প্রতিবেশ
Ecosystem

৩

পৃথিবীর বিভিন্ন অঞ্চলে আঞ্চলিক বিভিন্নতার কারণে জীবমণ্ডলের পরিবেশও পৃথক। জীবমণ্ডলের পরিবেশ ভিন্ন হওয়ায় উদ্ভিদ, জীবকুল ও অণুজীবের বৈচিত্র্যতা অর্থাৎ জীববৈচিত্র্যতা দেখা যায়। এই জীববৈচিত্র্যতার মূলে রয়েছে ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশ । জীবের সাথে জীবের, জীবের সাথে ভৌত ও রাসায়নিক পরিবেশের ক্রিয়া- প্রতিক্রিয়া ক্রমাগত চলতে থাকে এবং পারস্পরিক নির্ভরশীলতাও গড়ে ওঠে। ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশের সজীব ও জড় উপাদানসমূহ প্রতিবেশে চক্রাকারে আবর্তিত হওয়ার কারণে ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশে খাদ্যশৃঙ্খল, খাদ্য পিরামিড, ট্রফিক লেভেল এবং ভূ-জৈব রাসায়নিক চক্র তৈরি হয়। ইকোসিস্টেমের কাঠামো, ইকোসিস্টেমে শক্তির প্রবাহ ও শক্তির চক্রায়নের ওপর নির্ভর করে বলা যায়, পরিবেশের প্রধান গঠনগত এবং কার্যগত একক হচ্ছে ইকোসিস্টেম। আলোচ্য ইউনিটে ইকোসিস্টেমের ধারণা ও উপাদান, ইকোসিস্টেমের উৎপাদন ক্ষমতা ও ভারসাম্য এবং ইকোসিস্টেমে শক্তি প্রবাহ,খাদ্যশৃঙ্খল ও খাদ্য জাল প্রভৃতি সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

ইউনিট সমাপ্তির সময়	**ইউনিট সমাপ্তির সর্বোচ্চ সময় ৫ দিন**

এ ইউনিটের পাঠসমূহ

পাঠ - ৩.১ : ইকোসিস্টেমের ধারণা ও উপাদান

পাঠ - ৩.২ : ইকোসিস্টেমের উৎপাদন ক্ষমতা ও ভারসাম্য

পাঠ - ৩.৩ : ইকোসিস্টেমে শক্তি প্রবাহ,খাদ্যশৃঙ্খল ও খাদ্য জাল

পাঠ-৩.১ ইকোসিস্টেমের ধারণা ও উপাদান
Concepts and Elements of the Ecosystem

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- ইকোসিস্টেমের সংজ্ঞা বর্ণনা করতে পারবেন;
- ইকোসিস্টেমের শ্রেণিবিভাগ বিশ্লেষণ করতে পারবেন।

ইকোসিস্টেমের বাংলা প্রতিশব্দ প্রতিবেশ। জীবসম্প্রদায় তার বসবাসকৃত প্রতিবেশের অন্তর্ভুক্ত হয়ে সুনির্দিষ্ট পরিবেশ গড়ে তোলে। প্রতিটি জীব পরিবেশের বিভিন্ন উপাদানের প্রেক্ষিতে শরীরবৃত্তীয় ও আচরণগতভাবে উক্ত পরিবেশে অভিযোজিত হয়। ইকোসিস্টেমের বায়োটিক এবং অ্যাবায়োটিক ফ্যাক্টরসমূহ ইকোসিস্টেমে অবস্থিত জীবের প্রজনন, পরিস্ফূটন, বেড়ে ওঠা, বংশবিস্তার ও টিকে থাকাকে (Survive) প্রভাবিত করে। এগুলোকে ইকোলজিক্যাল শর্তও বলা হয়। বিভিন্ন ধরনের ইকোসিস্টেমের ওপর ভিত্তি করে ইকোলজিক্যাল কাঠামো তৈরি হয়। এছাড়াও খাদ্যস্তর, খাদ্যশৃঙ্খল, খাদ্যজাল, ইকোলজিক্যাল নিস, বাস্তুতন্ত্রে শক্তি সরবরাহ, জৈবভর ইত্যাদি বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ বিষয় ইকোসিস্টেমের কাঠামোকে প্রভাবিত করে। আলোচ্য পাঠে ইকোসিস্টেমের ধারণা ও উপাদান সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশ কী

What is Ecosystem

কোনো নির্দিষ্ট স্থানে পরিবেশের সজীব উপাদানের সাথে সেই স্থানে অজৈব পরিবেশের সকল উপাদানের পারস্পরিক সম্পর্কের ভিত্তিতে যে পদ্ধতিতে জীবসম্প্রদায় বসবাস করে, টিকে থাকে এবং বংশবৃদ্ধি করে তাকে ইকোসিস্টেম বলে। নিম্নে প্রতিবেশের কতিপয় সংজ্ঞা দেওয়া হলো-

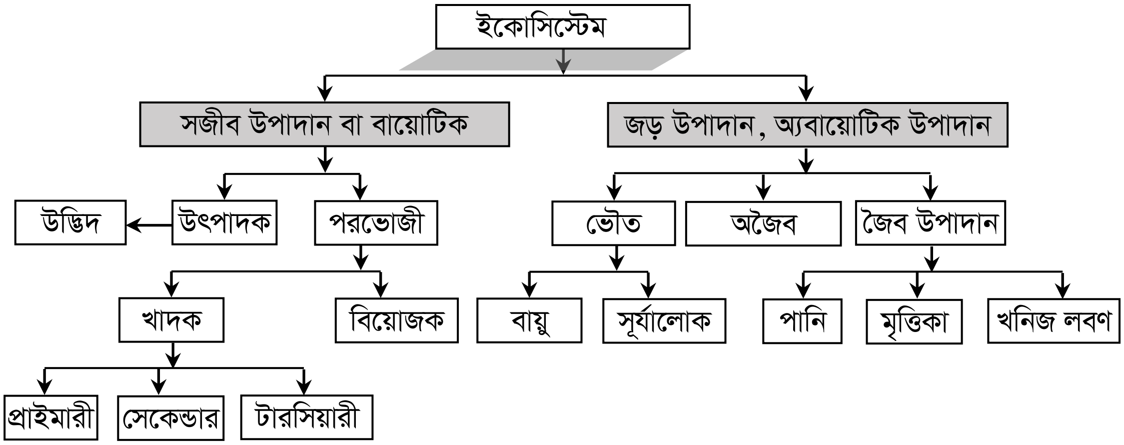
- ১৯৩৫ সালে A. G. Tansley সর্বপ্রথম Eco-system শব্দটি ব্যবহার করেন। A. G. Tansley এর মতে, "The system resulting from the integration of all the living and non-living factors of the environment is called ecosystem”. অর্থাৎ পরিবেশের সকল জীব ও জড় উপাদানের সমন্বয়ের মাধ্যমে যে পদ্ধতি গড়ে ওঠে তাকে ইকোসিস্টেম বলে।
- E. P. Odum (1963) এর মতে, The Ecosystem is the basic functional Unit of organism and their environment interacting of each other and within their own components. অর্থাৎ, ইকোসিস্টেম বা বাস্তুতন্ত্র হলো জীবকূল ও জীবকূলের বসবাসকৃত পরিবেশের পারস্পরিক যোগাযোগের একটি মৌলিক কার্যকরী একক। যেখানে প্রত্যেকে পরস্পরের সাথে, নিজেদের উপাদানগুলোর সাথে এবং পরিবেশের সাথে যোগাযোগ (interaction) করছে।

সুতরাং বলা যায়, যে পদ্ধতিতে জীব ও জড় পরিবেশের (Biotic and Abiotic) মধ্যে ঐ স্থানের বসবাসকৃত জীব, অণুজীব ও উদ্ভিদকূলের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ক তৈরি হয় এবং উক্ত পরিবেশে জীব সম্প্রদায় অভিযোজিত বা খাপ খাইয়ে টিকে থাকে তাকে ইকোসিস্টেম বলে। প্রতিবেশের গঠন ও কার্য পরিবর্তন হয় তাই ইকোসিস্টেম গতিশীল । এ কারণে অনেক প্রজাতি টিকে থাকতে না পেরে বিলুপ্ত হয় বা নতুন প্রজাতির উদ্ভব হয়।

ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশের উপাদানসমূহ

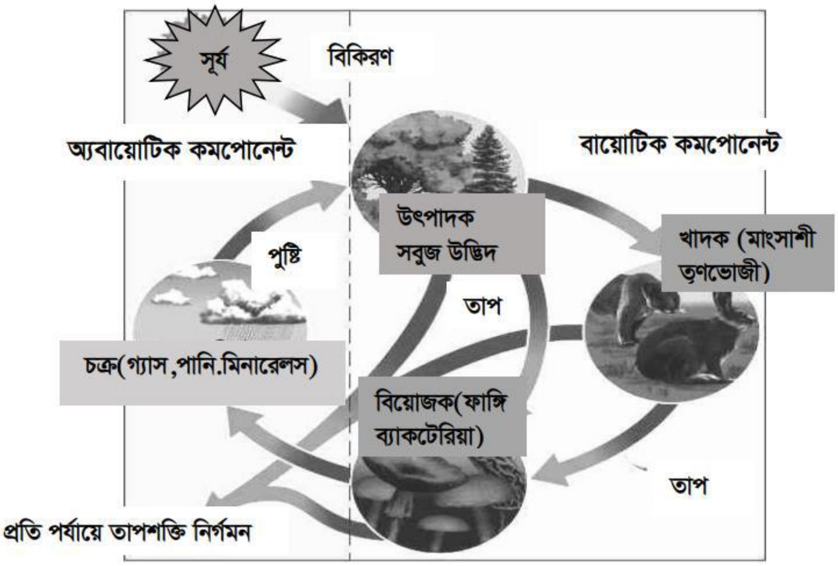
Elements of Ecosystem

জীব তার বসবাসকৃত প্রতিবেশকে প্রভাবিত করে। সামগ্রিকভাবে, প্রতিবেশের উপাদানসমূহকে প্রধান দুটি ভাগে ভাগ করা যায়। যথা- সজীব উপাদান বা বায়োটিক উপাদান ও জড় উপাদান বা অ্যাবায়োটিক উপাদান। চিত্র - ৩.২ লক্ষ করুন। বায়ু, পানি, খনিজ লবণ, হিউমাস, মৃত্তিকা ও সূর্যালোকের সমন্বয়ে ইকোসিস্টেমের জড় উপাদান বা অজৈব উপাদানের অন্তর্ভুক্ত। চিত্র-৩.১ লক্ষ করুন। তন্মধ্যে বায়ু ও সূর্যালোককে ভৌত উপাদান বা Physical Components বলে। হিউমাসকে মৃত উপাদান এবং অবশিষ্ট উপাদানসমূহকে অজৈব উপাদান বলা হয়।



চিত্র - ৩.১ প্রতিবেশের উপাদানসমূহ

প্রতিবেশের উদ্ভিদ (ফাইটোপ্লাঙ্কটন, স্থল ও জলভাগের বিভিন্ন প্রজাতির উদ্ভিদ), প্রাণী (বিভিন্ন প্রজাতির মাছ, পাখি, প্রাণী, পতঙ্গ) এবং অণুজীবসমূহ (ব্যাকটেরিয়া, ছত্রাক ভাইরাস) প্রতিবেশের সজীব উপাদানের অন্তর্ভুক্ত। পরিবেশের সজীব উপাদানসমূহ যেমন - স্থলজ আবাসন (Terrestial habitat), নির্মল পানির আবাসন (Fresh Water habitat), মোহনার আবাসন (Estuarine habitat) এবং সামুদ্রিক আবাসন (Marine Habitat) জড় উপাদানসূহের সাথে নির্দিষ্ট প্রতিবেশে পারস্পরিক মিথষ্ক্রিয়ার মাধ্যমে বাস করে।



চিত্র - ৩.২ প্রতিবেশের বায়োটিক উপাদান ও অ্যাবায়োটিক উপাদান

পরিবেশের জড় উপাদানসমূহের ব্যাপকতার কারণে পরিবেশের জড় উপাদানসমূহকে কতিপয় ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যেমন- বায়বীয় উপাদান (অক্সিজেন, কার্বন ডাই অক্সাইড, নাইট্রোজেন, বিভিন্ন গ্যাস), জলবায়ুসংক্রান্ত উপাদান (সৌরশক্তি, তাপমাত্রা, বৃষ্টিপাত, আদ্রতা, বায়ুপ্রবাহ, পানি প্রবাহ), ভৌত উপাদান (আলো, বায়ুচাপ, ভূ-চৌম্বকত্ব) ও রাসায়নিক উপাদান (অম্লত্ব, ক্ষারত্ব, লবণাক্ততা) প্রভৃতি।

কার্য ও পুষ্টির ওপর নির্ভর করে ইকোসিস্টেমের উপাদানসমূহকে প্রধান দু'টি ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

১। স্বভোজী উপাদান (Autotrophic Component)

২। পরভোজী উপাদান (Heterotrophic Component)

১। উৎপাদক বা স্বভোজী (Producer of Autotrophic): ফাইটোপ্লাঙ্কটন থেকে শুরু করে সকল প্রকার সবুজ উদ্ভিদ উৎপাদক বা স্বভোজী উপাদানের অন্তর্ভুক্ত। ক্লোরোফিলের সাহায্যে সূর্যালোকের উপস্থিতিতে বায়ুমণ্ডলের (CO_2), পানি (H_2O) ব্যবহার করে সবুজ উদ্ভিদ নিজেদের খাদ্য নিজেরা তৈরি করে বলে এগুলোকে উৎপাদক বলে। সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় অক্সিজেন উৎপাদন করে বলে বায়ুমণ্ডলে অক্সিজেন সরবরাহ হয় এবং প্রাণীকুল যার দরুন জীবন ধারণ করে। সবুজ উদ্ভিদ যারা সৌর শক্তি ব্যবহার করে ক্লোরোফিলের সাহায্যে পানি (H_2O) এবং কার্বন ডাই অক্সাইডের (CO_2) সাথে মিলিত হয়ে শর্করা ($C_6H_{12}O_6$), অক্সিজেন (O_2) এবং পানি (H_2O) তৈরি করে। অর্থাৎ নিজেদের খাদ্য নিজেরাই তৈরি করছে।

$$CO_2+H_2O \xrightarrow[\text{কোরোফিল}]{\text{সূর্যালোক}} C_6H_{12}O_6+O_2+H_2O$$

২। পরভোজী উপাদান (Heterotrophic Components): যারা খাদ্যের জন্য সবুজ উদ্ভিদের ওপর নির্ভরশীল তারা হলো পরিবেশের পরভোজী উপাদান। প্রাণীকুল, ছত্রাক ব্যাকটেরিয়া এবং অণুজীব নিজেদের খাদ্য নিজেরা উৎপাদন করতে পারে না তাই এরা প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে সবুজ উদ্ভিদের ওপর নির্ভরশীল। পরভোজী উপাদানকে প্রধান দুভাগে ভাগ করা যায়; যথা- খাদক ও বিয়োজক।

ক) খাদক (Consumer): খাদক প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে সবুজ উদ্ভিদ কর্তৃক উৎপাদিত খাদ্য ও শক্তি গ্রহণ করে। খাদককে খাদ্য গ্রহণের ওপর ভিত্তি করে তিনটি ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

i) প্রথম স্তরের খাদক (Primary Consumer): যে সকল খাদক সরাসরি সবুজ উদ্ভিদের ওপর বা উৎপাদকের ওপর খাদ্য ও শক্তি গ্রহণ করে তাকে প্রথম স্তরের খাদক বলা হয়। সবুজ উদ্ভিদ সরাসরি খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে বলে এদেরকে শাকাশীও (Herbivorous) বলে। যেমন- খরগোশ, গরু, ঘোড়া, ছাগল, ভেড়া, মাছ, পতঙ্গ এবং কিছু পরজীবী উদ্ভিদ।

ii) দ্বিতীয় স্তরের খাদক (Secondary Consumer): প্রথম স্তরের খাদককে যে সকল জীব খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে তাকে দ্বিতীয় স্তরের খাদক বা গৌণ শ্রেণির খাদক বলে। দ্বিতীয় স্তরের খাদককে মাংসাশীও (Carnivorous) বলা হয়। যেমন- ব্যাঙ, বাঘ, চিল, শকুন ইত্যাদি।

iii) তৃতীয় স্তরের খাদক (Tertiary Consumer): যে সকল খাদক দ্বিতীয় স্তরের খাদকের ওপর নির্ভরশীল তাদেরকে তৃতীয় স্তরের খাদক বলা হয়। যেমন- বাঘ, সিংহ, হাঙ্গর ইত্যাদি।

iv) চতুর্থ স্তরের খাদক (Quaternary Consumer): যে সকল খাদক তৃতীয় স্তরের খাদককে খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে তাদেরকে চতুর্থ স্তরের খাদক বলে। কোনো কোনো খাদক প্রথম, দ্বিতীয়, তৃতীয় এবং চতুর্থ স্তরের খাদকও হতে পারে। যেমন- মানুষ। তাই মানুষকে সর্বভুক (omnivorus) বলা হয়।

খ) **বিয়োজক (Decomposer):** যে সকল ব্যাকটেরিয়া, ছত্রাক এবং প্রটোজোয়া মৃত জীবদেহের পচন ঘটায় তাদেরকে বিয়োজক বলে। বিয়োজকগুলো মৃতদেহের জটিল জৈব যৌগগুলোকে ভেঙে সরল খাদ্যে পরিণত করে অজৈব যৌগে পরিণত করে এবং জড় পরিবেশে ফিরে যায়। অজৈব যৌগগুলোকে উৎপাদকরা খাদ্য তৈরির জন্য পুনরায় কাঁচামাল হিসেবে গ্রহণ করে।

ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশের প্রকারভেদ

Classification of Ecosystem

জীবের ইকোসিস্টেম বা বাস্তুতন্ত্র বিভিন্ন ধরনের হতে পারে। পরিবেশের বিভিন্নতার ওপর নির্ভর করে ইকোসিস্টেমকে সাধারণত দুইটি প্রধান ভাগে ভাগ করা যায়। যথা- প্রাকৃতিক ইকোসিস্টেম ও কৃত্রিম ইকোসিস্টেম।

প্রাকৃতিক ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশ

Natural Ecosystem

যে ইকোসিস্টেম প্রাকৃতিকভাবে তেরি হয় এবং প্রাকৃতিক নিয়মে পরিচালিত হয় তাকে প্রাকৃতিক ইকোসিস্টেম বলে। বসতির প্রকৃতি অনুসারে প্রাকৃতিক ইকোসিস্টেম প্রধানত দু'প্রকার; যথা- স্থলজ ইকোসিস্টেম, জলজ ইকোসিস্টেম। প্রাকৃতিক পরিবেশ এবং পরিবেশের বায়োটিক বা সজীব উপাদান সমূহের প্রতি জীবকূলের সাড়া (responses) প্রদানের ওপর ভিত্তি করে স্থলজ ইকোসিস্টেমকে বিভিন্নভাগে ভাগ করা যায়। যথা- পার্বত্য ইকোসিস্টেম, উষ্ণ মরু ইকোসিস্টেম,শীতল মরু ইকোসিস্টেম, নিম্নভূমি এবং সমভূমির ইকোসিস্টেম। জলজ ইকোসিস্টেমকে প্রধানত দুটি ভাগে ভাগ করা হয়। যথা- স্বাদুপানির ইকোসিস্টেমের মধ্যে বহমান পানি (ঝর্ণা, নদী) এবং আবদ্ধ স্বাদু পানির (হ্রদ, পুকুর, বিল-ঝিল) অন্তর্ভুক্ত। সাগর, মহাসাগর এবং মোহনার লোনা পানির ইকোসিস্টেমকে লোনা পানির ইকোসিস্টেম বলা হয়। বৃহৎ প্রাকৃতিক ইকোসিস্টেমকে বায়োম বলে। পাঠ ২.২ এ বৃহৎ প্রাকৃতিক ইকোসিস্টেম বা বায়োম সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

কৃত্রিম ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশ

Artifical Ecosystem

মানুষ দ্বারা নিয়ন্ত্রিত ইকোসিস্টেমকে কৃত্রিম ইকোসিস্টেম বলে। অর্থাৎ মানুষই ইকোসিস্টেমে ভৌত ও রাসায়নিক পরিবেশ নিয়ন্ত্রণ করে। যেমন- শস্যক্ষেত্র। ব্যবহারের ভিত্তিতে ই. পি. ওডাম (E.P. Odum, 1959) ইকোসিস্টেমকে প্রাথমিক উৎপাদন এবং চাষাবাদের ভিত্তিতে প্রধান দুটি ভাগে বিভক্ত করেছেন। যথা- ১। কৃষিজ ইকোসিস্টেম ২। অকৃষিজ বা প্রাকৃতিক ইকোসিস্টেম। কৃষিজ ইকোসিস্টেমকে কৃষিজ ফসলের ওপর ভিত্তি করে কয়েকটি উপশ্রেণিতে বিভক্ত করেছেন। যথা- ধান, গম ও ইক্ষুক্ষেত ইকোসিস্টেম। একইভাবে অকৃষিজ বা প্রাকৃতিকভাবে তৈরি ইকোসিস্টেমকে কতিপয় শ্রেণিতে ভাগ করা হয়েছে। যথা- অরণ্য ইকোসিস্টেম, দীর্ঘ তৃণ,হ্রস্ব তৃণ ইকোসিস্টেম এবং মরু ইকোসিস্টেম।

পারিসরিক মাপনির ভিত্তিতে পারিসরিক মাত্রা অনুসারে, প্রতিবেশকে প্রধান দুটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা- মহাদেশীয় প্রতিবেশ ও মহাসাগরীয় প্রতিবেশ।

সারসংক্ষেপ:

প্রতিবেশের উপাদানসমূহ পারস্পরিক মিথস্ক্রিয়ার মাধ্যমে প্রতিবেশের কাঠামো তৈরি করে প্রতিবেশের ভারসাম্য বজায় রাখে এবং প্রতিবেশকে সচল রাখে। বায়ু, পানি, মাটি, উদ্ভিদ, প্রাণী, অণুজীব, সৌরশক্তি সবই প্রতিবেশের উপাদান। প্রতিবেশের উল্লিখিত উপাদানসমূহকে সজীব বা বায়োটিক এবং অজৈব বা অ্যাবায়োটিক উপাদান বা জড় উপাদান এই দুইভাগে ভাগ করা হয়েছে। প্রতিবেশের উপাদানসমূহ প্রতিবেশে চক্রকারে আবর্তন করে এবং পারস্পরিক মিথস্ক্রিয়ার মাধ্যমে প্রতিবেশের ভারসাম্য বজায় রাখে।

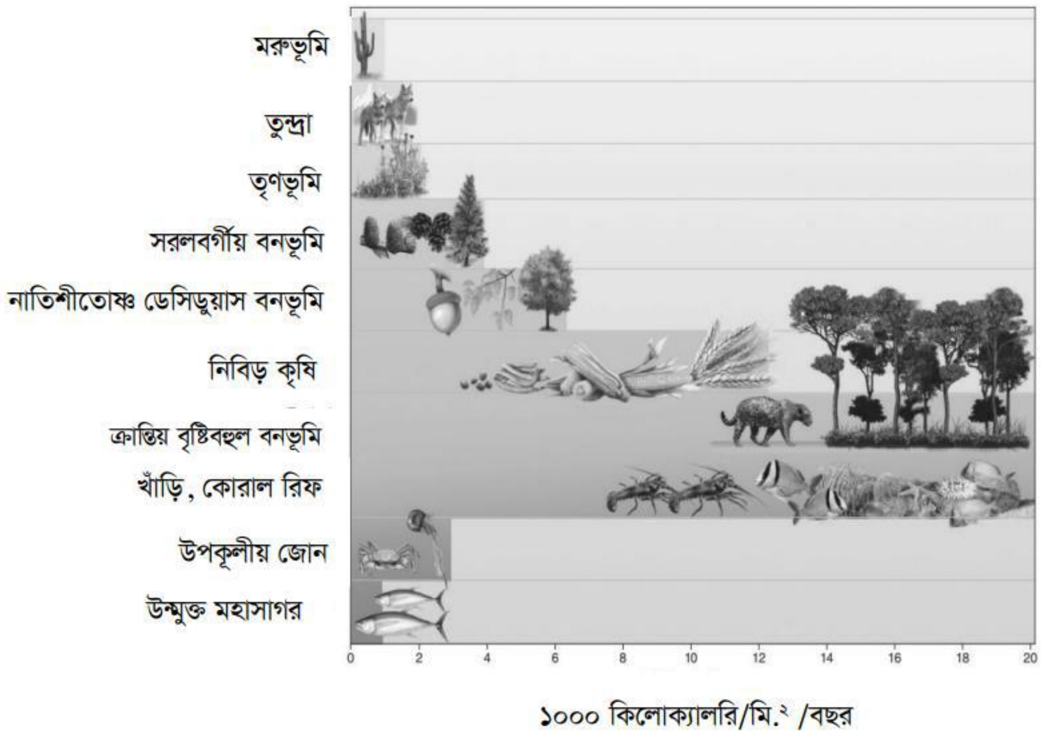
পাঠ-৩.২ ইকোসিস্টেমের উৎপাদন ক্ষমতা ও ভারসাম্য
Productivity and Equilibrium of Ecosystem

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- ইকোসিস্টেমের উৎপাদন ক্ষমতা ব্যাখ্যা করতে পারবেন;
- বিভিন্ন ধরনের ইকোসিস্টেমের উৎপাদন ক্ষমতা বর্ণনা করতে পারবেন।

ইকোসিস্টেমের কোনো নির্দিষ্ট বস্তু কোনো নির্দিষ্ট সময়ে শুষ্ক অবস্থায় যে পরিমাণ শক্তি জমা করে তার পরিমাপকে সেই সময়ের উৎপাদন বলে এবং উৎপাদনের এই হারকে ইকোসিস্টেমের উৎপাদন ক্ষমতা বলে। ইকোসিস্টেমের উৎপাদন ক্ষমতা প্রকাশের একক হচ্ছে গ্রাম/মিটার২/দিন ($g/m^2/day$)। পৃথিবীর প্রধান ইকোসিস্টেমসমূহের বাৎসরিক উৎপাদন ক্ষমতা চিত্র-৩.৩ এ দেখানো হয়েছে।



চিত্র - ৩.৩ পৃথিবীর প্রধান ইকোসিস্টেমসমূহের বাৎসরিক উৎপাদন ক্ষমতা[১]

[1] Cunningham, W., & Cunningham, M. (2017). *Principles of Environmental Science Inquiry and Application* (8th ed.). Mc Graw Hill Education.

ইকোসিস্টেমের উৎপাদন ক্ষমতা

Productivity of Ecosystem

ইকোসিস্টেমের উৎপাদন ক্ষমতাকে প্রধান তিনভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা-

১. প্রাথমিক উৎপাদন ক্ষমতা (Primary Productivity)
২. গৌণ উৎপাদন ক্ষমতা (Secondary Productivity)
৩. নেট উৎপাদন ক্ষমতা (Net Productivity)

১। **প্রাথমিক উৎপাদন ক্ষমতা (Primary Prduction):** সবুজ উদ্ভিদ এর প্রাথমিক শক্তি উৎপাদনকারী হিসেবে শক্তি সঞ্চয়ের হারকে প্রাথমিক উৎপাদন ক্ষমতা বলে। প্রাথমিক উৎপাদন ক্ষমতা দুপ্রকার। যথা-

ক) স্থূল প্রাথমিক উৎপাদন ক্ষমতা (Gross Primary Productivity)
খ) নেট প্রাথমিক উৎপাদন ক্ষমতা (Net Primary Productivity)

সবুজ উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন রাসায়নিক শক্তি স্থিতিশক্তি রূপে আবদ্ধ থাকে। প্রতি অণু গ্লুকোজে ৬৭৪ কিলোক্যালরি শক্তি সঞ্চিত থাকে। সবুজ উদ্ভিদের উৎপাদিত শর্করায় যে পরিমাণ শক্তি আবদ্ধ থাকে তাকে সামগ্রিক উৎপাদন (Gross Production) বলে। উদ্ভিদের শ্বসনের জন্য জারণ প্রক্রিয়ায় কিছুটা কার্বহাইড্রেট বা শর্করা জারিত হয়। সামাগ্রিক উৎপাদন থেকে এই পরিমাণ শক্তি বাদ দিলে অবশিষ্ট শক্তিকে নেট উৎপাদন (Net Production) বলে।

বিজ্ঞানী Edger Transeau ১০,০০০ বর্গমিটার পরিমিত ক্ষেত্রে সমবয়স্ক ও সমআকৃতির ১০,০০০ শস্য দ্বারা ১০০ দিনের খাদ্য উৎপাদনের পরিমাণ নির্ণয় করেন। যেখানে ঐ নির্দিষ্ট ক্ষেত্রে উদ্ভিদের মোট ওজন ছিল ৬,০০০ কেজি, মোট কার্বনের পরিমাণ ছিল ২,৬৭৫ কেজি। এই পরিমাণ কার্বন ৬,৬৮৭ কেজি গ্লুকোজের সমান। অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণের সময় এই পরিমাণ কার্বন উদ্ভিদ দেহে গিয়েছিল এবং ঐ নির্দিষ্ট সময়ে উদ্ভিদসমূহ শ্বসনের জন্য ২০৪৫ কেজি গ্লুকোজ ব্যয় করেছিল। সুতরাং, দেখা যায়

সামগ্রিক উৎপাদনের পরিমাণ ৮,৭৩২ কেজি
নেট উৎপাদনের পরিমাণ ৬,৬৮৭ কেজি।

ক. স্থূল প্রাথমিক উৎপাদন ক্ষমতা (Gross Primary Productivity, GPP): শ্বসনের ফলে ব্যয়িত জৈব রাসায়নিক পদার্থসহ উদ্ভিদ নির্দিষ্ট সময়ে মোট যে পরিমাণ জৈব রাসায়নিক পদার্থ উৎপাদনের ক্ষমতা রাখে। এই হারকে স্থূল উৎপাদন ক্ষমতা বলে। যেমন- সবুজ উদ্ভিদের ক্লোরোপ্লাস্ট সালোকসংশ্লেষণ পদ্ধতিতে সূর্যের আলোকশক্তিকে রাসায়নিক শক্তি তথা খাদ্যশক্তিতে রূপান্তরিত করে, চিত্র-৩.৪ লক্ষ করুন।

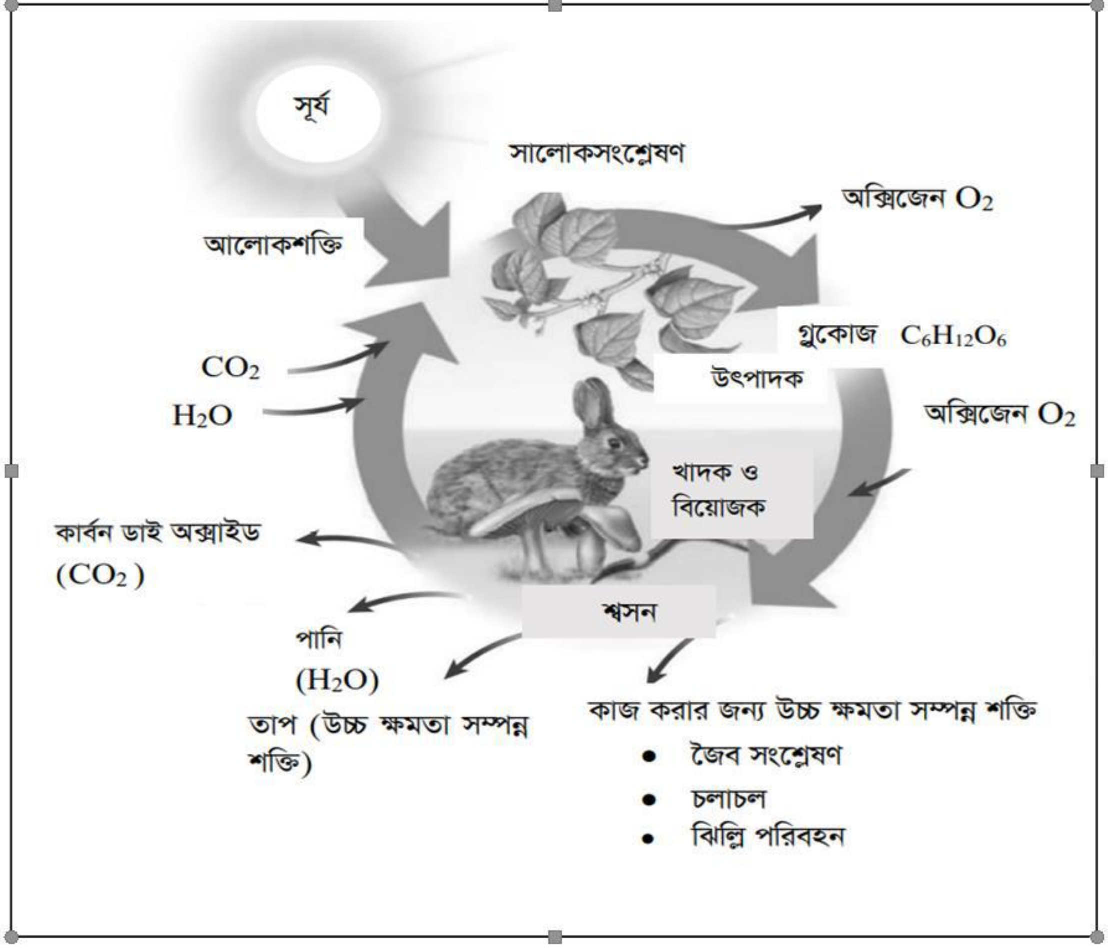
$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{ক্লোরোফিল}]{\text{সূর্যালোক}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

(কার্বন ডাই অক্সাইড)+পানি → (গ্লুকোজ)+(অক্সিজেন)+পানি

শ্বসনের সময় উদ্ভিদের কিছু পরিমাণ খাদ্যশক্তি ভেঙ্গে তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{এনজাইম}} 6CO2 + 12H_2O + 3,80,000$$

(গ্লুকোজ) (অক্সিজেন) → (কার্বন ডাই অক্সাইড) + (পানি) + কিলোক্যালরি শক্তি



চিত্র - ৩.৪ সালোকসংশ্লেষণ পদ্ধতিতে সূর্যের আলোকশক্তিকে রাসায়নিক শক্তি তথা খাদ্যশক্তিতে রূপান্তর

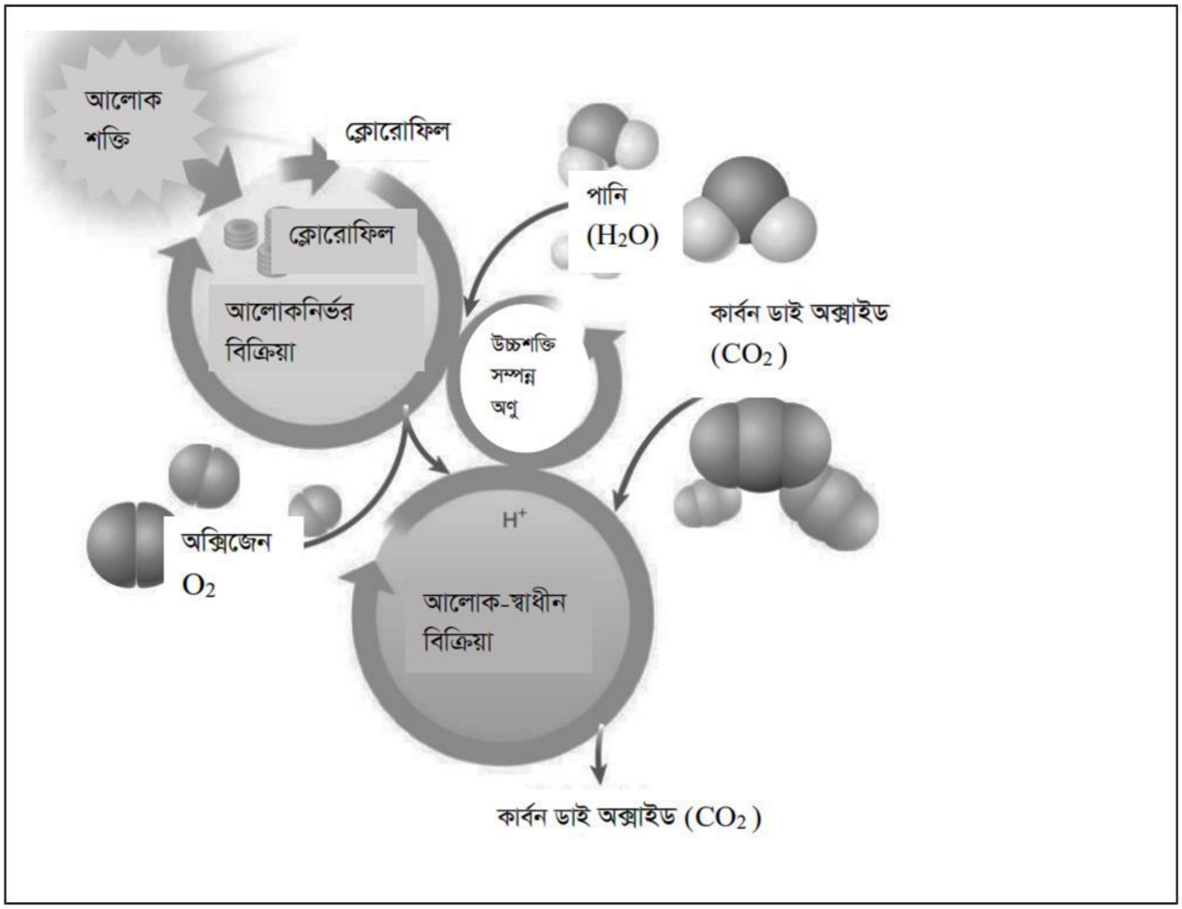
খ. নেট প্রাথমিক উৎপাদন ক্ষমতা (Net Primary Productivity NPP): উদ্ভিদ কোন নির্দিষ্ট সময়ে যে হারে জৈব রাসায়নিক পদার্থ জমা করতে পারে (শ্বসনের ফলে ব্যয়িত জৈব রাসায়নিক পদার্থ ব্যতীত) তাকে উদ্ভিদের নেট উৎপাদন ক্ষমতা বলে। এর ফলে সালোকসংশ্লেষণ, শ্বসন ও মৃতুজনিত উদ্ভিদ হ্রাসের মধ্যে ভারসাম্য বজায় থাকে।

২। **গৌণ উৎপাদন ক্ষমতা (Secondary Productivity):** খাদক ও বিয়োজক যে হারে শক্তি উৎপাদনকারী উৎপাদনগুলোকে পুনরায় সংশ্লেষণ করে শক্তি উৎপাদন করে তাকে গৌণ উৎপাদন ক্ষমতা বলে। চিত্র-৩.৪ লক্ষ করুন। এই প্রক্রিয়া গতিশীল কারণ এই প্রক্রিয়ায় খাদক স্তর পরিবর্তিত হয়।

৩। **নেট উৎপাদন ক্ষমতা (Net Productivity):** শ্বসন প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হওয়ার পর যে পরিমাণ শক্তি অবশিষ্ট থাকে তাকে নেট উৎপাদন বলে। নির্দিষ্ট সময়ে যে হারে উৎপাদিত শক্তি সঞ্চয় করে তাকে নেট উৎপাদন ক্ষমতা বলে।

সামগ্রিকভাবে উদ্ভিদ কোষের মধ্যে ক্ষুদ্র ক্লোরোপ্লাস্ট সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। এই প্রক্রিয়ায় অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ হলো ক্লোরোফিল। ক্লোরোফিল সূর্যের আলোক শক্তি (Light energy) গ্রহণ করে উচ্চ শক্তি সম্পন্ন জটিল রাসায়নিক বন্ধন (Compound High - energy Chemical bonds) তৈরি করে যা পরবর্তীতে উদ্ভিদের বিপাকীয় কাজের জন্য শক্তি সরবরাহ করে। লিপিড, সুগার, প্রোটিন এবং নিউক্লিউটাইড অণু ক্লোরোফিলের সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সহায়তা করে। সকল উপাদান একসাথে দুইটি আন্তঃসম্পর্কিত সাইক্লিক বিক্রিয়া তৈরি করে। আলোক নির্ভর বিক্রিয়াগুলো থেকে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন অণু (অ্যাডিনোসাইন ট্রাই ফসফেট (Adenosine triphosphate, ATP), নাইকোটাইনামাইড অ্যাডিনাইট ডাইনিউ ক্লিওটাইড ফসফেট (Nicotinamide Adenite Dinucleotide Phosphate, NADPH)

তৈরি করে। এইসকল অণুসমূহ পরবর্তী আলোক অনির্ভর (Light independent) বিক্রিয়ায় সহায়তা করে। চিত্র-৩.৫ লক্ষ করুন। এই বিক্রিয়ায় সরাসরি আলো ব্যবহৃত হয় না। এখানে, এনজাইমগুলো শক্তি বের করে এটিপি এবং এনএডিপিএইচ থেকে কার্বন ডাই অক্সাইড থেকে কার্বন পরমাণু যুক্ত করে সরল চিনির অণু গ্লুকোজ তৈরি করার জন্য।



চিত্র - ৩.৫ শক্তি উৎপাদনের জন্য আলোক-নির্ভর এবং আলোক-স্বাধীন বিক্রিয়া

ইকোসিস্টেমের বা প্রতিবেশের ভারসাম্য

Equilibrium of Ecosystem

ইকোসিস্টেমের ভারসাম্য নির্দিষ্ট ইকোসিস্টেমে বসবাসকারী জীব সম্প্রদায় ও উদ্ভিদ সম্প্রদায়কে টিকিয়ে রাখে। ইকোসিস্টেমের ভারসাম্য নষ্ট হলে ইকোসিস্টেমটি টেকসই (Sustainable) হয় না। প্রধানত ইকোসিস্টেমে উৎপাদক (Producer) এবং ভোক্তার (Consumer) মধ্যে অসাম্যতা সৃষ্টি হলে ইকোসিস্টেমের ভারসাম্য নষ্ট হয়। যেমন- ইকোসিস্টেমে পোকামাকড়ের সংখ্যা বৃদ্ধি পেলে পোকামাকড়ের খাদ্য চাহিদা বৃদ্ধি পাবে এবং পোকামাকড়দের মধ্যে খাদ্যের জন্য প্রতিযোগিতা শুরু হবে এবং খাদ্যের অভাবে বহু পোকামাকড় মারা যাবে। এইভাবে প্রাকৃতিক উপায়ে ইকোসিস্টেমে ভারসাম্য চলে আসে।

ইকোসিস্টেমের বা প্রতিবেশের ভারসাম্যের প্রকৃতি

Nature of Equilibrium of Ecosystem

- প্রথমত, যে কোনো স্বাভাবিক ইকোসিস্টেমের মধ্যে প্রজাতির সংখ্যার অপরিবর্তনশীলতা কে ইকোসিস্টেমের ভারসাম্য ধরা হয়। M.J. Dunban ইকোসিস্টেমের এই ধরনের ভারসাম্যকে দোলনবিহীন স্থিরতা নামে অভিহিত করেছেন।

- দ্বিতীয়ত, বাহ্যিক উপাদান বা বাহ্যিক কোনো নিয়ামক দ্বারা ইকোসিস্টেমটি ধ্বংস না হয়ে যখন ভারসাম্য বজায় রাখতে পারে বা বাহ্যিক উপাদানের সাথে খাপ খাইয়ে টিকে থাকে সেই অবস্থাকে ইকোসিস্টেমের ভারসাম্য বলে। এই ধরনের ভারসাম্যকে H.A Regier, E.B. Cowell সুস্থিরতা বিরোধিতা (Stability Resistance) হিসেবে চিহ্নিত করেছেন।
- তৃতীয়ত, A.R. Hill ইকোসিস্টেমের ভারসাম্যকে ইকোসিস্টেমে প্রয়োগকৃত বিভিন্ন চাপকে সমন্বয় করার পদ্ধতি হিসেবে চিহ্নিত করেছেন।
- চতুর্থত, ব্যাপক মাত্রায় বিশৃঙ্খলা বা অস্থিরতার পরে ইকোসিস্টেম পদ্ধতিতে ভারসাম্য প্রতিষ্ঠাকে স্থিতিস্থাপক ভারসাম্য (Elastic Stability) হিসেবে দেখা হয়।
- নিয়মিত বাহ্যিক পরিবর্তনের সাথে ইকোসিস্টেম পদ্ধতির সমন্বয়কে চক্রাকার সুস্থিরতা বা ভারসাম্য (Cyclical Stability) বলে।
- যে কোনো প্রাকৃতিক ইকোসিস্টেমে অভ্যন্তরীণ (inbuilt) এবং প্রাকৃতিক ভাবে নিয়ন্ত্রণকারী সিস্টেম রয়েছে। যার দরুন ইকোসিস্টেমের যে কোনো পরিবর্তনের প্রতি সাড়ো প্রদান করে বিপরীত ভারসাম্য করা হয় এবং পরিশেষে ইকোসিস্টেমের ভারসাম্য রক্ষা হয়।

ইকোসিস্টেমের ভারসাম্যহীনতার কারণ

Causes of of Ecosystem

বর্তমানে শিল্লায়ন এবং নগরায়নের দ্রুত প্রবৃদ্ধির জন্য জলবায়ুগত পরিবর্তন হচ্ছে যা প্রত্যক্ষভাবে ইকোসিস্টেমের ভারসাম্যকে প্রভাবিত করছে। অতিরিক্ত পরিমাণে বনভূমিতে গাছকাটা, কার্বন ডাই অক্সাইড ও ওজোন গ্যাসের বৃদ্ধির কারণে ইকোসিস্টেমের বায়োটিক ও অবায়োটিক উপাদানের পরিবর্তন হচ্ছে। এ কারণে ইকোসিস্টেমের ভারসাম্যে নষ্ট হচ্ছে এবং বিশ্বের বিভিন্ন দেশসহ বাংলাদেশেও অনেক প্রাণী নির্দিষ্ট ইকোসিস্টেম থেকে হারিয়ে যাচ্ছে। অতিরিক্ত বনজ সম্পদ আহরণ এবং জলবায়ু পরিবর্তনের কারণে পৃথিবীর বৃহত্তম ম্যানগ্রোভ বনাঞ্চলের ইকোলজিক্যাল ভারসাম্য নষ্ট হচ্ছে।

এছাড়াও নিম্নলিখিত কারণে ইকোসিস্টেমের ভারসাম্য নষ্ট হয়। যথা-

- প্রাকৃতিক উদ্দিদ বা মূল জীবজন্তুর প্রজাতিসমূহ সম্পূর্ণভাবে বা আংশিকভাবে ধ্বংস করে অন্য উদ্ভিদ বা জীবজন্তুর প্রতিস্থাপন।
- জৈবিক সম্প্রদায়ে বাইরের অন্য কোনো উদ্ভিদ ও প্রাণী এনে প্রতিস্থাপন করা।
- প্রাকৃতিক পরিবেশের এক বা একাধিক উপাদান পরিবর্তন করলে যেমন ভূমি ব্যবহারের পরিবর্তন।
- কীটনাশকের ব্যবহার কৃত্রিমভাবে ইকোসিস্টেমকে নিয়ন্ত্রণের প্রচেষ্টা।

সারসংক্ষেপ:

কোন নির্দিষ্ট সময়ে প্রতিবেশের কোন বস্তু শুষ্ক অবস্থায় যে পরিমাণ শক্তি জমা রাখে তাকে সেই সময়ের উৎপাদন ক্ষমতা বলে। পৃথিবীর বিভিন্ন অঞ্চলে বৃহৎ প্রতিবেশের উৎপাদন ক্ষমতা বিভিন্ন। প্রতিবেশের উৎপাদন ক্ষমতাকে প্রধান তিনটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা- প্রাথমিক উৎপাদন ক্ষমতা, গৌণ উৎপাদন ক্ষমতা এবং নেট উৎপাদন ক্ষমতা। প্রাথমিক উৎপাদন ক্ষমতাকে আবার দুই ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা- স্থূল প্রাথমিক উৎপাদন ক্ষমতা এবং নেট প্রাথমিক উৎপাদন ক্ষমতা। গৌণ উৎপাদন ক্ষমতা গতিশীল কারণ এটা এক খাদক স্তর থেকে অন্য খাদক স্তরে যায়। নেট উৎপাদন ক্ষমতা গ্রাম/ মিটার^{২}/ দিন দ্বারা প্রকাশ করা হয়। মানুষ, প্রাণী, অণুজীব এবং উদ্ভিদ সম্প্রদায় তাদের পারিপার্শ্বিক পরিবেশের উপাদানের ওপর ভিত্তি করে নির্দিষ্ট প্রতিবেশ বা ইকোসিস্টেমে বসবাস করে। অপরদিকে ইকোসিস্টেমের ভারসাম্য নির্দিষ্ট ইকোসিস্টেমে বসবাসকারী জীবসম্প্রদায় ও উদ্ভিদ সম্প্রদায়কে টিকিয়ে (Sustain) রাখতে সহায়তা করে। প্রতিবেশের ভারসাম্য প্রাকৃতিক ও মানবসৃষ্ট কারণে নষ্ট হতে পারে। ইকোসিস্টেমের ভারসাম্য নষ্ট হলে ইকোসিস্টেমটি টেকসই (Sustainable) হয় না। প্রতিবেশের কোনো উপাদানের পরিবর্তন, প্রাকৃতিক দুর্যোগ, পরিবেশ দূষণ প্রভৃতি কারণে প্রতিবেশের ভারসাম্য নষ্ট হয়।

পাঠ-৩.৩ ইকোসিস্টেমে শক্তি প্রবাহ, খাদ্যশৃঙ্খল ও খাদ্য জাল

Energy Flow in Ecosystem, Food Chain and Food Web

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- ইকোসিস্টেমে শক্তি সরবরাহ বর্ণনা করতে পারবেন;
- ইকোসিস্টেমে উৎপাদক কর্তৃক শক্তির প্রতিস্থাপন ব্যাখ্যা করতে পারবেন;
- ইকোসিস্টেমের খাদ্যশৃঙ্খল বর্ণনা করুন;
- ইকোসিস্টেমের খাদ্যজাল এবং ফুড ওয়েভ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

ইকোসিস্টেমে প্রাথমিক উৎপাদকের রূপান্তরিত সৌরশক্তি ট্রফিক লেভেলের প্রথম শ্রেণির খাদক থেকে ক্রমান্বয়ে সর্বশেষ শ্রেণির খাদকের দেহে ধারাবাহিক স্থানান্তর প্রক্রিয়াকে শক্তি প্রবাহ (Energy flow) বলে। ইকোসিস্টেমে শক্তির সরবরাহ সর্বদা একমুখী। যেমন- উৎপাদক সৌরশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে কিন্তু কখনোই আবদ্ধ রাসায়নিক শক্তিকে সৌর শক্তিতে রূপান্তর করতে পারে না। পদার্থবিজ্ঞানের তাপগতি বিদ্যার প্রথম ও দ্বিতীয় সূত্র ইকোসিস্টেমে শক্তি প্রবাহের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। প্রথম সূত্র অনুযায়ী, অবিরত ভরের (Mass) যে কোনো পদ্ধতিতে শক্তিকে সৃষ্টি বা ধ্বংস করা যায় না শুধুমাত্র একরূপ থেকে অন্যরূপে পরিবর্তন করা যায়। তাপগতি বিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র অনুযায়ী কাজ করার সময় শক্তি ছড়িয়ে পড়ে বা অপচয় হয় এবং কাজ করা শেষ হলে একরূপের শক্তি পরিবর্তিত হয়ে অন্যরূপ লাভ করে। ইকোসিস্টেমের ক্ষেত্রে প্রতি পরিবর্তন বিন্দুতে (পুষ্টিতলে বা ট্রফিক লেভেলে) শক্তির অপচয় হয় এবং অপচয়িত শক্তি পুনরায় ইকোসিস্টেমে ফিরে আসে না। ইকোসিস্টেমের শক্তি সরবরাহকে প্রধান দুইটি ভাগে ভাগ করে আলোচনা করা যায়। যথা- প্রতিবেশে উৎপাদক কর্তৃক শক্তির প্রতিস্থাপন, ইকোসিস্টেমে শক্তি প্রবাহের প্রকৃতি।

উৎপাদক কর্তৃক শক্তির প্রতিস্থাপন:

ইকোসিস্টেমে শক্তির প্রধান উৎস সূর্যালোক। প্রাথমিক উৎপাদক হিসেবে সবুজ উদ্ভিদের গৃহীত সৌরশক্তি তাপশক্তিতে পরিবর্তিত হয়ে ইকোসিস্টেমের ইকোসিস্টেম থেকে উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের মাধ্যমে বায়ুমণ্ডলে ফিরে যায়। সৌরশক্তির অতি সামান্য অংশ সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে খাদ্য তৈরির জন্য সবুজ উদ্ভিদ ব্যবহার করে। সৌরশক্তির এই অংশ রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে সবুজ উদ্ভিদের কোষগুলো বিকাশে ব্যবহৃত হয় এবং ইকোসিস্টেমের দ্বিতীয় স্তরে অবস্থিত উদ্ভিদ ভোজী প্রাণীদের শক্তির উৎসে পরিণত হয়। পুষ্টিতল বা ট্রফিক লেভেল থেকে শক্তির কিছু অংশ শ্বসনের মাধ্যমে ব্যয় হয় এবং শক্তির কিছু অংশ উদ্ভিদ ভোজী প্রাণীদের দেহে অর্থাৎ দ্বিতীয় পুষ্টিতলে সংরক্ষিত হয় যা তৃতীয় পুষ্টিতলের মাংসাশী (Carnivores) প্রাণীদের শক্তির উৎসে পরিণত হয়। তৃতীয় পুষ্টিতলের মাংসাশী প্রাণীরা শ্বসন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে রাসায়নিক শক্তির অনেকাংশ বায়ুমণ্ডলে ছেড়ে দেয় এবং কার্যকর রাসায়নিক শক্তির কিছু অংশ তৃতীয় পুষ্টিতল বা ট্রফিক লেভেল থেকে চতুর্থ পুষ্টিতলে যায়। উদ্ভিদ ও প্রাণীদেহের অবশিষ্ট সঞ্চিত রাসায়নিক শক্তি এদের মৃত্যুর পর বিয়োজকের মাধ্যমে পচনকারী প্রাণীদের দেহে পরিচালিত হয়।

ইকোসিস্টেমে শক্তি প্রবাহের প্রকৃতি

- **একমুখী শক্তি সরবরাহ:** প্রথমেই আলোচনা করা হয়েছে যে ইকোসিস্টেমে শক্তি প্রবাহ একমুখী।
  যেমন- সৌরশক্তি → উৎপাদক → প্রথম স্তরের খাদক → দ্বিতীয় স্তরের খাদক → তৃতীয় স্তরের খাদক।
- **শক্তি প্রবাহের উৎস:** ইকোসিস্টেমে সকল শক্তির একমাত্র উৎস হলো সৌরশক্তি।
- **শক্তিপ্রবাহের ক্রমিক অবনতি:** ইকোসিস্টেমে উৎপাদক স্তর থেকে সর্বশেষ পুষ্টিতল বা ট্রফিক লেভেল পর্যন্ত কিছু অংশ অপচয়, কিছু অংশ অব্যবহৃত, কিছু বিয়োজিত ও কিছু ব্যয়িত হয়।

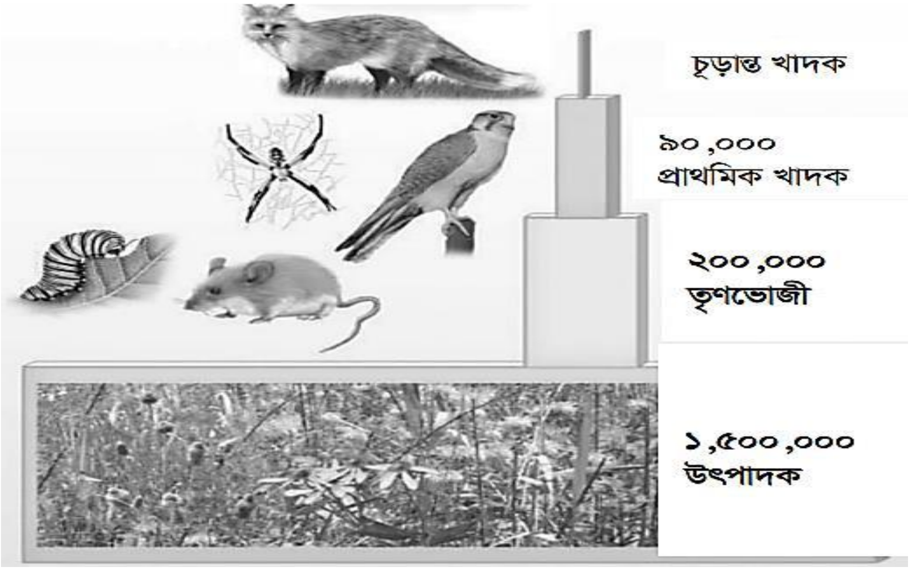
দশ শতাংশ নিয়ম: লিন্ডম্যান (১৯৪২) সালে ইকোসিস্টেমের শক্তি প্রবাহের ১০ শতাংশ নিয়ম মতবাদ প্রদান করে। শক্তি প্রবাহের ১০ শতাংশ নিয়ম অনুযায়ী, প্রাথমিক স্তরের খাদক যত উৎপাদক খায় তার ১০ শতাংশ মাত্রই এদের বিপাক ও বৃদ্ধিতে লাগে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়- কোনো তৃণভোজী প্রাণী যদি ১০০ কেজি তৃণ খাদ্যদ্রব্য খায় এবং এই খাদ্য দ্রব্যের মোট পুষ্টির মাত্র ১০ শতাংশ তৃণভোজী প্রাণীটির পুষ্টিতে প্রয়োজন হয়। ট্রফিক লেভেল অনুযায়ী খাদ্যশৃঙ্খলে শক্তি সরবরাহ দেখানো হয়েছে। ইকোসিস্টেমের শক্তি প্রবাহের জন্যই ইকোসিস্টেম সচল এবং গতিশীল থাকে তবে এই শক্তি প্রবাহের গতি একমুখি এবং এর প্রকৃতি গতিশীল।

সূর্যালোকের উপস্থিতিতে ক্লোরোফিলের সাহায্যে নিজেদের খাদ্য নিজেরা উৎপাদন করতে পারে বলে সবুজ উদ্ভিদকে প্রাথমিক উৎপাদক বলে। প্রাথমিক উৎপাদকের ওপর নির্ভরশীল জীবকে প্রাথমিক খাদক (Primary Consumer) বলে। উদ্ভিদ খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে বলে এদেরকে তৃণভোজী বা শাকাশীও (Herbivores) বলে। যেমন- গরু, ছাগল, শামুক, ছোটো মাছ।

খাদ্যস্তর ও খাদ্যশৃঙ্খল

Trophic Level and Food Chain

প্রথম শ্রেণির খাদককে খাদ্য হিসেবে যে সব জীব গ্রহণ করে তাদেরকে দ্বিতীয় পর্যায়ের বা গৌণ খাদক (Secondary Consumer) বলে। যে সব জীব খাদ্য হিসেবে অন্য জীবকে গ্রহণ করে তাদেরকে মাংসাশীও (Carnivores) বলা হয়। যে সকল জীব খাদ্য হিসেবে উৎপাদক, প্রাথমিক খাদক, দ্বিতীয় পর্যায়ের খাদক, মাংসাশী প্রাণীকে খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে তাদের সর্বভূক (Omnivores) বলে। এইগুলোর প্রত্যেকটি হলো খাদ্য স্তর। খাদ্যশৃঙ্খলে কোনো সদস্য জীব যে খাদ্যস্তরে অবস্থান করে সেই খাদ্যস্তরকে খাদ্যশৃঙ্খলের সংরক্ষিত খাদ্যস্তর বা ট্রফিক লেভেল বলে। প্রতিবেশ বা ইকোসিস্টেমে উৎপাদক থেকে একটি খাদ্য স্তর থেকে অন্য খাদ্যস্তরে খাদ্যশক্তি স্থানান্তরের যে ধাপ বা স্তরগুলো (Level) অতিক্রম করতে হয় তাকে খাদ্য- শৃঙ্খল (Food Chain) বলে। চিত্র ৩.৬ লক্ষ করুন।



চিত্র - ৩.৬ খাদ্যস্তর বা ট্রফিক লেভেল

খাদ্য শৃঙ্খলে দুই বা ততোধিক খাদ্যস্তর বা ট্রফিক লেভেল থাকতে পারে। দুই বা ততোধিক খাদ্যস্তর বা ট্রফিক লেভেল সম্পন্ন খাদ্য শৃঙ্খলকে খাদ্য জাল (Food-web) বলে। চিত্র-৩.৮ লক্ষ করুন। একটা খাদক প্রজাতি একাধিক খাদ্যশৃঙ্খলে

খাদ্য হিসেবে ব্যবহারের জন্যই খাদ্যশৃঙ্খল তৈরি হয়। ফুড চেইনসমূহ বিভিন্ন জীব দ্বারা আন্তঃসম্পর্কযুক্ত। যেমন- সবুজ উদ্ভিদকে প্রাথমিক খাদক (হরিণ, খরগোশ এবং ইঁদুর) খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে আবার সবুজ উদ্ভিদকে টারসিয়ারি খাদক (মানুষও) খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে। অর্থাৎ একই প্রতিবেশে বিভিন্ন ধরনের খাদ্যজালের একত্রে অবস্থানকে খাদ্যজাল বা ফুড ওয়েভ বলে। প্রকৃতিতে ইকোসিস্টেমের মধ্যে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদ নিজেদের খাদ্য নিজেরা তৈরি করতে পারে। তাই সবুজ উদ্ভিদ থেকে এই খাদ্য বিভিন্ন পর্যায়ের খাদ্যকের মাধ্যমে স্থানান্তরিত হয়। পরবর্তীতে সর্বশেষে আবার পাচক ও বিয়োজকের মাধ্যমে পুনরায় ইকোসিস্টেমে ফিরে আসে ।

যে পদ্ধতির মাধ্যমে উৎপাদক হতে খাদ্যশক্তি পর্যায়ক্রমে বিভিন্ন পর্যায়ের খাদক শ্রেণির মধ্যে প্রবাহিত হয় তাকে খাদ্য শৃঙ্খল (Food Chain) বা ফুড চেইন বলে। যেমন-

১। উদ্ভিদ ⟶ ফড়িং ⟶ টিকটিকি ⟶ বাজপাখি

২। উদ্ভিদ ⟶ ইঁদুর ⟶ সাপ ⟶ বাজপাখি

৩। উদ্ভিদ ⟶ কীটপতঙ্গ (ছোটো) ⟶ ব্যাঙ ⟶ সাপ ⟶ পাখি

৪। উদ্ভিদ ⟶ গরু ⟶ মানুষ

৫। উদ্ভিদ ⟶ তৃণভোজী প্রাণী, পাখি ⟶ মানুষ

সুতরাং বলা যায় শক্তি প্রবাহের ক্রমিক পর্যায়গুলোকে একত্রে খাদ্যশৃঙ্খল বলে। চিত্র- ৩.৭ লক্ষ করুন।

চিত্র - ৩.৭ খাদ্য শৃঙ্খল

খাদ্য শৃঙ্খলের প্রকারভেদ

Classification of Food Chain

ইকোসিস্টেমে খাদ্য শৃঙ্খলকে প্রধান দুইটি ভাগে ভাগ করা যায়; যথা-

১। গ্রেজিং খাদ্যশৃঙ্খল (Graging Food Chain)

২। ডেট্রিটাস খাদ্যশৃঙ্খল (Detritus Food Chain)

১। গ্রেজিং খাদ্য শৃঙ্খল (Graging Food Chain): এই ধরনের ফুড চেইনে বা খাদ্যশৃঙ্খলে উৎপাদক থেকে শুরু করে তৃণভোজী সর্বশেষ মাংসাশীতে শেষ হয়। যেমন- উৎপাদক → তৃণভোজী → প্রাথমিক মাংশাসী → গৌণ মাংসাশী → সর্বোচ্চ মাংসাশী। তৃণভোজীর পরিবর্তে মাংসাশী ও উৎপাদকের রাসায়নিক শক্তি শ্বসন প্রক্রিয়ায় জারিত হয়ে, তৃণভোজী দ্বারা খাদক হিসাবে গ্রহণ করলে এবং মৃতদেহ বিয়োজকের মাধ্যমে বিয়োজিত হয়ে ফুড চেইনে স্থানান্তরিত হয়।

২। ডেট্রিটাস খাদ্য শৃঙ্খল (Detritus Food Chain): মৃত জৈব পদার্থকে ডেট্রিটাস এবং যে সকল খাদক একমাত্র ডেট্রিটাস থেকে খাদ্য সংগ্রহ করে তাদের ডেট্রিভোরাস (Detrivorous) বলে। ডেট্রিভোরাস দ্বারা গঠিত খাদ্যশৃঙ্খলকে ডেট্রিটাস খাদ্যশৃঙ্খল বা ফুড চেইন বলে। ব্যাকটেরিয়া, ছত্রাক, প্রোটোজোয়া, অ্যানিলিড ডেট্রিটাস জীব।

ইকোসিস্টেমে ফুডচেইন বা খাদ্যশৃঙ্খলকে নিম্নোক্ত তিনটি ভাগেও ভাগ করা যায়; যথা
১। স্বভোজী ফুড চেইন বা প্রিডেটর ফুড চেইন (Predator Chain)
২। পরজীবীয় ফুডচেইন (Parasitic Food Chain)
৩। মৃতজীবীয় ফুডচেইন (Suprophytic Food Chain)

১। স্বভোজী ফুড চেইন বা প্রিডেটর ফুড চেইন (Predator Food Chain): এটি গ্রেজিং ফুড চেইনের অনুরূপ অর্থাৎ স্বভোজী উদ্ভিদ দিয়ে শুরু হয়ে তৃণভোজী ও মাংসাশী খাদক দিয়ে যায়। যেমন- তৃণ → হরিণ → বাঘ।

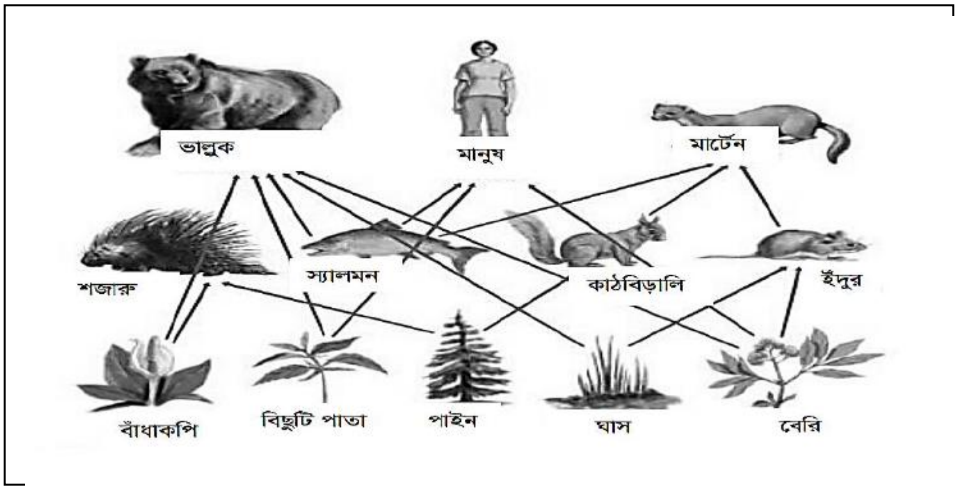
২। পরজীবীয় ফুডচেইন (Parasitic Food Chain): পরজীবীয় ফুডচেইনে বড় জীবীত উদ্ভিদ বা প্রাণীদেহ দিয়ে আরম্ভ হয়ে ছোটো আকৃতির পরজীবী সদস্য দিয়ে শেষ হয়। এখানে খাদকসমূহ উৎপাদককে নষ্ট করে না। যেমন- জীবিত উদ্ভিদ → ব্যাকটেরিয়া

৩। মৃতজীবী ফুডচেইন (Saprophytic Chain): এই ফুডচেইনে পচনশীল জৈব পদার্থ যেমন- মৃত উদ্ভিদ ও প্রাণীর দেহাবশেষ দিয়ে শুরু হয় এবং অণুজীব দিয়ে শেষ হয়। যেমন- মৃতদেহ → ব্যাকটেরিয়া বা প্রোটোজোয়া।

ফুড ওয়েভ বা খাদ্য চক্র বা খাদ্য জাল

Food Web

ইকোসিস্টেমে ফুড চেইনসমূহ একটি অপরটি থেকে পৃথক নয় বরং সংযুক্ত। জীবজগতে অসম খাদ্য সম্পর্কের কারণে ইকোসিস্টেমের বিভিন্ন ফুড চেইনের আন্তঃসংযোগের ফলে যে যে চক্র বা জাল তৈরি হয় তাকে ফুড ওয়েভ বা খাদ্যচক্র বা খাদ্য জাল বলে। চিত্র- ৩.৮ লক্ষ করুন।



চিত্র - ৩.৮ ফুড ওয়েভ বা খাদ্য চক্র বা খাদ্য জাল

কোনো কোনো খাদক প্রজাতি একাধিক খাদ্যশৃঙ্খলে বা ফুডচেইনে অন্তর্ভুক্ত হওয়ার কারণে ফুড ওয়েভ তৈরি হয়। সংক্ষেপে বলা যায় বিভিন্ন প্রকার ফুড চেইনের একত্রে সংঘবদ্ধভাবে অবস্থানের কারণে ফুড ওয়েভ তৈরি হয়।

সারসংক্ষেপ:

ইকোসিস্টেমের বা প্রতিবেশের প্রাথমিক উৎপাদকের রূপান্তরিত সৌরশক্তি ট্রফিক লেভেলের প্রথম শ্রেণির খাদক থেকে ক্রমান্বয়ে সর্বশেষ শ্রেণির খাদকের দেহে শক্তির ধারাবাহিক স্তানান্তর প্রক্রিয়াকে শক্তি প্রবাহ বলে। ইকোসিস্টেমে শক্তি সরবরাহকে উৎপাদক কর্তৃক শক্তির প্রতিস্থাপন, প্রতিবেশে শক্তির ব্যবহার, প্রতিবেশে শক্তি প্রবাহের প্রকৃতি অনুযায়ী ইকোসিস্টেমে শক্তি সরবরাহ আলোচনা করা হয়েছে। লিন্ডম্যান (১৯৪২) সালে ইকোসিস্টেমের শক্তি প্রবাহের ১০ শতাংশ নিয়ম মতবাদ প্রদান করে। শক্তি প্রবাহের ১০ শতাংশ নিয়ম অনুযায়ী, প্রাথমিক স্তরের খাদক যত উৎপাদক খায় তার ১০ শতাংশ মাত্রই এদের বিপাক ও বৃদ্ধিতে লাগে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়- কোনো তৃণভোজী প্রাণী যদি ১০০ কেজি তৃণ খাদ্যদ্রব্য খায় এবং এই খাদ্য দ্রব্যের মোট পুষ্টির মাত্র ১০ শতাংশ তৃণভোজী প্রাণীটির পুষ্টিতে প্রয়োজন হয়। খাদ্য শৃঙ্খলকে সার্বিক বিবেচনায় সূর্যালোকের উপস্থিতিতে ক্লোরোফিলের সাহায্যে নিজেদের খাদ্য নিজেরা উৎপাদন করতে পারে বলে সবুজ উদ্ভিদকে প্রাথমিক উৎপাদক বলে। যে সকল জীব খাদ্য হিসেবে উৎপাদক, প্রাথমিক খাদক, দ্বিতীয় পর্যায়ের খাদক, মাংসাশী প্রাণীকে খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে তাদের সর্বভূক (Omnivores) বলে। এইগুলোর প্রত্যেকটি হলো খাদ্য স্তর। খাদ্যশৃঙ্খলে কোনো সদস্য জীব যে খাদ্যস্তরে অবস্থান করে সেই খাদ্যস্তরকে খাদ্যশৃঙ্খলের সংরক্ষিত খাদ্যস্তর বা ট্রফিক লেভেল বলে। প্রতিবেশ বা ইকোসিস্টেমে উৎপাদক থেকে একটি খাদ্য স্তর থেকে অন্য খাদ্যস্তরে খাদ্যশক্তি স্থানান্তরের যে ধাপ বা স্তরগুলো (Level) অতিক্রম করতে হয় তাকে খাদ্য- শৃঙ্খল (Food Chain) বলে। যথা- স্বভোজী শৃঙ্খলের উদাহরণস্বরূপ হলো তৃণ$\longrightarrow$ হরিণ$\longrightarrow$ বাঘ। পরীজীবী শৃঙ্খলের উদহারণ হলো- সবুজ উদ্ভিদ$\longrightarrow$ প্রাণী$\longrightarrow$ ব্যাকটেরিয়া অর্থাৎ এখানে ছোট আকৃতির পরজীবী সদস্য দিয়ে খাদ্যশৃঙ্খলটি শেষ হয়। মৃতজীবী শৃঙ্খলে পচনশীল জৈব পদার্থ দিয়ে শুরু হয় এবং শেষ হয় অণুজীব দিয়ে। যেমন- মৃতদেহ$\longrightarrow$ ব্যাকটেরিয়া বা প্রোটোজোয়া। দুই বা ততোধিক খাদ্যশৃঙ্খল একত্রে খাদ্য জাল বা ফুড ওয়েভ তৈরি করে।

ইউনিট মূল্যায়ন

১. ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশ কাকে বলে? কত প্রকার ও কী কী? বর্ণনা করুন।
২. ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশের উপাদানসমূহ কী কী? প্রতিবেশের উপাদনসমূহ কীভাবে সমন্বিত ভাবে প্রতিবেশের জীব সম্প্রদায়কে টিকিয়ে রাখে বা সাসটেইন করে? আলোচনা করুন।
৩. ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশের স্বভোজী উপাদান সম্পর্কে আপনি কী মনে করেন? প্রতিবেশের স্বভোজী উপাদান ব্যাখ্যা করুন।
৪. ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশের পরভোজী উপাদন বলতে কী বোঝায়?
৫. খাদক কাকে বলে? বিভিন্ন স্তরের খাদক উদহারণসহ বর্ণনা করুন।
৬. বিয়োজক কী?
৭. ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশের উৎপাদন ক্ষমতা কাকে বলে? উৎপাদন ক্ষমতা প্রকাশের একক কী?
৮. ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশে প্রাথমিক উৎপাদন ক্ষমতা কাকে বলে? প্রাথমিক উৎপাদন ক্ষমতা কত প্রকার ও কী কী? আলোচনা করুন।
৯. প্রতিবেশে গৌণ উৎপাদন ক্ষমতা কাকে বলে?
১০. প্রতিবেশে নেট উৎপদান ক্ষমতা কী?
১১. ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশের ভারসাম্য কাকে বলে? প্রতিবেশের ভারসাম্যের প্রকৃতি বিশ্লেষণ করুন।
১২. ইকোসিস্টেম বা প্রতিবেশের ভারসাম্যহীনতার কারণ বিশ্লেষণ করুন।
১৩. ইকোসিস্টেমে শক্তি প্রবাহ কী? ইকোসিস্টেমে উৎপাদক কর্তৃক শক্তির প্রতিস্থাপন এবং ইকোসিস্টেমের খাদ্যশৃঙ্খলে শক্তি প্রবাহের প্রকৃতি বিশ্লেষণ করুন।
১৪. খাদ্যস্তর ও খাদ্যশৃঙ্খল কাকে বলে? চিত্রসহ বর্ণনা করুন।
১৫. ফুড ওয়েভ বা খাদ্যচক্র কাকে বলে?