

## ● সংজ্ঞা (Definition)

1869 সালে জার্মান জীববিজ্ঞানী হেকেল (Ernst Haeckel) প্রথম ইকোলজি শব্দটি ব্যবহার করেন। গ্রিক শব্দ ওকোস (okos)-এর অর্থ হল ধরা বা পৃথিবী এবং লোগোস (logos)-এর অর্থ বিজ্ঞান। অর্থাৎ হেকেলের মতে ইকোলজি হল পৃথিবীর বাসগৃহে প্রতিপালিত জীবগোষ্ঠীর সাথে পরিবেশের সম্পর্কের বিজ্ঞান (the study of the relationship of organisms with their environment)।

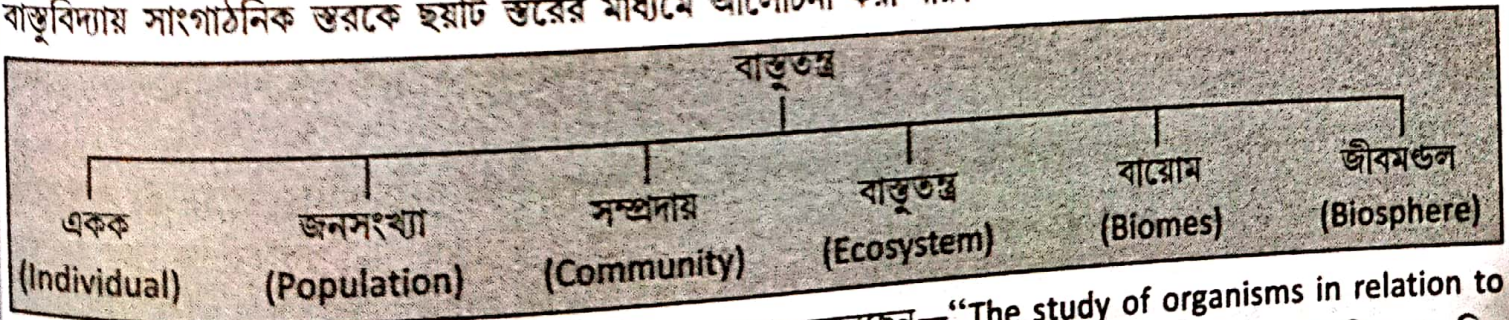
কিন্তু ইকোলজি শব্দটি বৃহৎ অর্থে (holistic view) ব্যবহৃত হয়। প্রকৃত অর্থে বাস্তুসংস্থান হচ্ছে পৃথিবী বাসগৃহের প্রতিপালিত জীবগোষ্ঠীর সঙ্গে পরিবেশের সম্পর্ক বা সম্বন্ধ সমন্বিত বিজ্ঞান। প্রাকৃতিক ইতিহাসেও বাস্তুসংস্থানের উল্লেখ পাওয়া যায়। 1900 সালের শুরু থেকে বাস্তুসংস্থান, শারীরবিজ্ঞান, সুপ্রজনন বিজ্ঞান প্রভৃতি জীববিজ্ঞানের শাখা বিজ্ঞান হিসেবে স্বীকৃত। 1950 সালের মাঝামাঝি সময় থেকেই বাস্তুসংস্থানের গুরুত্ব ভীষণভাবে বিস্তৃত হয়েছে। আধুনিক বাস্তুসংস্থান হল একটি উল্লেখযোগ্য আন্তঃশাখা বিজ্ঞান (interdisciplinary science)। বাস্তুসংস্থানকে বিজ্ঞান বলার কারণ হল বিজ্ঞানের এই শাখার সঙ্গে ভৌতবিজ্ঞান, জীববিজ্ঞান এবং সমাজবিজ্ঞানের নিবিড় সম্পর্ক রয়েছে।

ব্রিটিশ বিজ্ঞানী ম্যাকফেডেনের (Macfeden)-এর মতে ইকোলজি হল উদ্ভিদ, প্রাণী এবং পরিবেশের মধ্যে সম্পর্ক। জীববিজ্ঞানী ওডামের (E. P. Odum, 1971) মতে বাস্তুতন্ত্রের অধ্যয়নের বিজ্ঞান হল ইকোলজি (ecology is the study of ecosystem)। ওডাম অবশ্য একে প্রজাতির গঠনগত ও কার্যকারিতার অধ্যয়নকে বুঝিয়েছেন (the study of the structure and function of nature)।

বিজ্ঞানী ক্রেবসের (C. J. Krebs, 1972) মতে, জীবজগতের প্রাচুর্য ও বিস্তারের অন্তঃক্রিয়ার বৈজ্ঞানিক আলোচনাকে ইকোলজি বলে (the scientific study of the interactions that determine the distribution and abundance of organisms)।

## ● বাস্তুবিদ্যার ধারণা (Concept of Ecology)

জার্মান বিজ্ঞানী আর্নস্ট হেকেল (Ernst Haeckel) 1866 সালে প্রথম ইকোলজি (Ecology) শব্দটি ব্যবহার করেন। 'Ecology' এই ইংরেজি শব্দটি দুটি গ্রিক শব্দ 'Oikos' এবং 'Logos' এর সমন্বয়ে গঠিত। 'Oikos'-এর অর্থ হল বাসস্থান এবং 'Logos'-এর অর্থ হল জ্ঞান। তাঁর মতে, বাস্তুবিদ্যা হল পৃথিবীতে বসবাসকারী জীবকুলের পরস্পর আন্তঃসম্পর্ক ও পরিবেশের সঙ্গে মিথস্ক্রিয়ায় গড়ে ওঠা আদর্শ বসবাস নীতি। এই বাস্তুবিদ্যার মূল আলোচ্য বিষয় হল বাস্তুতন্ত্র। তবে বাস্তুবিদ্যায় সাংগাঠনিক স্তরকে ছয়টি স্তরের মাধ্যমে আলোচনা করা যায়।



ই. ওয়ার্মিং (E. Warming) 1895 সালে বাস্তুবিদ্যার সংজ্ঞায় বলেছেন—“The study of organisms in relation to their environment.” অর্থাৎ জীব ও তার পরিবেশ নিয়ে আলোচনা হল ইকোলজি। আমেরিকান বাস্তুবিদ ফ্রেডরিক ক্রিমেন্টস (Fredrick Clements, 1916)-এর মতে, বাস্তুবিদ্যা হল সম্প্রদায়ের বিজ্ঞান (The Science of Community)। চার্লস এলটন (Charles Elton)-এর মতে, ইকোলজি হল এক বিজ্ঞানভিত্তিক প্রাকৃতিক ইতিহাস (Ecology is a scientific





natural history)। 1957 সালে ম্যাকফেড্যান (British ecologist Macfadyen) উদ্ভিদ বা প্রাণীর সাথে তার পরিবেশের সম্পর্কে বাস্তুবিদ্যার আন্তর্গত করেন। কে. ফ্রেডরিকস (K. Fredrichs, 1958)-এর মতে, সমগ্র প্রকৃতির সদস্য হিসাবে সজীব উপাদানসমূহের বিজ্ঞান হল ইকোলজি (Ecology is the science of living beings as members of the whole of nature)। ই. পি. ওডাম (E.P. Odum 1963)-এর মতে, জীবাণু ও তার পরিবেশের আন্তঃসম্পর্কের বিজ্ঞান হল ইকোলজি (Ecology is the science of interrelationships between organisms and environment)। কিন্তু 1971 সালে ওডাম ইকোলজির সংজ্ঞায় বলেছেন, বাস্তুবিদ্যা হল, বাস্তুতন্ত্র বা প্রকৃতির গঠন ও কার্যাবলির অধ্যয়ন (Ecology is the study of the structure and function of ecosystems or nature)।

পরিশেষে সমস্ত আলোচনা থেকে বোঝা যায় যে—ইকোলজি হল এক বিজ্ঞান যা জীবজন্তু ও অজীবজ উপাদানগুলির মধ্যে আন্তঃসম্পর্ক কীভাবে মিথস্ক্রিয়ার দ্বারা সৃষ্টিভাবে একক বসবাস নীতি গড়ে তোলে এবং অভিযোজন ও অভিযান্ত্রিকতা সৃষ্টি দিয়ে অস্তিত্ব টিকিয়ে রাখে, বজায় রাখে বিভিন্ন পরিবেশের সঙ্গে খাপ খাইয়ে গড়ে ওঠা বাস্তুতন্ত্র তথা জীব বৈচিত্র্যকে।

## বাস্তুবিদ্যার মূল নীতিসমূহ Basic Ecological Principles

Ecology শব্দটি গ্রিক Oikos শব্দ থেকে গৃহীত এবং এর অর্থ বাসস্থান এবং Logos-এর অর্থ জ্ঞান, অর্থাৎ ইকোলজি শব্দের অর্থ বাসস্থান সম্পর্কে জ্ঞান। মানব সমাজের বাইরে যে জৈব ও অজৈব জগৎ আছে, যার সঙ্গে মানবগোষ্ঠী নিজের জীবনযাত্রাকে খাপ খাইয়ে নিয়েছে তাকে পরিবেশ বা Environment বলা হয়।

যে ক্রিয়া পদ্ধতিতে একটি বিশেষ বসতি অঞ্চলে জীবগোষ্ঠীগুলি একে অপরের সঙ্গে এবং ওই বসতি অঞ্চলের জড় প্রকৃতি বা অজৈব পরিবেশের সঙ্গে পারস্পরিক সম্পর্ক বা মিথস্ক্রিয়া (interaction) বজায় রাখে, তাকে বাস্তুতন্ত্র বা Ecosystem বলে। বিজ্ঞানী ওডাম (Odum, 1966) বাস্তুসংস্থানে কার্যের ওপর ভিত্তি করে বাস্তুতন্ত্রকে দুটি উপাদানে ভাগ করেছেন।

(a) স্বভোজী উপাদান (autotrophic components) ও (b) পরভোজী উপাদান (heterotrophic components)।

পরিবেশ বিজ্ঞানীদের মতে বাস্তুতন্ত্রে নিম্নলিখিত নীতিসমূহ বিদ্যমান—

1. জৈব জগৎ এবং অজৈব জগতের মধ্যে একটি পারস্পরিক সম্পর্ক রয়েছে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, অজৈব জগতের সূর্যরশ্মি জৈব জগৎকে সম্পূর্ণভাবে নিয়ন্ত্রণ করেছে। আবার বাস্তুতন্ত্রের মধ্যে জৈব জগতের দুইটি প্রধান উপাদান যথা—স্বভোজী এবং পরভোজী। এই উপাদানগুলি পরস্পর পরস্পরের ওপর নির্ভরশীল।
2. বৃহত্তর দৃষ্টিভঙ্গিতে সম্পূর্ণ বায়োস্ফিয়ার (biosphere) একটি বাস্তুতন্ত্র গঠন করে। এদের মধ্যে বিভিন্ন চক্র কাজ করে, যেমন জলচক্র (hydrological cycle), রাসায়নিক চক্র (chemical cycle) প্রভৃতি। উল্লেখযোগ্য যে এদের মধ্যে একটি একমুখী শক্তিপ্রবাহের ক্রিয়া কাজ করে। এই প্রকারের চক্রসমূহ এবং শক্তিপ্রবাহের ফলে জৈব জগতের জীবগোষ্ঠীগুলির মধ্যে শক্তি, জল ও রাসায়নিক পদার্থ রূপান্তরিত ও সঞ্চারিত হয়।
3. বাস্তুতন্ত্র সর্বদা প্রাণময়। এদের মধ্যে কোনো প্রাণী পৃথিবী থেকে নির্মূল হয়ে গেলেও জৈব জগতে তার প্রাণ সর্বদা বজায় থাকে।
4. বিজ্ঞানী হ্যালম্যান (Hallman)-এর মতে বাস্তুতন্ত্রে কতকগুলি পরিবেশগত নীতি আছে। তাঁর মতে—(i) বাস্তুতন্ত্রে কোনো পদার্থ বিনষ্ট হয় না, শুধু রূপান্তরিত হয়। (ii) পৃথিবীর সম্পদ সীমিত ও সীমাবদ্ধ। (iii) প্রকৃতির বহু লক্ষ বছরের মিথস্ক্রিয়ার ফলে বর্তমান বাস্তুতন্ত্রের উদ্ভব বা সৃষ্টি হয়েছে। ভবিষ্যতে এই বাস্তুতন্ত্র আরও পরিবর্তিত ও পরিমার্জিত হবে।
5. বাস্তুতন্ত্রে অজৈব এবং জৈব জগতের মধ্যে ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া অপরিবর্তনীয় হলেও বিভিন্ন সময় এর হার কম-বেশি হয়।
6. প্রাকৃতিক বিপর্যয় জীবজগৎ তথা মানুষের কাছে ক্ষতিকারক। যেমন বন্যা হলে বিভিন্ন জীবাণু জলে সংক্রামিত হয় এবং এর ফলে বহু লোক মারা যায়।



7. প্রাণীমণ্ডলের বিভিন্ন প্রাণীর নিজেদের মধ্যে এবং অজৈব জগতের সঙ্গে একটি গভীর সম্পর্ক রয়েছে। এই সম্পর্কসমূহ নান্যাক বা ঋণাত্মক এবং নিরপেক্ষ হতে পারে।
8. বাস্তুতন্ত্রের মধ্যে শক্তিপ্রবাহ তাপ বিজ্ঞানের দুটি নিয়মের দ্বারা পরিচালিত হয়। (i) বহির্গামী ও অন্তর্গামী শক্তির মধ্যে সর্বদা ভারসাম্য বজায় থাকে। (ii) যেখানে কোনো কার্য সম্পাদিত হয় তখন একটি শক্তি নিঃশেষিত হয়।
9. জীবমণ্ডলের মধ্যে যে ভূ-জৈব রাসায়নিক চক্র কাজ করে তার দ্বারা সম্পূর্ণ জীবজগৎ প্রভাবিত হয়। বাস্তুতন্ত্রের উৎপাদন দুটি নিয়ন্ত্রকের ওপর নির্ভরশীল যথা—(i) সৌরশক্তির পরিমাণ—সালোকসংশ্লেষের সময় এর পরিমাণ সর্বদা সমান থাকে না। (ii) উদ্ভিদসমূহ সৌরশক্তিকে যেভাবে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে তার কার্যকারিতা সর্বদা সমান থাকে না।
10. বাস্তুতন্ত্রে যে স্থিতিাবস্থা বজায় থাকে তাকে কোনো বাইরের শক্তি নষ্ট করতে পারে না। বাইরের শক্তি দ্বারা বাস্তুতন্ত্রে যদি কোনো পরিবর্তন আসে তবে তা সাময়িক কারণে বাস্তুতন্ত্রে স্থিতিস্থাপকতা বজায় থাকবে। যে প্রক্রিয়ায় দ্বারা এই স্থায়িত্ব বজায় থাকে তাকে ‘সমস্থিতি প্রক্রিয়া’ বা ‘Homostatic System’ বলে। বিজ্ঞানীরা এ সম্পর্কে তিনটি উদাহরণ দিয়েছেন। (i) খাদ্য সংস্থানের পরিধি বৃদ্ধি পেলেও বাস্তুতন্ত্রে স্থিতিাবস্থা বজায় থাকে, কারণ বাইরের কোনো উদ্ভিদ কোনো বাস্তুতন্ত্রে প্রবেশ করলেও ঐ বাস্তুতন্ত্রের নিয়ম নষ্ট হয় না। (ii) খাদ্যশৃঙ্খলে স্তরসমূহ বৃদ্ধি পেলে শক্তিপ্রবাহের প্রণালী বাড়বে, সুতরাং স্থিতিস্থাপকতা বজায় থাকবে। (iii) কোনো প্রজাতি চূড়ান্ত অবস্থা প্রাপ্ত হলেও বাস্তুতন্ত্রের স্থিতিস্থাপকতা বজায় থাকে। কারণ বাস্তুতন্ত্রে এমন একটা শক্তি আছে যে বাইরের শক্তিকে প্রতিরোধ করতে পারে।
11. বহিঃশক্তির সঞ্চালনের তীব্রতা অসময়ে বৃদ্ধি পেলে বাস্তুতন্ত্রে পরিবর্তন আসতে পারে।
12. চার্লস ডারউইনের মতে, প্রজাতির ক্রমবিন্যাসের সময় প্রাকৃতিক নির্বাচনের নিয়ম কাজ করে। বর্তমানে প্রাণী ও উদ্ভিদ জগতে অনেক প্রজাতি ধীরে ধীরে লোপ পাচ্ছে বা বিলুপ্তপ্রায়।
13. জীববিজ্ঞানী ডেভরিশ, ডারউইনের তত্ত্ব সমালোচনা করে বলেছেন যে, ক্রমবিকাশের সময় প্রজাতির মধ্যে পরিব্যাপ্তি ক্রিয়া কাজ করে। ফলে দুটি পৃথক প্রজাতির মধ্যে সংমিশ্রণের ফলে নতুন প্রজাতির সৃষ্টি হয়।
14. বাস্তুতন্ত্রে উদ্ভিদসমূহের মধ্যে একটি স্বতন্ত্রীকরণ বা Isolation আছে। অর্থাৎ উদ্ভিদের এক একটি প্রজাতি এক একটি পৃথক পরিবেশে বাস করে। যেমন তুন্ড্রা অঞ্চলের উদ্ভিদ সাভানা অঞ্চলে বসবাস করতে পারে না। প্রাণীজগতেও এইরূপ স্বতন্ত্রীকরণ দেখা যায়। যেমন, নিরক্ষীয় অরণ্যে বানর, শিম্পাঞ্জি, পাখি প্রভৃতি প্রাণী গাছে বাস করে। কিন্তু বাঘ, সিংহের মতো প্রাণীরা গাছে বাস করে না। এই জন্য বাস্তুতন্ত্রে জৈব জগতের এইরূপ পৃথকীকরণ থাকার জন্য সহজে সংকর প্রজনন (cross breeding) হতে পারে না, একমাত্র গবেষণাগারেই তা সম্ভব।
15. বাস্তুবিদ্যা বা Ecology-এর একটি মূলতত্ত্ব হল যে, জৈব জগতের প্রজননসমূহের মধ্যে একটি আনুক্রমিক পরিবর্তনের ধারা আছে, (principles of succession)। যেমন টার্সিয়ারি যুগে যে জীবজগৎ ছিল আধুনিক যুগে তার অনেক পরিবর্তন হয়েছে। জীববিজ্ঞানী ক্রিম্যান্ট প্রথম উদ্ভিদজগতের মধ্যে এই succession আবিষ্কার করেন। তাঁর মতে উদ্ভিদজগতের কালক্রমিক পরিবর্তনে 5টি কাল আছে। যথা—
- (i) অনাবৃত কাল (phase of nudation), (ii) মাইগ্রেশন কাল (phase of migration), (iii) বাস্তুসংস্থাপক কাল (phase of ecosis), (iv) প্রতিক্রিয়াশীল কাল (phase of reaction), (v) স্থায়ীত্বকাল (phase of stabilisation)
16. উদ্ভিদজগতে যে কালক্রমিক পরিবর্তনের ধারা আছে সেই ধারা যখন চরম অবস্থায় পৌঁছায় তাকে চূড়ান্ত প্রজাতি বলা হয়। তার পূর্বকার অবস্থাকে বলা হয় সাময়িককাল। Clements এই পরিবর্তনের ধারাকে দুটি ভাগে ভাগ করেছেন—
- (i) প্রাথমিক অনুক্রম (primary succession) ও (ii) গৌণ অনুক্রম (secondary succession)।
17. বাস্তুতন্ত্রে সম্প্রদায়গত অনুক্রম ছাড়াও আর একটি পৃথক অনুক্রম দেখা যায় যাতে সমগ্র বাস্তুতন্ত্রের মধ্যে একটি অনুক্রমিক ধারা আসে। বিজ্ঞানী হুইটেকার (Whitakar) একে 4টি ভাগে ভাগ করেন।
- (i) উন্নত জটিল ও বৈচিত্র্য অবস্থা,





(ii) গঠনগত ও উপাদানগত পরিবর্তনের অবস্থা,

(iii) মৃত্তিকার প্রবীণতার অবস্থা,

(iv) সমগ্র বাস্তুতন্ত্রের স্থায়িত্ব অবস্থা।

18. মানুষ প্রাকৃতিক পরিবেশের ওপর হস্তক্ষেপ করে বাস্তুতন্ত্রে পরিবর্তন আনে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়—

(i) মানুষের ধ্বংসাত্মক কাজ (যেমন বনজঙ্গলের উচ্ছেদন),

(iii) বাস্তুতন্ত্রে নতুন প্রজাতির প্রজনন,

(iii) নতুন পরিবেশে উদ্ভিদ ও প্রাণীসমূহের স্থানান্তরিতকরণ।

## বাস্তুবিদ্যার বিভাগ

### Division of Ecology

বাস্তুবিদ্যাকে দুটি প্রধান বিভাগে বিভক্ত করা হয়, যথা—অটইকোলজি এবং সিনইকোলজি।

**A. অটইকোলজি (Autecology) :** যে বাস্তুবিদ্যায় একটি প্রজাতির সঙ্গে পরিবেশের সম্পর্ক আলোচিত হয় তাকে অটইকোলজি বলে। এই বাস্তুবিদ্যার আলোচ্য বিষয় হল একক প্রজাতি। বাস্তুবিদ্যার এই বিভাগে একক প্রজাতির ট্যাক্সোনমিক অবস্থান, জীবনচক্র, ভৌগোলিক বিস্তার ইত্যাদি সম্বন্ধে আলোচিত হয়।

**B. সিনইকোলজি (Synecology) :** যে বাস্তুবিদ্যায় একটি জীবগোষ্ঠী বা জীবসম্প্রদায়ের সঙ্গে পরিবেশের সম্পর্ক আলোচিত হয় তাকে সিনইকোলজি বলে। এই বাস্তুবিদ্যায় জীবগোষ্ঠী (community) হল আলোচ্য বিষয়। ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জীব, উদ্ভিদ, প্রাণী একত্রে প্রাকৃতিক গোষ্ঠী গঠন করে একসাথে বসবাস করে এবং একে অন্যের জীবনযাত্রায় প্রভাব বিস্তার করে। সিনইকোলজি নিম্নলিখিত কতকগুলি শাখায় বিভক্ত যথা—

1. পপুলেশন ইকোলজি (Population Ecology) : বাস্তুবিদ্যার যে শাখায় একই প্রজাতিভূক্ত জীবগোষ্ঠীর আকার, আকৃতি, বৃদ্ধির হার এবং পরিবেশের সঙ্গে তাদের সম্পর্ক আলোচিত হয় তাকে পপুলেশন ইকোলজি বলে।

2. গোষ্ঠী ইকোলজি (Community Ecology) : বাস্তুবিদ্যার যে শাখায় বিভিন্ন প্রজাতির অণুজীব, উদ্ভিদ ও প্রাণী একত্রিত হয়ে যে গোষ্ঠী গঠন করে, সেই গোষ্ঠীর মধ্যে অবস্থিত বিভিন্ন জীবকুলের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ক এবং গোষ্ঠীর সাথে অপর প্রজাতি ও পরিবেশের সঙ্গে সম্পর্ক ইত্যাদি আলোচনা করা হয় তাকে গোষ্ঠী ইকোলজি বলে।

3. বায়োম ইকোলজি (Biome Ecology) : বাস্তুবিদ্যার যে শাখায় একই বাসস্থানে এবং একই পরিবেশে বসবাসকারী বিভিন্ন গোষ্ঠীকে একক হিসেবে ধরে আলোচনা করা হয় তাকে বায়োম ইকোলজি বলে।

4. ডিমিইকোলজি (Dimiecolgy) : বাস্তুবিদ্যার যে শাখায় একটি পপুলেশনের পরিবেশীয় সম্পর্ক আলোচিত হয় তাকে ডিমিইকোলজি বলে।

## প্রাকৃতিক বাস্তুতন্ত্র

### Natural Ecosystem

প্রকৃতি অনুযায়ী প্রাকৃতিক বাস্তুতন্ত্র নানাপ্রকার :

#### ● স্থলভাগের বাস্তুতন্ত্র (Terrestrial Ecosystem)

পৃথিবীর বাস্তুতন্ত্রগুলিকে দুটি প্রধান ভাগে ভাগ করা হয়েছে যথা—(i) প্রাকৃতিক বাস্তুতন্ত্র ও (ii) কৃত্রিম বাস্তুতন্ত্র। প্রাকৃতিক বাস্তুতন্ত্রকে আবার প্রধান দুই ভাগে ভাগ করা হয় যথা—(i) স্থলভাগের বাস্তুতন্ত্র ও (ii) জলভাগের বাস্তুতন্ত্র।





জলবায়ু, আদিশিলা, উদ্ভিদ, প্রাণী ইত্যাদির পারস্পরিক ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়ার মাধ্যমে ভূপৃষ্ঠে বিভিন্ন ধরনের বাস্তুতন্ত্রের সৃষ্টি হয়েছে। স্থলভাগের প্রধান প্রধান বাস্তুতন্ত্রগুলি হল—

বনভূমির বাস্তুতন্ত্র (Forest Ecosystem)	তৃণভূমির বাস্তুতন্ত্র (Grassland Ecosystem)	মরুভূমির বাস্তুতন্ত্র (Desert Ecosystem)	তুন্ড্রা বাস্তুতন্ত্র (Tundra Ecosystem)	সাবানা বাস্তুতন্ত্র (Savana Ecosystem)
--	--	---	---	---

এদের মধ্যে যে সব বাস্তুতন্ত্রগুলি বিস্তীর্ণ অঞ্চল জুড়ে অবস্থান করে তাদের বায়োম (biome) বলা হয়। এই বায়োমগুলির সীমারেখা মোটামুটি অক্ষরেখার সমান্তরাল অর্থাৎ সমধর্মী বায়োমগুলি একই অক্ষাংশীয় বিস্তৃতির মধ্যে অবস্থিত। যেমন ক্রান্তীয় বৃষ্টি অরণ্যের বায়োম, তুন্ড্রা বায়োম একই অক্ষাংশে পরিলক্ষিত হয়। পার্বত্য অঞ্চলে বায়োমগুলির সীমারেখা মূলত উচ্চতাভিত্তিক, অক্ষাংশভিত্তিক নয়। স্থলভাগের বাস্তুতন্ত্রের বণ্টনের ক্ষেত্রে অক্ষাংশ একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

অক্ষাংশভিত্তিক উদ্ভিদ অঞ্চলগুলি হল (Plant Region due to Latitude)

অক্ষাংশ (Latitude)	উদ্ভিদ অঞ্চল (Plant Region)
0°–20°	ক্রান্তীয়
20°–40°	উপক্রান্তীয়
40°–60°	নাতিশীতোষ্ণ
60°–80°	অ্যার্কটিক আন্টার্কটিকা

### ● পুকুরের বাস্তুতন্ত্র (Pond Ecosystem)

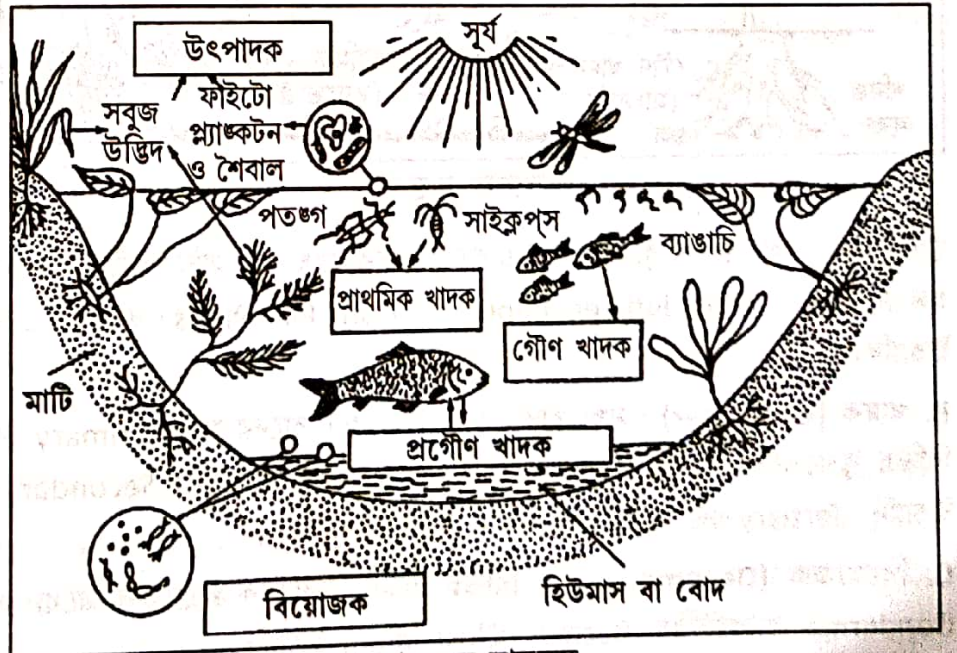
বিভিন্ন বাস্তুতন্ত্রের মধ্যে পুকুরের বাস্তুতন্ত্র একটি গুরুত্বপূর্ণ বাস্তুতন্ত্র। পুকুরের বাস্তুতন্ত্রে বাস্তুতন্ত্র গড়ে ওঠার জন্য সকল উপাদান বিরাজমান, যথা—

**A. নির্জীব উপাদান (Abiotic Components) :** পৃষ্ঠের প্রধান নির্জীব উপাদানগুলি হল জল, জলে দ্রবীভূত অণুখাদ্য, অবক্ষেপ (sediments), জৈব পদার্থ (প্রোটিন, ফ্যাট, কার্বহাইড্রেট), জলবায়ুগত উপাদান (বায়ুপ্রবাহ, তাপমাত্রা, সূর্যালোক) এবং জলস্রোত)।

**B. সজীব উপাদান (Biotic Components) :** জীবিত প্রাণী ও উদ্ভিদ হল সজীব উপাদান। সজীব উপাদান তিনভাগে বিভক্ত :

1. উৎপাদক (Producers) :

ভাসমান ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র উদ্ভিদ প্ল্যাঙ্কটনগুলি হল পুকুরের প্রধান উৎপাদক উপাদান। এরা ক্লোরোফিল যুক্ত উদ্ভিদ হওয়ায় সালোকসংশ্লেষের মাধ্যমে খাদ্য উৎপাদনে সক্ষম।



পুকুরের বাস্তুতন্ত্র



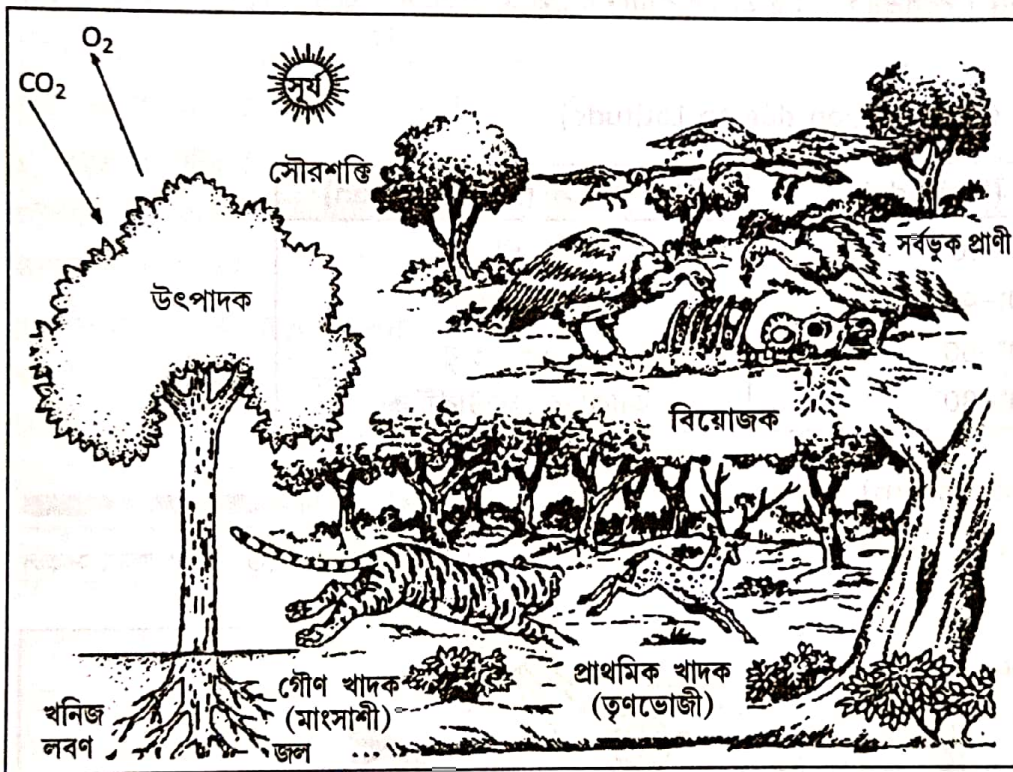


2. খাদক (Consumers) : তৃণভোজীদের মধ্যে প্রাণী প্ল্যাঙ্কটনই প্রধান। উদ্ভিদ প্ল্যাঙ্কটন এদের প্রধান খাদ্য। এছাড়াও কিছু তৃণভোজী মাছ উদ্ভিদ প্ল্যাঙ্কটনগুলি খেয়ে জীবনধারণ করে। ছোটো মাছ ও কিছু অমেরুদণ্ডী প্রাণী এই বাস্তুতন্ত্রের মাংসাশী খাদক শ্রেণি গঠন করেছে। সর্বোচ্চ স্তরের খাদক হল বড়ো মাছ।

3. বিয়োজক (Decomposers) : পুকুরের বাস্তুতন্ত্রে ব্যাকটেরিয়া, ছত্রাক ও কিছু অমেরুদণ্ডী প্রাণী বিয়োজকের ভূমিকা পালন করে। এরা জলে এবং অবক্ষিপের মধ্যে অবস্থান করে। বিয়োজকগুলি জৈব পদার্থ বিশ্লেষণ করে খনিজ পদার্থ মুক্ত করে। এই খনিজগুলি পুনরায় উৎপাদক শ্রেণি কর্তৃক ব্যবহৃত হয়।

### ● অরণ্যের বাস্তুতন্ত্র (Forest Ecosystem)

বনভূমি বা অরণ্যের বাস্তুতন্ত্র হল স্থলজ বাস্তুতন্ত্রের একটি আদর্শ উদাহরণ। পৃথিবীর প্রায় 40% এলাকা জুড়ে রয়েছে বনভূমি। এই বাস্তুতন্ত্র নিম্নলিখিত কার্যকরী উপাদান দ্বারা গঠিত।



অরণ্যের বাস্তুতন্ত্র

1. জড় উপাদান (Abiotic Component) : বনভূমির মাটি ও পরিবেশে বিদ্যমান জৈব ও অজৈব পদার্থ নিয়ে এর জড় উপাদান গঠিত, খনিজ পদার্থ ছাড়াও অরণ্যের এক ধরনের মৃত জৈব জঞ্জাল দেখা যায়, যাকে লিটার (liter) বলে। তাছাড়া উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের স্তরবিন্যাসের কারণে সূর্যালোকেরও বিভিন্নতা দেখা দেয়।

2. সজীব উপাদান (Biotic Component) : একটি বনভূমিতে বিভিন্ন ধরনের সজীব উপাদান থাকে, এগুলোর বর্ণনা নীচে দেওয়া হল।

A. উৎপাদক (Producer) : বৃক্ষ জাতীয় উদ্ভিদ অরণ্যের মুখ্য

উৎপাদক। তাপমাত্রা ও বৃষ্টিপাতের তারতম্যে চিরহরিৎ পর্ণমোচী জাতীয় বৃক্ষের সমাবেশ দেখা যায়। উল্লেখযোগ্য বৃক্ষ হল Ruarcus, Acre, Juniper, Rhododendron, Pia, Pinus। এছাড়া চিরহরিৎ, শাল, সেগুন, জায়ফল, মেহগিনি ইত্যাদি।

B. খাদক (Consumer) : মুখ্য খাদক হল জীবজন্তু। তাদের মধ্যে Primary স্তরে পিঁপড়া, ফড়িং, প্রজাপতি, মাকড়সা, বিভিন্ন তৃণভোজী, হাতি, হরিণ, নীলগাই, কাঠবেড়ালি ইত্যাদি। Secondary-এর মধ্যে হুঁচো, ইঁদুর, বাদুড়, শিয়াল ইত্যাদি। Tertiary-এর মধ্যে বাঘ, সিংহ, হায়না ইত্যাদি।

C. বিয়োজক (Decomposer) : বিভিন্ন প্রকার অণুজীব ছত্রাকের মধ্যে Aspergillus, Coprinus, Polyporus, Gonderma; ব্যাকটেরিয়া Bacillus, Clostridium ইত্যাদি।

■ বনভূমিতে গতিপ্রবাহ (Energy flow in forest) : বিভিন্ন ধরনের সবুজ উদ্ভিদ তথা উৎপাদকেরা মাটি থেকে জল, বায়বীয় পরিবেশ থেকে CO<sub>2</sub> সংগ্রহ করে সূর্যালোকের উপস্থিতিতে শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি করে। বিভিন্ন প্রকার





কীটপতঙ্গ, খরগোশ, গিনিপিগ, হরিণ, বানর ইত্যাদি প্রথম শ্রেণির খাদকেরা উৎপাদককে বা তার সৃষ্ট ফলমূলকে ভক্ষণ করে। ব্যাঙ, গিরগিটি, পতঙ্গভুক ছোটো ছোটো পাখি, শিয়াল, নেকড়ে ইত্যাদি গৌণ খাদক প্রাথমিক খাদককে খাদ্য হিসাবে গ্রহণ করে। শেষে বনভূমির বাস্তুতন্ত্রে উৎপাদক, প্রাথমিক খাদক, গৌণ খাদক এবং প্রগৌণ খাদকের মৃত্যু ঘটলে মৃতজীবি ব্যাকটেরিয়া, ছত্রাক ইত্যাদি বিয়োজকরা তাদের মৃতদেহকে বিয়োজিত করে তাকে খাদ্য হিসাবে গ্রহণ করে এবং পরিশেষে অজৈব উপাদানগুলিকে বাস্তুতন্ত্রে পুনরায় ফিরিয়ে দেয়। ফলে বনভূমির বাস্তুতন্ত্রের উপাদানগুলির মধ্যে সমতা রক্ষিত হয়।

## ● তৃণভূমির বাস্তুতন্ত্র (Grasland Ecosystem)

বার্ষিক গড় উষ্ণতা  $10^{\circ}\text{C}$  এবং বার্ষিক গড় বৃষ্টিপাত ৪০ সেন্টিমিটার কম হলে ওই পরিবেশ বৃক্ষ উৎপাদনে অনুকূল হয় না তবে ছোটো গাছ ও তৃণভূমি গড়ে ওঠার আরো অন্যান্য উপাদান যেমন মাটি, সূর্যালোক, বায়ুমণ্ডলীয় গ্যাস  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  ইত্যাদি) অনুকূল ভাবে সরবরাহ থাকলে তৃণভূমি গড়ে ওঠে। পৃথিবীর প্রায় ১০ ভাগ এলাকা তৃণভূমির অন্তর্গত। পৃথিবীর দশটি তৃণভূমির মধ্যে প্রথম হল তিব্বতের নাঞ্চু তৃণভূমি, দ্বিতীয় উত্তর আমেরিকার গ্রেট প্লেইন, তৃতীয় কানাডার প্রেইরি, চতুর্থ অস্ট্রেলিয়ার সাভানা, পঞ্চম কাজাখস্তানের স্টেপ, ষষ্ঠ আর্জেন্টিনা, উরুগুয়ে ও ব্রাজিলের পম্পাস, সপ্তম লানোস তৃণভূমি, অষ্টম মাঞ্চুরিয়ান প্লেইন, নবম গ্রেট হাঙ্গেরিয়ান প্লেইন, দশম হুলুম বুইর তৃণভূমি। এশিয়ার স্টেপ তৃণভূমি গুরুত্বপূর্ণ। ক্রান্তীয় তৃণভূমিগুলি হল—লানোস ক্যান্সোস ও সাভানা তৃণভূমি, মধ্যঅক্ষাংশীয় প্রেইরি, স্টেপ, পম্পাস, ডেল্টা ও ডাউন্থ হল গুরুত্বপূর্ণ তৃণভূমি যা প্রাকৃতিক জৈব ও অজৈব উপাদানগুলির সমন্বয়ে গঠিত হয়েছে।

নিম্নে উপাদানগুলি আলোচনা করা হল—

**১. অজৈব উপাদান (Abiotic Components) :** মাটি খনিজ উপাদান, হিউমাস, সূর্যালোক, অক্সিজেন, কার্বন-ডাই-অক্সাইড, নাইট্রোজেন প্রভৃতি গ্যাসীয় উপাদান, ক্যালসিয়াম, পটাশিয়াম, ফসফরাস (ফসফেট  $\text{PO}_4^{3-}$ ) ইত্যাদি খনিজ উপাদান তৃণ জন্ম ও বংশবিস্তারের দ্বারা তৃণবৈচিত্র্য সৃষ্টির সাথে সাথে বৈচিত্র্যময় প্রাণী প্রজাতির জীবন নিয়ন্ত্রণ করে যা একক বাস্তবীতি গড়ে তুলতে সক্ষম হয়। সূর্যালোক ফোটন কণার দ্বারা তৃণের সালোকসংশ্লেষে অংশ নেয় ও উৎপাদন করে শর্করা জাতীয় খাদ্য সংশ্লেষ প্রধান শক্তি সঞ্চার করে।

মাটির গ্রন্থন, গঠন, প্রকৃতি মাটিতে জলের উপস্থিতি, জোগান নিয়ন্ত্রণ করে যা উদ্ভিদ অভিষবণ প্রক্রিয়ায় মাটিতে জল ও জলে দ্রবীভূত খনিজ লবণ শোষণ করে খাদ্য উৎপাদন করতে সক্ষম হয়।

কার্বন-ডাই অক্সাইড প্রত্যক্ষভাবে ক্লোরোফিলের উপস্থিতিতে মূলরোম শোষিত জলকে গ্লুকোজে পরিণত করে ও সমপরিমাণ অক্সিজেন পরিত্যাগ দ্বারা বায়ুমণ্ডলীয়  $\text{O}_2$  ও  $\text{CO}_2$  গ্যাসের ভারসাম্য সৃষ্টি করে পরিবেশকে নিয়ন্ত্রণ করে।

**২. জৈব উপাদান (Biotic Components) :** উৎপাদক, খাদক এবং বিয়োজক হল তৃণভূমির বাস্তুতন্ত্রের প্রধান জৈবিক উপাদান। পৃথিবীর অক্ষাংশভেদে জলবায়ুর পরিবর্তনশীলতা ভিন্ন প্রকৃতির তৃণভূমি সৃষ্টির জন্য দায়ী। যেমন ক্রান্তীয় তৃণভূমি, মধ্যঅক্ষাংশীয় তৃণভূমি ইত্যাদি। তৃণভূমির প্রকৃতি আলাদা হলেও সামগ্রিক ভাবে অভিন্ন এক বাস্তবীতি লক্ষ করা যায়। যেমন—

**(a) উৎপাদক (Producer) :** তৃণভূমির উৎপাদক তৃণ মূলত একবীজপত্রী দ্বিবীজপত্রী, কখনো কখনো বহুবীজপত্রীও হয় যা প্রধানত বীরুৎ ও গুল্ম প্রজাতির হয়। *Eleusine indica*, *Irongrass*, *Elephant grass*, *Imperata*, *Poa*, *Dactylis*, *Festuea* ইত্যাদি উল্লেখযোগ্য তৃণপ্রজাতি যারা সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়ায় শর্করা জাতীয় খাদ্য উৎপাদনে সক্ষম ও তৃণভূমির বাস্তুতন্ত্রে স্বভোজী হিসাবে বিরাজমান। তৃণের উচ্চতা পাতার পরিমাণ, পাতার আকার ইত্যাদি সালোকসংশ্লেষের মাত্রাকে নিয়ন্ত্রণ করে। তৃণগুলি বর্ষজীবী, দ্বিবর্ষজীবী বা বহুবর্ষজীবীও হয়ে থাকে। তৃণের পরিমাণ ও প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে খাদক প্রজাতি সৃষ্টি হয়।



(b) খাদক (Consumers) : তৃণভূমির খাদক সম্প্রদায়কে কতকগুলি সারিতে ভাগ করে আলোচনা করা যায়। যেমন—

(i) প্রাথমিক খাদক (Primary Consumers) : ছোটো ছোটো কীটপতঙ্গ যেমন গ্রাসহপার তৃণের কচি পাতা, ডগা খাদ্য হিসাবে গ্রহণ করে, অর্থাৎ উৎপাদক বা সবুজ উদ্ভিদকে খায়। আবার ঘোড়া, গোরু, ছাগল, মহিষ, ভেড়া, হরিণ প্রভৃতি প্রাণীরা ও ঘাস বা তৃণ ভক্ষণ করে জীবন যাপন করে।

(ii) গৌণ খাদক (Secondary Consumers) : সাপ, ব্যাঙ, গিরগিটি, টিকটিকি ইত্যাদি আমেবুদন্তী প্রাণী ও পতঙ্গারা প্রাথমিক খাদক grasshopper ও পোকামাকড় খাদ্য হিসাবে গ্রহণ করে। আবার বাঘ, সিংহ, শৃগাল, বুনো কুকুর, নেকড়ে প্রভৃতি প্রাণীরা ছাগল, মহিষ, গোরু হরিণদের খাদ্য হিসাবে গ্রহণ করে।

(iii) প্রগৌণ খাদক (Tertiary Consumers) : বাজপাখি, চিল, শকুন, ময়ূর প্রভৃতি মাংসাশী পাখিরা আবার কুকুর, নেকড়ে, বাঘ, সিংহ, গোরু, মহিষের মাংস খাদ্য রূপে গ্রহণ করে।

(c) বিয়োজক (Decomposers) : আজোটোব্যাকটর, ক্লাসট্রিডিয়াম, ভলভক্স, নাইট্রোসোমোনাস ইত্যাদি ব্যাকটেরিয়া, ছত্রাক মৃত জীবদেহে বসবাস করে দেহের জটিল যৌগকে ভেঙে সরল যৌগ ও মৌলে পরিণত করে পরিবেশে ফেরত দেয়। মাটির স্তরে তা হিউমাস ও অন্যান্য অজৈব যৌগ রূপে সঞ্চিত ও সমৃদ্ধ হয় যা উৎপাদক অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় শোষণ করে ও সালোকসংশ্লেষের মাধ্যমে শর্করায় প্রোটিন ও ফ্যাটরূপে সঞ্চিত করে। এইভাবে তৃণভূমিতে জৈব ও অজৈব উপাদান পরস্পর আন্তঃক্রিয়ায় উদ্বুদ্ধ হয়ে একক বসবাসনীতি বা আদর্শ বাস্তুতন্ত্র গড়ে তোলে।