

SECOND SEMESTER

SUBJECT -ZOOLOGY (GENERAL)

UNIT – 9( POST EMBRYONIC DEVELOPMENT )

TOPIC- REGENERATION

SUBMITTED BY DEBIKA DE

## 2.7 পুনরুৎপাদন (Regeneration)

প্রকৃতিতে এমন কিছু ঘটনা দেখা যায় যা আশ্চর্যজনক। এমন একটি ঘটনা হল প্রাণীর কোনো অংশ নষ্ট হয়ে গেলে তা পুনরায় তৈরি হওয়া। যেমন আমরা দেখতে পাই যে টিকটিকির (House Lizard) লেজ দেহ থেকে খসে পড়ে গেলে পুনরায় তা তৈরি হয়ে যায়। আবার আমরা দেখতে পাই কোনো একটি অবশিষ্ট ছোটো কলা (tissue) থেকে সম্পূর্ণ বহুকোশী প্রাণী তৈরি হয়। এটাও দেখা যায় যে আমাদের দেহের ত্বকের উপরের পুরোনো কোশগুলি চলে গিয়ে সেখানে নতুন কোশের আবির্ভাব ঘটে। এই সব ঘটনার একমাত্র কারণ হল পুনরুৎপাদন।

● **সংজ্ঞা (Definition of Regeneration) :** পুনরুৎপাদন হল জীবন্ত প্রাণীর একপ্রকার প্রাকৃতিক ক্ষমতা, যা দ্বারা তারা দেহের কোনো বিনষ্ট হওয়া অংশকে পুনরায় তৈরি করতে পারে, অথবা প্রাক-ভূগীয় অবস্থায় দেহের কোনো ছোটো অংশ থেকে পূর্ণাঙ্গ প্রাণী তৈরি করতে পারে।

■ **পুনরুৎপাদন ক্ষমতায়ুক্ত বিভিন্ন প্রাণীদের তালিকা :**

A. অমেরুদণ্ডী প্রাণী : স্পঞ্জ, হাইড্রা, প্লানারিয়া, মাকড়সা, তারামাছ।

B. মেরুদণ্ডী প্রাণী : ল্যামপ্রা, স্যালামান্ডার, লিজার্ড, পাখি, স্তন্যপায়ী প্রাণী।

■ পাখিদের ক্ষেত্রে এটি চক্ষুতে দেখা যায়।

■ স্তন্যপায়ীদের ক্ষেত্রে এটি কলাতে সীমাবদ্ধ থাকে। ত্বক এবং অস্থির ক্ষেত্রে পুনরুৎপাদন ক্ষমতা সব থেকে বেশি।

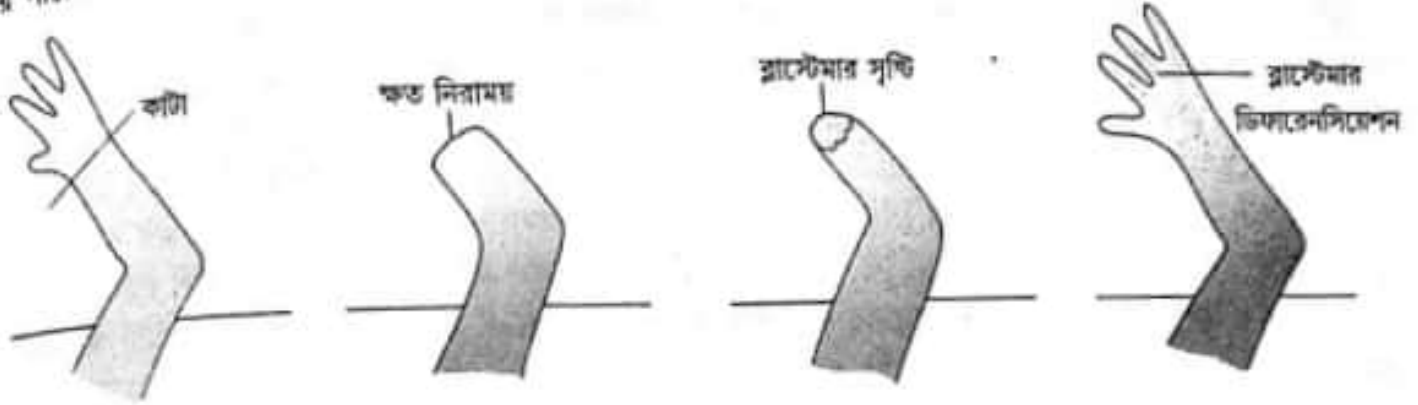
■ **পুনরুৎপাদনের পদ্ধতি (Modes of Regeneration) :** পুনরুৎপাদন প্রধানত 4টি পদ্ধতিতে ঘটে। সেগুলি হল—

- ① এপিমরফোসিস (Epimorphosis) : উদাহরণ—প্লানারিয়া (Planaria) বা ফ্ল্যাট ওয়ার্ম (Flat worm)।
- ② মরফ্যাল্যাক্সিস (Morphallaxis) : উদাহরণ—হাইড্রা (Hydra), ফ্ল্যাট ওয়ার্ম।
- ③ কমপেনসেটোরি রিজেনারেশন (Compensatory Regeneration) : উদাহরণ—স্তন্যপায়ীর যকৃৎ (Mammalian Liver), স্তন্যপায়ীর বৃক্ক (Mammalian Kidney)।
- ④ স্টেম কোশের মাধ্যমে পুনরুৎপাদন (Stem Cell Mediated Regeneration) : উদাহরণ—রক্তবাহী কোশের প্রতিস্থাপন।

① **এপিমরফোসিস (Epimorphosis) :** এই পদ্ধতিতে পূর্ণাঙ্গ প্রাণীর পৃথকীকৃত কোশ থেকে উলটো পদ্ধতিতে বৃক্ক কোশ বা টোটিপোটেন্ট কোশ তৈরি হয় (Dedifferentiation)। এটি এপিডার্মিসের নীচে অপৃথকীকৃত কোশ পিণ্ড তৈরি করে, যেখান থেকে তৈরি হয় দেহের বিভিন্ন অঙ্গ। উদাহরণ : স্যালামান্ডার লিম্ব-এর পুনরুৎপাদন, ব্যাঙের পায়ের পুনরুৎপাদন। এপিমরফোসিস বিভিন্নভাবে হতে পারে—

① **ক্ষতস্থান পূরণ (Wound healing) :** ক্ষতস্থানে অবস্থিত এপিডার্মাল কোশ মুক্ত প্রান্তে চতুর্দিকে ছড়িয়ে পড়ে

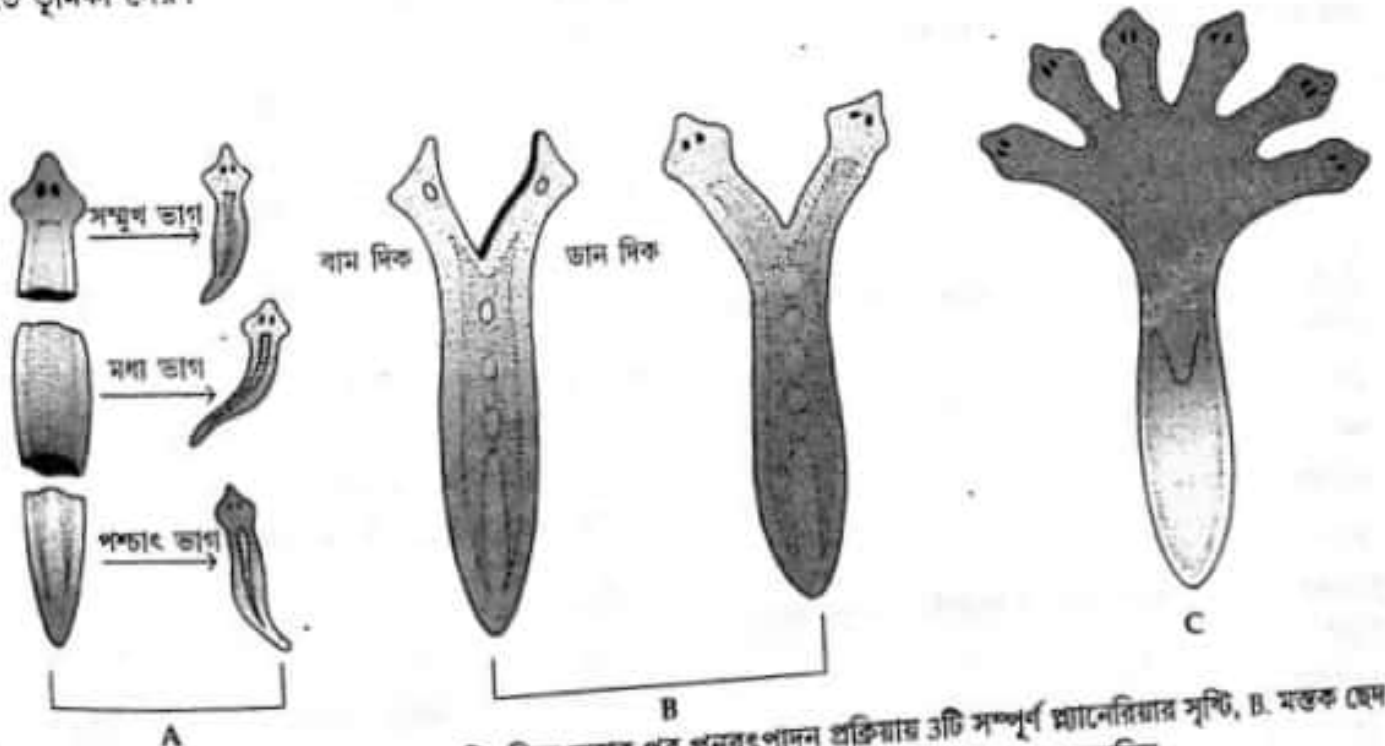
- ① **ব্লাস্টেমা গঠন (Blastema formation)** : কিছু দিন পর অপৃথকীকৃত কোশ এপিডার্মিস-এর নীচে জমা হয়, এর ফলে এই অংশে উপবৃদ্ধি ঘটে—একে ব্লাস্টেমা বা regeneration bud বলে।
- ② **বৃদ্ধি (Growth)** : পৃথকীকৃত কোশ মাইটোসিস কোশ বিভাজনের দ্বারা সংখ্যায় বৃদ্ধি পায়, এর ফলে ব্লাস্টেমাও আকৃতিতে বৃদ্ধি পায়।
- ③ **পৃথকীকরণ (Differentiation)** : ব্লাস্টেমার কোশগুলি পৃথকীকৃত হতে থাকে এবং নষ্ট হওয়া অঙ্গটি তৈরি করে।
- সময়ের পায়ের ব্লাস্টেমা পৃথকীকৃত হয়ে পেশি কোশ, অস্থি, কার্টিলেজ, আন্তরণ এবং উপাঙ্গ তৈরি করে।



চিত্র 2.13 : স্যালামান্ডারে এপিমরফোসিস

② **মরফোল্যাক্সিস (Morphallaxis)** : এই প্রকার পুনরুৎপাদনের ক্ষেত্রে নতুন বৃদ্ধি খুব কম ঘটে। প্রাণীর যে ছোটো অংশ থাকে সেখান থেকে নতুন পূর্ণাঙ্গ প্রাণীর সৃষ্টি ঘটে। প্রথমে এই প্রাণী আকারে খুব ছোটো থাকে। তারপর খাদ্যগ্রহণের দ্বারা স্বাভাবিক পূর্ণাঙ্গ আকৃতিতে পৌঁছায়। উদাহরণ : হাইড্রা, প্ল্যানেরিয়ার পুনরুৎপাদন।

হাইড্রাতে পুনরুৎপাদনে মরফোল্যাক্সেনেটিক গ্রেডিয়েন্ট একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা নেয়। হাইড্রাতে হেড অ্যাকটিভেশন গ্রেডিয়েন্ট (Head Activation Gradient)-এর উপস্থিতি (existence) হাইপোস্টোমে সর্বোচ্চ এবং ফুট অ্যাকটিভেশন গ্রেডিয়েন্ট (Foot Activation Gradient)-এর উপস্থিতি ব্যাসাল ডিস্ক (Basal) Disc)-এ সর্বোচ্চ। 3টি পেপটাইড (Peptide) এই অ্যাকটিভেশন গ্রেডিয়েন্টের সঙ্গে যুক্ত। সেগুলি হল—Heady and Head Activator : মস্তক এবং বাড ইনিশিয়েশনে (Bud Initiation) ভূমিকা নেয় এবং Hym-301 কর্ণিকার সংখ্যা নির্ণয় করে। কিছু ছোটো পেপটাইড ফুট তৈরিতে ভূমিকা নেয়।



চিত্র 2.14 : প্ল্যানেরিয়ার পুনরুৎপাদন : A. ত্রিখণ্ডিত করার পর পুনরুৎপাদন প্রক্রিয়ায় 3টি সম্পূর্ণ প্ল্যানেরিয়ার সৃষ্টি, B. মস্তক ছেদ করার পর 2টি প্ল্যানেরিয়ার পুনরুৎপাদন, C. অনেক মস্তক সৃষ্টি বা হেটারোমরফোসিস

প্ল্যানেরিয়ার টোটিপোটেনসি দেখা যায়। যদি একটি প্ল্যানেরিয়াকে তিনভাগে কাটা হয় তবে সামনের অংশ লেজ সৃষ্টি করে, আবার পেছনের অংশ মাথা সৃষ্টি করে। আর মাঝখানের অংশ মাথা এবং লেজ উভয়ই তৈরি করতে পারে। যদি মাথার অংশ লম্বালম্বি ভাবে অনেকগুলি অংশে কেটে দেওয়া হয়, তাহলে অনেকগুলি মস্তক বিশিষ্ট জীরের সৃষ্টি করে। এই প্রক্রিয়ায় হেটারোমরফোসিস (Heteromorphosis) বলে।

এই হারানো দেহাংশের পুনরুৎপাদনের ক্ষমতার জন্য দায়ী একধরনের কোশগুচ্ছ যাদের নাম নিওব্লাস্ট (Neoblasts)। এই কোশগোষ্ঠী আদি স্টেম কোশ (stem cells) হিসেবে কাজ করে। ক্ষতস্থানে পরিযান করে নতুন অংশের সৃষ্টি করে।

**৩] পরিপূরক পুনরুৎপাদন (Compensatory Regeneration) :** যদি দেহের কোনো একটি উপাঙ্গ নষ্ট হয়ে যায় তাহলে তার সমগোত্রীয় উপাঙ্গ আকৃতি ও কার্য বৃদ্ধির মাধ্যমে ওই উপাঙ্গের কার্যের ঘাটতি পূরণ করে। এই ঘটনাকে পরিপূরক পুনরুৎপাদন বলে। উদাহরণ : যদি দেহের একটি কিডনি নষ্ট হয়ে যায় তাহলে আর একটি কিডনি আকৃতিতে বৃদ্ধি পেয়ে তার কাজের ঘাটতি পূরণ করে। যকৃতে পাঁচ ধরনের কোশ থাকে। কোনো কারণে যকৃৎ ক্ষতিগ্রস্ত হলে ব্লাস্টেমা সৃষ্টি হয় না বরং ওই কোশগুলিই সংখ্যা বৃদ্ধির (Proliferation) মাধ্যমে ক্ষতস্থান পূর্ণ করে। কুপফার কোশ ও স্টিলেট কোশ, অস্ফেরা গ্রন্থি, অস্ফের লাইপোপলিস্যাকারাইড, মেটালোপ্রোটিনেজ ইত্যাদি এই প্রক্রিয়ায় বিশেষ অংশ গ্রহণ করে। TNF $\alpha$ , IL6 ইত্যাদি হেপাটোসাইট কোশকে কোশচক্রের G<sub>0</sub> দশায় নিয়ে যায়। HGF, TGF $\beta$  ইত্যাদির সহায়তায় স্বাভাবিক কোশ বিভাজন ঘটে।

**৪] স্টেম কোশের মাধ্যমে পুনরুৎপাদন (Stem Cell Mediated Regeneration) :** এই ধরনের পুনরুৎপাদনকে Stem cell-mediated regeneration বলে। উদাহরণ : রক্তবাহে কোশের প্রতিস্থাপন অস্থিমজ্জা (Bone marrow)-এ হেমাটোপোয়েটিক স্টেম কোশ (Hematopoietic stem cell) থেকে।