। বর্তমান পরিশীলন প্রাপ্ত পুনরাবৃত্তি শ্রেণিসমূহের শতানুপাতিক বিস্তারের বারচিত্রও অনেকটা বিপরীত 'J' (inverted 'J') আকারের হয়েছে। কোনো অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের স্থায়িত্ব, পারিপার্শ্বিক উপদ্রব (disturbances)-এর মাত্রা, চতুষ্কোণ নমুনার ন্যূনতম সংখ্যা, নমুনা সংগ্রহের যথার্থতা (accuracy of sampling) ইত্যাদির ওপর নির্ভর করে পুনরাবৃত্তি শ্রেণীসমূহের শতানুপাতিক বিস্তার রাউনকিয়ারের স্বাভাবিক বিস্তারের সাপেক্ষে ভিন্নমাত্রার হয়ে থাকে। ইহার ফলে তাহাদের বারচিত্র 'J' আকার ছাড়াও অন্যান্য আকারের হয়ে থাকে।

5.4 মডেল প্রশ্নাবলী (Model Questions)

1. উদ্ভিদ সম্প্রদায় (Plant community) বলতে কি বোঝায়?
2. উদ্ভিদ প্রজাতিগোষ্ঠী (Plant population) কাহাকে বলে?
3. কোন পুনরাবৃত্তি শ্রেণী বহুল এবং কোন পুনরাবৃত্তি শ্রেণী বিরল প্রজাতি নির্দেশ করে?
4. প্রজাতি পুনরাবৃত্তি (Frequency) অনুশীলনের উদ্দেশ্য কি?
5. প্রজাতি পুনরাবৃত্তির সমীকরণ লিখুন।
6. বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদের পুনরাবৃত্তি পাঠের উদ্দেশ্য লিখুন।
7. কোনো অঞ্চলের বিভিন্ন পশুপালনের পুনরাবৃত্তি অনুশীলনের পদ্ধতি সংক্ষেপে লিখুন।
8. প্রজাতি পুনরাবৃত্তি শ্রেণিগুলি (Frequency classes) কি ভাবে নির্বাচন করা হয়?
9. পুনরাবৃত্তি শ্রেণি A এবং E অন্তর্ভুক্ত উদ্ভিদ প্রজাতিসমূহের বিস্তার কেমন হয়?
10. পুনরাবৃত্তি শ্রেণিসমূহের স্বাভাবিক বিস্তার (Normal distribution of frequency classes) বলতে কী বোঝায়?
11. রাউনকিয়ার-এর পুনরাবৃত্তি শ্রেণিসমূহের স্বাভাবিক বিস্তারের বারচিত্রের (Bar graph) আকার কেমন হয়?

5.5 উত্তরমালা (Answers)

1. 5.2 ভূমিকা অংশ দেখুন

2. ঐ
3. 5.3 অংশ
4. 5.2.1 অংশ
5. 5.2.1 অংশ
6. 5.1 অংশ
7. 5.2.3 অংশ
8. 5.2.1 অংশ
9. 5.2.1 এবং 5.3.4 অংশ
10. 5.3.4 অংশ
11. 5.3.4 অংশ

একক – 6 ❑ জলজ উদ্ভিদের অঙ্গসংস্থানগত অভিযোজন ফটোগ্রাফের মাধ্যমে অধ্যয়ন (Study of morphological adaptations of hydrophytes though photographs)

গঠন

6.0 উদ্দেশ্য **(Objectives)**

6.1 ভূমিকা **(Introduction)**

6.2 জলজ উদ্ভিদের কিছু অঙ্গসংস্থানিক অভিযোজন **(Some morphological adaptations of Hydrophytes)**

6.2.1 হাইড্রিলা (***Hydrilla***)–নিমজ্জিত জলজ উদ্ভিদ

6.2.2 কচুরিপানা (***Eichhornia***)–মুক্ত ভাসমান জলজ উদ্ভিদ

6.2.3 শালুক (***Nymphaea***) প্রথিতমূল ভাসমান উদ্ভিদ

6.2.4 পাতাশ্যাওলা (***Vallisneria***)–মূল যুক্ত নিমজ্জিত উদ্ভিদ

6.2.5 স্যাজিটেরিয়া (***Sagittaria***), র‍্যানানকিউলাস (***Ranunculus***)–মূল যুক্ত জলজ ভূমির উদ্ভিদ

6.3 উপসংহার **(Conclusion)**

6.4 মডেল প্রশ্নাবলী **(Model Questions)**

6.5 উত্তরমালা **(Answers)**

6.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি অধ্যয়ন করে আমরা বিভিন্ন প্রকার জলজ উদ্ভিদ যেমন নিমজ্জিত, ভাসমান, মুলযুক্ত প্রভৃতি জলজ উদ্ভিদের উদাহরণ জানতে পারবো। জলজ পরিবেশে বসবাসের জন্য তাহাদের মূল, কাণ্ড ও পাতায় যে সকল অঙ্গাসংস্থানিক অভিযোজন দেখা যায় সে সম্বন্ধে ব্যবহারিক জ্ঞান লাভ করতে পারবো।

6.1 ভূমিকা (Introduction)

জলজ পরিবেশে তাপমাত্রার ওঠানামা কম হয় এবং পুষ্টি উপাদানগুলি বেশিরভাগই দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। সাধারণত জলের গভীরতা বৃদ্ধির সাথে আলো ও অক্সিজেনের ঘাটতি দেখা দেয়। জলজ বাস্তুতন্ত্রের উদ্ভিদগুলিতে জল শোষণকারী মূল দুর্বলভাবে বিকশিত। তবে বায়ুর আদান-প্রদানের সুবিধার্থে দেহের সর্বত্র যথেষ্ট পরিমাণ এরেনকাইমা বিকশিত হতে দেখায়।

বিজ্ঞানী শিম্পার (A.F.W. Schimper), 1903 এর মতে হাইড্রোফাইট হল জলে বা জলসমৃদ্ধ পরিবেশে বেড়ে ওঠা উদ্ভিদ। তাদের জীবনচক্র সম্পূর্ণ করার জন্য প্রচুর পরিমাণে জলের প্রয়োজন হয়। জলজ উদ্ভিদে পরিবেশগত অবস্থার সাথে উপযুক্তভাবে মোকাবেলা করার জন্য বিভিন্ন অঙ্গসংস্থানগত অভিযোজন দেখা যায়।

জলজ পরিবেশেও জলের গভীরতা অনুযায়ী উদ্ভিদের মধ্যে বিস্তার বৈচিত্র ও সেই সঙ্গে তাদের আকৃতি ও প্রকৃতিগত নানান বৈশিষ্ট্য দেখা যায়। সাধারণ জলজ অভিযোজনগত বৈশিষ্ট্য ছাড়াও কিছু কিছু বিশেষ বৈশিষ্ট্যও বর্তমান। যা প্রত্যেক প্রজাতির উদ্ভিদদেরই জলজ পরিবেশে সমতা বজায় রেখে সুন্দর ও সুষ্ঠভাবে টিকে থাকতে সাহায্য করে।

নিচে বিশেষ কিছু জলজ উদ্ভিদের উল্লেখযোগ্য অঙ্গসংস্থানিক অভিযোজনগত বৈশিষ্ট্য আলোচনা করা হল (ফটোগ্রাফের মাধ্যমে)।

6.2 জলজ উদ্ভিদের কিছু অঙ্গসংস্থানিক অভিযোজনগত বৈশিষ্ট্য (Morphological adaptative of Hydrophytes)

6.2.1 হাইড্রিলা (*Hydrilla*)–নিমজ্জিত জলজ উদ্ভিদ

1. এর সরু দীর্ঘ, নমনীয় এবং সবুজ শাখা প্রশাখা সালোকসংশ্লেষণ, জল ও পুষ্টি শোষণের জন্য এবং জল প্রবাহের চাপ প্রতিরোধে সহায়তা করে।
2. জল প্রবাহের চাপ প্রতিরোধ করবার জন্য সুচালো প্রান্তসহ সরু ও লম্বা পাতাগুলি চক্রাকারে বিন্যস্ত থাকে।
3. সরু সরু গুচ্ছমূলের সাহায্যে এরা মৃত্তিকা স্তরের সাথে সংযুক্ত থাকে। জল শোষণের জন্য ইহাদের শিকড়ের প্রয়োজন হয় না।
4. সরু, লম্বা এবং এরেনকাইমাযুক্ত স্পাঞ্জি প্রকৃতির কাণ্ড উদ্ভিদকে নমনীয়তা প্রদান। ফলে কাণ্ডগুলি জলের স্রোত অভিমুখে সর্বাধিক সীমায় হেলে গিয়ে উদ্ভিদকে অক্ষত রাখতে সক্ষম।

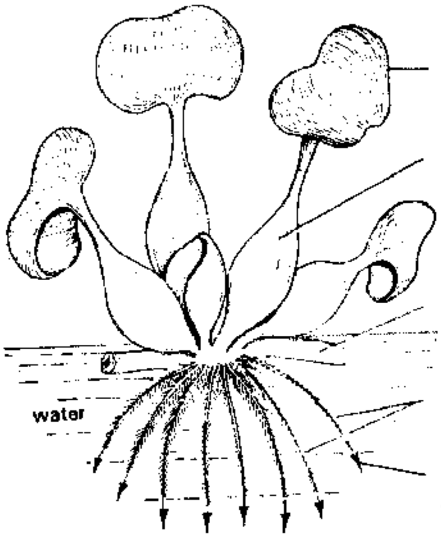
চিত্র 6.1 : হাইড্রিলার অঙ্গসংস্থানিক অভিযোজন

6.2.2 কচুরিপানা (*Eichhornia*)–মুক্ত ভাসমান জলজ উদ্ভিদ

ইহার পাতা পুরু, প্রশস্ত, মোমযুক্ত, প্রায় গোলাকার মসৃণ ও চকচকে। পত্রবৃন্ত স্থূল ও স্পঞ্জের ন্যায় হয়। পাতাগুলি গুচ্ছাকারে ফাঁপা বাল্ব-এর নয় কাণ্ড থেকে উদ্ভূত হয়। ফলে ইহাদের পাতা ও ফুল জলের উপরিতলে সহজেই ভেসে থাকতে পারে ও পচে যায় না।

একাধিক পত্রগুচ্ছ অনুভূমিক কাণ্ডের (স্টোলন) দ্বারা পরস্পর সংযুক্ত থেকে বিভিন্ন আকারের ভেলা তৈরি করে। এই ভেলা বায়ুপ্রবাহে সহজেই জলাশয়ের বিভিন্ন প্রান্তে সরে যেতে পারে। ফলে ইহাদের স্থির জলাশয়েও কখনো পুষ্টি ঘাটতি হয় না।

এদের গুচ্ছমূল পালকের ন্যায় শাখান্বিত। মূলত্র বা রুট ক্যাপের পরিবর্তে রুট-পকেট থাকে, মূলের রোম থাকে না।



চিত্র 6.2 : কচুরিপানা

6.2.3 শালুক (*Nymphaea*) (প্রথিতমূল ভাসমান উদ্ভিদ)

এদের বিশেষ কতগুলি অভিযোজন রয়েছে যা তাদের জলে বেঁচে থাকতে সাহায্য করে। ইহা একটি জলজ বহুবর্ষজীবী, ভাসমান পাতাযুক্ত প্রথিতমূল উদ্ভিদ। ইহারা সাধারণত জলের ২-৫ ফুট গভীরতায় জন্মায়।

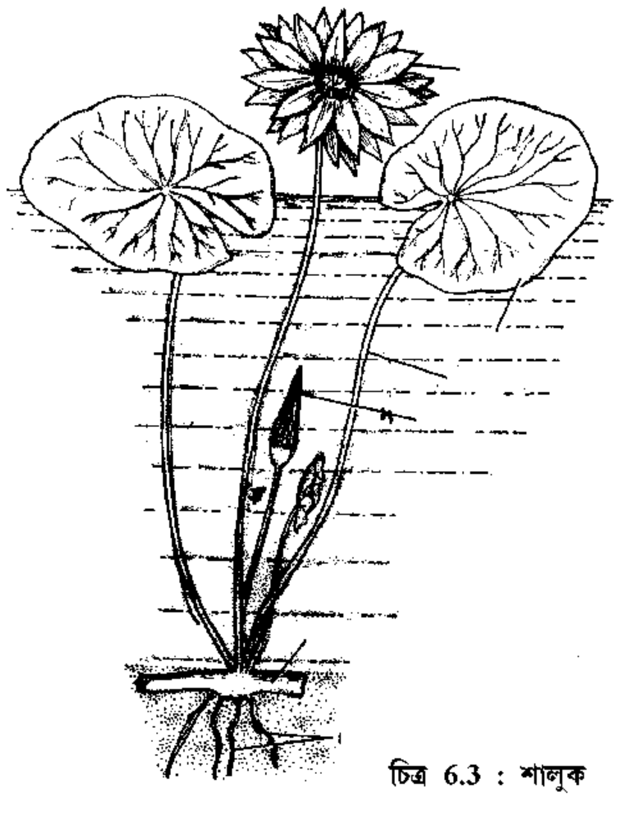
শাখাযুক্ত অনুভূমিক রাইজোম (2-3 সেমি ব্যাস) এবং নীচের দিক থেকে দলবদ্ধভাবে উদ্ভূত অস্থানিক মূল দ্বারা ইহারা কর্দমতলে সংযুক্ত থাকে।

রাইজোমগুলি ছোট, কালো রোমে ঘনভাবে আবৃত থাকে।

বড় গোলাকার (12 ইঞ্চি পর্যন্ত) পাতাগুলি জলের পৃষ্ঠের সমান্তরালে ভাসমান থাকে।

কেন্দ্রের একটি V-আকৃতির খাঁজ থেকে পাতাগুলি সমকোণে লম্বা নলাকার পত্রবৃন্তের সঙ্গে সংযুক্ত থাকে। এইভাবে পাতাগুলি সালোকসংশ্লেষণের জন্য পর্যাপ্ত সূর্যালোক শোষণ করতে পারে।

পাতার উপরের দিকটি যতটা সম্ভব শুষ্ক রাখার জন্য কিউটিকল ও মোমাবৃত থাকে এবং শিকারীদের থেকে রক্ষা করার জন্য নীচের দিকে কাটা থাকে। পত্রবৃন্তে স্পঞ্জের ন্যায় হওয়ায় বায়ু সংবহনে সহায়তা করে ও পাতাগুলিকে জলপৃষ্ঠে ভাসতে সাহায্য করে।



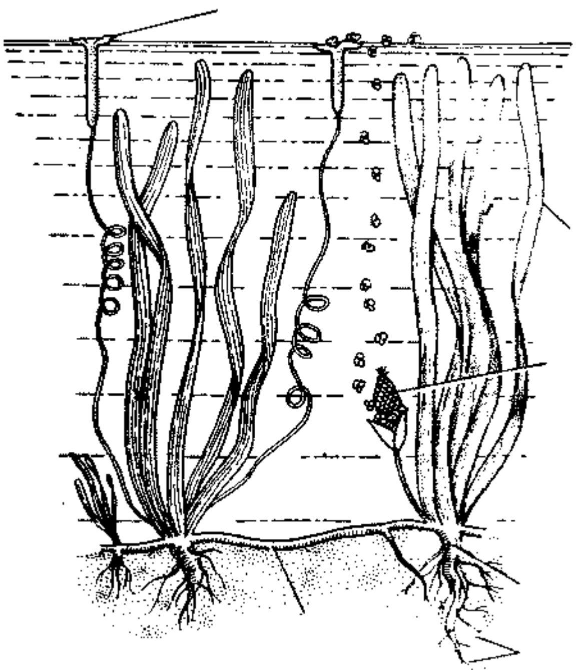
চিত্র 6.3 : শালুক

6.2.4 পাতাশ্যাওলা (*Vallisneria*)–মূল যুক্ত নিমজ্জিত উদ্ভিদ

এদের বিশেষ কতগুলি অভিযোজন রয়েছে যা তাদের জলে বেঁচে থাকতে সাহায্য করে। ইহা একটি জলজ বহুবর্ষজীবী, নিমজ্জিত পাতাযুক্ত উদ্ভিদ। ইহারা সাধারণত জলের ২-৫ ফুট গভীরতায় জন্মায়।

শাখাযুক্ত অনুভূমিক রাইজোম এবং পত্রগুচ্ছের বিপরীতে নীচের দিক থেকে গুচ্ছাকারে উদ্ভূত অস্থানিক মূলের সাহায্যে ইহারা জলতলে কর্দম মাটিতে সংযুক্ত থাকে। এদের পাতা লম্বা ফিতের ন্যায়।

এদের জলের সাহায্যে পরাগসংযোগ (hydrophily) হয়। পুং পুষ্পমঞ্জুরী ক্ষুদ্র বৃন্তযুক্ত ও জলের নীচে থাকে। পরিণত ফুলসকল বিচ্ছিন্ন হয়ে জলের ওপর উঠে এসে জলউপরিতলে ভাসতে থাকে। লম্বা বৃন্তযুক্ত স্ত্রীফুলের গর্ভমুণ্ড জলের উপরিতলে উন্মুক্ত হয়। ভাসমান পুং ফুলের সাথে জল উপরিতলে পরাগমিলন সম্পন্ন হয়। এরপর স্ত্রীফুলের বৃন্ত প্যাঁচাতে থাকে এবং জলের নীচে ডুবে যায়। সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম ফল এবং বীজ জলের নীচেই পরিণত হয়।



চিত্র 6.4 : ভ্যালসনেরিয়া

6.2.5 স্যাজিটেরিয়া (*Sagittaria*), র‍্যানানকিউলাস (*Ranunculus*)–মূল যুক্ত জলজ ভূমির উদ্ভিদ

কিছু কিছু উদ্ভিদে যেমন স্যাজিটেরিয়া (*Sagittaria*), র‍্যানানকিউলাস (*Ranunculus*)-এ হেটেরোফাইলি অর্থাৎ দুইটি বিভিন্ন প্রকারের পাতা দেখা যায়। এখানে জলের উপরিতলের পাতাগুলি

বড় ও অখণ্ডিত হয় এবং জলের তলাকার পাতাগুলি সরু ও খণ্ডিত হয় যা জলপ্রবাহের চাপ প্রশমনে সাহায্য করে।

6.3 উপসংহার (Conclusion)

এই এককে জলজ উদ্ভিদের অঙ্গাসংস্থানগত মুখ্য ও বিশেষ কিছু অভিযোজনগত বৈশিষ্ট্যগুলি তুলে ধরা হয়েছে। জলজ পরিবেশের বিভিন্ন স্থানে যেসকল উদ্ভিদ জন্মায় তাদের মূলতন্ত্র, কাণ্ড, পাতা ও পত্রবৃন্তের অভিযোজনগত বৈশিষ্ট্য আলোচনা করা হয়েছে। ভ্যালিসনেরিয়া উদ্ভিদের বিশেষ জাল পরাগযোগ পদ্ধতি চিত্রের মাধ্যমে আলোচিত হয়েছে। মূলরোমবিহীন দুর্বল মূল, দীর্ঘ ও স্পঞ্জের ন্যায় কাণ্ড এবং এরেনকাইমাযুক্ত স্ফীত স্পঞ্জের ন্যায় পত্রবৃন্ত, ভাসমান পাতার উপরি তলে মোমের আস্তরণ প্রভৃতি জলজ উদ্ভিদের মুখ্য অভিযোজন।

6.4 মডেল প্রশ্নাবলী (Model Questions)

1. কোন উদ্ভিদের হাইড্রোফাইট বলা হয়? বিজ্ঞানী AFW Schimper অনুযায়ী সংজ্ঞা দিন।
2. একটি পূর্ণ নিমজ্জিত জলজ উদ্ভিদের কী কী অঙ্গা সংস্থানগত অভিযোজন দেখা যায়? একটি উদাহরণ দিন।
3. একটি ভাসমান জলজ উদ্ভিদের নাম বলুন এবং এর অঙ্গাসংস্থানগত অভিযোজন সম্পর্কে বলুন।
4. ভ্যালিসনারিয়া কোন ধরণের জলজ উদ্ভিদ?
5. স্যাজিটিরিয়া এবং রানুনক্যুলাসের পাতার অভিযোজনমূলক বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ করুন।

6.5 উত্তরমালা (Answers)

1. 6.1
2. 6.2.1
3. 6.2.2
4. 6.2.4
5. 6.2.5

একক – 7 ❑ লবণাম্বু উদ্ভিদ এবং জাঙ্গাল উদ্ভিদের অঙ্গা সংস্থানগত অভিযোজন ফটোগ্রাফের মাধ্যমে অধ্যয়ন (Study of morphological adaptations of halophytes and xerophytes though photographs)

গঠন

7.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

7.1 ভূমিকা (Introduction)

7.2 লবনাম্বু উদ্ভিদের অঙ্গাসংস্থানগত অভিযোজন (Morphological adaptations of Halophytes)

7.3 জাঙ্গাল উদ্ভিদের অঙ্গাসংস্থানগত অভিযোজন (Morphological adaptations of Xerophytes)

7.4 উপসংহার (Conclusion)

7.5 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

7.6 উত্তরমালা (Answers)

7.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি অধ্যয়ন করে আমরা লবণাম্বু উদ্ভিদ ও জাঙ্গাল উদ্ভিদের মূল, কাণ্ড ও পাতায় অঙ্গাসংস্থানগত বিভিন্ন প্রকার অভিযোজনের জানতে পারবো।

উদাহরণ জানতে পারবো। জলজ পরিবেশে বসবাসের জন্য তাহাদের যে সকল অঙ্গাসংস্থানিক অভিযোজন দেখা যায় সে সম্বন্ধে ব্যবহারিক জ্ঞান লাভ করতে পারবো।

7.1 ভূমিকা (Introduction)

লবণাম্বু উদ্ভিদ ও হ্যালোফাইট : এই প্রকার উদ্ভিদদের লবণাক্ত পরিবেশে অর্থাৎ সমুদ্র উপকূলবর্তী

অঞ্চল, বিভিন্ন দ্বীপ, অন্তর্দেশীয় লবণাক্ত জলাভূমি বা লবণাক্ত মাটিতে জন্মাতে দেখা যায়। এই সকল উদ্ভিদের অত্যাধিক লবণ দ্রবণের সম্পৃক্ত মাটিতে জীবনধারণের জন্য বিভিন্ন প্রকার অঙ্গাসংস্থানগত অভিযোজন দেখা যায়। এর ফলে ইহারা লবনাক্ত পরিবেশের সঙ্গে ভারসাম্য বজায় রেখে জীবন ধারণে সক্ষম। এখানে প্রধানত গুল্ম এবং বৃক্ষজাতীয় উদ্ভিদ দেখা যায়। সমুদ্রতট বরাবর এই প্রকার উদ্ভিদেরা ম্যানগ্রোভ বনাঞ্চল সৃষ্টি করে।

সাধারণভাবে, জেরোফাইট বা জাঙ্গাল উদ্ভিদ বলতে শুষ্ক মাটির উদ্ভিদ বোঝায়। ইহারা বিভিন্ন অঙ্গাসংস্থানিক অভিযোজনের মাধ্যমে শুষ্ক পরিবেশে নিজেদের মানিয়ে বিভিন্ন জীবনপ্রক্রিয়া অক্ষুণ্ণ রেখে বছরের পর বছর বেঁচে থাকে। মরুভূমি এবং বিভিন্ন খরাপ্রবলিত অঞ্চল কিংবা শুষ্ক মৃত্তিকা যুক্ত অঞ্চলে এই প্রকার উদ্ভিদ দেখা যায়।

7.2 লবণাম্বু উদ্ভিদের অঙ্গাসংস্থানগত অভিযোজন (Morphological adaptations of Halophytes)

A. মূলের অভিযোজনগত বৈশিষ্ট্য

লবণাম্বু উদ্ভিদের মূলতন্ত্র খুব উন্নত প্রকৃতির। ইহারা বিভিন্ন প্রকার অভিযোজনের মাধ্যমে উদ্ভিদকে লবণাক্ত পরিবেশের প্রতিকূলতার বিরুদ্ধে বেঁচে থাকায় সাহায্য করে। নিচে লবণাম্বু উদ্ভিদের বিশেষ প্রকার মূলগুলি আলোচিত হল।

(i) জালিকার ন্যায় বিস্তৃত মূল (Root reticulates) :

প্রধানত বৃক্ষজাতীয় বহু উদ্ভিদের মূল কর্দমাক্ত মাটিকে আঁকড়ে জালিকার ন্যায় অনুভূমিক স্তরে চারিদিকে বিস্তার লাভ করে এবং যা একদিকে উদ্ভিদকে দৃঢ়তা প্রদান করে অন্যদিকে মাটির ক্ষয় রোধ করে।

(ii) ঠেসমূল (Stilt root) :

কেয়া বা প্যান্ডানাস উদ্ভিদের গুড়ি কর্দম মাটির কারণে ও সামুদ্রিক হওয়ার দাপটে একদিকে হেলে যায়। এরা যাতে অতিরিক্ত হেলে না পড়ে সেই জন্য এদের গুঁড়ির নিচের দিক থেকে কাণ্ডের হেলে যাওয়া দিক থেকে বেশ কিছু মূল উৎপন্ন হয়ে তির্যক ভাবে ভূমির দিকে বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং শেষে মাটি স্পর্শ করে ও মাটির ভেতরে বৃদ্ধি পেতে থাকে। এই মুলের শীর্ষে অগ্রস্থ ভাজক কলাকে রক্ষা করে যৌগিক মূলত্র বা মাল্টিপট রুট ক্যাপ। মাটিতে প্রবেশ করবার পরে এই মূলগুলি ক্রমশ স্থূল ও দৃঢ় হয়ে ওঠে। এই মূলগুলি হেলে যাওয়া উদ্ভিদের গুঁড়ি সহ সমগ্র কাণ্ড ও পাতাগুলিকে ঠেস দিয়ে স্বস্থানে থাকতে সাহায্য করে।

(iii) বাট্রেস মূল (Root butress) :

ম্যানগ্রোভ বনাঞ্চলে অগভীর শিকড়যুক্ত অনেক গাছেই বাট্রেস মূল দেখা যায়। বাট্রেস মূল গাছের গুঁড়ির চারপাশ থেকে উলম্ব ভাবে উদ্ভূত বেশ চওড়া ও চ্যাপ্টা শিকড় বিশেষ। সাধারণত এগুলি গুড়ি থেকে অনেকটা দূর পর্যন্ত বিস্তৃত থেকে গাছকে উপড়ে পড়া থেকে রক্ষা করে ও স্থায়িত্ব প্রদান করে। এছাড়াও এরা দূরবর্তী স্থানের মাটি থেকে পুষ্টি সংগ্রহ করে।

(iv) শ্বাসমূল বা নিউমাটোফোরে (Breathing root or Pneumatophore) :

লবণাক্ত জলামাটিতে বায়ু চলাচল না থাকায় মূলের শ্বসন কার্যের জন্য বেশকিছু মূল অভিকর্ষের বিপরীতে মাটির ওপর দিকে বৃদ্ধি পায়। এদের বহিত্বকে অসংখ্য রন্ধ্র থাকে যার মধ্য দিয়ে বায়ুর আদানপ্রদান ঘটে। এই মূলকে শ্বাসমূল বা নিউমাটোফোর (Pneumatophores) বলে। উদাহরণ—রাইজোফরা (*Rhizophora* sp.), সোনেরেসিয়া (*Sonneratia* sp.), সুন্দরী (*Heritiera littoralis*) সূচালো এবং ঘন সন্নিবিষ্ট শ্বাসমূল বিভিন্ন জন্তু ও মানুষের উপদ্রব থেকে জঙ্গলকে রক্ষা করে।

B. জরায়ুজ অঙ্কুরোদগম :

লবণাম্বু উদ্ভিদের বীজ লবণাক্ত ও অল্প অক্সিজেনযুক্ত মাটিতে অঙ্কুরতি হতে পারে না। তাই ফলগুলো উদ্ভিদের শাখায় যুক্ত থাকা অবস্থায় ফলের মধ্যে বীজের অঙ্কুরোদগম শুরু হয়। এই সময় প্রথম ভ্রুণমূল বের হয় এবং ভ্রুণমূলটি দীর্ঘ, শক্ত, সরল, স্থূল ও সূঁচাল অগ্রভাগযুক্ত বীজপত্রাবকাণ্ডে (Hypocotyle) পরিণত হয়। এই অবস্থায় ফল উদ্ভিদ শাখা থেকে খসে পড়ে বীজপত্রাবকাণ্ডের সাহায্যে মাটিতে গেঁথে যায় এবং সঙ্গে সঙ্গে অঙ্কুরিত বীজটি মাটিতে স্থাপিত হয়। এরপরই ভ্রুণমুকুল (Plumule) বের হয়। এই পদ্ধতিকে জরায়ুজ অঙ্কুরোদগম (Viviparous germination or Vivipary) বলে। উদাহরণ রাইজোফোরা (*Rhizophora*), ব্রুগুইয়েরা (*Bruguiera*), গরান (*Ceriops*) ইত্যাদি।

7.3 জাঙ্গল উদ্ভিদের অঙ্গসংস্থানগত অভিযোজন (Morphological adaptations of Xerophytes)

জাঙ্গাল উদ্ভিদর অঙ্গাসংস্থানিক অভিযোজনের কিছু বৈশিষ্ট্য আলোচনা করা হলো।

A. মূল :

(i) খরা প্রতিরোধী রসালো জাঙ্গল উদ্ভিদের মূল পুরু এবং রসালো হয় যা বর্ষাকালে প্রচুর পরিমাণে জল ধরে রাখে ও জল সঞ্চয়কারী অঙ্গ হিসাবে কাজ করে। তাদের শিকড়

শাখা-প্রশাখা বিশিষ্ট এবং অগভীর যাতে তারা বৃষ্টির জল সহজে শোষণ করতে পারে। উদাহরণ—ফণীমনসা (*Opuntia dillenii*), তেশিরেমনসা (*Euphorbia splendens*), ঘৃতকুমারী (*Aloe vera*), শতমূলী (*Asparagus racemosus*) ইত্যাদি।

(ii) খরা সহ্যকারী অরসালো বহুবর্ষজীবী জাঙ্গাল উদ্ভিদের শিকড় যথেষ্ট শাখা-প্রশাখা বিশিষ্ট এবং প্রধানমূল মাটির অনেক গভীরে প্রসারিত হয়ে জল শোষণে সক্ষম।

B. কান্ড :

রসালো উদ্ভিদের কান্ড পুরু, রসালো এবং পাতার ন্যায় সবুজ ক্লোরোফিল যুক্ত। ফনিমনসার তে কাণ্ড চ্যাপ্টা উপবৃত্তাকার, তেশিরেমনসার কাণ্ড লম্বা ও উলম্ব শির যুক্ত হয়। অরসালো উদ্ভিদ শতমূলীর কান্ড সরু, লম্বা পাইনের সূচাকৃতির পাতার ন্যায়, প্রতি পারবো থেকে সবুজ বর্ণের ছোট ও সরু শাখা বা ফাইলোক্ল্যাড চক্রাকারে উৎপন্ন হয়। ক্যাসুয়ারিনার (*Casuarina*) প্রান্তিয় শাখাগুলি সবুজ হয়। এদের আকার লম্বা শিরা ও খাঁজ যুক্ত হওয়ায় সালোকসংশ্লেষী তলের আয়তন বৃদ্ধি পায়।

C. পাতা :

পাতা পুরু ও রসালো যেমন ঘৃতকুমারী (*Aloe vera*)

কিছু ক্ষেত্রে পাতাগুলি কাঁটাতে পরিণত হয়। উদাহরণ—ফণিমনসার তেশিরেমনসার ইত্যাদি।

খরা সহ্যকারী অরসালো বহুবর্ষজীবী প্রকৃত জেরোফাইট বা জাঙ্গাল উদ্ভিদের পাতার দৃঢ় গঠন, সুগঠিত কিউটিকল, অধিকাংশ ক্ষেত্রে ঘন রোমযুক্ত হয়। এই সকল অভিযোজনগত বৈশিষ্ট্য তাদের খরা প্রতিরোধে সাহায্য করে। উদাহরণ—করবি (*Nerium indicum*), আকন্দ (*Calotropis procera*), কুল (*Zizyphus jujuba*), বাবলা (*Acacia nelotica*) ইত্যাদি। ক্যাসুয়ারিনা (*Casuarina equisetifolia*) পাতা শ্বলকের ন্যায় ও ক্ষুদ্রাকৃতির হয়। কেননা এদের সালোকসংশ্লেষের কাজ প্রান্তিয় শাখাগুলি সম্পন্ন করে।

7.4 উপসংহার (Conclusion)

এই এককে আমরা লবনাম্বু উদ্ভিদ এবং জাঙ্গাল উদ্ভিদের প্রতিকূল পরিবেশে জীবনধারণের জন্য নানা অঙ্গসংস্থানগত অভিযোজন সম্বন্ধে জানতে পেরেছি। লবনাম্বু উদ্ভিদের নানা প্রকারের অভিযোজনকারী মূল এবং কিছু কিছু প্রজাতির জরায়ুজ অঙ্কুরোদ্গম সম্বন্ধে জানতে পেরেছি। জাঙ্গাল উদ্ভিদের প্রকারভেদ ও তাদের অভিযোজনের প্রকৃতি সম্বন্ধে জানতে পেরেছি।

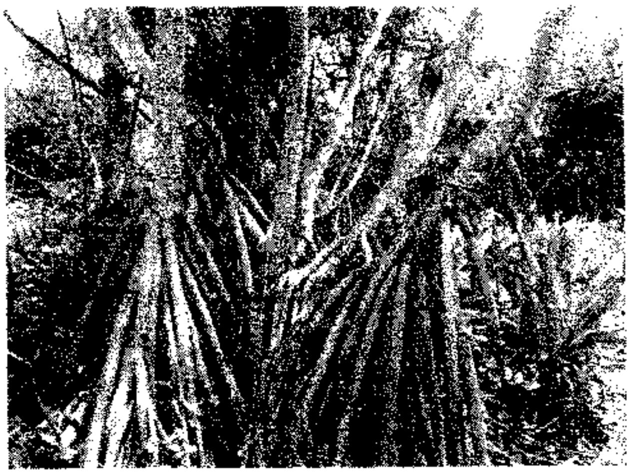
7.5 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

1. হ্যালোফাইট বলতে কি বোঝায়?
2. জেরোফাইট কী?
3. বিভিন্ন হ্যালোফাইটে দেখা যায় এমন বিভিন্ন ধরণের নাম বলুন।
4. বিভিন্ন হ্যালোফাইটে পাওয়া বিভিন্ন ধরণের মূলের অভিযোজন উল্লেখ করুন।
5. নিউমাটোফোরের গঠন এবং কার্যাবলী উল্লেখ করুন।
6. জেরোফাইটের কিছু অঙ্গাসংস্থানগত অভিযোজন উল্লেখ করুন।
7. রসালো জেরোফাইটের পাতা এবং কাণ্ডের অভিযোজন কী কী?

7.6 উত্তরমালা (Answers)

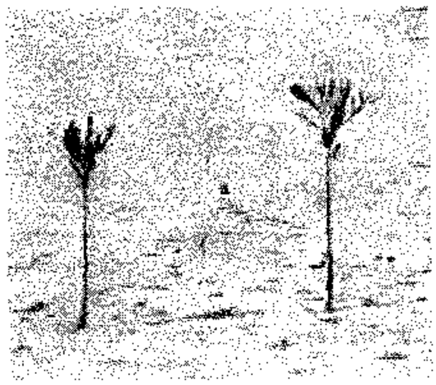
1. 7.1
2. 7.1
3. 7.2
4. 7.2
5. 7.2
6. 7.3
7. 7.3

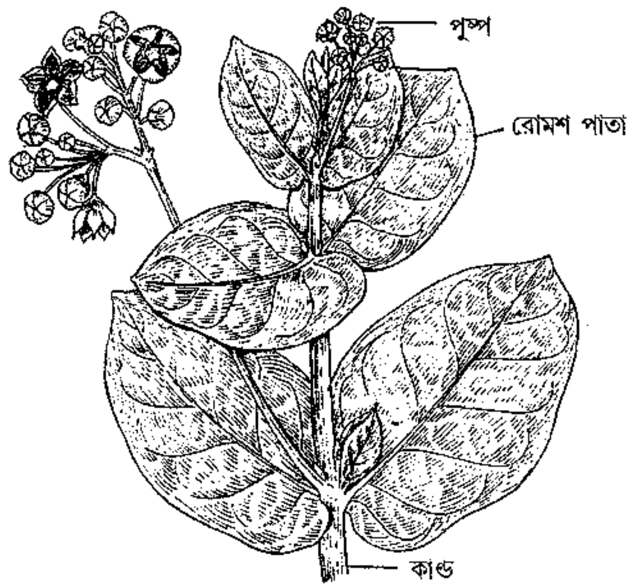
(a) রুট বাট্রিস



(b) ঠেস মূল

(c) জালিকার ন্যায় অনুভূমিক মূল




পুষ্প
রোমশ পাতা
কাণ্ড

পুষ্প
পাতা
উপপত্র কণ্টক
কাণ্ড

একক — 8 ❑ বাস্তব্যগত শারীরসংস্থান—হাইড্রিলা কান্ড, নিমফিয়া পত্রবৃন্ত (জলজ উদ্ভিদ), নেরিয়াম পাতা (জঙ্গল উদ্ভিদ) এবং ভ্যান্ডা মূল (পরাশ্রয়ী অর্কিড)-এর শারীরস্থানিক বৈশিষ্ট্যগুলির অধ্যয়ন (Ecological Anatomy—Study of anatomical features of *Hydrilla* stem, *Nymphaea* petiole (aquatic plant), *Nerium* leaf (xerophytes) and *Vanda* root (epiphytes)

গঠন

8.0 উদ্দেশ্য **(Objectives)**

8.1 ভূমিকা **(Introduction)**

8.2 জলজ উদ্ভিদের শারীরস্থানিক অভিযোজন **(Anatomical adaptations of Hydrophytes)**

8.2.1 হাইড্রিলা কান্ডের শারীরস্থানিক অভিযোজন **(Anatomical adaptations of *Hydrilla* stem)**

8.2.2 নিমফিয়া পত্রবৃন্তের শারীরস্থানক অভিযোজন **(Anatomical adaptations of *Nymphaea* petiole)**

8.3 নেরিয়াম পাতার শারীরস্থানিক জাঙ্গল অভিযোজন **(Antomical xerophytic adaptations of *Nerium* leaf)**

8.4 ভান্ডা মূলের পরাশ্রয়ী অভিযোজন **(Epiphytic adaptations of *Vanda* root)**

8.5 উপসংহার **(Conclusion)**

8.6 মডেল প্রশ্ন **(Model Questions)**

8.7 উত্তরমালা **(Answers)**

8.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই অধ্যায়ে জলজ উদ্ভিদ হাইড্রিলার কান্ড এবং শালুক বা নিমফিয়ার পত্রবৃন্তের অভিযোজনগত বিশেষ শারীরস্থানিক গঠন সম্বন্ধে জানতে পারবো। পরাশ্রয়ী অর্কিড জাতীয় উদ্ভিদ ভ্যান্ডার বায়বীয় মূলের অভ্যন্তরীণ গঠন সম্বন্ধে জানতে পারবো। ইহাদের বাতাসের জলীয় বাষ্প শোষণ করে বেঁচে থাকার কৌশল জানতে পারবো।

8.1 ভূমিকা (Introduction)

জলজ বাসস্থানে বসবাসকারী জলজ উদ্ভিদে কিংবা শুষ্ক মাটির জাঙ্গাল উদ্ভিদে বিভিন্ন প্রকারের শারীরস্থানিক অভিযোজন দেখা যায় যার ফলে উদ্ভিদেরা পারিপার্শ্বিক পরিবেশের সাথে অভ্যন্তরীণ ভাবে সামঞ্জস্য বজায় রাখতে সক্ষম হয়। সাধারণতঃ জলজ উদ্ভিদের জল সংবহন কলার প্রয়োজন খুব কম থাকায় জাইলেম কলার উপস্থিতি খুব নগণ্য হয়ে থাকে। আবার জাঙ্গাল উদ্ভিদের দেহে সংবহন কলা সুগঠিত হয়ে থাকে। পরাশ্রয়ী উদ্ভিদেরা অন্য গাছের উপরে জন্মানোর জন্য মাটির সংস্পর্শ পায় না। তাই সারাবছর জল সংগ্রহের জন্য ইহাদের বাতাসের জলীয় বাষ্পের উপরে নির্ভর করতে হয়। বাতাস থেকে জল শোষণ সাধারণ মূলের ন্যায় মূলরোমের মাধ্যমে হয় না। এই জাতীয় উদ্ভিদের বায়ুবীয় মূল থাকে যা বাতাসের জলীয়বাষ্প শোষণে ও সেই জল সংরক্ষণে বিশেষ ভাবে অভিযোজিত।

8.2 হাইড্রিলা কাণ্ড ও নিমফিয়া পত্রবৃন্তের শারীরস্থানিক জলজ অভিযোজন (Anatomical hydrophytic adaptations of *Hydrilla* stem and *Nymphaea* petiole)

8.2.1 হাইড্রিলার কান্ডের শারীরস্থানিক অভিযোজনগত বৈশিষ্ট্য (প্রস্থচ্ছেদ থেকে প্রাপ্ত) :

নিমজ্জিত উদ্ভিদ হাইড্রিলার কাণ্ড সাধারণত কিউটিকল বিহীন বা খুব পাতলা স্তরে বিন্যস্ত থাকে।

- এপিডার্মিস এককোষী, পাতলা প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত।
- অধঃস্তক পাতলা প্রাচীরযুক্ত প্যারেনকাইমা দ্বারা গঠিত।
- কাণ্ডের বহিঃস্তর (কর্টেক্স) পাতলা প্রাচীর যুক্ত প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত এবং প্রচুর বাতাবকাশ যুক্ত থাকে।
- ইহাদের এপিডার্মিস ক্লোরোফিল থাকে।

- বায়ুর গহ্বর অক্সিজেন এবং কার্বন ডাই অক্সাইডে পূর্ণ থাকে যা উদ্ভিদকে শ্বসন ও সালোকসংশ্লেষণে সাহায্য করে। এছাড়াও জলজ পরিবেশে ভাসমান থাকতে ও জলের চাপ সইতে সাহায্য করে।

8.2.2 শালুকের পত্রবৃন্তের প্রস্থচ্ছেদ থেকে প্রাপ্ত শারীরস্থানিক বৈশিষ্ট্য :

- বহিঃত্বক বা এপিডার্মিস একক স্তর বিশিষ্ট এবং এতে অনেক ক্লোরোপ্লাস্ট থাকে।
- এপিডার্মিসে কিউটিকল অথবা কোনো পত্ররন্ধ্র থাকে না।
- কোলেনকাইমা জাতীয় দুই বা তিন স্তরীয় পাতলা অধঃস্তক থাকে যা নিমজ্জিত পত্রবৃন্তকে স্থিতিস্থাপকতা প্রদান করে।
- বিক্ষিপ্তভাবে বিন্যস্ত সংবহন কলায় ফ্লোয়েম সুগঠিত কিন্তু জাইলেম দুর্বল প্রকৃতির কেবলমাত্র পাতলা গহ্বরে রূপান্তরিত।
- পত্রবৃন্তের অভ্যন্তর প্রচুর বায়বীয় এরেনকাইমা কলায় পূর্ণ। বায়ু গহ্বরে কিছু স্ক্লোরাইড দেখা যায়। উভয়েই পত্রবৃন্তকে জলের চাপ সইতে সাহায্য করে।

8.3 নেরিয়াম পাতার শারীরস্থানিক জাঙ্গাল অভিযোজন (Antomical xerophytic adaptations of *Nerium* leaf)

পাতার প্রস্থচ্ছেদ থেকে নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলি দেখা যায় :

- নেরিয়াম পাতায় বহুস্তরীয় এপিডার্মিস থাকে। পাতার উভয় তলে পুরু কিউটিকল দেখা যায়।
- স্টোমাটা বা পত্ররন্ধ্র নীচের এপিডার্মিসের মধ্যে সীমাবদ্ধ।
- স্টোমাটাগুলি নিমজ্জিত প্রকৃতির অর্থাৎ ইহারা এক একটি গহ্বরের অভ্যন্তরে অবস্থিত।
- পাত্ররন্ধিও গহ্বরে অসংখ্য রোম থাকে যাহা পাত্ররন্ধকে আবৃত করে রাখে।
- ওপরের সকল বৈশিষ্ট্যগুলি পাতার প্রচ্ছেদন হারকে হ্রাস করতে সাহায্য করে।
- ভাস্কুলার বান্ডিল সুগঠিত। ইহা স্টার্চপূর্ণ বান্ডিল আবরণী দ্বারা আবৃত। ইহার ফলে পাতা শুষ্ক পরিবেশেও জল ও খাদ্য পরিবহন দক্ষতার সাথে করে থাকে।

8.4 ভ্যান্ডা মূল-এর শারীরস্থানিক পরাশ্রয়ী অভিযোজন (Anatomical epiphytic adaptation of *Vanda root*)

এপিফাইটিক বা পরাশ্রয়ী অর্কিড ভ্যান্ডার ঝুলন্ত বায়বীয় মূলের প্রস্থচ্ছেদ থেকে নিম্নলিখিত শারীরস্থানিক অভিযোজনগত বৈশিষ্ট্যগুলি দেখায় যা তাদের পরাশ্রয়ী উদ্ভিদ হিসাবে সফলভাবে বাঁচতে সহায়তা করে। এই বৈশিষ্ট্যগুলি তাদের জলের উৎস হিসাবে বায়ুমণ্ডলীয় জলীয়বাষ্প সংগ্রহ করতে এবং জল সংরক্ষণের সহায়তা করে।

বায়বীয় মূলের প্রস্থচ্ছেদ থেকে নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলি দেখতে পাওয়া যায় :

এদের বায়বীয় মূলের বাইরের পৃষ্ঠে ভেলামেন নামক বিশেষ ধরনের আর্দ্রতা শোষণকারী স্পঞ্জি কোষের বহু-স্তরযুক্ত অঞ্চল রয়েছে একে ভেলামেন বলে।

ভেলামেন কম্প্যাক্ট হাইগ্রোস্কোপিক পুরু-প্রাচীর যুক্ত সংকীর্ণ বহুভুজাকার বা আয়তকার মৃত কোষ দ্বারা গঠিত হয়।

ভেলামেনের নীচে এক্সোডার্মিস নামে একটি ঘন সন্নিবিষ্ট এক স্তরীয় কোষ সীমানা রয়েছে। এটি দুই ধরনের কোষ দ্বারা গঠিত (i) পুরু প্রাচীরযুক্ত প্রোটোপ্লাস্ট বিহীন বহুসংখ্যক মৃত কোষ যা মূল কর্টেক্সকে ডিহাইড্রেশনের বিরুদ্ধে রক্ষা করে এবং (ii) পাতলা প্রাচীর ও ঘন প্রোটোপ্লাজম যুক্ত আইসোডিয়ামেট্রিক কিছু জীবন্ত কোষ বা প্যাসেজ কোষ যা ভেলামেন থেকে জল ও জলে দ্রবীভূত পুষ্টি অভ্যন্তরীণ কর্টেক্স স্তরে চালিত করে।

ভেলামেন-এক্সোডার্মিস কমপ্লেক্স বাতাসের জলীয়বাষ্প নিষ্ক্রিয়ভাবে শোষণ করে এবং মূলে অস্থায়ীভাবে এই আর্দ্রতা ধরে রাখে। ভ্যান্ডা মূলে ইহা একটি পরিপূরক শোষণ ব্যবস্থা গঠন করে (বেনজিং অ্যান্ড ফ্রিডম্যান, 1982)।

এক্সোডার্মিসের নীচে একটি বহু-স্তর বিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ নির্মিত কর্টেক্স রয়েছে যেখানে কিছু জল-সঞ্চয়কারী কোষও রয়েছে। কর্টেক্সের পরে রয়েছে সুগঠিত এন্ডোডার্মিস এবং স্টেলি।

8.5 উপসংহার (Conclusion)

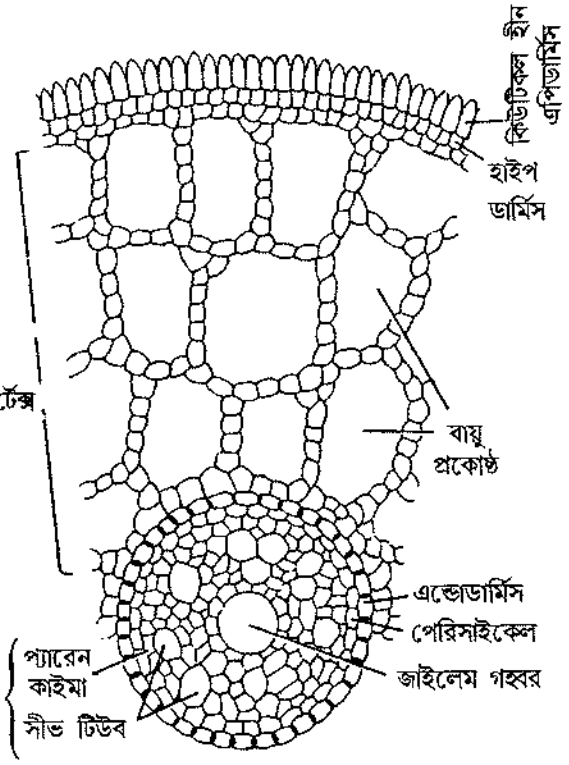
এই এককে বিশেষ কিছু জলজ উদ্ভিদ, জাঙ্গাল উদ্ভিদ এবং পরাশ্রয়ী উদ্ভিদ প্রজাতির আভ্যন্তরীণ গঠনে পরিবেশ উপযোগী অভিযোজন সম্বন্ধে জানতে পেরেছি। শারীরস্থানিক বিভিন্ন রূপান্তরগত বৈশিষ্ট্য উদ্ভিদ প্রজাতিগুলিকে পরিবেশের সঙ্গে সমতা বজায় রেখে বছরের পর বছর টিকে থাকতে সাহায্য করছে।

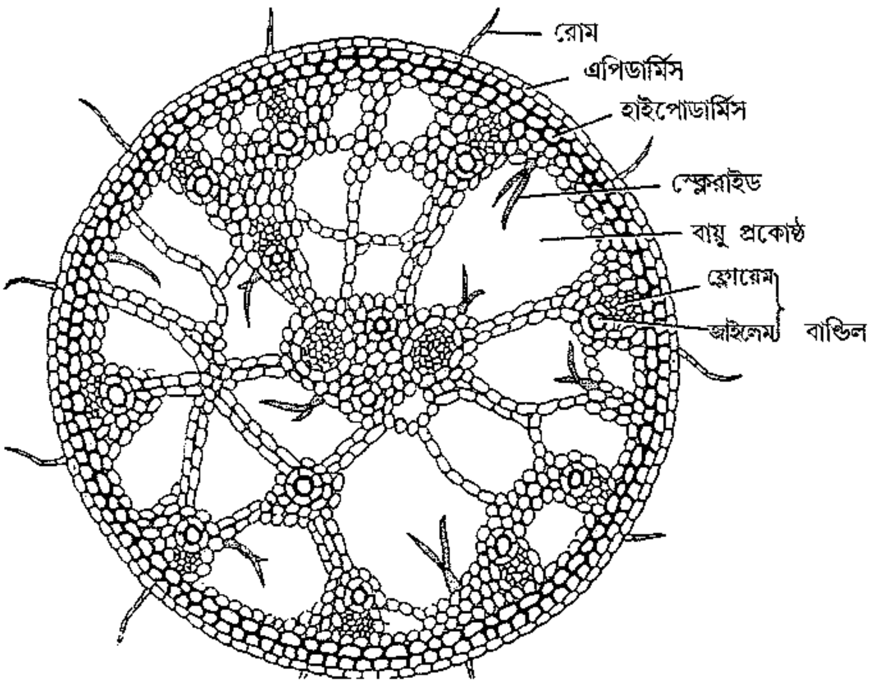
8.6 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

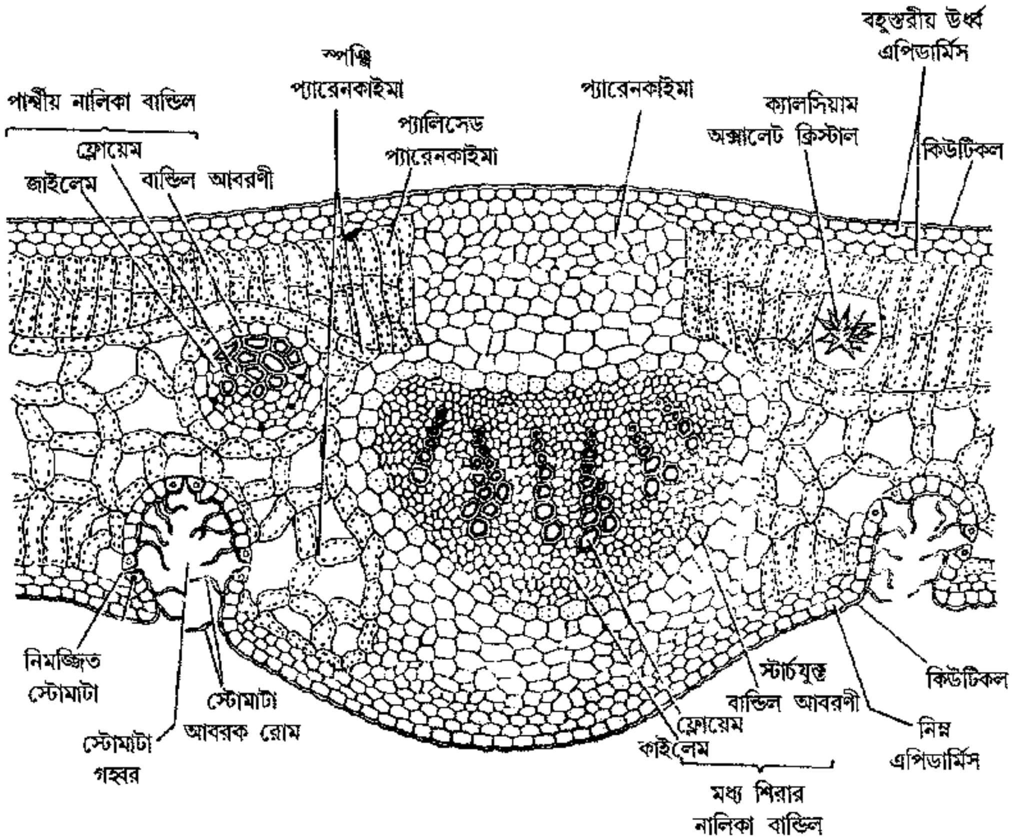
1. হাইড্রিলা কাণ্ডের শরীরস্থানিক অভিযোজন কী কী?
2. শালুকের পত্রবৃন্তের শারীরস্থানিক অভিযোজন কী কী?
3. জেরোফাইটিক অভিযোজনের জন্য নেরিয়াম পাতায় কী ধরণের শারীরস্থানিক অভিযোজন দেখতে পাওয়া যায়?
4. এপিফাইটিক অভিযোজনের জন্য ভাণ্ডা মূলে কী ধরণের শারীরস্থানিক অভিযোজন দেখতে পাওয়া যায়?
5. নিমজ্জিত স্টোমাটার গঠন এবং কার্যকারিতা লিখুন।
6. ভেলমেনের উপস্থিতি এবং কার্যকারিতা লিখুন।

8.7 উত্তরমালা (Answers)

1. 8.2.1
2. 8.2.2
3. 8.3
4. 8.4
5. 8.3




রোম
এপিডার্মিস
হাইপোডার্মিস
স্ক্লেরাইড
বায়ু প্রকোষ্ঠ
ফ্লোয়েম
জাইলেম
বান্ডিল


বহুস্তরীয় উর্ধ্ব এপিডার্মিস
স্পঞ্জি প্যারেনকাইমা
পার্শ্বীয় নালিকা বান্ডিল
ফ্লোয়েম
জাইলেম
বান্ডিল আবরণী
প্যালিসেড প্যারেনকাইমা
প্যারেনকাইমা
ক্যালসিয়াম অক্সালেট ক্রিস্টাল
কিউটিকল
নিমজ্জিত স্টোমাটা
স্টোমাটা আবরক রোম
স্টোমাটা গহ্বর
স্টার্চযুক্ত বান্ডিল আবরণী
ফ্লোয়েম
কাইলেম
কিউটিকল
নিম্ন এপিডার্মিস
মধ্য শিরার নালিকা বান্ডিল

একক — 9 ❑ ফটোগ্রাফের মাধ্যমে বিভিন্ন প্রকার উদ্ভিদ মিথস্ক্রিয়ার অধ্যয়ন: কাণ্ড পরজীবী (কাসকিউটা), মূল পরজীবী (ওরোব্যাঞ্চি), এপিফাইটস (ভ্যান্ডা), শিকারী সম্পর্কে (পতঙ্গভুক উদ্ভিদ) [Study of different plant interactions Stem parasite (*Cuscuta*), Root parasite (Orobanche), Epiphyte (*Vanda*), Predation (Insectivorous plants) through photographs]

গঠন

9.0 উদ্দেশ্য **(Objectives)**

9.1 ভূমিকা **(Introduction)**

9.2 কান্ড পরজীবী—স্বর্ণলতা **(Stem parasite—*Cuscuta*)**

9.3 মূল পরজীবী—ওরোব্যাঞ্চি **(Root parasite—*orobanche*)**

9.4 পরাশ্রয়ী—ভ্যান্ডা **(Epiphyte—*Vanda*)**

9.5 শিকারী সম্পর্ক : পতঙ্গভুক উদ্ভিদ **(Predation—Insectivorous plants)**

9.5.1 কলসপত্রী উদ্ভিদ বা "পিচার প্ল্যান্টস" **(*Nepenthes khasiana* or pitcher plants)**

9.5.2 সূর্যশিশির বা ড্রোসেরা **(*Drosera* or Sundew)**

9.6 উপসংহার **(Conclusion)**

9.7 মডেল প্রশ্ন **(Model Questions)**

9.8 উত্তরমালা **(Answers)**

9.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

আমাদের চারিপাশে সাধারণত স্বতন্ত্র সবুজ স্বভোজী গাছপালা দেখে থাকি। কিন্তু এইসকল গাছপালার মধ্যেও বিভিন্ন বাস্তু্য বাসস্থানে (ecological habitat) কিছু উদ্ভিদ আছে যারা স্বতন্ত্র নয়। এই অধ্যায়ে সেই সকল উদ্ভিদের মিথস্ক্রিয়ার প্রকারভেদ উদাহরণ সহ জানতে পারবো। বিশেষ বিশেষ উদ্ভিদের পরজীবীতা, পরাশ্রয়ী ও শিকারী সম্পর্ক ও সেই মতন তাদের অভিযোজনগত বৈশিষ্ট্য জানতে পারবো।

9.1 ভূমিকা (Introduction)

কোনো জীব পরিবেশে আলাদাভাবে বসবাস করতে পারে না। যদিও সবুজ গাছপালা বাকি জীব জগতের খাদ্যের প্রস্তুতকারক, কিন্তু কিছু কিছু উদ্ভিদেরা আবার আংশিক বা সম্পূর্ণভাবে অন্যের উপর নির্ভরশীল। প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ আন্তঃনির্ভরতা সকল প্রকার জীবের মধ্যে রয়েছে। বিভিন্ন উচ্চতর উদ্ভিদও (গুপ্তবীজী উদ্ভিদ) নানা প্রকার পুষ্টি দ্রব্যের জন্য অন্য উদ্ভিদ বা প্রাণীর সঙ্গে মিথস্ক্রিয়ার সম্পর্ক তৈরী করে। প্রতিযোগিতা ছাড়াও, জীবের মধ্যে আরও অনেক ধরনের আন্তঃসম্পর্ক রয়েছে, উদাহরণস্বরূপ, পরজীবীতা বা প্যারাসাইটিজম, পরাশ্রয়ীতা বা এপিফাইটজম, মাংসাশী বা শিকারী স্বভাব ইত্যাদি। নিম্নে ইহাদের বর্ণনা দেওয়া হলো।

9.2 কান্ড পরজীবী—স্বর্ণলতা (Stem parasite—*Cuscuta*)

কাসকিউটা বা স্বর্ণলতা একটি পূর্ণপরজীবী উদ্ভিদের উদাহরণ। এদের কোনো ক্লোরোফিল নেই এবং এটি হোস্ট বা পোষক উদ্ভিদ থেকে খাদ্য উপাদান শোষণ করে। এই প্রক্রিয়ায়, হোস্ট তার মূল্যবান পুষ্টি থেকে বঞ্চিত হয়। ইহারা লম্বা শাখান্বিত সোনালী বা সোনালী সবুজ জালিকাকারে বিন্যস্ত তারের ন্যায় শাখা প্রশাখা নিয়ে পাত্রবিহীন ও মূলবিহীন উদ্ভিদ। কখনো ক্ষুদ্রাকৃতির অস্থায়ী শল্কপত্র দেখা যায়। স্থানে স্থানে ইহারা পোষক উদ্ভিদের নরম কাণ্ড ও পত্রবৃন্তকে সর্পিলাকার জড়িয়ে থাকে। পোষকের সংযোগ স্থলে ইহারা হাস্টোরিয়া বা বিশেষ শোষক অঙ্গ পোষকের আভ্যন্তরীণ কলা কোষে প্রবেশ করিয়ে দেয় এবং তাদের থেকে জল, শর্করা এবং অন্যান্য দ্রবণগুলি পুষ্টি হিসেবে শোষণ করে।

9.3 মূল পরজীবী—ওরোব্যাঞ্চি (Root parasite—*Orobanche*)

ওরোব্যাঞ্চি ক্লোরোফিলবিহীন পূর্ণ মূল পরজীবী আগাছা প্রকৃতির উদ্ভিদ। টমেটো, বেগুন, আলু, বাঁধাকপি, সূর্যমুখী, মটরশুটি প্রভৃতি পোষক উদ্ভিদের মূলে সংযুক্ত হয়ে পুষ্টি সংগ্রহ করে যা পোষকের ব্যাপক পুষ্টি ঘাটতির জন্য দায়ী। আক্রান্ত উদ্ভিদের উৎপাদন ভীষণ ভাবে হ্রাস পায়।

ওরোব্যাঞ্চি সাধারণতঃ হলুদ থেকে বাদামী বর্ণের শাখাপ্রশাখা যুক্ত ছোট, 10–60 সেন্টিমিটার লম্বা উদ্ভিদ। পাতাগুলি ক্ষুদ্র, নিছক ত্রিভুজাকার সাল্কপত্র। হলুদ, সাদা বা নীল স্ন্যাপড্রাগন-সদৃশ ফুলের দ্বারা এগুলিকে সবচেয়ে ভালভাবে চেনা যায়। ফুলের কুঁড়ি আঁশযুক্ত। বেশিরভাগ প্রজাতিতে 10–20 টি ফুলের ঘন টার্মিনাল স্পাইক থাকে, যদিও একক ফুলের ওরোব্যাঞ্চি হলো *Orobanche uniflora*।

যেহেতু তাদের কোন ক্লোরোফিল নেই, তাই ওরোব্যাঞ্চি পুষ্টির জন্য অন্যান্য উদ্ভিদের উপর সম্পূর্ণ নির্ভরশীল। জীবন্ত উদ্ভিদের শিকড় দ্বারা ক্ষরিত নির্দিষ্ট যৌগ দ্বারা অঙ্কুরিত হওয়ার জন্য উদ্দীপিত না হওয়া পর্যন্ত বীজগুলি প্রায়শই বহু বছর ধরে মাটিতে সুপ্ত থাকে। ওরোব্যাঞ্চি অঙ্কুর কাছাকাছি হোস্টের মূলে সংযুক্ত হয়। একবার হোস্টের সাথে সংযুক্ত হয়ে গেলে, পোষকের পুষ্টি শোষণ করে এরা বৃদ্ধি পায় ও প্রস্ফুটিত হয়।

9.4 পরাশ্রয়ী—ভ্যান্ডা (Epiphyte—*Vanda*)

এপিফাইটিক অভিযোজন—এটি অন্য ধরনের বায়োটিক অ্যাসোসিয়েশন যেখানে পরাশ্রয়ী উদ্ভিদ অন্য বৃক্ষজাতীয় উদ্ভিদের ওপরে জন্মায় কিন্তু সহায়ক উদ্ভিদ থেকে তাদের খাদ্য আহরণ করে না। উষ্ণ এবং আর্দ্র গ্রীষ্মমণ্ডলীয় অঞ্চলে বেশি দেখা যায়। তারা বাতাসের জলীয়বাষ্প ও বৃষ্টির জল থেকে এবং বাকলের ফাটলে জমা হওয়া নানা প্রকার ধূলিকণা ও সামান্য পরিমাণ হিউমাস জাতীয় পদার্থ থেকে তাদের আর্দ্রতা এবং পুষ্টি সংগ্রহ করে। জল এপিফাইটিক জীবনের সীমাবদ্ধতা এবং তাই ইহারা দক্ষতার সাথে বায়ুমণ্ডলের জলীয়বাষ্প শোষণ ও সংরক্ষণ করে। ঝুলন্ত বায়বীয় মূলের বহিঃস্তরে স্পঞ্জ জাতীয় ভেলামেন কলা থাকায় ইহারা বাতাসের জলীয়বাষ্প শোষণ করতে সক্ষম। ইহাদের ক্লিনজিং মূল উদ্ভিদকে আশ্রয়দাতা উদ্ভিদের বাকলের সাথে আঁকড়ে ধরে থাকতে ও বাকলের ফাটলের থেকে পুষ্টি শোষণে সাহায্য করে। ইহাদের পাতা পুরু ও রসালো হয় যা জল সঞ্চয়ে সাহায্য করে। ইহা একপ্রকার কমেনসালিম (+ 0) প্রকৃতির মিথস্ক্রিয়া। ইহা দুটি জীবের মধ্যে একপ্রকার আন্তঃসম্পর্ক যেখানে একটি জীব উপকৃত হয় (পরাশ্রয়ী উদ্ভিদ) এবং অন্যটির (আশ্রয়দাতা উদ্ভিদ) লাভ বা ক্ষতি কিছু হয় না, অর্থাৎ নিরপেক্ষ থাকে।।

9.5 শিকারী সম্পর্ক : পতঙ্গভুক উদ্ভিদ (Predation—Insectivorous plants)

9.5.1 কলসপত্রী উদ্ভিদ বা "পিচার প্ল্যান্ট" (*Nepenthes khasiana* or pitcher plant)

নেপেনথেস খাসিয়ানার সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য হল এদের পাতা বিশেষভাবে রূপান্তরিত হয়ে একটি ঢাকানাযুক্ত কলশির ন্যায় ফাঁদ তৈরী করে। ইহা কীটপতঙ্গ ধরে পাচিত করার জন্য একটি

বিস্ময়কর প্রাকৃতিক কৌশল। উজ্জ্বল রং এর কারণে এই কলস—ফাঁদ কীটপতঙ্গারা ফুল হিসেবে ভুল করে। পোকামাকড়কে প্রলুব্ধ করার জন্য তারা একটি মিষ্টি, নেশাকারী নেকটার বা রস নিঃসরণ করে, যা অনেক পোকামাকড় তাদের পুষ্টির চাহিদা মেটাতে ভেতরে প্রবেশ করে। কালশপত্রের মুখে অন্তর্মুখী রোম থাকার জন্য পোকামাকড় একবার ভিতরে ঢুকলে আর বেরিয়ে আসতে পারে না। আটকে পড়ে যায়।

এই উদ্ভিদেরা পোকামাকড় থেকে পুষ্টি শোষণ করে কারণ এরা নাইট্রোজেন সমৃদ্ধ মাটিতে জন্মায় না। মাটিতে নাইট্রোজেনের ঘাটতির কারণে কলসপত্রের ভেতরে আটকে থাকা পোকামাকড় উৎসেচক দ্বারা পাচিত করে তা থেকে নাইট্রোজেন জাতীয় পুষ্টি শোষণ করে।

9.5.2 সূর্যশিশির বা ড্রোসেরা (*Drosera* or Sundew)

ড্রোসেরা, যা সাধারণত সূর্য্যশিশির বা সানডিউ নামে পরিচিত। ইহা এক প্রকার পতঙ্গভুক উদ্ভিদ। ইহাদের পাতার উপরিভাগে লম্বা বৃন্তযুক্ত বহুসংখ্যক মিউসিলাজিনাস গ্রন্থি বা টেনটাক্লেল থাকে। যা থেকে মিষ্টি আঠালো নিঃসরণ করে পোকামাকড়কে প্রলুব্ধ করে। ছোট ছোট কীটপতঙ্গ একবার এসে বসলে আর চলাচল করতে পারে না তখন টেনটাক্লেলগুলি তাদের বক্রভাবে ঘিরে ফেলে। কিছু সময়ের মধ্যে কীটপতঙ্গাগুলির মৃত্যু ঘটে। গ্রন্থিগুলি থেকে নির্গত প্রোটিয়োলিটিক নিঃসরণ দ্বারা পাচিত হয় এবং পাতা দ্বারা সেই পুষ্টিরস শোষিত হয়।

ইহারা যে মাটিতে বেড়ে ওঠে তাতে খনিজ পুষ্টির অভাবজনিত কারণে পরিপূরক পুষ্টির উৎস হিসেবে কীটপতঙ্গ থেকে পুষ্টি সংগ্রহ করে।

9.6 উপসংহার (Conclusion)

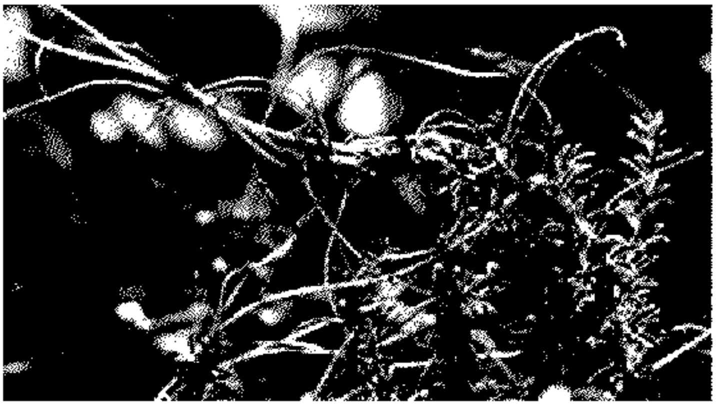
এই অধ্যায়ে আমরা স্বভোজী ও স্বতন্ত্র উদ্ভিদ ব্যাতিরেকে কিছু পরভোজী এবং পরাশ্রয়ী উদ্ভিদ সম্বন্ধে জানতে পেরেছি। পরভোজী উদ্ভিদ স্বর্ণলতা এবং অরোব্যাঙ্কির বেঁচে থাকার কৌশল জানতে পেরেছি। পতঙ্গভূক উদ্ভিদদের পতঙ্গ শিকারের প্রয়োজনীয়তা এবং কৌশল জানতে পারা গেল। পরাশ্রয়ী উদ্ভিদ ভ্যান্ডার মাটিতে না জন্মানো সত্ত্বেও জীবনধারনের জন্য জল ও খনিজ পুষ্টি কি উপায়ে সংগ্রহ করে থাকে জানতে পারলাম। এই সকল উদ্ভিদের শারীরবৃত্তীয় ঘাটতি কিংবা পরিবেশের পুষ্টির ঘাটতি মোকাবিলায় যে সকল অভিযোজন দেখা যায় সে সম্বন্ধে একটি সাধারণ ধারণা হল।

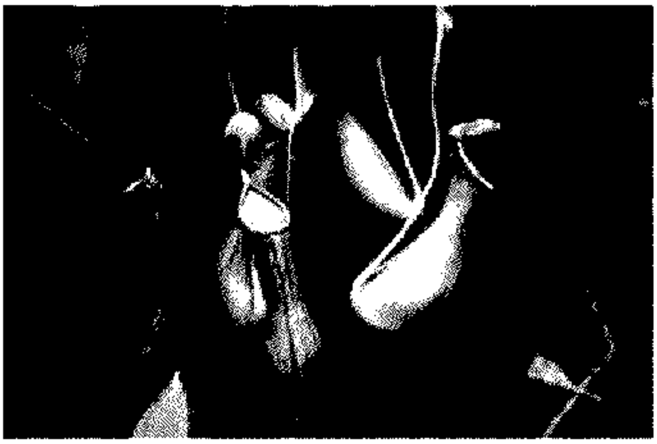
9.7 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

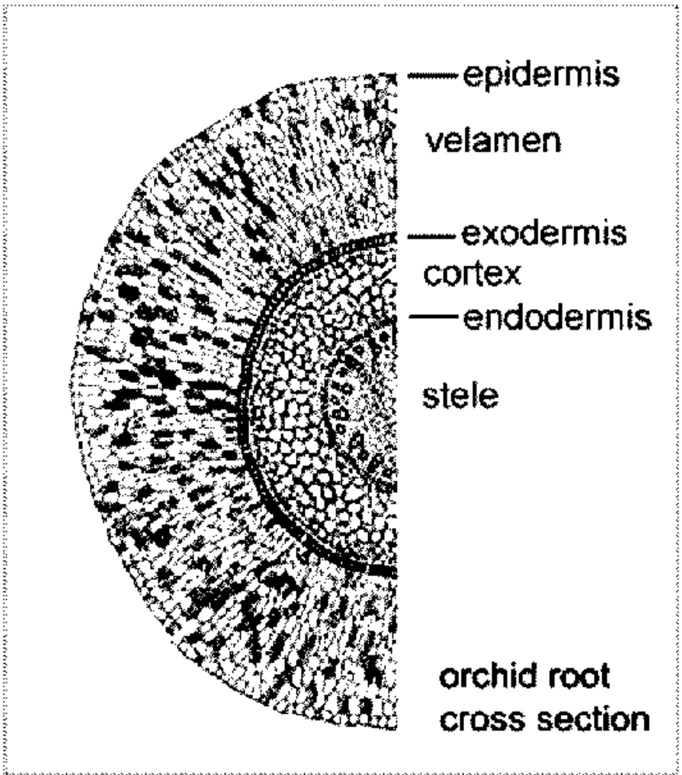
1. উদ্ভিদের মিথস্ক্রিয়ার গুরুত্ব কী?
2. উদ্ভিদে বিভিন্ন ধরণের মিথস্ক্রিয়ার উল্লেখ করুন।
3. কাসকুটার কাণ্ড পরজীবীতার বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যগুলি কী কী?
4. একটি মূল পরজীবীর নাম বলুন। তারা প্রকৃতিতে কীভাবে বাস করে?
5. ভ্যান্ডায় কী ধরণের মিথস্ক্রিয়া পাওয়া যায়?
6. পতঙ্গভুক উদ্ভিদের দুটি উদাহরণ দিন।
7. পিচার প্ল্যান্ট বা পতঙ্গভুক উদ্ভিদ কী উপায়ে পোকামাকড় শিকার করে?
8. ড্রোসেরার পোকামাকড় শিকারের প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করুন।

9.8 উত্তরমালা (Answers)

1. 9.1
2. 9.1
3. 9.2
4. 9.3
5. 9.4
6. 9.5
7. 9.5.1
8. 9.5.2öi






epidermis
velamen
exodermis
cortex
endodermis
stele
orchid root
cross section

একক – 10 ❑ একটি গার্হস্থ্য সিস্টেম দ্বারা উৎপন্ন বায়োডিগ্রেডেবল এবং নন-বায়োডিগ্রেডেবল কঠিন বর্জ্য পদার্থের অনুমান এবং জমির অবক্ষয়ের উপর এর প্রভাব (Estimation of biodegradable and non-biodegradable solid waste generated by a domestic system and its impact on land degradation)

গঠন

10.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

10.1 ভূমিকা (Introduction)

10.2 উপকরণ (Requirements)

10.3 পদ্ধতি (Procedure)

10.4 ফলাফল এবং গণনা (Results and Calculation)

10.5 উপসংহার (Conclusion)

10.6 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

10.7 উত্তরমালা (Answers)

10.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

আমাদের দৈনন্দিন গার্হস্থ্য ব্যবস্থাপনায় প্রতিদিন যে কঠিন বর্জ্যপদার্থগুলি জমা হয় তা যেখানে সেখানে না ফেলে বা আমাদের বেখেয়ালে একসাথে মিশিয়ে না ফেলে পৃথক পৃথক ভাবে নির্দিষ্ট স্থানে বর্জন করতে আমাদের সজাগ করে তুলবে। পচনশীল এবং অপচনশীল বর্জ্যদ্রব্য পরিমাপ থেকে আমাদের স্বাস্থ্য ও সমাজ সচেতনতা বৃদ্ধি করবে। পচনশীল বর্জ্যদ্রব্য থেকে জৈব সার উৎপাদনে উৎসাহিত করতে পারলে এবং অপচনশীল বর্জ্য দ্রব্য সঠিক উপায়ে বর্জন করলে জমির অবক্ষয় রোধ করা সম্ভব হবে।

10.1 ভূমিকা (Introduction)

আমাদের দৈনন্দিন জীবনে অনেক প্রয়োজনীয় ও মূল্যবান জিনিসপত্র ব্যবহারের সাথে সাথে তাদের অপ্রয়োজনীয় অংশবিশেষ অথবা সেগুলির মোড়কসমূহ পরে অবাঞ্ছিত পদার্থ বা বর্জ্যপদার্থ হিসেবে ফেলে দেওয়া হয়। যে কোন পদার্থের প্রাথমিক ব্যবহারের পরে অবশিষ্ট অপ্রয়োজনীয় ও অব্যবহার যোগ্য অংশই বর্জ্যপদার্থ। এগুলো মূল্যহীন এবং সাধারণভাবে তা আপাত কোনো কাজে লাগে না। মানুষ, কারখানা, বিভিন্ন প্রক্রিয়া এবং প্রাণী প্রতিদিন বর্জ্য উৎপাদন করে। গার্হস্থ্য সিস্টেমে প্রতিদিনের জীবনযাত্রায় উৎপন্ন বিভিন্ন প্রকারের কঠিন বর্জ্যপদার্থ সমূহ প্রায়ই আবর্জনা, রাবিশ, গার্বেজ বা জাঙ্ক হিসেবে পারিপার্শ্বিক কোনো না কোনো স্থানে পরিত্যক্ত হয়। এইসকল বর্জ্য পদার্থ স্থানীয় পৌরসভার সিভিক বডি দ্বারা বর্জ্য ডিস্পোজাল সিস্টেমের একটি অংশে স্থানান্তরিত করা হয়। বর্জ্য পদার্থের পরিবর্জন ও যথাযথ ভাবে নিষ্কাশন আমাদের পরিবেশ পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন ও স্বাস্থ্যকর রাখবার জন্য ভীষণ ভাবে অপরিহার্য।

গৃহস্থালির সাধারণ উপাদানসমূহ দৈনন্দিন ব্যবহারের ফলে কঠিন বর্জ্য পদার্থ সৃষ্ট হয় এবং ইহারা সাধারণত দুই প্রকার যথা—1. পচনশীল বা বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য পদার্থ এবং

2. অপচনশীল বা নন-বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য পদার্থ।

বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য পদার্থ : উদ্ভিজ্জ বর্জ্য যেমন—সবজির অব্যবহৃত অংশ, গাছের ডালপাতা, পাতা, বাসি ফুল, ফলের খোসা ইত্যাদি খাদ্য বর্জ্য যেমন—উচ্ছিষ্ট ও বাসি, নষ্ট হয়ে যাওয়া খাবার, মাছ-মাংস প্রভৃতির কাঁটা ও হাড়, কাগজের আবর্জনা, মানুষের বর্জ্য, পয়ঃনিষ্কাশন, ধুলাবালি ইত্যাদি।

এই প্রকার বর্জ্য পদার্থ মাটির বিভিন্ন জীবাণু বা স্ক্যাভেঞ্জিং প্রাণীর কার্যকলাপের দ্বারা বিয়োজিত হয়ে কার্বন, মিথেনে এবং অন্যান্য সরলাকার পদার্থ ভেঙে যায়। ইহাদের জৈব সার হিসেবেও ব্যবহার করা যায়। উদাহরণ—যেমন খাদ্য বর্জ্য, উদ্ভিজ্জ বর্জ্য, তুলা-পাট ও চামড়াজাত পণ্য, কাগজের বর্জ্য, মানুষের বর্জ্য ইত্যাদি।

নন-বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য পদার্থ : প্লাস্টিক বর্জ্য, মেটাল টিন, কাঁচ, থার্মোকল প্রভৃতি।

নন-বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য : এগুলি এমন বর্জ্য যা বহু বছর ধরে প্রাকৃতিকভাবে হ্রাস করা যায় না কারণ বিভিন্ন জীবাণু বা স্ক্যাভেঞ্জিং প্রাণী এদের ওপর ক্রিয়াশীল নয়। এগুলি কোনদিনও সারে রূপান্তরিত হতে পারে না কেবল দূষণের কারণ হতে পারে। এগুলোর পদার্থ আগুনে পুড়িয়ে ফেললে আরও দূষণ ঘটায়। যেমন সিন্থেটিক বর্জ্য, বিভিন্ন কৃত্রিম পলিমার, রাবার পণ্য ইত্যাদি।

10.2 উপকরণ (Requirements)

সবুজ রঙের এবং নীল রঙের 2টি ঢাকনা দেওয়া বালতি, কালো গার্বেজ প্যাকেট, তুলা, যন্ত্র, নোট বুক ও পেন।

10.3 পদ্ধতি (Procedure)

কোন একটা শহর, শহরতলীর কিংবা গ্রাম্য এলাকার যেকোনো বাড়ি নির্দিষ্ট করে নেওয়া হয়। প্রতি বাড়ির আনুমানিক আয়তন ও সদস্য সংখ্যা লিপিবদ্ধ করা হয়। পৌরসভা কিংবা গ্রাম পঞ্চায়েত থেকে প্রাপ্ত না হলে নিজস্ব 2টি ঢাকনা দেওয়া বালতি পচনশীল বর্জ্যের জন্য সবুজ রঙের (বেশির ভাগই রান্নাঘরের বর্জ্য ইত্যাদি) এবং অপচনশীল বর্জ্যের জন্য নীল রঙের বালতিতে (বোতল, পলিব্যাগের প্যাকেট, রাওয়াবের, কাঁচ, ইত্যাদি) প্রতিদিনের বর্জ্য দ্রব্য জমা করা হয়। পরের দিন এগুলি ফেলবার আগে নির্দিষ্ট প্যাকেটে পুরে নিয়ে ওজন করা হয়। এইভাবে পর পর সাত দিনের দুই প্রকারের বর্জ্য পদার্থের ওজন নিচের টেবিলের আকারে নথিবদ্ধ করা হয়। পরে তা বাড়ির প্রতি সদস্যের সাপেক্ষে প্রতিদিনের গড় ওজনে প্রকাশ করা হয়।

পরে পচনশীল ও অপচনশীল বর্জ্য দ্রব্যসমূহ আলাদা আলাদা ভাবে পৌরসভার ভ্যানে দিয়ে দেওয়া হয় অথবা এলাকার ময়লা জমা করবার স্থান নির্দিষ্ট স্থানে ফেলা হয়। বাড়িতে উপযুক্ত জায়গা থাকলে গর্ত করে সেখানে পচনশীল বর্জ্য দ্রব্যসমূহ নিয়মিত জমিয়ে জৈব সার তৈরী করা যায়। যা নানা ভাবে ব্যবহার করা যায়।

10.4 ফলাফল এবং গণনা (Results and Calculation)

একটি শহরতলী এলাকার 4 সদস্যের 4500 বর্গফুট আয়তনের বাড়ির গার্হস্থ্য কঠিন বর্জ্য পদার্থ সংগ্রহের নমুনা নিচের টেবিলে দেওয়া হল :

	পচনশীল বর্জ্য পদার্থ			পরিমাণ অপচনশীল বর্জ্য পদার্থ		
তারিখ	দৈনিক পরিমাণ (gm.)	সাপ্তাহিক মোট পরিমাণ (gm.)	দৈনিক গড় (gm.)	দৈনিক পরিমাণ (gm.)	সাপ্তাহিক মোট পরিমাণ (gm.)	দৈনিকগড় (gm.)
dd1/mm/yyyy	480		= মোট	25		= মোট
dd2/mm/yyyy	455	3430	পরিমাণ/7	27	185	পরিমাণ/7
dd3/mm/yyyy	440		= 3430/7	31		= 185/7
dd4/mm/yyyy	510		= 490	30		= 26.42
dd5/mm/yyyy	490			22		
dd6/mm/yyyy	525			15		
dd7/mm/yyyy	530			35		

প্রয়োজন অনুযায়ী গার্হস্থ্য কঠিন বর্জ্য পদার্থের দৈনিক গড় পরিমাণ পরিবারের সদস্য সংখ্যা দিয়ে ভাগ করে জনপ্রতি পচনশীল ও অপচনশীল বর্জ্যের দৈনিক গড় পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।

অর্থাৎ জনপ্রতি পচনশীল কিংবা অপচনশীল বর্জ্যের দৈনিক গড় = দৈনিক গড় (gm.)/পরিবারের সদস্য সংখ্যা।

ওপরের নমুনা অনুযায়ী

জনপ্রতি পচনশীল বর্জ্যের দৈনিক গড় পরিমাণ = 490/4 = 122.5g/সদস্য

জনপ্রতি অপচনশীল বর্জ্যের দৈনিক গড় পরিমাণ = 26.42/4 = 6.605g/সদস্য

ইহাকে বাড়ির আয়তন দিয়ে ভাগ করলে একক আয়তনে জনপ্রতি পচনশীল কিংবা অপচনশীল বর্জ্যের দৈনিক গড় পরিমাণ পাওয়া যায়।

ওপরের নমুনা অনুযায়ী

বাড়ির একক আয়তন জায়গায় (যেমন প্রতি 100 বর্গফুট) জনপ্রতি পচনশীল বর্জ্যের দৈনিক গড় পরিমাণ = 122.5/45 = 2.73/ সদস্য/ 100 বর্গফুট

বাড়ির একক আয়তন জায়গায় জনপ্রতি অপচনশীল বর্জ্যের দৈনিক গড় পরিমাণ = 6.605/45 = 0.147g/ সদস্য/ 100 বর্গফুট

10.5 উপসংহার (Conclusion)

এক সপ্তাহের হিসেবে গার্হস্থ্য কঠিন বর্জ্য অনুমানের ফলাফলে দেখা যায় যে বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্যের পরিমাণ নন-বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্যের চেয়ে কয়েকগুণ বেশি। এই ফলাফল বেশ আশাব্যঞ্জক এই কারণে যে আমরা বায়োডেগ্রেডেবল বর্জ্য পদার্থ পুনঃব্যবহার যোগ্য করে পুনঃপ্রয়োগ করতে পারি। এটা আমাদের অপচনশীল বর্জ্যের পরিমাণ কমাতে এবং পচনশীল বর্জ্য সঠিক অপসারণে অনুপ্রাণিত করবে। পচনশীল বর্জ্য কম্পোস্টিং, ভার্মি কম্পোস্টিং, অবাত বিয়োজন প্রভৃতি প্রক্রিয়া দ্বারা জৈব সার তৈরী করে আমরা আমাদের বাড়ির বাগান বা নানা গাছপালার জন্য ব্যবহার করতে পারি। এইভাবে, আমরা পচনশীল বর্জ্যকে রিসাইকেল করতে পারি। আমাদের অপচনশীল কঠিন বর্জ্যের উপাদান কমাতে সচেষ্ট ও প্রতিজ্ঞাবদ্ধ হতে হবে। কেননা এগুলো পরিবেশের দূষণের কারণ এবং পরিবেশের জন্য বড় বিপদ। বায়োডিগ্রেডেবল এবং নন-বায়োগ্রেডেবল বর্জ্য যেন একে অপরের সাথে মিশে না যায় সেইদিকে আমাদের খেয়াল রাখতে হবে। সেই জন্য আমাদের আলাদা আলাদা বালতিতে (সবুজ ও নীল) বর্জ্য

জমানোর অভ্যাস ছোট বড় সবাইকে করতে হবে। এছাড়াও পরিবেশ শিক্ষার সার্বজনীন প্রসারে সবাইকে উদ্বুদ্ধ করতে হবে।

10.6 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

10.7 উত্তরমালা (Answers)

একক – 11 ❑ ডি. বি. এইচ. (ডায়ামিটার এট ব্রেস্ট হাইট) পদ্ধতি দ্বারা কাষ্ঠল প্রজাতির বৃক্ষের আধিপত্যের পরিমাপ (Measurement of dominance of woody species by DBH of Diameter at Breast Height method)

গঠন

11.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

11.1 ভূমিকা (Introduction)

11.2 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Requirements)

11.3 পদ্ধতি (Procedure)

11.4 পর্যবেক্ষণ এবং ফলাফল (Observation and results)

11.5 উপসংহার (Conclusion)

11.6 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

11.7 উত্তরমালা (Answers)

11.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি অনুশীলন করে আমরা যে কোনো গাছের পরিধি ও ব্যাস নির্ণয় করতে পারবো। ডি. বি. এইচ. পরিমাপ কোনো অঞ্চলের বিভিন্ন গাছের পারস্পরিক স্থূলতা ও তাদের গুরুত্ব অনুমান করতে সাহায্য করবে। নির্ণীত পরিধি বা ব্যাস থেকে অনুশীলন স্থানের বিভিন্ন প্রজাতির ও বিভিন্ন বয়সের গাছের বেসাল এরিয়া বা ভূমিস্থানিক ক্ষেত্রফল নির্ণয় করতে পারবো। বেসাল এরিয়া থেকে কোনো গাছের অধিগ্রহিত বাসস্থানের ক্ষেত্রফল পাওয়া যাবে। প্রতিটি প্রজাতির অধিগ্রহিত বাসস্থানের সমষ্টিগত ক্ষেত্রফল থেকে আপেক্ষিক আধিপত্য বা রিলেটিভ ডোমিনেন্স নির্ণয় করা যাবে। ইহা থেকে কোনো অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের (ভেজিটেশন) গঠন প্রকৃতি জানতে সহায়তা করবে।

11.1 ভূমিকা (Introduction)

একটি নির্দিষ্ট আবাসস্থলে বেড়ে উঠা সকল প্রজাতির উদ্ভিদগোষ্ঠী বা গাছপালার সমাহার নিয়ে গঠিত হয় উদ্ভিদ সম্প্রদায় যাবা প্লান্ট কমিউনিটি বা ভেজিটেশন হিসেবেও পরিচিত। প্রতিটি উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের গঠন প্রকৃতি নির্ণীত ও প্রভাবিত হয় সেই অঞ্চলের সাধারণ ও অনুজলবায়ু, ভূদৃশ্য, ভূগোলিক অবস্থান, মাটির উপাদান ও প্রকার, মানুষ্য ব্যতিচার ইত্যাদির ওপর। ফলে বিভিন্ন স্থানের উদ্ভিদ সম্প্রদায় সতন্ত্র প্রকৃতির হয়ে থাকে যেখানে আলাদা আলাদা উদ্ভিদ আধিপত্য বিস্তার করে ও সেখানকার অন্য সকল উদ্ভিদ ও প্রাণীদের ওপরে প্রভাব বিস্তার করে।

কোনো একটি উদ্ভিদ সম্প্রদায়ে সকল প্রজাতির উদ্ভিদ সংখ্যা ও গঠন সমান হয় না। আবার সকল বৃক্ষ জাতীয় উদ্ভিদের কাণ্ডের পরিধিও সমান হয় না। নির্দিষ্ট কোনো উদ্ভিদ বাসস্থানে কোনো প্রজাতি গোষ্ঠীর সকল উদ্ভিদ সদস্য মোট যে পরিমাণ জায়গা জুড়ে মাটিতে অবস্থান করে তাকে বেসাল এরিয়া বা ভূমিস্থানিক ক্ষেত্রফল বলে। সেই প্রজাতিগোষ্ঠীর সবগুলি উদ্ভিদ তাদের পাতা, ফুল, ফল, ডালপালা দিয়ে মাটির যে আয়তন জায়গা ওপর থেকে ঢেকে রাখে তাকে টোটাল কভারেজ বা মোট আবৃতস্থান বলে। উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের কোনো উদ্ভিদের মোট সদস্য সংখ্যা, মোট অধিগ্রহিত স্থান, বৃদ্ধির হার, ভূমিজ সম্পদ ব্যবহার এবং মোট ছায়া উৎপাদন ক্ষমতা ইত্যাদির ওপরে নির্ভর করে আধিপত্যকারী বা প্রভাবশালী উদ্ভিদ প্রজাতি। সকল উদ্ভিদের আধিপত্য এক প্রকার হয় না। কোন স্থানে যে প্রজাতির বেসাল এরিয়া বা টোটাল কভার বেশি সেই প্রজাতি ততবেশি প্রকট বা ডোমিন্যান্ট। কোনো স্থানের ডোমিন্যান্ট প্রজাতি সেই উদ্ভিদ অঞ্চলের বাস্তুতন্ত্রের ওপরে প্রভাব বিস্তার করে। এছাড়াও কোনো অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের প্রভাবশালী বা ডোমিনান্ট উদ্ভিদ প্রজাতিসমূহের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে বনাঞ্চলের—চিরহরিৎ, পর্ণমোচী কিংবা মিশ্র প্রকৃতি।

11.2 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Requirements)

গাছের ব্যাস পরিমাপের টেপ (ডি-টেপ) বা দৈর্ঘ্য পরিমাপক ফিতে।

বিল্টমোর স্টিক বা দৈর্ঘ্য পরিমাপক লাঠি। নোট বুক, ক্যালকুলেটর, পেন, বোর্ড পিন ও নম্বর ট্যাগ বা স্টিকার ইত্যাদি।

11.3 পদ্ধতি (Procedure)

এই অধ্যায়ে আমরা কোনো প্রজাতির মোট উদ্ভিদ সংখ্যা ও মোট অধিগ্রহিত বা দখলীকৃত স্থানের ওপরে নির্ভর করে উদ্ভিদ আধিপত্য ও প্রভাবশালী উদ্ভিদ প্রজাতি নির্ণয় করবো।

1. পরিধি থেকে ডি. বি. এইচ. নির্ণয় :

গাছের ব্যাস পরিমাপের টেপ (ডি-টেপ) বা দৈর্ঘ্য পরিমাপক ফিতে নিয়ে ভূমি থেকে 4.5 ফুট বা 1.35 মিটার উচ্চতায় গাছের গুঁড়ির ওপরে একটি বিন্দুতে টেপটির খোলা প্রান্তের জিরো পয়েন্টটি স্থির করে ধরা হয়। সেখান থেকে ফিতেটি গুঁড়ির চারপাশে মুড়িয়ে আবার ফিতের জিরো প্রান্তে পর্যন্ত নিয়ে আশা হয়। গাছটি বেশি স্থূল হলে পরিধি পরিমাপে দুইজনের প্রয়োজন হয়। গাছটিকে নির্দিষ্ট উচ্চতায় সম্পূর্ণ মোড়াতে ফিতেটির যতটুকু দৈর্ঘ্য প্রয়োজন হয় তাহাই ফিতের রেখাঙ্কিত স্কেল থেকে প্রাপ্ত পরিধির পরিমাপ নির্দেশ করে। বক্ষ উচ্চতায় (বেস্ট হাইট) গাছের বৃত্তাকার গুঁড়ির পরিধি ($2\pi r$) থেকে জ্যামিতির সূত্র ব্যবহার করে গুঁড়ির ব্যাস ($2r$) এর মান নির্ণয় করা হয়।

এটা ঠিক যে, বেশিরভাগ গাছের গুঁড়ি ভূমির কাছাকাছি অংশে কিংবা ওপরের দিকে শাখা সংলগ্ন অংশে নিখুঁত বৃত্ত নয়, কিন্তু বক্ষ উচ্চতায় অধিকাংশ গাছের গুড়ি প্রায় বৃত্তাকার হয়ে থাকে। যাইহোক, প্রতিটি প্রজাতির কমপক্ষে 3টি করে পরিমাপ নিয়ে তার "গড় মান" ডি. বি. এইচ. হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

2. বিল্টমোর স্টিক দ্বারা ডি. বি. এইচ. নির্ণয় :

একটি বিল্টমোর স্টিক দিয়ে ডি. বি. এইচ. এর মান 2 ইঞ্চি নিকটতম সরাসরি নির্ণয় করা যায়। ভূমি থেকে 4.5 ফুট অর্থাৎ বক্ষ উচ্চতায় (বেস্ট হাইট) বিল্টমোর লাঠির তির্যক প্রান্তটি একজন ব্যক্তির চোখ থেকে 25 ইঞ্চি দূরে গাছের গুঁড়ির ওপর রাখা হয়। প্রথমে, স্টিক এর বাম প্রান্ত গাছের বাম পাশের সাথে এক দৃষ্টি রেখা বরাবর রেখে এবার মাথা না সরিয়ে দৃষ্টি ধীরে ধীরে গুঁড়ির ডান দিকের সরানো হয়। দৃষ্টিরেখাটি বিল্টমোর স্টিকার যে দাগ বরাবর গাছের ডান পাশের সীমা অতিক্রম করে সেই দাগ নির্দেশিত পরিমাপই বক্ষ উচ্চতায় গাছের ব্যাস বা ডায়ামিটার। গাছের গুঁড়ি সম্পূর্ণ বৃত্তাকার না হলে সাধারণভাবে, গাছের একই উচ্চতায় অপর সমকোণে একই রকম ভাবে আর একবার ব্যাস নির্ণয় করা হয়। উভয় মান দুটির গড়মান DBH হিসেবে নথিভুক্ত করা হয়। পরিশীলন অঞ্চলের প্রতিটি প্রজাতির ভিন্ন স্থূলতার কম পক্ষে 3টি করে গাছের DBH নির্ণয় করা হয়। যা থেকে গড় DBH এর ম্যান পাওয়া যায়।

বেসাল এরিয়া ও প্রজাতি আধিপত্য নির্ণয়

DBH এর গড় মান থেকে নিম্নলিখিত জ্যামিতিক ফর্মুলা দ্বারা গাছের বৃত্তাকার গুড়ির গড় ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা হয়। ইহাই গাছের গড় বেসাল এরিয়া বা ভূমি নিকটস্থ ক্ষেত্রফল নির্দেশ করে।

বৃত্তাকার গুড়ির গড় ক্ষেত্রফল = ডি. বি. এইচ. $/\pi$ cm

পরিশীলন অঞ্চলের প্রতিটি প্রজাতির গাছের সংখ্যা গণনা করা হয়। সম্ভাব্য সঠিক ভাবে নির্ণয়ের জন্য গণনাকৃত প্রতিটি গাছে সাময়িক ভাবে একটি করে স্টিকার গাম কিংবা বোর্ডপিন দিয়ে লাগানো হয়।

পরীশীলন অঞ্চলের প্রতিটি প্রজাতির ভিন্ন স্থূলতার কম পক্ষে 3টি করে গাছের DBH নির্ণয় করা হয়। DBH এর গড় মান থেকে নিম্নলিখিত জ্যামিতিক ফর্মুলা দ্বারা গাছের বৃত্তাকার গুড়ির গড় ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা হয়। ইহাই গাছের গড় বেসাল এরিয়া বা ভূমি নিকটস্থ ক্ষেত্রফল নির্দেশ করে।

পরিশীলন অঞ্চলে প্রতিটি প্রজাতির গাছের সংখ্যা গণনা করা হয়। সম্ভাব্য সঠিক ভাবে নির্ণয়ের জন্য গণনাকৃত প্রতিটি গাছে সাময়িক ভাবে একটি করে স্টিকার গাম কিংবা বোর্ডপিন দিয়ে লাগানো হয়।

কোনো প্রজাতির মোট গাছের সংখ্যাকে তাহার গড় বেসাল এরিয়া দিয়ে গুণ করলে সেই অঞ্চলে তাহার মোট বেসাল এরিয়া পাওয়া যায়। এইভাবে পরিশীলন অঞ্চলের প্রতিটি প্রজাতির মোট বেসাল এরিয়া নির্ণয় করা হয়।

সেই অঞ্চলের সকল প্রজাতির সর্বমোট বেসাল এরিয়ার সাপেক্ষ্যে প্রতিটি প্রজাতির মোট বেসাল এরিয়ার শতাংশ মান তাহার আপেক্ষিক বেসাল এরিয়া বা রিলেটিভ বেসাল এরিয়া নির্দেশ করে। অর্থাৎ রিলেটিভ বেসাল এরিয়া = (কোন প্রজাতির মোট বেসাল এরিয়া/সকল প্রজাতির সর্বমোট বেসাল এরিয়া) $\times$ 100 যে প্রজাতির মোট বেসাল এরিয়া কিংবা আপেক্ষিক বেসাল এরিয়া সব চাইতে বেশি সেই প্রজাতি সেখানকার সর্বোচ্চ আধিপত্যযুক্ত বা প্রকটতম উদ্ভিদ।

11.4 পর্যবেক্ষণ এবং ফলাফল (Observation and results)

বর্তমান পরিশীলন এর বিভিন্ন পর্যবেক্ষণ ও ফলাফল যথা—পরিশীলন অঞ্চলের মোট প্রজাতি ও তাদের গাছের সংখ্যা, প্রতি প্রজাতির ভিন্ন স্থূলতার তিনটি গাছের ভিন্ন ভিন্ন ও গড় ডি.বি.এইচ., প্রতিটি গাছের গড় বসল এরিয়া, প্রতি প্রজাতির বৃক্ষ সমষ্টির মোট এবং আপেক্ষিক বেসাল এরিয়া নিচের টেবিল-1 এ দেওয়া হলো। পরিশীলন অঞ্চলে ২৪টি প্রজাতির আধিপত্য বৃক্ষ সমষ্টির মোট এবং আপেক্ষিক বেসাল এরিয়ার সাপেক্ষে ক্রমহ্রাসমান সারিতে টেবিল-2 এ দেখানো হলো।

টেবিল-1

Sl. No.	Species Name	No.of Indivi-duals (N)	CBH=2πr of 3 individuals : (Approx CBH min, CBH med. CBH max)	Average CBH (2πr)	Average DBH = CBH/π = 2r		Av. Basal Area = π (Av.DBH/2)^2 = (πr2)	Total basal area = Av. BA × N of a sp.	Relative Dominance = (total basal area of a sp/ total basal area of all sp) × 100
			(cm)	(2πr1+2πr2 +2πr3)/3 (cm)	(cm)	(m)	(m2)	(m2)	(%)
1	*Hibiscus Mutabilis* (স্থলপদ্ম)	5	18, 25, 31	24.67	7.85	0.079	0.005	0.025	0.090
2	*Mangifera Indica* (আম)	13	183, 225, 290	232.67	74.03	0.740	0.430	5.596	20.758
3	*Terminalia arjuna* (অর্জুন)	3	210, 242, 284	245.33	78.06	0.781	0.479	1.436	5.326
4	*Alstonia scholaris* (ছাতিম)	4	65, 80, 102	82.33	26.2	0.262	0.054	0.216	0.800
5	*Cassia fistula* (বাঁদর লাঠি)	7	87, 100, 130	105.67	33.62	0.336	0.089	0.621	2.305
6	*Lagerstroemia speciosa* (জারুল)	4	156, 170, 230	185.33	58.96	0.590	0.273	1.092	4.051
7	*Artocarpus heterophyllus* (কাঁঠাল)	6	165, 193, 234	197.33	62.79	0.628	0.310	1.858	6.892
8	*Casuarina equisetifolia* (কাসুয়ারিনা)	1	205	205	65.23	0.652	0.334	0.334	1.240
9	*Mimusops elengi* (বকুল)	5	67, 90, 122	93	29.59	0.296	0.069	0.344	1.276
10	*Tectona grandis* (সেগুন)	9	170, 213, 231	204.67	65.12	0.651	0.333	2.998	11.120
11	*Ficus recemosa* (জগডুমুর)	2	81, 120	100.5	31.198	0.320	0.080	0.161	0.596
12	*Polyalthia longifolia* (দেবদারু)	17	131, 142, 163	145.33	46.24	0.426	0.168	2.855	10.591

Sl. No.	Species Name	No.of Indivi-duals (N)	CBH=2πr of 3 individuals : (Approx CBH min, CBH med. CBH max)	Average CBH (2πr)	Average DBH = CBH/π = 2r		Av. Basal Area = π (Av.DBH/2)^2 = (πr2)	Total basal area = Av. BA × N of a sp.	Relative Dominance = (total basal area of a sp/ total basal area of all sp) × 100
			(cm)	(2πr1+2πr2 +2πr3)/3 (cm)	(cm)	(m)	(m2)	(m2)	(%)
13	*Adenanthera pavonina* (রঞ্জনা)	3	250, 275, 287	270.67	86.12	0.861	0.583	1.748	6.483
14	*Delonix regia* (গুলমোহর)	5	240, 310, 352	300.67	95.67	0.957	0.719	3.594	13.334
15	*Azadirachta india* (নিম)	3	107, 150, 200	152.33	48.47	0.485	0.185	0.554	2.054
16	*Anthocephalus cadamba* (কদম)	2	180, 223	201.5	64.11	0.641	0.323	0.646	2.395
17	*Michelia champaka* (স্বর্ণচাঁপা)	2	61, 111	86	27.37	0.274	0.059	0.118	0.437
18	*Caesalpinia pulcherrima* (রাধাচূড়া)	5	80, 97, 112	96.33	30.65	0.307	0.074	0.369	1.369
19	*Bauhunia purpurea* (দেবকাঞ্চন)	2	43, 61	52	16.55	0.166	0.022	0.043	0.160
20	*Senna siamea* (মিনজিরি)	4	65, 80, 99	81.33	25.88	0.259	0.053	0.210	0.781
21	*Plumeria rubra* (কাঠগোলাপ)	2	26, 41	33.5	10.66	0.107	0.009	0.018	0.066
22	*Citrus maximus* (বাতাবি লেবু)	2	57, 74	65.5	20.84	0.208	0.034	0.068	0.253
23	*Dillenia indica* (চালতা)	1	138	138	43.91	0.439	0.151	0.151	0.562
24	*Albizzia lebbeck* (শিরিষ)	4	202, 235, 297	244.67	77.85	0.779	0.476	1.904	7.063
								26.956	100

টেবিল-2

Sl. No.	Species Name	Relative Dominance (%)
1	*Mangifera Indica* (আম)	20.758
2	*Delonix regia* (গুলমোহর)	13.334
3	*Tectona grandis* (সেগুন)	11.120
4	*Polyalthia longifolia* (দেবদারু)	10.591
5	*Albizzia lebbeck* (শিরিষ)	7.063
6	*Artocarpus heterophyllus* (কাঁঠল)	6.892
7	*Adenanthera pavonina* (রঞ্জনা)	6.483
8	*Terminalia arjuna* (অর্জুন)	5.326
9	*Lagerstroemia speciosa* (জারুল)	4.051
10	*Anthocephalus cadamba* (কদম)	2.395
11	*Cassia fistula* (বাঁদর লাঠি)	2.305
12	*Azadirachta india* (নিম)	2.054
13	*Caesalpinia pulcherrima* (রাধাচূড়া)	1.369
14	*Mimusops elengi* (বকুল)	1.276
15	*Casuarina equisetifolia* (কাসুয়ারিনা)	1.240
16	*Alstonia scholaris* (ছাতিম)	0.800
17	*Senna siamea* (মিনজিরি)	0.781
18	*Ficus recemosa* (জগডুমুর)	0.596
19	*Dillenia indica* (চালতা)	0.562
20	*Michelia champaka* (স্বর্ণচাঁপা)	0.437
21	*Citrus maximus* (বাতাবি লেবু)	0.253
22	*Bauhunia purpurea* (দেবকাঞ্চন)	0.160
23	*Hibiscus Mutabilis* (স্থলপদ্ম)	0.090
24	*Plumeria rubra* (কাঠগোলাপ)	0.066
	মোট শতাংশ	100.00

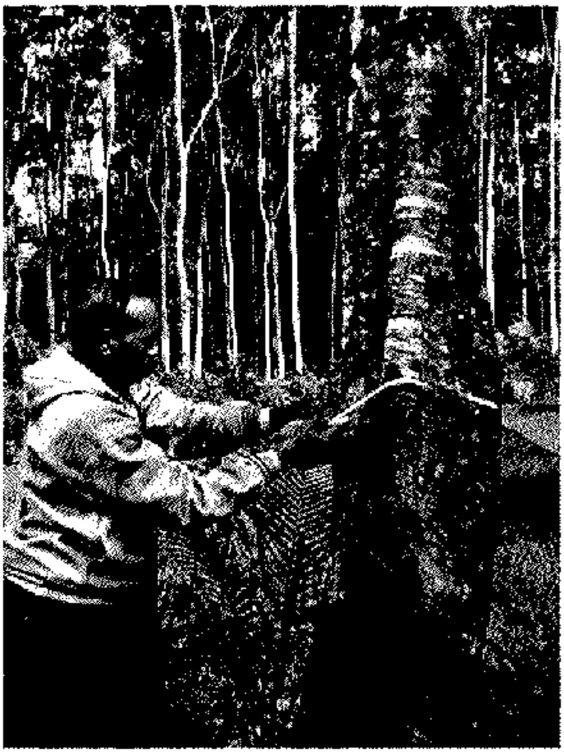
পরিশীলন অঞ্চলটির সর্বোচ্চ আদিপত্যকারী গাছ হলো আম। সাব ডোমিনান্ট প্রজাতি হিসেবে কৃষ্ণচূড়া এবং সেগুন উল্লেখযোগ্য। মাধ্যম প্রকট গাছ হিসেবে দেবদারু গাছ রয়েছে। কাঞ্চন, জবা ও গুলঞ্চ অধমাত্রায় বর্তমান।

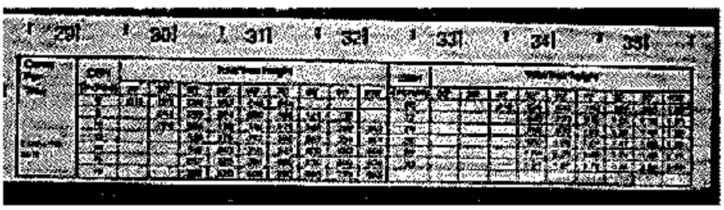
11.5 উপসংহার (Conclusion)

বর্তমান পরিশীলন অঞ্চলে আনুমানিক 24টি প্রজাতির গাছ নথিভুক্ত করা হয়েছে। সংখ্যার দিক থেকে দেবদারু গাছ 17টি, আম গাছ 13টি, সেগুন গাছ 9টি, বাঁদরলাঠি 7টি, কাঁঠাল 6টি, বকুল ও গুলমোহর 5টি করে রয়েছে। বাকি 17টি প্রজাতির গাছ 1 থেকে 4 করে রয়েছে। অর্থাৎ এখানে সকল প্রজাতি প্রাচুর্য্যের বিস্তার সুষম নয়। ইহা অঞ্চলটির উদ্ভিদ সম্প্রদায় যে মনুষ্য ব্যাতিচার দ্বারা প্রভাবিত তা নির্দেশ করে। গড় ডি.বি.এইচ. অনুশীলন থেকে দেখা যাচ্ছে যে গুলমোহরের ব্যাস সবচাইতে বেশি (0.957 মি.); এর পরে রঞ্জনা (0.861 মি.), অর্জন (0.781 মি.), শিরিষ (0.779 মি.) এবং আম (0.740 মি.)র স্থান। 0.5 মি. – 0.7 মি. এর মধ্যে রয়েছে কাসুয়ারিনা, সেগুন, কদম, কাঁঠাল, জারুল রয়েছে। 0.1 মি.–0.5 মি. ব্যাসের মধ্যে রয়েছে 13টি প্রজাতির গাছ। 0.1 মি. এর নিচে রয়েছে মাত্র স্থলপদ্ম গাছ। ডি.বি.এইচ. এর নিরিখে অঞ্চলটি যথেষ্ট গুরুত্বপূর্ণ কারণ এখানকার গাছগুলির অধিকাংশই যথেষ্ট পুরানো ও স্থূল। ইহা অঞ্চলটির বাস্তব্য স্বাস্থ্য নির্দেশ করে। আবার কোনো অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ে (ভেজেটেশন) আধিপত্যকারী উদ্ভিদ (ডোমিন্যান্ট) তা কেবলমাত্র ডি.বি.এইচ. দ্বারা নির্ধারিত হয়না, ইহা মোট গাছের শঙ্কা দ্বারাও নির্ধারিত হয়। তাই দেহ যাচ্ছে যে আম গাছের ডি.বি.এইচ. চতুর্থ হওয়া সত্ত্বেও ইহার সংখ্যা বেশি হওয়ায় আম এই অঞ্চলের সর্বোচ্চ আধিপত্যের (ডোমিনান্ট) উদ্ভিদ। গুলমোহর ও সেগুন এখানকার সুব্দমিনান্ট উদ্ভিদ। স্থলপদ্ম ও কাটগোলাপ এই অঞ্চলের অপ্রতুল বৃক্ষ।

11.6 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

11.7 উত্তরমালা (Answers)





একক — 12 ❑ পশ্চিমবঙ্গের মুখ্য জলবায়ু অঞ্চলের গাছপালা দেখিয়ে মানচিত্রে প্রস্তুত করা এবং তাতে মন্তব্য করা (To prepare map showing vegetation of major climatic zones of West Bengal and to comment on it)

গঠন

12.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

12.1 ভূমিকা (Introduction)

12.2 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Requirements)

12.3 পদ্ধতি (Procedure)

12.4 পর্যবেক্ষণ এবং ফলাফল (Observation and results)

12.5 উপসংহার (Conclusion)

12.6 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

12.7 উত্তরমালা (Answers)

12.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি অনুশীলন করে আমরা পশ্চিমবঙ্গের মুখ্য জলবায়ু অঞ্চলগুলির নাম, অবস্থান ও সেখানকার গাছপালা সম্বন্ধে জানতে পারবো। সেইসঙ্গে পশ্চিমবঙ্গের মুখ্য জলবায়ু অঞ্চলের মানচিত্র অঙ্কন করতে সামর্থ হবো।

12.1 ভূমিকা (Introduction)

পশ্চিমবঙ্গের মাটি, ভূগোল, ভূচিত্র, জলবায়ু ও ঋতু বৈচিত্রময়। উত্তরে সুউচ্চ পবর্তমালা, পর্বত পাদদেশের তরাই অঞ্চল, গাঙ্গেয় সমভূমি, পশ্চিমে ছোটোনাগপুরের মালভূমি, দক্ষিণে সুন্দরবনাঞ্চলের উপকূল অঞ্চল রয়েছে। প্রাকৃতিক সকল বৈচিত্রের কারণে এই অঞ্চলগুলিতে ভিন্ন ভিন্ন প্রকৃতির বনভূমি

দেখা যায়। যেমন উত্তরে আর্দ্র ক্রান্তীয় চিরহরিৎ বন, নিচু পাহাড় এবং পাহাড়ের পাদদেশে গ্রীষ্ম মণ্ডলীয় আর্দ্র উপক্রান্তীয় চিরহরিৎ বন। গাঙ্গেয় সমভূমিতে ক্রান্তীয় পর্ণমোচী বন। সুন্দরবনের ম্যানগ্রোভ বন। পশ্চিমে ছোটনাগপুর মালভূমি অঞ্চলে কাঁটাযুক্ত ঝোপ গাছপালা রয়েছে।

12.2 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Requirements)

পেন, বিভিন্ন রং পেন্সিল, স্কেল, কাগজ, ড্রয়িং বোর্ড ইত্যাদি।

12.3 পদ্ধতি (Procedure)

এই অনুশীলনে প্রদত্ত পশ্চিমবঙ্গের মুখ্য জলবায়ু অঞ্চলের মানচিত্র দেখে এবং প্রতিটি অঞ্চলের ভৌগোলিক বিস্তার অনুশীলন করে তাহার অঙ্কন নিজ হাতে করা হয়। প্রতিটি অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায় অনুশীলন করে তার ওপরে মন্তব্য করা হয়।

12.4 পশ্চিমবঙ্গের মুখ্য জলবায়ু অঞ্চলের গাছাপালা পর্যবেক্ষণ (Observations of vegetation of major climatic zones of West Bengal)

ভৌগোলিক অঞ্চলভেদ ও জলবায়ুর বৈশিষ্ট্য অনুসারে পশ্চিমবঙ্গকে নিম্নলিখিত পাঁচটি মুখ্য উদ্ভিদ অঞ্চল বা ভেজিটেশন অঞ্চলে ভাগ করা যায়।

(ক) উত্তরে পার্বত্য অঞ্চল (Hill zones of the North)

বিস্তার : জলপাইগুড়ি, দার্জিলিং এবং কালিম্পং জেলাতে এই প্রকারের বনভূমি পরিলক্ষিত হয়।

উচ্চতা অনুযায়ী এখানে তিন প্রকার উদ্ভিদ সম্প্রদায় দেখা যায় —

আল্পীয় গুল্মভূমি ও তৃণভূমি : 3000 মি.–4000 মি. উচ্চতায় এই জাতীয় উদ্ভিদের বনভূমি দেখতে পাওয়া যায়। এই অঞ্চলের বৈশিষ্ট্যযুক্ত গাছগুলি হল সিলভার বার্চ, জুনিপার, প্রুস, রডোড্রেনড্রন প্রভৃতি। আল্পাইন অঞ্চলের উপরে রয়েছে আল্পাইন তৃণভূমি যা বুগিয়াল বা বুঘিয়াল নামে পরিচিত, এখানে বিভিন্ন ধরনের বিরুৎ উদ্ভিদ জন্মায় যার মধ্যে রয়েছে অ্যানাফালিস, সায়ানান্থাস, জুরিনিয়া, মরিনা, পোটেনটিলা, জেনটিয়ানা, ডেলফিনিয়াম, অ্যানিমোন, অ্যাস্টার প্রভৃতি।

নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলের সরলবর্গীয় উদ্ভিদের বনভূমি : 1500 মি.– 3000 মি. উচ্চতায় এই প্রকারের বনভূমি পরিলক্ষিত হয়। গাছগুলিকে দেখতে লাগে koner মত, উপরে সরু নিচে মোটা। পাতাগুলি

সূচলো হয়। সোজা হয়ে অনেক দূর পর্যন্ত ওপরে উঠে যায়। এই অঞ্চলের বৃক্ষগুলি হল—পাইন, ফার, বার্চ, ওক, সিডার, স্পুস, লারচ, উইলো, পপলার ইত্যাদি।

উপক্রান্তীয় চিরহরিৎ উদ্ভিদের বনভূমি : পর্বতের নীচে 100 মি. – 1500 মি. উচ্চতায় এই প্রকারের বনভূমি পরিলক্ষিত হয়। এই অঞ্চলের বৃক্ষগুলি হল—সেগুন, শাল, শিষ, গর্জন, কাঞ্চন, বাঁশ, বেত ইত্যাদি।

জলবায়ু : গড় বৃষ্টিপাত 250–350 সেমি, তাপমাত্রা থাকে 15 ডিগ্রি সেলসিয়াসের কম। শীতকালে তাপমাত্রা অনেক নিম্ন এটি প্রায়শই উচ্চতর উচ্চতায় 0°C এর কাছাকাছি পৌঁছায়; মেঘলা থাকার কারণে উজ্জ্বল রোদের সময়ও যথেষ্ট কম।

(খ) তরাই ও ডুয়ার্স অঞ্চলের ক্রান্তীয় অঞ্চল (Tropical zones of Tarai and Dooars)

বিস্তার : দার্জিলিং এবং জলপাইগুড়ি জেলার তরাই ও ডুয়ার্স অঞ্চলে এই প্রকারের বনভূমি পরিলক্ষিত হয়। অত্যাধিক বৃষ্টিপাত হওয়ার ফলে অঞ্চলটি আর্দ্র ও স্যাঁতস্যাঁতে। এর ফলস্বরূপ এখানে গভীর অরণ্যের সৃষ্টি হয়েছে।

ক্রান্তীয় চিরসবুজ বৃক্ষের অরণ্য : এইসব উদ্ভিদের পাতা সারা বছর সবুজ থাকে বলে একে চিরসবুজ অরণ্য বলা হয়। গাছগুলি দীর্ঘ, গুড়ি মোটা, কাঠ শক্ত ও ভারী হয়। এই প্রকারের উদ্ভিদের বনভূমি পর্বতের পাদদেশে গড়ে ওঠে। এই বনভূমি গভীর প্রকৃতির হওয়ায় এর ভিতর দিয়ে সূর্যালোক কম প্রবেশ করে। এখানকার প্রধান বৃক্ষ হলো গর্জন, মেহগনি, বাঁশ, রবার, আয়রন উড, চাপলাস, রোজউড ইত্যাদি।

জলবায়ু : 25–35 ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা যুক্ত অঞ্চলে এবং 200 সেমির বেশি বৃষ্টিপাত যুক্ত অঞ্চলে এই অরণ্য দেখতে পাই।

(গ) মালভূমির শুষ্ক ক্রান্তীয় অঞ্চল (Tropical arid plateau region)

বিস্তার : পশ্চিমের মালভূমি অঞ্চল অর্থাৎ পুরুলিয়া, বাঁকুড়া, পশ্চিম মেদিনীপুরের উত্তর-পশ্চিমভাগে এই প্রকারের উদ্ভিদের বনভূমি দেখতে পাওয়া যায়।

ক্রান্তীয় শুষ্ক পর্ণমোচী বৃক্ষের অরণ্য (Tropical arid deciduous forest) শুষ্ক ঋতুতে এই গাছগুলির পাতা ঝরে পড়ে। এই উদ্ভিদ মূলত ল্যাটেরাইট গড়ে ওঠে। এই জাতীয় উদ্ভিদ ক্রান্তীয় শুষ্ক পর্ণমোচী প্রকৃতির হয়। এখানকার প্রধান বৃক্ষ হলো, অর্জুন, মহুয়া, পলাশ, সেগুন, শাল, শিমুল ইত্যাদি।

জলবায়ু : 25–30 ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা, 100–200 সেমি বৃষ্টিপাত।

(ঘ) আর্দ্র ক্রান্তীয় সমভূমি অঞ্চল (Moist Tropircal plains zones)

বিস্তার : উত্তর ও দক্ষিণ 24 পরগণা, উত্তর ও উত্তর দক্ষিণ দিনাজপুর, পূর্ব ও পশ্চিম মেদিনীপুর, বর্ধমান, হাওড়া ইত্যাদি অঞ্চলে এই প্রকারের বনভূমি পরিলক্ষিত হয়।

ক্রান্তীয় আর্দ্র আধা-পর্ণমোচী বৃক্ষের অরণ্য (Tropical moist semi-deciduous forests) এখানে বৃষ্টিপাত বেশি হওয়ায় বনভূমি ঘন সবুজ প্রকৃতির হয়। এই বনাঞ্চলে অনেক উদ্ভিদের পাতাগুলি খুব অল্প সময়ের জন্য পুরানো পাতা ঝরে পড়ে যখন নতুন পাতার বৃদ্ধি শুরু হয়। এই প্রকারের উদ্ভিদের বনভূমি বিক্ষিপ্তভাবে দেখতে পাওয়া যায়। প্রধান প্রধান বৃক্ষ : আম, জাম, বট, তেঁতুল, কাঁঠাল, অশ্বত্থ, শিমুল, অর্জুন, ম প্লাস, শিরিষ, কাঞ্চন, মিনজিরি ইত্যাদি।

জলবায়ু : 25–30 ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা, 150–200 সেমি বৃষ্টিপাত যুক্ত এলাকাতে এই অরণ্য দেখা যায়।

(ঙ) বদ্বীপ অঞ্চলের উপকূলীয় ম্যানগ্রোভ অরণ্য (Coastal mangrove forests of the delta region)

বিস্তার : উত্তর ও দক্ষিণ 24 পরগনার সুন্দরবনের বদ্বীপ অঞ্চলে, বঙ্গোপসাগরীয় উপকূল অঞ্চলে এই জাতীয় বনভূমি পরিলক্ষিত হয়।

জলবায়ু : বার্ষিক বৃষ্টিপাতের পরিমাণ 50 সেমির বেশি হয়, তাপমাত্রা থাকে 25–35 ডিগ্রি সেলসিয়াসের মধ্যে।

উপকূলীয় ম্যানগ্রোভ অরণ্য (Coastal mangrove forests) উপকূল অঞ্চলে যেখানে জোয়ারের জল মাটিকে লবণাক্ত করে, সেই লবণাক্ত মাটিতে এই ধরণের উদ্ভিদ দেখা যায়। এই গাছগুলিতে ঠেশমূল, শ্বাসমূল, জালিকাকার মূল বাট্রেস মূল দেখা যায়। ব্রুগুইরা, সেরিওপস, রাইজোফোরা প্রভৃতি প্রজাতিতে জরায়ুজ অঙ্কুরোদ্গম দেখা যায়।

প্রধান বৃক্ষ : গরান, সুন্দরী, হোগলা, হেতাল, গোলপাতা, কেওড়া, সুর্যশিশির ইত্যাদি।

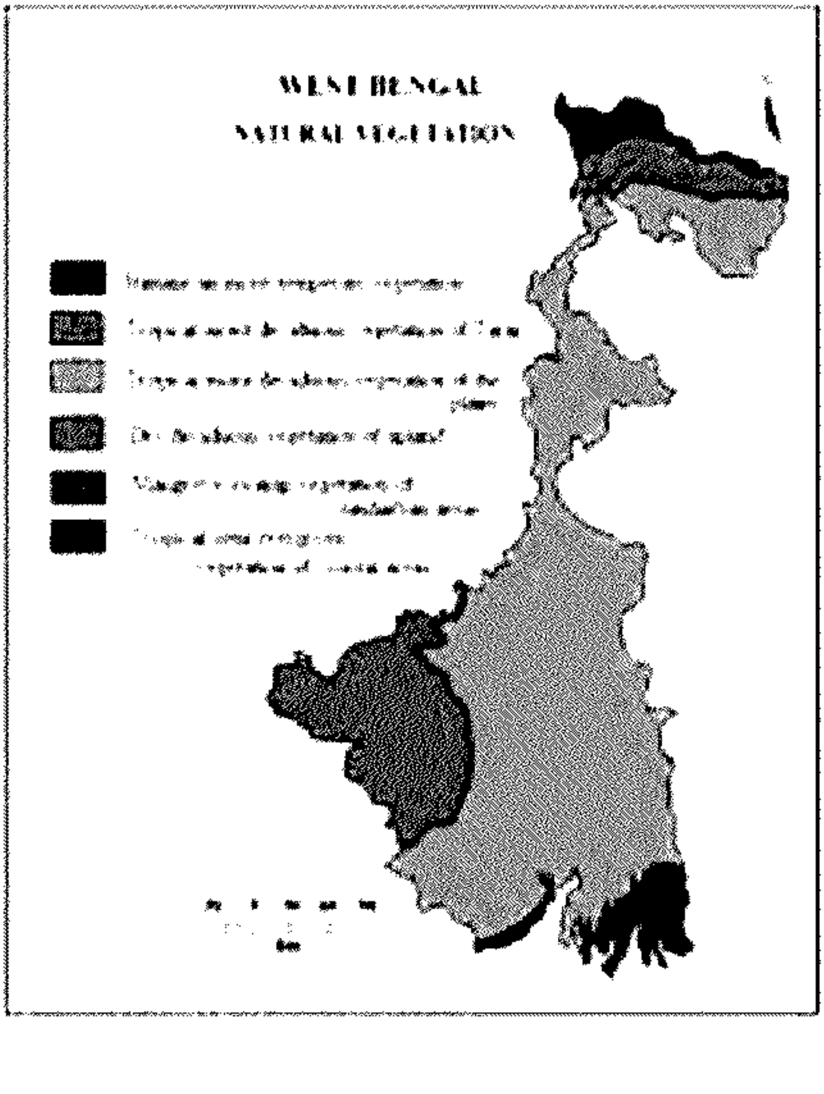
12.5 উপসংহার (Conclusion)

এই এককটি অনুশীলন করে আমরা পশ্চিমবঙ্গের জলবায়ুর বৈশিষ্ট্য অনুসারে বিভিন্ন ভৌগোলিক অঞ্চলগুলির নাম ও অবস্থান জানতে পেরেছি। ভৌগোলিক অঞ্চলগুলির বৈশিষ্ট্যগত বনভূমি, তাহাদের প্রকৃতি, উল্লেখযোগ্য উদ্ভিদ সম্বন্ধে জানতে সাহায্য করবে। কবে কোনো উদ্ভিদ বা উদ্ভিদগোষ্ঠী সম্বন্ধে

অনুশীলনের বা সংগ্রহের প্রয়োজনে, কিংবা শিক্ষামূলক বা ব্যক্তিগত ভ্রমণে গেলে এই অধ্যায়ের ব্যবহারিক জ্ঞান আমাদের নানা ভাবে সহায়তা করবে।

12.6 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

12.7 উত্তরমালা (Answers)



একক – 13 ❑ উদ্ভিদ সম্প্রদায় নির্দেশ করে ভারতের জীব-ভৌগোলিক অঞ্চলের মানচিত্র তৈরি এবং তার ওপর মন্তব্য করা (Preparation of map showing vegetation of biogeographical regions of India and to comment to it)

গঠন

13.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

13.1 ভূমিকা (Introduction)

13.2 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Requirements)

13.3 পদ্ধতি (Procedure)

13.4 পর্যবেক্ষণ (Observation)

13.4.1 ভারতের জীব-ভৌগোলিক অঞ্চল সমূহের মানচিত্র

13.4.2 ভারতের ভৌগোলিক অঞ্চলগুলির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা উপসংহার

13.5 উপসংহার (Conclusion)

13.6 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

13.7 উত্তরমালা (Answers)

13.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি অনুশীলন করে আমরা ভারতবর্ষের জীব ভৌগোলিক অঞ্চলগুলির নাম ও অবস্থান জানতে পারবো। ভারতের জীব-ভৌগোলিক অঞ্চলের মানচিত্র অঙ্কন করতে সামর্থ হবো। বিভিন্ন ভৌগোলিক অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায় সম্বন্ধে ধারণা জ্ঞান লাভ করতে পারবো। কোন অঞ্চলে কোন কোন উল্লেখযোগ্য গাছপালা পাওয়া যায় সে ব্যাপারে ব্যবহারিক জ্ঞান লাভ করতে পারবো।

13.1 ভূমিকা (Introduction)

জীব-ভূগোল হল ভৌগলিক গঠন, অবস্থান এব ভূতাত্ত্বিক সময়ের সাপেক্ষে জীব প্রজাতি এবং বাস্তুতন্ত্রের বন্টন বিষয়ে অধ্যয়ন। প্রাকৃতিক বৈচিত্র্যের সমৃদ্ধ দেশ। বিশ্বের শীর্ষ 17টি মেগা-বৈচিত্র দেশের মধ্যে ভারত বিশ্বের দশম স্থানে রয়েছে। ভারতবর্ষ 17500 নথিভুক্ত সপুষ্পক উদ্ভিদ, 6200টি এন্ডেমিক বা স্থানিক প্রজাতি, 7500টি ঔষধি গাছ এবং 246টি বিশ্বব্যাপী বিপন্ন প্রজাতি নিয়ে বিশ্বের 11% সপুষ্পক উদ্ভিদ বৈচিত্র্য ধারণ করে।

ভারতের বন্যপ্রাণী ইনস্টিটিউটের রজার্স এবং পানওয়ার 1986 সালে ভারতের জন্য একটি সুরক্ষিত এলাকা নেটওয়ার্কের পরিকল্পনা করেন 1988 সালে ভারতকে 10টি জীব-ভৌগোলিক অঞ্চলে বিভক্ত করার একটি রূপরেখা দেন যাহা নিম্নরূপ—1. ট্রান্স হিমালয়ান জোন। 2. হিমালয় অঞ্চল 3. মরুভূমি অঞ্চল। 4. সেমিয়ারিড জোন। 5. পশ্চিমঘাট অঞ্চল। 6. দাক্ষিণাত্যের মালভূমি অঞ্চল। 7. গাঙ্গেয় সমতল অঞ্চল। 8. উত্তর পূর্ব অঞ্চল। 9. উপকূলীয় অঞ্চল। 10. দ্বীপপুঞ্জ।

আমরা মানচিত্রের মাধ্যমে এই অঞ্চলগুলির অবস্থান নির্দেশ করবো। সেইসঙ্গে প্রতিটি অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের প্রকৃতি ও তাদের উল্লেখযোগ্য কিছু গাছপালার নাম উল্লেখ করবো।

13.2 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Requirements)

পেন, বিভিন্ন রং পেন্সিল, স্কেল, কাগজ, ড্রয়িং বোর্ড ইত্যাদি।

13.3 পদ্ধতি (Procedure)

এই অনুশীলনে প্রদত্ত জীব ভৌগোলিক অঞ্চলের মানচিত্র দেখে এবং প্রতিটি অঞ্চলের ভৌগোলিক বিস্তার অনুশীলন করে তাহার অঙ্কন নিজ হাতে করা হয়। প্রতিটি অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায় অনুশীলন করে তার ওপরে মন্তব্য করা হয়।

13.4 পর্যবেক্ষণ (Observation)

13.4.1 ভারতের জীব-ভৌগোলিক অঞ্চল সমূহের মানচিত্র

নীচে রজার্স এবং পানওয়ার, (1988) বর্ণিত ভারতের জীব-ভৌগোলিক অঞ্চল সমূহের মানচিত্র দেওয়া হলো :

13.4.2 ভারতের ভৌগোলিক অঞ্চলগুলির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা

উপরিউক্ত প্রতিটি ভৌগোলিক অঞ্চলের সীমারেখা, ভৌগোলিক বৈশিষ্ট্য, উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের প্রকৃতি ও সেখানকার কিছু বিশেষ বিশেষ উদ্ভিদ সংক্ষেপে উল্লেখ করা হলো।

জোন 1—ট্রান্স-হিমালয়ান অঞ্চল

গ্রেট হিমালয় রেঞ্জের অব্যবহিত উত্তরে অবস্থিত হিমালয় পর্বতমালাকে ট্রান্স-হিমালয় বলা হয়। এটি তিনটি জৈব-ভৌগলিক প্রদেশ নিয়ে গঠিত—লাদাখ পর্বতমালা, তিব্বত মালভূমি এবং সিকিম হিমালয়। 4,500 থেকে 6000 মিটার এর মধ্যে অবস্থিত এবং এটি খুব ঠাণ্ডা এবং শুষ্ক। বিস্তৃত এলাকা উন্মুক্ত শিলা এবং হিমবাহ নিয়ে গঠিত।

এই অঞ্চলের বেশিরভাগ গাছপালা ক্যারাগান (*Caragana* sp.), অ্যাস্ট্রাগালাস (*Astragalus* sp.), লোনিসেরার (*Lonicera* sp.) মতো কাঁটাযুক্ত কুশন গাছের দুষ্প্রাপ্য এবং বিক্ষিপ্ত প্যাচ দিয়ে গঠিত। আশ্রয়স্থলগুলিতে জুনিপেরাস (*Juniperus* sp.) এবং নীল পাইন (*Abies spectabiles*) রয়েছে যখন বেশিরভাগ উপত্যকা এবং নদীর তীরে বিভিন্ন প্রজাতির হিপ্পোফি (*Hippophae* sp.), মাইরিকেরিয়া (*Myricaria* sp.), পপুলাস (*Populus* sp.) এবং স্যালিক্স (*Salix* sp.) প্রভৃতি উদ্ভিদ রয়েছে।

জোন 2—হিমালয়

হিমালয় পর্বতমালার এই অঞ্চলটি 2,400 কিলোমিটার দৈর্ঘ্য বরাবর বিস্তৃত। অতি উচ্চতা, খাড়া নতিমাত্রা (স্টিপ গ্রাডিয়েন্ট) এবং সমৃদ্ধ নাতিশীতোষ্ণ উদ্ভিদ সমাহার (ফ্লোরা) এর কারণে এই অঞ্চল একটি অনন্য জীববৈচিত্র্যের আধার; হিমালয়ের তিনটি জৈব-ভৌগোলিক প্রদেশ রয়েছে যথা—উত্তর-পশ্চিম হিমালয়, পশ্চিম হিমালয়, মধ্য হিমালয় এবং পূর্ব হিমালয়। উপক্রান্তীয় এবং আল্পাইন বন মধ্য এবং পশ্চিম হিমালয়ের বৈশিষ্ট্য নির্ণয় করে; গ্রীষ্মমণ্ডলীয় রেইনফরেস্ট পূর্ব হিমালয়ে প্রাধান্য পায়। ওক, চেস্টনাট, কনিফার, অ্যাশ, পাইন এবং দেবদার বা সীডার প্রভৃতি উদ্ভিদ হিমালয়ে প্রচুর পরিমাণে রয়েছে।

হিমালয়ের পাদদেশের গ্রীষ্মমণ্ডলীয় পর্ণমোচী বন থেকে শুরু করে মধ্যম উচ্চতায় (1000–2000 মিটার) নাতিশীতোষ্ণ বন এবং মিশ্র চওড়া পাতা এবং শুঙ্কযুক্ত বন বা কনিফার বৈশিষ্ট্যযুক্ত সমৃদ্ধ বনভূমি। উচ্চতর অংশে শঙ্কুযুক্ত, সাব-আল্পাইন বনভূমি এবং আলপাইন তৃণভূমি দেখা যায়।

হিমালয়ে বিভিন্ন প্রজাতির ম্যাগনোলিয়া (*Magnolia* sp.), কুয়েরকাস (*Quercus* sp.), ম্যাপেল (*Acer* sp.), বেটুলা (*Betula* sp.), রডোডেনড্রন (*Rhododendron* sp.), ম্যাচিলাস (*Machilus* sp.), লিটসিয়া (*Litsea* sp.) এবং ফোবি (*Phoebe* sp.) ইত্যাদি। উত্তরের ঢালে, শুষ্ক অঞ্চলে এবং উচ্চতর উচ্চতায়, পিসিয়া (*Picea* sp.), কিউপ্রেসাস (*Cupressus* sp.), সেড্রাস (*Cedrus* sop.) এবং পাইনাসের (*Pinus* sp.) মতো কনিফারগুলি দেখা যায়।

জোন 3—ভারতীয় মালভূমি

এই অঞ্চল দুটি জৈব-ভৌগলিক প্রদেশ নিয়ে গঠিত। বৃহত্তম অংশটি হল থর বা গ্রেট ইন্ডিয়ান মরুভূমির পাকিস্তান সংলগ্নভারতীয় অংশ। ইহা রাজস্থান প্রদেশ এবং পাঞ্জাব ও হরিয়ানার কিছু অংশ নিয়ে গঠিত। ভারতীয় অংশে এই মরুভূমি 170,000 বর্গ কি.মি. জায়গা জুড়ে বিস্তৃত। এখানকার জলবায়ু তপ্ত এবং শুষ্ক প্রকৃতির। গ্রীষ্মকালের অত্যধিক তাপমাত্রা এবং শীতকাল অতীব শীতলতা এখানকার বৈশিষ্ট্য। বৃষ্টিপাত 70 সেন্টিমিটারের কম। গাছপালা বেশিরভাগই জেরোফাইটিক। বাবলা (*Vachellia nilotica*), বিশেষ ঘাস অরিস্টিডা (Aristida funiculata), ট্রেগাস (*Tragus biflorus*), ফলসা (*Grewia tenax*), লেপিডাগাথিস (*Lapidagathis trinervis*), কালো মিলেট (*Melanocenchris jacquemontii*), চিরচিট্টা (*Pupalia lappacea*), বিভিন্ন প্রজাতির অতসী (*Crotalaria buriha, Crotalaria medicagenia*), ইউফোরবিয়া (*Euphorbia* sp.), ইত্যাদি এখানকার উল্লেখযোগ্য গাছপালা।

দ্বিতীয় অংশটি হলো গুজরাটে অবস্থিত কচ্ছের রাণ। রণ হল পাকিস্তান ও ভারতের সীমান্ত মধ্যে বিস্তীর্ণ এলাকা জুড়ে বিস্তৃত একটি লবণের জলাভূমির। বৃহত্তর অংশটি বেশিরভাগ গুজরাটে (প্রধানত কচ্ছ জেলা) অবস্থিত। ইন্দো-মালয় অঞ্চলে কচ্ছের রাণ একমাত্র বড় প্লাবিত তৃণভূমি অঞ্চল। ম্যানগ্রোভ এবং মরুভূমির গাছপালা সহ বিভিন্ন বাস্তুতন্ত্র এখানে বর্তমান। এর মধ্যে রয়েছে এন্ডেমিক এবং বিপন্ন প্রজাতির নানা উদ্ভিদ। কচ্ছের রণের প্রধান গাছপালা হল তৃণভূমি এবং কাঁটাঝোপ। সাধারণ ঘাসের প্রজাতির মধ্যে রয়েছে অরিস্টিডা প্রজাতির ঘাস (*Apluda aristata*), ফাউন্টেন ঘাস (*Pennisetum* sp.), লেবু ঘাস (*Cymbopogon* sp.), ঝিরিঘাস (*Eragrostis* sp.) এবং বন অতসী (*Elionurus* sp.) প্রভৃতি বন্যা অঞ্চলের উঁচু ভূমিতে জন্মায়।

জোন 4—আধা-শুষ্ক এলাকা

ইহা থর মরুভূমি থেকে পশ্চিমঘাটের ঘন বনাঞ্চলের মধ্যবর্তী ক্রান্তি অঞ্চল জুড়ে বিস্তৃত একটি আধা-শুষ্ক জীবভৌগোলিক অঞ্চল। মৃত্তিকা জলের ঘাটতি এবং উন্মুক্ত মাটির বিস্তীর্ণ এলাকার মাঝে মাঝে বিচ্ছিন্ন জঙ্গাল এই অঞ্চলের স্বাভাবিক চরিত্র। এই আধা-শুষ্ক অঞ্চলে কাঁটাযুক্ত ঝোপঝাড়, ঘাস এবং কিছু প্রজাতির বাঁশ দেখা যায়। এখানকার গাছপালার মধ্যে তেঁতুল (*Tamarindus indica*), ডুমুর (*Ficus* sp.), বেল (*Aegle marmelos*), চিরঞ্জী পিয়াল (*Buchanania lanzan*), ফলসা (*Grewia Asiatica*), বড় পীলু (*Salvadora oleodies*), মরুখেজুর (*Balanites aegyptiaca*), আসিরিয়ান পাম (*Cordia* spp.), কুল (*Ziziphus jujuba*), শমী বৃক্ষ (*Prosopis cineraria*) ইত্যাদি উল্লেখযোগ্য।

জোন 5—পশ্চিমঘাট

ভারত উপমহাদেশের পশ্চিমঘাট পর্বত মালা এবং পশ্চিম উপকূল অঞ্চল জুড়ে অবস্থা করে বিশ্বের এক অনন্য জীববৈচিত্র অঞ্চল। পশ্চিমঘাট জীবভৌগোলিক অঞ্চলটির দক্ষিণ প্রান্ত উপমহাদেশের 8°N থেকে প্রায় 1600 কিমি উত্তর দিকে 21°N এ তাপ্তি নদীর মুখ পর্যন্ত বিস্তৃত। পর্বতগুলির গড় উচ্চতা সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে 900 এবং 1500 মিটারের পর্যন্ত। দক্ষিণ-পশ্চিম থেকে মৌসুমি বায়ুকে বাধা দেয় এর ফলে পশ্চিম উপকূলে প্রচুর বৃষ্টিপাত হয় এবং পশ্চিমঘাট পর্বত মালার পূর্বদিকে বৃষ্টির ছায়া অঞ্চল তৈরি হয়।

এই অঞ্চল সৃষ্টি করেছে বিশ্বব্যাপী স্বীকৃত 36টি জীববৈচিত্র্যের হটস্পট "ওয়েস্টার্নঘাট ও শ্রীলংকা"। পশ্চিমঘাটের চিরহরিৎ উদ্ভিদের বনভূমিতে। অপুষ্পক ও স্বপুষ্পক শ্রেণীর প্রচুর সংখ্যক আঞ্চলিক বা এন্ডেমিক প্রজাতি। এখানকার কিছু উল্লেখযোগ্য এন্ডেমিক প্রজাতির উদ্ভিদ হল অ্যাডেনন (*Adenon*), ক্যালাকান্থাস (*Calacanthus*), পলিজিগাস (*Polyzygus*), এরিনোকার্পাস (*Erinocarpus*), গ্রিফিথএলা (*Griffithella*), হ্যাপ্লোথিসমিয়া (*Haplothismia*), ন্যানোথামনাস (*Nanothamnus*), উইলিসিয়া (*Willisia*) প্রভৃতি।

জোন 6—দাক্ষিণাত্য মালভূমি

পশ্চিম ঘাটের ওপারে বৃষ্টির ছায়ায় যে আধা-শুষ্ক অঞ্চলটি অবস্থিত তাহাই ডেকান বা দাক্ষিণাত্য মালভূমি। এটি ভারত উপমহাদেশের বৃহত্তম মালভূমির। দাক্ষিণাত্যের মালভূমি সাতপুরা পর্বতমালার দক্ষিণ প্রান্ত থেকে ভারত উপমহাদেশের দক্ষিণ প্রান্ত পর্যন্ত বিস্তীর্ণ অঞ্চল বিভিন্ন ধরণের বন দ্বারা আবৃত। আনাই মুদি এই অঞ্চলের সর্বোচ্চ শৃঙ্গ। দাক্ষিণাত্যের মালভূমি পশ্চিম ও পূর্ব ঘাট পর্বতমালা দ্বারা বেষ্টিত যাহারা দক্ষিণ প্রান্তে নীলগিরি পাহাড়ে একে অপরের সাথে মিলিত হয়েছে। মহানদী, গোদাবরী, কৃষ্ণা এবং কাবেরির মতো অনেক নদী পশ্চিম ঘাট থেকে উৎপন্ন হয়ে পূর্ব দিকে প্রবাহিত হয় এবং শেষে বঙ্গোপসাগরে মিশিছে। গোদাবরী দাক্ষিণাত্যের মালভূমির দীর্ঘতম নদী। নর্মদা ও তাপ্তি পশ্চিম দিকে প্রবাহিত হয়ে আরব সাগরে পতিত হয়েছে।

এখানকার ডোমিন্যান্ট গাছপালা মূলত বাবলা (*Acacia*), কুল (*Ziziphus*), শমী (*Prosopis*)-র মত কাঁটাযুক্ত প্রজাতি ছাড়াও এই অঞ্চল টার্মিনালিয়া (হরীতকী, বহেরা প্রভৃতি), ক্যাসিয়া, শিরিষ, শিশু, স্টেরিওস্পারমাম, টেরোকার্পাস, শাল, ডায়োস্পাইরোস প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য প্রজাতির গাছপালা দ্বারা চিহ্নিত করা যায়। ভারতীয় চন্দন (*Santalum album*) একটি মূল্যবান বনজ সম্পদ।

জোন 7—গাঙ্গেয় সমভূমি

পশ্চিমে যমুনা নদী, দক্ষিণ-পূর্বদিকে গঙ্গার মোহানা, উত্তরে হিমালয় পার্বত্য অঞ্চল এবং দক্ষিণে

উপদ্বীপীয় মালভূমি এর মধ্যবর্তী বিশাল সমতল, অঞ্চলটির নাম গাঙ্গেয় সমভূমি। ইহা দিল্লির কিছু অংশ, উত্তর প্রদেশ, বিহার, পশ্চিমবঙ্গ এবং উড়িষ্যার কিছু অংশ জুড়ে বিস্তৃত এই সমভূমির মোট আয়তন প্রায় 3 লক্ষ 75 হাজার বর্গকিমি। গাঙ্গেয় সমভূমিকে স্থানীয় বৈশিষ্ট্যের পার্থক্য অনুসারে নিম্নলিখিত তিনটি উপ-অঞ্চলে ভাগ করা যায় :

উচ্চ গাঙ্গেয় সমভূমি অঞ্চল :

অঞ্চলটি পশ্চিমে যমুনা নদী থেকে পূর্বে এলাহাবাদ পর্যন্ত প্রসারিত। পশ্চিমে অঞ্চলটির গড় উচ্চতা 220 মি. এবং পূর্বে 100 মি.। উত্তরাংশে সংকীর্ণ ভাবর ও তরাইভূমি দেখা যায়।

মধ্য গাঙ্গেয় সমভূমি অঞ্চল :

পূর্বদিকে এর উচ্চতা ক্রমহ্রাসমান (প্রায় 35 মি.)। এই অঞ্চলটির পূর্বাংশ বিহার রাজ্যে এবং পশ্চিমাংশ রাজমহল পাহাড় নিয়ে উত্তরপ্রদেশের মধ্যে অবস্থিত। ভাবরের দক্ষিণে জঙ্গালময়, জলাকীর্ণ, অপেক্ষাকৃত সূক্ষ্ম পলি ও বালি দ্বারা গঠিত অঞ্চলকে তরাই বলা হয়।

নিম্ন গাঙ্গেয় সমভূমি অঞ্চল :

ভারতে এই অংশটি বিহারের পূর্ব সীমা থেকে হুগলি নদীর মোহানা পর্যন্ত বিস্তৃত। এই অংশটিকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়—1. উত্তরবঙ্গের সমভূমি 2. রাঢ় সমভূমি (ছোটোনাগপুর মালভূমি অঞ্চলে উৎপন্ন গঙ্গার উপনদীগুলি দ্বারা গঠিত) 3. বদ্বীপ সমভূমি (গঙ্গা-পদ্মা ও তার শাখা প্রশাখা নদীগুলি দ্বারা গঠিত)। গাঙ্গেয় সমভূমি অঞ্চলের জলবায়ু আর্দ্র ও উষ্ণমণ্ডলীয় প্রকৃতির থেকে শুষ্ক পর্ণমোচী প্রকৃতির। এখানকার বনাঞ্চলের গাছগুলো মধ্যে বাবলা (*Acasia arabica*), মহুয়া, শিশু (*Dalbergia sisso*), জারুল (*Lagerstroemita speciosa*), শাল (*Shorea robusta*), খায়ের (*Senegalia catechu*), সেগুন (*Tectona grandis*), হরীতকী, জাম (*Syzygium cumini*), দেবদারু (*Polyalthia longifolia*), করঞ্জ (*Pongamia pinnata*), পুত্রানজিভা (*Putranjiva roxburghii*), বকফুল (*Sesbania grandiflora*), অর্জুন (*Terminalia arjuna*), কাঞ্চন (*Bauhinia purpurea*), লাল শিমুল (*Bombox malabaricum*), পলাশ (*Butea monospherma*), বাঁদরলাঠি/অমলতাস (*Cassia fistula*), মিনজিরি ফুল (*Cassia siamea*), রক্তমন্দার (*Erythrina blackeii*), বট (*Ficus benghalensis*) অশ্বত্থ (*F. religiosa*), ডুমুর (*F. hispida*) আম (*Mangifera indica*), লিচু (*Litchi chinensia*), বাঁশ (*Bambusa* sp.), কলা (*Musa* sp.) প্রভৃতি প্রায় সর্বত্রই দেখা যায়।

জোন 8—উত্তর-পূর্ব ভারত

ভারতের উত্তর-পূর্বাঞ্চলের আসাম, অরুণাচল প্রদেশ, মেঘালয়, মণিপুর, নাগাল্যাণ্ড, মিজোরাম ও ত্রিপুরা সাত রাজ্য বা "সপ্তভগিনী" নিয়ে এই অঞ্চলটি গঠিত। অঞ্চলটির আয়তন 2,62,184

বর্গকিলোমিটার যা ভারতের মোট আয়তনের প্রায় 8%। প্রাকৃতিকভাবে উত্তর-পূর্ব অঞ্চলকে পূর্ব হিমালয়, পূর্বাঞ্চল পর্বতমালা, ব্রহ্মপুত্র উপত্যকা ও বরাক উপত্যকায় ভাগ করা যায়।

উত্তর-পূর্ব অঞ্চলটিতে ওক এবং পাইন গাছের মিশ্র আধিপত্য দেখা যায়। এছাড়াও চেস্টনাট ওক (*Quercus prinus*), ভার্জিনিয়া পাইন (*Pinus virginiana*), এবং সাদা পাইন (*Pinus strobus*), সাদা ওক (*Quercus alba*) বা স্কারলেট ওক (*Quercus coccinea*) উদ্ভিদের ঘন বনাঞ্চল দেখা যায়। বিভিন্ন প্রকার বাঁশের ঘন এবং তৃণভূমি রাজ্যগুলি জুড়ে ছড়িয়ে রয়েছে। এই স্তন্যপায়ী প্রাণীর তালিকা সংক্ষিপ্ত। উল্লেখযোগ্য কিছু প্রাণীর মধ্যে রয়েছে সাম্বার, বার্কিং ডিয়ার, বুনো শূকর, এশিয়াটিক কালো ভাল্লুক এবং সেরো। এখানে পাখিরাও কম বৈচিত্র্যময়।

জোন 9—উপকূল

ভারতের উপকূলরেখা 7,516,4 km এর বেশি অঞ্চল জুড়ে বিস্তৃত। পশ্চিম উপকূল ক্যাম্বে উপসাগর এবং কচ্ছ উপসাগর ছাড়া সংকীর্ণ, সর্ব দক্ষিণ প্রান্তে সহ্যাদ্রি বরাবর ইহা কিছুটা প্রশস্ত। এর বিপরীতে পূর্ব উপকুলীয় সমভূমি পূর্ব-প্রবাহিত নদীগুলির পলি সঞ্চয়ের কারণে অনেকটা বিস্তৃত। উপকূলীয় অঞ্চলের প্রধান রাজ্যগুলি হল—গুজরাট, মহারাষ্ট্র, গোয়া, কর্ণাটক, কেরালা, অন্ধ্রপ্রদেশ, তামিলনাড়ু এবং পুদুচেরি, ওড়িশা ও পশ্চিমবঙ্গ।

পশ্চিম মুখী প্রবাহিত নদীগুলো পশ্চিম উপকূলের উপর দিয়ে প্রবাহিত হয়ে আবর সাগরে পতিত হয়েছে। নর্মদা এবং তাপ্তি হল সুপরিচিত পশ্চিম-প্রবাহিত নদী, যেখানে সবরমতি, মাহি, ভরতপূঝা এবং পেরিয়ার হল অন্যান্য ছোট পশ্চিম-প্রবাহিত নদী। পূর্বমুখী প্রবাহিত পূর্ব উপকূলের উল্লেখযোগ্য নদী গোদাবরী, কৃষ্ণা এবং কাবেরির বিস্তৃত ব-দ্বীপ এই উপকূলের বৈশিষ্ট্য। উপকূল বরাবর ম্যানগ্রোভ গাছপালা, লবণ জলাভূমি, সমুদ্র ঘাস, ম্যাক্রোঅ্যালগি ইত্যাদি মোহনার বৈশিষ্ট্য। নানা প্রজাতির পাম, গোলমরিচ (*Piper nigrum*) জায়ফল (*Myristica fragrans*), নারকেল (*Cocoa nucifera*), তুলা (*Gossypium* sp.) এবং রাবার (*Ficus elastica*)। উপকূলীয় অঞ্চলের প্রধান গাছপালা। উপকূলের জোয়ার বনাঞ্চলের (Tidal forests) গুরুত্বপূর্ণ গাছ হল হোগলা (*Typha* sp.), গরান (*Ceriops* sp.) ইত্যাদি। মাইরিওফাইলাম ইন্ডিকাম (Myriophyllum indicum) পূর্ব উপকূলের উল্লেখযোগ্য জলজ উদ্ভিদ যা নদী উপকূল ও পুকুর এ জন্মাতে দেখা যায়। উপকূলীয় সমভূমির বড় অংশ উর্বর মাটি দ্বারা আবৃত যেখানে প্রধান ফসল ধানের সাথে বিভিন্ন ফসল জন্মে।

জোন 10—দ্বীপপুঞ্জ

উৎপত্তি এবং গঠন বৈশিষ্ট্যে উল্লেখযোগ্য পার্থক্য অনুযায়ী দ্বীপপুঞ্জ দুইটি বিভাগে বিভেদিত : (a) আরব সাগরীয় দ্বীপপুঞ্জ এবং (b) উপসাগরীয় দ্বীপপুঞ্জ।

(a) আরব সাগরীয় দ্বীপপুঞ্জ

লাক্ষাদ্বীপ, মিনিকয় দ্বীপ ইত্যাদি নিয়ে আরব সাগর দ্বীপপুঞ্জ। ভারতের কিছু সেরা-সংরক্ষিত চিরহরিৎ বন রয়েছে। মূল ভূখণ্ডের নিকটতম বিন্দু থেকে দূরে এবং প্রায় 590 কিমি প্রসারিত হয় এবং 220 কিমি বিস্তৃত। কিছু দ্বীপ প্রবাল প্রাচীর দিয়ে ঘেরা। তাদের অনেকগুলি ঘন বনে আচ্ছাদিত এবং কিছু অত্যন্ত বিচ্ছিন্ন। দ্বীপের উদ্ভিদের মধ্যে রয়েছে কলা (*Musa paradisiaca*), কলোকেসিয়া (*Colocasia antiquorum*) সোজনে (*Moringa oleifera*), বিশেষ প্রজাতির কাঁঠাল বা চাক্কা (*Artocarpus incisa*) কাঠ বাদাম (*Terminalia catappa*) যা এখানে প্রচুর জন্মায়। এই দ্বীপগুলি বিভিন্ন প্রজাতির তিমি (পিগম ব্লু হোয়েল, ব্রাইডস হোয়েল, স্পার্ম হোয়েল, ওরকা এবং পাইলট হোয়েল) এবং ডলফিনের জন্যও পরিচিত। এখানে সাইপ্রেড জাতীয় সামুদ্রিক শামুক, হারমিট কাঁকড়া, রঙিন প্রবাল মাছ যেমন প্যারট ফিশ (*Callyodon sordidus*), বাটারফ্লাই ফিস (*Chaetodom auriga*), সার্জন ফিশ (*Acanthurus lineatus*) ও প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়।

(b) উপসাগরীয় দ্বীপপুঞ্জ

আন্দামানের প্রাকৃতিক গাছপালা ক্রান্তীয় বন, উপকূলে ম্যানগ্রোভ রয়েছে। বেশিরভাগ বন চিরহরিৎ, তবে কিছু অংশে আর্দ্র পর্ণমোচী বনের এলাকা রয়েছে। নিকোবর মধ্য ও দক্ষিণ দ্বীপপুঞ্জে প্রধানত চিরসবুজ বনভূমি ও তৃণভূমি দেখা যায়। এখন পর্যন্ত প্রায় 2200টি উদ্ভিদের জাত রেকর্ড করা হয়েছে যার মধ্যে 200টি স্থানীয়। ''দক্ষিণ আন্দামানের বনে এপিফাইটিক গাছপালা, বেশিরভাগ ফার্ন এবং অর্কিডের প্রচুর বৃদ্ধি রয়েছে।

বহুসংখ্যক বিপন্ন উদ্ভিদ যেমন ডেনড্রোবিয়াম (*Dendrobium tenuicaule*), ইউলোফিয়া (*Eulophia nicobarica*), মাল্লেওলা (*Malleola andamanica*), টেনিওফাইলাম (*Taeniophyllum andamanicum*) প্রভৃতি প্রজাতির অর্কিড, ক্রিপটোক্যারিয়া (*Cryptocarya ferrea*), গিনালোয়া (*Ginalloa andamanica*) ওয়েন্ডল্যান্ডিয়া (*Wendlandia andamanica*) হল দ্বীপপুঞ্জে পাওয়া কিছু বিপন্ন প্রজাতি। এছাড়াও নানা প্রজাতির জিনজিবার, বেত, কলা, ফার্ন ইত্যাদি সহ অনেক গুরুত্বপূর্ণ স্থানীয় উদ্ভিদের একটি প্রাকৃতিক আবাস। সর্গপক্ষী ফুল (*Strelizia reginae*) সাধারণ নারকেল (*Cocos nucifera*) সহ বিভিন্ন প্রজাতির পাম, রেঙ্গুন লতা (*Combretum indicum*), মিষ্টি অ্যালিসাম (*Lobularia maritima*) পাওয়া যায়।

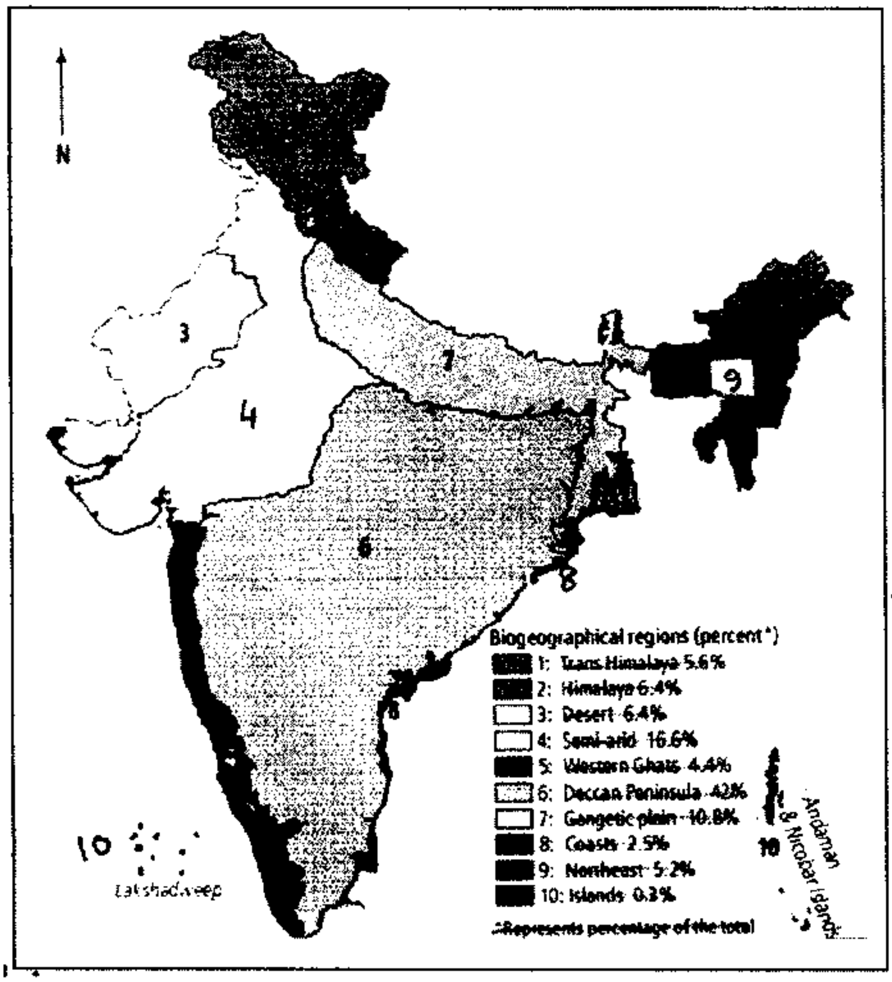
13.5 উপসংহার (Conclusion)

এই এককটি অনুশীলন করে আমরা ভারতবর্ষের জীব ভৌগোলিক অঞ্চলগুলির নাম ও অবস্থান

জানতে পেরেছি। ভৌগোলিক চরিত্র ও অবস্থানের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের প্রকৃতি ও বিস্তারগত সম্পর্ক জানতে পেরেছি। এই জ্ঞান ভারতের জীব-ভৌগোলিক অঞ্চলের মানচিত্র অঙ্কন করতে সাহায্য করবে। কখন কোনো উদ্ভিদ সংগ্রহের প্রয়োজনে, কিংবা শিক্ষামূলক বা ব্যক্তিগত ভ্রমণে গেলে এই অধ্যায়ের ব্যবহারিক জ্ঞান আমাদের নানা ভাবে সহায়তা করবে। এছাড়াও বিভিন্ন অঞ্চলের স্থানিক বা এন্ডেমিক উদ্ভিদ সম্বন্ধে ধারণা সেই গাছগুলির সংরক্ষণে জনসাধারণের সচেতনতা বৃদ্ধি করবে।

13.6 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

13.7 উত্তরমালা (Answers)



একক – 14 ❑ কৃষি জলবায়ু অঞ্চলে উদ্ভিদ পরিদর্শনী ভ্রমণ (Botanical excursion to an agroclimatic region)

গঠন

14.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

14.1 ভূমিকা (Introduction)

14.2 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Requirements)

14.2.1 ফিল্ড নোট বুক (Field Note book)

14.2.2 ভাউচার বুক (Voucher Book)

14.3 হারবেরিয়াম শিট তৈরি করার পদ্ধতি (Method of prepare herbarium sheets)

14.4 পরিশীলিত কিংবা সংগৃহিত উদ্ভিদগুলির তালিকা প্রস্তুত করণ : (দার্জিলিং এক্সকারশনের সংক্ষিপ্ত উদাহরণ) (Enlisting the plants studied or collected : a brief example from Darjeeling tour)

14.5 উপসংহার (Conclusion)

14.6 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

14.7 উত্তরমালা (Answers)

14.0 উদ্দেশ্য (Objectives)

নির্দিষ্ট অঞ্চলের প্রাকৃতিক বা বন্য উদ্ভিদ প্রজাতিসমূহ ও সেখানকার পরিবেশের সাথে শিক্ষার্থীদের পরিচিত করা।

কোনো কৃষি-জলবায়ু অঞ্চলের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের প্রকৃতি, সেখানকার বিশেষ উদ্ভিদ গোষ্ঠী, ফুল ও ফল প্রাপ্তির সময় ইত্যাদি অনুশীলন।

কোনো অঞ্চলের উদ্ভিদ বৈচিত্র্য ও উদ্ভিদ বাস্তুব্য বাসস্থান সম্বন্ধে জ্ঞান অর্জন।

উদ্ভিদ নমুনা সংগ্রহ ও সংরক্ষণ সম্বন্ধে ব্যবহারিক জ্ঞান অর্জন করা।

14.1 ভূমিকা (Introduction)

বোটানিক্যাল এক্সকার্শন বা উদ্ভিদ পরিদর্শনী ভ্রমণ উদ্ভিদ অধ্যয়নের একটি অবিচ্ছেদ্য অংশ। এটি শিক্ষার্থীদের জন্য উদ্ভিদের আবাসস্থল, উদ্ভিদের বিভিন্ন প্রকৃতি ও চরিত্রগুলি ব্যবহারিক ভাবে অনুশীলনের একটি চমৎকার সুযোগ প্রদান করে। উদ্ভিদবিদ্যা অধ্যয়নে অধিকতর আগ্রহ সৃষ্টি করে। বই থেকে শেখা যদিও উল্লেখযোগ্য কিন্তু তা একঘেয়েমি হয়ে উঠতে পারে কিন্তু প্রকৃতিতে উদ্ভিদের সংস্পর্শে এসে তাদের অধ্যয়ন অনেক বেশি আকর্ষণীয় হয়। এটির অভিজ্ঞতা অবিস্মরণীয় হয়ে ওঠে। এই অধ্যায়ে বোটানিক্যাল এক্সকার্শনের নানা গুরুত্বপূর্ণ দিকগুলি সংক্ষেপে আলোচনা করা হলো।

14.2 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Requirements)

ফিল্ড নোটবুক, ভাউচার বুক, স্কেল, ট্যাগ, পলিথীন ব্যাগ, রবার ব্যান্ড, খুরপি, ছুরি, কাঁচি, পেন ও পেন্সিল ক্যামেরা অথবা মোবাইল ক্যামেরা, পুরোনো খবরের কাগজ, টিসু পেপার, শক্ত বোর্ড বা প্লান্ট প্রেস, ইত্যাদি।

14.2.1 ফিল্ড নোট বুক (Field Note book)

ফিল্ড নোট বুক হলো এমন একটি বোটানিক্যাল এক্সকারশন সম্পর্কে সমস্ত প্রকার তথ্য। বিশেষ করে উদ্ভিদ বাসস্থান ও সেখানকার উদ্ভিদ সমাহার (Flora) সম্প্রদায়ের (Vegetation) প্রকৃতি বিভিন্ন উদ্ভিদের নাম, উদ্ভিদ স্বভাব (habit), উদ্ভিদ বাসস্থান (habitat). গাছের উচ্চতা, পাতার ও ফুলের রং, ফলের চরিত্রসহ কিছু সনাক্তকারী বৈশিষ্ট্য স্থানীয় মান, স্থানীয় লোকজনদের কাছ থেকে প্রাপ্ত সেখনাকার নানা গাছপালা সম্বন্ধে নানা ব্যবহারিক তথ্য ফোটোগ্রাফ সহকারে উল্লেখিত হয়। উদ্ভিদ নমুনা সংগ্রহের তারিখ, আবহাওয়ার অবস্থা ইত্যাদি লিপিবদ্ধ করা হয়।

সাধারণতঃ উদ্ভিদ অনুশীলন বা সংগ্রহের স্থান (ফিল্ড) থেকে শিবির এ ফিরে এসে ভাউচার বুক ও ভাউচার নমুনা, ফোটোগ্রাফস ও নিজস্ব মেমোরি থেকে সকল তথ্য ফিল্ড নোট এ সংকলন করা হয়।

14.2.2 ভাউচার বুক (Voucher Book)

বোটানিক্যাল এক্সকারশনে ফিল্ড এ গিয়ে গাছপালা অনুশীলনের সময় সংগৃহিত সকল তথ্য ও উদ্ভিদের সনাক্তকরণের জন্য কিছু উদ্ভিদ অংশ—কাণ্ড, পাতা, ফুল, ফল, বীজ ইত্যাদি ও তাদের ফোটোগ্রাফস, স্থানীয় তথ্যসকল নিয়ে সামগ্রিক সংগ্রহই হলো ভাউটার বুক। প্রতিটি উদ্ভিদ প্রজাতির নমুনার জন্য একাধিক ট্যাগ নম্বরও ব্যবহার করা হয় তাহাও এখানে উল্লিখিত হয়। ইহা উদ্ভিদ সনাক্তকরণে ও ফিল্ড নোট বুক লিখনের অন্যতম উপাদান।

14.3 হারবেরিয়াম শিট তৈরি করার পদ্ধতি (Method of prepare herbarium sheets)

হারবেরিয়াম শিট তৈরির জন্য নিম্নলিখিত পদক্ষেপগুলি অনুসরণ করা হয়।

ধাপ 1 : উদ্ভিদ নমুনা সংগ্রহ (Plant collection)

সবচেয়ে আগে পাতা, ফুল, ফল (যদি উপস্থিত থাকে) ও সহ উপযুক্ত আকারের বিটপের শীর্ষাংশ অথবা উপযুক্ত আকারের বিরুৎ জাতীয় উদ্ভিদের ফুল-ফল ও শিকড়সহ অংশ সংগ্রহ করে সাবধানে এয়ার টাইট ব্যাগ-এ সংগ্রহ করে শিবিরে নিয়ে আসা হয়।

ধাপ 2 : প্রস্তুতি ও চাপ প্রদান (Processing and pressing)

এর পরে জোড়া খবরের কাগজের ভিতর নমুনাটি ঠিক মতো পেতে রেখে কাগজের ঢাকার উপরে কয়েকটি ভারী বই দিয়ে চাপা দিতে হবে। খবরের কাগজের সাথে টিসু পেপারের টুকরো ব্যবহার করলে নমুনার রং অনেকটাই অপরিবর্তিত থাকে। নমুনার তলায় ও ওপরে ও নিচে প্রমাণ মাপের মোটা বোর্ড কিংবা প্লাইউড-এর টুকরো রেখে ভারী বই কিংবা অন্য কিছু দিয়ে চাপ দেওয়া হয়। এই ভাবে কয়েকটি দিন কাগজের ভিতরে চাপে রেখে দু'-তিনদিন অন্তর খবরের কাগজ বদলে দিলে কয়েক সপ্তাহের মধ্যেই উদ্ভিদ নমুনাগুলি সম্পূর্ণ শুকিয়ে যাবে। পরের দিকে খবরের কাগজ পাল্টানোর ব্যবধান কমিয়ে আনা হয়।

ধাপ 3 : মাউন্ট করা (Mounting)

কয়েকদিন খবরের কাগজে রাখার পরে সম্পূর্ণ শুকিয়ে গেলে কাগজ থেকে সাবধানে তুলে পাতার নীচের অংশটিতে ভাল মানের আঠা লাগিয়ে সাবধানে হের্বেরিয়াম শিটে (41 cm × 29 cm আকারের) আটকাতে হবে। আবার যত্নসহকারে খবরের কাগজের মধ্যে রেখে চাপা দেওয়া হয়।

ধাপ 4 : বিষাক্তকরণ (Poisoning)

পার্মানেন্ট হের্বেরিয়াম শীট সংরক্ষণের জন্য সাধারণত ০.১% মারকিউরিক ক্লোরাইড এর দ্রবণ উপযুক্ত একরের ব্রাশের সাহায্যে শুকনো উদ্ভিদ নমুনাটির ওপরে প্রলেপিত করে খোলা বাতাসে শুকিয়ে নেওয়া হয়। আবার হের্বেরিউম শীটটিকে যথাস্থানে সংরক্ষিত করে রাখা হয়।

সাধারণত শিক্ষার্থীরা শুষ্ক হের্বারিউম শীটের ওপরে ও সংরক্ষণের স্থানে ন্যাপথলিনের গুঁড়ো ছড়িয়ে দিয়েও হের্বেরিয়াম নমুনাটিকে কীটপতঙ্গ থেকে রক্ষা করা যায়। এছাড়া হের্বেরিয়াম শীটগুলিকে সবসময় শুষ্কস্থানে রাখা হয়।

ধাপ 5 : হের্বেরিয়াম লেবেল (Herbarium lebel)

হের্বেরিয়াম শীট এ লেবেলিং অত্যাবশ্যকীয়। ইহা বাজারে রেডিমেড কিনতে পাওয়া যায়। আবার নিজের মতন করে কম্পিউটারে নিজেই তৈরি করে প্রিন্ট নিয়ে নেওয়া যায়। লেবেলিং করার সময়ে লিখতে হবে নমুনা সংগ্রহের তারিখ, গাছের বৈজ্ঞানিক নাম, স্থানীয় নাম, গোত্র, উদ্ভিদের কিছু সনাক্তকরণযোগ্য ও রং-গন্ধ জাতীয় কিছু ক্ষণস্থায়ী বৈশিষ্ট্য যে জাগয়া থেকে সংগ্রহ করা হয়েছে তার নাম এবং সংগ্রাহকের নাম। সাধারণত ইহা নীচের ডান কোণে লাগানো হয়।

ধাপ 6 : নমুনা সংরক্ষণ (Preservation)

হের্বেরিয়াম শীটগুলি প্রজাতি ও গণ এর আলফাবেটিক্যাল সারিতে পর পর রেখে ফ্যামিলি অনুযায়ী আলাদা আলাদা মোটা কাগজের ফোল্ডার এ রেখে লেবেল করা হয়। ফ্যামিলি ফোল্ডারগুলি বেনথাম ও হুকার এর শ্রেণীবিন্যাস অনুযায়ী অধিকতর উচ্চতর ফোল্ডারের মধ্যে রেখে সাজিয়ে রাখা হয়। সমস্ত হের্বারিউম শীটগুলি একটি বড়ো আকারের কভার ফাইল এ রেখে তা শুষ্ক স্থানের আলমারিতে বা কোন বাক্সে সাবধানে রেখে দেওয়া হয়। হের্বেরিয়াম শীটগুলিকে নিয়মিত কিছুদিন পর পর বাইরে খোলা বাতাসে এনে কোনোপ্রকার ক্ষতিগ্রস্থ হয়েছে কিনা পরীক্ষা করা হয়। শেষে আবার কিছুটা ন্যাপথালিন গুঁড়ো প্রয়োগ করে যথাস্থানে রেখে দেওয়া হয়।

ধাপ 7 : সনাক্তকরণ (Identification)

হের্বেরিয়াম নমুনার সনাক্তকরণের জন্য নিম্নলিখিত উপায়গুলির সাহায্য নেওয়া হয়।

1. বোটানিক্যাল এক্সকারশনের সময়ে শিক্ষকের পরিচিত উদ্ভিদের বলে দেওয়া নাম থেকে।
2. স্থানীয় লোকেদের থেকে পাওয়া সাধারণ নাম থেকে গুগল সার্চ করে।
3. সেই অঞ্চলের ফ্লোরা যেমন বেঙ্গাল প্লান্টস, ফ্লোরা অফ ব্রিটিশ ইন্ডিয়া ইত্যাদি ব্যাবর করে।
3. অভিজ্ঞতা সম্পন্ন কোনো ট্যাক্সনমিস্ট এর সাহায্য নিয়ে।
4. স্থানীয় হের্বেরিয়াম থেকে কিংবা সেন্ট্রাল ন্যাশনাল হের্বেরিয়াম থেকে।
6. ডিজিটাল হের্বেরিয়াম বা ই হের্বেরিয়াম এর সাহায্য নিয়ে।

সনাক্তকরণের পরে গুগুল এর সাহায্য নিয়ে ডিজিটাল হের্বেরিয়াম থেকে একই নামের নমুনার সঙ্গো অবশ্যই যাচাই করে নিতে হবে। এছাড়াও "IPNI" কিংবা "The Plant List" দেখে সাইন্টিফিক নামের সঠিক বানান, ভ্যালিড নাম ও অথার সাইটেশন অবশ্যই দেখে নিতে হবে।

14.4 পরিশীলিত কিংবা সংগৃহিত উদ্ভিদগুলির তালিকা প্রস্তুত করণ : (দার্জিলিং এক্সকারশনের সংক্ষপ্তি উদাহরণ)

ক্রমিক সংখ্যা	বোটানিক্যাল নাম	স্থানীয়/ সাধারণ নাম	গোত্র	স্বভাব
1.	*Erigeron bellidiodes*	Pashaka	Asteraceae	বিরুৎ
2.	*Eupatorium adenophorum*	Kalijhar	Asteraceae	বিরুৎ
3.	*Rubia manjith*	Manjista	Rubiaceae	বিরুৎ
4.	*Aser laevigatum*	Nepal maple	Sapindaceae	বৃক্ষ
5.	*Alnus napaulensis*	Utish	Bethulaceae	বৃক্ষ
6.	*Mahonia nepaulensis*	Jamanemandro	Berberidaceae	গুল্ম
7.	*Magnolia grandiflora*	Rukh kamal	Magnoliaceae	বৃক্ষ
8.	*Magnolia campbellii*	Champ	Magnoliaceae	বৃক্ষ
9.	*Rhododendron arboretum*	Lali gurus	Ericaceae	বৃক্ষ
10.	*Capsella bursa-pastoris*	Shepherd's sprout	Brassicaceae	বিরুৎ
11.	*Lindenbergia grandiflora*	Bhendiphool	Scrophulariaceae	বিরুৎ
12.	*Saurauia napaulensis*	Gagun	Actinidiaceae	বৃক্ষ
13.	*Camellia sinensis*	Chia	Theaceae	বৃক্ষ
14.	*Litsea citrata*	Timbur	Lauraceae	বৃক্ষ
15.	*Allium porrum*	Dungdung	Amaryllidaceae	বিরুৎ
16.	*Bidens pilosa*	Chirchire	Astteraceae	বিরুৎ
17.	*Atremisia vulgaris*	Titeati	Asteraceae	গুল্ম
18.	*Taxus buccata*	Lauth salla	Taxaceae	বৃক্ষ
19.	*Apium graveolens*	Celery pata	Apiaceae	বিরুৎ
20.	*Acanthus caudaceous*	Kaanse	Acanthaceae	গুল্ম
21.	*Amomum subulatum*	Baro elachi	Zingiberaceae	বিরুৎ
22.	*Hydrocotyle himalaica*	Golpatta	Apiaceae	বিরুৎ
23.	*Urtica dioica*	Sishnu	Urticaceae	বিরুৎ
24.	*Rubus ellipticus*	Himalayan raspberry	Rosaceae	গুল্ম

ক্রমিক সংখ্যা	বোটানিক্যাল নাম	স্থানীয়/ সাধারণ নাম্ম	গোত্র	স্বভাব
25.	*Parochetus communis*	Blue oxalis	Fabaceae	বিরুৎ
26.	*Tryfolium repens*	Seto behuli	Fabaceae	বিরুৎ
27.	*Astibe rivularis*	Thulo oushodhi	Saxifragaceae	গুল্ম
28.	*Persicaria nepalensis*		Polygonaceae	বিরুৎ
29.	*Cymbalaria muralis*	Oxford ivy	Scrophulariaceae	বিরুৎ
30.	*Cryptomeria japonica*	Oxford ivy	Cupressaceae	বৃক্ষ
31.	*Persicaria capitata*	Buckwheat	Polygonaceae	বিরুৎ

14.5 উপসংহার (Conclusion)

এই অধ্যায়ে আমরা বোটানিক্যাল এক্সকার্শনের গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তা উপলব্ধি করতে পেরেছি। ফিল্ড নোট বুক ও ভাউচার বুক এর প্রয়োজনীয়তা ও কীভাবে বানাতে হয় তা জানতে পেরেছি। হের্বেরিয়াম শীট ও শুকনো উদ্ভিদ নমুনা তৈরী ও তার সংরক্ষণের পদ্ধতি জানতে পেরেছি। কোনো কৃষি জলবায়ু অঞ্চলে বোটানিক্যাল এক্সকার্শন এ গিয়ে কি ভাবে গাছপালা সম্বন্ধে অনুশীলন করতে হবে তা জানতে পেরেছি। দার্জিলিং-এ সাধারণত যে সকল সাধারণ গাছপালা দেখতে পাওয়া যায় তার একটা ধারণা পেয়েছি।

14.6 মডেল প্রশ্ন (Model Questions)

14.7 উত্তরমালা (Answers)