

● **বাস্তুতন্ত্র গঠন** : বনভূমির সবুজ উদ্ভিদেরা অজৈব উপাদান ( $CO_2$ ,  $H_2O$ ) সংগ্রহ করে সৌরশক্তির সাহায্যে খাদ্য তৈরি করে। প্রাথমিক খাদ্যকে অর্থাৎ তৃণভোজী প্রাণীরা ওই খাদ্য সরাসরি গ্রহণ করে। গৌণ খাদ্যকে প্রাথমিক খাদ্যকদের এবং প্রসৌণ খাদ্যকে গৌণ খাদ্যকে খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে। উৎপাদক ও খাদ্যকদের মৃত্যুর পর বিয়োজক কর্তৃক পুনরায় অজৈব বস্তুতে বিয়োজিত হয়। ফলে বনভূমির বাস্তুতন্ত্রের উপাদানগুলির মধ্যে ভারসাম্য বজায় থাকে।

### 17 মরুভূমি ও সমুদ্রের বাস্তুতন্ত্রের গঠন বর্ণনা করো।

Ans. ■ মরুভূমির বাস্তুতন্ত্র :

● **অঙ্গীবজাত উপাদান** : সূর্য, বালি, মাটি, বাতাস, মাটির সামান্য জল ও খনিজ পদার্থ, মৃত্তিকাস্থিত বিভিন্ন উপাদান।

● **ঈবজাত উপাদান** :

1. উৎপাদক : মরুভূমির কঁটাজাতীয় উদ্ভিদ। যেমন—ফনীমনসা, বাবলা, খেজুর, আকাসিয়া ইত্যাদি।

2. খাদ্যক :

(i) প্রাথমিক খাদ্যক : উট, মোলক হরিদাস, র্যাটেল স্নেক, হুঁদর, গাধা, হাগল ইত্যাদি।

(ii) গৌণ খাদ্যক : সাপ, ময়ূ, কুকুর, শিয়াল, হেলোভারমা ইত্যাদি মাংসানী প্রাণী।

3. বিয়োজক : বিভিন্ন প্রকার বাকটেরিয়া ও ছত্রাক।

● **বাস্তুতন্ত্র গঠন** : মরুভূমির সবুজ উদ্ভিদেরা অজৈব উপাদান ( $CO_2$  ও  $H_2O$ ) গ্রহণ করে সুর্যালোকের উপস্থিতিতে খাদ্য তৈরি করে। প্রাথমিক খাদ্যকে অর্থাৎ তৃণভোজী প্রাণীরা সেই খাদ্যকে সরাসরি ভক্ষণ করে। গৌণ খাদ্যকে প্রাথমিক খাদ্যকদের এবং প্রসৌণ খাদ্যকে গৌণ খাদ্যকদের খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে। উৎপাদক ও খাদ্যকদের মৃত্যুর পর বিয়োজকে সেই মৃত দেহগুলিকে বিয়োজিত করে মরুভূমির মাটির সঙ্গে মিশিয়ে মরুভূমির বাস্তুতন্ত্রের সমতা বজায় রাখে।

■ সমুদ্রের বাস্তুতন্ত্র :

● **অঙ্গীবজাত উপাদান** : তাপমাত্রা, আলো, জলের চাপ, জলে দ্রবীভূত খনিজ লবণ ও গ্যাস, লবণাক্ত জল।

● **ঈবজাত উপাদান** :

(i) প্রাথমিক খাদ্যক : বিভিন্ন ধরনের প্ল্যাংকটন যেমন—ডাফনিয়া, ডায়টম ইত্যাদি।

(ii) গৌণ খাদ্যক : বিভিন্ন প্রকার ছোটো ছোটো মাছ, ইলিশ, স্কুইড, ক্রিল জাতীয় ক্রাসটোসিয়া ইত্যাদি।

(iii) প্রসৌণ খাদ্যক : হেরিং, তুনা ইত্যাদি মাংসানী মাছ এই বাস্তুতন্ত্রের প্রসৌণ খাদ্যক। এ ছাড়াও তিমি, হাঙর জাতীয় মাংসানী প্রাণী।

● **বাস্তুতন্ত্র গঠন** : উৎপাদক কর্তৃক উৎপাদিত খাদ্য প্রথমে প্রাথমিক খাদ্যকদের দেহে এবং তা ক্রমাগত গৌণ ও প্রসৌণ খাদ্যকদের দেহে স্থানান্তরিত হয়। উৎপাদক ও খাদ্যকদের মৃত্যুর পর তা বিয়োজক কর্তৃক বিয়োজিত হয়ে মাটিতে মেশে এবং সমুদ্রের বাস্তুতন্ত্রের বিভিন্ন উপাদানের সমতা বজায় রাখে।

### 30 স্বাতক সহজ পরিবেশ শিক্ষা

2. খাদক : (i) প্রাথমিক খাদক—প্রাণী প্লাংকটন, জলজ কীটপতঙ্গ, পতঙ্গদের লার্ভা, কবচী প্রাণী ইত্যাদি।

(ii) গৌণ খাদক—ছোটো ছোটো মাছ।

(iii) প্রদৌণ খাদক—বড়ো মাছ, যেমন—শোল, শাল, বোয়াল ইত্যাদি।

3. বিয়োজক : জল ও পান্কে অবস্থিত মৃতজীৱী জীবাণু, যেমন—ছত্রাক, প্রোটোজোয়া, ব্যাকটেরিয়া ইত্যাদি।

● **বাস্তুতন্ত্র গঠন** : পুকুরের সবুজ উদ্ভিদেরা অজৈব উপাদান সংগ্রহ করে সৌরশক্তির সাহায্যে খাদ্য তৈরি করে। প্রাথমিক খাদকেরা অর্থাৎ ছোটো ছোটো মাছেরা প্রাথমিক খাদকদের অর্থাৎ কীটপতঙ্গদের খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে। প্রদৌণ খাদক বা সর্বোচ্চ খাদক গৌণ খাদকদের অর্থাৎ ছোটো ছোটো মাছদের খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে। উদ্ভিদ ও প্রাণী মারা গেলে বিয়োজকরা তাদের বিয়োজিত করে পুনরায় অজৈব বস্তুতে পরিণত করে, ফলে পুকুরের বাস্তুতন্ত্রের উপাদানগুলির মধ্যে সাম্যতা বজায় থাকে।

■ **অরণ্যের বাস্তুতন্ত্র** :

● **অঙ্গী-বস্তুত উপাদান** : সূর্য, মাটি, বাতাস, মাটির জল, খনিজ পদার্থ ইত্যাদি।



Pic-2.13 অরণ্যের বাস্তুতন্ত্র

● **জীবজাত উপাদান** :

1. উৎপাদক : ছোটো বড়ো বিভিন্ন ধরনের সবুজ উদ্ভিদ (বীবুং, গুল্ম, বৃক্ষ ইত্যাদি)।
2. খাদক : (i) প্রাথমিক খাদক—বিভিন্ন রকমের তৃণভোজী প্রাণী যেমন—হরিণ, ছাগল, মহিষ, গাভু, শূয়ার ইত্যাদি উদ্ভিদের ফলমূল, বীজ ইত্যাদি ভক্ষনকারী প্রাণী যেমন—ইঁদুর, ছোটো পাখি, কীটপতঙ্গ ইত্যাদি।  
(ii) গৌণ খাদক : বাং, ছোটো ছোটো পাখি (যারা কীটপতঙ্গ ভক্ষণ করে) ছোটো ছোটো মাংসাদী প্রাণী, যেমন—শেঁকড়, শিয়াল, হায়ানা প্রভৃতি।
- (iii) প্রদৌণ বা সর্বোচ্চ খাদক : বাজপাখি, ইগল, বাঘ, সিংহ ইত্যাদি।
3. বিয়োজক : নানান ধরনের ছত্রাক ও ব্যাকটেরিয়া।

দ্রবণীয় ফসফেট শিলা ও মাটিতে থাকে। গাছপালা, মাটি থেকে অজৈব ফসফেট সংগ্রহ করে যা পরবর্তীকালে খাদ্যের মাধ্যমে তৃণভোজী প্রাণীদের জোগান দেয়। অবশিষ্ট অংশ উদ্ভিদ নিজের শরীরবৃত্তীয় প্রয়োজন মেটানোর পরে বর্জ্য পদার্থের মাধ্যমে মাটিতে ফিরিয়ে দেয়। মূলত তৃণভোজী প্রাণীরা মল-মূত্র ত্যাগের দ্বারা এবং তাদের মৃত্যুর পর মৃতদেহ মাটিতে জৈব ফসফেট হিসেবে ফিরিয়ে দেয়।

মাংসানী প্রাণীরা তৃণভোজী প্রাণীদের খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করলে ওই অজৈব ফসফেট তৃণভোজী প্রাণী থেকে মাংসানী প্রাণীদের দেহে যায়। আবার মাংসানী প্রাণীদের রোচন, বর্জন ও মৃতদেহ থেকে তা মাটিতে ফিরে আসে।

সমুদ্রের জলের ফসফরাস সামুদ্রিক মাছের দেহে জৈব ফসফেট হিসেবে জমা হয়। আবার সামুদ্রিক পাখিরা ওই মাছ খেলে তাদের দেহে ওই ফসফেট স্থানান্তরিত হয়। সেই কারণে পাখির বিষ্ঠাতে প্রচুর পরিমাণে ফসফেট থাকে। একে গুয়ানো (guano) বলে।

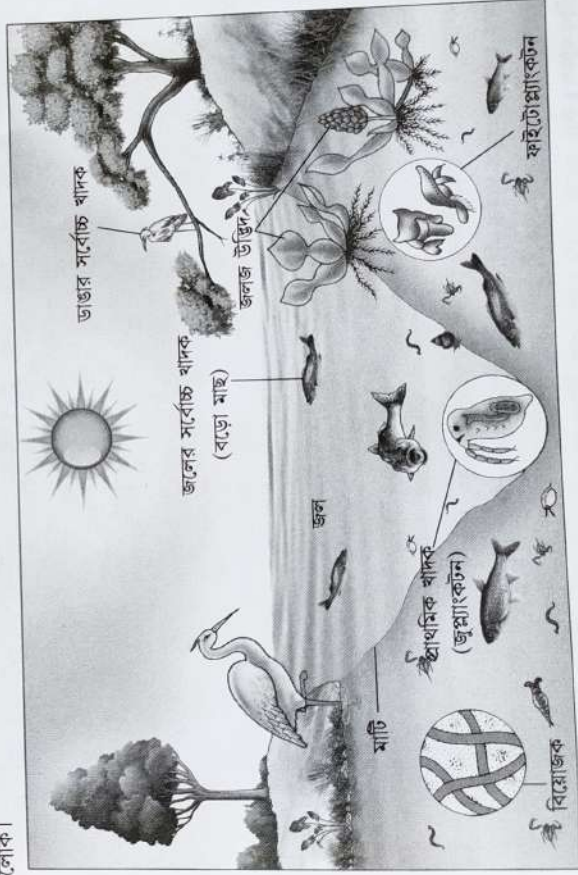
এ ছাড়া মাটিতে বসবাসকারী বিভিন্ন প্রকারের জীবাণু প্রাণী ও উদ্ভিদের মৃতদেহ, মল-মূত্র প্রভৃতিকে পচিয়ে বা বিয়োজিত করে জৈব ফসফেট থেকে অজৈব ফসফেট উৎপন্ন করে। একে পরিভাষায় বলে 'মিনেরালাইজেশন' বা 'খনিজ-ভবন'। এই অজৈব ফসফেট আবার মুক্তিকা ও শিলাতে সঞ্চিত হয়।

● **ফসফরাসের গুরুত্ব :** ফসফরাস প্রাণীর হাড়, দাঁত মজবুত হওয়ার জন্য অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। এ ছাড়া কোশপর্দা গঠনের জন্য ও DNA এবং RNA প্রত্নতির জন্য ফসফরাস প্রয়োজন হয়।

### 16 একটি পুকুরের বাস্তুতন্ত্রের ও একটি অরণ্যের বাস্তুতন্ত্রের গঠন বর্ণনা করো।

**Ans.** ■ পুকুরের বাস্তুতন্ত্র :

● **অঙ্গীভজাত উপাদান :** মাটি, জল, জলে মিশ্রিত বাতাস (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ইত্যাদি), জলে ও মাটিতে অবস্থিত খনিজ পদার্থ এবং সূর্যালোক।



Pic-2.12 পুকুরের বাস্তুতন্ত্র

● **জীবজাত উপাদান :**

1. **উৎপাদক :** জলে ভাসমান উদ্ভিদ অর্থাৎ ফাইটোপ্লাংকটন, শ্যাওলা, কচুরিপানা, অন্যান্য নানান ধরনের পানা, কাঁবি, মূলযুক্ত জলে নিমজ্জিত উদ্ভিদ প্রভৃতি।

## 28 স্নাতক সহজ পরিবেশ শিক্ষা

থেকে যে বর্জ্য নিষ্কাশিত হয় তাতেও প্রচুর পরিমাণে নাইট্রোজেন থাকে। এই বর্জ্য নদীতে মেশে এবং বন্যার সময় নদীর চরপার্শ্বের নীচ এলাকা প্রাণিত হলে নাইট্রোজেনযুক্ত বর্জ্য মাটিতে মেশে।

2. **অ্যামোনিফিকেশন (Ammonification)** : মাটিতে অবস্থিত বিয়োজকদের (জীবাণু, ছত্রাক) প্রিমার ফলে মৃত জীবদেহের প্রোটিন অংশ প্রথমে অ্যামাইনো অ্যাসিড এবং পরে অ্যামোনিয়াম পরিণত হয়। এই পদ্ধতিকে অ্যামোনিফিকেশন বলে। অ্যামোনিফাইং ব্যাকটেরিয়ার উদাহরণ হল—*Bacillus mycoides*, *Bacillus mycoloides*, *Bacillus mycoloides* (Bacillus ramosus)।

3. **নাইট্রিফিকেশন (Nitrification)** : যে পদ্ধতিতে জীবাণুর ক্রিয়ার ফলে মৃত্তিকাস্থ অ্যামোনিয়া প্রথমে নাইট্রিক ( $\text{NO}_2$ ) এবং পরে নাইট্রেট ( $\text{NO}_3$ ) যৌগে পরিণত হয়, তাকে নাইট্রিফিকেশন বলা হয়। নাইট্রিফাইং ব্যাকটেরিয়ার উদাহরণ হল—নাইট্রোসোমোনাস (*Nitrosomonas*) এবং নাইট্রোব্যাকটার (*Nitrobacter*)।

4. **নাইট্রোজেন মোচন বা ডিনাইট্রিফিকেশন (Denitrification)** : মাটিতে বসবাসকারী কিছু জীবাণু মাটিতে আবদ্ধ নাইট্রোজেন যৌগ ভেঙে নাইট্রোজেনকে মুক্ত করে এবং বায়ুমণ্ডলে ফিরিয়ে দেয়। এই পদ্ধতিকে নাইট্রোজেন মোচন বা ডিনাইট্রিফিকেশন বলে। এই ধরনের জীবাণু প্রকৃতপক্ষে ক্ষতিকারক জীবাণু কারণ এরা মাটির উর্বরশক্তি কমিয়ে দেয়। এই ধরনের কয়েকটি ডিনাইট্রিফাইং জীবাণু হল থায়োব্যাসিলাস ডিনাইট্রিফিকাস (*Thiobacillus denitrificans*), সিউডোমোনাস (*Pseudomonas*) ইত্যাদি।

### ● নাইট্রোজেন চক্রের তাৎপর্য (Significance of Nitrogen Cycle) :

1. নাইট্রোজেন চক্রের মাধ্যমে প্রকৃতিতে নাইট্রোজেনের ভারসাম্য বজায় থাকে।
2. জীবদেহের কোষ গঠনের জন্য নাইট্রোজেনের প্রয়োজন। নাইট্রোজেন চক্রের মাধ্যমে নাইট্রোজেন জীবদেহে পরিবাহিত হয়, ফলে মৃগ ধরে জীবকুলের চিরস্থায়িত্ব বজায় থাকে।

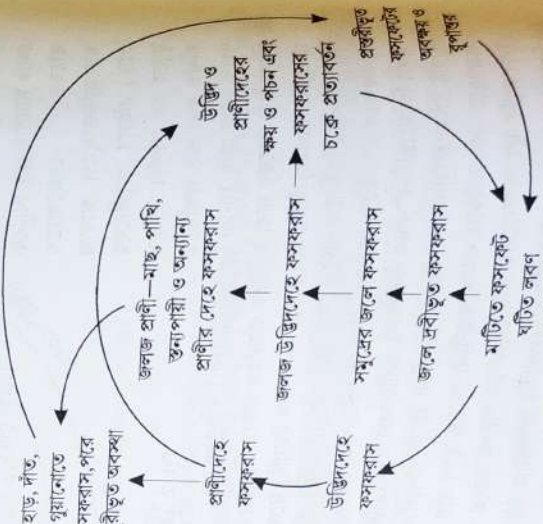
## 15 ফসফরাস চক্র সম্পর্কে ধারণা দাও।

**Ans.** ■ ফসফরাস চক্র (Phosphorus Cycle) :

যে পদ্ধতিতে ফসফরাস পরিবেশ থেকে জীবদেহে এবং জীবদেহ থেকে পরিবেশে আবর্তিত হয়ে পরিবেশে ফসফরাসের সমতা বজায় রাখে, তাকে ফসফরাস চক্র বলে।

ফসফরাস হল নিউক্লিক অ্যাসিড, ফসফোলিপিড এবং বিভিন্ন প্রকার ফসফোরিলেটেড যৌগের উপাদান। ফলে এটি জীবদেহের পক্ষে একান্তভাবে অপরিহার্য উপাদান। ফসফরাসের কোনো গ্যাসীয় দশা নেই। তবে অনেক সময় ক্ষুদ্র কণার আকারে বায়ুমণ্ডলে ফসফরাস দেখা যায়।

উদ্ভিদে তাড়ের পুষ্টির জন্য অর্জিত ফসফেট গ্রহণ করে। এরপর ফসফেট জৈবরূপে খাদক ও বিয়োজকের মধ্য দিয়ে স্থানান্তরিত হয়। পরবর্তীকালে বিয়োজনজনিত বনিজায়নের ফলে এটি পুনরায় অর্জিত ফসফেট-এ পরিণত হয়। কিছু ফসফেট জলে দ্রবীভূত অবস্থায় পাওয়া যায়।



Pic-2.11 ফসফরাস চক্রের সরল শব্দচিত্র



## 26 স্নাতক সহজ পরিবেশ শিক্ষা

হলে তাকে অনাবৃত্তকরণ বলে। যেমন—বায়ুর গতিবেগ, শিলাকড়, বরফপাত, ধরা, বন্যা, আয়েসগিরির অধুৎপাত, বালি, কাদার সঞ্চার ইত্যাদি।

৩ **পরিচালনা (Migration)** : পাশাপাশি সংলগ্ন স্থান থেকে উদ্ভিদের রেণু, বীজ, অঙ্গজ জননসেহ ইত্যাদি বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়লে বাতাস বা জল বা পানি বা পতঙ্গ দ্বারা বাহিত হয়ে অনাবৃত্ত স্থান দখল করে ও নতুন প্রজাতির উপনিবেশ গড়ে তোলে। তবে একাধিক শর্ত ও অনাবৃত্ত স্থানের প্রকৃতি পরিমায়ীর ওপর প্রভাব বিস্তার করতে পারে। সূচনাকারী প্রজাতিটি সবসময়ই সমগ্র ফাঁকা স্থান জুড়ে নিজস্ব লাভ করে, পরে অন্যান্য প্রজাতির সমাবেশ ঘটে।

৪ **প্রতিস্থাপন (Ecoosis)** : অনাবৃত্ত জমিতে সূচনাকারী প্রজাতির সফলতার সঙ্গে প্রতিষ্ঠালাভকে প্রতিস্থাপন বলে। পরবর্তীকালে আগুত উদ্ভিদ রেণু বা বীজ অকুরোদগম, বৃষ্টি শুরু করে। যদিও অকুরোদগম পদ্ধতিটি বেশ জটিল একে এজন্য অনুকূল পরিবেশের প্রয়োজন হয়। তবে প্রারম্ভিক প্রজাতিটি মুখ্যত অঙ্গজ জননে অংশগ্রহণ করে।

৫ **পুঞ্জীভূতকরণ (Aggregation)** : প্রারম্ভিক প্রজাতি সংখ্যায় বাড়তে থাকে, পরে বেশবৃষ্টির মাধ্যমে অনাবৃত্ত স্থানে প্রজাতির সমষ্টি গঠিত হয়।

৬ **বিক্রিয়া (Reaction)** : অনাবৃত্ত স্থানে বর্তমান উদ্ভিদ ও প্রাণী এবং নতুন করে সংযোজিত উদ্ভিদের মধ্যে উপনিবেশ গঠনের জন্য পারস্পরিক সম্পর্ক তৈরি হয়। কিছু প্রারম্ভিক অবস্থায় নব-সংযোজিত উদ্ভিদের প্রতিস্থাপন ও বৃষ্টির জন্য অনুকূল পরিবেশ থাকে না। পরিবেশ কাঠামো রূপান্তরিত করে তাদের প্রতিস্থাপিত হতে হয়। এদের মৃত্যুর পরে, অধিবাসী উদ্ভিদ ও সন্নিহিত অনুরণনকারী প্রজাতিদের বৃষ্টি ও বিকাশের জন্য পরবর্তী সময়ে উপযোগী পরিবেশ তৈরি হয়ে যায়। এমনকি অধিবাসী উদ্ভিদ প্রজাতি ও সন্নিহিত অনুগামী উদ্ভিদের বৃষ্টির উপযোগী পরিবেশ পরিবর্তনের মাধ্যমে আরও অনুকূল হয়ে উঠতে পারে ফলে, স্থায়ী উদ্ভিদ সম্প্রদায় প্রতিস্থাপিত হয়।

৭ **স্থিতিকরণ (Stabilization)** : স্থায়ীভাবে প্রতিষ্ঠিত উদ্ভিদ অধিবাসী, সমগ্র স্থান জুড়ে প্রধান সম্প্রদায় হিসেবে ধরে দেয়, যতক্ষণ না অধিবাসীদের মধ্যে প্রাকৃতিক পরিবর্তন ঘটে থাকে।

৮ **চরম পর্যায় বা চূড়ান্ত রূপ (Climax)** : উদ্ভিদ পর্যায়ক্রমের শেষ দশায়, স্থানীয় পরিবেশ (অবহাওয়া) নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে, স্থায়ী উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের সফলতম চরমরূপ প্রকাশ পায় এবং নির্দিষ্ট সময়কালের মধ্যে অরণ্যে রূপান্তরিত হয়।

■ **চরম পর্যায়ের গুরুত্ব (Importance of Climax) :**

- ১ এই পর্যায়ে  $CO_2-O_2$ -এর বিনিময় হার বেশি হয়।
- ২ বায়ুচক্র প্রায় আবদ্ধ থাকে।
- ৩ সংখ্যার অধিকাংশ কম হলেও, অধিক গুণমানের প্রজাতির অধিকাংশ দেখা যায়।
- ৪ প্রতি একক স্থানে জীবভরের শক্তি প্রবাহ বেশি হয়।
- ৫ উদ্ভিদ পর্যায়ক্রমের বৃষ্টি ও বিবর্তনের সঙ্গে প্রজাতি বৈচিত্র্যও বৃষ্টি পায়।
- ৬ পর্যায়ক্রমের অগ্রগতির সঙ্গে নেট (Net) উৎপাদন কমে গেলেও শ্বসন হার বৃষ্টি পায়, যতক্ষণ না উৎপাদন ও শ্বসনের মধ্যে ভারসাম্য ফিরে আসে।

## 14 নাইট্রোজেন চক্র কাকে বলে? এই চক্রের বর্ণনা দাও।

Ans. যে চক্রাকার পদ্ধতিতে বায়ুমণ্ডলের নাইট্রোজেন প্রাকৃতিক উপায়ে ও জীবানু দ্বারা আবদ্ধ হয়ে মাটিতে নেট ও সেখান থেকে জীবদেহে প্রবেশ করে এবং জীবদেহ ও মাটি থেকে পুনরায় বায়ুমণ্ডলে আবর্তিত হয়, তাকে নাইট্রোজেন চক্র বলে।

■ **নাইট্রোজেন চক্রের ধাপসমূহ :**

১. **নাইট্রোজেন সংবন্ধন :** এটি তিনভাবে ঘটে, যেমন—প্রাকৃতিক, জীবাণু এবং শিল্পজাত।  
(a) **প্রাকৃতিক নাইট্রোজেন সংবন্ধন (Natural Nitrogen Fixation) :** সাধারণত বজ্রপাতের সময় যখন জ্বালান

**12** বাস্তুতান্ত্রিক পর্যায়ক্রম কাকে বলে? উদ্ভিদ পর্যায়ক্রম কী? উদ্ভিদ পর্যায়ক্রমের প্রকারভেদগুলি উল্লেখ করো।

**Ans.** ■ বাস্তুতান্ত্রিক পর্যায়ক্রম (Ecological Succession) : যথার্থ সময়কালের মধ্যে নির্দিষ্ট ও সুনিয়ন্ত্রিত প্রগতিশীল বৃষ্টি ও বিবর্তনের মধ্য দিয়ে নতুন বাস্তুতন্ত্র গড়ে ওঠাকে ব্যাপক অর্থে বাস্তুতান্ত্রিক পর্যায়ক্রম বলে।

■ উদ্ভিদ পর্যায়ক্রমের প্রকার : একইভাবে বারবার উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের পরিবর্তন। সংগঠন ও আচার-আচরণ এবং স্থানের পরিবেশের ধারাবাহিক, অবিরুদ্ধ পরিবর্তনকে উদ্ভিদ পর্যায়ক্রম বলে।

**1** প্রাথমিক পর্যায়ক্রম (Primary Succession) : প্রাথমিক অবস্থায় কোনো অনাবৃত জমিতে জৈবিক উপনিবেশ গড়ে উঠতে শুরু করে।

**2** গৌণ পর্যায়ক্রম (Secondary Succession) : বৃষ্টিপ্রাপ্ত জৈবিক উপনিবেশ, কোনো মাধ্যম দ্বারা (দহন, চারণ, খনন, বৃক্ষমোচন ইত্যাদি) ধ্বংসপ্রাপ্ত হয়ে স্থানটি অনাবৃত হয়ে গেলে সেই স্থানে পুনরায় নতুন উদ্ভিদের সংযোজন ঘটে। খাদ্যগুণের ওপর নির্ভর করে প্রাথমিক অনুক্রমের তুলনায় গৌণ অনুক্রমের হার সবসময়ই বেশি হয়।

**3** স্বভোক্তা পর্যায়ক্রম (Autotrophic Succession) : পর্যায়ক্রমের সূচনায় প্রাণীর তুলনায় উদ্ভিদের আগমন বেশি হয় এবং স্থানটিতে অজৈব পদার্থের আধিক্য লক্ষ করা যায়।

**4** পরভোক্তা পর্যায়ক্রম (Heterotrophic Succession) : পর্যায়ক্রমের শুরুতে আপাত অধিবাসীদের মধ্যে ছত্রাক, ব্যাকটেরিয়া, প্রাণীর আধিক্য বেশি হয় এবং স্থানটিতে জৈব পদার্থের পরিমাণ বেশি থাকে। যেমন—নীল, জলজোত, নর্দমা, ক্ষুদ্র জলাশয় ইত্যাদি যে স্থানে পচা পাতা সঞ্চিত হয়।

**5** অটোজেনিক পর্যায়ক্রম (Autogenic Succession) : সাধারণভাবে প্রাথমিক সম্প্রদায়ের অনুরূপ অপর উদ্ভিদ সম্প্রদায় দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।

**6** অ্যালোজেনিক পর্যায়ক্রম (Allogenic Succession) : কোনো স্থানের পরিবেশ প্রকৃতির বৃপাত্মক হওয়ার কারণ হিসেবে বহিঃস্থ শক্তি (খাদ্য, দূষণ ইত্যাদি) কাজ করে, কিন্তু উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের কোনো ভূমিকা থাকে না।

**7** আবেশিত পর্যায়ক্রম (Induced Succession) : অতিরিক্ত পশুচারণ, স্থানান্তরণ চাষ, কারখানা দ্বারা দূষণের কারণে প্রাকৃতিক বাস্তুতন্ত্রের অবনতি ঘটতে পারে। আবার মানুষের উদ্দেশ্যমূলক কার্যকারিতার প্রভাবে বাস্তুতন্ত্রের স্থিতিবস্থা নষ্ট হতে পারে। এমতাবস্থায় মানুষ উদ্ভিদ পর্যায়ক্রমকে, প্রাকৃতিক নিয়ন্ত্রণ থেকে নিজ নিয়ন্ত্রণে আনার চেষ্টা করে এবং সংগ্রহের ভাঙার বাড়িয়ে তোলার চেষ্টা করে। কিন্তু বাস্তুতন্ত্রের উৎকর্ষতা হ্রাস পায়।

**8** অবনমন পর্যায়ক্রম (Retrogressive Succession) : একটি বাস্তুতন্ত্রের উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের উৎকর্ষ অবস্থা অধিকতর সরল অবস্থায়, এমনকি নিঃশেষিত অবস্থায় পরিণত হওয়াকে অবনমন বলে। এক্ষেত্রেও বহিরাগত শক্তির প্রভাব থাকে (অত্যধিক পশুচারণের ফলে গুল্ম, ঘাস নিঃশেষিত হয়ে গেলে স্থানটি মরুভূমি অবস্থায় পরিণত হয়)।

**9** চক্রাকার পর্যায়ক্রম (Cyclic Succession) : মৃত্ত বৃহদাকার বাস্তুতন্ত্রে একই প্রকার উদ্ভিদ পর্যায়ক্রমের পুনরাবৃত্তি ঘটতে পারে। যেমন—কোনো অরণ্যে মৃত উদ্ভিদের ফাঁকা স্থান অন্য প্রজাতির উদ্ভিদ দ্বারা পূরণ হতে পারে এবং নতুন প্রজাতির পুনঃস্থাপন ঘটে থাকে। ফলে অধিকতর স্থায়ী অবস্থা গড়ে ওঠে। *Fagus* বৃক্ষের মৃত্যু হলে, সেই স্থানে *Betula* বৃক্ষের উপনিবেশ গড়ে ওঠে। আবার *Betula* বৃক্ষের মৃত্যু হলে *Acer* বৃক্ষ ফাঁকা স্থান পূরণ করে। শেষ পর্যায়ের *Fagus* বৃক্ষের পুনরায় আবির্ভাব ঘটে।

**13** উদ্ভিদ পর্যায়ক্রমের পাশ্চাত্য বর্ণনা করো। চরম পর্যায়ের গুরুত্ব উল্লেখ করো।

**Ans.** ■ উদ্ভিদ পর্যায়ক্রম পশ্চাত্তি (Process of Plant Succession) : প্রাথমিক অবস্থা থেকে চরমরূপে অবস্থায় পৌঁছানো পর্যন্ত, যে-কোনো প্রকার (জল, স্থান, লবণাক্ত ইত্যাদি) উদ্ভিদ পর্যায়ক্রমকে কয়েকটি দশায় ভাগ করা যায়—

**1** অনাবৃতকরণ (Nudation) : প্রাকৃতিক বা কৃত্রিম মাধ্যমে প্রভাবে কোনো জমি উদ্ভিদ মৃত্ত হয়ে ফাঁকা স্থানের সৃষ্টি

জিহতে সাজালে দেখা যাবে যে উৎপাদক থেকে সর্বোচ্চ খাদক পর্যন্ত জীবদের সংখ্যা ক্রমশ হ্রাস পেতে থাকে কিন্তু আয়ুর্জিতে ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। যেমন—একটি তৃণভূমির খাদ্য পিরামিডে যাসজাতীয় উদ্ভিদের (উৎপাদক) সংখ্যা সর্বাধিক। তৃণভোজী প্রাণীদের সংখ্যা উৎপাদক অপেক্ষা কম। তেমনি মাংসখী প্রাণীদের সংখ্যা আরও কমে গেছে। সংখ্যার পিরামিডের একক হল—সংখ্যা / বর্গমিটার / বছর।

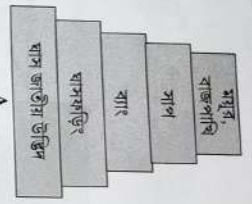


FIG-2.7 সংখ্যার পিরামিড : A. স্মলভূমি, B. জনশয়

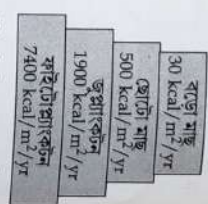


FIG-2.8 পুকুরের শক্তির পিরামিড

**২ শক্তির পিরামিড (Pyramid of energy) :** বাস্তবের খাদ্যশৃঙ্খলে উৎপাদকরা যে পরিমাণ শক্তি অর্জন করে তার সবটাই প্রাথমিক খাদকে সঞ্চারিত হয় না। তেমনি প্রাথমিক খাদক থেকে গৌণ খাদক ও গৌণ খাদক থেকে প্রত্যাগ খাদকে শক্তি প্রবাহ ক্রমশ হ্রাস পেতে থাকে। কারণ শক্তি স্থানান্তর কালে ঐশ্বিক শক্তির প্রায় 90 শতাংশ তাপশক্তিরূপে নিগত হয়ে যায়। শক্তি পিরামিড গঠনের একক হল—কিলোক্যালোরি/বর্গমিটার/বছর।

**ড্যান (Odum, 1971) শক্তির পিরামিড সম্পর্কে একটি তথ্য (data) দিয়েছেন।**  
 একটি মাছ পুকুরে (fish pond) ফাইটোপ্লাঙ্কটন (উৎপাদক) 7400 kcal/m<sup>2</sup>/yr সৌরশক্তি আহরণ করে। এই শক্তি জুপ্লাঙ্কটনের দেহে (প্রাথমিক খাদক) প্রবেশ করে যার পরিমাণ হল—1900 kcal/m<sup>2</sup>/yr। জুপ্লাঙ্কটন থেকে শক্তি গৌণ খাদকের (ছোট মাছ) দেহে প্রবেশ করে, যার পরিমাণ হল—500 kcal/m<sup>2</sup>/yr। এই শক্তির যে অংশ প্রত্যাগ খাদকের (বড়ো মাছ) দেহে যায় তার পরিমাণ হল—30 kcal/m<sup>2</sup>/yr। এই মাছ থেকে মানুষের দেহে যে শক্তি প্রবেশ করে তার পরিমাণ হল 4 kcal/m<sup>2</sup>/yr।

**৩ জীবত্ব বা বায়োমাসের পিরামিড (Pyramid of biomass) :** জীবত্ব বা বায়োমাস বলতে বোঝায় কোনো জীবদের মধ্য কতখানি জৈববস্তু আছে। কোনো খাদ্যশৃঙ্খলে নির্দিষ্ট সময়ে একক আয়তন স্থানে সজীব বস্তুর শুরুর ওজনই হল বায়োমাস বা জীবত্ব।

বায়োমাসের পিরামিডে উৎপাদকের জীবত্ব অপেক্ষা খাদকদের জীবত্ব ক্রমশ হ্রাস পেতে থাকে। উপহরণরূপ, পিরামিডের ভূমিতে অবস্থিত সর্বত্র উদ্ভিদের বায়োমাস 1000 kg হলে প্রাথমিক খাদকদের (খরগোশ) বায়োমাস হবে 100 kg, গৌণ খাদকদের (শিয়াল) বায়োমাস হবে 10 kg এবং প্রত্যাগ খাদকদের (সিংহ) বায়োমাস হবে মাত্র 1 kg। এক্ষেত্রে উপর্যুক্ত পিরামিড গঠিত হয়। বায়োমাসের পিরামিডের একক হল গ্রাম/বর্গমিটার/বছর।

■ ওশটোনো পিরামিড (Inverted Pyramid) : জনজ জীবদের এবং পরজীবী জীবদের ক্ষেত্রে ওশটোনো পিরামিড লক্ষ করা যায়। এরকম পিরামিড নিচের চিত্রে দেখানো হল—

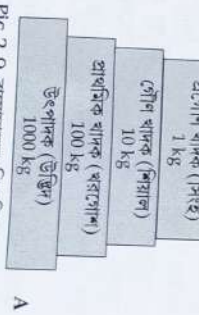
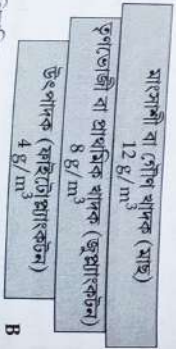


FIG-2.9 বায়োমাসের পিরামিড : A. বায়োমাসের উপর্যুক্ত পিরামিড, B. বায়োমাসের ওশটোনো পিরামিড





- ③ ঘাস → খরগোশ → বাজপাখি  
 ④ ঘাস → ঈঁদের → বাজপাখি  
 ⑤ ঘাস → ঈঁদের → সাপ → বাজপাখি

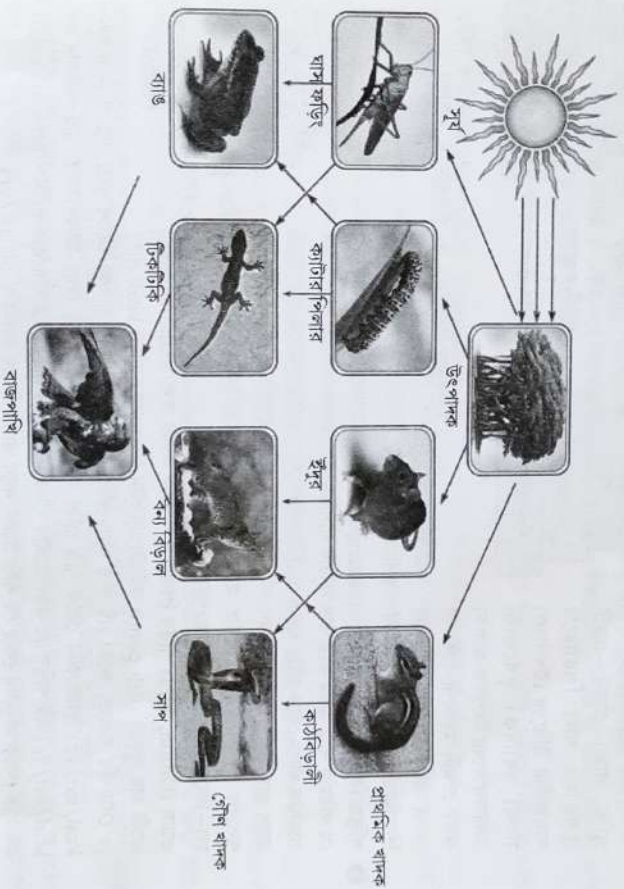


Fig-2.6 তৃণভূমির খাদ্যজাল

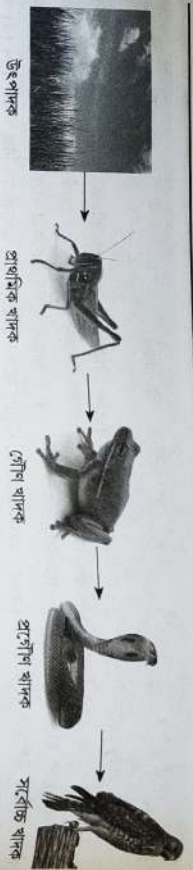
ওপরের খাদ্যশৃঙ্খলগুলির সবগুলিতেই উৎপাদক ঘাস এবং সর্বোচ্চ খাদক বাজপাখি। সুতরাং ঘাস ও বাজপাখির পরস্পরের সংজ্ঞা পাঁচটি খাদ্যশৃঙ্খলের দ্বারা যুক্ত হয়ে একটি খাদ্যজাল বা খাদ্যপ্রবাহ তৈরি করেছে।

### 11 বাস্তুতান্ত্রিক পিরামিড কাকে বলে? বাস্তুতান্ত্রিক পিরামিডের ব্যাখ্যা দাও।

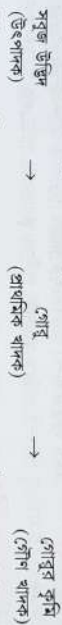
**Ans.** বাস্তুতান্ত্রিক পিরামিড (Ecological Pyramid) ঃ কোনো একটি বাস্তুতন্ত্রের পুষ্টিস্তর ও খাদ্যশৃঙ্খলের ভিত্তিতে উৎপাদক, প্রাথমিক, দ্বিতীয়, প্রতীর্ণ ও সর্বোচ্চ খাদ্যকদের সংখ্যা, জীবভর বা শক্তির পরিমাণের ভিত্তিতে ক্রমিক পর্যায়ে সাজালে যে কাল্পনিক পিরামিড গঠিত হয়, তাকে বাস্তুতান্ত্রিক পিরামিড বলে।

বাস্তুতান্ত্রিক পিরামিডের ব্যাখ্যা ঃ বিজ্ঞানী চার্লস এলটন (Charles Elton, 1927) প্রথম খাদ্য পিরামিডের উদ্ভাবন করেন। খাদ্য পিরামিডের সবচেয়ে নীচের স্তরে থাকে উৎপাদক, যারা সংখ্যায় বা পরিমাণে সবচেয়ে বেশি হয় এবং সবচেয়ে ওপরে থাকে সর্বোচ্চ খাদক, যারা সংখ্যায় বা পরিমাণে সবচেয়ে কম থাকে। খাদ্য পিরামিড আবার তিন রকমের হয়, যথা— (i) সংখ্যার পিরামিড (pyramid of number), (ii) শক্তির পিরামিড (pyramid of energy) এবং (iii) বায়োমাসের পিরামিড (pyramid of biomass)।

① সংখ্যার পিরামিড (Pyramid of number) : কোনো বাস্তুতন্ত্রে বিভিন্ন পুষ্টিস্তরের জীবদের খাদ্যখাদক সম্পর্কের



**২ পরজীবী খাদ্যশৃঙ্খল (Parasitic Food-chain) :** এটরকম খাদ্যশৃঙ্খল উৎপাদক থেকে শুরু হয় পরজীবী জীবে শেষ হয়। এক্ষেত্রে বৃহৎ জীব থেকে শুরু হয়ে ক্রমশ ক্ষুদ্র জীবে শেষ হয়। যেমন—



**৩ ডেট্রিটাস বা কর্কর খাদ্যশৃঙ্খল (Detritus Food-chain) :** এটরকম খাদ্যশৃঙ্খল মৃতজীবী থেকে শুরু হয়ে বৃহৎ খাদ্যকে শেষ হয়।

উদাহরণস্বরূপ, ফ্রেসিভিডার লবণ অঞ্চলে (salish zone) ম্যানগ্রোভ উদ্ভিদের পাতা অগভীর উয়ু জলে গড়ে পড়ে যেত। বিভিন্ন মৃতজীবী জীব কর্কর এই পাতন খাটত। বিভিন্ন জনজ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র প্রাণীরা (নিখাটোড, কোপিপড, পতজোর লার্ভা ইত্যাদি) এই পাতা জৈব বস্তুদের ভক্ষণ করত, তাই এদের কর্কর ভক্ষক (detritus consumer) বলা হয়। এইসব কর্কর ভক্ষকের ছোটো ছোটো মাছ ভক্ষণ করে। বড়ো মাছেরা ছোটো মাছদের ভক্ষণ করে। ফলে একটি কর্কর খাদ্যশৃঙ্খল গড়ে ওঠে। সম্পূর্ণ খাদ্যশৃঙ্খলটি ছকের সাহায্যে দেখানো হল—

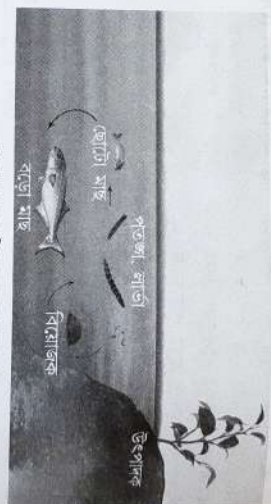


FIG-2.5 ডেট্রিটাস এর খাদ্যশৃঙ্খল



**10 খাদ্যজাল কাকে বলে? খাদ্যজাল সম্পর্কে সর্কিষ্কৃটিকা লেখো।**

**Ans.** ■ খাদ্যজালের সংজ্ঞা (Definition of Food-chain) : কোনো বাস্তুতন্ত্রে জীব সম্প্রদায়ের মধ্যে একাধিক আন্তঃসম্পর্কযুক্ত খাদ্যশৃঙ্খলকে একত্রে খাদ্যজাল বা খাদ্যপ্রবাহ বা ফুড-ওয়েব বলে।

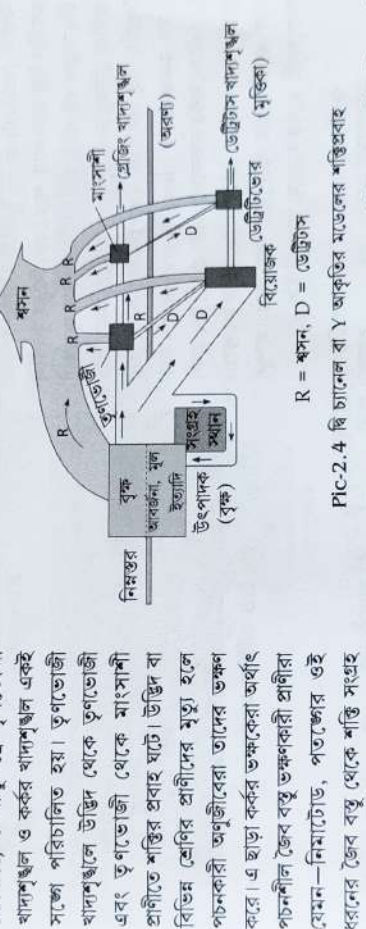
কোনো বাস্তুতন্ত্রে জীব সম্প্রদায়ের (biocommunity) মধ্যে অনেক ধরনের খাদ্যশৃঙ্খল দেখা যায়। অনেকগুলি খাদ্যশৃঙ্খল বিভিন্ন প্রজাতির দ্বারা পরস্পরের সঙ্গে আন্তঃসম্পর্কযুক্ত হয়। বিভিন্ন প্রজাতির দ্বারা আন্তঃসম্পর্কযুক্ত কতগুলি খাদ্যশৃঙ্খলকে একত্রে খাদ্যজাল বা খাদ্যপ্রবাহ বা ফুডওয়েব বলে। উদাহরণস্বরূপ, কোনো একটি তৃণভূমির প্রোজিৎ খাদ্যশৃঙ্খলে খরগোশের অনুপস্থিতিতে ঘাস ইঁদুর কর্কর ভক্ষিত হয়। ইঁদুর সরাসরি বাজপাখির দ্বারা অথবা সাপ দ্বারা ভক্ষিত হয়। সাপ আবার বাজপাখি দ্বারা ভক্ষিত হয়। খাদ্যশৃঙ্খল সারসারিভাবে অথবা গিরগিটির মাধ্যমে বাজপাখি দ্বারা ভক্ষিত হয়।

- উদাহরণ :** তৃণভূমির বাস্তুতন্ত্রের খাদ্যকে কেন্দ্র করে মোট পাঁচটি খাদ্যশৃঙ্খল গড়ে উঠেছে, এগুলি হল—
- ① ঘাস → খাদ্যশৃঙ্খল → বাজপাখি
  - ② ঘাস → খাদ্যশৃঙ্খল → গিরগিটি → বাজপাখি

**8** শক্তি প্রবাহ সংক্রান্ত বিভিন্ন মডেলগুলির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

**Ans.** এক চ্যানেলযুক্ত শক্তি প্রবাহের মডেল (Single Channel Energy Flow Model) এ এই মডেল অনুসারে শক্তি প্রবাহ একমুখী হয় অর্থাৎ উৎপাদক থেকে শক্তি পর্যায়ক্রমে প্রাথমিক, গৌণ ও প্রসৌপ্য শ্রেণির খাদকে প্রবাহিত হয়। সৌরশক্তিকে সালোকসংশ্লেষের মাধ্যমে সৈন্থিতিক শক্তি বা খাদ্য উপাদানে রূপান্তরিত করা হলে মোট উৎপাদিত পদার্থকে মোট প্রাথমিক উপাদান (Gross Primary Production, GPP) বলে। উদ্ভিদের এই উপাদানের কিছু অংশ শ্বসন (R) ও অন্যান্য বিপাকীয় কাজে ব্যবহৃত হয় ও কিছুটা অব্যবহৃত (Not Used, NU) থাকে। অবশিষ্ট শক্তিকে (যা খাদ্য উপাদানে আবদ্ধ থাকে) প্রকৃত প্রাথমিক উৎপাদন (Net Primary Product, NPP) বলে যা তৃণভোজী প্রাণীরা ভক্ষণ করে। একইভাবে তৃণভোজী প্রাণীসহে আবশ্ব শক্তির বেশ কিছুটা শ্বসন ও বিপাকীয় কার্যে (R) এবং স্চেনক্রিয়ায় (NA) এ ছাড়াও কিছু শক্তি অব্যবহৃত (NU) থাকে। এই কারণে পরবর্তী পর্যায়ে মাংসানী প্রাণীরা তৃণভোজী প্রাণীসহে অনেক কম পরিমাণে প্রকৃত প্রাথমিক উৎপাদন (NPP) লাভ করে।

**■** সি-চ্যানেলযুক্ত বা Y আকৃতির শক্তি প্রবাহের মডেল (Double Channel or Y Shaped Energy Flow Model) এ বাস্তবতায় তৃণভোজী



**Fig-2.4** সি চ্যানেল বা Y আকৃতির মডেলের শক্তিপ্রবাহ  
করে। এক্ষেত্রে শক্তি প্রবাহ মৃত প্রাণীসহ থেকে কর্কের ভক্ষকের অভিমুখে প্রবাহিত হয়। আবার বিভিন্ন মাংসানী প্রাণীরা কর্কের ভক্ষকদের খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করলে শক্তি প্রবাহ আবার বিপরীত দিকে পরিচালিত হয়। এই মডেলে শক্তি প্রবাহ দ্বিমুখী বলে এটি Y আকৃতি ধারণ করে।

**9** খাদ্যশৃঙ্খল কাকে বলে? খাদ্যশৃঙ্খল কত প্রকারের?

**Ans.** খাদ্যশৃঙ্খল (Food-Chain) এ যে পৰ্ব্বক্রমে খাদ্যশক্তি উৎপাদক থেকে ক্রমপর্যায়ে ভক্ষণ ও ভক্ষিত সম্পর্কে বিভিন্ন প্রাণীগোষ্ঠীর মধ্যে প্রবাহিত হয়, এই শক্তি প্রবাহের ক্রমিক পর্যায়কে খাদ্যশৃঙ্খল বলে।

খাদ্যশৃঙ্খলের প্রকার (Types of Food-chain) ৪ প্রকৃতিতে সাধারণত তিন রকমের খাদ্যশৃঙ্খল দেখা যায়, যেমন—

**১** শ্রেণিগত খাদ্যশৃঙ্খল বা শিকারীজীবী খাদ্যশৃঙ্খল (Grazing or Predator Food-chain) : এইরকম খাদ্যশৃঙ্খল উৎপাদক থেকে শুরু হয়ে ক্রমশ প্রাথমিক খাদক, গৌণ খাদক ও প্রসৌপ্য খাদকে শেষ হয়। এইরকম খাদ্যশৃঙ্খলে একদিকে যেমন জীবের আকার ক্রমশ বাড়তে থাকে, তেমনি জীবের সংখ্যা ক্রমশ হ্রাস পেতে থাকে। যেমন—



## 20 স্নাতক সহজ পরিবেশ শিক্ষা

● দশ শতাংশ নিয়ম (10 Percent Law) : লিন্ডেম্যান (Lindemann) 1942 খ্রিস্টাব্দে বাস্তবীকৃত শক্তির প্রবাহ ব্যাখ্যায় 10 শতাংশ নিয়ম (10 percent law) নামে একটি মতবাদ প্রবর্তন করেন। প্রাথমিক স্তরের ব্যবহারকারীরা যত উৎপাদনকারীদের উৎস কমে, তর দশ শতাংশ প্রাথমিক স্তরের ব্যবহারকারীদের দেহগঠনে লেগে যায় অর্থাৎ একটি হরিণ যদি 100 kg খাদ্যবস্তু খায়, তাহলে এই খাদ্যবস্তুর দশ শতাংশ অর্থাৎ 10 kg তার দেহগঠনে লাগে। আবার একটি বাঘ যদি 10 kg মাংস খায় তাহলে ওই মাংসের মাত্র 1 kg তার দেহগঠনে লাগে।

### 7 বাস্তবত্রে কীভাবে শক্তি প্রবাহিত হয়, তা বর্ণনা করো।

Ans. ■ বাস্তবত্রে শক্তি প্রবাহের প্রক্রিয়া (Process of Energy Flow in Ecosystem) ৪ বাস্তবত্রে শক্তি প্রবাহ তিনটি পর্যায়ে সম্পন্ন হয়। যথা—(1) শক্তি অর্জন, (2) শক্তির ব্যবহার, (3) শক্তির স্থানান্তরকরণ।

#### 1 শক্তি অর্জন (Acquisition of Energy) : বাস্তবত্রে সূর্যই একমাত্র প্রাথমিক শক্তির উৎস। সূর্যের শক্তিকে সৌরশক্তি

বলা হয়। সূর্য থেকে প্রতি বছর  $12.3 \times 10^{22}$  kcal সৌরশক্তি পৃথিবীর বুকে নেমে আসে। এই শক্তির মাত্র 0.02% সবুজ উদ্ভিদ ক্লোরোফিলের সাহায্যে শোষণ করে। উদ্ভিদ এই শক্তির 0.1% সালোকসংশ্লেষের জন্য ব্যয় করে, যা খাদ্যে সৈবিক শক্তিরূপে সঞ্চিত হয়। সালোকসংশ্লেষকালে যে পরিমাণ সৈবিক শক্তি খাদ্যে সঞ্চিত হয় তাকে মোট উৎপাদন (gross production) বলে। উদ্ভিদ দেহে এই শক্তির বেশ কিছুটা বিভিন্ন বিপাকীয় ক্রিয়ার ব্যয়িত হয়। অবশিষ্ট পরিমাণ শক্তিকে আসল উৎপাদন (net production) বলে।

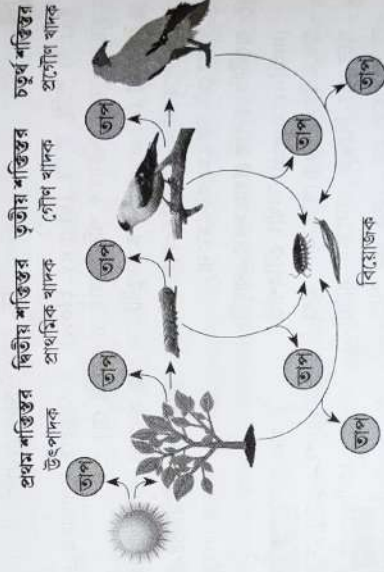


Fig-2.3 বিভিন্ন স্তরে শক্তিপ্রবাহ

2 শক্তির ব্যবহার (Use of Energy) : উৎপাদকের আসল উৎপাদন (net production) বলে। অনুরূপভাবে গৌণ খাদ্যকার প্রাথমিক খাদ্যকারের আসল উৎপাদন শক্তিই কেবল প্রাথমিক খাদ্যকার গ্রহণ করে। উৎপাদন শক্তি গ্রহণ করে। এইভাবে যে শক্তি অর্জিত হয় তাকে আসল অর্জিত শক্তি (gross energy intake) বলে। বাস্তবীকৃত পর্যায়ক্রমিক পৃষ্ঠস্তরে শক্তির স্থানান্তর কখনও 100% ঘটে না। কারণ জীবদেহে নানান বিপাকীয় কাজে শক্তির অনেকটাই খরচ হয়ে যায়। বিভিন্ন বিপাকীয় কাজে যে পরিমাণ শক্তি খরচ হয় তাকে শ্বসন শক্তি (respiratory energy) বলে।

3 শক্তির স্থানান্তরকরণ (Transference of Energy) : সূর্য থেকে সৌরশক্তি প্রথমে উৎপাদকের দেহে আসে। উৎপাদক থেকে শক্তি ক্রমান্বয়ে প্রাথমিক খাদ্যকার, গৌণ খাদ্যকার, প্রসঙ্গী খাদ্যকার হয়ে সর্বোচ্চ খাদ্যকারে প্রবেশ করে। নীচে রেখাচিত্রে শক্তির স্থানান্তরকরণ দেখানো হল—

শক্তি সৌরশক্তি → উৎপাদক → প্রাথমিক খাদ্যকার → গৌণ খাদ্যকার → শক্তি প্রসঙ্গী খাদ্যকার → সর্বোচ্চ খাদ্যকার

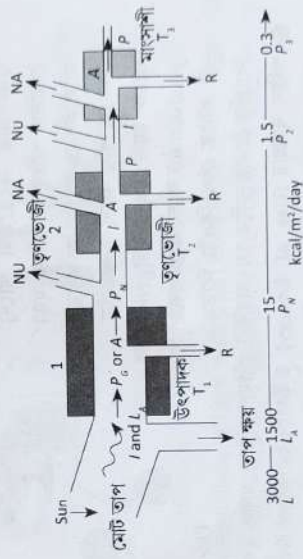
- (b) **বেথিয়াল অঞ্চল (Bethylal Zone) :** 200-2000 মিটার গভীর।
- (c) **অ্যাবিসাল অঞ্চল (Abyssal Zone) :** অন্ধকার, সুগভীর সর্বনিম্নস্থ অতল গহ্বর পর্যন্ত বিস্তৃত।
- ④ সমুদ্র বায়োসে মানুষ ও গবাদিপশুর প্রধান খাদ্য উৎস হিসেবে কাজ করে। মাছ, শৈবাল, চিংড়ি (Shrimps) ইত্যাদি প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। খাদ্য ছাড়াও খনিজ তেল (পেট্রোলিয়াম), গ্যাস ইত্যাদি প্রচুর পরিমাণে সংশ্লিষ্ট থাকে।
- ⑤ স্থলভূমির বৃষ্টিপাত ও CO<sub>2</sub>-র ভারসাম্য নিয়ন্ত্রণ করে।
- ⑥ উচ্চমাত্রার দুগ্ধ সৃষ্টিকারী (টিন, পানদ, ক্যাডমিয়াম, তেজস্ক্রিয়) স্বাস্থ্য-পরিপাকী পদার্থ এবং কম মাত্রায় দুগ্ধ সৃষ্টিকারী পদার্থ [আসেনিক, জিংক, অ্যাডমিন, সায়ানাইড, জৈব সিলিকন, অক্সোইথ, তেল (Crude oil), ডিটারজেন্ট ইত্যাদি] বর্জনে সমুদ্র দূষিত হয়ে চলেছে। তবে কম দুগ্ধকারী পদার্থগুলি সমুদ্রজলে বর্জন স্বল্পমাত্রায় অনুমোদিত হলেও, বেশি মাত্রার দুগ্ধকারী পদার্থগুলির সমুদ্রজলে বর্জন সম্পূর্ণ বন্ধ (Ban) করে দেওয়া হয়েছে।
- **উদাহরণ :** প্রশান্ত মহাসাগর, আটলান্টিক মহাসাগর, ভারত মহাসাগর, উত্তর ও দক্ষিণ মহাসাগর (Oceans)। বঙ্গোপসাগর, আরব সাগর, ভূমধ্যসাগর, বাল্টিক সাগর (Seas) ইত্যাদি।

**6 শক্তি প্রবাহ কাকে বলে? ইহার বৈশিষ্ট্যগুলি লেখো।**

**Ans.** ■ **শক্তি প্রবাহ (Energy Flow) :** বাতুতন্ত্রে বৃপাতরিত সৌরশক্তি উৎপাদক থেকে বিভিন্ন খাদ্যখাদকে স্থানান্তরিত হওয়ার প্রক্রিয়াকে শক্তি প্রবাহ বা এনার্জি ফ্লো বলে।

■ **বৈশিষ্ট্য (Characters) :** বাতুরীতিতে শক্তি প্রবাহের বৈশিষ্ট্যগুলি হল—

- ① প্রকৃতিতে বিভিন্ন সৌলের (কার্বন, অক্সিজেন, হাইড্রোজেন, ফসফরাস ইত্যাদি) যেভাবে চক্রাকারে আবর্তন ঘটে, শক্তির সেই রকম আবর্তন হয় না।
- ② বাতুরীতিতে শক্তি প্রবাহ সর্বদা একমুখী (unidirectional) অর্থাৎ সৌরশক্তি প্রথমে উৎপাদকের দেহে আসে এবং পরে তা বিভিন্ন খাদকের মধ্যে স্থানান্তরিত হয়। কিছু ওই শক্তি উৎপাদক বা ব্যবহারকারীদের অর্থাৎ খাদকদের কাছ থেকে পুনরুদ্ধার করতে পারে না এবং শক্তি পুনরায় সূর্যে ফিরে যায় না।
- ③ বাতুরীতিতে সমগ্র শক্তি প্রবাহের মূল উৎস হল সৌরশক্তি। সৌরশক্তির প্রবাহের বাইরে এলে বাতুরীতি ধ্বংস হয়ে যায়।
- ④ খাদ্যশৃঙ্খলের শুরুর থেকে যত শোষণ দিকে (প্রথম সারির খাদক → দ্বিতীয় সারির খাদক → তৃতীয় সারির খাদক) যাওয়া যায় ততই শক্তির অবনতি ঘটেতে থাকে। উৎপাদকরা যত থেকে যায় এবং কিছু খরচ হয় ও বিয়োজিত হয়ে যায়। খাদকরা পায় না; শক্তির কিছু অংশ অব্যবহৃত থেকে যায় এবং কিছু খরচ হয় ও বিয়োজিত হয়ে যায়।
- ⑤ বাতুরীতিতে শক্তির প্রবাহে তাপগতিবিদ্যার (thermodynamics) প্রথম ও দ্বিতীয় সূত্র সম্পূর্ণরূপে প্রযোজ্য। প্রথম সূত্রানুসারে শক্তি ধ্বংস হয় না, শক্তির বৃপাতর ঘটে। দ্বিতীয় সূত্রানুসারে শক্তির বৃপাতরকালে কিছু শক্তির অপচয় ঘটে।



প্রতি পুষ্টিস্তরে প্রচুর পরিমাণে শক্তিক্ষয় (heat loss) হতে থাকে।

[I = সৌরশক্তি, GPP = Gross Primary Production অর্থাৎ মোট প্রাথমিক উৎপাদন, NPP = Net Primary Production অর্থাৎ আসল প্রাথমিক উৎপাদন, NU = অব্যবহৃত শক্তি, NA = রেচনক্রিয়ের শক্তিক্ষয়, R = শ্বসনক্রিয়ায় শক্তিক্ষয়, T = পুষ্টিস্তর (trophic level)। সবু নালি দিয়ে শক্তি প্রবাহ দেখানো হয়েছে এবং বক্সগুলির দ্বারা বায়োসাসে শক্তি সঞ্চয় বোঝানো হয়েছে।

FIG-2.2 একমুখী শক্তিপ্রবাহ : উৎপাদক → তৃণভোজী → মাংসখোশী

## 18 স্নাতক সহজ পরিবেশ শিক্ষা

4

জলাশয় বায়োম সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

**Ans. অবস্থান (Position) :** অবস্থাস্তর বা পরিবর্তনশীল জলাভূমি থেকে গভীর জলাশয় ধানের জমি সমতল বন্যাভূমি, লেক, ফাঁকা বিল, জলজ বাস্তুতন্ত্র, সমুদ্র উপকূলবর্তী বন্য জলাশয় (Back water), সমুদ্র উপকূল ইত্যাদি পর্বত বিস্তৃত কোনো কোনো জলজ বায়োম বছরের বিশেষ সময়ে (বর্ষাকালে) উচ্চ জলাস্রোত দেখা দিলেও গ্রীষ্মে শুকিয়ে যায়।

**বৈশিষ্ট্য বা প্রকৃতি (Characters or Nature) :**

১ নান্দিশীতল অঞ্চলের জলাশয়গুলি উজ্জ্বল সূর্যকিরণ ও উষ্ণ আবহাওয়ার দ্বারা উদ্ভাসিত হওয়ায় বেশিমাাত্রায় উৎপাদনশীল হয়। ধানসহ শস্য জাতীয় উদ্ভিদ এই জলাশয়ে ভালো বৃষ্টি পায়।

২ এই প্রকার জলাশয় যেমন বিশেষ প্রকার উদ্ভিদ ও প্রাণীর বেড়ে ওঠার আশ্রয়স্থল হিসেবে কাজ করে, তেমনি অনেক পরিযায়ী পাখির (Migratory birds) প্রজনন (Breeding) ক্ষেত্র হিসেবেও কাজ করে। বন্যা প্রভাবিত সমতলভূমি ও জলাবিলগুলি (Marshes) বিভিন্ন প্রকার বন্য জীবের আদর্শ বসবাসস্থল হয়ে ওঠে। পশ্চিমবাংলায় বঙ্গোপসাগর উপকূলবর্তী সুন্দরবন এমনিই একটি আদর্শ বাসস্থান।

৩ জলাশয় বায়োম প্রধানত চার প্রকার—(a) অবস্থাস্তর অগভীর নদী ও তাদের প্রভাবিত সমতলভূমি, অগভীর বঁধ (Embankment)। এই প্রকার জলাশয় শহরের পরিত্যক্ত আবর্জনা, শিল্পকারখানা থেকে নির্গত বর্জ পদার্থ, কীটনাশক, কৃত্রিম সার দ্বারা দূষিত হয়। (b) জলাবিল (Marshes), পিট (peat fern) বা অজারীভূত জলাশয়, পুকুর, খাল, বিল (bogs) উপকূলবর্তী অগভীর হ্রদ (Lagoon) — সামগ্রিকভাবে দ্রুত জলে ডুবে যায় ও ব্যবহার্য করণে গভীরতম অবস্থায় পর্যবসিত হয়। (c) কৃষিজ নিম্নভূমি (বিশেষ করে ধানের জমি)—চাষযোগ্য জমি হাওয়ায়, ফলন বৃদ্ধির কারণে, রাসায়নিক ব্যবহারে ক্রমাগতই দূষিত হয়ে চলেছে। (d) মাছ চাষের পুকুর, অগভীর লেক, পানিফল (Tropa sp.) চাষের জলাশয় ও অন্যান্য জলজ প্রাণীর চাষযোগ্য জলাশয় (Aquaculture) মাছের চাষযোগ্য ও ডিমপোনা পরিষ্কৃটনের জন্য জলাশয়গুলি থেকে প্রাণী ও উদ্ভিদ বৈচিত্র্য ক্রমাগতই হারিয়ে যাওয়ায় তাদের প্রাকৃতিক স্বকীয়তা নষ্ট হয়ে যাচ্ছে, অল্প কিছু নির্বাচিত চাষযোগ্য জলাশয় টিকে থাকতে পারছে।

পৃথিবীর সব প্রান্তে জল, বায়োমগুলি আবর্জনা নির্গমনের স্থান হিসেবে ব্যবহৃত হওয়ায় বা বর্ধিত জনসংখ্যার খাদ্য চাহিদা পূরণে কৃষিজমিতে পরিণত হওয়ায় বা মানুষের আবাসন স্থান হিসেবে ব্যবহৃত হওয়ায় বা যোগাযোগ ব্যবস্থা পূরণে রাস্তায় পরিণত হওয়ায়, তেমনি হ্রাসপ্রাপ্ত হচ্ছে, তেমনি জীববৈচিত্র্যও হ্রাসপ্রাপ্ত হয়ে চলেছে। তবে মানুষের প্রয়োজনে নির্বাচিত কিছু চাষযোগ্য জলাশয় বায়োমগুলিতে সামান্য কিছু উদ্ভিদ ও প্রাণী বেঁচে থাকার অধিকার অর্জন করেছে।

## 5 সমুদ্র বায়োম সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

**Ans. অবস্থান (Position) :** বৃহত্তম, আয়তনে ও বিস্তৃতিতে সর্ববৃহৎ, পৃথিবীর  $\frac{3}{4}$  অংশ জুড়ে অবস্থান করে। পৃথিবীর সমগ্র জলের 97% ধারণ করে।

**বৈশিষ্ট্য বা প্রকৃতি (Characters or Nature) :**

১ উচ্চমাাত্রায় লবণাক্ত (35g/lit)। উৎপাদন ক্ষমতা স্থলজ বায়োমগুলির তুলনায় কম। তবে লোনা জলের প্রবল প্রাচীর (coral reef), ঝড়ি ও নদীর মোহানা (Estuaries) গুলির উৎপাদন ক্ষমতা বেশি। তেমনি এখানে উদ্ভিদ ও প্রাণীর বৈচিত্র্যও লক্ষ করা যায়।

২ এই জল মানুষসহ স্থলজ প্রাণী ও উদ্ভিদের পক্ষে ব্যবহারযোগ্য হয় না। উচ্চ অভিজবণ চাপ সহনশীল জীবেরা কেবলমাত্র এই বায়োম বসবাস করতে পারে।

৩ মহাসাগরীয় প্রশস্ত তল তিনটি অংশে বিভাজিত—

(a) **মুগ্ধ উপরিতল অঞ্চল (Euphotic Zone) :** ভাসমান জীবের আধিকা দেখা যায়—শৈবাল (Brown & Red algae), ভাসমান প্রাণী ও উদ্ভিদ (plankton)।

- (iii) প্রগৌণ খাদক বা তৃতীয় শ্রেণির খাদক (Tertiary Consumer) : যেসব খাদক প্রাথমিক খাদকদের খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে তাদের প্রগৌণ খাদক বলে। যেমন—বড়ো বড়ো মাংসাসী প্রাণী, অর্থাৎ বাঘ, সিংহ, কুমির, বাজপাখি, শোল, শাল, বোয়াল, হাঙর, তিমি ইত্যাদি।
- (b) মাইক্রোকনজিউমার (Microconsumer) : এরা হল আগুবীক্ষণিক মৃতজীবী জীব সম্প্রদায়, যেমন—ব্যাকটেরিয়া, ছত্রাক এবং অ্যাকটিনোমাইসেটিস ইত্যাদি। এদের বিয়োজক বা ডিকম্পোসার (decomposer) বলা হয়। এরা মৃত উদ্ভিদ ও প্রাণীদের প্রোটোপ্লাজমের জটিল যৌগগুলিকে ভেঙে দেয় অর্থাৎ বিয়োজিত করে। এই বিয়োজিত পদার্থের কিছু অংশ বিয়োজকরা গ্রহণ করে এবং বাকি পদার্থগুলিকে অজৈব লবণরূপে প্রকৃতিতে ফিরিয়ে দেয়, ফলে উৎপাদকরা তা গ্রহণ করে পুনরায় খাদ্য উৎপাদন করতে পারে।

### 3 ক্রান্তীয় সাভানা ও তৃণভূমি বায়োম সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

**Ans.** ■ অবস্থান (Position) :

- ① আফ্রিকা মহাদেশ : প্রায় 42%-57%।
- ② এশিয়া মহাদেশ : প্রায় 6%-12%।
- ③ অস্ট্রেলিয়া মহাদেশ : প্রায় 50%।
- ④ দক্ষিণ আমেরিকা মহাদেশ : প্রায় 80%।

■ বৈশিষ্ট্য বা প্রকৃতি (Characters or Nature) :

- ① উষ্ণতা 10°C-30°C, বৃষ্টিপাত 25-150 cm/year। পাহাড়ি বা সমতলভূমি।
- ② সাভানা দীর্ঘ শীত ও গ্রীষ্ম এবং সংক্ষিপ্ত আর্দ্র বর্ষা সাভানার বৈশিষ্ট্য ('Savana' is derived from the caribbean-Indian language—in which 'Sabana' means-forest clearing)। সাভানা, গুল্ম ও বৃক্ষসহ ক্রান্তীয় অঞ্চলে ব্যাপক বিস্তৃত। দীর্ঘ শুষ্কতাতেও বেঁচে থাকার ক্ষমতা অর্জন করে।
- ③ তৃণভূমি (Grassland)—গুল্ম ও বৃক্ষহীন গ্র্যামিনি গোত্রভুক্ত ঘাস জাতীয় উদ্ভিদের প্রাধান্য দেখা যায় (ভেনেজুয়েলা দেশে 'Llanos', ব্রাজিল-'Cerrado', আমেরিকায় 'Catinga', পূর্ব আফ্রিকায় 'Miombo', দক্ষিণ আমেরিকায় 'Kuroo', দক্ষিণ আমেরিকায় 'Pampas' নামে পরিচিত)।

■ উদাহরণ :

● উদ্ভিদ (Plants) : এই বায়োমে চার প্রকার প্রধান ঘাস দেখা যায়।

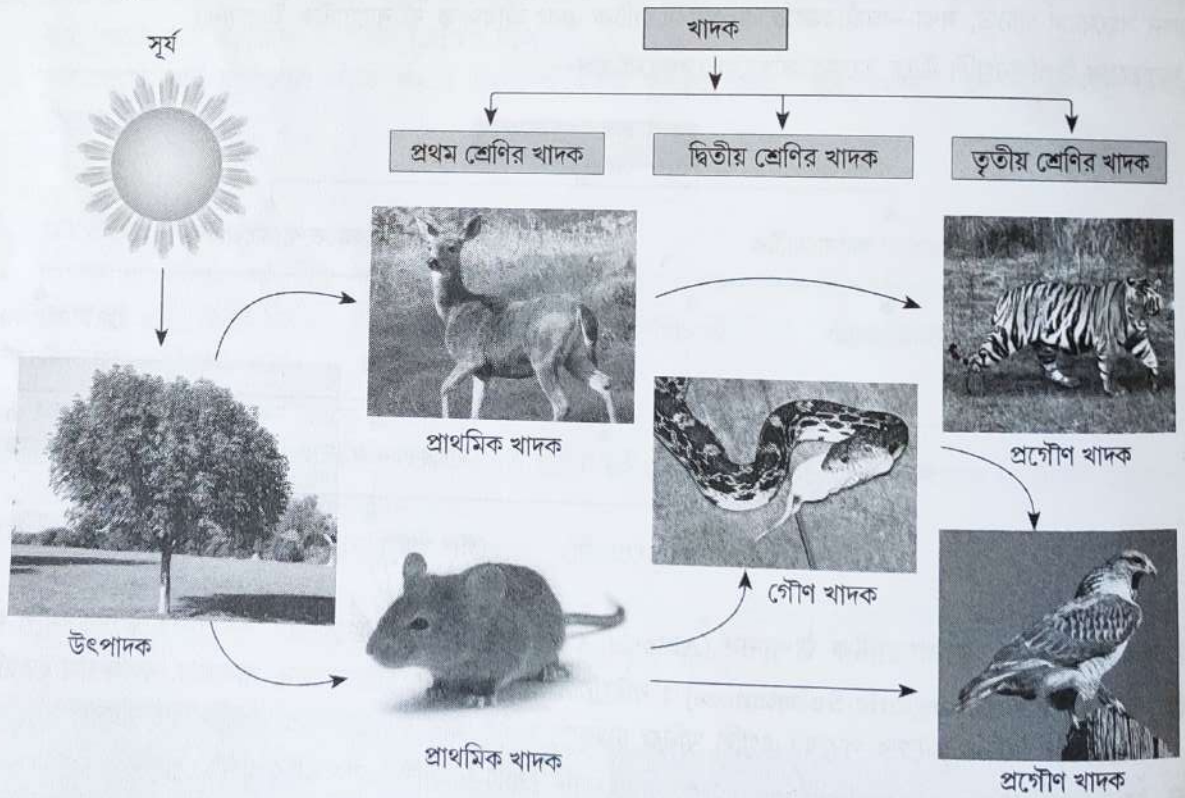
- ① *Sehima dichanthium*—দক্ষিণ ভারতের উপদ্বীপ অঞ্চল। এই প্রকার ছাড়াও একাধিক প্রজাতির মিশ্রণ দেখা যায়—*Mimosa rubicaulis*, *Acacia chatechu*, *Euphorbia sp.*, (রসালো কাঁটায়ুক্ত)।
- ② *Dichanthium-Cenchrus-Lasiurus*—অংশত গুজরাট, রাজস্থান, দিল্লি, পাঞ্জাব ও পশ্চিম উত্তরপ্রদেশে চিরস্থায়ী ও বর্ষজীবী এবং লিগিউম উদ্ভিদের সঙ্গে বিস্তৃত—*Acacia senegai*, *Calotropis gigantea*, *Prosopis cineraria*, *Salvadora persica* ইত্যাদি।
- ③ *Phragmites - Saccharum-lperata*—গাঙ্গেয় সমভূমির আর্দ্র স্থানে অন্যান্য উদ্ভিদের সঙ্গে বৃষ্টি পায়—*Acacia arabica* (বাবলা), *Butea monosperma* (পলাশ), *Cynodon dactylon* (দুর্বা), *Ziziphus nummularia* (কুল), *Dichanthium annulatum* ইত্যাদি।
- ④ *Themeda-Arundinella*—অসম, মণিপুর, পশ্চিমবাংলা, উত্তরপ্রদেশ, হিমাচল প্রদেশ, জম্মু-কাশ্মীরের আর্দ্র পাহাড়ি ভূমি, গোচারণ ভূমি ও স্থানান্তরিত চাষভূমিতে বিস্তৃত।

● প্রাণী (Animals) : তৃণভোজী প্রাণী—হরিণ, বন্য ও গৃহপালিত ছাগল, ভেড়া ও বন্য গাধা। আফ্রিকার সাভানায়—জেরা ও জিরাফ, অস্ট্রেলিয়ায়—ক্যাঙারু। এ ছাড়া সাধারণভাবে মাংসাসী প্রাণী নেকড়ে, হায়না, সিংহ, অস্ট্রেলিয়ার সাভানায় খরগোশের প্রবর্তন করা হয়েছে।

## 16 স্নাতক সহজ পরিবেশ শিক্ষা

**II. জীবজাত বা বায়োটিক উপাদান (Biotic Components) :** পৃথিবীর অনুসারে বাস্তুতন্ত্রের জীবজাত উপাদানগুলি দু-ভাগে বিভক্ত, যথা—

- 1 অটোট্রফিক বা স্বভোজী উপাদান (Autotrophic Components) : বাস্তুতন্ত্রের অন্তর্গত যেসব জীব সৌরশক্তি শোষণ করে বিভিন্ন অজৈব উপাদানের সহায়তায় (প্রধানত কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন) জটিল খাদ্য প্রস্তুত করে, তাদের স্বভোজী উপাদান বলে। সবুজ উদ্ভিদ, সালোকসংশ্লেষকারী ব্যাকটেরিয়া, কেমোসিন্থেটিক জীবাণু ইত্যাদি বাস্তুতন্ত্রের স্বভোজী উপাদান। এরা খাদ্য সংশ্লেষে সক্ষম হওয়ায় এদের উৎপাদক বা প্রোডিউসার (producer) বলে।
- 2 হেটেরোট্রফিক বা পরভোজী উপাদান (Heterotrophic Components) : বাস্তুতন্ত্রের অন্তর্গত যেসব জীব খাদ্য উৎপাদন করতে পারে না এবং খাদ্যের জন্য উৎপাদকের ওপর নির্ভরশীল, তাদের পরভোজী উপাদান বা খাদক বা কনজিউমার বলে। এদের ম্যাক্রোকনজিউমার এবং মাইক্রোকনজিউমার নামক দুটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে।
  - (a) ম্যাক্রোকনজিউমার (Macroconsumer) : এই ধরনের খাদকদের শাকাশী বা হার্বিভোরস (herbivores) এবং মাংসাশী বা কর্নিভোরস (carnivores) নামক দুটি শ্রেণিতে ভাগ করা হয়েছে। শাকাশী খাদকদের প্রাথমিক খাদক (primary consumer) এবং মাংসাশী খাদকদের যথাক্রমে গৌণ খাদক (secondary consumer) ও প্রগৌণ খাদক (tertiary consumer) বলা হয়। সুতরাং পৃথিবীর অনুসারে ম্যাক্রোকনজিউমারকে তিনটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয়, যথা—
    - (i) প্রাথমিক খাদক বা প্রথম শ্রেণির খাদক (Primary Consumer) : যেসব খাদক খাদ্যের জন্য সরাসরি স্বভোজী অর্থাৎ উদ্ভিদের ওপর নির্ভরশীল, তাদের প্রাথমিক খাদক বলে। যেমন—স্বলজ ও জলজ কীটপতঙ্গ, জলজ কবচী শ্রেণির প্রাণী, তৃণভোজী প্রাণী ইত্যাদি।



Pic-2.1 বাস্তুতন্ত্রের বিভিন্ন বায়োটিক উপাদান

- (ii) গৌণ খাদক বা দ্বিতীয় শ্রেণির খাদক (Secondary Consumer) : যেসব খাদক প্রাথমিক খাদকদের খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে, তাদের গৌণ খাদক বলে। যেমন—ছোটো ছোটো মাংসাশী প্রাণী, অর্থাৎ কুকুর, বিড়াল, নেকড়ে ইত্যাদি এবং পতঙ্গাভুক প্রাণী অর্থাৎ ব্যাং, টিকটিকি, ছোটো পাখি, ছোটো ছোটো মাছ ইত্যাদি।



উপাদানগুলির সঙ্গে পরস্পর আন্তঃক্রিয়া করে, যার ফলে জীবগোষ্ঠীর মধ্যে শক্তি প্রবাহ ঘটে এবং প্রয়োজনীয় মৌলগুলি চক্রাকারে আবর্তিত হয়ে জীব ও জড় উপাদানগুলির মধ্যে যে বিশেষ তন্ত্র গঠিত হয়, তাকে বাস্তুতন্ত্র বা ইকোসিস্টেম বলে।

■ **বাস্তুতন্ত্রের ধরণ (Types of Ecosystem) :** বিভিন্ন ধরনের বাস্তুতন্ত্র প্রকৃতিতে বৃহত্তর বাস্তুতন্ত্র গঠন করেছে। বাস্তুতন্ত্রকে নিম্নলিখিতভাবে ভাগ করা হয়েছে—

**A. প্রাকৃতিক বাস্তুতন্ত্র (Natural Ecosystem) :** প্রকৃতির বাস্তুতন্ত্র নিম্নলিখিত প্রকারের, যথা—

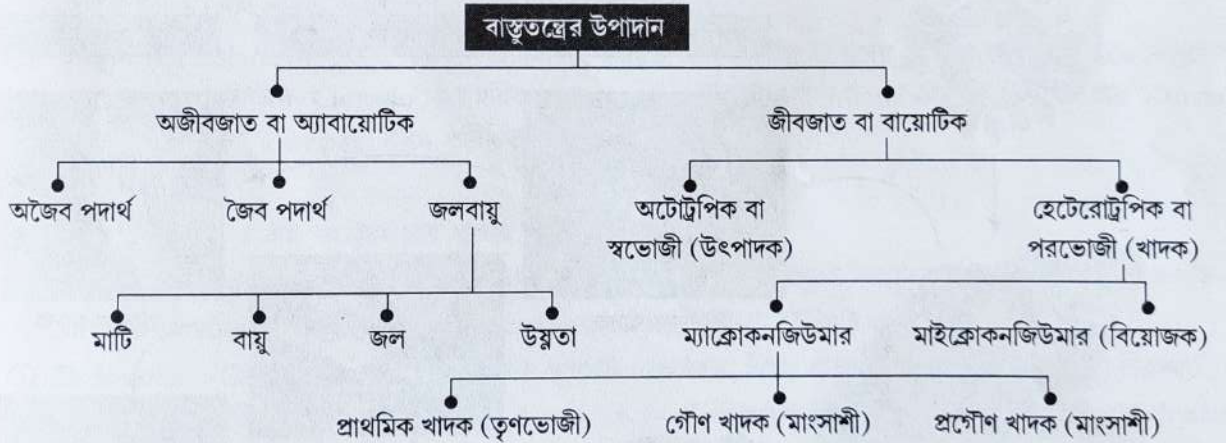
- ❶ স্থলভূমির বাস্তুতন্ত্র (Terrestrial Ecosystem) : এই প্রকার বাস্তুতন্ত্র হল—(a) বনজ বাস্তুতন্ত্র (Forest Ecosystem), (b) চারণভূমির বাস্তুতন্ত্র (Grassland Ecosystem), (c) মরুভূমির বাস্তুতন্ত্র (Desert Ecosystem) ইত্যাদি।
- ❷ জলজ বাস্তুতন্ত্র (Aquatic Ecosystem) : এই প্রকার বাস্তুতন্ত্র হল—(a) স্বচ্ছ জলের বাস্তুতন্ত্র (Fresh water Ecosystem) যেমন—পুকুর, ঝিল, বিল, হ্রদ ইত্যাদির বাস্তুতন্ত্র। (b) নোনা জলের বাস্তুতন্ত্র (Marine Ecosystem) যেমন—সমুদ্রতীরবর্তী, গভীর সমুদ্র, খাঁড়ি ও ভেড়ির বাস্তুতন্ত্র।

**B. কৃত্রিম বাস্তুতন্ত্র (Artificial Ecosystem) :** মানুষের তৈরি বাস্তুতন্ত্র হল কৃত্রিম বাস্তুতন্ত্র। যেমন—শস্যক্ষেত্র, অর্থাৎ ধানখেত, ভুট্টাখেত, গমখেত ইত্যাদি। এইসব স্থানে মানুষ জীব সম্প্রদায়কে নিয়ন্ত্রণ করে। এ ছাড়া ভৌত-রাসায়নিক পরিবেশ হল কৃত্রিম বাস্তুতন্ত্র।

## 2 বাস্তুতন্ত্রের উপাদানগুলি সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত ধারণা দাও।

**Ans. ■ বাস্তুতন্ত্রের উপাদান (Components of Ecosystem) :** বাস্তুতন্ত্র বা ইকোসিস্টেম প্রধানত দু-রকমের উপাদান সহযোগে গঠিত, যথা—অজীবজাত বা অ্যাবায়োটিক এবং জীবজাত বা বায়োটিক উপাদান।

বাস্তুতন্ত্রের উপাদানগুলি নিচে ছকের সাহায্যে দেখানো হল—



**I. অজীবজাত বা অ্যাবায়োটিক উপাদান (Abiotic Components) :** বাস্তুতন্ত্রের অজীবজাত উপাদানগুলি হল—

- ❶ অজৈব পদার্থ (Inorganic Substances) : নাইট্রোজেন, অক্সিজেন, হাইড্রোজেন, সালফার, ফসফরাস ইত্যাদি হল পরিবেশের বিভিন্ন অজৈব পদার্থ। এগুলি খনিজ চক্ররূপে সর্বদা আবর্তিত হয় এবং অপরিবর্তিত থাকে।
- ❷ জৈব পদার্থ (Organic Substances) : কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন, ফ্যাট ইত্যাদি জৈব পদার্থ। এগুলি বায়োমাসের মধ্যে অথবা পরিবেশের মধ্যে উপস্থিত থাকে এবং জৈব-রাসায়নিক গঠনরূপে (biochemical structure) জীবজাত এবং অজীবজাত উৎপাদনের মধ্যে সমন্বয়সাধন করে।
- ❸ জলবায়ু (Climate) : নির্দিষ্ট অঞ্চলের জল, বায়ু, মাটি ও সৌরশক্তি।

## 14 স্নাতক সহজ পরিবেশ শিক্ষা

21. খাদ্য পিরামিড কী?

*Ans.* কোনো বাস্তুতন্ত্রের পুষ্টির স্তরগুলিকে ক্রমপর্যায়ে সাজালে যে পিরামিডের মতো গঠন পাওয়া যায়, তাকে খাদ্য পিরামিড বলে।  
বিজ্ঞানী চার্লস এলটন প্রথম খাদ্য পিরামিডের উদ্ভাবন করেন।

22. পরিপোষক চক্র কী?

*Ans.* যে চক্রাকার পথে পরিপোষকগুলি পরিবেশ থেকে উদ্ভিদ দেহে আবার উদ্ভিদ দেহ থেকে প্রাণী দেহে এবং পুনরায় পরিবেশে ফিরে যায় এবং উপাদানগুলির ভারসাম্য বজায় রাখে, তাকে পরিপোষক চক্র বলে।

23. রিজার্ভার পুল ও সাইক্লিক্যাল পুল কী?

*Ans.* যেসব রাসায়নিক বস্তুসমূহ প্রকৃতিতে আবদ্ধ থাকে এবং জীবের প্রয়োজনে লাগে না, তাদের রিজার্ভার পুল বলে। যেমন—আর্সেনিক।  
যেসব রাসায়নিক বস্তুসমূহ জীবদেহে অত্যন্ত প্রয়োজনীয় তাই সর্বদা জীবদেহ থেকে প্রকৃতির মধ্যে বিনিময়ের মাধ্যমে আবর্তিত হয়, তাদের সাইক্লিক্যাল পুল বলে। যেমন—কার্বন, অক্সিজেন।

24. বাস্তুতান্ত্রিক পর্যায়ক্রম কী?

*Ans.* যথাযথ সময়কালের মধ্যে নিয়মিত ও সুনিয়ন্ত্রিত প্রগতিশীল বৃদ্ধি ও বিবর্তনের মধ্য দিয়ে নতুন বাস্তুতন্ত্র গড়ে ওঠাকে ব্যাপক অর্থে বাস্তুতান্ত্রিক পর্যায়ক্রম বলে।

25. GPP ও NPP কী?

*Ans.* প্রতি একক অঞ্চলে প্রতি একক সময়ে সালোকসংশ্লেষ পদ্ধতিতে উৎপাদক কর্তৃক যে পরিমাণ জৈব বস্তু সংশ্লেষিত হয়, তাকে মোট প্রাথমিক উৎপাদন (GPP) বলে।  
অপরপক্ষে, একক অঞ্চলে একক সময়ে উৎপাদক কর্তৃক সঞ্চিত জৈব বস্তুর ওজনকে আসল প্রাথমিক উৎপাদন (NPP) বলে।

$$NPP = GPP - R$$

26. আবেশিত পর্যায়ক্রম কী?

*Ans.* বনাঞ্চল ধ্বংস করা, অতিরিক্ত পশুচারণ, দূষণ প্রভৃতি মানুষের উদ্দেশ্যমূলক কার্যকারিতার ফলে যদি উদ্ভিদ সম্প্রদায় ধ্বংস হয় এবং মানুষ নিজের প্রভাব বিস্তার করে নতুন ধরনের উদ্ভিদকে সেই অঞ্চলে স্থাপন করে, তখন তাকে আবেশিত পর্যায়ক্রম বলে।

27. অ্যালোজেনিক পর্যায়ক্রম কাকে বলে?

*Ans.* বাহ্যিক পরিবেশের প্রভাবের ফলেই যখন একটি উদ্ভিদ সম্প্রদায় পরবর্তী উদ্ভিদ সম্প্রদায়ের দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, তখন তাকে অ্যালোজেনিক পর্যায়ক্রম বলে।

28. জৈব ভূ-রাসায়নিক চক্র কাকে বলে?

*Ans.* যে চক্রাকার পথে জীবদেহ গঠন উপযোগী রাসায়নিক মৌলসমূহ পরিবেশ থেকে জীবদেহে এবং জীবদেহ থেকে পরিবেশে আবর্তিত হয়, তখন তাকে জৈব ভূ-রাসায়নিক চক্র বলে।

## রচনাধর্মী প্রশ্নোত্তর :

প্রশ্নের মান-10

1 বাস্তুতন্ত্র কাকে বলে? বাস্তুতন্ত্র কত ধরনের ও কী কী?

*Ans.* ■ বাস্তুতন্ত্র (Ecosystem) : কোনো একটি নির্দিষ্ট স্থানের জীবজাত উপাদানগুলি যখন পরিবেশের জড়

7. ইকোলজিক্যাল নিচ কী?

Ans. যে নির্দিষ্ট বাসস্থানে কোনো জীব অবস্থান করে এবং পরিবেশ ও অন্যান্য জীবের সঙ্গে ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া সম্পন্ন করে, সেই স্থানকে ইকোলজিক্যাল নিচ বলে। Grinnell (1971) সর্বপ্রথম এই শব্দটি প্রণয়ন করেন।

8. বায়োম কী?

Ans. একই প্রকৃতির জলবায়ু সম্পন্ন বিস্তৃত অঞ্চলকে বায়োম বলে। যেমন—তুন্দ্রা বায়োম, তৈগা বায়োম।

9. উৎপাদক বা প্রোডিউসার কাকে বলে?

Ans. বাস্তুতন্ত্রের যেসব উপাদান খাদ্যসংশ্লেষে সক্ষম, তাদের উৎপাদক বলে। যেমন—সবুজ উদ্ভিদ, সালোকসংশ্লেষকারী ব্যাকটেরিয়া, কেমোসিন্থেটিক জীবাণু প্রভৃতি।

10. খাদক বা কনজিউমার কী?

Ans. বাস্তুতন্ত্রের অন্তর্গত যেসব জীব খাদ্য উৎপাদন করতে পারে না এবং খাদ্যের জন্য উৎপাদকের ওপর নির্ভরশীল, তাদের খাদক বা কনজিউমার বলে। যেমন—কুকুর, বিড়াল, মানুষ প্রভৃতি।

11. ডিকম্পোজার কী?

Ans. বাস্তুতন্ত্রের যেসব উপাদান মৃত উদ্ভিদ ও প্রাণীদের প্রোটোপ্লাজমের জটিল যৌগগুলিকে ভেঙে বিয়োজিত করে, তাদের ডিকম্পোজার বা বিয়োজক বলে। যেমন—ব্যাকটেরিয়া, ছত্রাক, অ্যাকটিনোমাইসিটিস।

12. শক্তি প্রবাহ কাকে বলে?

Ans. বাস্তুতন্ত্রে রূপান্তরিত সৌরশক্তি উৎপাদক থেকে বিভিন্ন স্তরের খাদকে স্থানান্তরিত হওয়ার প্রক্রিয়াকে শক্তি প্রবাহ বা এনার্জি ফ্লো বলে।

13. লিভেন্‌ম্যানের 10% সূত্র কী?

Ans. লিভেন্‌ম্যানের 10% সূত্র অনুযায়ী প্রাথমিক স্তরের ব্যবহারকারীরা যত উৎপাদনকারীদের ভক্ষণ করে তার দশ শতাংশ প্রাথমিক স্তরের ব্যবহারকারীদের দেহগঠনে লেগে যায় এবং বাকি শক্তি শ্বসন, রেচন প্রভৃতি বিপাকীয় কাজে ব্যবহৃত হয়। এ ছাড়া কিছু অংশ অপাচিত থাকে আবার পাচিত অংশের সবটাই শোষিত হয় না।

14. শক্তি প্রবাহের কয়টি পর্যায় ও কী কী?

Ans. শক্তি প্রবাহের তিনটি পর্যায়। যথা—(i) শক্তির অর্জন, (ii) শক্তির ব্যবহার, (iii) শক্তির স্থানান্তর।

15. শক্তি প্রবাহের দুটি বৈশিষ্ট্য লেখো।

Ans. (i) বাস্তুতন্ত্রের শক্তি প্রবাহ সর্বদা একমুখী। (ii) বাস্তুতন্ত্রের সমগ্র শক্তি প্রবাহের মূল উৎস হল সূর্য।

16. ওডাম প্রবর্তিত শক্তি প্রবাহের মডেল দুটির নাম করো।

Ans. (i) এক চ্যানেল যুক্ত শক্তি প্রবাহের মডেল। (ii) দ্বি-চ্যানেল যুক্ত বা Y আকৃতির শক্তি প্রবাহের মডেল।

17. খাদ্যশৃঙ্খল কী?

Ans. যে পদ্ধতিতে খাদ্যশক্তি উৎপাদক থেকে ক্রমপর্যায়ে খাদ্য ও খাদকের সম্পর্কযুক্ত প্রাণীগোষ্ঠীর মধ্যে প্রবাহিত হয়, সেই শক্তি প্রবাহের ক্রমিক পর্যায়কে খাদ্যশৃঙ্খল বলে।

18. খাদ্যশৃঙ্খল কয় প্রকার ও কী কী?

Ans. খাদ্যশৃঙ্খল তিন প্রকার। যথা—(i) গ্রেজিং খাদ্যশৃঙ্খল, (ii) পরজীবী খাদ্যশৃঙ্খল, (iii) ডেট্রিটাস বা কর্কর খাদ্যশৃঙ্খল।

19. ডেট্রিটাস কাকে বলে?

Ans. জীবদেহ থেকে উৎপন্ন পরিত্যক্ত বিভিন্ন বস্তু যেমন—পাতা, পালক, মল-মূত্র ইত্যাদির সমন্বয়ে গঠিত পচনশীল বস্তুকে ডেট্রিটাস বলে।

20. খাদ্যপ্রবাহ বা খাদ্যজাল কী?

Ans. কোনো বাস্তুতন্ত্রে জীব সম্প্রদায়ের মধ্যে একাধিক আন্তঃসম্পর্কযুক্ত খাদ্যশৃঙ্খলকে একত্রে খাদ্যজাল বা খাদ্যপ্রবাহ বলে।

## 12 স্নাতক সহজ পরিবেশ শিক্ষা

- সমুদ্র বায়োম সর্ববৃহৎ এবং পৃথিবীর প্রায়  $3/4$  অংশ জুড়ে অবস্থান করে।
- উচ্চ অভিস্রবণ চাপ সহনশীল জীবেরা কেবলমাত্র সমুদ্র বায়োমে বসবাস করতে পারে।
- সূর্য থেকে প্রতি বছর  $12.3 \times 10^{22}$  kcal সৌরশক্তি পৃথিবীর বুকে নেমে আসে।
- সূর্য থেকে আগত সৌরশক্তির 0.1% সালোকসংশ্লেষে ব্যয় হয়।
- বাস্তুতাত্ত্বিক পিরামিড তিন প্রকার। যথা—সংখ্যার পিরামিড, শক্তির পিরামিড, বায়োমাস ভিত্তিক পিরামিড।
- যথাযথ সময়কালের মধ্যে নিয়মিত ও সুনিয়ন্ত্রিত প্রগতিশীল বৃদ্ধি ও বিবর্তনের মধ্য দিয়ে নতুন বাস্তুতন্ত্র গড়ে ওঠাকে বাস্তুতাত্ত্বিক পর্যায়ক্রম বলে।
- অ্যানাবিনা নামক নীলাভ-সবুজ শৈবাল অ্যাজোলা নামক জলজ ফার্নের সঙ্গে বসবাস করে নাইট্রোজেন সংবন্ধন করে।
- শিথগোত্রীয় উদ্ভিদের মূলে লেগ হিমোগ্লোবিন থাকে।

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

প্রশ্নের মান-2

1. বাস্তুবিদ্যা কাকে বলে?

**Ans.** জীববিজ্ঞানের যে শাখায় জীবগোষ্ঠী ও তাদের পরিবেশের সঙ্গে আন্তঃসম্পর্কে আলোচনা করা হয়, তাকে বাস্তুবিদ্যা বা ইকোলজি বলে।

বিজ্ঞানী Ernst Haeckel সর্বপ্রথম ইকোলজি শব্দটি প্রণয়ন করেন।

2. অটইকোলজি ও সিনইকোলজি কী?

**Ans.** বাস্তুবিদ্যার যে শাখায় একটি নির্দিষ্ট উদ্ভিদ বা প্রাণী প্রজাতির সঙ্গে তার পরিবেশের আন্তঃসম্পর্ক বিষয়ে আলোচনা করা হয়, তাকে অটইকোলজি বলে।

অপরপক্ষে, বাস্তুবিদ্যার যে শাখায় একাধিক প্রজাতির সঙ্গে পরিবেশের আন্তঃসম্পর্ক বিষয়ে আলোচনা করা হয়, তাকে সিনইকোলজি বলে।

বিজ্ঞানী স্কটোর অটইকোলজি ও সিনইকোলজি শব্দ দুটি প্রবর্তন করেন।

3. কমিউনিটি ইকোলজি কাকে বলে?

**Ans.** যে বিশেষ শাখায় কোনো নির্দিষ্ট স্থানের, যেমন—তৃণভূমি, অরণ্য প্রভৃতি অঞ্চলের সমস্ত জীবগোষ্ঠী ও তাদের পরিবেশ সম্পর্কে আলোচনা করা হয়, তাকে কমিউনিটি ইকোলজি বলে।

4. ডেমোকোলজি বা পপুলেশন ইকোলজি কী?

**Ans.** বাস্তুবিদ্যার যে বিশেষ শাখায় কোনো প্রজাতির সংখ্যা বৃদ্ধি, হ্রাস ও সংখ্যা নিয়ন্ত্রণ সম্পর্কিত বিভিন্ন কারণ সম্পর্কে আলোচনা করা হয়, তাকে পপুলেশন ইকোলজি বা ডেমোকোলজি বলে।

5. বায়োম ইকোলজি কী?

**Ans.** বাস্তুবিদ্যার যে বিশেষ শাখায় কোনো বায়োমে উপস্থিত সমস্ত জীব ও তাদের পরিবেশ সম্পর্কে আলোচনা করা হয়, তাকে বায়োম ইকোলজি বলে।

6. বাস্তুতন্ত্র কাকে বলে?

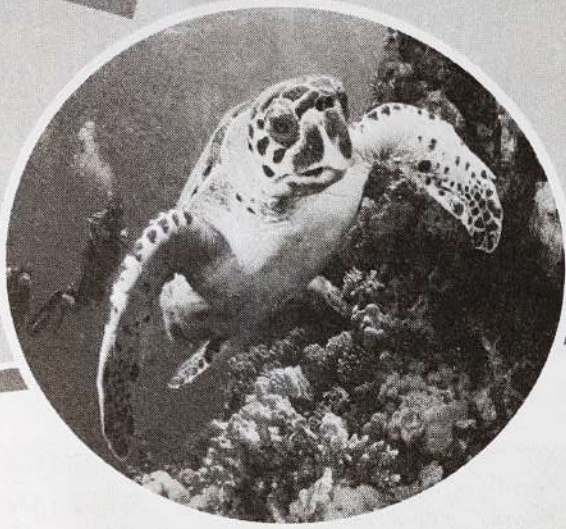
**Ans.** বিজ্ঞানী ওডাম বাস্তুতন্ত্রের যে সংজ্ঞা নিরূপণ করেছেন তা হল—“বাস্তুতন্ত্র হল বাস্তুবিদ্যার একটি প্রাথমিক একক যা জীব ও জড় উভয় পরিবেশ নিয়ে গঠিত এবং একে অপরের ওপর নির্ভরশীল।”

## Chapter

# 2

## বাস্তুতন্ত্র

## Ecosystem



### বিষয়সংক্ষেপ :

- বিজ্ঞানী Ernst Haeckel সর্বপ্রথম ইকোলজি শব্দটি প্রণয়ন করেন।
- একটি প্রজাতির সঙ্গে পরিবেশের আন্তঃসম্পর্কিত আলোচনা হল অটইকোলজি এবং একাধিক প্রজাতির সঙ্গে পরিবেশের আন্তঃসম্পর্কিত আলোচনা হল সিনইকোলজি।
- বিজ্ঞানী স্কটার অটইকোলজি ও সিনইকোলজি শব্দ দুটি প্রবর্তন করেন।
- Grinnell (1971) সর্বপ্রথম ইকোলজিক্যাল নিচ শব্দটি প্রণয়ন করেন।
- একই প্রকৃতির জলবায়ুসম্পন্ন বিস্তৃত অঞ্চলকে বায়োম বলে।
- প্রোডিউসার বাস্তুতন্ত্রে খাদ্য উৎপাদন করে।
- ডিকম্পোজার বাস্তুতন্ত্রে জটিল খাদ্যবস্তুকে ভেঙে সরল বস্তুতে পরিণত করে।
- বিজ্ঞানী লিভেনহুইট 10% সূত্র প্রবর্তন করেন।
- শক্তি প্রবাহের তিনটি পর্যায়। যথা—শক্তির অর্জন, শক্তির ব্যবহার ও শক্তির স্থানান্তর।
- বাস্তুতন্ত্রের শক্তি প্রবাহের প্রধান উৎস সূর্য।
- শক্তি প্রবাহের দুটি মডেল। যথা—এক চ্যানেল যুক্ত শক্তি প্রবাহ এবং দ্বিচ্যানেল যুক্ত শক্তি প্রবাহ।
- খাদ্যশৃঙ্খল তিন প্রকার। যথা—গ্রেজিং খাদ্যশৃঙ্খল, পরজীবী খাদ্যশৃঙ্খল এবং ডেট্রিটাস খাদ্যশৃঙ্খল।
- বিজ্ঞানী চার্লস এলটন প্রথম খাদ্য পিরামিডের উদ্ভাবন করেন।
- সাইক্লিক্যাল পুলের মাধ্যমে কার্বন, অক্সিজেন আবর্তিত হয়।
- বিয়োজক হল বাস্তুতন্ত্রের মাইক্রোকনজিউমার এবং খাদক হল বাস্তুতন্ত্রের ম্যাক্রোকনজিউমার।
- পুকুরের বাস্তুতন্ত্র হল স্বচ্ছ জলের বাস্তুতন্ত্র কিন্তু খাঁড়ি বা ভেড়ির বাস্তুতন্ত্র হল নোনা জলের বাস্তুতন্ত্র।
- শস্যক্ষেত্র হল একটি কৃত্রিম বাস্তুতন্ত্র।
- শোল, শাল হল প্রণোদিত খাদক।