

**২.৩ প্রতীক প্রাণী : রুই মাছ (*Labeo rohita*)**

এ অধ্যায়ের পাঠগুলো পড়ে যা যা শিখবে	পাঠ পরিকল্পনা	
❑ রুই মাছের গঠন	পাঠ ১	রুই মাছের বাহ্যিক গঠন
❑ রুই মাছের রক্ত সংবহনতন্ত্র	পাঠ ২	রুই মাছের রক্ত সংবহনতন্ত্র
❑ ব্যবহারিক : রুই/কাতলা/মৃগেল মাছের রক্ত সংবহনতন্ত্র পর্যবেক্ষণ এবং চিত্র অঙ্কন	পাঠ ৩	ব্যবহারিক : রুই/কাতলা/মৃগেল মাছ ব্যবচ্ছেদ করে এর রক্ত সংবহনতন্ত্র শনাক্তকরণ ও পর্যবেক্ষণ
❑ রুই মাছের শ্বসন ও বায়ুথলির গঠন	পাঠ ৪	রুই মাছের শ্বসনতন্ত্র
❑ ব্যবহারিক : রুই/কাতলা/মৃগেল মাছের ফুলকা ও পটকা (বায়ুথলি) শনাক্তকরণ	পাঠ ৫	রুই মাছের বায়ুথলি
❑ প্রকৃতিতে রুই মাছের প্রজনন ও নিষেক	পাঠ ৬	ব্যবহারিক : রুই/কাতলা/মৃগেল মাছ ব্যবচ্ছেদ করে শ্বসনতন্ত্র, ফুলকা ও পটকা (বায়ুথলি) শনাক্তকরণ ও পর্যবেক্ষণ
❑ রুই জাতীয় মাছের সংরক্ষণের গুরুত্ব	পাঠ ৭	রুই মাছের প্রজনন ও জীবনচক্র
	পাঠ ৮	রুই মাছের সংরক্ষণ

Cypriniformes বর্গের অন্তর্গত Cyprinidae গোত্রভুক্ত মিঠাপানির প্রায় ৩,০০০ প্রজাতির মাছকে কার্প (carp) বা সিপ্রিনিড (cyprinid) মাছ বলে। এটি সবচেয়ে বড় ও বৈচিত্র্যময় মাছের গোত্র (মেরুদণ্ডী প্রাণী হিসেবেও সবচেয়ে বড় গোত্র)। স্বাদুপানির যেসব মাছের মাথায় আঁইশ থাকে না কিন্তু সারাদেহ সাইক্লয়েড (cycloid) আঁইশে আবৃত থাকে, দেহগহ্বরে পটকা থাকে সেগুলোকে কার্প জাতীয় মাছ বলে।

মুখের মধ্যে দাঁতের অনুপস্থিতি, একটি একক পৃষ্ঠীয় পাখনা এবং সংবেদী পার্শ্বীয় রেখার উপস্থিতি দেখে এ গোত্রের সদস্যদের শনাক্ত করা যায়। আকারের ভিত্তিতে কার্প দুরকম, মেজর কার্প ও মাইনর কার্প।

মেজর/প্রধান কার্পগুলো (major carp) অপেক্ষাকৃত বড় আকারের, যেমন চাইনিজ কার্প (*Aristichthys nobilis*), গ্রাস কার্প (*Ctenopharyngodon idella*), সিলভার কার্প (*Hypophthalmichthys molitrix*), এবং বাংলাদেশী প্রধান কার্প রুই (*Labeo rohita*), কাতলা (*Catla catla*), মৃগেল (*Cirrhinus cirrhosus*) প্রভৃতি। এসব মাছ চাষের জন্য গুরুত্বপূর্ণ।

ছোট আকারের কার্পগুলোও সিপ্রিনিডি গোত্রের বাণিজ্যিক গুরুত্বপূর্ণ মাছ যা মাইনর কার্প (minor carps) নামে পরিচিত। নদী-খাল-বিল সব ধরনের জলাধারেই যেসব কার্প চাষ করা হয় তার মধ্যে রয়েছে ভাগনা (*Cirrhinus reba*), বাটা (*Labeo bata*), কালিবাউস (*Labeo calbasu*) প্রভৃতি।

বাংলাদেশের তিনটি (রুই, কাতলা ও মৃগেল) মেজর কার্প জাতীয় প্রজাতির মধ্যে রুই মাছ (*Labeo rohita*) স্বাদুপানির চাষযোগ্য, সুলভ, জনপ্রিয় ও প্রোটিনসমৃদ্ধ সুস্বাদু মাছ। রুই মাছের অঞ্চলভিত্তিক পরিচিত অপর বাংলা নামগুলো হচ্ছে- রুহিত, রাউ, গরমা, নওসি ইত্যাদি। এটি দ্রুত বর্ধনশীল মাছ এবং স্বাভাবিক অবস্থায় খামারে বছরে ৩৫-৪৫ সেন্টিমিটার (১-১.৫ ফুট) লম্বা, ৭০০-৮০০ গ্রাম ওজনবিশিষ্ট হয়। কিন্তু হালদা নদীর রুইয়ের পোনার বৃদ্ধি ২-২ কেজি পর্যন্ত বাড়ে। এ কারণে হালদা নদীর রুইয়ের রেণু পোনা / ডিম পোনা (৪ দিনের বয়সের পোনা) প্রতি কেজি সর্বনিম্ন ৬০-৬৫ হাজার টাকা (যখন বিপুল পরিমাণ ডিম পাওয়া যায়), সর্বোচ্চ এক লক্ষ টাকা। শুধু বৃদ্ধি হারের জন্যই নয়, বিভিন্ন চাষ বা লালন কেন্দ্রগুলোতে অন্তঃপ্রজননের ফলে বামনত্ব, বিকলাঙ্গতাসহ বিভিন্ন জিনগত সমস্যা দেখা দেওয়ায় হালদা-র প্রাকৃতিক ও বিশুদ্ধ জিনের পোনা এখন আরও দুর্মূল্য হয়ে উঠেছে।

**বসতি (Habitat) :** রুই মাছ ইন্ডিয়া (মূল ভূখন্ড), পাকিস্তান, বাংলাদেশ ও মায়ানমারের নদীতন্ত্রের প্রাকৃতিক প্রজাতি। স্বাদুপানির পুকুর, নদী, হ্রদ ও মোহনায় পাওয়া যায়। বাংলাদেশে বিভিন্ন বড় নদীতে বিচরণ করে, ডিম ছাড়ার সময় প্লাবনভূমিতে প্রবেশ করে। স্বাদ, সহজ চাষপদ্ধতি ও অর্থনৈতিক গুরুত্বের কারণে ও পুষ্টি ঘাটতি মেটাতে শ্রীলংকা,

(২-২৫)

নেপাল, চীন, রাশিয়ান ফেডারেশন, জাপান, ফিলিপাইন, মালয়েশিয়া ও আফ্রিকান দেশগুলোতে রুই মাছের চাষ হচ্ছে। ইন্ডিয়ান আন্দামান দ্বীপপুঞ্জের মিঠাপানির নদীতেও অনুপ্রবেশিত রুইয়ের সফল চাষ হচ্ছে।

### শ্রেণিতাত্ত্বিক অবস্থান

Phylum : Chordata (জীবনের কোনো না কোনো দশায় নটোকর্ড, পৃষ্ঠীয় স্নায়ুরজ্জু ও গলবিলীয় ফুলকা রক্ত থাকে)

Subphylum : Vertebrata (নটোকর্ড মেরুদণ্ড দিয়ে প্রতিস্থাপিত)

Class : Actinopterygii (অস্থিময় রশ্মিযুক্ত পাখনা)

Order : Cypriniformes (পার্শ্বরেখা সংবেদী অঙ্গ, লেজের শীর্ষ পর্যন্ত বিস্তৃত)

Family : Cyprinidae (কার্প মাছ, ভোমার দাঁতবিহীন, গলবিলীয় দাঁত উপস্থিত)।

Genus : *Labeo* (মাংসল ঠোঁট রয়েছে)।

Species : *Labeo rohita*

### বাংলাদেশে প্রাপ্ত কয়েকটি মেজর ও মাইনর কার্প



*Aristichthys nobilis* (চাইনিজ কার্প)



*Ctenopharyngodon idella* (গ্রাস কার্প)



*Hypophthalmichthys molitrix* (সিলভার কার্প)

### মেজর কার্প



*Cirrhinus cirrhosus* (মুগেল)



*Labeo rohita* (রুই)



*Catla catla* (কাতলা)

### মাইনর কার্প



*Cirrhinus reba* (ভাগনা)



*Labeo calbasu* (কালিবাউস)



*Labeo bata* (বাটা)

**স্বভাব (Habit) :** জীবনের প্রাথমিক পর্যায়ে রুইয়ের পছন্দের আহার হচ্ছে প্ল্যাংকটন জাতীয় (প্রাণিপ্ল্যাংকটন ও উদ্ভিদপ্ল্যাংকটন) জীব। আঙুলি পোনা দশায় (fingerling stage) প্রধানত প্রাণিপ্ল্যাংকটন গ্রহণ করলেও ডেসমিড (desmids), ফাইটোফ্ল্যাগেলেট (phytoflagellate), শৈবাল রেণু (algal spore) প্রভৃতিও গ্রহণ করে। তরুণ ও পূর্ণবয়স্ক মাছ পানির মাঝ স্তরের শৈবাল ও নিমজ্জিত উদ্ভিদ বেশি গ্রহণ করে (অর্থাৎ প্রধানত শাকাশী)। পৌষ্টিকনালিতে পচনশীল জৈব পদার্থ ও বালু, কাদা প্রভৃতি দেখে তলদেশি খাদকও মনে হয়। খুঁটে খাওয়ার উপযোগী নরম ঝালরযুক্ত ঠোঁট এবং

মুখ-গলবিলীয় অঞ্চলে দাঁতের বদলে ধারালো কর্তন আল (edge) দেখে বোঝা যায় রুই মাছ নরম জলজ উদ্ভিদ আহার করে। ফুলকায় সরু চুলের মতো ফুলকা-রেকার (gill-raker) দেখে প্রমাণ পাওয়া যায় এ মাছ অতিক্ষুদ্র প্যাংকটনও হেঁকে খায়। মাছের পোনাগুলো ঝাঁক বেঁধে চলে, বয়স্ক মাছ পৃথক জীবন অতিবাহিত করে। **রুই মাছ ১৪° সেলসিয়াসের কম তাপমাত্রায় বাঁচতে পারে না।** [DAT-16-17]

**প্যাংকটন (Plankton) :** পানিতে মুক্ত ভাসমান অবস্থায় বসবাসকারী এবং স্রোতের অনুকূলে ভেসে বেড়ানো ক্ষুদ্র, আণুবীক্ষণিক জীবগোষ্ঠীকে প্যাংকটন বলে। শৈবাল ও উদ্ভিদ জাতীয় প্যাংকটনগুলোকে ফাইটোপ্যাংকটন বা উদ্ভিদ প্যাংকটন বলে, যেমন-*Chlorella, Navicula* ইত্যাদি। অন্যদিকে, প্রোটোজোয়া ও প্রাণী জাতীয় প্যাংকটনগুলোকে জুওপ্যাংকটন বা প্রাণিপ্যাংকটন বলে, যেমন- *Paramecium, Daphnia* ইত্যাদি।

### Labeo rohita-র বাহ্যিক গঠন

রুই (*Labeo rohita*) একটি অস্থিময় মাছ। এর দেহ অনেকটা মাকু আকৃতির অর্থাৎ মধ্যভাগ চওড়া ও দুই প্রান্ত ক্রমশ সরু। প্রস্থ অপেক্ষা উচ্চতা বেশি, প্রস্থচ্ছেদ ডিম্বাকার। চলনের সময় পানির ভিতর গতি বাধা পায়না বলে এ ধরনের আকৃতিকে স্ট্রিমলাইন্ড (streamlined) বলে। রুই মাছের দেহ তিন অংশে বিভক্ত, যথা-মাথা, দেহকাণ্ড ও লেজ।



চিত্র ২.৩.১ : *Labeo rohita*-র বাহ্যিক গঠন (পার্শ্ব দৃশ্য)

### ১. মাথা (Head)

দেহের অগ্রপ্রান্ত থেকে কানকোর পশ্চাৎপ্রান্ত পর্যন্ত অংশটি মাথা। মাথা ৪-৫ ইঞ্চি লম্বা ও পৃষ্ঠভাগ উত্তল। তুণ্ড (snout) ভোঁতা, নিচু, কিন্তু চোয়ালের সামনে বাড়ানো এবং কোনো পার্শ্বীয় খণ্ডবিহীন। মুখ অর্ধচন্দ্রাকার, নিচের দিকে উপপ্রান্তীয়ভাবে (subterminal) অবস্থিত ও আড়াআড়ি বিস্তৃত এবং মোটা ঝালরের মতো উর্ধ্ব ও নিম্নোষ্ঠে আবৃত। উর্ধ্বচোয়ালের পিঠের দিকে একজোড়া নরম ও ছোট ম্যাক্সিলারি বারবেল (maxillary barbels) থাকে। তুণ্ডের পৃষ্ঠদেশে দুচোখের একটু সামনে একজোড়া নাসারন্ধ্র (nostrils) অবস্থিত। প্রত্যেক নাসারন্ধ্রের পিছনে ও মাথার দুপাশে একটি করে বড় গোল চোখ রয়েছে। চোখে পাতা থাকে না, কিন্তু কর্ণিয়া স্বচ্ছ ত্বকীয় আবরণে আবৃত। মাথা আইশবিহীন, দেহকাণ্ড ও লেজ মিউকাসময় সাইক্লয়েড (cycloid) আইশে আবৃত।

মাথার পিছন দিকে দুপাশে ফুলকা-প্রকোষ্ঠকে ঢেকে অবস্থান করে দুটি বেশ বড় ও পাতলা কানকো (operculum)। কানকোর নিচের কিনারায় একটি করে পাতলা ব্রাঙ্কিওস্টেগাল পর্দা (branchiostegal membrane) যুক্ত থাকে, এটি ফুলকা-প্রকোষ্ঠের বড় অর্ধচন্দ্রাকার ছিদ্রকে ঢেকে রাখে।

## ২. দেহকাণ্ড (Trunk)

কানকোর শেষভাগ থেকে পায়ু পর্যন্ত দেহের মধ্য অংশটি দেহকাণ্ড। এ অংশটি চওড়া এবং বিভিন্ন ধরনের পাখনা (fin) বহন করে। পাখনাগুলো পূর্ণ বিকশিত ও অস্থিময় পাখনা-রশ্মি (fin rays) যুক্ত। দেহকাণ্ডের পশ্চাৎপ্রান্তের অক্ষীয়দেশে ঠিক মাঝ বরাবর তিনটি ছোট ছিদ্র থাকে : প্রথমে পায়ুছিদ্র, মাঝে জননছিদ্র এবং সবশেষে রেচনছিদ্র।

দেহের দুপাশে একসারি ক্ষুদ্র গর্ত আছে যা আঁইশের নিচে অবস্থিত একটি লম্বা খাদের সঙ্গে যুক্ত। এ খাদ ও গর্তের সমন্বয়ে মাছের পার্শ্বরেখা অঙ্গ (lateral line organ) গঠিত হয়। এতে অবস্থিত সংবেদী কোষ পানির তরঙ্গ থেকে পানির গুণাগুণ সংক্রান্ত রাসায়নিক সংবেদ গ্রহণ করে।

**পাখনাসমূহ (Fins) :** মাছের চলনঙ্গকে পাখনা বলে। পাখনা সাধারণত চাপা ও পাখনা-রশ্মিযুক্ত। পাখনার ভিতরে অবস্থিত সমান্তরালভাবে বিন্যস্ত সূক্ষ্ম শলাকার অন্তঃকঙ্কালকে পাখনা-রশ্মি (fin rays) বলে। রুই মাছে মোট পাঁচ ধরনের পাখনা দেখা যায়। এর মধ্যে বক্ষ ও শ্রোণি-পাখনা জোড় প্রকৃতির অর্থাৎ জোড়ায় জোড়ায় থাকে এবং পৃষ্ঠীয়, পায়ু ও পুচ্ছ-পাখনা বিজোড় প্রকৃতির।

### □ জোড়-পাখনা

**বক্ষ-পাখনা (Pectoral fin) :** কানকোর ঠিক পিছনে দেহকাণ্ডের সম্মুখ পার্শ্বদিকে একজোড়া বক্ষ-পাখনা রয়েছে। প্রত্যেক পাখনা ১৬-১৭টি পাখনা-রশ্মিযুক্ত। এ পাখনা মাছকে পানির গভীর থেকে উপরের দিকে উঠতে সাহায্য করে।

**শ্রোণি-পাখনা (Pelvic fin) :** একজোড়া শ্রোণি-পাখনা বক্ষ-পাখনার সামান্য পিছনে অবস্থিত এবং ৯টি করে পাখনা-রশ্মিযুক্ত। এসব পাখনা মাছকে উপরে ও নিচের দিকে চলতে, দ্রুত ঘুরতে ও থামতে সাহায্য করে।

### □ বিজোড়-পাখনা

**পৃষ্ঠ-পাখনা (Dorsal fin) :** দেহকাণ্ডের মাঝ বরাবরের পিছনে বড়, কিছুটা রম্বস আকৃতির একটি মাত্র পৃষ্ঠ-পাখনা অবস্থিত। এর উপরের দিকের মধ্যভাগ অবতল। এতে ১৫-১৬টি পাখনা-রশ্মি থাকে। পৃষ্ঠ-পাখনা মাছকে উল্টে যাওয়া থেকে রক্ষা করে এবং এটি মাছকে হঠাৎ ঘুরতে ও থেমে যেতে সাহায্য করে।

**পায়ু-পাখনা (Anal fin) :** পায়ুর ঠিক পিছনে দেহের অক্ষীয়দেশের মধ্যরেখা বরাবর একটি পায়ু-পাখনা থাকে। এটি ৭টি পাখনা-রশ্মিযুক্ত। এটি মাছকে সাঁতারের সময় সুস্থিত রাখতে সাহায্য করে।

**পুচ্ছ-পাখনা (Caudal fin) :** লেজের পিছনে অবস্থিত পাখনাটি পুচ্ছ-পাখনা। এতে আছে ১৯টি পাখনা-রশ্মি। পুচ্ছ-পাখনা রুই মাছের প্রধান চলন অঙ্গ হিসেবে কাজ করে। ৪৪৪

## ৩. লেজ (Tail)

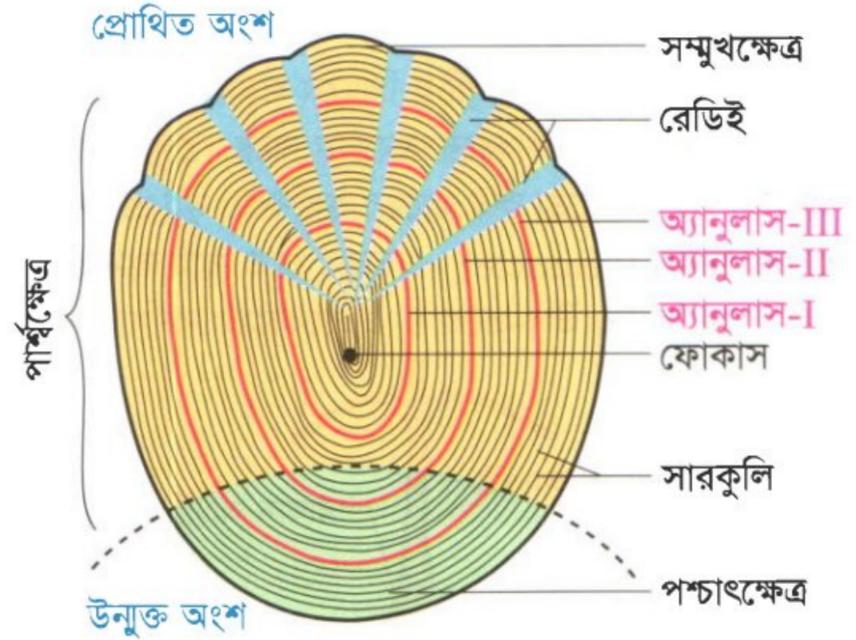
পায়ুর পরবর্তী অংশটি লেজ (মেরুদণ্ডী প্রাণীর পায়ুর পিছনের কশেরুকা সমৃদ্ধ অংশকে লেজ বলে)। এর শীর্ষে রয়েছে হোমোসার্কাল (homocercal) ধরনের পুচ্ছ-পাখনা। এটি উল্লম্বতলে (vertical plane) প্রসারিত এবং পিছনে, উপরে ও নিচে দুটি প্রতিসম বাহ্যিক খণ্ডে বিভক্ত। ডার্মাল রশ্মিগুলো উপরে ও নিচের খণ্ডে বড়, মাঝখানে ছোট।

### আঁইশ (Scales)

রুই মাছের দেহত্বক যে সব পাত-সদৃশ পাতলা অস্থিময় গঠনে আবৃত, সেগুলোকে আঁইশ বলে। মাছের সমগ্র দেহকাণ্ড ও লেজ পাতলা, রূপালি চকচকে গোল বা ডিম্বাকার, মিউকাসময় সাইক্লয়েড (cycloid) আঁইশে আবৃত থাকে। পৃষ্ঠদেশীয় আঁইশের কেন্দ্র লালচে, প্রান্ত কালো রংয়ের। কেন্দ্রের লালচে রং জনন ঋতুতে আরও গাঢ় ও উজ্জ্বল হয়। জলচর উদ্ভিদসমৃদ্ধ পরিবেশের রুই মাছে পৃষ্ঠদেশের রং লালচে-সবুজ হতে পারে। আঁইশগুলো ত্বকের ডার্মাল স্তর (dermal layer) থেকে সৃষ্টি হয় এবং প্রতিটি আঁইশ ডার্মাল পকেট (dermal pocket)-এর মধ্যে বসানো থাকে। টালীর ছাদে টালী যেমন একে অপরকে আংশিকভাবে ঢেকে রাখে, আঁইশগুলোও তেমনি সাজানো থাকে। রাসায়নিকভাবে আঁইশগুলো চুন ও কোলাজেন তন্তু দিয়ে গঠিত।

[MAT-  
৪-১৭]

আঁইশের কেন্দ্রভাগ পুরু এবং কিনারার দিক ক্রমশ পাতলা। এর কেন্দ্রে একটি ক্ষুদ্র স্বচ্ছ অংশ থাকে। একে ফোকাস বা নিউক্লিয়াস (focus or nucleus) বলে। ফোকাসের চারদিকে এককেন্দ্রিক বৃত্তাকারে সজ্জিত উঁচু আলের মতো কতকগুলো রেখা থাকে, এ রেখাগুলোকে সারকুলি (circuli; একবচনে circulus) বলে এবং এগুলো অস্থি উপাদানে গঠিত। সারকুলির মধ্যে কয়েকটি রেখা বেশ স্পষ্ট ও মোটা হয়ে থাকে। এগুলোকে বার্ষিক বৃদ্ধি রেখা (annual growth ring) বা অ্যানুলি (annuli; একবচনে annulus) বলে। এগুলোর সাহায্যে মাছের বয়স ও বৃদ্ধিহার নির্ণয় করা যায়। সাধারণত বসন্তকালে ও গ্রীষ্মে আঁইশের বৃদ্ধি বেশি হয়। [MAT-16-17]



চিত্র ২.৩.২ : রুই মাছের আঁইশ

প্রতিটি আঁইশে নিচে বর্ণিত তিনটি ক্ষেত্র (field) দেখা যায়।

- i) সম্মুখক্ষেত্র (Anterior field) : এটি আঁইশের তন্তুময় যোজক টিস্যু নির্মিত সম্মুখ ভাগ যা ডার্মিসের পকেটে প্রবিষ্ট থাকে।
- ii) পশ্চাৎক্ষেত্র (Posterior field) : এটি আঁইশের ডেন্টিন-নির্মিত পশ্চাৎভাগ যা বাইরের দিকে উনুক্ত থাকে।
- iii) পার্শ্বক্ষেত্র (Lateral field) : এটি আঁইশের দুপাশের অংশ।

আঁইশের সম্মুখক্ষেত্রে কতকগুলো লম্বালম্বি খাঁজ দেখা যায়। এগুলোকে রেডিই (radii) বলে।

**আঁইশের কাজ :** (i) আঁইশ মাছের প্রধান প্রতিরক্ষাকারী অঙ্গ। (ii) মাছের চলাচলে পানির বাধা কমাতে সহায়তা করে। (iii) এতে বিদ্যমান মিউকাস বিভিন্ন রোগজীবাণু ধ্বংস করে। (iv) পার্শ্বরেখায় অবস্থিত আঁইশগুলো পানির কম্পাঙ্ক নির্ণয়ের মাধ্যমে সংবেদ গ্রহণে সাহায্য করে। (v) এরা মাছের শ্রেণিবিন্যাস, বয়স ও বৃদ্ধিহার, জীবন ইতিহাস ইত্যাদি নির্ণয়ে ভূমিকা রাখে।

### Labeo rohita-র রক্ত সংবহনতন্ত্র (Blood Circulatory System)

রক্তবাহিকাবিস্তৃত এবং হৃৎপিণ্ড দিয়ে নিয়ন্ত্রিত এ তন্ত্রের মাধ্যমে রক্ত দেহের বিভিন্ন অংশে সঞ্চালিত হয়। রুই মাছের রক্ত সংবহন বদ্ধ প্রকৃতির। এতে একবর্তনী বা একচক্রী রক্ত সংবহন দেখা যায়।

- i. একবর্তনী বা একচক্রী রক্ত সংবহন (Single Circuit Blood Circulation) : যে সংবহনে হৃৎপিণ্ডের মধ্য দিয়ে  $O_2$ -সমৃদ্ধ বা  $CO_2$ -সমৃদ্ধ রক্ত একটি চক্রে আবর্তিত হয়, তাকে একবর্তনী বা একচক্রী রক্ত সংবহন বলে। যেমন- মাছের রক্ত সংবহন।
- ii. দ্বিবর্তনী বা দ্বিচক্রী রক্ত সংবহন (Double Circuit Blood Circulation) : যে সংবহনে হৃৎপিণ্ডের মধ্য দিয়ে  $O_2$ -সমৃদ্ধ ও  $CO_2$ -সমৃদ্ধ রক্ত দুটি পৃথক চক্রে আবর্তিত হয়, তাকে দ্বিবর্তনী বা দ্বিচক্রী রক্ত সংবহন বলে। যেমন-মানুষের রক্ত সংবহন।

### রক্ত সংবহনতন্ত্রের উপাদানসমূহ (Components of Blood Circulatory System)

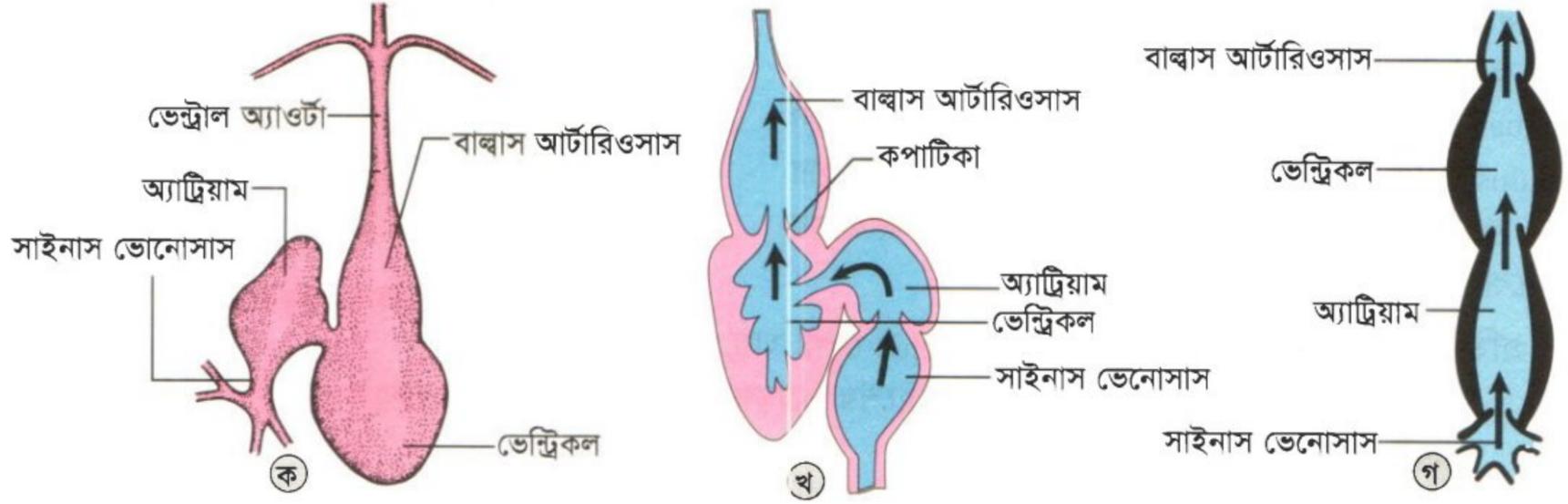
রুই মাছের রক্ত সংবহনতন্ত্র প্রধান তিনটি উপাদান নিয়ে গঠিত, যথা-রক্ত, হৃৎপিণ্ড এবং রক্তনালি। নিচে এগুলোর বর্ণনা দেওয়া হলো।

#### ১. রক্ত (Blood)

রুই মাছের রক্ত লাল বর্ণের। রক্তরস ও রক্তকণিকা নিয়ে এটি গঠিত। রক্তরস বর্ণহীন এবং পানি ও বিভিন্ন অজৈব ও জৈব উপাদানে গঠিত। রক্তরসে দুধরনের রক্তকণিকা ভাসমান থাকে, যথা-লোহিত রক্তকণিকা ও শ্বেত রক্তকণিকা। লোহিত রক্তকণিকা ডিম্বাকার, নিউক্লিয়াসযুক্ত, হিমোগ্লোবিন-সমৃদ্ধ এবং লাল বর্ণের। শ্বেত রক্তকণিকা অ্যামিবিয়েড, নির্দিষ্ট আকৃতিবিহীন, নিউক্লিয়াসযুক্ত এবং বর্ণহীন।

## ২. হৃৎপিণ্ড (Heart)

রুই মাছের ফুলকাদুটির পিছনে লম্বাটে ও মোচাকৃতির হৃৎপিণ্ড পেরিকার্ডিয়াল গহ্বর (pericardial cavity) নামে এক বিশেষ ধরনের গহ্বরে অবস্থান করে। পেরিকার্ডিয়াম (pericardium) নামক শক্ত আবরণে হৃৎপিণ্ড আবৃত থাকে। অন্যান্য মাছের মতো রুই মাছের হৃৎপিণ্ডও দুই প্রকোষ্ঠবিশিষ্ট—একটি অলিন্দ বা অ্যাট্রিয়াম (atrium) এবং অন্যটি নিলয় বা ভেন্ট্রিকল (ventricle)। এছাড়া এতে সাইনাস ভেনোসাস (sinus venosus) নামে একটি উপপ্রকোষ্ঠ রয়েছে। নিচে হৃৎপিণ্ডের বিভিন্ন উপ-প্রকোষ্ঠ ও প্রকোষ্ঠের বর্ণনা দেওয়া হলো।



চিত্র ২.৩.৩ : *Labeo*-র হৃৎপিণ্ড; (ক) বহির্গঠন, (খ) লম্বচ্ছেদ, (গ) রেখাচিত্র; → = রক্ত প্রবাহের দিক

- ❑ **সাইনাস ভেনোসাস** : এটি পাতলা প্রাচীরবিশিষ্ট উপপ্রকোষ্ঠ যা হৃৎপিণ্ডের পৃষ্ঠদেশে অবস্থিত। সাইনাস ভেনোসাস প্রকৃত পক্ষে শিরাতন্ত্রের অংশ এবং এর প্রাচীরের টিস্যু হৃৎপেশি দিয়ে গঠিত নয়। দেহের দু'পাশ থেকে আগত ডাক্টাস ক্যুভিয়েরি (ductus Cuvieri) নামক দুটি বড় শিরার মিলনে সাইনাস ভেনোসাস সৃষ্টি হয়। এতে শিরারক্ত জমা হয়। এটি সাইনো-অ্যাট্রিয়াল (sino-atrial) ছিদ্রপথে অ্যাট্রিয়ামের সাথে যুক্ত। এ পথে শিরা থেকে সংগৃহীত CO<sub>2</sub>-সমৃদ্ধ রক্ত অ্যাট্রিয়ামে প্রবেশ করে।
- ❑ **অ্যাট্রিয়াম (অলিন্দ)** : এটি পেরিকার্ডিয়াল গহ্বরের সম্মুখ পৃষ্ঠভাগে অবস্থিত ত্রিকোণাকার, পেশিময় ও পাতলা প্রাচীরবিশিষ্ট প্রকোষ্ঠ। এটি একদিকে সাইনাস ভেনোসাস অন্যদিকে অ্যাট্রিও-ভেন্ট্রিকুলার (atrio-ventricular) ছিদ্রপথে ভেন্ট্রিকলে উন্মুক্ত।
- ❑ **ভেন্ট্রিকল (নিলয়)** : এটি হৃৎপিণ্ডের সর্বশেষ প্রকোষ্ঠ। পেরিকার্ডিয়াল গহ্বরের অক্ষীয়-পশ্চাৎদেশে অবস্থিত এ প্রকোষ্ঠটির প্রাচীর পুরু ও মাংসল এবং সম্মুখে বাল্বাস আর্টারিওসাস (bulbus arteriosus)-এ উন্মুক্ত। ভেন্ট্রিকল রক্তচাপ সৃষ্টি করে এবং ফুলকায় রক্ত প্রেরণ করে।

**বাল্বাস আর্টারিওসাস** : রুই মাছের হৃৎপিণ্ডে কোনাগ আর্টারিওসাস (conus arteriosus) নেই। তার পরিবর্তে বাল্বাস আর্টারিওসাস নামক একটি গঠন দেখা যায় যা মূলত ভেন্ট্রাল অ্যাওর্টার স্ফীত গোড়াদেশীয় অংশ। এটি হৃৎপিণ্ডের কোন অংশ নয়। হৃৎপিণ্ড থেকে এটি ভেন্ট্রাল অ্যাওর্টার রক্ত চলাচল নিয়ন্ত্রণ করে।

### হৃৎপিণ্ডের কপাটিকা (Heart Valves)

হৃৎপিণ্ডের উপপ্রকোষ্ঠ ও প্রকোষ্ঠগুলোর সংযোগ ছিদ্রে **কপাটিকা (valve)** থাকে। কপাটিকাগুলো শুধু সামনের দিকে উন্মুক্ত হয়, ফলে রক্তের পশ্চাৎগতি রুদ্ধ হওয়ায় রক্তের প্রবাহ থাকে একমুখি। বিপরীত প্রবাহে কপাটিকাগুলো বাধা দেয়। রুই মাছের হৃৎপিণ্ডে নিচে বর্ণিত কপাটিকাগুলো পাওয়া যায়।

- ✓ **সাইনো-অ্যাট্রিয়াল কপাটিকা (Sino-atrial valve)** : সাইনাস ভেনোসাস ও অ্যাট্রিয়ামের মাঝে অবস্থিত ছিদ্রপথে এ কপাটিকা থাকে।
- ✓ **অ্যাট্রিও-ভেন্ট্রিকুলার কপাটিকা (Atrio-ventricular valve)** : অ্যাট্রিয়াম ও ভেন্ট্রিকলের মাঝে অবস্থিত অ্যাট্রিও-ভেন্ট্রিকুলার ছিদ্রপথে এ কপাটিকা অবস্থান করে।
- ✓ **ভেন্ট্রিকুলো-বাল্বাস কপাটিকা (Ventriculo-bulbus valve)** : এটি ভেন্ট্রিকল ও বাল্বাস অ্যাওর্টার মাঝে অবস্থিত কপাটিকা।

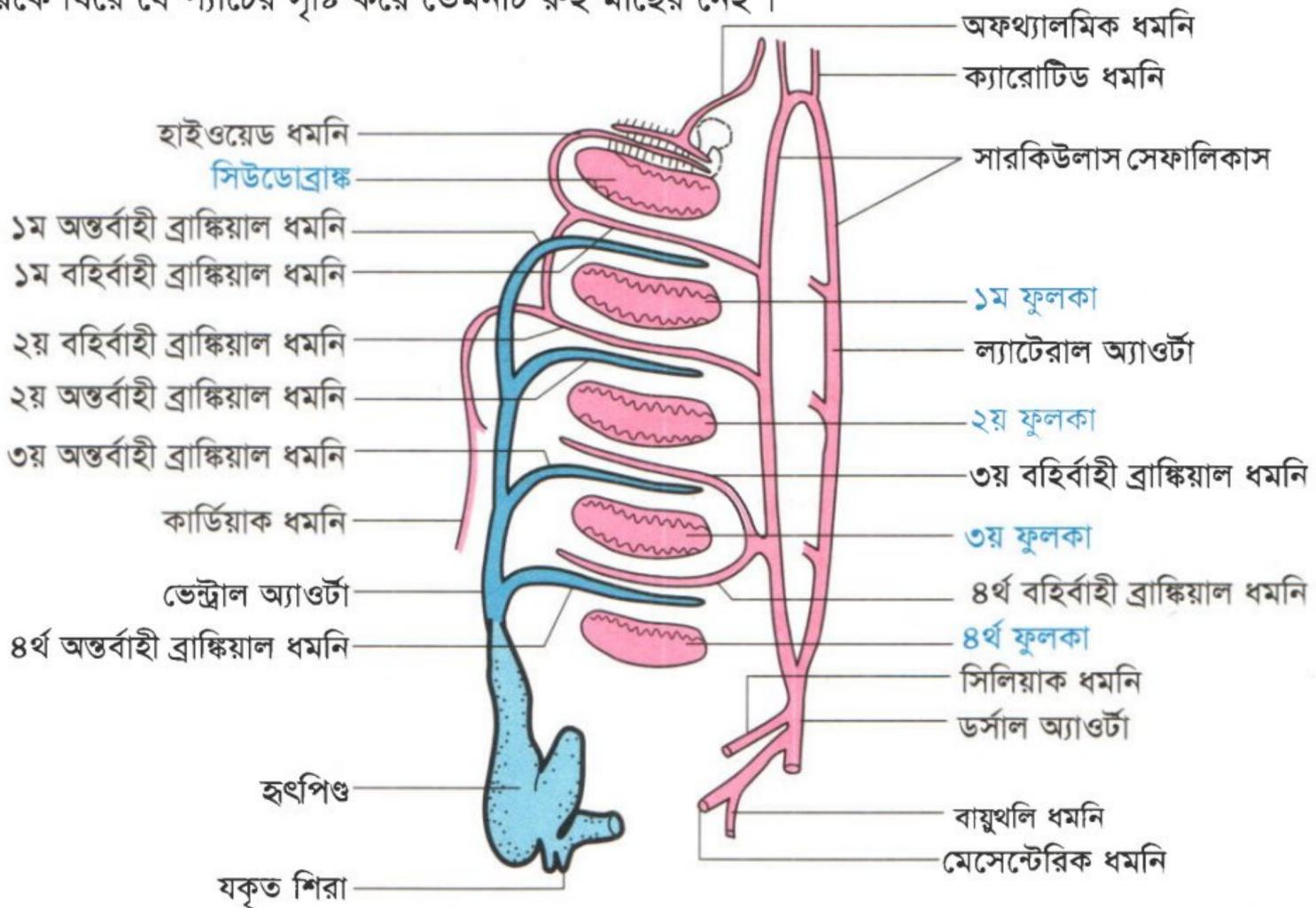
### ৩) রক্ত নালি (Blood Vessels)

রুই মাছের রক্তনালি তিন প্রকার, যথা-ধমনি, শিরা এবং কৈশিকজালিকা। ধমনিগুলোর সমন্বয়ে ধমনিতন্ত্র এবং শিরাগুলোর সমন্বয়ে শিরাতন্ত্র গঠিত হয়। ধমনি ও শিরার মধ্যে সংযোগ স্থাপন করে কৈশিকজালিকা। এছাড়া রেটিয়া মিরাবিলিয়া (retia mirabilia) এবং অনুপ্রস্থ অ্যানাস্টোমোসিস (transverse anastomosis) নামক কিছু বিশেষ ধরনের রক্তনালিও থাকে।

#### রুই মাছের ধমনিতন্ত্র (Arterial System)

যেসব রক্তবাহিকা হৃৎপিণ্ড থেকে উৎপত্তি লাভ করে কৈশিকজালিকায় সমাপ্ত হয় এবং হৃৎপিণ্ড থেকে দেহের বিভিন্ন অংশে রক্ত সরবরাহ করে তাদেরকে ধমনি (artery) বলে। ধমনির সমন্বয়ে গঠিত তন্ত্রকে ধমনি তন্ত্র বলে। অন্যান্য প্রাণী থেকে মাছের ধমনিতন্ত্র একটু ভিন্ন ধরনের। সে হিসেবে রুই মাছের ধমনিতন্ত্র উভচর বা সরীসৃপ থেকে ভিন্নতর। অন্তর্বাহী বা অ্যাফারেন্ট ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি, বহির্বাহী বা ইফারেন্ট ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি, পৃষ্ঠীয় মহাধমনি ও এর শাখাপ্রশাখা রুই মাছের ধমনিতন্ত্রের প্রধান অংশ গঠন করে। নিচে এগুলোর বর্ণনা দেওয়া হলো-

**ক) অন্তর্বাহী বা অ্যাফারেন্ট ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি (Afferent Branchial Artery) :** যেসব রক্তবাহিকা হৃৎপিণ্ড থেকে প্রবাহিত রক্ত ফুলকায় সরবরাহ করে সেগুলোকে অন্তর্বাহী বা অ্যাফারেন্ট ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি বলে। রুই মাছে চার জোড়া অন্তর্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি থাকে। রুই মাছের হৃৎপিণ্ডে কোনাস আর্টারিওসাস না থাকায় ভেন্ট্রিকল থেকে ধমনিতন্ত্রের উদ্ভব হয়। ভেন্ট্রিকল থেকে রক্ত অক্ষীয় মহাধমনি বা ভেন্ট্রাল অ্যাওর্টা (ventral aorta)-র মাধ্যমে সম্মুখে কিছুটা প্রবাহিত হয়। ভেন্ট্রাল অ্যাওর্টার গোড়া ফুলে উঠে একটি অসঙ্কোচনশীল বাম্বাস অ্যাওর্টা গঠন করে। ভেন্ট্রাল অ্যাওর্টা গলবিলের তলদেশ দিয়ে হাইওয়েড (hyoid) পর্যন্ত অগ্রসর হয় এবং দুপাশে শাখা সৃষ্টি করে। প্রথম শাখাদুটি উভয় পাশের প্রথম ফুলকায় রক্ত সরবরাহ করে। ঐ শাখাকে প্রথম অন্তর্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি বলে। উক্ত শাখাদুটির পিছন দিকে ভেন্ট্রাল অ্যাওর্টা থেকে উভয়দিকে পৃথকভাবে ২য়, ৩য় ও ৪র্থ অন্তর্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি বেরিয়ে যথাক্রমে প্রতিপাশের ২য়, ৩য় ও ৪র্থ ফুলকায় রক্ত সরবরাহ করে। এভাবে রুই মাছে প্রতি পাশে চারটি করে মোট চারজোড়া অন্তর্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি থাকে। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে টাকী মাছে (*Channa punctatus*) ৩য় ও ৪র্থ অন্তর্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি পরস্পরকে ঘিরে যে প্যাঁচের সৃষ্টি করে তেমনটি রুই মাছের নেই।



চিত্র ২.৩.৪ : Leabeo-র অন্তর্বাহী (—) ও বহির্বাহী (—) ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি (এক পাশের দৃশ্য)

খ) বহির্বাহী বা ইফারেন্ট ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি (Efferent Branchial Artery) : চারজোড়া ফুলকা থেকে চারজোড়া বহির্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনির সৃষ্টি হয়। প্রথম বহির্বাহী ধমনি অক্ষীয়দেশে হাইওয়েড আর্চের সিউডোব্রাঙ্কে রক্ত বহন করে এবং সিউডোব্রাঙ্কের সামনে অফথ্যালমিক মহাধমনি (ophthalmic artery) হিসেবে বিস্তৃত হয়। প্রতি পাশের ১ম ও ২য় বহির্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি মিলে লম্বালম্বি পার্শ্বীয় মহাধমনি বা ল্যাটেরাল অ্যাওর্টা (lateral aorta) গঠন করে। ৩য় ও ৪র্থ বহির্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি ল্যাটেরাল অ্যাওর্টায় উন্মুক্ত হওয়ার আগে একসাথে মিলিত হয়। ল্যাটেরাল অ্যাওর্টা সামনে ক্যারোটাইড ধমনিরূপে বিস্তৃত হয় এবং ক্যারোটিকার ভিতরে প্রবেশ করে।

গ) পৃষ্ঠীয় মহাধমনি বা ডর্সাল অ্যাওর্টা (Dorsal Aorta) : দুপাশের ল্যাটেরাল অ্যাওর্টা পিছনে একীভূত হয়ে ডর্সাল অ্যাওর্টা (dorsal aorta) গঠন করে এবং পিছন দিকে বিস্তৃত হয়। দুপাশের ল্যাটেরাল অ্যাওর্টা ও ক্যারোটাইড ধমনি মিলে গলবিল অঞ্চলের পৃষ্ঠদেশে একটি ডিম্বাকার ধমনি বলয় সৃষ্টি করে। এর নাম সারকিউলাস সেফালিকাস (circulus cephalicus)।

ডর্সাল অ্যাওর্টা মেরুদণ্ডের নিচে মধ্যরেখা বরাবর লেজ পর্যন্ত প্রসারিত। যাত্রাপথে এটি নিম্নোক্ত প্রধান নালিকাগুলো সৃষ্টি করে :

৫) সাবক্ল্যাভিয়ান ধমনি (Subclavian artery) : বক্ষ-পাখনা ও বক্ষচক্রের দিকে বিস্তৃত হয়। [DAT-20-21]

৬) সিলিয়াকো-মেসেন্টেরিক ধমনি (Coeliaco-mesenteric artery) : পাকস্থলি, অন্ত্র, যকৃত, অগ্ন্যাশয়, মলাশয় প্রভৃতি আন্ত্রিক অঙ্গে রক্ত পরিবহন করে।

৭) প্যারাইটাল ধমনি (Parietal artery) : দেহপ্রাচীরে রক্ত সরবরাহ করে।

৮) রেনাল ধমনি (Renal artery) : বৃক্কে রক্ত বহন করে।

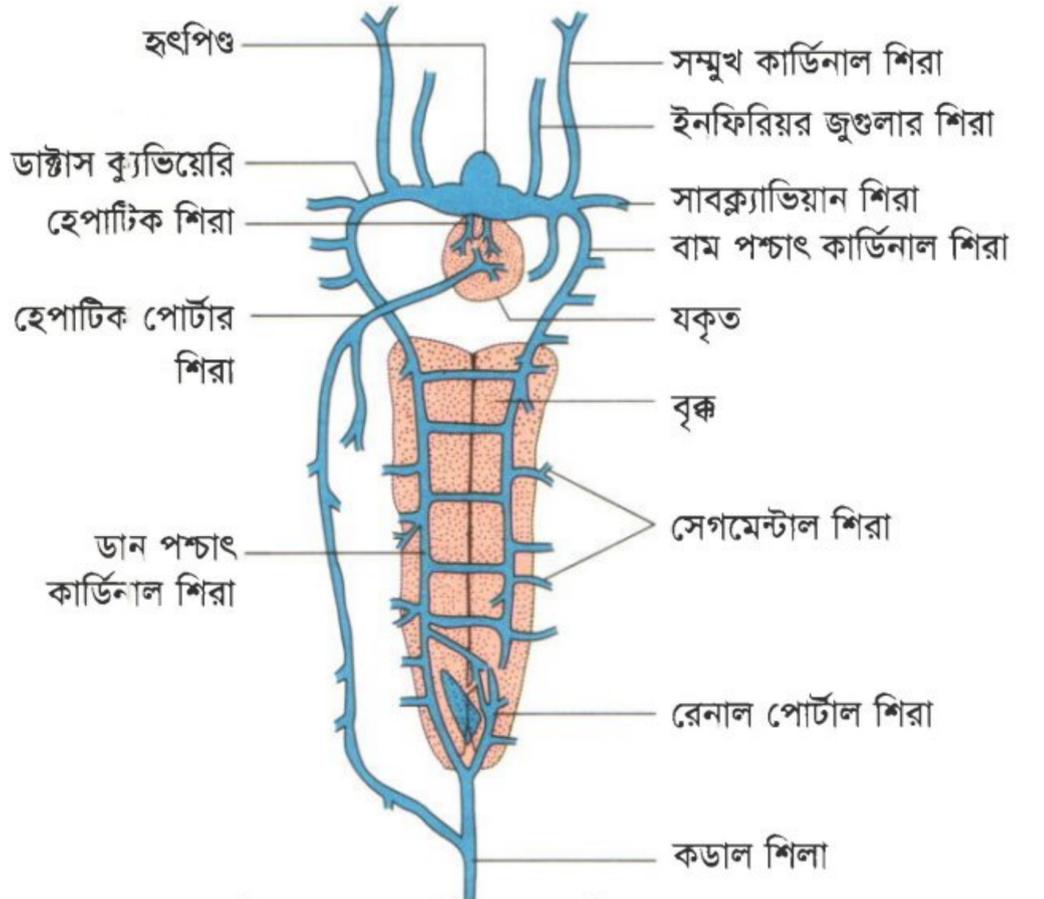
৯) ইলিয়াক ধমনি (Iliac artery) : শ্রোণি-পাখনায় রক্ত পরিবহন করে।

১০) কডাল ধমনি (Caudal artery) : লেজে রক্ত সরবরাহ করে।

### রুই মাছের শিরাতন্ত্র (Venous System)

কৈশিকজালিকা (blood capillaries) থেকে সৃষ্টি হয়ে, যেসব রক্তবাহিকা দেহের বিভিন্ন অংশ থেকে অক্সিজেনবিহীন (deoxygenated) রক্ত সংগ্রহ করে হৃৎপিণ্ডের সাইনাস ভেনোসাসে নিয়ে আসে, সেগুলোই সম্মিলিতভাবে শিরাতন্ত্র গঠন করে। রুইমাছের শিরাতন্ত্রকে প্রধান দুটি ভাগে ভাগ করা হয়। যথা-১. সিস্টেমিক শিরাতন্ত্র এবং ২. পোর্টাল শিরাতন্ত্র। নিচে এদের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দেয়া হলো।

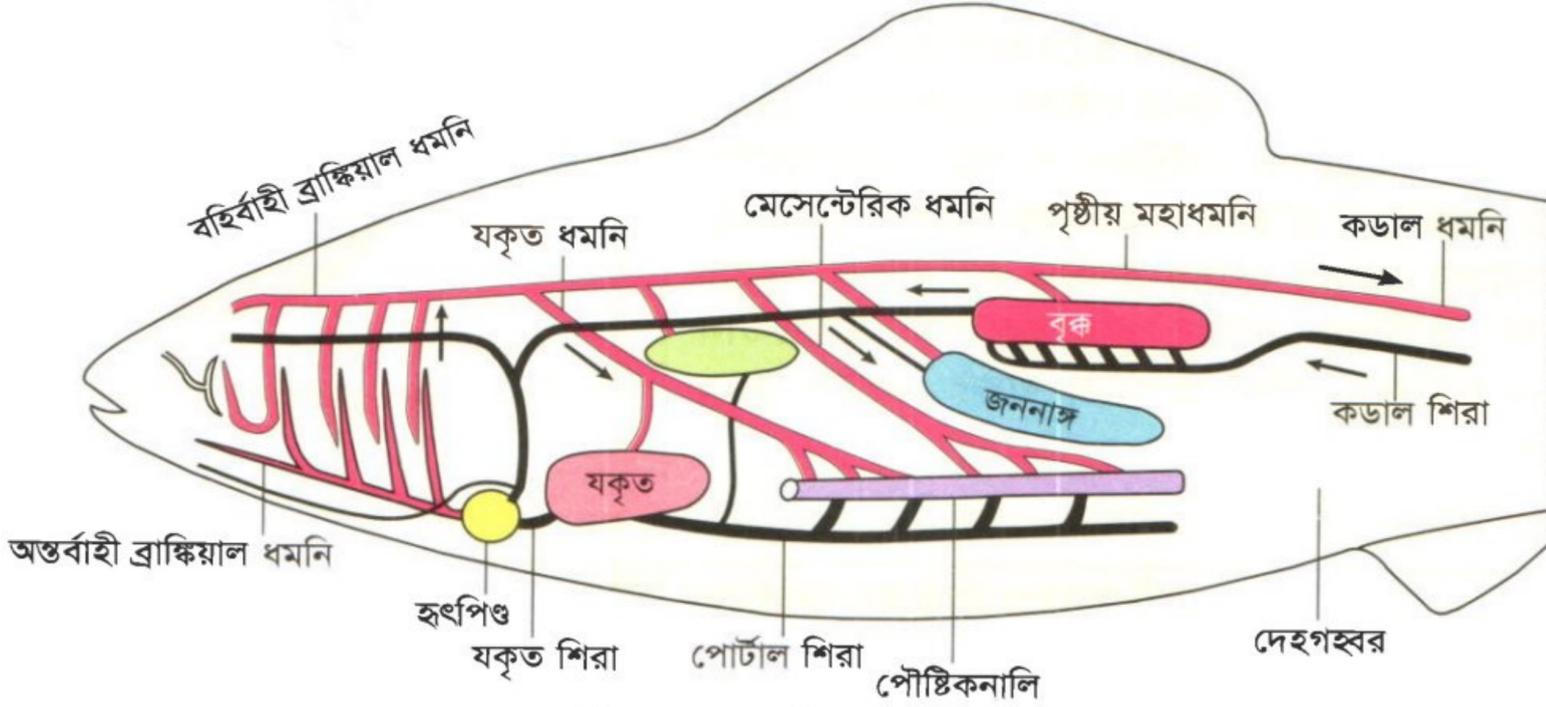
১) সিস্টেমিক শিরাতন্ত্র (Systemic Venous System) : যেসব শিরা দিয়ে দেহের বিভিন্ন অঙ্গ বা তন্ত্র থেকে রক্ত সরাসরি হৃৎপিণ্ডে ফিরে আসে সেগুলোকে সিস্টেমিক শিরা বলে। সিস্টেমিক শিরা নিয়ে গঠিত হয় সিস্টেমিক শিরাতন্ত্র। একজোড়া সম্মুখ কার্ডিনাল শিরা, একজোড়া জুগুলার শিরা ও একজোড়া পশ্চাৎ কার্ডিনাল শিরা রুই মাছের সিস্টেমিক শিরাতন্ত্রের প্রধান অংশ গঠন করে। দেহের সামনের অংশ থেকে সম্মুখ কার্ডিনাল শিরা ও জুগুলার শিরা রক্ত সংগ্রহ করে সেপাশের ডাক্টাস ক্যুভিয়েরি (ductus Cuvieri)-তে উন্মুক্ত হয়। পশ্চাৎ কার্ডিনাল শিরা দেহের পশ্চাৎভাগ থেকে রক্ত সংগ্রহ করে এবং সেপাশের ডাক্টাস ক্যুভিয়েরিতে



চিত্র ২.৩.৫ : রুই মাছের শিরাতন্ত্র

উন্মুক্ত হয়। উভয় পশ্চাৎ কার্ডিনাল শিরা সেগমেন্টাল শিরা, রেনাল শিরা, জেনিটাল শিরা ইত্যাদি থেকেও রক্ত গ্রহণ করে। উভয় ডাক্টাস ক্যুভিয়েরি হৃৎপিণ্ডের সাইনাস ভেনোসাসে মুক্ত হয়। প্রতিপাশের বক্ষ-পাখনা ও শ্রোণি-পাখনা থেকে সাবক্ল্যাভিয়ান শিরা রক্ত সংগ্রহ করে ডাক্টাস ক্যুভিয়েরির মাধ্যমে সাইনাস ভেনোসাসে প্রেরণ করে। তাছাড়া ডান ও বাম পশ্চাৎ কার্ডিনাল শিরা কয়েকটি অনুপ্রস্থ শিরা দিয়ে যুক্ত থাকে। এগুলোকে অনুপ্রস্থ অ্যানাস্টোমোসিস (transverse anastomosis) বলে।

**২. পোর্টাল শিরাতন্ত্র (Portal System) :** কৈশিকনালিকা থেকে সৃষ্টি হয়ে অক্সিজেনহীন রক্ত নিয়ে হৃৎপিণ্ডে যাওয়ার পথে যে সব শিরা অন্য কোনো অঙ্গে প্রবেশ করে আবার কৈশিকনালিতে পরিণত হয়, সেগুলোকে পোর্টাল শিরা বলে। পোর্টাল শিরা নিয়ে পোর্টাল শিরাতন্ত্র গঠিত হয়।



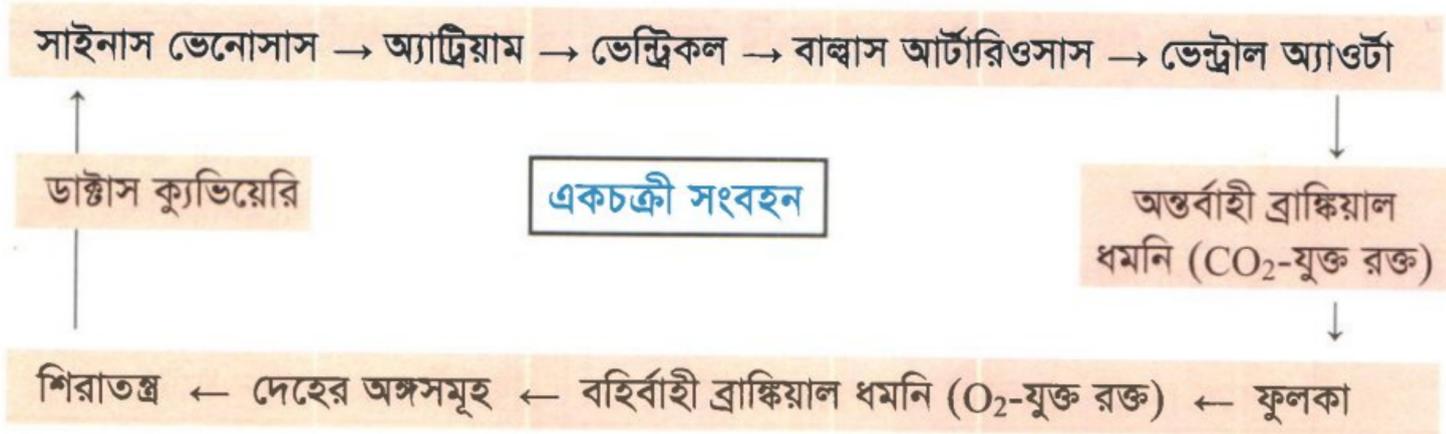
চিত্র ২.৩.৬ : রুই মাছের দেহে রক্ত সংবহন

হেপাটিক পোর্টালতন্ত্র ও রেনাল পোর্টালতন্ত্র নিয়ে রুই মাছের পোর্টালতন্ত্র গঠিত।

□ **হেপাটিক পোর্টালতন্ত্র (Hepatic portal system) :** হেপাটিক বা যকৃত পোর্টাল শিরা পরিপাকতন্ত্র থেকে রক্ত সংগ্রহ করে যকৃতে প্রবেশ করে সেখানে শাখায় বিভক্ত হয়ে রক্তজালক সৃষ্টি করে। যকৃত শিরা (hepatic vein) এই রক্তজালক থেকে রক্ত সংগ্রহ করে সরাসরি সাইনাস ভেনোসাসে উন্মুক্ত হয়।

□ **রেনাল পোর্টাল তন্ত্র (Renal portal system) :** দেহের লেজ অঞ্চল থেকে কডাল শিরা (caudal vein) রক্ত সংগ্রহ করে দেহকাণ্ডে প্রবেশ করে এবং দুটি শাখায় বিভক্ত হয়। ডান শাখাটি ডান পশ্চাৎ কার্ডিনাল শিরা হিসেবে সামনে অগ্রসর হয়, বাম শাখাটি বৃক্কে প্রবেশ করে বিভক্ত হয়ে জালিকা সৃষ্টি করে। একে রেনাল পোর্টাল শিরা বলে। বৃক্ক থেকে রক্ত বাম পশ্চাৎ কার্ডিনাল শিরা দিয়ে সংগৃহীত হয়ে ডাক্টাস ক্যুভিয়েরির মাধ্যমে সাইনাস ভেনোসাসে পৌঁছায়।

### এক নজরে রক্ত সংবহন প্রক্রিয়া

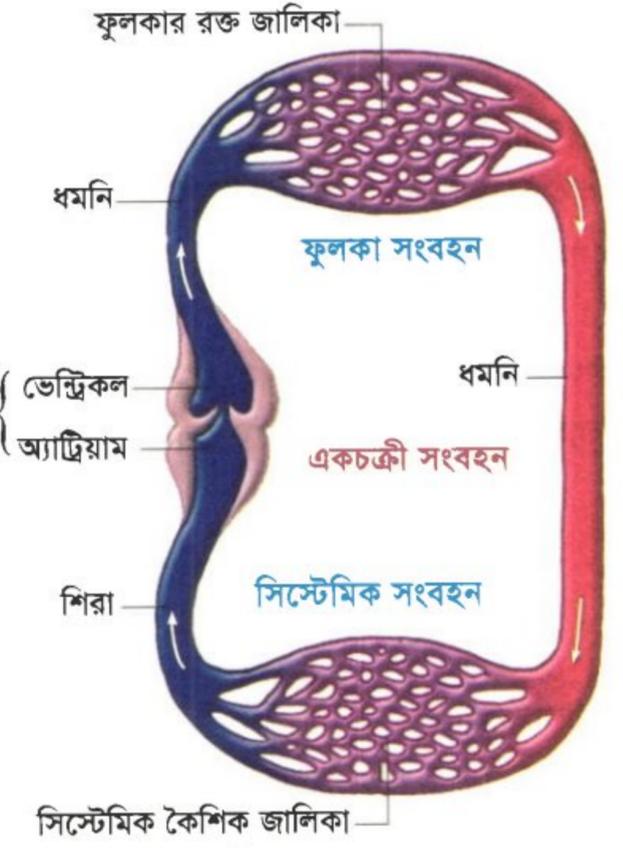


চিত্র ২.৩.৭ : রুই মাছের দেহে রক্ত প্রবাহের গতিপথ

### হৃৎপিণ্ডের মাধ্যমে রক্ত সংবহন

সঙ্কোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে হৃৎপিণ্ড রক্ত পরিবহন করে। কপাটিকাসমূহের নিয়ন্ত্রণের ফলে হৃৎপিণ্ডের প্রকোষ্ঠগুলোর মধ্যে রক্ত সংবহনের একমুখিতা দেখা যায় এবং এ ধরনের হৃৎপিণ্ডকে এক চক্রী হৃৎপিণ্ড (single circuit heart) বলে। হৃৎপিণ্ডের মধ্য দিয়ে কেবল CO<sub>2</sub>-সমৃদ্ধ রক্ত বাহিত হওয়ায় রুই মাছের হৃৎপিণ্ডকে ভেনাস হার্ট (venous heart) বা শিরা হৃৎপিণ্ড বলে। [DAT-18-19]

হৃৎপিণ্ড থেকে CO<sub>2</sub>-সমৃদ্ধ রক্ত একমুখী প্রবাহে O<sub>2</sub>-সমৃদ্ধ হওয়ার জন্য ফুলকায় প্রেরিত হয় এবং ফুলকা থেকে সারাদেহ হয়ে হৃৎপিণ্ডে ফিরে আসে। একটি ছন্দোময় তালে হৃৎপিণ্ডের বিভিন্ন অংশ নির্দিষ্ট সময় অন্তর সঙ্কুচিত হয়। প্রথমে সাইনাস ভেনোসাসে সঙ্কোচন ঘটে। পরে ক্রমশ অ্যাট্রিয়াম, ভেন্ট্রিকল ও বাল্বাস আর্টারিওসাস সঙ্কুচিত হয়। হৃৎপিণ্ডের প্রতিবার সঙ্কোচনকে সিস্টোল (systole) বলে। সিস্টোলের পরপরই হৃৎপিণ্ড প্রসারিত হয়ে আগের অবস্থায় ফিরে আসে। হৃৎপিণ্ডের প্রসারণ প্রক্রিয়াকে বলে ডায়াস্টোল (diastole)। হৃৎপিণ্ডের বিভিন্ন কপাটিকা রক্তের একমুখী প্রবাহ নিশ্চিত করে।



চিত্র ২.৩.৮ : হৃৎপিণ্ডের মাধ্যমে রক্ত সংবহন

✓ রক্তের গতিপথ : সাইনাস ভেনোসাস → অ্যাট্রিয়াম → ভেন্ট্রিকল → বাল্বাস আর্টারিওসাস → ফুলকা

### ✓ রুই মাছ ও মানুষের হৃৎপিণ্ডের মধ্যে পার্থক্য

তুলনীয় বিষয়	রুই মাছের হৃৎপিণ্ড	মানুষের হৃৎপিণ্ড
১. আকৃতি	নলাকৃতি।	মোচাকৃতি।
২. হৃৎপ্রাচীর	হৃৎপ্রাচীর পেরিকার্ডিয়াম নামে পরিচিত। এতে কোন বিভেদিত স্তর থাকে না এবং হৃৎপেশি নির্মিত।	হৃৎপ্রাচীর এপিকার্ডিয়াম, মায়োকার্ডিয়াম এবং এন্ডোকার্ডিয়াম নামক তিন স্তরে বিভেদিত। এন্ডোকার্ডিয়াম হৃৎপেশি নির্মিত।
৩. প্রকোষ্ঠ	দুই প্রকোষ্ঠ বিশিষ্ট-একটি অ্যাট্রিয়াম ও একটি ভেন্ট্রিকল।	চার প্রকোষ্ঠ বিশিষ্ট-দুটি অ্যাট্রিয়াম ও দুটি ভেন্ট্রিকল।
৪. উপ-প্রকোষ্ঠ	এতে সাইনাস ভেনোসাস নামক একটি উপ-প্রকোষ্ঠ থাকে।	এতে কোনো উপ-প্রকোষ্ঠ থাকে না।
৫. বাল্বাস আর্টারিওসাস	ভেন্ট্রিকল থেকে ভেন্ট্রাল অ্যাওর্টার উৎপত্তি হয়। এর গোড়ায় বাল্বাস আর্টারিওসাস নামক একটি স্ফীত অংশ থাকে।	বাম ভেন্ট্রিকল থেকে সিস্টেমিক অ্যাওর্টার এবং ডান ভেন্ট্রিকল থেকে পালমোনারি অ্যাওর্টার উৎপত্তি হয়। এতে বাল্বাস আর্টারিওসাস থাকে না।
৬. শিরা	এর উপ-প্রকোষ্ঠে ডাষ্টাস ক্যুভিয়েরি নামক দুটি বড় শিরা উন্মুক্ত থাকে।	এর ডান অ্যাট্রিয়ামে সুপিরিয়র ভেনাক্যাভা, ইনফিরিয়র ভেনাক্যাভা ও করোনারি সাইনাস নামক তিনটি বড় শিরা এবং বাম অ্যাট্রিয়ামে চারটি ছোট পালমোনারি শিরা উন্মুক্ত থাকে।
৭. রক্ত সংবহন	এর মধ্য দিয়ে শুধুমাত্র CO <sub>2</sub> -সমৃদ্ধ রক্ত অর্থাৎ শিরা রক্ত বাহিত হয়, তাই একে ভেনাস হার্ট বলে। এতে একচক্রী রক্ত সংবহন ঘটে।	এর মধ্য দিয়ে O <sub>2</sub> -সমৃদ্ধ এবং CO <sub>2</sub> -সমৃদ্ধ রক্ত অমিশ্রিতভাবে বাহিত হয়। অর্থাৎ এতে দ্বিচক্রী রক্ত সংবহন ঘটে।
৮. সমন্বয়	এটি ফুলকার সাথে সমন্বয় করে রক্ত সংবহন করে।	এটি ফুসফুসের সাথে সমন্বয় করে রক্ত সংবহন করে।

ব্যবহারিক

রুই মাছের বাহ্যিক গঠন পর্যবেক্ষণ

শ্রেণিবিন্যাস

Phylum : Chordata

Subphylum : Vertebrata

Class : Actinopterygii

Order : Cypriniformes

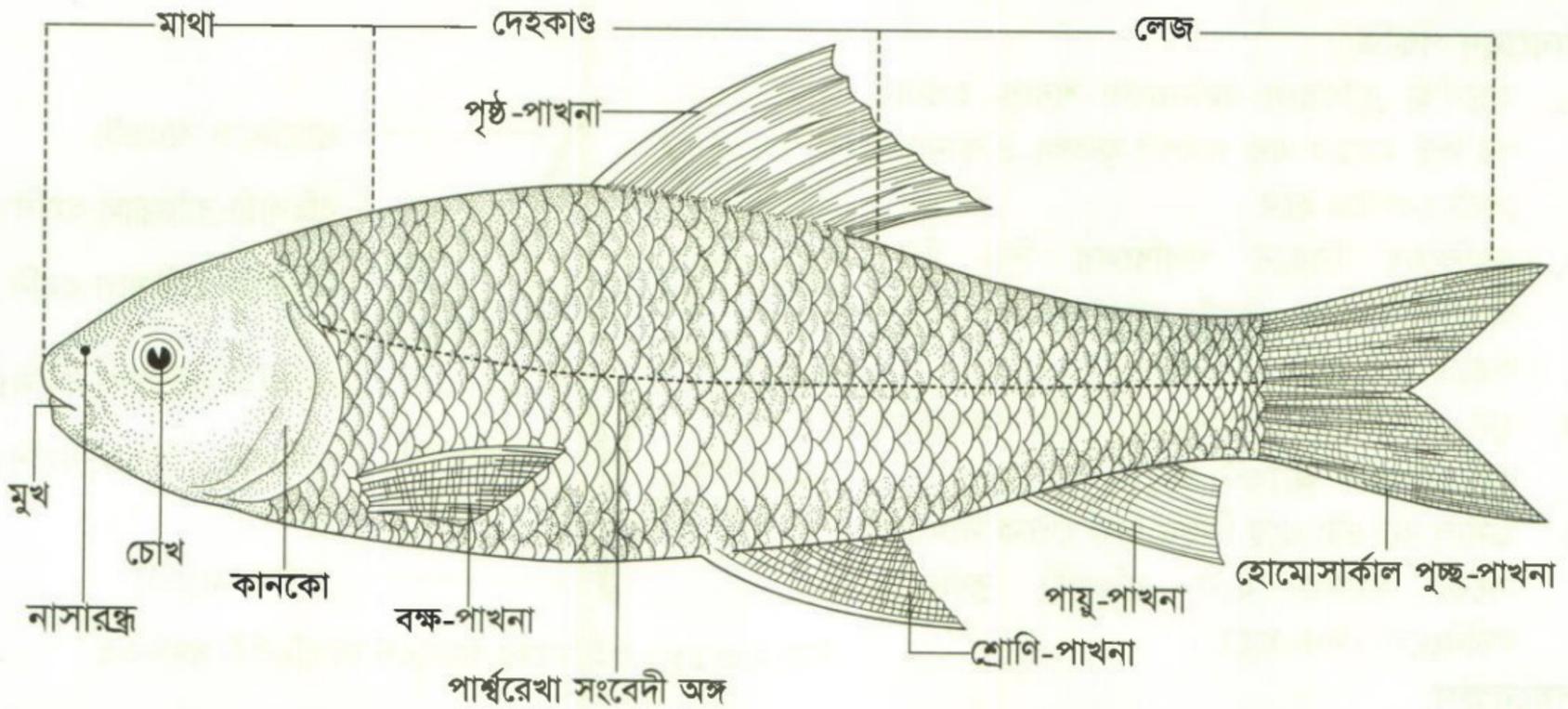
Family : Cyprinidae

Genus : *Labeo*

Species : *Labeo rohita* (রুই মাছ)

শনাক্তকারী বৈশিষ্ট্য

১. দেহ লম্বা, উদর অনেকটা গোলাকার।
২. মস্তক বড় ও তুন্ড ভোঁতা।
৩. মস্তকের অগ্রপ্রান্তে অর্ধডিম্বাকার মুখছিদ্র অবস্থিত।
৪. চোখ ও কানকো চওড়া।
৫. একজোড়া সরু, পাতলা ম্যাক্সিলারি বারবেল উপস্থিত।
৬. একজোড়া বক্ষ-পাখনা, একজোড়া শোণি-পাখনা, একটি পৃষ্ঠ-পাখনা ও একটি অক্ষীয়-পাখনা থাকে।
৭. পুচ্ছ-পাখনা হোমোসার্কাল ধরনের।



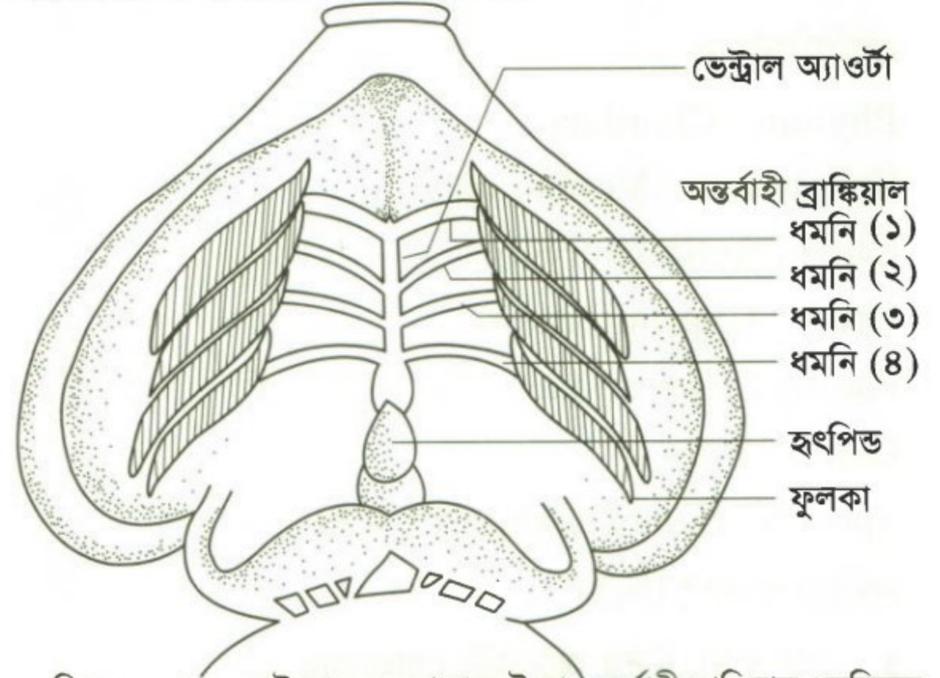
চিত্র ২.৩.৯ : *Labeo rohita* (রুই মাছ)-এর বাহ্যিক গঠন (পার্শ্বদৃশ্য)

### রুই মাছের রক্ত সংবহনতন্ত্র পর্যবেক্ষণ

#### ক. রুই মাছের (*Labeo*-র) অন্তর্বাহী বা অ্যাফারেন্ট ব্রাঙ্কিয়াল ধমনিতন্ত্র পর্যবেক্ষণ

##### ব্যবচ্ছেদ পদ্ধতি

- একটি রুই মাছকে চিৎ করে ব্যবচ্ছেদ ট্রেতে রেখে সাবধানে বক্ষ-অক্ষিচক্র কেটে সরিয়ে ফেলতে হবে।
- দেহের তলদেশীয় প্রান্তের ত্বক ও পেশি কেটে ফেলতে হবে।
- পেরিকার্ডিয়াম কেটে হৃৎপিণ্ডকে উন্মুক্ত করতে হবে।
- এবার হৃৎপিণ্ডের সম্মুখ প্রান্ত থেকে অক্ষীয় মহাধমনি বা ভেন্ট্রাল অ্যাওর্টা (ventral aorta)-র উৎপত্তি অনুসরণ করে পেশি কেটে পরিষ্কার করতে হবে।
- এ প্রক্রিয়ায় অক্ষীয় মহাধমনির উভয় পাশে চারটি করে অন্তর্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি দেখা যাবে।



চিত্র ২.৩.১০ : রুই মাছের অ্যাফারেন্ট বা অন্তর্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনিতন্ত্র

##### পর্যবেক্ষণ

- হৃৎপিণ্ডের সম্মুখ ভাগ থেকে ভেন্ট্রাল অ্যাওর্টা উৎপন্ন হয়ে সোজা সামনের দিকে প্রসারিত হয়েছে।
- ১ম অন্তর্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি (বাম ও ডান) : ভেন্ট্রাল অ্যাওর্টার অগ্রপ্রান্তের বিভক্তির মাধ্যমে উৎপন্ন হয়ে ১ম ফুলকা জোড়ায় প্রবেশ করেছে।
- ২য় অন্তর্বাহী ধমনি : ১ম জোড়ার কিছুটা পিছন থেকে উৎপন্ন হয়ে ২য় ফুলকা জোড়ায় প্রবেশ করেছে।
- ৩য় অন্তর্বাহী ধমনি : ২য় জোড়ার পিছন থেকে উৎপন্ন হয়ে ৩য় ফুলকা জোড়ায় প্রবেশ করেছে।
- ৪র্থ অন্তর্বাহী ধমনি : ৩য় জোড়ার পিছন থেকে উৎপন্ন হয়ে ৪র্থ ফুলকা জোড়ায় প্রবেশ করেছে।

#### খ. রুই মাছের বহির্বাহী বা ইফারেন্ট (Efferent) ব্রাঙ্কিয়াল ধমনিতন্ত্র পর্যবেক্ষণ

##### ব্যবচ্ছেদ পদ্ধতি

- অন্তর্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনিগুলো শনাক্ত হওয়ার পর রুই মাছের এক পাশের ফুলকা ও কানকো কেটে ফেলতে হবে।
- হৃৎপিণ্ডের পিছনে গলবিলের নিচ দিয়ে আড়াআড়িভাবে কেটে মুখগহ্বরকে উন্মুক্ত করতে হবে।
- খুব সাবধানে মুখগহ্বরের ঝিল্লি অপসারণ করলে ডর্সাল অ্যাওর্টা উন্মুক্ত হবে।
- ডর্সাল অ্যাওর্টা ধরে পিছন দিক থেকে সামনের দিকে অগ্রসর হলে বহির্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনিগুলো দেখা যাবে।



চিত্র ২.৩.১১ : রুই মাছের ইফারেন্ট বা বহির্বাহী ধমনিতন্ত্র

##### পর্যবেক্ষণ

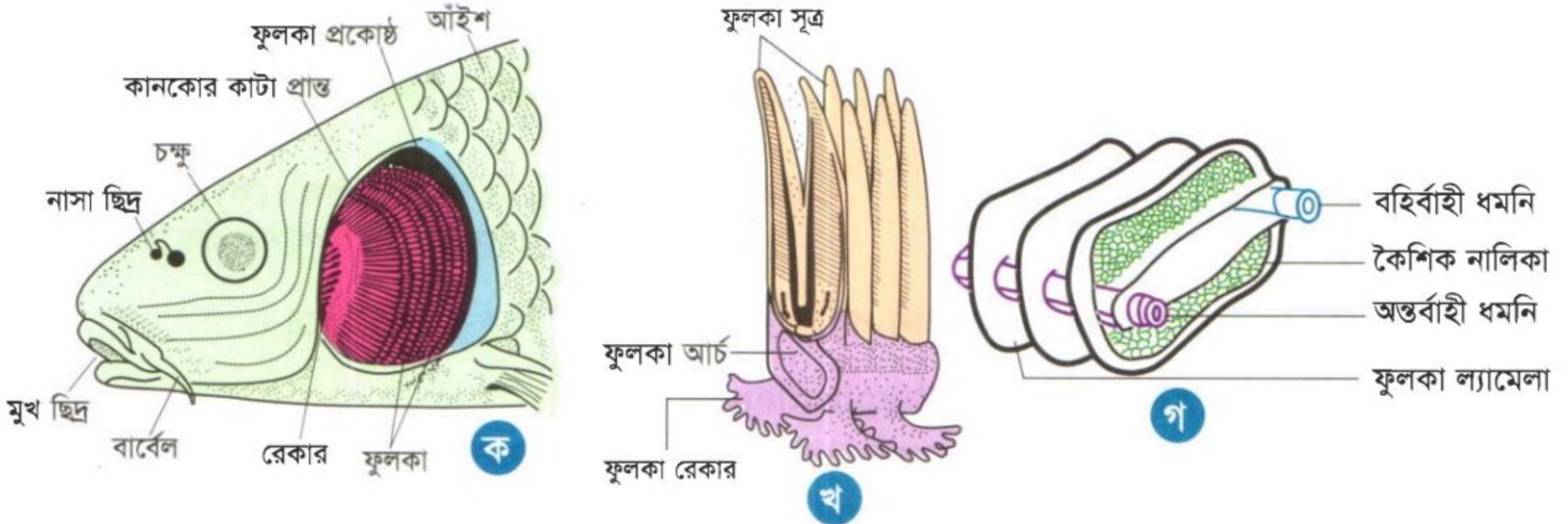
- ১ম ফুলকা থেকে ১ম বহির্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি বের হয়ে ল্যাটেরাল অ্যাওর্টাতে মিলিত হয়েছে।
- এর কিছুটা পিছনে অবস্থিত ২য় ফুলকা থেকে ২য় বহির্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি উৎপন্ন হয়ে ল্যাটেরাল অ্যাওর্টাতে মিলিত হয়েছে।
- একইভাবে ৩য় ও ৪র্থ ফুলকা থেকে যথাক্রমে ৩য় ও ৪র্থ বহির্বাহী ব্রাঙ্কিয়াল ধমনি বের হয়ে একত্রে মিলিত হওয়ার পর ডর্সাল অ্যাওর্টাতে প্রবেশ করেছে।
- দু'পাশে ল্যাটেরাল অ্যাওর্টা পিছন দিকে মিলিত হয়ে ডর্সাল অ্যাওর্টা গঠন করেছে।

### Labeo rohita-র শ্বসনতন্ত্র

যে বিপাকীয় প্রক্রিয়ায় জীবের জীবন্ত কোষগুলো পরিবেশ থেকে অক্সিজেন গ্রহণ করে, গৃহীত  $O_2$  দিয়ে কোষ মধ্যস্থ খাদ্যকে জারিত করে বিভিন্ন শারীরবৃত্তীয় ও বিপাকীয় কাজের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি (ATP) উৎপন্ন করে এবং উপজাত হিসেবে  $CO_2$  পরিবেশে মুক্ত করে তাকে শ্বসন (respiration) বলে। যেসব অঙ্গের মাধ্যমে জীবের শ্বসনকার্য পরিচালিত হয় সেগুলো মিলিতভাবে শ্বসনতন্ত্র গঠন করে।

শ্বসনের সামগ্রিক প্রক্রিয়াকে দুটি পর্যায়ে ভাগ করা যায়, যথা- বহিঃশ্বসন ও অন্তঃশ্বসন। বহিঃশ্বসন প্রক্রিয়ায় জীব পরিবেশ থেকে  $O_2$  গ্রহণ করে ও পরিবেশে  $CO_2$  ত্যাগ করে। অন্তঃশ্বসন প্রক্রিয়ায় কোষে গৃহীত  $O_2$  দিয়ে খাদ্য জারিত হয় এবং  $CO_2$ , পানি ও শক্তি উৎপন্ন হয়। রুই মাছ জলজ প্রাণী হওয়ায় এরা পানিতে দ্রবীভূত অক্সিজেন গ্রহণ করে। ফুলকা (gill) রুই মাছের প্রধান অঙ্গ।

ফুলকা (gill) : রুই মাছের মাথার পিছন দিকে কানকো দিয়ে ঢাকা যে চারজোড়া শ্বাস অঙ্গ থাকে, সেগুলোকে ফুলকা বলে। প্রত্যেক ফুলকা দেখতে চিরুনির মতো এবং দুই সারি ফুলকা সূত্র (gill filament) বহন করে। প্রত্যেক ফুলকা দুটি সদৃশ অর্ধাংশ নিয়ে গঠিত। প্রত্যেক অর্ধাংশকে বলে হেমিব্রাঙ্ক (hemibranch; অর্ধফুলকা) এবং দুটি হেমিব্রাঙ্ক নিয়ে গঠিত একটি পূর্ণাঙ্গ ফুলকাকে বলে হোলোব্রাঙ্ক (holobranch; পূর্ণ ফুলকা)। প্রত্যেক হেমিব্রাঙ্ক একসারি করে ফুলকা সূত্র বহন করে। এগুলো গোড়ায় একটি অতিখর্ব আন্তঃফুলকা ব্যবধায়কে যুক্ত, শীর্ষে মুক্ত। এ ধরনের ফুলকাকে ফিলিফরম (filiform) বা পেট্টিনেট (pectinate) ফুলকা বলে। প্রত্যেক ফুলকা সূত্র ক্ষুদ্রাকায় অনেক অনুপ্রস্থ পেট বা ল্যামেলি (lamellae) বহন করে। ল্যামেলিগুলো কৈশিকজালিকা-সমৃদ্ধ পাতলা এপিথেলিয়ামে আবৃত। প্রত্যেক ল্যামেলামের একপাশ দিয়ে অন্তর্বাহী ধমনি (afferent artery) ও অন্যপাশ দিয়ে বহির্বাহী ধমনি (efferent artery) বিস্তৃত হয়।



চিত্র ২.৩.১২ : Labeo-র (ক) বামপাশের ফুলকা; (খ) ফুলকার একাংশ; (গ) ফুলকার রক্তনালি

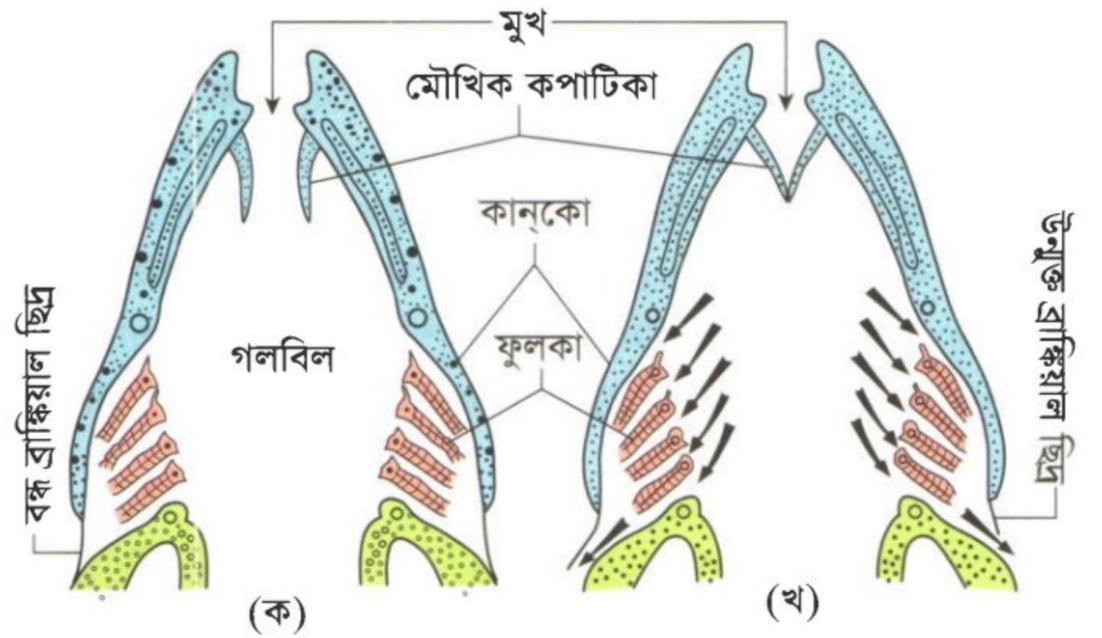
রুই মাছের গলবিলের দুপাশে দুটি ফুলকা প্রকোষ্ঠ (gill chamber) থাকে। প্রত্যেক প্রকোষ্ঠে ৪টি করে মোট চার জোড়া ফুলকা অবস্থান করে। অস্থিময় অপারকুলাম (operculum) বা কানকো দিয়ে ফুলকাগুলো ঢাকা থাকে। কানকোর পশ্চাৎপ্রান্তে একটি পেশল, নরম ব্রাঙ্কিওস্টেগাল পর্দা (branchiostegal membrane) থাকে। প্রত্যেক ফুলকা প্রকোষ্ঠ বাইরের দিকে একটি বৃহৎ অর্ধচন্দ্রাকার বহিঃফুলকা ছিদ্র দিয়ে উন্মুক্ত। ব্রাঙ্কিওস্টেগাল পর্দা বহিঃফুলকা ছিদ্রকে বন্ধ বা খুলতে পারে। গলবিলের পার্শ্বপ্রাচীরে পাঁচ জোড়া অন্তঃফুলকা ছিদ্র থাকে। এসব ছিদ্রের মধ্যবর্তী গলবিলের প্রাচীর অস্থিনির্মিত এবং দেখতে আর্চের মতো। এগুলোকে ফুলকা আর্চ (gill arch) বলে। গলবিলের প্রতি পাশে পাঁচটি করে ফুলকা আর্চ থাকে। প্রথম চারটি ফুলকা আর্চে একটি করে ফুলকা অবলম্বিত থাকে। পঞ্চম ফুলকা আর্চ কোনো ফুলকা বহন করে না। হাইওয়েড আর্চের হ্রাসপ্রাপ্ত ফুলকা বা সিউডোব্রাঙ্কিয়া (pseudobranchia) কানকোর ভিতরের দিকে একটি চাকের মতো লেগে থাকে। এতে মাত্র একসারি ফুলকা সূত্র থাকে। ফুলকা আর্চের ভিতরের দিকে গলবিল প্রাচীর থেকে কয়েকটি ভাঁজের সৃষ্টি হয়। এদের ফুলকা রেকার (gill raker) বলে। এগুলো ফুলকাছিদ্রে খাদ্য প্রবেশে বাধা দিয়ে ছাকনি হিসেবে কাজ করে।

### শ্বসন কৌশল (Mechanism of Respiration)

রুই মাছে দুই ধাপে শ্বাসক্রিয়া ঘটে— শ্বাসগ্রহণ ও শ্বাসত্যাগ। এক্ষেত্রে ফুলকা প্রকোষ্ঠ চোষণ পাম্প (suction pump) হিসেবে কাজ করে।

১. শ্বাসগ্রহণ বা পানির অন্তঃপ্রবাহ বা প্রশ্বাস (Inspiration) : হাইপোব্রাঙ্কিয়াল বা হাইপোগ্লোসাল পেশি, হাইওয়েড আর্চ ও ফুলকা আর্চের ক্রিয়ায় গলবিল ও মুখ গহ্বরের প্রসারণ ঘটে। এ সময় ফুলকা আর্চ বাইরের দিকে প্রসারিত হয় এবং মুখের সামনে অবস্থিত কপাটিকা খুলে যায়। মুখ গহ্বরের প্রকোষ্ঠের আয়তন বেড়ে যাওয়ায়  $O_2$ -সমৃদ্ধ পানি বাইরের পরিবেশ থেকে মুখছিদ্রের মধ্য দিয়ে মুখগহ্বর ও গলবিলে প্রবেশ করে এবং ফুলকা প্রকোষ্ঠের ফুলকাগুলোকে পানিসিক্ত করে। এ সময় কানকো সংলগ্ন ব্রাঙ্কিওস্টেগাল পর্দা দেহের বহির্গাত্রের সাথে দৃঢ়ভাবে আটকে থেকে বহিঃফুলকা ছিদ্রকে বন্ধ করে রাখে।

২. শ্বাসত্যাগ বা পানির বহিঃপ্রবাহ বা নিঃশ্বাস (Expiration) : এ পর্যায়ে মুখগহ্বর ও গলবিলের সঙ্কোচনের ফলে আগে প্রসারিত প্রকোষ্ঠ আয়তনে কমে যায় এবং পানির উপর চাপের সৃষ্টি হয়। ফলে পানি ব্রাঙ্কিওস্টেগাল পর্দা খুলে বহিঃফুলকা ছিদ্রপথে বেরিয়ে যায়। এসময় মৌখিক কপাটিকা (oral valve) মুখছিদ্রকে বন্ধ করে রাখে বলে ঐ পথে পানি বাইরে যেতে পারে না।



চিত্র ২.৩.১৩ : Labeo-র শ্বসন কৌশল : (ক) প্রশ্বাস; (খ) নিঃশ্বাস। তীরচিহ্ন পানির গতি নির্দেশক

আনুষঙ্গিক শ্বসন অঙ্গ (Accessory Respiratory Organ) : বলতে গেলে, রুই মাছে অতিরিক্ত কোন শ্বসন অঙ্গ নেই। তবে কৈশিকজালিকা-সমৃদ্ধ ব্রাঙ্কিওস্টেগাল পর্দা এবং পটকা শ্বসনে কিছু সহায়তা করে।

### শ্বসনের শারীরতত্ত্ব (Physiology of Respiration)

অন্তর্বাহী ফুলকা ধমনি  $CO_2$ -সমৃদ্ধ রক্ত বয়ে এনে ফুলকা সূত্রকের কৈশিকজালকে ছেড়ে দেয়। এসময় শ্বাস গ্রহণকালে নেয়া  $O_2$ -সমৃদ্ধ পানি ফুলকা সূত্রকের উপর দিয়ে বয়ে গেলে ব্যাপন প্রক্রিয়ায় গ্যাসীয় বিনিময় ঘটে। রক্ত পানিতে  $CO_2$  ত্যাগ করে ও পানি থেকে  $O_2$  গ্রহণ করে।  $O_2$ -সমৃদ্ধ রক্ত তখন বহিঃফুলকা ধমনির সাহায্যে গৃহীত হয় এবং সারাদেহে ছড়িয়ে পড়ে।

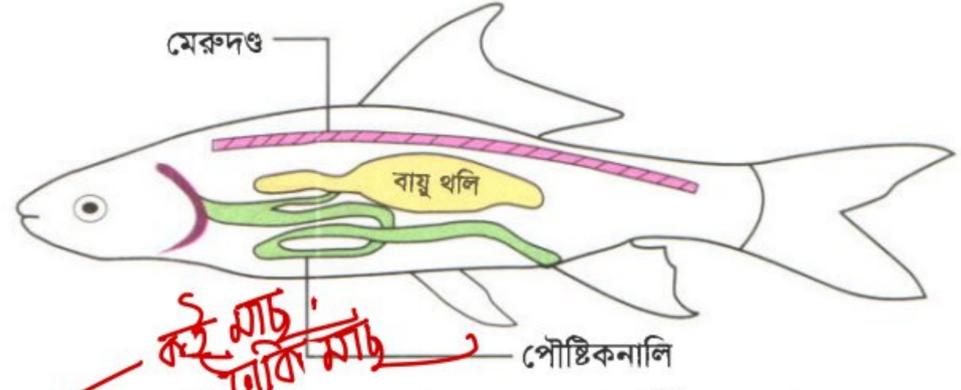
প্রতিস্রোত তন্ত্র (Counter current system) : রুই মাছের ফুলকায় অবস্থিত রক্ত নালিকার মধ্য দিয়ে রক্ত অবিরাম পানিস্রোতের বিপরীতে প্রবাহিত হয়। একে প্রতিস্রোত তন্ত্র বলে। এতে রক্তে সর্বোচ্চ অক্সিজেন (৮০%) গ্রহণ নিশ্চিত হয়। বিপরীতমুখী পানিস্রোতে রক্ত থেকে বেশি ঘনত্বে অক্সিজেন থাকায় এটি ঘটে। একটি দীর্ঘস্থায়ী ঘনত্ব নতিমাত্রা (concentration gradient) সৃষ্টি হওয়ায় পানির অক্সিজেন খুব সহজেই রক্তে দ্রবীভূত হয়। ফুলকায় বিদ্যমান ল্যামিলিগুলো অক্সিজেনের শোষণতল বাড়িয়ে দেয়। ফুলকা সূত্রকের প্রান্তভাগ পরস্পরকে অতিক্রম করে। ফলে ফুলকা প্রকোষ্ঠে পানি প্রবাহের গতি মন্থর থাকে যাতে গ্যাস বিনিময়কাল দীর্ঘ হয়।

## বায়ুথলি বা সন্তরণ থলি বা পটকা বা হাইড্রোস্ট্যাটিক অঙ্গ ✱

(Air/Swim Bladder or Hydrostatic Organ)

রুই মাছসহ অধিকাংশ অস্থিময় মাছের দেহগহ্বরে অবস্থিত পাতলা প্রাচীরবিশিষ্ট, বায়ুপূর্ণ, চকচকে সাদা বর্ণের থলির মতো একটি গঠনকে বায়ুথলি বলে। এটি মেরুদণ্ডের নিচে এবং পৌষ্টিকনালির উপরে অবস্থান করে। মূলত গলবিলের পৃষ্ঠপ্রাচীর থেকে একটি অভিক্ষেপ আকারে এটি সৃষ্টি হয়। এতে যে গ্যাস রয়েছে তার অধিকাংশই  $O_2$ , তবে সামান্য পরিমাণে  $N_2$  ও  $CO_2$  থাকে। সিলিয়াকো মেসেন্টেরিক ধমনির শাখা বায়ুথলিতে রক্ত সরবরাহ করে এবং বায়ুথলি থেকে যুক্ত পোর্টাল শিরায় যোগদানকারী শিরা দিয়ে রক্ত হৃৎপিণ্ডে পৌঁছায়।

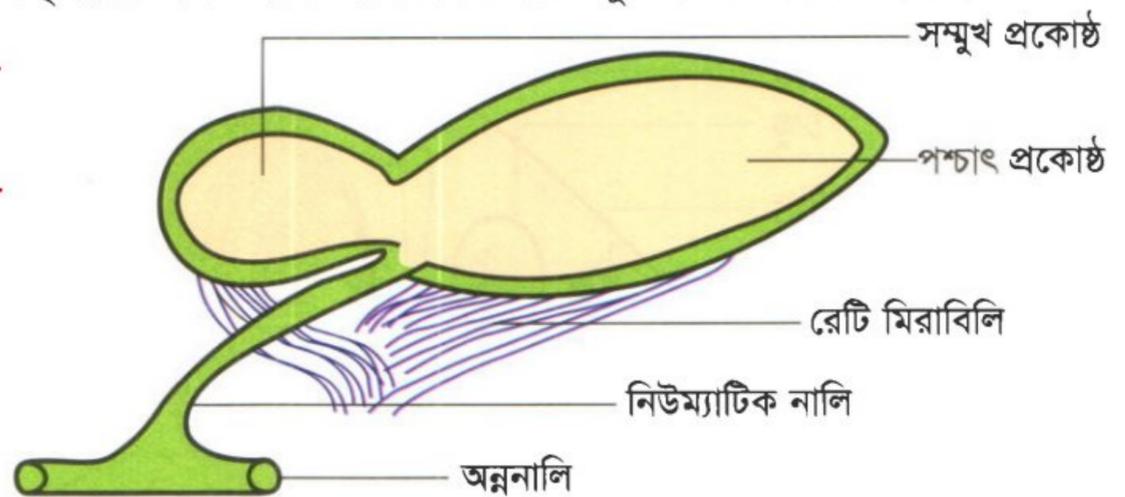
রুই মাছের বায়ুথলি একটি গভীর খাঁজ দিয়ে দুটি অসম প্রকোষ্ঠে বিভক্ত থাকে- সামনের প্রকোষ্ঠটি ছোট আর পিছনেরটি বড়। অন্ননালি ও বায়ুথলির মাঝে একটি সংযোগকারী নালি থাকে। একে নিউম্যাটিক নালি (pneumatic duct) বা ডাক্টাস নিউমেটিকাস (ductus pneumaticus) বলে। যেসব বায়ুথলি নালিপথে অন্ননালির সাথে যুক্ত থাকে সেসব বায়ুথলিকে ফাইসোস্টোমাস (physostomous) বায়ুথলি বলে। পক্ষান্তরে, যেসব বায়ুথলি অন্ননালির সাথে যুক্ত থাকে না সেগুলোকে বলে ফাইসোক্লিস্টাস (physoclistus) বায়ুথলি। সিপ্রিনিড মাছে (রুই, কাতলা, পুটি ইত্যাদি) ফাইসোস্টোমাস ধরনের বায়ুথলি পাওয়া যায়। বায়ুথলির বাইরের দিক ঘনসিল্লিবিষ্ট রক্তজালকসমৃদ্ধ। এর প্রাচীর দ্বিস্তরবিশিষ্ট, বাইরে যোজক টিস্যু নির্মিত টিউনিকা এক্সটার্না (tunica externa) এবং ভিতরের মসৃণ পেশি নির্মিত টিউনিকা ইন্টার্না (tunica interna)।



চিত্র ২.৩.১৪ : মাছের দেহে বায়ুথলির অবস্থান

বায়ুথলির উভয় প্রকোষ্ঠের অন্তঃপ্রাচীরের এপিথেলিয়ামে একটি করে লাল রঙের গ্যাসগ্রন্থি থাকে। এদের নাম রেটিয়া মিরাবিলিয়া (retia mirabilia; একবচনে-রেটি মিরাবিলি)। রেটি মিরাবিলি মূলত ঘনসিল্লিবিষ্ট কৈশিকজালিকার গুটি। অগ্র প্রকোষ্ঠের গ্যাস গ্রন্থি রক্ত থেকে গ্যাস শোষণ করে বায়ুথলিতে ক্ষরণ করে। অন্যদিকে, পশ্চাৎ প্রকোষ্ঠের গ্যাসগ্রন্থি বায়ুথলি থেকে গ্যাস শোষণ করে রক্তে প্রেরণ করে।

রুই মাছের বায়ুথলি কতকগুলো ক্ষুদ্র অস্থি দিয়ে ঘনিষ্ঠভাবে অন্তঃকর্ণের সাথে যুক্ত। আবিষ্কারক জার্মান বিজ্ঞানী আর্নেস্ট হেনরিচ ভেবার (Ernst Heinrich Weber)-এর নামানুসারে এসব অস্থিকে ভেবেরিয়ান অসিকল (Weberian ossicles; জার্মান ভাষায় W এর উচ্চারণ V এর মতো) বলে। এ সংযোগ দিয়ে বায়ুথলিতে গ্যাসের পরিবর্তিত চাপ অন্তঃকর্ণের পেরিলিম্ফে পরিবাহিত হয় যা মাছের ভারসাম্য রক্ষায় ভূমিকা রাখে।



চিত্র ২.৩.১৫ : রুই মাছের বায়ুথলি

### বায়ুথলির কাজ ✱

১) পুবতা রক্ষা : বায়ুথলি পুবতা রক্ষাকারী অঙ্গ হিসেবে কাজ করে। এটি ভিতরের গ্যাসের পরিমাণ বাড়িয়ে বা কমিয়ে মাছের দেহের আপেক্ষিক গুরুত্ব নিয়ন্ত্রণ করে।

২) অভিযোজনক্ষম ভাসন্ত : বায়ুথলি মাছের ভাসন্ত অঙ্গ হিসেবে কাজ করে। পানির যেকোনো গভীরতায় বায়ুথলি পরিবর্তিত হয়ে পরিবেশ উপযোগী হতে পারে এবং সক্রিয়ভাবে সাঁতারে সহায়তা করে।

৩) **শ্বসন** : বায়ুথলি  $O_2$  এর আধার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। পানিতে  $O_2$  এর ঘাটতি দেখা দিলে বায়ুথলিতে উপস্থিত গ্যাস সে ঘাটতি পূরণ করে মাছের শ্বসনে সাহায্য করে।

৪) **প্রতিধ্বনি সৃষ্টি** : বায়ুথলি পানিতে উৎপন্ন শব্দের প্রতিধ্বনি সৃষ্টি করতে পারে যা ভেবেরিয়ান অসিকল দিয়ে অন্তঃকর্ণে পৌঁছালে মাছ শব্দ শুনতে পায়।

৫) **শব্দ উৎপাদন** : বায়ুথলি শব্দ উৎপাদনেও সহযোগিতা করে। বায়ুথলির নিউম্যাটিক নালি দিয়ে বেরিয়ে আসা বাতাস শব্দ উৎপাদন করে। কোনো কোনো মাছের বায়ুথলির প্রাচীর প্রয়োজনে প্রকম্পিত হয়ে হিস্ হিস্, ঘোং ঘোং বা ঢাকের শব্দের মতো আওয়াজ সৃষ্টি করে। এভাবে এরা শত্রুকে ভয় দেখায় এবং যৌন সঙ্গীকে আকৃষ্ট করে।

৬) **চাপ নিয়ন্ত্রণ** : পানিতে বিভিন্ন গভীরতায় ওঠা-নামা করার সময় মাছের দেহে চাপের সাম্যাবস্থা বজায় রাখতে বায়ুথলি চাপ গ্রাহক ও নিয়ন্ত্রক অঙ্গ হিসেবে প্রয়োজন অনুযায়ী সঙ্কুচিত বা প্রসারিত হয়।

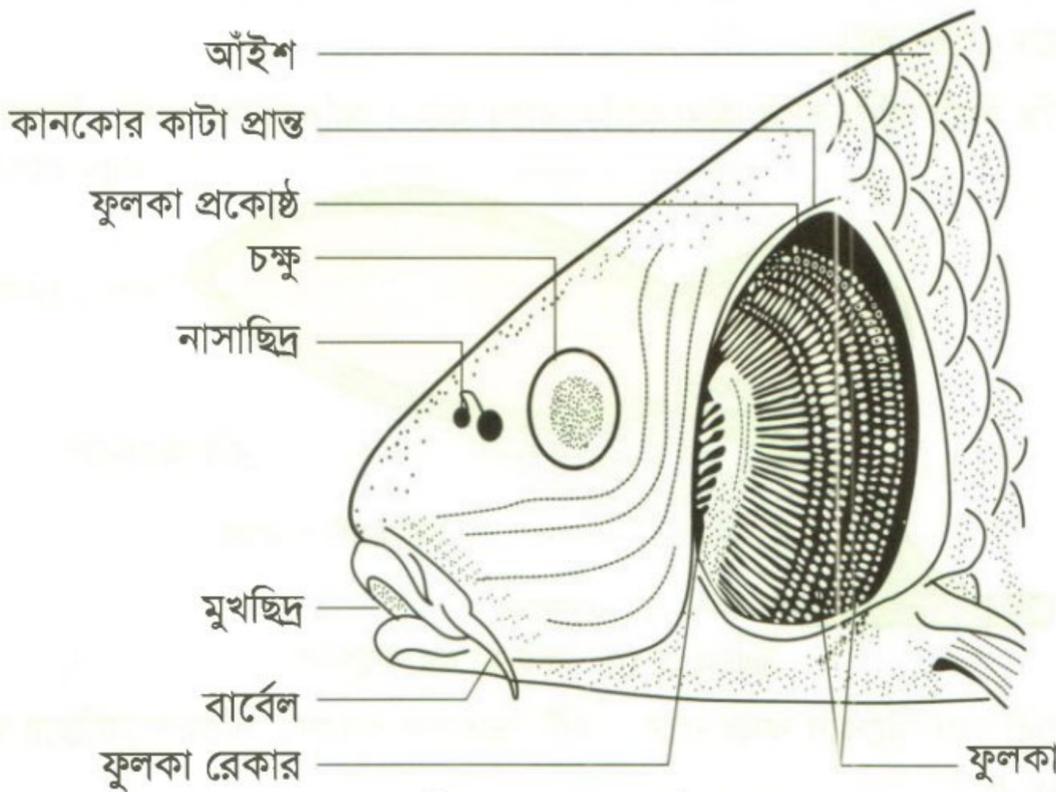
## ব্যবহারিক অংশ

### ১. রুই মাছের ফুলকা পর্যবেক্ষণ

**ব্যবচ্ছেদ পদ্ধতি** : একটি রুই মাছ নিয়ে এর এক পাশের কানকো বা অপারকুলামটি সাবধানে কেটে ফেললে ফুলকা উন্মুক্ত হবে।

#### পর্যবেক্ষণ

১. ফুলকা (gill) হচ্ছে রুই মাছের শ্বসন অঙ্গ। এটি গাঢ় লাল বর্ণের এবং এর এক প্রান্ত চিরুনির দাঁতের মতো সূক্ষ্মভাবে চেরা। প্রত্যেক ফুলকা দুটি অনুরূপ অর্ধাংশ দিয়ে গঠিত।
২. কানকো দিয়ে আবৃত প্রতিটি ফুলকা প্রকোষ্ঠে চারটি করে ফুলকা পর পর সজ্জিত থাকে।
৩. গলবিলের প্রাচীরের দুদিকে পাঁচটি করে ফুলকা ছিদ্র থাকে। ছিদ্রগুলো ফুলকা আর্চ (gill arch) দিয়ে বিভক্ত।
৪. প্রত্যেক ফুলকা আর্চের ভিতরের অবতল প্রান্তে দাঁতের মতো ফুলকা রেকার এবং বাইরের উত্তল প্রান্তে দুই সারি ফুলকা সূত্র (gill filament) থাকে।



চিত্র ২.৩.১৬ : রুই মাছের ফুলকা

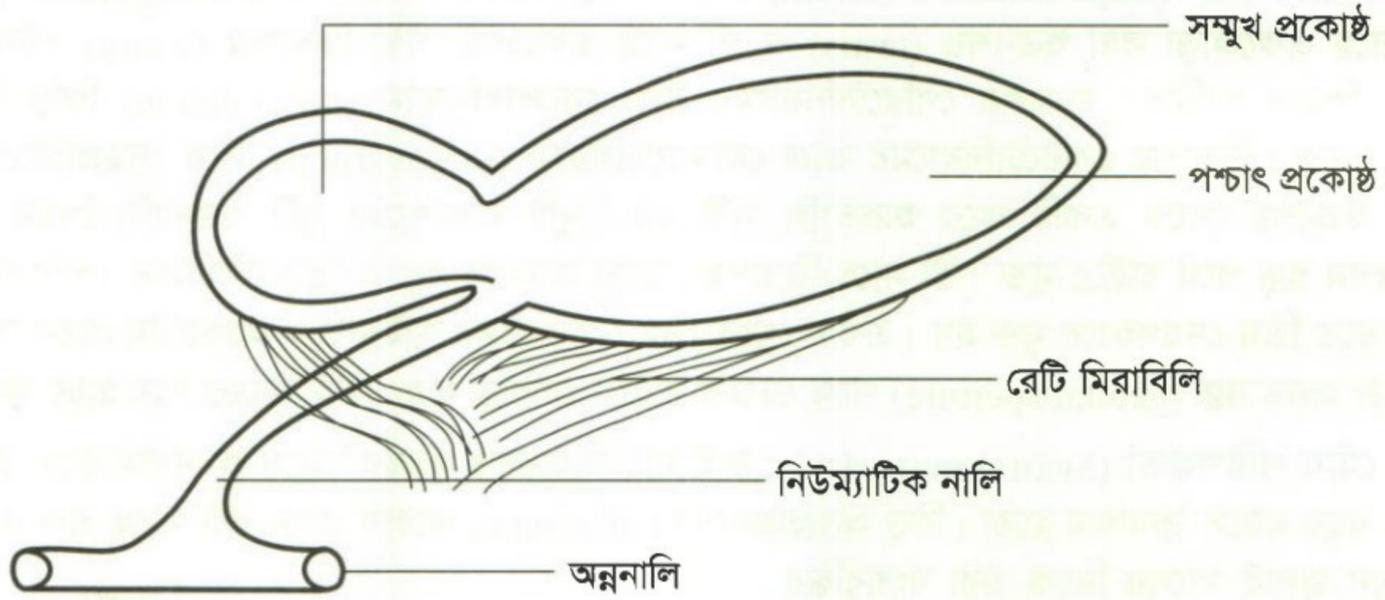


চিত্র ২.৩.১৭ : রুই মাছের ফুলকা সূত্র

## ২. রুই মাছের বায়ুথলি বা পটকা পর্যবেক্ষণ

### ব্যবচ্ছেদ পদ্ধতি

১. একটি রুই মাছ চিং করে ট্রের উপর রেখে লেজ ও কানকোর দিকে পিন দিয়ে আটকে দিতে হবে।
২. স্ক্যালপেলের সাহায্যে পেটের দিকে ছিদ্র করে লম্বালম্বিভাবে পায়ু থেকে গলবিল পর্যন্ত চিরে মাংসপেশি ও ত্বক কেটে নিতে হবে।
৩. গলবিল অঞ্চলের পেশি কেটে ফেলতে হবে।
৪. পরিপাক নালি, পরিপাক গ্রন্থিসহ দেহাভ্যন্তরের অন্যান্য অংশ অপসারণ করলে পটকা দেখা যাবে।



চিত্র ২.৩.১৮ : রুই মাছের বায়ুথলি

### পর্যবেক্ষণ

১. পাকস্থলির উপরের প্রান্তে পটকাটি পাকস্থলির সাথে সমান্তরালভাবে অবস্থিত।
২. একটি গভীর খাঁজ দিয়ে পটকা দুটি প্রকোষ্ঠে বিভক্ত-ছোট সম্মুখ প্রকোষ্ঠ এবং বড় পশ্চাৎ প্রকোষ্ঠ।
৩. বায়ু থলিটি বাতাসে পূর্ণ।
৪. নিউম্যাটিক নালি (pneumatic duct) নামক সরু নালির সাহায্যে পটকাটি অন্ননালির সাথে যুক্ত।

### রুই মাছ ও মানুষের শ্বসন অঙ্গের মধ্যে পার্থক্য

তুলনীয় বিষয়	রুই মাছের শ্বসন অঙ্গ	মানুষের শ্বসন অঙ্গ
১. শ্বসন অঙ্গের নাম	রুই মাছের শ্বসন অঙ্গ ফুলকা।	মানুষের শ্বসন অঙ্গ ফুসফুস।
২. অভিযোজন	ফুলকা জলীয় শ্বসনের জন্য অভিযোজিত।	ফুসফুস স্থলজ শ্বসনের জন্য অভিযোজিত।
৩. সংখ্যা ও অবস্থান	ফুলকাগুলো চিরুনি আকারের, সংখ্যায় ৪ জোড়া, গলবিলের দুপাশে দুটি ফুলকা-প্রকোষ্ঠে সমান সংখ্যায় অবস্থান করে।	ফুসফুস স্পঞ্জি থলির মতো, সংখ্যায় ২টি, বক্ষ গহবরে ডায়াফ্রামের উপরে অবস্থান করে।
৪. একক	প্রত্যেক ফুলকা সূত্র অনেকগুলো ল্যামেলি নিয়ে গঠিত হয়।	প্রত্যেক ফুসফুস অসংখ্য অ্যালভিওলাই বা বায়ুথলি নিয়ে গঠিত হয়।
৫. এককের গঠন	ল্যামেলিগুলো ক্ষুদ্র, চ্যাপ্টা পেটের মতো এবং রক্তজালিকা-সমৃদ্ধ পাতলা এপিথেলিয়ামে আবৃত।	অ্যালভিওলাইগুলো ক্ষুদ্র থলির মতো এবং রক্তজালিকা-সমৃদ্ধ পাতলা এপিথেলিয়ামে আবৃত।
৬. আবরণ	প্রতিটি ফুলকার চারদিকে পৃথক কোনো আবরণ থাকে না।	প্রতিটি ফুসফুস পুরা নামক একটি আবরণে আবৃত থাকে।
৭. O <sub>2</sub> গ্রহণ	ফুলকাগুলো পানির দ্রবীভূত O <sub>2</sub> গ্রহণের জন্য উপযোগী।	ফুসফুস বায়ুমণ্ডলের মুক্ত O <sub>2</sub> গ্রহণের জন্য উপযোগী।

## রুই মাছের প্রজনন ও জীবনবৃত্তান্ত (Reproduction and Life-history)

স্রোতবিহীন বদ্ধ জলাশয় যেমন-পুকুর, হাওড়, বাওড়, দীঘি, হ্রদ ইত্যাদিতে রুই মাছ কখনো ডিম পাড়ে না। রুই মাছের সার্থক প্রজননের জন্য প্রয়োজন হয় সঠিক পরমাণ অক্সিজেন, তাপমাত্রা ও খাদ্য সমন্বিত, স্রোত ও ঘোলা এবং শক্রমুক্ত আদর্শ পরিবেশ যেখানে এরা নির্বিঘ্নে ডিম ছাড়তে পারে। উপযুক্ত পরিবেশের অভাবে পরিপক্ক ডিমগুলো দেহে শোষিত হয়। এ ঘটনাকে অ্যাটারেশিয়া (atresia) বলে। নিচে রুই মাছের প্রজননের ধাপ সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত আলোচনা করা হলো।

১. **প্রজনন তন্ত্র (Reproductive system)** : জনন ঋতুতে জনন অঙ্গ বা গোনাড (gonad) পূর্ণ বিকশিত হয়। পুরুষ মাছে একজোড়া লম্বা শুক্রাশয় (testis) ও স্ত্রী মাছে একজোড়া লম্বা ডিম্বাশয় (ovary) পটকার নিচে উদরীয় গহ্বরের পিছনে শায়িত। শুক্রাশয় পেরিটোনিয়ামের ভাঁজ মেসোরকিয়াম (mesorchium) ঝিল্লি দিয়ে দেহপ্রাচীরে ঝুলানো থাকে। ডিম্বাশয় পেরিটোনিয়ামের ভাঁজ মেসোভেরিয়াম (mesovarium) দিয়ে দেহপ্রাচীরে ঝুলানো থাকে। প্রত্যেক শুক্রাশয় থেকে একটি করে শুক্রনালি সৃষ্টি হয়। দুটি শুক্রাশয়ের দুটি শুক্রনালি পিছন দিকে এক হয়ে রেচন-জনন রক্ত পথে বাইরে মুক্ত। স্ত্রী মাছে ডিম্বাশয়-জোড়া আকারে বড় ও ডিম্বনালিবিহীন। পরিপক্ক ডিম্বাশয় থেকে জনন ঋতুতে ডিম দেহগহ্বরে মুক্ত হয়। এখান থেকে ডিম রেচন-জনন সাইনাসের অগ্রপ্রাচীর থেকে অস্থায়ীভাবে গঠিত একজোড়া জনন রক্ত (genital aperture) পথে দেহের বাইরে বেরিয়ে যায়। রুই মাছের ডিম প্রচুর কুসুম (yolk) সমৃদ্ধ।

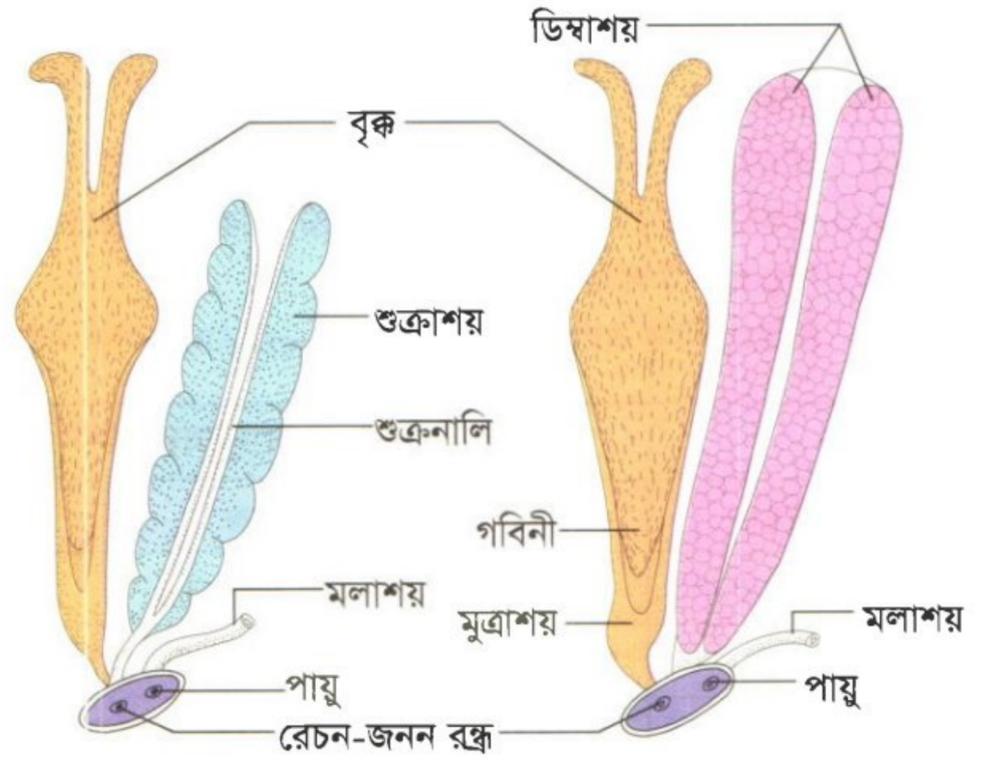
২. **যৌন পরিপক্বতা (Sexual maturity)** : রুই মাছ সাধারণত দুবছর বয়সে জননক্ষম হয়ে ওঠে। বাংলাদেশে আগে ৩ বছর বয়সে জননক্ষম হতো। কিন্তু অন্তঃপ্রজননের (inbreeding) কারণে এখন রুই মাছে এক বছর বয়সেই জনন ঘটে। জুন-জুলাই মাসের দিকে এরা বংশবৃদ্ধির জন্য প্রস্তুত হয়। সাধারণত স্ত্রী মাছ ৫১-৭০ সেমি এবং পুরুষ মাছ ৬০-৬৫ সেমি, লম্বা হলে জননক্ষম হয়।

৩. **প্রজনন ঋতু (Breeding season)** : প্রকৃতিতে রুই মাছ বছরে একবার জনন সম্পন্ন করে। সাধারণত বর্ষাকালে (জুন-জুলাই) এদের প্রজননের উপযুক্ত সময়। কারণ এসময় জলাশয়ের স্রোতময় ঘোলা পানি পোনা মাছের বেঁচে থাকার উপযুক্ত।

৪. **প্রজনন স্থান (Breeding place)** : রুই মাছ প্রাকৃতিকভাবে স্বাদু পানির স্রোতজ জলাশয়ে বিশেষ করে বড় বড় নদীতে প্রজনন ঘটায় অর্থাৎ ডিম ছাড়ে। পুকুর, হাওড়, বাওড়, বিল ইত্যাদি বদ্ধ জলাশয়ে এরা ডিম ছাড়ে না।

৫. **পরিযান বা অভিপ্রয়াণ (Migration)** : ডিম ছাড়ার সময় এরা ছোট ছোট নদীনালা, খাল, বিল থেকে স্বাদু পানির বড় বড় নদীতে পরিযায়ী হয়। যেহেতু এদের পরিযান শুধু স্বাদু পানির মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে, তাই এদের পরিযান প্রোটামোড্রমাস (protamodromous) ধরনের।

৬. **ডিম ছাড়ার সময় (Liberation of eggs)** : প্রজননের সময়ে যৌন পরিপক্ক পুরুষ ও স্ত্রী রুই মাছ নদীর স্রোতের বিপরীতে পরস্পরের গা ঘেঁসে ছোটাছুটি ও পানি তোলপাড় করে পূর্বরাগ প্রদর্শন করে। ছোটাছুটির সময় মূলত পুরুষ মাছ স্ত্রী মাছকে অনুসরণ করে। বর্ষাকালে অমাবস্যা বা পূর্ণিমায় বজ্রপাতসহ প্রবল বর্ষণ, উজানের পাহাড়ি ঢল, তীব্র স্রোত ও ফেনিল ঘোলা পানিতে রুই মাছ ঝাঁক বেধে নদীর অগভীর অংশে ডিম ছাড়তে উদ্বুদ্ধ হয়। এ সময় পানির তাপমাত্রা ২৪-২৮°C থাকে এবং পানিতে প্রচুর পরিমাণ  $O_2$  থাকে। পানিতে বেশি  $O_2$ -এর উপস্থিতি রুই মাছের যৌন



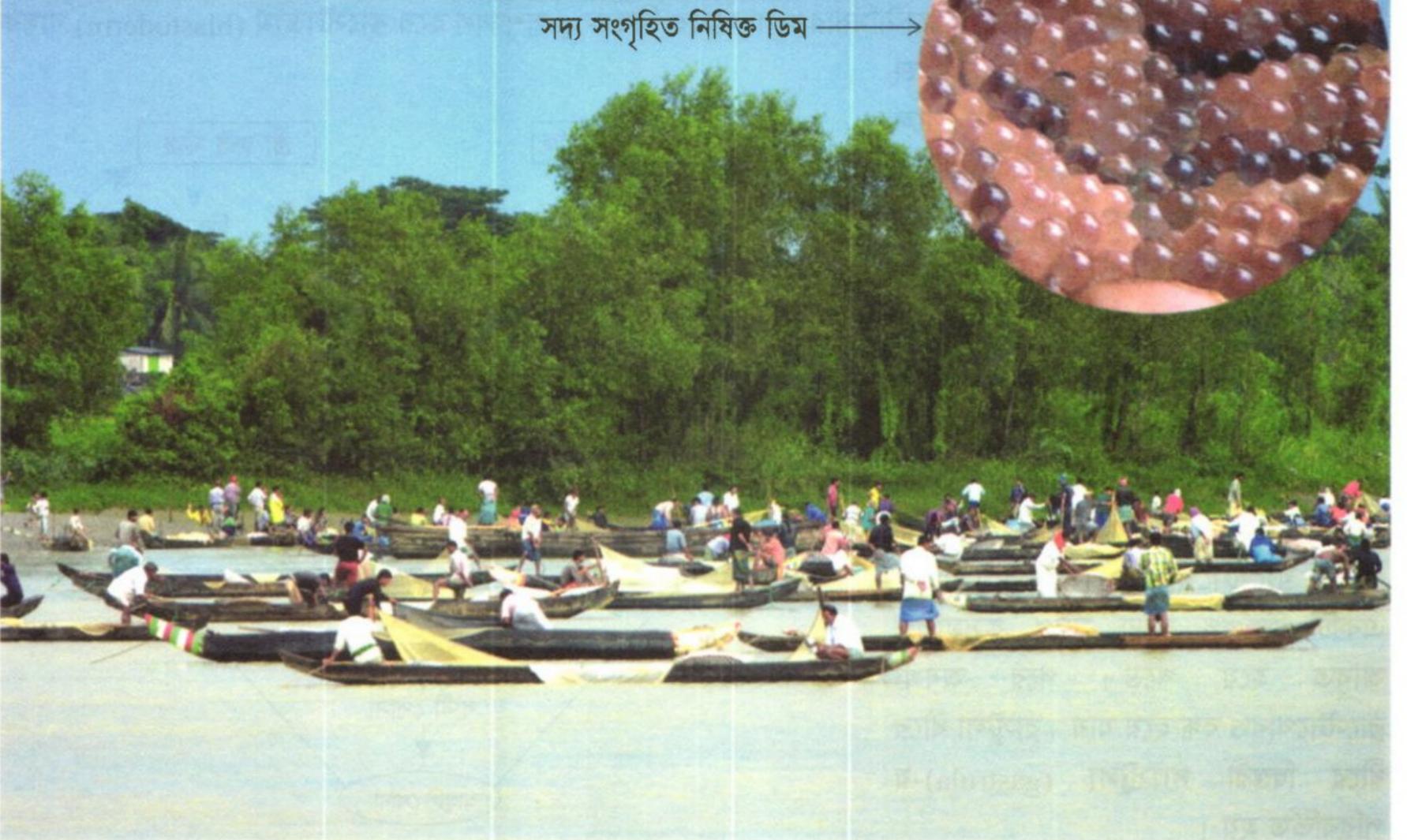
চিত্র ২.৩.১৯ : Labeo-র রেচন-জনন তন্ত্র (বামে-পুরুষ ও ডানে-স্ত্রী)

[MAT.  
17-18]



বিশিষ্ট মৎস্যবিজ্ঞানী এবং  
চট্টগ্রাম বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রাণিবিদ্যা  
বিভাগের বর্তমান চেয়ারম্যান  
প্রফেসর ড. মনজুরুল কিবরিয়ার হাতে  
হালদা নদী থেকে উদ্ধারকৃত ২৫ কেজি  
ওজনের ও ১০ বছর বয়সি মৃত কাতলা  
মা-মাছ।

সদ্য সংগৃহীত নিষিক্ত ডিম →



প্রজনন মৌসুমে রুইজাতীয় মাছের ডিম সংগ্রহের দৃশ্য

গ্রন্থিকে উত্তেজিত করে। এ সময় পুরুষ ও স্ত্রীমাছের ছোট ছুটি ও রিওট্যাক্সিসের আবেশীয় প্রভাবে স্ত্রীমাছ হঠাৎ দেহে ঝাঁকুনি দিয়ে পানিতে একবারে অসংখ্য ডিম ছাড়ে। সঙ্গে সঙ্গে পুরুষ মাছ ডিমের উপর প্রচুর পরিমাণ শুক্ররস (spermatic fluid) ছেড়ে দেয়। ডিম ছাড়া ও শুক্রাণু নিঃসরণ প্রক্রিয়াকে স্পনিং (spawning) বলে। মাত্র ১৫ সেকেন্ড সময়ের মধ্যে এ ঘটনা ঘটে। প্রত্যেক প্রজনন ঋতুতে রুই মাছের ডিম উৎপাদনের ক্ষমতাকে ফিকাভিটি (fecundity) বা উর্বরতা বলে। প্রতি কেজি ওজনের রুই মাছের ফিকাভিটি ১-৪ লক্ষ। অর্থাৎ এককেজি ওজনের একটি রুই মাছ এক ঋতুতে ১-৪ লক্ষ ডিম উৎপাদন করতে পারে।

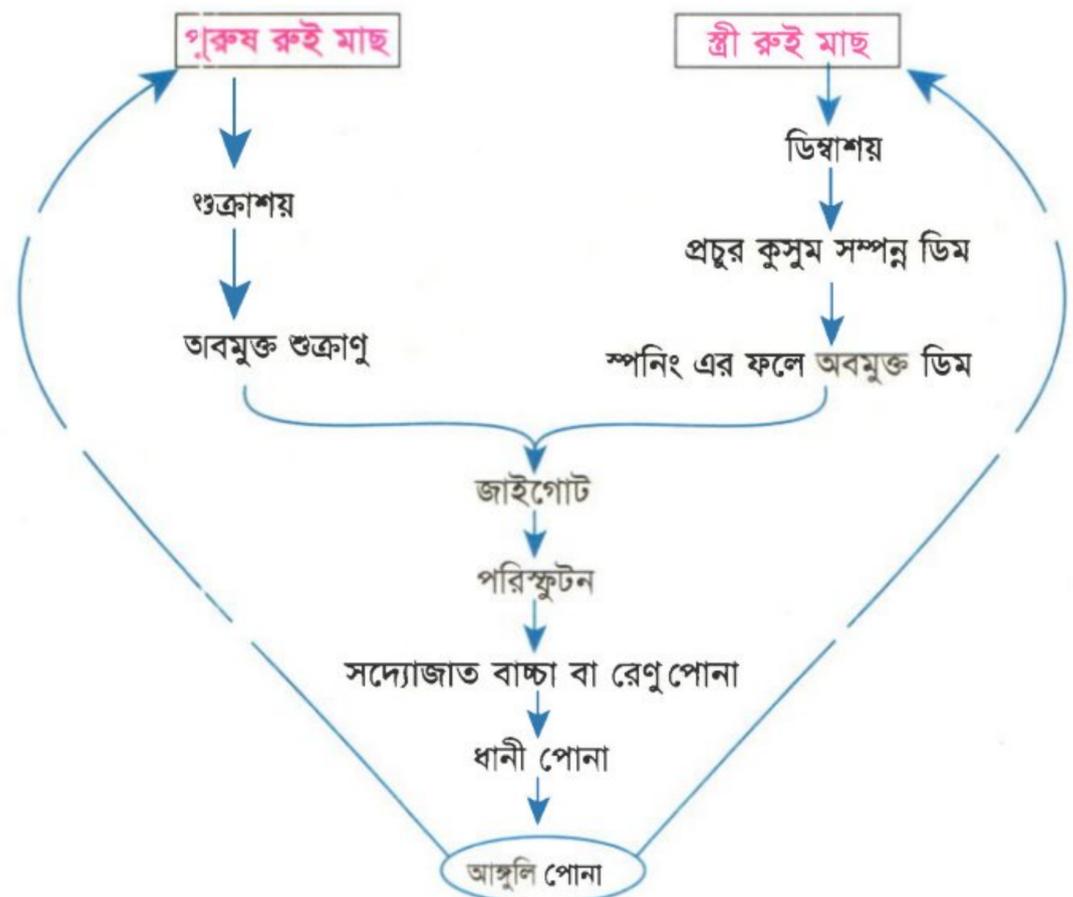
**৭. নিষেক (Fertilization) :** রুই মাছে বহিঃনিষেক ঘটে অর্থাৎ পানিতে শুক্রাণুগুলো ডিম্বাণুগুলোকে নিষিক্ত করে। নিষিক্ত ডিম গোল লালচে বর্ণের হয়। রুই মাছের নিষিক্ত ডিম্বাণু পানিতে ভাসে না, পানির তলায় ডুবে যায়। এমন ডিমকে ডিমারসাল (demersal) ডিম বলে। [সামুদ্রিক মাছের ডিমগুলো আকারে ছোট, হালকা ও আঠালো আবরণবিহীন এবং নিষেকের পর পানিতে ভেসে থাকে বলে এগুলোকে গেলাজিক ডিম (pelagic egg) বলে।]

### রুই মাছের জীবন চক্র (Life cycle)

**ক্রমীয় পরিস্ফুটন (Development of Embryo) :** রুই মাছের জাইগোটের ব্যাস ৪.১-৪.৮ মিলিমিটার হয়। এর ক্রমীয় পরিস্ফুটন খুব তাড়াতাড়ি ঘটে। জাইগোট সৃষ্টির ৩০-৪৫ মিনিট পরই ক্লিভেজ শুরু হয়। ক্লিভেজ মেরোরাস্টিক ধরনের। কোনো প্রাণীর ডিমে যখন ভেজিটাল পোলে (মেরুতে) বেশি পরিমাণে কুসুম থাকায় সম্পূর্ণ ডিমটি ক্লিভেজ প্রক্রিয়ায় বিভক্ত হতে পারেনা তখন নিষিক্ত নিউক্লিয়াসটি কুসুমের পৃষ্ঠতলে একটি ক্ষুদ্র অংশে আশ্রয় নিয়ে ক্লিভেজের প্রস্তুতি নেয়। অংশটি ক্রমশ একটি ছোট টিবির মতো দেখায়। এ অংশের ভিতর ক্লিভেজ ঘটে। এ ধরনের ক্লিভেজকে মেরোরাস্টিক ক্লিভেজ (meroblastic cleavage) বলে।

ক্লিভেজ শুরু হওয়ার পর নিউক্লিয়াসটি ২, ৪, ৮, ১৬, ৩২ এমন সংখ্যক কোষে বিভক্ত হতে থাকে। ক্লিভেজের ফলে সৃষ্ট প্রত্যেক কোষকে ব্লাস্টোমিয়ার (blastomere) বলে। ক্রমটি এসময় এক থোকা আঙ্গুরের মতো দেখায়। এর নাম মরুলা (morula)। ক্রমের পরিস্ফুটনের ক্ষেত্রে মরুলা ধাপটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। কারণ বেশি ঝাঁকুনিতে ক্রম কুসুম থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে মৃত্যুবরণ করতে পারে। ব্লাস্টোমিয়ারগুলো আরও বিভক্ত ও সুশৃঙ্খল হয়ে ব্লাস্টোডার্ম (blastoderm) নামক এককোষীয় স্তরে বিন্যস্ত হয়। ক্লিভেজ এগিয়ে যাওয়ার সঙ্গে সঙ্গে ব্লাস্টোমিয়ারগুলোর মাঝে একটি ফাঁপা জায়গা সৃষ্টি হয়ে বৃদ্ধি পায়। এ ফাঁপা স্থানটি হচ্ছে ব্লাস্টোসিল (blastocoel)। ক্রমকে তখন ব্লাস্টুলা (blastula) বলে।

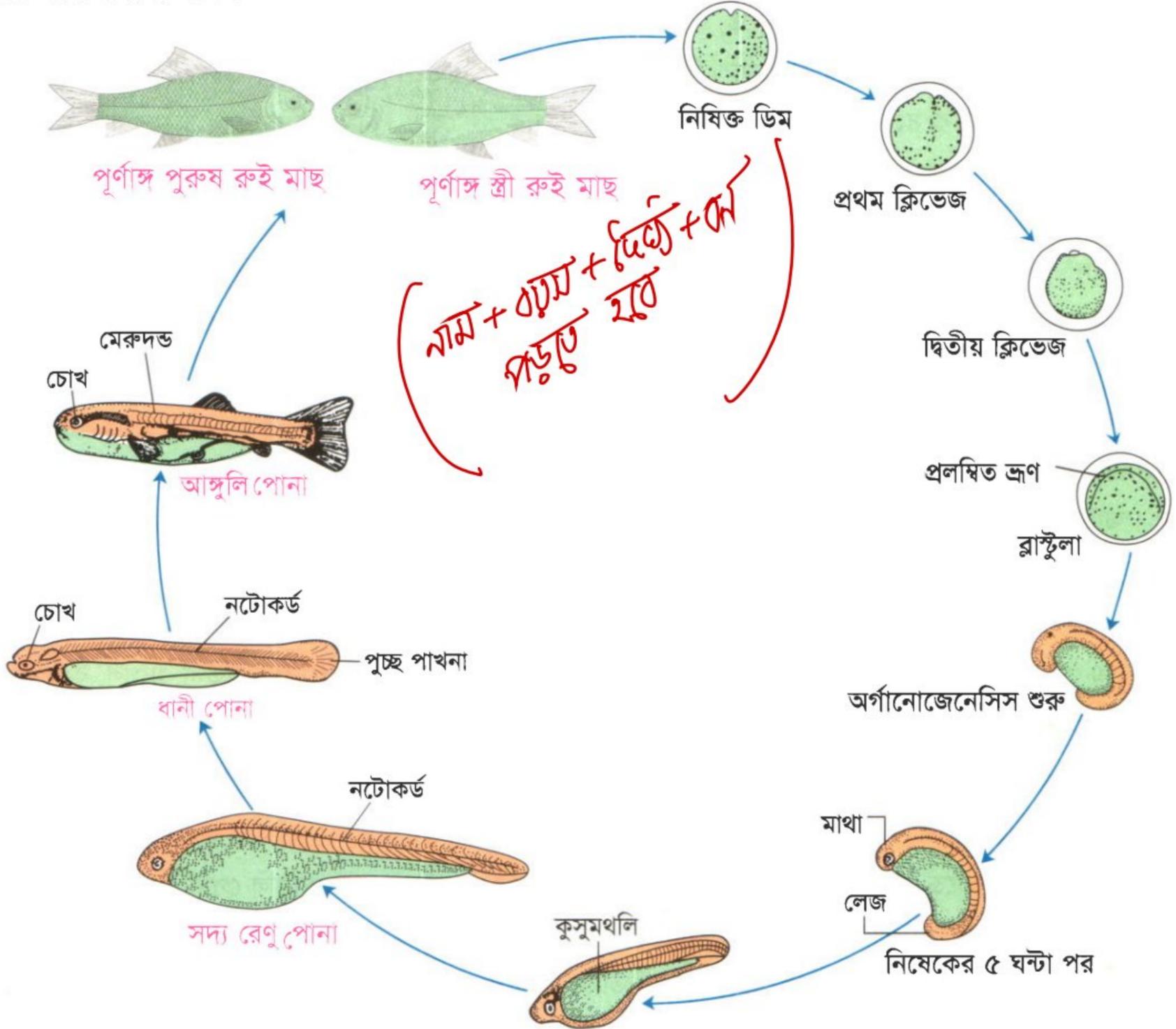
ব্লাস্টোডার্মের কোষগুলো প্রথম দিকে কুসুমের উপর টুপির মতো বিন্যস্ত থাকে। কোষ বিভাজন অব্যাহত থাকায় কোষগুলো কুসুমকে ঘিরে প্রসারিত হয় এবং এক পর্যায়ে ব্লাস্টোপোর (blastopore) নামক একটি ছিদ্রপথ ছাড়া সমগ্র কুসুমপিণ্ড আবৃত হয়ে পড়ে। পরে অবশ্য ব্লাস্টোপোরও বন্ধ হয়ে যায়। ব্লাস্টুলা ধীরে ধীরে দ্বিস্তরী গ্যাস্ট্রুলা (gastrula)-য় পরিবর্তিত হয়।



চিত্র ২.৩.২০ : জীবন চক্রের রেখাচিত্র

গ্যাস্ট্রুলার পিছন দিক থেকে লেজ ও সামনের দিক থেকে বিভিন্ন অঙ্গের সূচনা হয়। যে প্রক্রিয়ায় গ্যাস্ট্রুলা থেকে বিভিন্ন অঙ্গ তৈরি হয় তার নাম অর্গানোজেনেসিস (organogenesis)। জ্রণের মধ্যে নানা ধরনের পরিবর্তন দেখা দেয় এবং ১৫-১৮ ঘন্টার মধ্যে ডিমের ভিতর থেকে লার্ভা (larva) বেরিয়ে আসে। এ লার্ভাকে ডিমপোনা বা রেণু পোনা বলে।

১) রেণু পোনা (Hatchlings) : ডিম থেকে সদ্য নির্গত লার্ভা থেকে শুরু করে ৭২ ঘন্টা বয়স পর্যন্ত পোনাকে রেণু পোনা বলে। এর দেহের অক্ষীয়দেশে কুসুমথলি (yolk sac) থাকে। এরা কুসুমথলির খাবার খেয়ে বড় হতে থাকে। রেণু পোনা ২-৩ মিলিমিটার পর্যন্ত লম্বা হলে এদের ঠোঁটে ঝালর প্রকাশ প্রায় এবং লেজের মূলে অর্ধচন্দ্রাকার কালো দাগ দেখা যায়। ৭২ ঘন্টার মধ্যে এগুলো কুসুমথলির খাদ্য খেয়ে নিঃশেষ করে এবং দৈর্ঘ্যে প্রায় ৭ মিলিমিটার হয়, তখন একে ধানী পোনা বলে।



চিত্র ২.৩.২১ : রুই মাছের জীবন চক্রের ধাপসমূহ

২) ধানী পোনা বা ফ্রাই (Fry) : ধানী পোনার বয়সকাল ৭২ ঘন্টা থেকে ৮ দিন। কুসুমথলি নিঃশেষ হওয়ায় এরা প্রাকৃতিক পরিবেশের প্রাণিপ্ল্যাঙ্কটন (zooplankton) খেয়ে বৃদ্ধি পেতে থাকে। এ দশায় এদের কানকুয়া (operculum)-র রেখা স্পষ্ট হয়, পৃষ্ঠীয় ও অক্ষীয় পাখনার ভাঁজ বাড়তে থাকে, উদর অঞ্চলে লাল দাগ দেখা যায়। ধানী পোনা ১২ মিলিমিটার পর্যন্ত লম্বা হয়।

৩. **আঙ্গুলি পোনা (Fingerlings)** : ৯ দিন বয়স থেকে ৩০ দিন বয়স পর্যন্ত পোনাকে আঙ্গুলি পোনা বলে । এদের পৃষ্ঠ-পাখনায় ১৪টি, বক্ষ-পাখনায় ৭টি, শ্রোণি-পাখনায় ৭টি ও পুচ্ছ-পাখনায় ৩০টি রশ্মি সৃষ্টি হয় । ১৫ দিন পর মুখের দুপাশে একটি করে **বার্বেল (barbel)** দেখা যায় এবং পায়ুর অবস্থান স্পষ্ট হয় । ২০ দিন পর দেহ সোনালি বর্ণের হয় । আঁইশে দেহ আবৃত হয়ে পড়ে এবং ২৫ দিন পর এতে পরিণত মাছের চেহারা ফুটে ওঠে । আঙ্গুলি পোনা লম্বায় প্রায় ৩০ মিলিমিটার হয় ।

৪. **ব্রুড মাছ (Brood fish)** : ৩০ দিন পর আঙ্গুলি পোনার আঙ্গিক পরিবর্তন ও আকারের পরিবর্ধন ঘটে । সাধারণত দেড় থেকে দুবছর বয়সে যৌন পরিপক্বতা লাভ করে । একে ব্রুড মাছ বলে ।

### রুই মাছের প্রাকৃতিক সংরক্ষণ (Natural conservation of *Labeo*)

পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে পুষ্টির যোগান দিতে, ঝামেলাবিহীন মাছ পেতে ও স্বাদের দিকে নজর রাখতে রুই মাছের চাষ সাম্প্রতিক বছরগুলোতে ব্যাপক হারে বেড়েছে । বিভিন্ন খামারে যতো উন্নত পদ্ধতিতেই চাষ করা হোক না কেন তাকে ছাপিয়ে বিশ্বজুড়ে প্রাকৃতিক সংরক্ষণের দাবী ও প্রচার বেড়েছে অনেক গুণ বেশি । বিভিন্ন হ্যাচারিতে চাষের কারণে সীমিত ও নির্দিষ্ট মাছের মধ্যে যেভাবে অন্তঃপ্রজনন ঘটে তার ফলে যে কোনো মাছের ভাল গুণাবলী হারিয়ে যায়, জিনগত বৈচিত্র্য বিনষ্ট হয়, রোগাক্রান্ত মাছের আধিক্য দেখা দেয় ও স্বাদবিহীন মাছের প্রাচুর্যে বাজার সয়লাব হয়ে যায় । মাছ থেকে ‘মাছের স্বাদ’ পেতে হলে মাছকে ‘মাছ’ হিসেবে বড় হওয়ার সুযোগ দিতে হবে । আধুনিক পৃথিবীতে মানুষের সংখ্যা বেড়েছে, ভূখন্ড বাড়ে নি । অতএব, মানুষের সুখ-স্বাস্থ্য প্রভৃতি অব্যাহত রাখতে অন্যান্য দেশের মতো বাংলাদেশের প্রাকৃতিক পরিবেশ বিনষ্টের পাশাপাশি প্রাকৃতিক জীবের সংকটও বেড়েছে, নদী প্রবাহ বন্ধ হয়ে যাওয়ায় এবং হাওর-বিল-বাওর ভরাট ও দখল হয়ে যাওয়ায় মাছের প্রাকৃতিক জননক্ষেত্র ও লালনভূমি বহুগুণ কমে গেছে । তবে এর মধ্যেও কিছু নদী বা তার আশ-পাশ নিয়ে সতর্ক হলে হয়তো কিছু বিশুদ্ধ জিনধারী মাছের প্রাকৃতিক সংরক্ষণ সম্ভব হতে পারে । তাই পরিবেশগত, প্রজাতিগত ও জিনগত বৈচিত্র্যের দিকে লক্ষ রেখে মাছের প্রজাতি বৈচিত্র্য রক্ষায় এগিয়ে আসতে হবে ।

রুই মাছ বাংলাদেশের অতিপরিচিত, সুস্বাদু ও জনপ্রিয় মাছ । এটি Cypriniformes বর্গের Cyprinidae গোত্রভুক্ত প্রজাতি । এ গোত্রের মাছগুলো কার্প জাতীয় মাছ (carps) নামে পরিচিত । বাংলাদেশে রুই ছাড়া কাতলা, মৃগেল, কালিবাউস প্রভৃতি কার্প জাতীয় মাছও পাওয়া যায় । এগুলোকে বড় কার্প জাতীয় মাছ বলে । বাংলাদেশের প্রায় সব বড় বড় নদী (পদ্মা, মেঘনা, যমুনা, ব্রহ্মপুত্র, কর্ণফুলী, হালদা) ও মূল শাখা নদীতে, কাণ্ডাই হ্রদ এবং বিভিন্ন হাওরে রুই মাছ বিস্তৃত ।

বড় নদীগুলো হচ্ছে রুই মাছের প্রজনন ক্ষেত্র । গ্রীষ্ম শুরু হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে কালবৈশাখি ও ভরা অমাবস্যা-পূর্ণিমায় রুই মাছ নদীতে ডিম ছাড়ে । ডিম থেকে মাছের পোনা যখন আঙ্গুলের সমান বড় হয় (আঙ্গুলি পোনা) তখন সংগ্রহ করে মাছের খামারে লালন-পালন শেষে বাজারজাত করা হয় । বাংলাদেশের এসব অভ্যন্তরীণ প্রাকৃতিক উৎস ক্রমশ কমে আসছে (নদী দখল, ভরাট, অপরিষ্কৃত বাঁধ, দূষণ ইত্যাদি কারণে), পানির গুণগতমানও নষ্ট হচ্ছে । ফলে মাছের জিনগত বৈশিষ্ট্যও ক্ষতিগ্রস্ত হচ্ছে । হ্যাচারির মাছ কখনও প্রাকৃতিক মাছের প্রতিনিধিত্ব করে না । বিজ্ঞানীরা তাই প্রাকৃতিক পরিবেশ ও রুই মাছের আবাসস্থলের যথাযথ সংরক্ষণের দিকে দৃষ্টি দিয়েছেন । অভ্যন্তরীণ নদীগুলো থেকে প্রাকৃতিক রুই মাছ পাওয়া দুরূহ হয়ে পড়েছে । এ কারণে, অন্ততঃ বিশুদ্ধ রুই মাছের সংরক্ষণে সবার নজর এখন বাংলাদেশের হালদা নদীর দিকে ।

হালদা নদী বাংলাদেশের কেবল দেশি নদী নয়, এটি একমাত্র জোয়ার-ভাটার নদী যেখান থেকে মাছচাষীরা পোনার বদলে রুই মাছের নিষিক্ত ডিম সংগ্রহ করে নিয়ে যান। এসব ডিম থেকে ফোটানো পোনার বৃদ্ধি যতো দ্রুত ও বেশি হয় অন্য কোনো জায়গা থেকে সংগৃহীত পোনাতে তা হয় না, হ্যাচারীতেতো হয়ই না। এ জন্য এক কেজি রেণু পোনার দাম প্রায় ৬০ হাজার টাকা, যা দেশের অন্য জায়গার পোনার দামের চেয়ে কয়েকগুণ বেশি। হালদা নদীকে তাই প্রাকৃতিক জিনব্যাংক সমৃদ্ধ 'মৎস্য খনি' নামে অভিহিত করা হয়। এ নদীসহ অন্যান্য স্থানে রুই মাছের প্রাকৃতিক সংরক্ষণে প্রথম কাজ হচ্ছে সরকারের পক্ষ থেকে বিশেষজ্ঞ কমিটির সুপারিশ অনুযায়ী রুই মাছের প্রাকৃতিক বিচরণ স্থলগুলোকে মৎস্য অভয়াশ্রম ঘোষণা করা। লক্ষ ও উদ্দেশ্য এবং জলাশয় ভেদে মৎস্য অভয়াশ্রম নিচে বর্ণিত বিভিন্ন ধরনের হতে পারে।

**১. মৌসুমি অভয়াশ্রম :** নির্দিষ্ট প্রজাতির মাছ বছরের নির্দিষ্ট সময়ে উপযুক্ত বা নির্দিষ্ট প্রজনন ক্ষেত্রে বংশবৃদ্ধি ঘটিয়ে নির্দিষ্ট আবাসে বিচরণ করে থাকে। তাই অবাধ প্রজনন ও বিচরণের জন্য সুনির্দিষ্ট জলাশয় বছরের নির্দিষ্ট সময়ে মাছের অভয়াশ্রম হিসেবে সরকার থেকে ঘোষণা করা হয়। যেমন- হালদা নদীর মদুনা ঘাট এলাকা, কাপ্তাই লেকের লং জাদু ও বিলাইছড়ি এলাকা। এখানে হালদা নদীর সামান্য একটি অংশকে (মদুনা ঘাট এলাকা) অভয়াশ্রম ঘোষণা করা হয়েছে। তাও মৌসুমি অভয়াশ্রম। কিন্তু এ নদীতে সারা বছরই কম-বেশি রুই মাছের আনাগোনা দেখতে পাওয়া যায়। যেহেতু নির্দিষ্ট সময় ছাড়া অন্য সময় এ নদী অরক্ষিত থাকে তাই মানুষ গোপনে সারা বছরই মা-রুই মাছ আহরণে ব্যস্ত থাকে। অতএব বিষয়টি পর্যালোচনা করে যথাশীঘ্র সম্ভব সম্পূর্ণ হালদা নদীকে সাংবাৎসরিক অভয়াশ্রম ঘোষণা করে কঠোর নজরদারির মধ্যে রাখতে হবে। দেশের অন্যান্য নদীতে মৌসুমি অভয়াশ্রম কার্যকর হলেও হালদা নদীকে রুই মাছের জন্য সাংবাৎসরিক অভয়াশ্রম ঘোষণা করতে হবে।

**২. বিশেষ জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণ এলাকা :** হালদা নদী রুই মাছের বিশুদ্ধ জিন সংরক্ষণে অবদান রেখে চলেছে। তাছাড়া, এটি একমাত্র জোয়ার ভাটার নদী যা দেশেরই এক প্রান্তে উৎপত্তি লাভ করে দেশেরই এক স্থানে সমাপ্ত হয়েছে। জোয়ার-ভাটা সমৃদ্ধ অঞ্চল এমনিতেই খুব সমৃদ্ধ কিন্তু অত্যন্ত সংবেদনশীল অঞ্চল। সংবেদনশীলতা ধরে রাখতে পারলে রুইয়ের প্রজনন ও বিচরণ অব্যাহত থাকবে। কেবল কার্পজাতীয় মাছই নয়, হালদা নদী এখন অতিবিপন্ন গাঙ্গেয় ডলফিন বা মিঠাপানির গুগুকেরও প্রধানতম বাসস্থান হয়ে উঠেছে। অন্যদিকে পর্যটনেরও সম্ভাবনা দেখা দিয়েছে। সম্প্রতি হালদা নদী সংক্রান্ত বিষয় দেখভালের জন্য সরকারী ও বেসরকারী যৌথ উদ্যোগে চট্টগ্রাম বিশ্ববিদ্যালয়ে হালদা রিভার রিসার্চ ল্যাবরেটরি (Halda River Research Laboratory) নামের একটি আধুনিক গবেষণাগার প্রতিষ্ঠিত হয়েছে। এ কারণে হালদা নদীকে বিশেষ জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণ এলাকা হিসেবে ঘোষণা করা অত্যন্ত জরুরী হয়ে পড়েছে।

### রুই জাতীয় মাছের সংরক্ষণের কয়েকটি পদক্ষেপ

জনসংখ্যা বৃদ্ধি, কৃষি জমির প্রসার, জলাভূমি কেটে ভরাট, বাঁধ নির্মাণ, যত্রতন্ত্র কীটনাশক ওষুধের ব্যবহার, পোনা মাছ ও ডিম ওয়ালা মাছ আহরণ ইত্যাদি নানাবিধ কারণে রুই জাতীয় মাছের প্রাকৃতিক জলজ পরিবেশ ক্ষতিগ্রস্ত হচ্ছে। ফলে, মাছের সংখ্যা ও আবাসস্থল ক্রমশঃ হ্রাস পাচ্ছে। তাই এদের সংরক্ষণের ব্যবস্থা নেয়া অতিব জরুরী। নিচে রুই জাতীয় মাছের সংরক্ষণের কয়েকটি পদক্ষেপ সংক্ষেপে আলোচনা করা হলো-

**১. প্রজননক্ষেত্র সংরক্ষণ :** রুই জাতীয় মাছের প্রাকৃতিক সংরক্ষণের জন্য দেশের বিভিন্ন নদ-নদী ও প্লাবন ভূমির প্রাকৃতিক প্রজনন ক্ষেত্রগুলোর সঠিক সীমানা নির্বাচন করে মৎস্য অভয়াশ্রম তৈরি করে মৎস্য সম্পদ সমৃদ্ধ করা।

**২. মা মাছ আহরণ বন্ধ করা :** প্রজননকালীন সময় (জুন-জুলাই) অর্থাৎ ডিম ছাড়ার ঋতুতে ডিমওয়ালা মাছ না ধরা বা না মারা। ডিম ছাড়ার সুযোগ দিলে একটি মাছ থেকে লাখ লাখ মাছ পাওয়া যায়।

৩. কলকারখানার বর্জ্য : জলাশয়ের নিকটবর্তী কলকারখানার নিষ্কাশিত বর্জ্য পদার্থ জলাশয়ের পানিতে মিশে যাতে পানি দূষিত না হয় তার প্রয়োজনীয় পদক্ষেপ গ্রহণ করতে হবে।

৪. সেচ ব্যবস্থা নিয়ন্ত্রণ : জলাশয়ে সম্পূর্ণভাবে সেচ দিয়ে বা বাঁধ দিয়ে মাছ ধরা বন্ধ করতে হবে।

৫. কীটনাশক ও রাসায়নিক সার : জলাশয় সংলগ্ন জমিতে কীটনাশক ও রাসায়নিক সার ব্যবহার নিয়ন্ত্রণ করতে হবে এবং এসব দ্রব্যাদি যাতে পানিতে মিশতে না পারে সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে।

৬. বাজার নিয়ন্ত্রণ : নির্দিষ্ট মাপের (সাধারণত ৯ ইঞ্চি) নিচে যাতে বাজারে কোনো রুই জাতীয় পোনা মাছ বিক্রি না হয় সেদিকে নজর রাখতে হবে।

৭. সেচ ব্যবস্থা নিয়ন্ত্রণ : জলাশয়ে সম্পূর্ণভাবে সেচ দিয়ে বা বাঁধ দিয়ে মাছ ধরা বন্ধ করতে হবে।

৮. নদীর নাব্যতা বৃদ্ধি : নদীর নাব্যতা বৃদ্ধি করে সব ঋতুতে পানি প্রবাহ ঠিক রাখতে হবে।

৯. প্রাকৃতিকভাবে উৎপন্ন পোনা চাষের জন্য মৎস্যজীবীদের উৎসাহিত করা : বিভিন্ন নদীতে প্রাকৃতিকভাবে উৎপাদিত পোনা সারাদেশের বিভিন্ন জলাশয়ে ছড়িয়ে দেয়ার জন্য চাষীদের মধ্যে পোনা বিক্রির ব্যবস্থা করতে হবে এবং বন্ধ জলাশয়ে মাছ চাষের জন্য মৎস্যজীবীদের নানাভাবে উদ্বুদ্ধ করতে হবে। এজন্য মৎস্যজীবীদের ঋণ, প্রশিক্ষণ দেয়াসহ নানারকম সুযোগ সুবিধা দিতে হবে।

১০. জনসচেতনতা সৃষ্টি : জনসচেতনতা সৃষ্টির জন্য রুই জাতীয় মাছ চাষের গুরুত্ব বা মাছের গুরুত্ব, মাছের জীবনচক্র, মাছ সংরক্ষণের প্রয়োজনীয়তা ইত্যাদি বিষয় সম্পর্কিত পেপার-পত্রিকা, রেডিও এবং টেলিভিশনের মাধ্যমে প্রচার করতে হবে।

১১. মৎস আইন : মৎস সংক্রান্ত আইনের সঠিক প্রয়োগ ও বাস্তবায়ন করা এবং প্রয়োজনে আইন সংশোধন করতে হবে।

১২. হালদা নদী সংরক্ষণ : অন্ততঃ হালদা নদীতে রুই মাছের প্রাকৃতিক সংরক্ষণ করতে হলে নদীপাড়ে প্রতিষ্ঠিত দূষণ সৃষ্টিকারী শিল্প-প্রতিষ্ঠান স্থাপন বন্ধ করতে হবে, মা-মাছ শিকারে কঠোর আইন প্রণয়ন ও বাস্তবায়ন করতে হবে, অপরিষ্কৃত বাঁধ, ড্যাম ও স্লুইস গেইট নির্মাণ বন্ধ করতে হবে এবং রুই মাছের ডিম ছাড়ার যে নির্দিষ্ট বাঁক রয়েছে তার বৈশিষ্ট্য অক্ষুণ্ণ রাখতে হবে। এ বিষয় পর্যবেক্ষণে একটি বিশেষজ্ঞ কমিটি অবশ্যই থাকতে হবে। যে সব নদীতে প্রাকৃতিক রুই মাছ পাওয়া যায় সে সব নদীর পাশে অবস্থিত বিশ্ববিদ্যালয়ের মৎস্যবিজ্ঞানীদের তত্ত্বাবধানে রুই মাছের প্রাকৃতিক সংরক্ষণ যথাযথ হবে বলে আশা করা যায়।

### বাংলাদেশে রুই মাছের প্রাকৃতিক জননক্ষেত্রসমূহ

বাংলাদেশের অধিকাংশ নদী ও প্লাবনভূমিতে রুই মাছ প্রজনন করে থাকে। তবে বেশ কয়েকটি নদী ও প্লাবনভূমিকেই রুই মাছের প্রাকৃতিক প্রজননক্ষেত্র হিসেবে শনাক্ত করা হয়েছে। এগুলো হলো—

১. চট্টগ্রামের হালদা নদী (পৃথিবীর বৃহত্তম প্রাকৃতিক প্রজনন ক্ষেত্র)।
২. যমুনা নদীর আরিচা, সিরাজগঞ্জ, বাহাদুরাবাদ ও ফুলছড়ি ঘাটের নিকটস্থ অঞ্চল।
৩. পদ্মা নদীর রাজশাহী ও চাঁপাইনবাবগঞ্জ অঞ্চল।
৪. ময়মনসিংহ শহরের পার্শ্ববর্তী আদি ব্রহ্মপুত্র নদ।
৫. কুষ্টিয়া শহরের পার্শ্ববর্তী গড়াই নদী।
৬. রাজবাড়ী ও ফরিদপুরের পার্শ্ববর্তী আড়িয়াল খাঁ ও মধুমতি নদী। [DAT-22-23]
৭. চলন বিল ও টাঙ্গুয়ার হাওরের প্লাবনভূমি।

### এ অধ্যায়ের প্রধান শব্দভিত্তিক সারসংক্ষেপ (Recapitulation)

১. রুই মাছের প্রকৃত আবাসস্থল স্বাদুপানির স্রোতযুক্ত নদী বা প্লাবন ভূমি। সেখানে এরা ডিম পাড়ে ও প্রজনন ক্রিয়া সম্পন্ন করে। বন্ধ পানিতে এদের প্রজনন ঘটে না।
২. রুই মাছ শাকাশি। এরা তরুণ ও পূর্ণাঙ্গ দশায় জলাশয়ের মধ্যস্তরের শৈবাল, ছোট ছোট জলজ উদ্ভিদ, পচা আধাপচা উদ্ভিদ কণা খেয়ে থাকে। পোনা অবস্থায় এরা জুওপ্লাস্টন খেতে অভ্যস্ত।
৩. Cypriniformes বর্গের অন্তর্ভুক্ত মিঠাপানির যেসব মাছের মাথায় আঁইশ থাকে না কিন্তু সারাদেহ সাইক্লয়েড আঁইশ দিয়ে আবৃত থাকে, দেহগহ্বরে পটকা থাকে সে সব মাছকে কার্প-জাতীয় মাছ বলে।
৪. কার্প জাতীয় মাছের মধ্যে যেগুলো আকৃতিতে বড় (দেড় কেজির বেশি), দ্রুত বর্ধনশীল এবং বাণিজ্যিকভাবে গুরুত্বপূর্ণ তাদের মেজর কার্প বলে। যেমন-রুই, কাতলা, মৃগেল, কালবাউশ ইত্যাদি।
৫. কার্প জাতীয় মাছের মধ্যে যেগুলো পরিণত অবস্থায় ছোট ও কম ওজনের তাদের মাইনর কার্প বলে। যেমন-ঘনিয়া, বাটা, টাটকিনি ইত্যাদি।
৬. রুই মাছের আঁইশ সাইক্লয়েড ধরনের। এটি ত্বকের ডার্মাল স্তর থেকে সৃষ্ট এক ধরনের পাতলা, গোলাকার, অস্থি পাতময়, রূপালি বর্ণের গঠন বিশেষ। এটি চুন ও কোলাজেন তন্তু দিয়ে গঠিত।
৭. রুই মাছের মস্তকের পিছন থেকে লেজ পর্যন্ত দুপাশে দুটি লম্বা দাগ থাকে। এদের পার্শ্বরেখা বলে। এতে সংবেদী কোষ থাকে। পার্শ্বরেখার সাহায্যে মাছ পানির কম্পন অনুভব করে পানির বিভিন্ন স্তরে এদের আবাসস্থল নিরূপণ করতে পারে।
৮. যে ধরনের হৃৎপিণ্ডের মধ্য দিয়ে কখনই অক্সিজেনযুক্ত রক্ত প্রবাহিত হয় না এবং শুধু কার্বন ডাইঅক্সাইড যুক্ত রক্ত প্রবাহিত হয় তাকে ভেনাস হার্ট বলে। যেমন-মাছের হৃৎপিণ্ড।
৯. একটি ফুলকা যদি দুটি সূদশ অর্ধাংশ নিয়ে গঠিত হয় তখন তাকে হলোব্রাঙ্ক বা পূর্ণ ফুলকা বলে। আর প্রতিটি সূদশ অর্ধাংশকে বলা হয় হেমিব্রাঙ্ক।
১০. রুই মাছের মেরুদণ্ডের নিচে এবং পৌষ্টিকনালির উপরে অবস্থিত সাদা উজ্জ্বল চকচকে প্রাচীর বিশিষ্ট  $O_2$ -পূর্ণ থলিকে বায়ুথলি বা পটকা বলে।  $O_2$ -ছাড়াও বায়ুথলিতে সামান্য  $N_2$  ও  $CO_2$ -থাকে। বায়ুথলি মাছের হাইড্রোস্ট্যাটিক অঙ্গের কাজ করে। এছাড়া এটি আনুষঙ্গিক শ্বসন অঙ্গের কাজ করে।
১১. রুই মাছের বায়ুথলি যে সব ক্ষুদ্র অস্থি দিয়ে অন্তঃকর্ণের সাথে ঘনিষ্ঠভাবে যুক্ত তাকে তাদের নাম ভেবেরিয়ান অসিকল। এ সংযোগ দ্বারা বায়ুথলিতে বিদ্যমান গ্যাসের পরিবর্তিত চাপ অন্তঃকর্ণের পেরিলিম্ফে পরিবাহিত হয়।
১২. পুরুষ মাছে একজোড়া লম্বা শুক্রাণু দেহপ্রাচীরের সঙ্গে মেসরকিয়াম দ্বারা ঝোলানো থাকে।
১৩. রুই মাছের ডিম পাড়ার উপযুক্ত পরিবেশের (স্রোতশীল নদী) অভাব হলে পরিপক্ক ডিমগুলো এদের দেহ কর্তৃক শোষিত হয়। এ ঘটনাকে অ্যাটারেশিয়া বলে।
১৪. প্রজনন ঋতুতে মাছের ডিমপাড়া ও শুক্রাণু নিঃসরণ প্রক্রিয়াকে স্পনিং বলে। স্রোতযুক্ত স্বাদু পানিতে রুই মাছের স্পনিং ঘটে। বন্ধ পানিতে এদের প্রজনন ঘটে না।
১৫. যেসব ডিম পানিতে ডুবে যায় তাদের ডিমারসাল বলে; আর যেগুলো ডুবে না তাদের বলা হয় পেলাজিক ডিম।
১৬. ডিম থেকে সদ্য নির্গত বয়স থেকে শুরু করে ৭২ ঘণ্টা বয়স পর্যন্ত পোনাকে রেণু পোনা বলে।
১৭. ৭২ ঘণ্টা বয়স থেকে ৮ দিন বয়স পর্যন্ত পোনাকে ধানী পোনা বলে। এটি দৈর্ঘ্যে ১২ মিলিমিটার পর্যন্ত হয়।
১৮. ৯ দিন বয়স থেকে ৩০ দিন বয়স পর্যন্ত পোনাকে আঙ্গুলি পোনা বলে। এটি দৈর্ঘ্যে প্রায় ৩০ মিলিমিটার।
১৯. হালদা নদী বাংলাদেশের কেবল দেশি নদী নয়, এটি একমাত্র জোয়ার-ভাটার নদী যেখান থেকে মাছচাষীরা পোনার বদলে রুই মাছের নিষিক্ত ডিম সংগ্রহ করে নিয়ে যান। এসব ডিম থেকে ফোটানো পোনার বৃদ্ধি যতো দ্রুত ও বেশি হয় অন্য কোনো জায়গা থেকে সংগৃহীত পোনায় তা হয় না, হ্যাচারীতেতো হয়ই না। এ জন্য এক কেজি রেণু পোনার দাম প্রায় ৬০ হাজার টাকা, যা দেশের অন্য জায়গার পোনার দামের চেয়ে কয়েকগুণ বেশি। হালদা নদীকে তাই প্রাকৃতিক জিনব্যাংক সমৃদ্ধ 'মৎস্য খনি' নামে অভিহিত করা হয়।